

87-研(七)

高雄港區老舊碼頭安全調查及評估研究

台灣省政府交通處

港灣技術研究所

台中 梧棲

中華民國八十七年六月

高雄港區老舊碼頭安全調查及評估研究

目 錄

目 錄	I
附圖目錄	II
附表目錄	III
摘要	IX
壹、前 言(李延恭)	1
貳、相關資料搜集分析(蘇吉立)	2
參、碼頭現況調查及檢討(蘇吉立)	18
肆、碼頭基礎補充地質調查(李延恭)	153
伍、碼頭安全檢測結果檢討(李延恭 陳圭璋 蘇吉立)	172
陸、碼頭基礎穩定性分析(李延恭)	194
柒、老舊碼頭管理查詢資訊系統之建立(謝明志)	202
捌、碼頭安檢維修作業檢討(李延恭 蘇吉立)	230
玖、結論及建議(李延恭)	235

附 錄

附錄 A 補充地質調查鑽探孔柱狀圖(蘇吉立)
附錄 B 土壤一般物理性質試驗結果(張阿平)
附錄 C 直接剪力試驗結果(李春榮)
附錄 D 三軸壓縮剪力強度試驗結果(陳志芳、陳義松)
附錄 E 三軸壓密透水試驗結果(陳志芳)
附錄 F 動力三軸試驗結果(蘇吉立)
附錄 G 傾斜管量測資料(李延恭、陳圭璋)

附圖目錄

圖2.1	高雄港區土壤動態三軸試驗結果-----	15
圖2.2	安平及台中港區土壤動三軸試驗結果-----	16
圖3.1	高雄港區碼頭結構型式比例分佈圖-----	24
圖3.2	常見碼頭結構可能受外力狀況與外視異變現象關係圖-----	35
圖3.3	重力式及錨錠式碼頭變位監測配置建議圖-----	38
圖3.4	新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片(A)-----	45
圖3.5	新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片(B)-----	46
圖3.6	新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片(C)-----	47
圖3.7	新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片(D)-----	48
圖3.8	新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片(E)-----	49
圖3.9	新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片(F)-----	50
圖3.10	新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片(G)-----	53
圖3.11	新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片(H)-----	54
圖3.12	新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片(I)-----	55
圖3.13	新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片(J)-----	56
圖3.14	新濱碼頭透地雷達探測平面示意圖-----	58
圖3.15	一號碼頭現地及調查狀況記錄相片(A)-----	66
圖3.16	一號碼頭現地及調查狀況記錄相片(B)-----	67
圖3.17	一號碼頭現地及調查狀況記錄相片(C)-----	68
圖3.18	一號碼頭現地及調查狀況記錄相片(D)-----	69
圖3.19	一號碼頭現地及調查狀況記錄相片(E)-----	71
圖3.20	二號碼頭現地及調查狀況記錄相片(A)-----	82
圖3.21	二號碼頭現地及調查狀況記錄相片(B)-----	83

圖3.22	二號碼頭現地及調查狀況記錄相片(C)	-----85
圖3.23	二號碼頭現地及調查狀況記錄相片(D)	-----86
圖3.24	二號碼頭現地及調查狀況記錄相片(E)	-----87
圖3.25	二號碼頭現地及調查狀況記錄相片(F)	-----88
圖3.26	17及18號碼頭現地及調查狀況記錄相片(A)	-----98
圖3.27	17及18號碼頭現地及調查狀況記錄相片(B)	-----99
圖3.28	17及18號碼頭現地及調查狀況記錄相片(C)	-----100
圖3.29	17及18號碼頭現地及調查狀況記錄相片(D)	-----101
圖3.30	17及18號碼頭現地及調查狀況記錄相片(E)	-----102
圖3.31	17及18號碼頭現地及調查狀況記錄相片(F)	-----103
圖3.32	17及18號碼頭現地及調查狀況記錄相片(G)	-----104
圖3.33	17及18號碼頭現地及調查狀況記錄相片(H)	-----106
圖3.34	17及18號碼頭現地及調查狀況記錄相片(I)	-----107
圖3.35	17及18號碼頭現地及調查狀況記錄相片(J)	-----108
圖3.36	17及18號碼頭現地及調查狀況記錄相片(K)	-----109
圖3.37	36號碼頭現地及調查狀況記錄相片	-----125
圖3.38	37號碼頭現地及調查狀況記錄相片(A)	-----126
圖3.39	37號碼頭現地及調查狀況記錄相片(B)	-----127
圖3.40	37號碼頭現地及調查狀況記錄相片(C)	-----128
圖3.41	39號碼頭現地及調查狀況記錄相片	-----129
圖3.42	38至41號碼頭現地及調查狀況記錄相片(A)	-----130
圖3.43	38至41號碼頭現地及調查狀況記錄相片(B)	-----131
圖3.44	37號碼頭現地及調查狀況記錄相片(D)	-----133
圖3.45	37號碼頭現地及調查狀況記錄相片(E)	-----134
圖3.46	37號碼頭現地及調查狀況記錄相片(F)	-----135

圖3.47	37號碼頭現地及調查狀況記錄相片(G)	136
圖3.48	58號碼頭現地及調查狀況記錄相片(A)	147
圖3.49	58號碼頭現地及調查狀況記錄相片(B)	148
圖3.50	58號碼頭現地及調查狀況記錄相片(C)	149
圖4.1	高雄港區補充地質調查鑽探孔位分佈示意圖	155
圖4.2	砂質土壤動三軸試驗結果	159
圖4.3	高雄港區A-A土層剖面圖	161
圖4.4	本研究地點土壤顆粒分佈圖	163
圖4.5	研究地點N值、含水量、土壤單位重隨深度變化情形	164
圖4.6	新濱碼頭至3號碼頭區土層剖面圖	165
圖4.7	高雄港區粘性土壤無圍壓縮強度隨深度之變化情形	167
圖4.8	15號至18號碼頭區土層剖面圖	168
圖4.9	本研究地點地下水壓隨深度之分佈情形	170
圖4.10	高雄港區地下水位長期量測結果	171
圖5.1	傾度儀量測系統主要儀器埋設示意圖	177
圖5.2	探測式伸縮儀裝設示意圖	177
圖5.3	碼頭壁體傾斜計觀測盤裝設示意圖	179
圖5.4	壓氣式水壓計裝設示意圖	179
圖5.5	代表性的碼頭安全調查監測儀器配置示意圖	181
圖5.6	新濱碼頭傾斜變位檢測結果	188
圖5.7	2號及3號碼頭傾斜變位檢測結果	189
圖5.8	17號及18號碼頭傾斜變位檢測結果	190
圖5.9	1號及39號碼頭傾斜變位檢測結果	191
圖5.10	58號碼頭傾斜變位檢測結果	193
圖6.1	新濱碼頭結構型式及有限元素法網格示意圖	196

圖6.2	新濱碼頭有限元素法分析結果(假設碼頭海床超挖1m)-----	197
圖6.3	新濱碼頭有限元素法分析結果(假設碼頭海床超挖2m)-----	198
圖6.4	新濱碼頭有限元素法分析結果(假設碼頭海床超挖3m)-----	199
圖7.1	台灣主要港區分佈示意圖-----	225
圖7.2	高雄港區碼頭鑽孔分佈及選單下拉展示圖-----	225
圖7.3	碼頭斷面設計圖-----	226
圖7.4	碼頭影像資料選取及展示視窗-----	226
圖7.5	標準貫入試驗鑽孔土層柱狀圖-----	229
圖7.6	鑽孔液化機率分析成果-----	229
圖8.1	高雄港公用碼頭平時維修作業處理流程圖-----	232

附表目錄

表2.1	高雄港碼頭調查基本資料統計表	8
表3.1	高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)	22
表3.2	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)	23
表3.3	碼頭外視異變現象綜合評估分類標準表	25
表3.4	高雄港碼頭初勘基本資料及外視異象度綜合評估總表	26
表3.5	高雄港區碼頭實地調查外視異象度(1-2級)發生率統計表	34
表3.6	高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)-新濱碼頭	42
表3.7	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)-新濱碼頭	43
表3.8	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(C)-新濱碼頭	44
表3.9	高雄港區碼頭細部調查A區變位監測結果表	57
表3.10	高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)-一號碼頭	63
表3.11	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)-一號碼頭	64
表3.12	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(C)-一號碼頭	65
表3.13	高雄港區碼頭細部調查B區沉陷監測結果表	73
表3.14	高雄港區碼頭細部調查B區變位及水壓監測結果表	74
表3.15	高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)-二號碼頭	79
表3.16	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)-二號碼頭	80
表3.17	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(C)-二號碼頭	81
表3.18	高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)-17號碼頭	93
表3.19	高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)-18號碼頭	94
表3.20	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)-17號碼頭	95
表3.21	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(C)-17號碼頭	96
表3.22	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(C)-18號碼頭	97

表3.23	高雄港區碼頭細部調查C區沉陷監測結果	111
表3.24	高雄港區碼頭細部調查C區垂直法線水平位移監測結果	112
表3.25	高雄港區碼頭細部調查C區水壓監測結果	112
表3.26	高雄港區老舊碼頭安全調查記錄表(A)-36號碼頭	116
表3.27	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)-36號碼頭	117
表3.28	高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)-37號碼頭	118
表3.29	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)-37號碼頭	119
表3.30	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(C)-37號碼頭	120
表3.31	高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)-39號碼頭	121
表3.32	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)-39號碼頭	122
表3.33	高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)-41號碼頭	123
表3.34	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)-41號碼頭	124
表3.35	高雄港區碼頭細部調查D區沉陷監測結果	138
表3.36	高雄港區碼頭細部調查D區沉陷監測結果	139
表3.37	高雄港區碼頭細部調查D區位移及水壓監測結果	140
表3.38	高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)-57號碼頭	144
表3.39	高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)-58號碼頭	145
表3.40	高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)-58號碼頭	146
表3.41	高雄港區碼頭細部調查E區變位監測結果	151
表4.1	高雄港區碼頭安全調查室內土壤試驗數量統計表	154
表4.2	土壤直接剪力試驗結果	157
表4.3	土壤三軸壓縮試驗結果綜合表	158
表4.4	土壤三軸壓密透水試驗結果	160
表5.1	不同碼頭結構定期安全檢測項目	175
表5.2	常用碼頭安全檢測儀器及其用途	180

表5.3	高雄港碼頭安全檢測儀器及監測項目統計-----	182
表5.4	高雄港區傾斜管理設資料-----	186
表6.1	新濱碼頭穩定性分析結果比較-----	201
表6.2	18號碼頭穩定性分析結果比較-----	201
表7.1	輔助記憶體內資料貯存架構-----	210
表7.2	碼頭設計使用資料檔案及資料錄說明-----	212
表7.3	港區各鑽孔基本資料檔案及資料錄說明-----	213
表7.4	鑽孔之試驗資料檔案及資料錄說明-----	215
表7.5	標準貫入試驗報表-----	227

摘 要

碼頭設施一般由混凝土、鋼材、砂石級配等材料所組成，經過長期外力荷重作用後，碼頭結構將產生變形、損壞、或位移，因此須定期對碼頭結構進行監測。

本研究選擇數個代表性碼頭進行現地調查，並埋設監測儀器長期觀察碼頭側向變位、裂縫、沉陷及地下水壓變化情形，必要時並進行碼頭基礎穩定性檢討，本研究目的希望能提供建立碼頭安全調查方法及評估作業程序之參考，茲完成全部工作並提出本報告。

Research on the Investigation and Evaluation for the Safety of the Wharf

Abstract

Harbor facilities are generally constructed of concrete, steel, earth, and rock materials. All of these materials deteriorate or may experience movement due to specific loading condition over time. Regular inspection of the structure constructed of this materials is required.

In this study we try to select a typical wharves to inspect the condition of harbor structures which included cracks, fissures, and settlement. and also a foundation stability analysis will be performed if necessary. The purpose of this paper is to establish a general rule or proceeding of the investigation and evaluation for the safety of the harbor structures.

Total period of this research is two years, a detail of working items will be discussed in this final report.

壹、前言

台灣港區有部份碼頭建造於日據時期，而至目前為止仍繼續使用中，推測其使用時間已將近五十年或更長，由於建造當時無論船舶海運規模或碼頭土木營造技術等均與目前不同，尤其近年來國際貿易密切，來往貨運頻繁，故相繼採用大型貨櫃船或油輪，由於泊船時之衝擊力、牽引力及碼頭水深等均與老舊碼頭建造當時之設計條件不同。老舊碼頭若仍繼續維持使用，則對其安全性應重新檢討評估，否則一旦損毀其影響將甚大，尤其輸油碼頭除碼頭結構、輸油設備損毀等有形的損失外，因漏油而造成的海域環境污染更是無法彌補，是故老舊碼頭之安全性問題極為重要。

老舊碼頭除依其使用年期區分外，尚應依碼頭使用功能加以研判，如果現有碼頭使用需求超過碼頭原設計使用功能甚大時，對其安全性應進行評估，此外現有碼頭勘用程度，如碼頭結構材料老化、腐蝕、或堤基淘刷嚴重危及碼頭之穩定——等原因，使碼頭雖然使用年期不長，但亦可能危及碼頭結構之安全，故應列入老舊碼頭重新評估其安全性。其他如碼頭水深超挖或超過負荷使用等，均應進行安全性評估。

貳、相關資料搜集分析

蘇吉立*

2.1 基地現況

高雄港是國內最大的國際港埠，位於台灣西海岸南端，港區因水域遼闊，波平浪靜，臨海有狹長沙洲為港灣天然防波堤，地理條件優良，港灣形勢天成，終年氣候溫和宜人，不僅潮流平穩，地質優越，更享有腹地寬廣，交通便利之優勢，遂成為台灣地區最大且具有多功能之綜合性天然良港。

高雄港自清光緒年間開始築港，經太平洋戰爭，迄台灣光復後，在不斷的開發擴建中，現今不僅為南部之重要進出口港，同時已成為台灣最大之國際港埠，並亦邁入世界重要國際港口之林。

2.2 海氣象資料

海氣象資料包括雨量、風向、風力、颱風、潮位、波浪、海流等直接影響整體港灣規劃，亦是港灣結構物設計上重要的考慮因素之一。故碼頭安全調查與評估之研究上，海氣象資料之搜集與瞭解不可或缺。

2.2.1 氣象

(1) 風

高雄港在11、12月份及翌年1、2月份期間，風向集中在北北東(NNE)方向，呈現典型冬季東北季節風型態；3、4月份雖然主要風向仍為北北東(NNE)，但風速較小，是屬春季季節風型態；5、6月份天氣型態較不穩定，因此風向分佈範圍較廣，且明顯有西北向強

* 省交通處港灣技術研究所大地工程組 助理

風出現；7、8月份風向集中分佈於南南東(SSE)至西南(SW)方向間，屬於夏季西南季節風型態。9、10月份為夏秋交接期間，與5、6月份相類似。

全年而言，風向以W N W出現頻率最高，N向次之；風速大都於0.1~5.0m/sec之間，超過15.0m/sec者極少。

根據搜集資料分析，高雄港地區風速資料統計如下：

月平均風速：最高發生於1-2與6-7月，約3.0-3.2m/sec。

年平均風速：2.8m/sec。

最大風速：發生於66年7月25號，約29m/sec，風向w。

(2)雨量

本地區雨量分佈頗不平均，以每年6~8月較多，多因夏季颱風及西南氣流所挾帶之豐沛雨量所致。根據資料統計高雄港年平均降雨量約1717公釐，月平均降雨量最高發生於8月408公釐，最低發生於12月僅8公釐。年平均降雨天數95天。最大降雨量發生於民國66年7月25日約304.3公釐/單日。

(3)氣溫

根據搜集的資料顯示歷年來高雄港區月平均氣溫最高發生於7月，約為攝氏29.1度，最低發生於1月，約為攝氏18.7度，3月至11月間平均溫差小，約為攝氏26.5±3.5度。絕對最高溫發生於民國69年6月22日，約為攝氏37.2度，絕對最低溫發生於民國67年2月18日，約為攝氏6.6度。

(4)颱風

對高雄港海域影響較大之颱風路徑分類，包括有第三類、第五類及第六類，總計此三類颱風在過去95年以來共發生154次，平均每年1.62次。

2.2.2 海象

(1)海流

有關港域內海流之特性，目前尚無完整資料可查，積極建立檢討整個港域內海流之特性，及現有碼頭岸壁與潮流之間的邊界效應等，實有必要。

高雄地區全年海流流向主要集中分佈於西北西(WNW)及東南東(ESE)兩個方向上，沿海岸方向往復運動，且存在著北北東向之近似恆流。總結1992-1993本所調查港外海域海流之特性如下：

- (a)主要成份為潮流，上層流大於下層流，流速變化相似。浮標流速在5-30cm/sec間。
- (b)流向隨海潮漲落改變；原則上漲潮向東南，退潮向西北。但小潮時退潮仍向東南流，因此向東南流的機會較大，冬季(1,2,11,12月)流向分佈在NNW及SSE兩方向(大致平行海岸線)作沿岸往復運動。夏季(5,6,7,8月)與冬季非常類似。SSE方向佔大部份。
- (c)流速0-25cm/sec者佔78.38%，25-50cm/sec者佔19.6%，50-75cm/sec者佔2.17%，75-125cm/sec者佔0.18%。
- (d)可能存在著NNE方向之近似恆流。
- (e)最大流速約2.6節(0.514m/sec=1節)，有颱風時接近方向NW。

(2)潮汐

高雄港潮汐測站設有兩處，分別設於10號碼頭及110號碼頭，根據本所調查結果，高雄海域潮汐資料如下：

- (a)平均潮差 42.7cm
- (b)最大潮差 128.0cm
- (c)平均潮位 86.6cm
- (d)最高潮位 167.0cm
- (e)最低潮位 -4.0cm

(3)波浪

港外波浪主要由東北季風造成的湧浪傳入所致。至於颱風波，據港務局所測得資料；最大波高9.29m(週期9秒)，發生於民國62年10月10日(娜拉颱風)。據港研所測得資料；最大波高11.2m，週期5.6sec(1992/9/5歐馬颱風)。

(4)漂沙

高雄海域漂沙特性，主要係以向離岸方向為主；夏季颱風來臨時往往造成海岸浸蝕，且離岸400-500m水深5-6m處，均有一明顯沿岸沙洲產生，愈往南端愈明顯；至夏季西南季風及冬季東北季風時節，再逐漸將沙洲推向岸側。於海岸水深12m處仍然有明顯漂沙活動，南面在無足夠的沙源供給下，每年(69-79年間資料)平均將被侵蝕帶走的漂沙量約為30萬立方公尺。北面漂沙來源應為曾文溪及興達一帶沿岸侵蝕帶來之漂沙。

港內淤沙由於資料有限，目前祇能根據港務局提供81-85年間碼頭浚挖沙量，推估得知10-17號碼頭間之港池可能之年淤量約8885立方公尺，主要來源可能為仁愛河。

2.3 碼頭原有規畫設計資料

2.3.1 碼頭規畫設計相關法規的探討

依建築法(以下簡稱本法)第3及100條之釋義，基本上港口之相關規畫建築構造，仍應受本法約束，並遵守其它區域法及地方建築技術規則之規定。惟港灣工程因素複雜變數多，屬特殊工程，單靠建築技術規則無法詳細規範，故其它未規範或不適用者，依本法應由專業主管機關另訂設計準則，並商請中央主管建築機關(內政部)轉知之。

結構物之設計原理、方法及公式，部份係導源於理論分析，部

份則由試驗而得。而其公式、原理等分析及設計之細節必需予以規定，以作為設計之準繩，此稱為設計規範。

目前之規範，應為美國混凝土學會(ACI)所公佈的鋼筋混凝土建築規範(簡稱ACI Code)最為完美。我國建築技術規則(民國84年再修)及中國土木水利工程學會訂定之鋼筋混凝土建築設計規範，主要亦以ACI Code為藍本。由於地域性與日本較相近，故亦有參著日本者。

有關港灣工程之設計規範，已有台灣省交通處於民國69年完成編訂印行之港灣構造物設計標準，惟至今許多法令、方法、技術，理論已不合時宜，港口又為國際往來之重要區域，易有國際糾紛，故為趕上世界趨勢，獲得國際認同，使其更具周密性、完整性、實用性、延續性與國際性。實有重新並定期修訂之必要。目前交通部已進行「港灣構造物設計基準—碼頭設計基準及說明」之修訂。

2.3.2 高雄港現有碼頭規畫設計資料

由於1-21號等碼頭建造年代已久(民國39年以前)，多為日據時代所建，屬極老舊碼頭其詳細設計資料已不可得，其餘老舊碼頭，又因過去之檔案資訊管理較不受重視，且設備人力缺乏。而新建之碼頭由於參與設計之單位頗多，無專責單位及專人管理，故亦不易取得完整的規畫設計資料。

僅就實際調查搜集結果，將高雄港現有碼頭規畫設計概況依不同結構型式、用途屬性及碼頭年齡分述如下：

- (1) 依結構型式分：依現場實際調查結果計有重力式碼頭 16座，錨錠式碼頭 62座，棧橋式碼頭 26座，混合式碼頭 14座，合計共調查碼頭 118座。(船渠或魚港若無特別編號，均以一座碼頭計，以下均同)
- (2) 依用途屬性分：依搜集 141座碼頭資料統計結果：混合用碼頭 17座，魚業碼頭 11座，軍用碼頭 4座，雜貨碼頭 19座，

大宗碼頭 5 座，散裝穀輪碼頭 2 座，貨櫃碼頭 27 座，客用碼頭 1 座，港勤碼頭 3 座，中油專用碼頭 9 座，中鋼專用碼頭 7 座，中船專用碼頭 8 座，臺塑專用碼頭 2 座，臺肥專用碼頭 1 座，臺機專用碼頭 2 座，臺糖專用碼頭 2 座，臺電專用碼頭 3 座，華夏專用碼頭 1 座，石化碼頭 3 座，其它及不明者 14 座。

- (3) **依碼頭年齡分**: 依搜集 141 座碼頭資料統計結果: 列為 A 級者有 36 座(即建造 30 年以上或材料外視已有 60% 以上老化現象之碼頭)，列為 B 級者有 68 座(即建造 10~30 年或材料外視已有 30%~ 60% 老化現象之碼頭)，列為 C 級者有 20 座(即建造 10 年內之碼頭)，起造或更建中之碼頭計 6 座，不明未查者計 11 座。

其餘相關詳細資料蒙高雄港務局相關單位人員之極力配合，並得高雄港務局前任設計課楊課長與現任設計課長鐘英鳳先生之熱心協助，及本所單副研究員提供部份已搜集完成之資料，加上其它有限之文獻，已整理完成全部相關資料，詳如表 2.1 所示。配合日後相繼整理獲得之資訊，將一一鍵入碼頭管理查詢資訊系統加以建檔。

2.4 碼頭使用管理之重要性

碼頭現有使用情形與原設計使用原意有所偏差時，將有可能危及碼頭結構之安全，故凡變更使用時，依法應請設計師重新檢討分析認定安全無誤後，方可變更使用。

建物使用者、建物設計者與建物建造者之間，權責的劃分，應作一詳細的規範，此為日後建物管理必然之趨勢，尤以碼頭之營運頻繁變數多，易生糾紛，更應及早建立一套有效而合理的管理制度，絕非出事後就作些人事處分即能了事，對受處分者亦深感莫明其妙、冤枉與不服。故盡速召集相關單位，訂定一套確實可行之使用管理法則，實有迫切之必要。

表(2.1) 高雄港碼頭調查基本資料統計表 (第1頁-共4頁)

碼頭編號	用途屬性	碼頭構造	碼頭長度	主體結構縱深	設計水深	建造日期	啓用日期	新近更修	碼頭面高度
第一船渠	船塢式桁樑與重力式砌石				1.90-3.64m	港測 39.05			EL+1.20-1.50m
第二船渠	重力式沉箱及沉箱土塊			0.6-1.10-2.40m	1.50-3.40m	港測 39.05		部份會修日期不詳	EL+1.80-2.10m
新直渠	重力式沉箱沉箱及方塊(鑄造式鋼桁樑基礎)			9.68m(2.4m)	7.27m(9.00m)	港測 39.05	44.07	55.12	EL+2.10-2.40m
001 號	船塢式RC直樑(桁樑鑄造式鋼桁樑)		259.27m	1.80-5.74m	9.00m	港測 39.05	59.02	會維修日期不詳	EL+2.10m
002 號	船塢式方塊(砌石沉箱土袋木樁基礎)		136.97m	1.80-5.74m	9.00m	港測 39.05	59.02	會維修日期不詳	EL+2.10m
003 號	船塢式方塊(砌石沉箱土袋木樁基礎)		150m	1.80-5.74m	9.00m	港測 39.05	59.02	會維修日期不詳	EL+2.10m
004 號	船塢式方塊(砌石沉箱土袋木樁基礎)		150m	1.80-5.74m	9.00m	港測 39.05	59.02	會維修日期不詳	EL+2.10m
005 號	船塢式方塊(砌石沉箱土袋木樁基礎)		150m	1.80-5.74m	9.00m	港測 39.05	59.02	會維修日期不詳	EL+2.10m
006 號	船塢式方塊(砌石沉箱土袋木樁基礎)		150m	1.80-5.74m	9.00m	港測 39.05	59.02	會維修日期不詳	EL+2.10m
007 號	船塢式方塊(砌石沉箱土袋木樁基礎)		150m	1.80-5.74m	9.00m	港測 39.05	59.02	會維修日期不詳	EL+2.10m
008 號	船塢式RC直樑L=25.00m,改鑄造式鋼桁樑L=212.50m		141.68m	9.0m(24.45m)	10.50m	港測 39.05	59.02	81.03	EL+2.15m
009 號	船塢式RC直樑L=25.00m,改鑄造式鋼桁樑L=212.50m		150m	9.0m(24.45m)	10.50m	港測 39.05	59.02	81.03	EL+2.15m
010 號	船塢式RC直樑L=25.00m,改鑄造式鋼桁樑L=212.50m		150m	9.0m(24.45m)	10.50m	港測 39.05	59.02	81.03	EL+2.15m
修護碼頭	船塢式方塊(砌石沉箱土袋木樁基礎)		122.64m	9.5-2.10-2.45m	6.50m原4.5-5.14m	港測 39.05			EL+2.18-1.80m
淡水1號	船塢式RC直樑L=2m(鑄造式RC板樑L=11m硬鋪)		160+101.6m	1-5.4m(13.6m)	*4.5-6.5m原3.9m	港測 39.05		56.07-62.01	EL+2.18-1.80m
淡水2號	船塢式RC直樑L=2m(鑄造式RC板樑L=11m硬鋪)		291m	6.53m(13.6m)	6.5m原4.8m	港測 39.05		56.07-62.01	EL+2.18-1.80m
淡水3號	船塢式RC直樑L=2m(鑄造式RC板樑L=11m硬鋪)		378.28m	7.35m(13m)	5.5m原5.7m	港測 39.05		56.07-62.01	EL+2.18-1.80m
第三船渠	船塢式沉箱及砌石沉箱土塊或砌石沉箱(部份改鑄造式鋼桁樑L=2m)		160.54m	0.4-2.0-5.4m	3.6-4.28m(2m)	港測 39.05	59.02	52.09	EL+1.80-2.18m
011 號	船塢式沉箱及砌石沉箱土塊及砌石沉箱(部份改鑄造式鋼桁樑L=17.5m)		160.54m	改鑄後10m	改鑄後9.00m	港測 39.05	59.06	56.10-57.03	EL+2.10m
012 號	船塢式沉箱及砌石沉箱土塊及砌石沉箱(部份改鑄造式鋼桁樑L=17.5m)		160.54m	改鑄後10m	改鑄後9.00m	港測 39.05	59.06	56.10-57.03	EL+2.10m
第四船渠碼頭1	船塢式沉箱及砌石沉箱土塊及砌石沉箱(部份改鑄造式鋼桁樑L=17.5m)					51.07-52.05			EL+1.00-2.00m
第四船渠碼頭2	船塢式沉箱及砌石沉箱土塊及砌石沉箱(部份改鑄造式鋼桁樑L=17.5m)					51.07-52.05			EL+1.00-2.00m
013 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)		150m	10.5m	9.00m	港測 39.05	57.03	64.12-65.12	EL+2.60m
014 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)		150m	10.5m	9.00m	港測 39.05	57.03	64.12-65.12	EL+2.60m
015 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)		180m	10.5m	9.00m	港測 39.05	57.03	48.10&65.12	EL+2.60m
016 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)		180.2m	1.2-7.3m&10.5m	9.00m	港測 39.05	57.03	64.12-65.12	EL+2.60m
017 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)		150m	1.2-7.3m	9.00m	港測 39.05	57.03	會維修日期不詳	EL+2.60m
018 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)		150m	1.2-7.3m	9.00m	港測 39.05	57.03	會維修日期不詳	EL+2.50m
019 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)		151.3m	1.2-7.0m	9.00m	港測 39.05	57.03	50.06	EL+2.60m
020 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)		150.72m	1.2-7.0m	9.00m	港測 39.05	57.03	50.06	EL+2.60m
021 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)		123.33m	10.5m	5.00m	港測 39.05	57.03	會維修日期不詳	EL+1.50m
022 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)		120.15m	10.5m	10.50m	港測 39.05	60.04	61.09	EL+1.50m
023 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)							會維修日期不詳	
024 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)							會維修日期不詳	
025 號	船塢式八角RC直樑以1.00m水沉管灌4500psi沉箱土塊強梁版斷修(砌石及板樑護岸)		250m		10.50m			會維修日期不詳	

註: (1)無碼頭面高度者表示設計剖面圖。
 (2)建造日期顯明者表示日據時代即建,濁置日期不詳。
 (3)空白者表示缺資料。

表(2.1) 高雄港碼頭調查基本搜集資料統計表 (第2頁共4頁)

碼頭編號	用途屬性	碼頭構造	碼頭長度	主體結構縱深	設計水深	建造日期	啟用日期	最近夏修	碼頭面標高
026 號	台灣(未用)	重力式方塊(上砌石塊)	222.30m		10.50m			曾維修日期不詳	
027 號	船夏的慶專用	鐵架式板樁	235.97m						
028 號	台灣公司專用	鐵架式板樁	149.91m						
029 號	台灣專用(卸煤)	鐵架式板樁	200+93.5m	19.95m					
030 號	台鐵、船舶及雜貨	鐵架式RC板樁已由鐵架式鋼管槽鐵架L=20.0m鐵架PC塊加強	195.55m	12.55+14.7m	10.50m		79.09	曾維修日期不詳	
031 號	雜貨及香蕉	結構式RC直槽Depth=24.8-25.8m填石護坡RC槽護岸鐵架堆石加強	200.02m	10.50m	10.50m		53.07		EL+2.20m
032 號	雜貨、米穀及大宗	結構式RC直槽Depth=24.8-25.8m填石護坡RC槽護岸鐵架堆石加強	200.04m	12.55+14.7m	10.50m		55.08		EL+2.20m
033 號	雜貨	結構式鋼板樁L=21mDepth=19.50m鐵架PC塊加強	200m	17.5m	10.50m		55.11		EL+2.20m
034 號	雜貨	鐵架式鋼板樁L=21mDepth=19.50m鐵架PC塊加強	214.97m	17.5m	10.50m		57.04	曾維修日期不詳	
035 號	雜貨	鐵架式鋼板樁L=21mDepth=19.50m	199.38m	17.50m	10.50m		58.01	曾維修日期不詳	
037 號	雜貨	鐵架式鋼板樁L=21mDepth=19.50m	198.68m	17.50m	10.50m		58.01	曾維修日期不詳	
038 號	雜貨	鐵架式鋼板樁L=21m鐵桿固鉗槽前堆石加強	197.7m	17.50m	10.50m		58.01	曾維修日期不詳	
039 號	雜貨	鐵架式鋼板樁L=21m鐵桿固鉗槽前堆石加強	199.05m	17.50m	10.50m		59.01	曾維修日期不詳	
040 號	第一倉庫中心	鐵架式鋼板樁L=21m鐵桿固鉗槽前堆石加強	214.17m	17.50m	10.50m		59.01	曾維修日期不詳	
041 號	第一倉庫中心	鐵架式鋼板樁L=21m鐵桿固鉗槽前堆石加強	204.53m	17.50m	10.50m		59.01	曾維修日期不詳	
042 號	第一倉庫中心	鐵架式鋼板樁Depth=19.50m鐵桿固鉗槽前堆石加強	242.68m	21.29m	10.50m		59.01	曾維修日期不詳	
043 號	第一倉庫中心	鐵架式鋼板樁Depth=19.50m鐵桿固鉗槽前堆石加強	187.5m	21.29m	10.50m		59.12	63.11	EL+2.20-2.40m
044 號	倉庫	鐵架式鋼板樁	199.16m	17.50m	10.50m		59.12	64.07	EL+2.20-2.40m
045 號	大宗貨物	鐵架式鋼板樁Depth=19.50mL=21m	200m	17.50m	11.00m	61.01	62.07	曾維修日期不詳	EL+2.20m
046 號	台灣及雜貨	鐵架式鋼板樁	200m	20m	11.00m		63.04	曾維修日期不詳	
047 號	台灣	鐵架式鋼板樁	200m	20m	10.00m		63.04	曾維修日期不詳	
048 號	雜貨及大宗貨物	結構式預鑿RC直槽	260.35m		10.50m		63.02	曾維修日期不詳	
049 號	雜貨及大宗貨物	結構式預鑿RC直槽	200m		10.50m		63.02	曾維修日期不詳	
050 號	大宗貨物	結構式預鑿RC直槽	200m		10.50m		63.02	曾維修日期不詳	
051 號	大宗貨物	結構式預鑿RC直槽深19.5-22.5m填石護坡RC槽護岸鐵架堆石加強	200m	12.63+14.00m	10.50m	62.05	63.06	曾維修日期不詳	EL+2.20m
052 號	大宗貨物	結構式預鑿RC直槽深19.5-22.5m填石護坡RC槽護岸鐵架堆石加強	200m	12.63+14.00m	10.50m	62.05	64.06	曾維修日期不詳	EL+2.20m
053 號	雜貨及大宗貨物	結構式預鑿RC直槽深19.5-22.5m填石護坡RC槽護岸鐵架堆石加強	200m	12.63+14.00m	10.50m	62.05	64.06	曾維修日期不詳	EL+2.20m
054 號	雜貨及大宗貨物	結構式預鑿RC直槽深19.5-22.5m填石護坡RC槽護岸鐵架堆石加強	200m	12.63+14.00m	10.50m	62.05	65.06	曾維修日期不詳	EL+2.20m
054 號	大宗貨物	鐵架式鋼板樁L=15-20mDepth=14.4-18.5m	200m	16.20m	10.50m	63.04	64.06	曾維修日期不詳	EL+2.20m
055 號	大宗貨物	鐵架式鋼板樁L=15-20mDepth=14.4-18.5m	200m	16.20m	10.50m	63.04	64.06	曾維修日期不詳	EL+2.20m
056 號	危險品及大宗貨	鐵架式鋼板樁L=15-20mDepth=14.4-18.5m	200m	16.20m	10.50m	63.04	64.06	曾維修日期不詳	EL+2.20m
057 號	危險品及大宗貨	鐵架式鋼板樁L=15-20mDepth=14.4-18.5m	183.6m	16.20m	10.50m	63.04	64.06	曾維修日期不詳	EL+2.20m
058 號	港勤作業	鐵架式鋼板樁L=16mDepth=14.5m	306m	16.20m	10.50m	63.04	66.06	曾維修日期不詳	EL+2.20m
059 號	中油工作站	鐵架式鋼板樁及重力式方塊	164m	25.70m	6.50m	63.04	68.12		EL+2.20m
060 號	石油化學	鐵架式鋼板樁及重力式方塊	150.75m	25.70m	6.50m	60.11	63.01		EL+2.20-2.40m

註：(1)無碼頭面標高者，表示設計面圖。
 (2)建造日期欄明港期者，表示日據時代即建，確實日期不詳。
 (3)空白者，表示不詳資料。

表(2.1) 高雄港碼頭調查基本搜集資料統計表 (第3頁共4頁)

碼頭編號	用途屬性	碼頭構造	碼頭長度	主體結構縱深	設計水深	建造日期	啓用日期	新近更修	碼頭面標高
061 號	石油化學	鑄裝式鋼板樁	230m		10.50m	61.08	63.01		BL+2.40m
062 號	石油化學	鑄裝式鋼板樁	230m		10.50m	61.08	63.01		BL+2.40m
063 號	第二貨櫃中心	鑄裝式鋼板樁	274.9m		12.00m	60.09	63.07	曾維修日期不詳	BL+2.40m
064 號	第二貨櫃中心	鑄裝式鋼板樁	245.46m		12.00m	60.09	63.07	曾維修日期不詳	BL+2.40m
065 號	第二貨櫃中心	鑄裝式鋼板樁	244.43m		12.00m	60.09	63.07	曾維修日期不詳	BL+2.40m
066 號	第二貨櫃中心	鑄裝式鋼板樁	439.92m		12.00m	66.05		曾維修日期不詳	BL+2.70-3.20m
067 號	突堤	後構式鋼管斜樁及鑄裝式鋼板樁						曾維修日期不詳	
前鰲魚港	魚	鑄裝式鋼板樁式與重力式方塊							
068 號	第三貨櫃中心	鑄裝式箱型鋼板樁	432.16m		14.00m	64	68.05	75.01延建	BL+2.40m
069 號	第三貨櫃中心	鑄裝式箱型鋼板樁	320m		14.00m	66.06	69.01	曾維修日期不詳	BL+2.40m
070 號	第三貨櫃中心	鑄裝式箱型鋼板樁	320.57m		14.00m	66.06	69.01	曾維修日期不詳	BL+2.40m
071 號	散裝穀物	棧橋式預力RCC(PCR)斜樁	329.90m		14.00m		72.04	76.04	BL+2.40m
072 號	散裝穀物	棧橋式預力RCC(PCR)斜樁	300.13m		14.00m	72.05	74.06		BL+2.40m
073 號	已新建完成未用	鑄裝式組合鋼板樁			14.00m			新建完成	BL+2.40m
074 號	第五貨櫃中心	鑄裝式組合鋼板樁			13.00m	80.03		新建完成	BL+2.60m
075 號	第五貨櫃中心	鑄裝式組合鋼板樁			14.00m	80.03		新建完成	BL+2.60m
076 號	第五貨櫃中心	鑄裝式組合鋼板樁			14.00-15.00m	80.03		新建完成	BL+2.60m
077 號	第五貨櫃中心	鑄裝式組合鋼板樁			15.00m	80.03		新建完成	BL+2.60m
078 號	第五貨櫃中心	鑄裝式組合鋼板樁			15.00m	建造中			
079 號	第五貨櫃中心	鑄裝式組合鋼板樁			15.00m	建造中			
080 號	第五貨櫃中心	鑄裝式組合鋼板樁			15.00m	建造中			
081 號	第五貨櫃中心	鑄裝式組合鋼板樁			15.00m	建造中			
082 號	小港臨海新船渠	重力式方塊,沉箱及混泥土袋與邊牆式直槽(預計鑄裝式組合鋼板樁改建)							
083 號	小港臨海新船渠	重力式方塊,沉箱及混泥土袋與邊牆式直槽(預計鑄裝式組合鋼板樁改建)							
084 號	小港臨海新船渠	重力式方塊,沉箱及混泥土袋與邊牆式直槽(預計鑄裝式組合鋼板樁改建)							
085 號	中國造船廠	鑄裝式鋼板樁						曾維修日期不詳	
086 號	中國造船廠	鑄裝式鋼板樁						曾維修日期不詳	
087 號	中國造船廠	鑄裝式鋼板樁						曾維修日期不詳	
088 號	中國造船廠	鑄裝式鋼板樁						曾維修日期不詳	
089 號	中國造船廠	鑄裝式鋼板樁						曾維修日期不詳	
090 號	中國造船廠	鑄裝式鋼板樁						曾維修日期不詳	
091 號	中國造船廠	鑄裝式鋼板樁						曾維修日期不詳	
092 號	中國造船廠	鑄裝式鋼板樁			7.00m			曾維修日期不詳	BL+3.00m
093 號	未用	鑄裝式鋼板樁			7.00m			曾維修日期不詳	BL+3.00m
094 號	中鋼	鑄裝式鋼板樁						曾維修日期不詳	
095 號	中鋼	鑄裝式鋼板樁						曾維修日期不詳	

註: (1)無碼頭面標高者,表示設計計畫面圖。
 (2)建造日期標明港則者,表示日據時代即建,確實日期不詳。
 (3)空白者,表示缺資料。

表(2.1) 高雄港碼頭調查基本搜集資料統計表 (第4頁共4頁)

碼頭編號	用途屬性	碼頭構造	碼頭長度	主體結構縱深	設計水深	建造日期	啟用日期	新近更修	碼頭面標高
096 號	中層	鑄造式鋼板樁						會維修日期不詳	
097 號	中層	鑄造式鋼板樁						會維修日期不詳	
098 號	中層	鑄造式鋼板樁						會維修日期不詳	
099 號	中層	鑄造式鋼板樁						會維修日期不詳	
100 號(船)	未設	後橋式鋼管斜樁			7.00-16.50m				EL+2.81m
101 號	中層	鋼管式鋼板樁						會維修日期不詳	
102 號	中油專用	鋼管式鋼板樁	270m		11.80m		81.04	會維修日期不詳	
103 號	中油專用	鑄造式鋼板樁與後橋式PC樁	251.67m		16.00m				
104 號	中油專用	鑄造式鋼板樁與後橋式PC樁	300.17m		16.00m				
105 號	中油專用	鑄造式鋼板樁							
106 號	台電	鑄造式鋼板樁與後橋式PC樁							
107 號	紅毛港魚港	重力式與後橋式RC直樁							
108 號	紅毛港魚港	重力式與後橋式RC直樁							
109 號	折船(已廢)	重力式與自立式板樁							
110 號	折船(已廢)	重力式與自立式板樁							
111 號	台電專用(廢)	後橋式鋼管斜樁	264.20m		16.50m		72.07		EL+3.100m
第十一船渠	魚、港	重力式							
112 號	柱樁碼頭(台電專用)	後橋式PC斜樁(突坡碼頭)	248.70m						
113 號	未設								
114 號(船)	未設								
115 號	第四貨櫃中心	後橋式鋼管斜樁	276.86m		14.00m		81.04	會維修日期不詳	EL+2.60m
116 號	第四貨櫃中心	後橋式強力RC斜樁L=34.3m直徑45mm斜d=80cm(2-10cm卵石護坡L型塊護岸)	320.02m	30m	14.00m			會維修日期不詳	EL+2.60m
117 號	第四貨櫃中心	後橋式鋼管斜樁L=28m直徑36mm斜(10cm)以上塊石護坡L型塊護岸	320.02m	29.40m	14.00m			會維修日期不詳	EL+2.60m
118 號	第四貨櫃中心	後橋式鋼管斜樁L=28m直徑36mm斜(10cm)以上塊石護坡L型塊護岸	320.02m	29.40m	14.00m		77.11	會維修日期不詳	EL+2.60m
119 號	第四貨櫃中心	後橋式鋼管斜樁L=30m直徑36mm斜(100kg)以上塊石護坡L型塊護岸	320.02m	29.40m	14.00m	75.10	77.11	會維修日期不詳	EL+2.60m
120 號	第四貨櫃中心	後橋式鋼管斜樁L=30m直徑36mm斜(100kg)以上塊石護坡L型塊護岸	320.02m	29.40m	14.00m	75.10	81.11	會維修日期不詳	EL+2.60m
121 號	第四貨櫃中心	後橋式鋼管斜樁L=30m直徑36mm斜(100kg)以上塊石護坡L型塊護岸	320.02m	29.40m	14.00m	75.10	81.11	會維修日期不詳	EL+2.60m
122 號	第四貨櫃中心	後橋式鋼管斜樁L=30m直徑36mm斜(100kg)以上塊石護坡L型塊護岸	320.02m	29.40m	14.00m	興建中		會維修日期不詳	EL+2.60m
中洲船渠	魚	重力式砌石	336.26m		14.00m				
上竹里船渠									
大人船渠		重力式涵洞土方塊			1.00-6.20m	港測39.05			EL+1.50-3.00m
大北港船渠									
中興船渠									
第一船渠									
第七船渠		重力式砌石			0.30-1.50m	港測39.05			EL+2.10m
慶巨船渠		重力式砌石							
第六船渠		重力式夾石涵洞土塊及鑄造式鋼板樁			3.00-7.20m	港測39.05			EL+1.50-4.00m

註: (1) 無碼頭面標高者, 表示設計計畫面圖。
 (2) 建造日期欄明港測者, 表示日據時代即應, 確實日期不詳。
 (3) 空白者, 表示缺資料。

由於原始設計資料不易取得，又缺實際使用後之完整管理檔案，故僅能暫以搜集現有資料與調查現況加以整理記錄成表 2.1，以利日後之管理比對。

2.5 地質資料

2.5.1 地質資料之重要性

地象因素包括；地形、海岸線變動、地質特性等。亦直接影響整體港灣規劃，更是港灣結構物設計上極重要的考慮因素之一，其中尤以地質特性，更直接影響工程之規劃、基礎設計、施工及整體結構工程之成敗。故碼頭地質資料之調查工作，實不容忽視。

2.5.2 高雄港區地質概況

高雄港整體地質屬沖積層之海埔地，而港區內地質又屬於瀉湖及沼澤沉積環境，由於受潮汐海浪影響，四週沖積性細砂、沉泥及粘土進入瀉湖或沼澤即依次沉積下來，故本區地質組成主要為砂、沉泥質砂、砂質沉泥或沉泥質粘土交互而成，各層次分佈厚度變化大且極不均勻。

據目前所搜集鑽探資料（深度40m內）歸納分析其整體地質特性大致如下：

- (a) 成份—土層主要以 SM（沉泥質砂）為主，厚度較厚，其次為 ML（低塑性沉泥），偶有穿插 SP（不良級配砂）及 CL（低塑性黏土）之少量夾層，黏土含量極少超過 20% 者。SM 土層主要壓密多於 5 分鐘內完成。整體土層；統體單位重 r_t 介於 1.8 t/m^3 至 2.2 t/m^3 間， G_s 介於 2.67 至 2.73 之間，含水率介於 15% 至 35% 間。
- (b) 粒徑—土層由於是由沖積性土壤沉積而成，又具水力帶動運轉沉積之特性，故顆粒尺寸相類、圓度較高、細粒含

量 (FC) 高、粒徑較小 (極大部份均小於 16 號篩-1.18 mm) , 故碼頭結構易生輕微漏砂。且級配性較差, 故土層結構易因震動而重新排列變化。

- (c) N值—深度平均約10m以內極為軟弱, N值低於10, 10m以下明顯轉強, 但20m以內N值鮮有超過20者, 20m以下則增強趨勢漸緩, 但亦少有超過35者。含沉泥成份高者, N值低於10。
- (d) Qc 值—深度約 10m 以內 Qc 小於 10kg/cm² 平均大部份為 5kg/cm², 10m 以下明顯轉強, 20m 以內 Qc 約 40 至 50kg/cm², 20m 以下則增強趨勢漸緩, Qc 多約在 50 至 80kg/cm² 間, 少有達 100kg/cm² 者。含沉泥成份高者 Qc 小於 10 kg/cm²。
- (e) Vs 彈性剪力波速—深度約 10m 以內約 150—200m/sec, 10—25m 約 150—225m/sec。
- (f) 地下水—由於陸上地勢平坦, 潮差又小, 平時地下水位起伏不大, 與海平面落差小。
- (g) 耐震—一般結構物之耐震設計法大約分為; 標準架構法 (經驗法)、震度法 (水平力置換法) 及動力設計法等三種。一般均採前兩法之綜合應用設計, 重要及特殊之建築則採用動力設計法。尤以超高建築 (約 20 層) 考慮高層振動周期變長之效應, 及求取經濟斷面, 均採動力設計法。沖積性土層, 為耐震設計上之一大問題, 雖根據統計, 高雄遭受大地震之機率小, 但並不代表不會發生, 故針對整港區作一地震危害度之分析, 實有必要。於耐震設計規範中一般常以震區係數 Z 來考慮地震危害度。若考慮常用耐震設計之基盤面, 則高雄港地層至少 35M 深度內並無理想之耐震設計用堅實基盤面 (基盤下之粘土層 N 值 > 25, 砂質土層 N 值 > 50)。若參考 78 號至小港臨海新村船渠間 (第五貨櫃中心)

之試驗資料（事實經地質補充調查 1 至 72 號之動態性質亦雷同），當設計地震規模 7.0M，最大加速度 0.12g 時，各土層之抗液化安全係數 F 如下：（23 孔 CPT 試驗）0-10m 最大 1.423 最小 0.726，（17 組試驗資料平均 1.176）。10-20m 最大 1.482 最小 0.619 58 組試驗資料平均 1.074。20-30m 最大 2.058 最小 0.695 33 組試驗資料平均 1.342。抗液化安全係數 F 平均小於 1.6，對地震導至沉陷之影響更應審慎評估（依據 Tokimatsd & Sead 1987）。若考慮地震規模 7.5M 作用下（相當反復次數 $N_{eq}=15$ ），液化強度試驗均值；新濱至 58 號碼頭 $SR=0.275\pm 0.065$ ，第五貨櫃中心 $SR=0.26\pm 0.05$ ，均小於台中港（ $SR=0.280\pm 0.0365$ ），而與安平港（ $SR=0.265\pm 0.045$ ）則較近似。（動三軸試驗資料；如圖 2.1 及 圖 2.2）已往學者專家均以二分法；即液化或不液化描述抗液化之性質，於此為使工程界於安全因素上有所考量，特別以抗液化之安全係數做一統計與說明。碼頭經年實際承受之外力，如：波浪、潮流、風、運輸設備之震動、機械設備震動、船隻之碰撞等多屬動力性質；方向、大小、週期等之變化因素復雜。故較適合朝動力分析設計法發展。以往動力分析設計法常受限於人力，今日資訊發達已不為所限。況且碼頭愈做愈深，安全要求也日愈高漲，動力分析設計法必為趨勢。

圖 2.1 高雄港區土層動態試驗結果

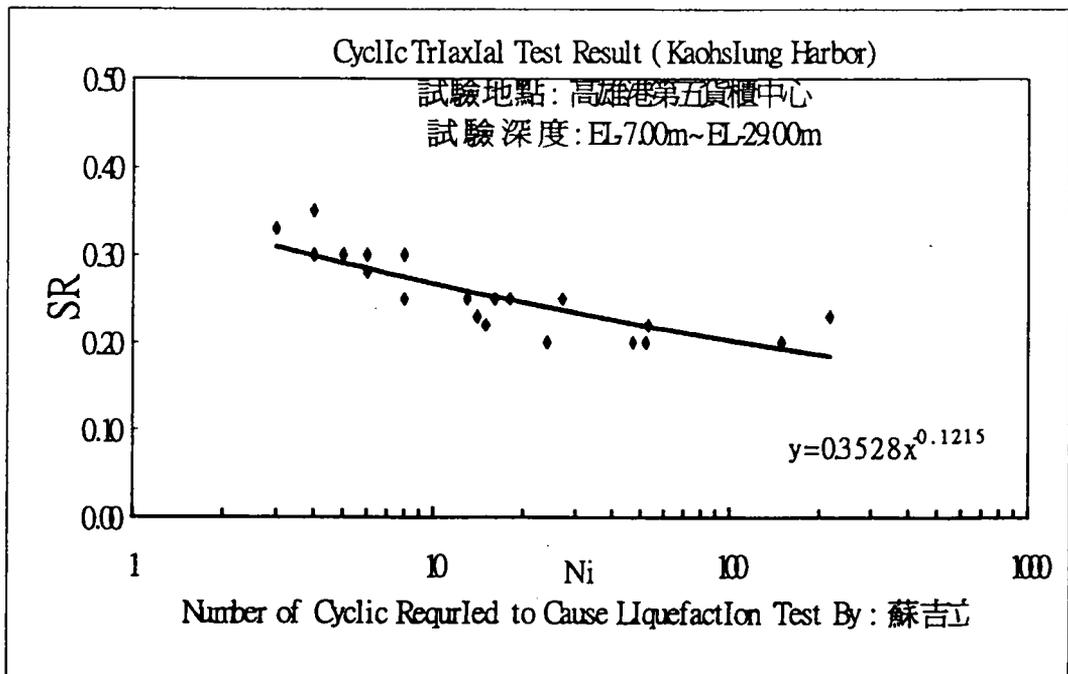
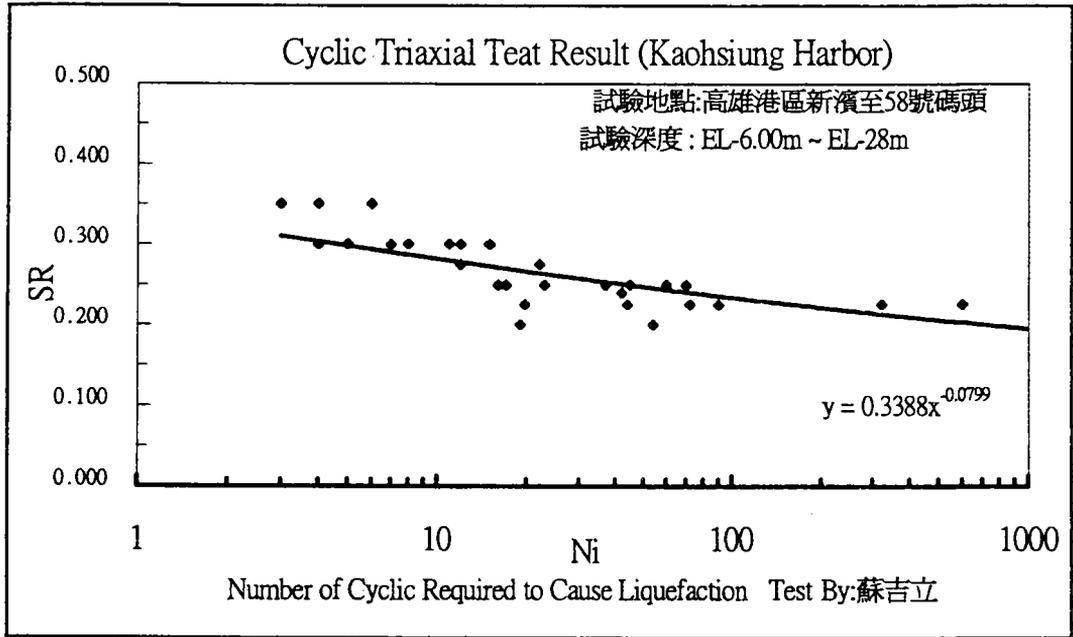
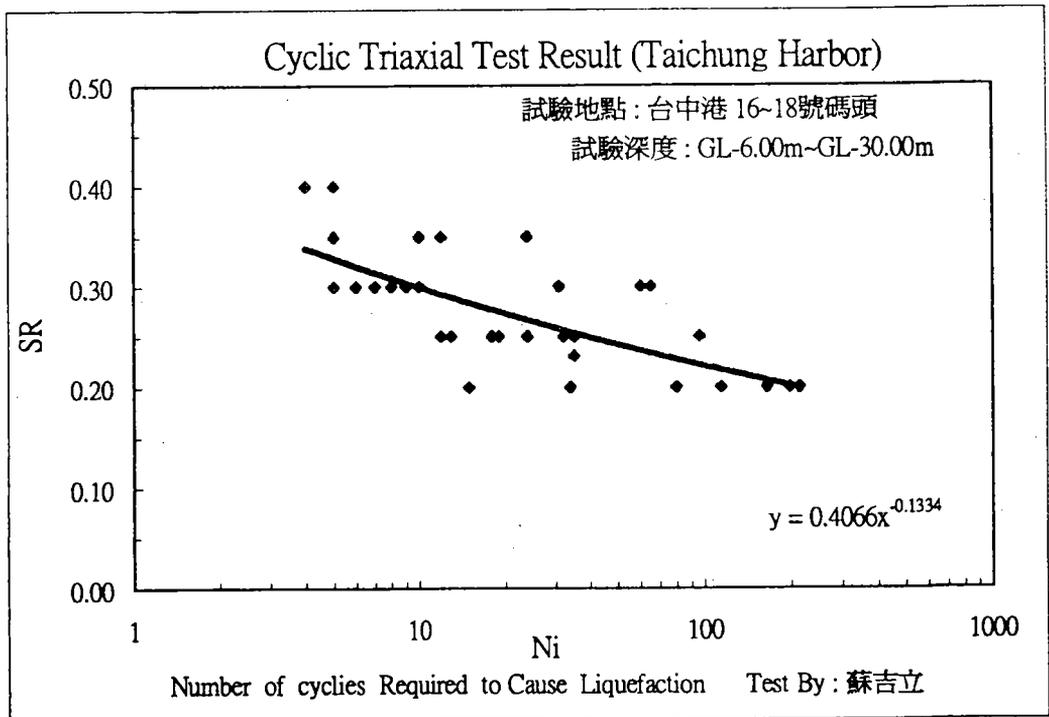
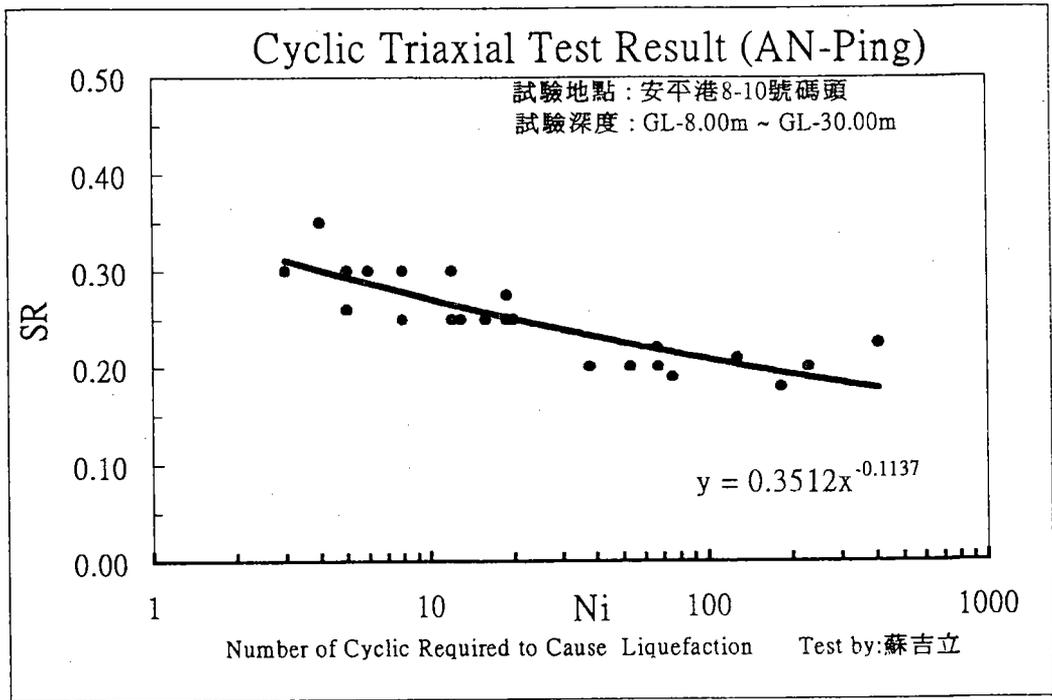


圖 2.2 安平及台中港區土層動態試驗結果



2.5.3 高雄港區現有之地質資料

歷年來高雄港務局於港區進行許多地質鑽探及土壤試驗工程，並將歷年的地質調查資料及中鋼、中船、中油等提供的地質調查資料，加以整理分析，並於民國六十九年七月出版“高雄港土壤特性之研究”對高雄港區地質情況之瞭解極具參考價值。

本所大地工程組歷年來亦於港區進行許多地質鑽探及土壤試驗工程，均詳載於各年度之研究報告中。試驗包括CPT、SPT、LLT、各項物理與力學試驗及液化分析，地區則分佈集中於72號至82號碼頭間。雖分佈小但資料詳入，亦極具參考價值。

高雄港由於建港極早，港區經不斷的浚挖結果原地形已有很大的變化，而早期地質調查，鑽探孔位多無地面高程，加以港區遼闊，故港區的地層分佈情況無法整理出較具代表性的剖面。就高雄港務局提供之地質調查資料研判，高雄港自第一港口出海口至加工出口區亦即台肥三廠附近之間的地層分佈大致自地表至深度25公尺為粗中砂或沉泥質砂，而深度25m以下為厚層砂質沉泥層。

自台肥三廠附近一直到大林蒲石油化學工業區之間大部份之地質鑽探資料均顯示接近地表有一層厚度約5至10公尺之沉泥質粘土層，越往大林蒲方向粘土層次越多，在高雄造船廠至大林蒲之間於接近地表，深度15至25公尺和深度35至45公尺間分別有層厚約5公尺厚之粘土層。

經查高雄苓雅區三民區之鑽探資料均顯示於接近地表有一層厚度不等的沉泥質粘土層，故研判此層粘土層原先可能均勻分佈於整個港區，其後由於建港浚挖將此粘土層挖除而呈斷斷續續出現，局部甚至呈囊狀存在，另外高雄港區接近海底面地層因受工業廢污影響局部發現含有機物腐植土。

本研究除搜集高雄港區現有鑽探資料外，並選擇數個代表性老舊碼頭進行補充地質調查，增強對研究地點之地質情況有更詳細的瞭解。

參、碼頭現況調查及檢討

蘇吉立*

3.1 調查內容及方法

3.1.1 調查工作之重要性

為進一步提昇競爭力，發展台灣成為亞太營運中心，需更進一步提昇碼頭運作之順暢與安全度，使事故發生率降至最低，故積極對全港區碼頭作全盤性之安全調查與評估，以為日後管理、維修施工及先後緩急之依據，並藉以參考研擬出一套更符合法令時宜之管理系統及防患對策，為刻不容緩之工作。

國內由於部份碼頭使用歷時已久，設計、營造技術、法規與使用原意等，可能與原設計條件有出入。故本研究針對碼頭之現況進行安全調查與評估，其結果可提供日後法規修訂、改進設計與施工技术及學術研究等之參考。

3.1.2 調查研究工作之內容

本研究調查工作區分為內業及外業：

內業工作包括：

- (1)瞭解碼頭設計之基本原理及可能之破壞機制。
- (2)探討影響碼頭使用年限之基本因素。
- (3)現有碼頭基本資料與文獻的搜集整理。
- (4)調查作業的規劃；內容方向的訂定、表格的建立、人力進度的分配、使用工具的準備。
- (5)調查結果之整理與分析。

外業工作包括：

- (1)現況調查與記錄。
- (2)特定異象行為之量測與監測。
- (3)特定碼頭之地質補充調查。

* 省交通處港灣技術研究所大地工程組 -助理

本研究擬訂碼頭之現況調查主要項目包括；基本搜集資料的比對與補充、老舊程度、結構型式、損壞現象、損壞程度、使用情形及影響因素。並將以上資料整理及規格化，以利資訊查詢系統之建立。

3.1.3 影響碼頭使用年限縮短之因素探討

經綜合探討一般影響碼頭使用年限縮短之可能因素大致可歸納如下：

- (1). 規劃設計不當：包括環境評估不當、引用設計條件不當。
- (2). 施工不良：包括品質控制不當、施工流程規劃控制不當及採用不當之施工法。
- (3). 使用不當：未依設計原意使用。
- (4). 天災人禍；影響所及超出原規劃設計所考慮及容許範圍。
- (5). 管理維護不當：管理維護之觀念未受重視、缺乏管理維護知識與專業人員、法規欠週。

其中任何一項均不容忽視，尤以(3)及(5)若予確實加強妥善執行，除可確保碼頭設計使用年限外亦能彌補(1)及(2)所導致之缺失，甚或延長設計使用年限。如此影響深遠實不容忽視。

3.1.4 調查研究工作之方法

由於本研究方向著重於碼頭結構安全調查，故主要勘查及檢測範圍為自碼頭法線至碼頭後線第一線建物止，包括水平及垂直面等之異變現象。

本研究調查工作將分初勘及細部調查兩階段。第一階段初勘為全港區性，第二階段細部調查〔包括詳勘及檢測〕將視經費、時間的許可及現場檢測作業之可行性，從初勘結果中選定幾座適當碼頭，利用儀器量測、監測及理論分析等方法，進行更進一步的評估與分析。

第一階段初勘，主要使用一些簡單工具，如：角尺、垂球、鐵

料」兩個主功能項，以及在「鑽探資料」主功能項下，新增「鑽孔液化機率圖」之次功能項。「碼頭資料」功能項下，可查詢到基隆、台中、高雄、花蓮四港區之碼頭設計斷面圖及相關文件資料，但因人力及經費有限，各港區中只有高雄港開始實施老舊碼頭安全調查，故僅高雄一港收錄安檢調查資料，且僅高雄一港收錄部份潮位資料。而「鑽孔液化機率圖」之展繪，乃依據鑽孔資料來進行分析及繪圖，五個國際港區內都有建置該項資料，故各港區皆能查詢展繪出鑽孔液化機率圖。系統之操作程序如下：

1. 在視窗作業環境下，執行MapInfo系統，進入該系統內。
2. 點選功能表File\Run MapBasic Program，選擇d:\harbor內的執行檔，按OK選鈕，即進入港區土層分佈資料查詢展示系統。
3. 此時螢幕會展繪出台灣全島地圖，並標示基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
4. 利用滑鼠，點選其中任一港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖檔，並以白色四邊形區域標示碼頭位置，以藍色實心圓標示出標準貫入試驗鑽探點位置，以紅色實心圓標示出荷式錐貫入試驗鑽探點位置，此時，所設計的主功能表也出列在螢幕上方，主功能表計有八項功能，依序為：①標準貫入試驗資料、②荷式錐資料、③碼頭資料、④潮位資料、⑤地圖視窗、⑥查詢統計、⑦出圖視窗、⑧視窗控制等。
5. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標鑽孔位置及鄰近地形。
6. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。
 - a. 若所點選之物件為碼頭時，主功能表的第三功能項(即碼頭資料功能項)底下所附屬的四個次功能項(即碼頭設計斷面圖、碼頭斷面文字資料、安檢影像資料、安檢調查表格等功能項)會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
 - b. 若所點選之物件為標準貫入試驗之鑽孔時，主功能表的第一功能項(即標準貫入試驗資料功能項)底下所附屬的參個次功能項(即鑽孔資料功能項柱、狀圖功能項和鑽孔液化機率圖功能

(6) 傾斜—壁體胸牆、附屬建物。

(7) 崩塌—壁體胸牆、碼頭面、樑板、整體、附屬建物。

表3.1 高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)

碼頭編號:		碼頭法線版面標高: EL+ m						
用途屬性:		水深:	原設計 目前					
長度:	縱深:	EL- m	FL- m					
原設計泊靠船級:		實際泊靠船級:						
1. 建造日期:		啟用日期:						
2. 碼頭構造形式 (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>	重力式	自立式 或 鉗錠式板樁	棧橋式 不明 附圖另詳					
3. 碼頭附屬設備:								
項 目	損壞程度(附相片圖說) (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>							
	極老舊	老舊	翻修	新	腐蝕	局部損壞	全面損壞	
a. 作業機械設備								
b. 繫船柱								
c. 防舷材								
d. 照明設施								
e. 給水設施								
f. 排水設施								
g. 供油設施								
h. 擋車牆								
i. 倉庫								
j. 辦公室及房舍								
k. 堆置場								
l. 通棧								
m. 其它								
4. 碼頭主體結構之損壞狀況: (附相片圖說) (既有項目請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>								
損壞種類	結 構 部 位							
	基礎	柱	板樁	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基	後線地面
a. 腐蝕								
b. 龜裂								
c. 破裂								
d. 沉陷								
e. 拱起								
f. 傾斜								
g. 崩塌								
h. 滲水								
i. 出水								
j. 其它								
5. 維修過程說明:								
6. 綜合評估: (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>								
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定
7. 建議深入調查事項:								

調查員: 蘇吉立

時間: 年 月 日

說明:

製表: 蘇吉立 85年09月更修

File Name: 86KWPO02.XLS

A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)

B-老舊(10-30年或材料已局部老化)

2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)

C-新(10年內)

3-警示(已見輕微異變現象)

D-現場可見近期翻修

4-正常(未見異變現象)

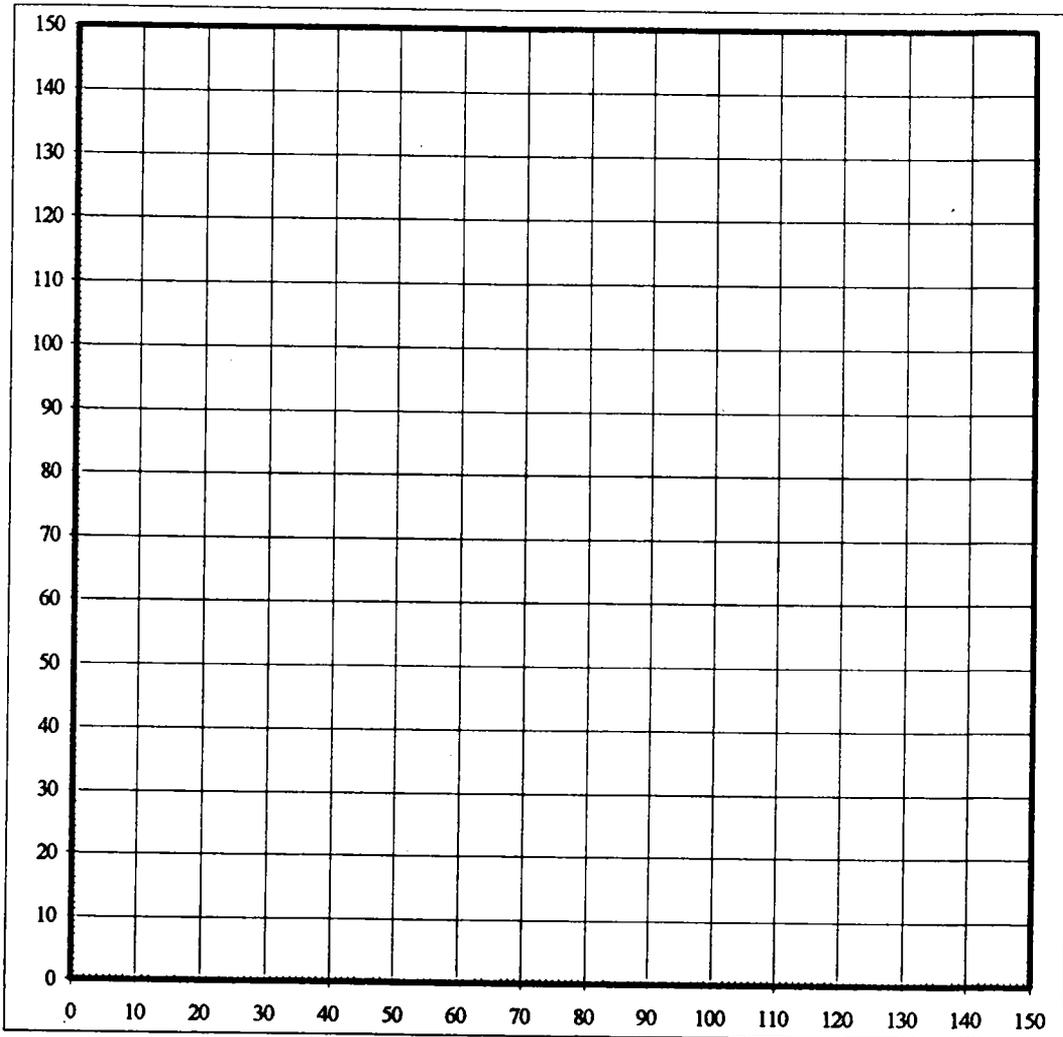
E-現場可見曾翻修過

0-翻修遭掩飾,無法判斷

表3.2 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)

碼頭編號:		碼頭法線板面標高: EL+ _____ m			
用途屬性:		水深:	原設計	目前	
長度:	縱深:		EL- _____ m	FL- _____ m	
原設計泊靠船級:			實際泊靠船級:		
1.建造日期:			啓用日期:		
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)		重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 或 鑰錠式板樁	棧橋式	不明
					附圖另詳

碼頭平面實測示意圖 單位: Scale=1: /



評估結果:

調查員:

時間: 年 月 日

製表: 蘇吉立 85年11月13日更修

File Name: 86KWP003.XLS

以上之異變現象可參考碼頭詳勘及特定碼頭檢測結果與相片資料。

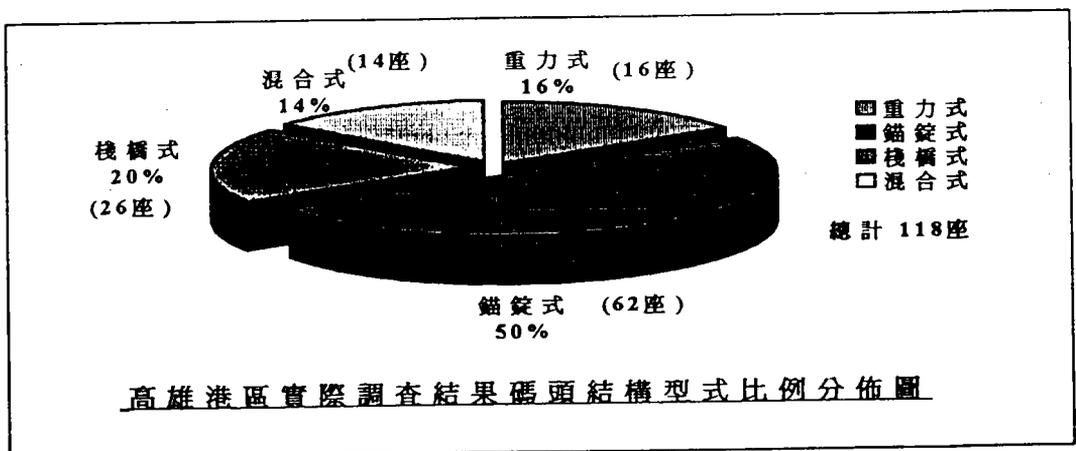
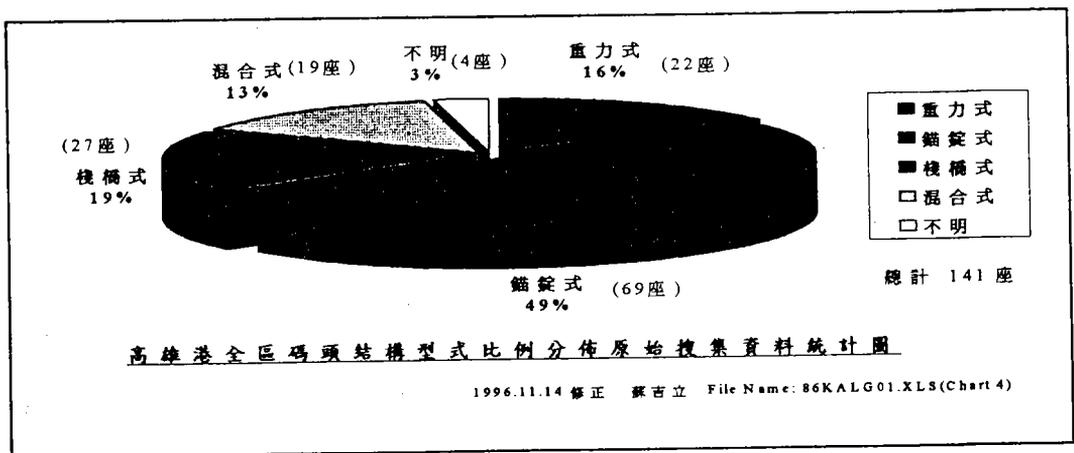
3.3 碼頭現地初勘結果

3.3.1 碼頭數量及結構型式分佈調查

高雄港區現有碼頭岸壁所採用的結構型式，經搜集統計並加以歸類，主要可區分為重力式、錨錠式、棧橋式與混合式四種。

實際調查結果計有重力式碼頭 16 座（佔 16%），錨錠式碼頭 62 座（佔 50%），棧橋式碼頭 26 座（佔 20%），混合式碼頭 14 座（佔 14%），合計共調查碼頭 118 座。（船渠或魚港若無特別編號，均以一座碼頭計）。碼頭型式分佈比例，依搜集與實際調查分別統計如圖 3.1 所示。

圖 3.1 高雄港區碼頭結構型式比例分佈圖



3.3.2 初勘之評估方法

為便於評估初勘結果本研究擬訂一綜合評估分類標準；如表 3.3 所示。

表 3.3 碼頭外視異變現象度綜合評估分類標準表

外視 異象	異象度分類			
	1. 高度警示	2. 中度警示	3. 警示	4. 正常
1. 腐蝕	全面性(>50%) 嚴重危及結構	全面性或局部性 有危及結構之虞	局部性(<50%) 有危及結構之虞	局部性
2. 龜裂	全面性(>50%)	全面性(>50%)	全面性或局部性	局部性(<50%)
3. 破裂	全面性(>50%)	局部性(<50%)	輕微或無	無
4. 沉陷	全面性且最大沉 陷量大於 20cm	全面性且最大沉 陷量小於 20cm	全面性或局部性 沉陷量小於 10cm	無
5. 拱起	全面性或局部性 拱起量大於 5cm	局部性或無 拱起量小於 5cm	輕微或無	無
6. 傾斜	肉眼明顯可見	有傾斜之虞須靠 儀器量測	無	無
7. 崩塌	局部性 含多處塌陷洶空	局部塌陷	無	無

3.3.3 初勘結果綜合評估

完成實地初勘之碼頭，依據表 3.3 之綜合評估標準，作出初勘綜合評估結果如表 3.4 所示。

本研究初勘結果評估所採用之外視異象度並不代表碼頭結構實際之危險度，因為碼頭安全尚須經現地試驗及檢測結果加以理論分析方得以判定，此亦為後續詳勘首要之工作。初勘記錄及評估結果，除作為進一步詳勘之參考依據外，亦可作為日後維修、施工、設計及學術研究之參考。

3.3.4 初勘結果檢討

表 3.4 高雄港碼頭初勘基本資料及外視異象度綜合評估總表 (待續)

碼頭編號	用途	碼頭構造	建造日期	啟用日期	設計水深	現地水深	碼頭面高	腐蝕	龜裂	破裂	沉陷	拱起	傾斜	崩塌	超深	綜合評估
第一船渠	魚塢	鑄錠式與重力式	港測 39.05	*	EL-1.50-3.64m	*	EL+1.20-1.50m	*	*	*	*	*	*	*	*	未調查
第二船渠	魚塢	重力式	港測 39.05	*	FL-1.50-3.40m	FL-2.30-5.20m	EL+1.80-2.10m									1A/3 AE
新洲一號	倉	重力式(鑄錠式延建)	港測 39.05	*	EL-9.00m	FL-10.00m	EL+2.10-2.40m									1-2AE
001 號	倉	拱橋式RC直槽 *	港測 39.05	*	44.07	*	EL+2.10m									2-3AE
002 號	倉	重力式方塊	港測 39.05	*	59.02	*	EL+2.10m									2-3AE
003 號	倉	重力式方塊	港測 39.05	*	59.02	*	EL+2.10m									2-3AE/2D
004 號	倉	重力式方塊	港測 39.05	*	59.02	*	EL+2.10m									2-3AD
005 號	倉	重力式方塊	港測 39.05	*	59.02	*	EL+2.10m									0AD
006 號	倉	重力式方塊	港測 39.05	*	59.02	*	EL+2.10m									0AD
007 號	倉	重力式方塊	港測 39.05	*	59.02	*	EL+2.10m									0AD
008 號	倉	拱橋式改建鑄錠式	港測 39.05	*	59.02	FL-11.90m	EL+2.15m									4AD
009 號	倉	拱橋式改建鑄錠式	港測 39.05	*	59.02	FL-12.00m	EL+2.15m									4AD
010 號	倉	拱橋式改建鑄錠式	港測 39.05	*	59.02	FL-12.00m	EL+2.15m									4AD/2-3A
修造船塢	修	重力式方塊	港測 39.05	*	EL-6.50m	*	*									2-3A
浸水1號	倉	重力式與鑄錠式 *	港測 39.05	*	EL-5.50-6.50m	FL-8.80m	EL+2.18-1.80m									3-4AE
浸水2號	倉	重力式與鑄錠式 *	港測 39.05	*	EL-6.50m	FL-8.80m	EL+2.18-1.80m									3-4AE
浸水3號	倉	重力式與鑄錠式 *	港測 39.05	*	EL-4.50m	FL-8.80m	EL+2.18-1.80m									3-4AE
第三船渠	倉	重力式改建鑄錠式 *	港測 39.05	*	59.02	EL-4.80-5.50m	EL+1.80-2.18m									未調查
011 號	倉	重力式改建鑄錠式	港測 39.05	*	59.06	FL-11.30m	EL+2.10m									3AE
012 號	倉	重力式改建鑄錠式	港測 39.05	*	59.06	EL-9.00m	EL+2.10m									3AE
豐盛碼頭1	倉	重力式	51.07-52.05	*	*	*	EL+1.00-2.00m									未調查
豐盛碼頭2	倉	重力式	51.07-52.05	*	*	*	EL+1.00-2.00m									未調查
013 號	倉	拱橋式補強及翻修	港測 39.05	*	57.03	EL-9.00m	EL+2.60m									3-4AE
014 號	倉	拱橋式補強及翻修	港測 39.05	*	57.03	EL-9.00m	EL+2.60m									3-4AE
015 號	倉	拱橋式補強及翻修	港測 39.05	*	57.03	EL-9.00m	EL+2.60m									3-4AE
016 號	倉	重力式與拱橋式	港測 39.05	*	57.03	EL-9.00m	EL+2.60m									2-3AE
017 號	倉	重力式沉函	港測 39.05	*	57.03	FL-11.00m	EL+2.60m									2AD
018 號	倉	重力式	港測 39.05	*	57.03	EL-9.00m	EL+2.50m									1A
019 號	倉	重力式	港測 39.05	*	57.03	EL-9.00m	EL+2.50m									已毀
020 號	倉	重力式	港測 39.05	*	51.04	EL-9.00m	EL+2.60m									1A
021 號	倉	鑄錠式	港測 39.05	*	57.03	EL-5.00m	EL+1.50m									3AE
022 號(未用)	倉	重力式方塊	*	*	60.04	EL-10.50m	*									2-3B
023 號	倉	鑄錠式 RC 板槽	*	*	*	FL-5.30m	*									3B
024 號	倉	鑄錠式 RC 板槽	*	*	*	*	*									3B
第五船渠	倉	重力式方塊	*	*	*	*	*									未調查
025 號	倉	鑄錠式 RC 板槽	*	*	EL-10.50m	FL-14.20m	*									3-4B

注: (1)無碼頭面高者,表示設計剖面。
 (2)建造日期不明者,表示日建時代即建,確實日期不詳。
 (3)空白者,表示無資料或無此外視異象。
 (4) * 者表示不明,可疑,尚待調查或更進一步檢測。

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)
 2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)
 3-警示(已見輕微異變現象)
 4-正常(未見異變現象)
 0-翻修遭掩視,無法判斷

A-極老舊(30年以上或材料全部老化)
 B-老舊(10-30年或材料已局部老化)
 C-老(10年內)
 D-現場可見近期翻修
 E-現場可見會翻修過

表 3.4 高雄港碼頭初勘基本資料及外視異象綜合評估總表 (持續)

碼頭編號	用途	碼頭構造	建造日期	啓用日期	設計水深	現地水深	碼頭面標高	腐蝕	龜裂	破裂	沉陷	拱起	傾斜	崩塌	超深	綜合評估
026 號 (未用)	台屋	重力式方塊	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	未調查
027 號	倉庫	鑄鐵式板樁	*	*	EL-10.50m	FL-5.40m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
028 號	台屋	鑄鐵式板樁	*	*	*	FL-4.70m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
029 號	台屋	鑄鐵式板樁	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3-4BD
030 號	平台	鑄鐵式鋼管樁	*	*	79.09	EL-10.50m	FL-12.00m	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
031 號	倉庫	棧橋式RC直樁	*	53.07	EL-10.50m	FL-11.30m	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	3-4BE
032 號	樁木大梁	棧橋式RC直樁	*	55.08	EL-10.50m	*	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	3-4BE
033 號	樁	棧橋式RC直樁	*	55.11	EL-10.50m	FL-13.20m	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	3-4BE
034 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	*	57.04	EL-10.50m	FL-11.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
035 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	*	57.04	EL-10.50m	FL-11.70m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
036 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	*	58.01	EL-10.50m	FL-12.90m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
037 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	*	58.01	EL-10.50m	FL-12.40m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
038 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	*	59.01	EL-10.50m	FL-13.05m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
039 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	*	59.01	EL-10.50m	FL-12.00m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
040 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	*	59.01	EL-10.50m	FL-12.70m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
041 號	貨櫃 1	鑄鐵式鋼板樁	*	59.01	EL-10.50m	FL-13.00m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0BD
042 號	貨櫃 1	鑄鐵式鋼板樁	*	59.12	EL-10.50m	FL-13.00m	EL+2.20-2.40m	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BD
043 號	貨櫃 1	鑄鐵式鋼板樁	*	59.12	EL-10.50m	FL-12.80m	EL+2.20-2.40m	*	*	*	*	*	*	*	*	3BD
044 號	貨櫃	鑄鐵式鋼板樁	*	59.12	EL-10.50m	FL-12.00m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3BE
045 號	大梁	鑄鐵式鋼板樁	61.01	62.07	EL-11.00m	FL-12.00m	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	3BE
046 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	*	63.04	EL-11.00m	FL-12.80m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
047 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	*	63.04	EL-10.00m	FL-13.00m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	增建軌道施工中
048 號	樁	棧橋式鋼板樁	*	63.02	EL-10.50m	FL-12.50m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
049 號	樁	棧橋式鋼板樁	*	63.02	EL-10.50m	FL-13.30m	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BD
050 號	樁	棧橋式鋼板樁	62.05	63.06	EL-10.50m	FL-12.00m	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
051 號	樁	棧橋式鋼板樁	62.05	64.06	EL-10.50m	FL-12.10m	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
052 號	樁	棧橋式鋼板樁	62.05	64.06	EL-10.50m	FL-12.10m	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BD
053 號	樁	棧橋式鋼板樁	62.05	65.06	EL-10.50m	FL-12.80m	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BD
054 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	63.04	64.06	EL-10.50m	FL-13.00m	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BD
055 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	63.04	64.06	EL-10.50m	FL-13.00m	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BD
056 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	63.04	64.06	EL-10.50m	FL-12.90m	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
057 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	63.04	65.06	EL-10.50m	FL-13.20m	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
058 號	樁	鑄鐵式鋼板樁	63.04	66.06	EL-4.50m	*	EL+2.20m	*	*	*	*	*	*	*	*	2-3BE
059 號	中樁	鑄鐵式鋼板樁	*	68.12	EL-6.50m	FL-8.30m	EL+2.40m	*	*	*	*	*	*	*	*	1-2BE
060 號	中樁	鑄鐵式及置力式	60.11	63.01	EL-6.50m	FL-8.50m	EL+2.20-2.40m	*	*	*	*	*	*	*	*	3-4BD

註: (1)無碼頭面標高者,表示缺設計断面圖。
 (2)建造日期不明者,表示日據時代即建,確實日期不詳。
 (3)空白者,表示無資料或無此外視異象。
 (4) * 者表示不明,尚待調查或更進一步檢測。

A-極老舊(30年以上)或材料全面嚴重老化)
 B-老舊(10-30年)或材料已局部老化)
 C-新(10年內)
 D-現場可見近期新翻修
 E-現場可見曾翻修過

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)
 2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)
 3-警示(已見輕微異變現象)
 4-正常(未見異變現象)
 0-翻修遭掩視,無法判斷

表 3.4 高雄港碼頭初勘基本資料及外視異象綜合評估總表 (待續)

碼頭編號	用途	碼頭構造	建造日期	停用日期	設計水深	現地水深	碼頭面標高	腐蝕	龜裂	沉陷	拱起	傾斜	崩塌	超深	綜合評估
061 號	中油庫	鑄錠式鋼板樁	61.08	63.01	EL-10.50m	FL-13.00m	EL+2.40m					*			2-3BE
062 號	中油庫	鑄錠式鋼板樁	61.08	63.01	EL-10.50m	FL-13.50m	EL+2.40m					*			2-3BE
063 號	貨庫 2	鑄錠式鋼板樁	60.09	63.07	EL-12.00m	FL-13.60m	EL+2.40m					*			3BD
064 號	貨庫 2	鑄錠式鋼板樁	60.09	63.07	EL-12.00m	FL-14.10m	EL+2.40m					*			3BD
065 號	貨庫 2	鑄錠式鋼板樁	60.09	63.07	EL-12.00m	FL-15.30m	EL+2.40m					*			3BD
066 號	貨庫 2	鑄錠式鋼板樁	60.09	63.07	EL-12.00m	FL-15.00m	EL+2.40m					*			3BD
067 號	貨庫 2	鑄錠式鋼管斜樁	66.05	*	EL-12.00m	FL-14.70m	EL+2.70-3.20m						*		2-3BD
068 號	魚庫	重力式及鑄錠式	*	*		FL-12.50m	*								2-3BE/4C
069 號	貨庫 3	鑄錠式箱型鋼板樁	64	68.05	EL-14.00m	FL-16.50m	EL+2.40m								3BD
070 號	貨庫 3	鑄錠式箱型鋼板樁	66.06	69.01	EL-14.00m	FL-17.00m	EL+2.40m								3BD
071 號	貨庫 3	鑄錠式箱型鋼板樁	66.06	69.01	EL-14.00m	FL-16.30m	EL+2.40m								3BD
072 號	散穀庫	鑄錠式箱型鋼板樁	*	72.04	EL-14.00m	FL-16.30m	EL+2.40m	*							4B
073 號	散穀庫	鑄錠式箱型鋼板樁	72.05	74.06	EL-14.00m	FL-14.50m	EL+2.40m	*							4B
074 號	散穀庫	鑄錠式箱型鋼板樁	*	*	EL-14.00m	FL-16.30m	EL+2.40m								4C
075 號	貨庫 5	鑄錠式組合鋼板樁	80.03	*	EL-13.00m	*	EL+2.60m								4C
076 號	貨庫 5	鑄錠式組合鋼板樁	80.03	*	EL-14.00m	FL-16.00m	EL+2.60m								4C
077 號	貨庫 5	鑄錠式組合鋼板樁	80.03	*	EL-14.00-15.00m	FL-16-17.70m	EL+2.60m								4C
078 號	建造中	鑄錠式組合鋼板樁	80.03	*	EL-15.00m	FL-16-17.70m	EL+2.60m								4C
079 號	建造中	鑄錠式組合鋼板樁	建造中	*	EL-15.00m	FL-14.70m	*								鋼板樁施工中
080 號	建造中	鑄錠式組合鋼板樁	建造中	*	EL-15.00m	*	*								鋼板樁施工中
081 號	建造中	鑄錠式組合鋼板樁	建造中	*	EL-15.00m	*	*								鋼板樁施工中
082 號	魚及荖	後構式與重力式	*	*		*	*								1A
083 號	魚及荖	後構式與重力式	*	*		*	*								1A
084 號	魚及荖	鑄錠式與重力式	*	*		*	*								未調查
085 號	中船庫	鑄錠式鋼板樁	61	*	FL-10-12.60m	*	*					*			2-3BE
086 號	中船庫	鑄錠式鋼板樁	61	*	FL-10.60m	*	*					*			2-3BE
087 號	中船庫	鑄錠式鋼板樁	61	*	FL-13-15.00m	*	*					*			2-3BE
088 號	中船庫	鑄錠式鋼板樁	61	*	FL-12.70m	*	*					*			3BE
089 號	中船庫	鑄錠式鋼板樁	81	*	FL-12.70m	*	*					*			3CE
090 號	中船庫	鑄錠式鋼板樁	81	*	FL-15.00m	*	*					*			3CE
091 號	中船庫	鑄錠式鋼板樁	81	*	EL-7.00m	FL-15.00m	EL+3.00m					*			3CE
092 號	中船庫	鑄錠式鋼板樁	81	*	EL-7.00m	FL-15.00m	EL+3.00m					*			3CE
093 號	未用	鑄錠式鋼板樁	*	*	FL-5.60m	*	*					*			2B
094 號	中鋼庫	鑄錠式鋼板樁	*	*	FL-10.20m	*	*					*			未調查
095 號	中鋼庫	鑄錠式鋼板樁	*	*	FL-11.00m	*	*					*			3B

註: (1)無碼頭面標高者,表示設計斷面圖。
 (2)建造日期欄明港測者,表示日據時代即建,確實日期不詳。
 (3)空白者,表示無資料或無此外視異象。
 (4) * 者表示不明,可向特約調查或更進一步檢測。

A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)
 B-老舊(10-30年或材料已局部老化)
 C-新(10年內)
 D-現場可見近期翻修
 E-現場可見曾翻修過

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)
 2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)
 3-警示(已見輕微異變現象)
 4-正常(未見異變現象)
 0-翻修遭掩視,無法判斷

附表 3.4 高雄港碼頭初勘基本資料及外視異象度綜合評估總表 (待續)

碼頭編號	用途	碼頭構造	建造日期	啟用日期	設計水深	現地水深	碼頭面高度	腐蝕	龜裂	沉降	拱起	傾斜	崩塌	超深	綜合評估
096 號	中欄車	鐵錠式板樁	*	*	*	FL-13.70m	*	*				*		*	3B
097 號	中欄車	鐵錠式板樁	*	*	*	FL-19.10m	*	*				*		*	3BE
098 號	中欄車	鐵錠式板樁	*	*	*	FL-18.60m	*	*				*		*	3BE
099 號	中欄車	鐵錠式板樁	*	*	*	FL-11.80-18.20m	*	*				*		*	3BE
101 號	中欄車	棧橋式鋼管斜樁	*	*	EL-7.00-16.50m	*	EL-2.81m	*	*	*	*	*	*	*	未調查
102 號	中欄車	鐵錠式板樁	*	*	81.04	FL-13.70m	*	*				*		*	3BD
103 號	中欄車	鐵錠式板樁	*	*	81.04	FL-14.80-15.90m	*	*				*		*	3BD
104 號	中欄車	棧橋式與鐵錠式板樁	*	*	EL-11.80m	FL-4.40-13.20m	*	*				*		*	2-3B
105 號	中欄車	棧橋式與鐵錠式板樁	*	*	EL-16.00m	FL-6.50-9.80m	*	*				*		*	2-3B
106 號	台覽車	棧橋式與鐵錠式板樁	*	*	*	*	*	*				*		*	2-3B
107 號 (紅毛港)	魚	棧橋式與重力式	*	*	*	FL-1.80-4.40m	*	*				*		*	1A
108 號 (紅毛港)	魚	棧橋式與重力式	*	*	*	FL-1.80-4.40m	*	*				*		*	1A
109 號	折船	重力式及自立式板樁													已廢棄尚未重建
110 號	折船	重力式及自立式板樁													已廢棄尚未重建
111 號	台覽車	棧橋式鋼管斜樁	*	72.07	EL-16.50m	FL-17.10m	EL+3.100m	*						*	3-4B
112 號	魚	重力式	*	*	*	FL-2.60m-7.10m	*	*				*		*	1A
113 號	台覽車	棧橋式鋼管斜樁	*	*	*	FL-14.90-16.60m	EL+2.60m	*				*		*	2-3C
114 號	貨櫃 4	棧橋式鋼管斜樁	*	*	81.04	FL-16.60m	EL+2.60m	*				*		*	3-4C
115 號	貨櫃 4	棧橋式鋼管斜樁	*	*	*	FL-15.20-16.40m	EL+2.60m	*				*		*	3-4C
116 號	貨櫃 4	棧橋式鋼管斜樁	*	*	77.11	FL-16.10m	EL+2.60m	*				*		*	3-4C
117 號	貨櫃 4	棧橋式鋼管斜樁	*	*	77.11	FL-16.10m	EL+2.60m	*				*		*	3-4C
118 號	貨櫃 4	棧橋式鋼管斜樁	75.10	75.10	EL-14.00m	FL-16.00m	EL+2.60m	*				*		*	3-4C
119 號	貨櫃 4	棧橋式鋼管斜樁	75.10	75.10	EL-14.00m	FL-16.00m	EL+2.60m	*				*		*	3-4C
120 號	貨櫃 4	棧橋式鋼管斜樁	75.10	75.10	EL-14.00m	FL-16.00m	EL+2.60m	*				*		*	3-4C
121 號	貨櫃 4	棧橋式鋼管斜樁	*	*	EL-14.00m	FL-6.00-15.80m	EL+2.60m	*				*		*	3-4C
122 號 (雜貨用)	貨櫃 4	棧橋式鋼管斜樁	*	*	*	*	*	*				*		*	4C
中洲魚港	魚	重力式	*	*	*	*	*	*				*		*	2-3BE
上竹里觀風港	*	*	*	*	*	*	*	*				*		*	未調查
第一船渠	*	重力式方塊	港測39.05	*	EL-1.00-6.20m	*	EL+1.50-3.00m	*	*	*	*	*	*	*	未調查
大汕頭魚港	魚	*	*	*	*	*	*	*				*		*	未調查
中興魚港	魚	*	*	*	*	*	*	*				*		*	未調查
第一欄木池	*	*	*	*	*	*	*	*				*		*	未調查
第七船渠	*	重力式砌石	港測39.05	*	EL-0.30-1.50m	*	EL+2.10m	*	*	*	*	*	*	*	未調查
第六船渠	魚	重力式	*	*	*	IFL-2.60-3.80m	*	*	*	*	*	*	*	*	未調查
第六船渠	*	重力式及鐵錠式	港測39.05	*	EL-3.00-7.20m	*	EL+1.50-4.00m	*	*	*	*	*	*	*	2A

註: (1)無碼頭面標高者,表示缺設計断面圖。
 (2)建造日期不明者,表示日據時代即建,確實日期不詳。
 (3)空白者,表示無資料或無此外視異象。
 (4) * 者表示不明,可察,尚待調查或更進一步檢測。

A-極老舊(30年以上)或材料全面嚴重老化)
 B-老舊(10-30年)或材料已局部老化)
 C-新(10年內)
 D-現場可見近期新翻修
 E-現場可見曾翻修過

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)
 2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)
 3-警示(已見輕微異變現象)
 4-正常(未見異變現象)
 0-翻修遭掩視,無法判斷

根據初勘結果，針對碼頭外視異象綜合檢討如下：

1. 外視異象之發生率檢討

針對外視異象之發生率，本研究特以異象類別及異象度，於不同碼頭之結構型式中，作成統計分析如表 3.5（以 1—2 級加以統計）。

以外視異象度 1—2 級加以統計結果，發生率最高之外視異象為龜裂（54.24%），其次為沉陷（35.59%），第三則為破裂（25.4%）。其它外視異象發生率詳細分佈情形請自行參閱表 3.5。

2. 導致外視異象可能原因綜合探討及初步建議

根據初勘調查結果；經初步研判，導致各種外視異象之**可能主要因素**及初步建議對策歸納分析如下：

(1) 腐蝕—A. **防舷材固定配件**：海洋環境自然因素及外力。

（初步建議對策：可改善使用材料、固定模式及加強表面防蝕措施。）

B. **法線橫樑之鋼筋**：外力撞損樑角及海洋環境自然因素。

（初步建議對策：全面以耐磨耐撞之防蝕材護角並改進固定模式。）

C. **壁體鋼材**：海洋環境自然因素及外力。

（初步建議對策：除參照本所港工組既有之研究建議外，新工程可考慮朝施工前之防蝕措施發展，至於既有結構應作全面性檢測。）

D. **繫船柱及基座**：海洋環境自然因素、外力及磨損。

（初步建議對策：可改進設計模式儘量一體成型及考慮採用耐磨性高之防蝕被覆料。）

E. **樑板結構之鋼筋**：海洋環境自然因素及保護層厚度不均。

（初步建議對策：設計時明確規定保護層厚度，考慮實際施工控制狀況；材料選用除強度考慮外，並應考

慮施工狀況之穩定性與可行度。對現有異象之結構物須進行腐蝕調查，再研擬對策。)

- (2) **龜裂**—A. **壁體胸牆**：材料因素（含腐蝕、疲勞及老化）、不當外力、沉陷、傾斜或基礎結構失衡、滑動。
(初步建議對策：加強設計前之地質調查、施工中即施予地質改良、配合施工即予建立適當之水壓、位移、沉陷等長期監測網。對現有異象之碼頭加強使用管理並做好碼頭面之排水設施，並以水泥漿或環氧樹脂等類似材料添補碼頭面之裂縫，且立即建立適當之水壓、位移、沉陷等監測網，並詳細進行海下檢視，一面重新檢討分析整體結構，包括導致異象之原因及原設計假設條件，進而研擬補救之道。)
- B. **法線橫樑**：同 A。
(初步建議對策：同 A。)
- C. **繫船柱基座**：材料因素（含腐蝕、疲勞及老化）、不當外力（多造成 45 及 90 度拉裂）。
(初步建議對策：考慮改變傳統設計方式。)
- D. **碼頭面**：材料因素（含腐蝕、疲勞及老化）、不當外力、壓密沉陷、超載沉陷、基床滲水軟化、長期反復載重、漏砂或基礎沉陷滑動。
(初步建議對策：同 A 項。)
- E. **樑板**：材料因素（含疲勞及老化）、基礎滑動或沉陷、超載、長期反復載重、保護層厚度不均、腐蝕。
(初步建議對策：加強設計前之地質調查、加強設計選用條件、設計時明確規定，考慮實際施工控制狀況，事先控制防患。對現有異象之結構物須進行腐蝕調查，其餘參照 A 項。)
- F. **基樁**：材料因素（含疲勞及老化）、基礎滑動或沉陷、超載、長期反復載重、保護層不均、腐蝕、不

當施工。

(初步建議對策：同上。)

(3) 破裂—A. **壁體胸牆**：材料因素（含腐蝕、疲勞及老化）、不當外力、沉陷、傾斜或基礎滑動。

(初步建議對策：加強設計前之地質調查、施工中即施予地質改良、配合施工即予建立適當之水壓、位移、沉陷等長期監測網。對現有異象之碼頭加強使用管理或採必要之使用管制，並做好碼頭面之排水設施，並以適當材料添補碼頭面之裂縫或空洞，且立即建立適當之水壓、位移、沉陷等監測網，並詳細進行海下檢視，一面重新檢討分析整體結構，包括導致異象之原因及原設計假設條件，進而研擬補救之道。)

B. **法線橫樑**：不當外力、沉陷或傾斜。

(初步建議對策：同上。)

C. **繫船柱基座**：不當外力（多成 45 及 90 度拉裂）。

(初步建議對策：考慮改變傳統設計方式並加強使用管理。)

D. **繫船柱**：腐蝕或不當外力。

(初步建議對策：考慮採用耐磨性高之防蝕被覆材料、考慮改變傳統設計方式並加強使用管理。)

E. **碼頭面**：材料因素、不當外力、壓密沉陷、基床滲水軟化傾斜、超載沉陷、長期反復載重、漏砂或基礎沉陷滑動。

(初步建議對策：同 A 項。)

F. **樑板**：材料因素（含疲勞及老化）、基礎滑動或沉陷、超載、長期反復載重、保護層不均、腐蝕。

(初步建議對策：加強設計前之地質調查、加強設計選用條件、設計時明確規定，考慮實際施工控制狀況，事先控制防患。對現有異象之結構物須進行腐蝕調查，其餘參照 A 項。)

- (4)沉陷—A. **壁體胸牆**：不當外力、傾斜、漏砂、基礎滑動或沉陷。
(初步建議對策：同(3)破裂-A項。)
- B. **法線橫樑**：不當外力、傾斜、漏砂、基礎滑動或沉陷。
(初步建議對策：同上。)
- C. **碼頭面**：不當外力不均勻沉陷、超載沉陷、基床滲水軟化、長期反復載重、漏砂、基礎滑動或沉陷、傾斜。
(初步建議對策：同上。)
- (5)拱起—A. **碼頭面**：不當外力不均勻沉陷、超載沉陷、基床滲水軟化、長期反復載重、漏砂、基礎滑動或沉陷、傾斜。
(初步建議對策：同上。)
- (6)傾斜—A. **壁體胸牆**：不當外力、超載沉陷、基床滲水軟化、長期反復載重、漏砂、基礎滑動或沉陷。
(初步建議對策：同上。並立即對碼頭使用採取必要之管制。)
- B. **碼頭附屬建物**：不當外力、超載沉陷、基床滲水軟化、長期反復載重、漏砂、基礎滑動或沉陷。
(初步建議對策：同上。)
- (7)崩塌—A. **碼頭面**：不當外力、漏砂、基床嚴重軟化、基床大量滲水、基礎滑動或沉陷。
(初步建議對策：同上。)
- B. **壁體胸牆**：不當外力、漏砂、基礎滑動或沉陷。
(初步建議對策：同上。)
- C. **樑板**：不當外力、基礎滑動或沉陷。
(初步建議對策：同上。)
- D. **整體**：嚴重不當外力、基礎嚴重滑動失衡。
(初步建議對策：同上。)

3. 可能因外力與沉陷行為所導致之常見外視異變現象探討

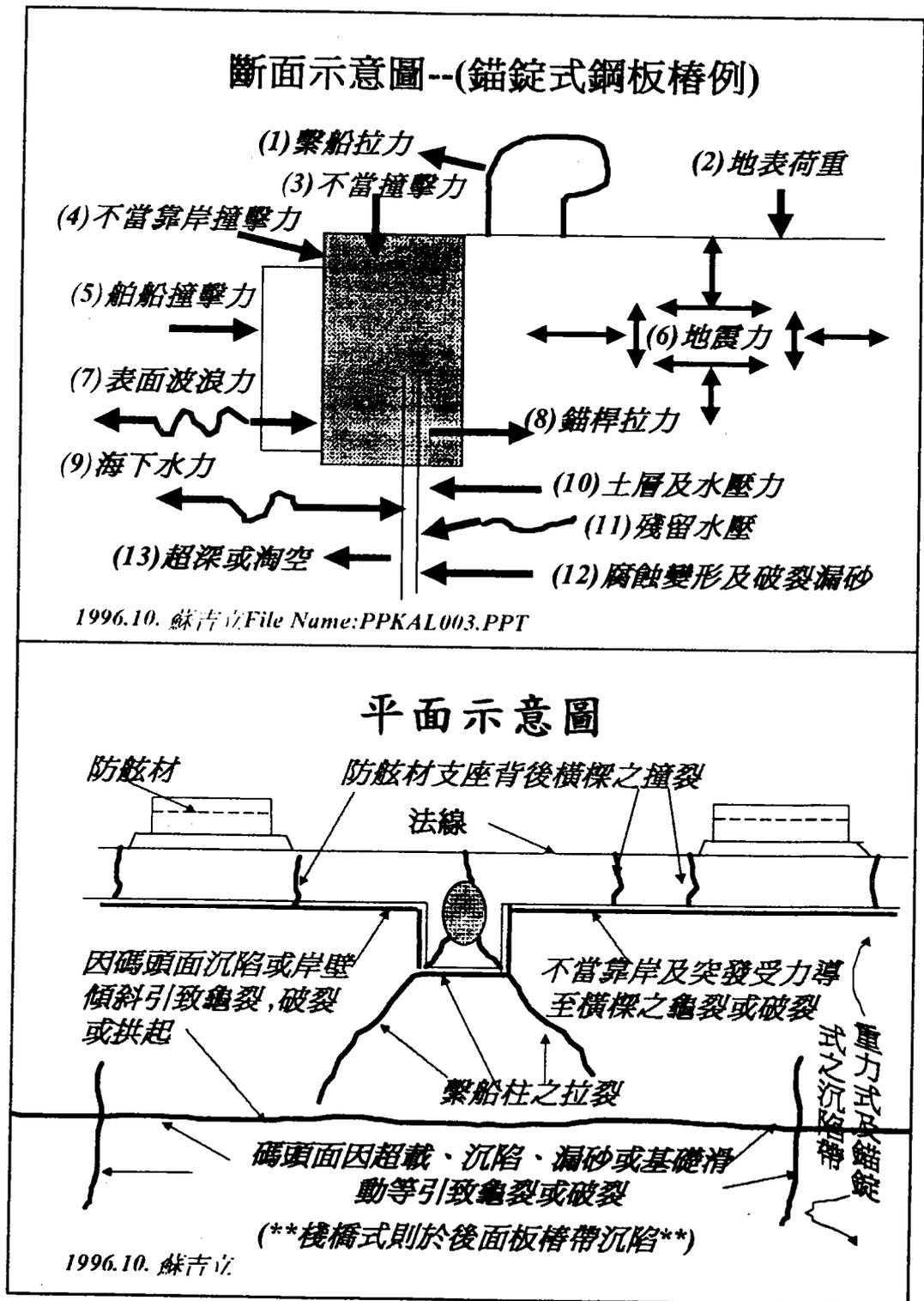
常見可能因外力與沉陷行為所導致之外視異變現象探討，經調查綜合研判結果說明如圖 3.2。

表 3.5 高雄港區碼頭實地調查外視異象度(1-2級)發生率綜合統計表

碼頭型式	重力式	錨錠式	棧橋式	混合式	合計	*可疑待查
碼頭座數	16	62	26	14	118	0
各式碼頭 %	13.56	52.54	22.03	11.86	100.00	0.00
異象類別	發生率百分比(及座數)					
腐蝕	7	2	3	8	20	40
本式 %	43.75	3.23	11.54	57.14		
全港區 %	5.93	1.69	2.54	6.78	16.95	33.90
座數	11	31	8	14	64	0
本式 %	68.75	50.00	30.77	100.00		
全港區 %	9.32	26.27	6.78	11.86	54.24	0.00
破裂	9	8	4	9	30	0
本式 %	56.25	12.90	15.38	64.29		
全港區 %	7.63	6.78	3.39	7.63	25.42	0.00
座數	9	23	0	10	42	3
本式 %	56.25	37.10	0.00	71.43		
全港區 %	7.63	19.49	0.00	8.47	35.59	2.54
座數	5	2	0	3	10	1
本式 %	31.25	3.23	0.00	21.43		
全港區 %	4.24	1.69	0.00	2.54	8.47	0.85
座數	7	1	0	4	12	59
本式 %	43.75	1.61	0.00	28.57		
全港區 %	5.93	0.85	0.00	3.39	10.17	50.00
座數	6	1	0	1	8	0
本式 %	37.50	1.61	0.00	7.14		
全港區 %	5.08	0.85	0.00	0.85	6.78	0.00
座數	1	1	0	0	2	77
本式 %	6.25	1.61	0.00	0.00		
全港區 %	0.85	0.85	0.00	0.00	1.69	65.25

1996.10 蘇吉立 File Name:86KAL010.XLS

圖 3.2 常見碼頭主體結構可能受外力狀況與沉陷行為所導致之外視異變現象與部位示意圖



3.4 碼頭細部調查-詳勘及檢測

3.4.1 碼頭細部調查-詳勘及檢測之內容與方法

碼頭詳勘及相關之檢測主要係依據初勘評估結果，於考量時間、經費、現場檢測作業之可行性下，篩選部份可行且較具代表性之特定碼頭，分區進行碼頭詳勘及相關之檢測，詳勘及檢測之主要內容、方法與程序如下：

- (一) 根據初勘結果之碼頭初勘調查記錄表 (A) 再次於現場加以比對校核修正。
- (二) 就該碼頭海平面以上之外視異象加以重點描述繪製成碼頭細部調查記錄表 (B)。
- (三) 參考比對碼頭平面之細部調查記錄表 (B)，進行海下部份之外視檢測，並加以重點描述繪製成細部調查記錄表 (C)。
- (四) 實施變位監測；包括：
 - (a) 碼頭表面垂直沉陷變位監測：表面垂直沉陷變位監測，係利用水準儀針對選定之相關水準點，定期施以水準測量，藉以比較分析碼頭各部位之相對沉陷狀況，建立監測結果表，並將所設水準點相關位置標示於細部調查記錄表 (B) 及 (C)。
 - (b) 碼頭水平變位監測：
 1. 埋設傾斜管：瞭解碼頭結構水平變位隨深度之變化情況
 2. 設置傾斜盤：輔助監測碼頭壁體結構之傾斜狀況。
 3. 設立電子測距基線：不適於變位小於 3 mm 之監測範圍，但用於輔助監測碼頭垂直法線方向之水平大變位(大於 3 mm)則迅速、經濟而方便。
 4. 設立裂縫監測點 (LVDT)：監測碼頭裂縫之變化，適於小變位之精密監測，監測範圍(± 12 mm)。
 5. 建立監測結果表，各相關設置位置亦標示於細部調查記錄表 (B) 及 (C)。

建議重力式及錨錠式碼頭變位監測網基本佈置如圖 3.3 所示。

(五) 進行地質補充調查；包括：

(a) 地質鑽探取樣：瞭解地質狀況，繪製鑽探報告，鑽探結果製成碼頭地質調查試驗報告總表，鑽孔位置標示於細部調查記錄表 (B) 及 (C)。

(b) 透地雷達分析：檢視碼頭結構及隱藏碼頭版面下，因沉陷或漏砂所產生之空洞狀況。

(c) 設置水壓觀測點：建立監測結果表。

(d) 進行相關室內試驗。瞭解地質相關之物理性質與力學性質。

3.4.2 細部調查之碼頭

本研究實際實施細部調查之碼頭，主要分為 A、B、C、D、E 等五區，所涵蓋之碼頭與結構型式分佈如下：

A. 區-新濱碼頭- 重力式沉箱與方塊。

B. 區-1 號至 3 號碼頭- 重力式方塊與錨錠式鋼板樁。

C. 區-13 號至 18 號碼頭- 棧橋式 RC 樑板、重力式方塊與沉箱。

D. 區-36 號至 41 號碼頭- 錨錠式鋼板樁。

E. 區-57 號至 58 號碼頭- 錨錠式鋼板樁。

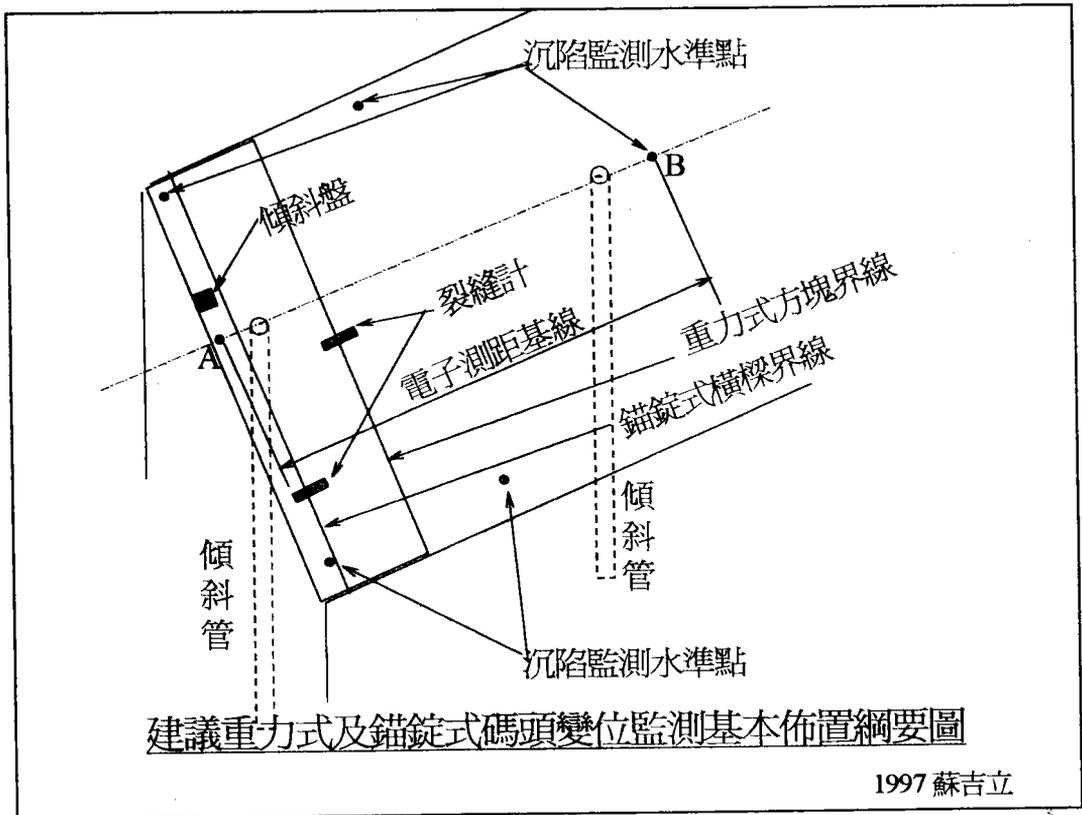
除以上五區外，並另增 63、67、73 號-錨錠式鋼板樁碼頭與 71、72 號-棧橋式 RC 樑板碼頭等。

3.4.3 碼頭細部調查-詳勘及檢測之結果

由於細部調查；即詳勘及相關之檢測，係考量時間、經費、現場檢測作業之可行性，故碼頭實際能進行細部調查之數量即受限，調查中各碼頭檢測內容與方法亦無法完全一致，儘管如此，所得資料結果內容已相當繁複，將於下章節分區摘要各案說明之。

細部調查碼頭詳勘及相關之檢測作業程序與方法，將可作為日後擬定碼頭維修管理與監測作業之參考依據。而各碼頭詳勘及相關之檢測結果，除可作為日後碼頭維修之參考外，亦可提供日後法規修訂、改進設計與施工技術及學術研究等之參考。

圖 3.3 重力式及錨錠式碼頭變位監測建議基本佈置綱要圖



3.5 新濱碼頭詳勘及檢測—A 區

A 區僅調查新濱碼頭，詳勘及檢測主要內容；除基本資料與現地異象現況調查外，並進行海下檢測、變位監測及地質補充調查等。其結果分述於下列各節。

3.5.1 新濱碼頭基本資料與現況勘查結果

新濱碼頭基本資料與現況勘查結果詳如表 3.6。

新濱為軍用碼頭，確實建造日期不詳；只能由文獻研判為民國 39 年前所建。根據文獻資料顯示碼頭結構型式採沉箱、沉涵與方塊相間之重力式設計。唯據海下檢測結果，結構配置與原先文獻資料有誤；詳細細節於 3.5.3 節，新濱碼頭海下檢測結果中另行敘述。

3.5.2 新濱碼頭外視異象現況調查與分析

新濱碼頭外視異象現況調查結果，主要可就七大異象重點分述如下：

- (一) 腐蝕 -海上部份：法線橫樑遭受外力破損鋼筋外露腐蝕（如圖 3.4 之相片-新濱-4），繫船柱、給水等附屬設施均已老舊腐蝕（如圖 3.5 之相片-新濱-5）。海下部份：本項因限於經費及避免與本所港工材料組研究工作重疊，故本研究並未實施深入之檢測作業。惟結構壁體西南碼頭起點第一節沉箱於接近第一節方塊處；距西南起點約 19 米之沉箱結構壁體，於深約 EL-4m 及 EL-9m 處有疑似受撞擊而產生之垂直及水平裂縫（詳如表 3.8 之圖示），將可能加速結構鋼筋之腐蝕。
- (二) 龜裂 -海上部份：碼頭面版於各區間中央有平行於法線之明顯全長裂縫及截角近似 45 度裂縫（如圖 3.6 之相片-新濱

-9 及 11)，研判可能為不均勻沉陷加上外力荷重所造成。法線橫樑有垂直於法線之裂縫（如圖 3.5 之相片-新濱-8），可能與材料、受外力撞擊、結構異動等有關。對於上述狀況本研究選擇適當地點，採用 LVDT 安置裂縫監測點，其分佈如表 3.7 及 3.8，安置狀況如圖 3.9 之相片-新濱-22）。海下部份：由於海生物附著，較難查覺。

(三) **破裂** -海上部份：法線橫樑受外力嚴重撞擊破裂（如圖 3.4 至圖 3.8 之相片-新濱-4、10、13、16）。碼頭面版因過度不均勻沉陷加上外力荷重而造成破裂（如圖 3.5 之相片-新濱-7 及 8），亦有因結構受外力撞擊後擠壓面版而造成破裂（如圖 3.7 之相片-新濱-14）。附屬設施陰井因嚴重沉陷而破裂（如圖 3.5 之相片-新濱-5）。海下部份：結構壁體西南碼頭起點第一節沉廂接近第一節方塊處有疑似受撞擊而產生之垂直及水平裂縫（如表 3.6 之圖示），其它細節詳如海下檢測結果。

(四) **沉陷** -海上部份：碼頭表面全區壓密沉陷至少 5 公分以上（如圖 3.4 之相片-新濱-3），部份區域更因有漏砂之嫌而壘積沉陷達 20 公分（如圖 3.6 之相片-新濱-11 及 12）。本研究僅於碼頭面設置水準觀測若干點做為沉陷之監測點。海下部份：壁體是否沉陷，外視並無可明確判別之狀況，故僅能於橫樑上置水準觀測點加以監測，以為日後判別之依據。

(五) **拱起** -海上部份：距法線約 12.5 米，從西南起 30 到 70 米處，有一約 15 公分高之拱起帶（如圖 3.7 之相片-新濱-15），為撞船事件而引起。海下部份：壁體是否拱起外視並無可明確判別之狀況，祇能以埋設傾斜管監測做為日後判別之依據。

(六) **傾斜** -海上及海下部份：外視並無法看出明確之傾斜現象，故於岸壁設置傾斜盤（如圖 3.9 之相片-新濱-23），做為壁體傾斜之監測。祇因難以保護全遭破壞，故改裝於岸上橫樑面，以確保其監測效果。並埋設傾斜管及設置電子測距基線做為比較監測。

(七) **崩塌** -海上部份：距法線約 2.5 米，從西南起分別於 40 米（如圖 3.5 之相片-新濱-8）及 65 米（如圖 3.7 之相片-新

濱-13) 處均有因撞船事件而引起明顯之崩塌現象，尤以 65 米處崩塌範圍達 5 米見方，最深達 120 公分。海下部份：詳如海下檢測結果。

除以上所述，其餘詳細可參閱表 3.6、表 3.7、表 3.8 以及圖 3.4 至圖 3.14。

表 3.6 高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表 (A)

碼頭編號： 新濱一號 碼頭法線板面標高:EL+ 2.10-2.40 m

用途屬性： 軍		水深： 原設計		目前				
長度： 140m	縱深： 35m	EL-9.00 m		FL-10.00 m				
原設計泊靠船級：			實際泊靠船級：					
1.建造日期： 港湖圖39年5月		啓用日期：						
2.碼頭構造形式： (屬項請打勾)		重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 或 錨錠式板樁 <input checked="" type="checkbox"/>	棧橋式	不明	附圖另詳		
3. 碼頭附屬設備：								
項 目	損壞程度(附相片圖說)				(屬項請打勾)			
	極老舊	老舊	翻修	新	腐蝕	局部損壞 全面損壞		
a. 作業機械設備		<input checked="" type="checkbox"/>						
b. 繫船柱		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
c. 防眩材		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		
d. 照明設施		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
e. 給水設施		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
f. 排水設施		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
g. 供油設施								
h. 擋車牆								
i. 倉庫		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
j. 辦公室及房舍		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		
k. 堆置場 -		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		
l. 通棧 -		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
m. 其它 -								
4.碼頭主體結構之損壞狀況：(附相片圖說)						(既有項目請打勾)		
損壞種類	結 構 部 位							
	基礎	柱	板樑	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基 後線地面	
a. 腐蝕					<input checked="" type="checkbox"/>			
b. 龜裂				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
c. 破裂				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
d. 沉陷						<input checked="" type="checkbox"/>		
e. 拱起						<input checked="" type="checkbox"/>		
f. 傾斜				<input checked="" type="checkbox"/>				
g. 崩塌						<input checked="" type="checkbox"/>		
h. 滲水						<input checked="" type="checkbox"/>		
i. 出水								
j. 其它								
5.維修過程說明：						新近更修：55.12錨錠式鋼板樁延建		
6.綜合評估： 1-2AE						(屬項請打勾)		
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7.建議深入調查事項：								

調查員： 蘇吉立 李延恭 張阿平

時間： 85年 08月 20日

說明：

製表：蘇吉立 85年09月更修

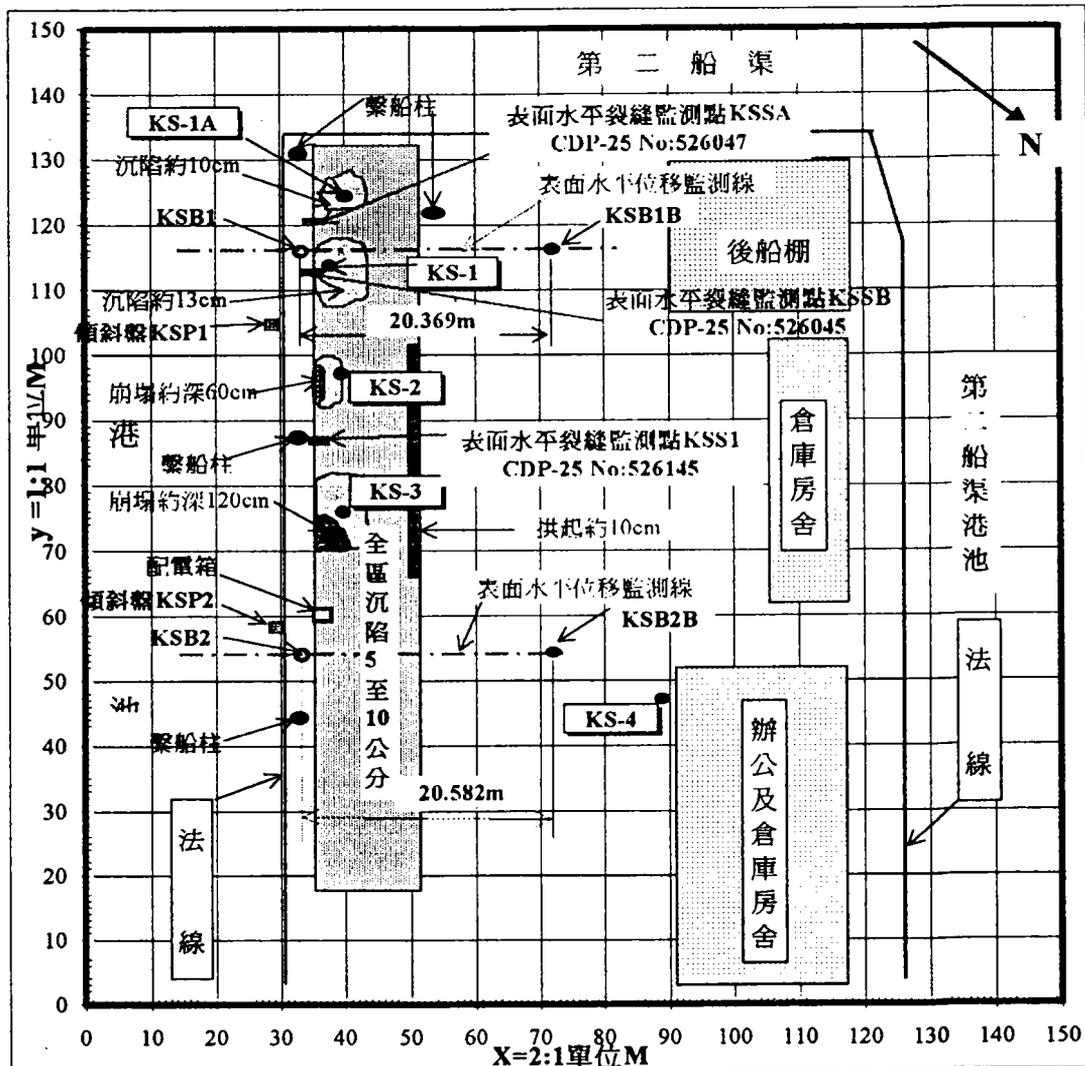
- A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)
- B-老舊(10-30年或材料已局部老化)
- C-新(10年內)
- D-現場可見近期新翻修
- E-現場可見曾翻修過

- 1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)
- 2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)
- 3-警示(已見輕微異變現象)
- 4-正常(未見異變現象)
- 0-翻修遭掩飾,無法判斷

表 3.7 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表 (B)

碼頭編號：新濱一號	碼頭法線板面標高:EL+ 2.10-2.40 m
用途屬性：軍	水深：原設計 目前
長度：140m 縱深：35m	EL-9.00 m FL-10.00 m
原設計泊靠船級：	實際泊靠船級：
1.建造日期：港測圖39年5月	啓用日期：
2.碼頭構造形式： (屬項請打勾)	重力式 <input checked="" type="checkbox"/> 自立式 <input type="checkbox"/> 或 錨錠式板樁 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 不明 <input type="checkbox"/> 附圖另詳

碼頭變位現況及監測網佈置平面示意圖



評估結果： 1-2AE

時間： 86年 05月 日

調查員： 蘇吉立

至

繪圖員： 蘇吉立

87年 05月 日

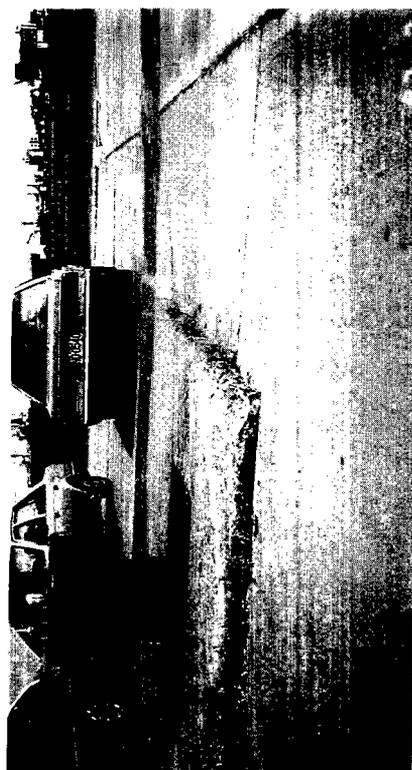
圖 3.4 新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-新濱 -1



相片-新濱 -2



相片-新濱 -3



相片-新濱 -4

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

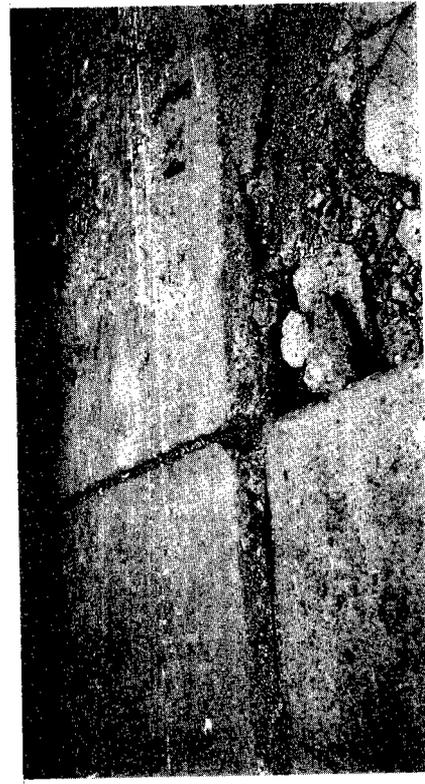
圖 3.5 新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-新濱-5



相片-新濱-6



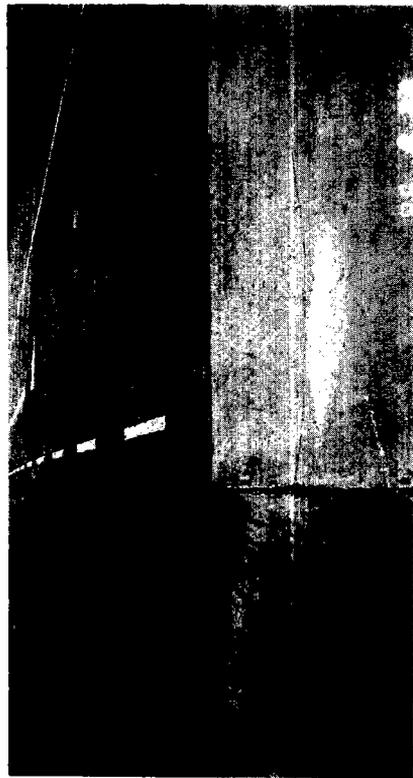
相片-新濱-7



相片-新濱-8

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.6 新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片



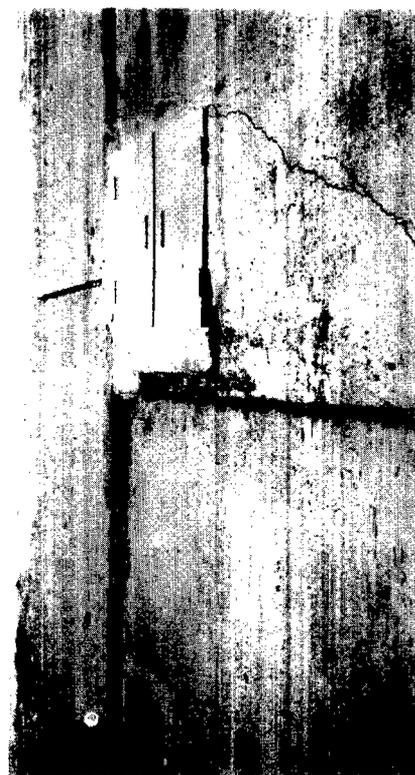
相片-新濱-9



相片-新濱-10



相片-新濱-11



相片-新濱-12

港灣技術研究所 (I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.7 新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-新濱 -13



相片-新濱 -14



相片-新濱 -15

臺灣技術研究所 (I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.8 新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-新濱-16



相片-新濱-17



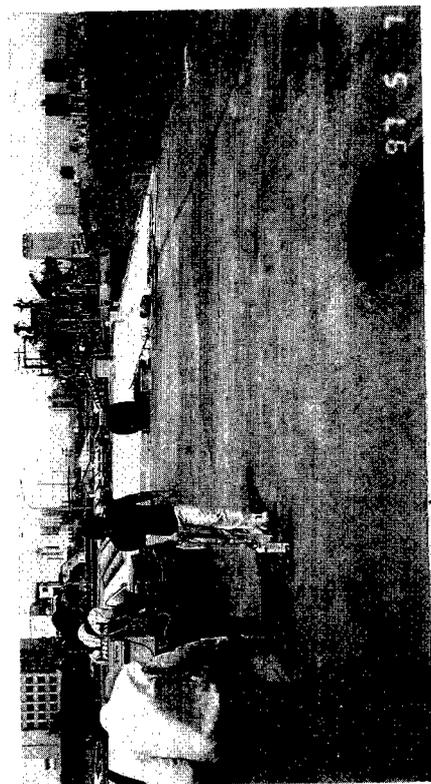
相片-新濱-18



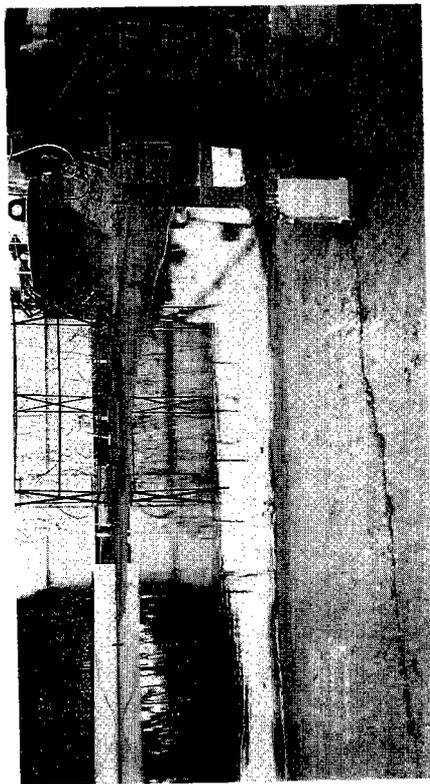
相片-新濱-19

臺灣技術研究所 (I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.9 新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片—新濱 -20



相片—新濱 -21



相片—新濱 -22



相片—新濱 -23

港灣技術研究所 (I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

3.5.3 新濱碼頭海下檢測結果

新濱碼頭海下檢測結果；詳載如表 3.8 中之立面示意圖，及圖 3.10 至圖 3.13 中之記錄相片；所得係根據海下錄影、照像及潛水人員口述綜合結果，重要現象概要說明分析如下：

- (1) 西南碼頭起點轉角處，退潮時流速明顯較大，可能受邊界效應之影響所致。
- (2) 海生物狀況：因碼頭較近港池出口，且潮流較大污染小，故碼頭壁體多為貝類所附著，而藻類較疏。而壁體接縫及破損之處，則全為螃蟹所棲息，螃蟹築巢有加大擴孔之疑慮（如圖 3.10 至 3.13 之相片-新濱-24、25、27、34、36、37 等）。
- (3) 垂直接縫大於水平接縫，垂直接縫有愈近海床愈大之驅勢，重力式方塊水平堆置線有局部往上內縮之狀況，平均約 EL-4m 以上壁面接縫較緊密工整，以上現象應與水深影響施工難易度及施工收頭有關。最大垂直接縫有大於 40cm 者，多以混凝土袋添塞之（具代表性之接縫狀況如圖 3.10 至 3.13 之相片-新濱-24、25、29 至 35 等）。
- (4) 最西南面碼頭起點第一節之結構型式，為方塊約 18.2 米長，第二節為沉箱約 18.2 米長，接著為兩節方塊約 30 米長與一節沉箱約 18.2 米長相間配置。與原先文獻資料有誤；原先文獻資料顯示，前兩節為沉箱約 36.4 米長，接著才是兩節方塊約 30 米長與一節沉箱約 18.2 米長相間配置。現況詳如表 3.8 中之立面示意圖。
- (5) 碼頭西南起算 0 至 18.2 m 段，重力式方塊結構使用之混凝土袋基礎，呈 3 至 2 層裸露狀態，詳如表 3.8 中之立面示意圖及圖 3.10 之相片-新濱-26 與 27。0 m 處左側亦見裸露之混凝土袋護基。海床臨壁體 3 米內有石塊散落。18.2 m 基礎接縫處亦有疑似石塊或混凝土塊堆置混凝土袋基礎邊。以上跡象有進一步追蹤調查之必要。
- (6) 原設計水深 EL-9.00 m，檢測當時臨壁體水深為 EL-7.50~8.00 m。

非延建或改建或整建即屬超挖使用之現象。

- (8) 18.2 m、117 m 處接縫檢測顯示疑有漏砂之跡象（如圖 3.10 至 3.13 之相片-新濱-24、34、38、39），此跡象與相對位置 15~25 m 間之地面沉陷狀況頗吻合，可視為合理之解釋。而相對位置 117 m 之地面雖然沉陷較不嚴重，但應有空洞之嫌疑。

3.5.4 新濱碼頭變位監測結果

新濱碼頭實際施設之變位監測，分為表面垂直沉陷變位監測及水平變位監測。

表面垂直沉陷變位監測，係利用水準儀針對選定之相關水準點，定期施以水準測量，藉以比較分析碼頭各部位之相對沉陷狀況。監測水準點設置相關位置，及目前整體沉陷現況，詳如表 3.7 之圖示，監測結果則詳如表 3.9。

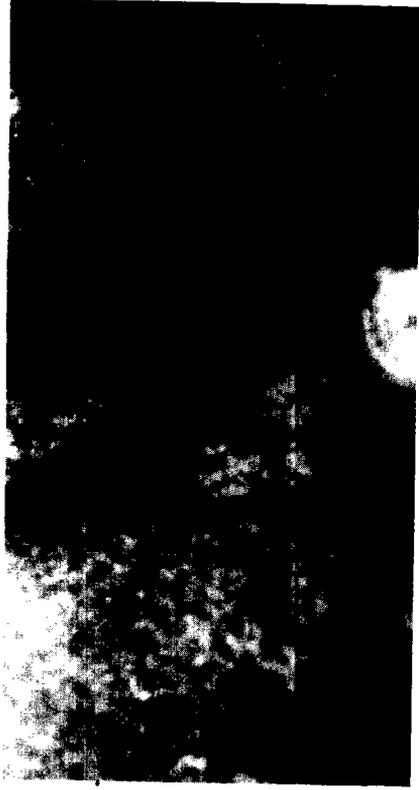
水平變位監測，主要利用傾斜管、傾斜盤、LVDT 及電子測距儀等定期定點監測。各主要監測點配置詳如表 3.7 之圖示。各主要監測功能分述如下：

- (1) 傾斜管-共設 KSB1 及 KSB2 兩孔各 30 m 深，各孔監測結果詳如附錄 G。
- (2) 傾斜盤-原於岸壁設 KSS1 及 KSS2 兩處，已遭撞毀。另於岸面橫樑上再設 KSP1、KSP2、KSP3 等三處。監測結果詳如附錄 H。
- (3) LVDT-原設 KSS1 一處，已遭撞毀，另再設 KSSA、KSSB、KSSC 等三處。監測結果詳如表 3.9。
- (4) 電子測距儀-共設立 KSB1-B 及 KSB2-B 測線兩條。監測結果詳如表 3.9。

圖 3.10 新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-新濱 -24



相片-新濱 -25



相片-新濱 -26



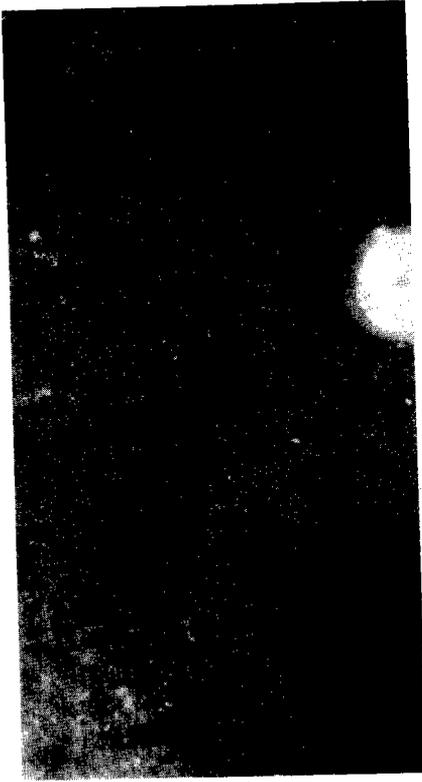
相片-新濱 -27

臺灣技術研究所 (I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.11 新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片



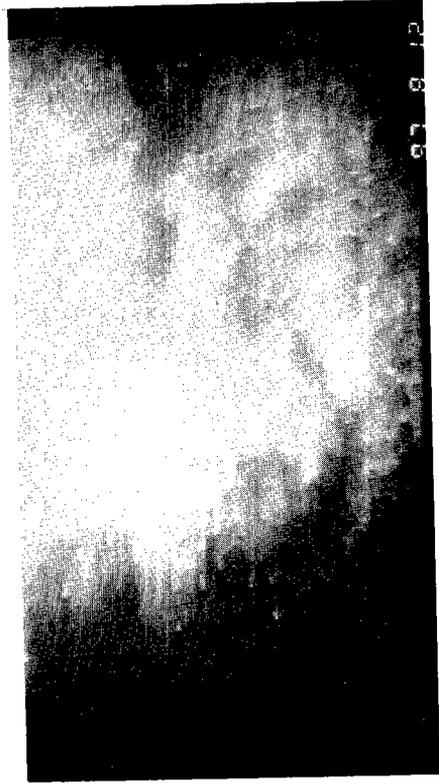
相片-新濱-28



相片-新濱-29



相片-新濱-30



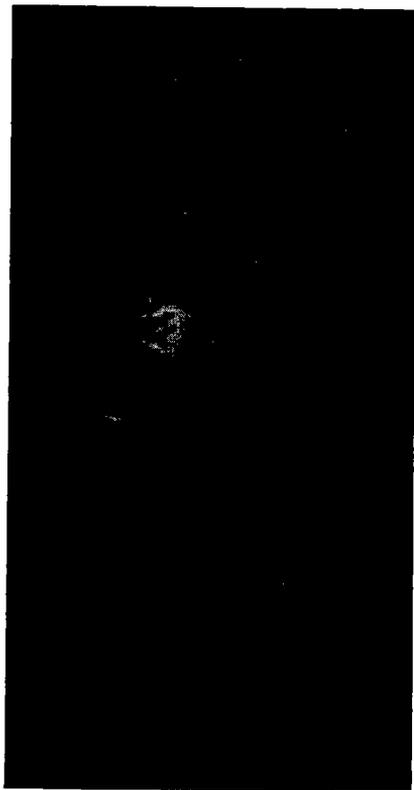
相片-新濱-31

臺灣技術研究所 (I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.12 新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-新濱 -32



相片-新濱 -33



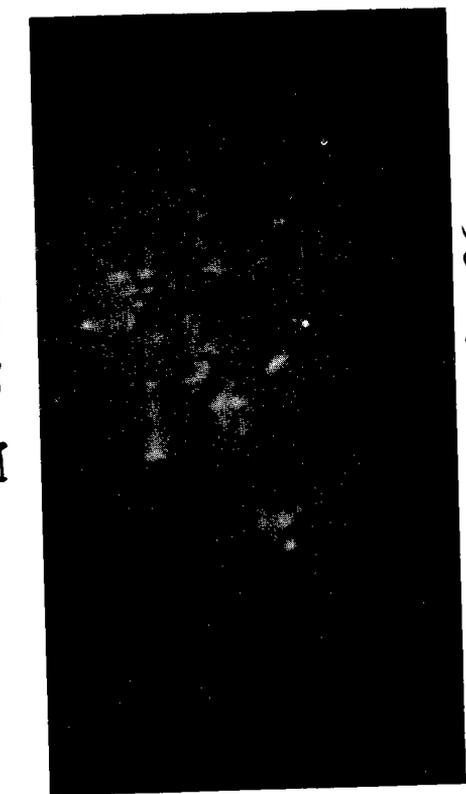
相片-新濱 -34



相片-新濱 -35

港灣技術研究所 (I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.13 新濱碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-新濱 -36



相片-新濱 -37



相片-新濱 -38



相片-新濱 -39

臺灣技術研究所 (I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

表 3.9 高雄港區碼頭細部調查A 區變位監測結果表

高雄港區碼頭細部調查 - A 區沉降監測結果表

監測碼項	新碼頭							備註
監測日期	86/5/22	86/7/17	86/9/19	86/12/11	87/2/25			
監測站	高 程(EL.m)							
BMI	2.322	2.322						1號門口左柱角
BMS	3.092	3.092						正門右階臺上
KS-4		2.436	2.436	2.436	2.436			
KSB2B		2.631	2.629	2.621	2.624			孔後線
KSB2		2.414	2.414	2.409	2.412			孔蓋上
KS-3		2.402	2.405	2.400	2.400			
KSS1			人為破壞					
KS-2		2.363	2.366	2.362	2.366			
KS-1		2.287	2.286	2.278	2.283			B1左邊地邊
KSB1		2.370	2.369	2.361				孔蓋上
KSB1B	2.560	2.557	2.556	2.554	2.556			孔後
KS-1A		2.297		2.288	2.291			水箱邊

高雄港區碼頭細部調查 - A 區表面水平位移監測結果表

監測碼項	新碼頭					備註
監測日期	86/5/22	86/7/17	86/10/22	87/2/25		
監測線	垂直法線方向表面水平大位移(m)					
KSB1-KSB1B		20.369	20.371		20.368	電子測距儀
KSB2-KSB2B	20.582	20.582	人為破壞			廠牌: PENITEX
KSB2-KSB2B	87/2/25新設				20.675	型號: PCS-3
KSB2A-KSB2B	87/2/25新設				20.323	儀號: 415396
						誤差±1mm

監測日期	86/7/17	86/9/19	87/2/12	87/2/25	87/5/28	備註
監測站	局部水平裂縫(mm)					
KSS1	0 人為破壞					CDP-25 No: 526145
KSSA	初始值 4125		0	-0.042	-0.206	CDP-25 No: 526047
KSSB	初始值 1871		0	-0.038		CDP-25 No: 526045
KSSC	初始值 1580			0	-0.008	CDP-25 No: 527047

註 KSS1 設於繫船柱後(已毀) CDP-25 No: 526145 零點 2280 (l=0.00199mm)
 KSSA 設於KSB1東南測平行法線裂縫 CDP-25 No: 526047 零點 4125 (l=0.00199mm)
 KSSB 設於2號繫船柱東南測與法線成45度之裂縫 CDP-25 No: 526045 零點 1871 (l=0.00199mm)
 KSSC 設於KSP2北岸港後測平行法線裂縫 CDP-25 No: 527047 零點 1850 (l=0.00199mm)

3.5.5 新濱碼頭地質補充調查

新濱碼頭地質補充調查工做作計有：地質鑽探取樣及透地雷達分析。

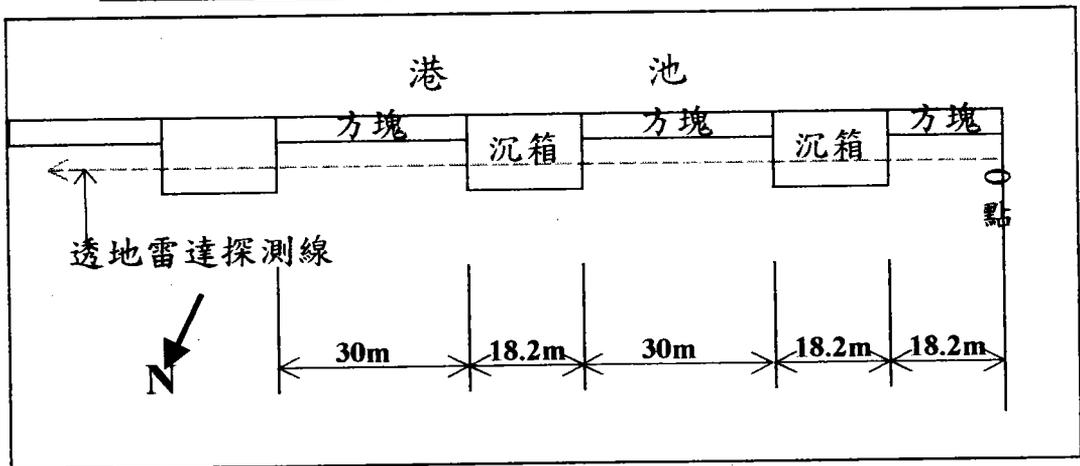
(一). 地質鑽探取樣：共鑽 2 孔 (KSB1 及 KSB2) 各 30 m 深，取得樣品進行室內試驗，原孔並做為傾斜管監測孔。孔位詳 (表 3.7 與表 3.8)。鑽探及相關試驗結果另詳第四章及附錄 A 至 F。

(二). 透地雷達分析：由碼頭西南起，延平行於法線 5 m 處往東北為平行於法線之橫測線，計長 303 m (位置及探測實況詳見圖 3.9 之相片-新濱-20、21 及圖 3.14)。由東北起每縫繫船柱即做一垂直於法線之縱測線，各約 13 m 長合計 64 m。

透地雷達探測時儀器使用參數：

- (a) 選用天線- 200 Mhz (有效探測深度約 2 m)
- (b) 取樣頻率- 3063 Mhz
- (c) 取樣點數- 512 點
- (d) 取樣時間- 100 ns (ns=10⁻⁹sec)
- (e) 訊號疊加次數- 8 次
- (f) 取樣間距- 0.05 m

圖 3.14 新濱碼頭透地雷達探測平面示意圖



透地雷達探測分析結果，主要在判斷碼頭地面下漏砂產生之稀鬆與空洞之現象，由於只選用天線- 200 Mhz (有效探測深度約 2

m) ，故 2 m 以下不予採用。

經研判橫測線約 15~35 m 間、125~145 m 間、225~235 m 間、270-290 m 間均有漏砂之嫌。

15~35 m 間與外視勘查及海下檢測結果：15~30 m 外視勘查結果地面沉陷較明顯有漏砂之嫌而壘積沉陷達 20 公分（如圖 3.6 之相片-新濱-11、12）及 18.2 m 接縫海下檢測顯示疑有漏砂之跡象（如圖 3.10 之相片-新濱-24）。三者之間頗具相關性。

40~90 m 間於探測前地面巧剛修補(1997 年 4 月)，故無法與外視勘查及海下檢測結果比對。

125~145 m 間與外視勘查及海下檢測結果：外視勘查結果之明顯沉陷及海下檢測結果 117 m 處接縫檢測顯示疑有漏砂之跡象（如圖 3.13 之相片-新濱-38、39）。三者之間頗具相關性。

225~235 m 間、270-290 m 間則與外視勘查結果之明顯沉陷現象頗具相關性。

3.6 一號碼頭詳勘及檢測—B 區

B 區調查碼頭包含 1 號、2 號及 3 號頭等 3 座碼頭，主要詳勘內容；如同新濱碼頭除基本資料與現地異象現況調查外，亦進行海下檢測、變位監測及地質補充調查等。其結果分述於下列各節。

3.6.1 一號碼頭基本資料與現況勘查結果

一號碼頭基本資料與現況勘查結果顯示，一號碼頭目前為客輪、港勤及渡輪所用，根據文獻研判碼頭結構型式原為棧橋式碼頭，原有碼頭建造日期不詳；只能由文獻研判為民國 39 年前所建。現有碼頭已經改建，根據文獻資料顯示改建方式；為往港池方向，直接往前擴建為錨錠式鋼板樁碼頭，改建日期不詳，僅知啟用日期為 44 年 7 月。

有關一號碼頭其它基本資料與現況勘查結果詳如表 3.10。

3.6.2 一號碼頭外視異象現況調查與分析

一號碼頭外視異象現況調查結果，針對全港區初勘結果所綜合歸類出之主要七大異象重點分述如下：

- (一) 腐蝕 - 海上部份：建於法線橫樑附屬設施拆除後，聯結基座之鋼筋外露腐蝕（如圖 3.15 之相片-1 號碼頭-4），繫船柱、門軌等附屬設施均已老舊腐蝕（如圖 3.16 至 18 之相片-1 號碼頭-6、9、13）。海下部份：本項限於經費及避免與本所港工材料組研究工作重疊，故本研究對鋼板樁之腐蝕狀況，並未實施較深入之檢測作業。僅做簡單之海下攝影、照像及人工目測等檢視。其防蝕措施採鋅塊防蝕，表面腐蝕狀況如（圖 3.19 之相片-1 號碼頭-17、18、19、20）。
- (二) 龜裂 - 海上部份：法線橫樑有沿防舷材垂直於法線且部份向後延伸之垂直於法線之裂縫。碼頭 AC 面版有平行於法線之

明顯全長裂縫(圖 3.17 至 18 之相片-1 號碼頭-12、13、14)，疑為改建前原棧橋與改建後錨錠式鋼板樁不同結構型式，且非整體施工所導致之差異沉陷。以繫船柱為中心向後發展之裂縫(圖 3.16 至 18 之相片-1 號碼頭-6、8、9、14)，主要為繫船柱受拉力而產生。延法線橫樑接縫而垂直於法線之裂縫(圖 3.15 至 16 之相片-1 號碼頭-1、2、3、8)，主要應為不均勻沉陷加上不均佈之外力荷重所造成。繫船柱基座亦有平於法線及 45 度方向之裂縫(如圖 3.16 至 18 之相片-1 號碼頭-5、6、9、14)，應為受拉裂縫。對於上述狀況本研究選擇適當地點，採用 LVDT 按置裂縫監測點(如圖 3.16 至 17 之相片-1 號碼頭-5、6、9)。海下部份：由於海生物附著，且一般潛水人員並無土木工程基本知識，故一般之海下檢測較難查覺。

- (三) 破裂 -海上部份：法線橫樑受外力嚴重撞擊破裂(如圖 3.17 之相片-1 號碼頭-10)。碼頭鋪面屬 AC 柔性面版，除非嚴重之不均勻沉陷否則嚴重破裂現象較不易見。海下部份：海下檢測結果並未發現。
- (四) 沉陷 -海上部份：碼頭表面全區壓密沉陷約 5~12 公分(如圖 3.15 之相片-1 號碼頭-1)。本研究僅於碼頭面設置水準觀測若干點做為沉陷之監測點。海下部份：壁體是否沉陷，外視並無可明確判別之狀況，故僅能於橫樑上置水準觀點加以監測，以為日後判別之依據。
- (五) 拱起 -海上部份：並未發現拱起之狀況。海下部份：壁體是否拱起外視並無可明確判別之狀況，祇能以埋設傾斜管監測做為日後判別之依據。
- (六) 傾斜 -海上及海下部份：外視並無法看出明確之傾斜現象，故於岸壁設置傾斜盤(如圖 3.18 之相片-一號碼頭-16)，做為壁體傾斜之監測。祇因難以保護全遭破壞，日後當改裝於岸上橫樑面，以確保其監測效果。並埋設傾斜管做及設置電子測距基線做為比較監測(配置如表 3.11)。
- (七) 崩塌 -海上部份：距法線約 9 米，從西南圍牆起 60 米處崩塌一坑洞(如圖 3.15 之相片-一號碼頭-2)，若非因其它附屬工程施工後未確實填實，即有漏砂之嫌，可於雨天觀查積

水消退之快慢加以判斷。海下部份：海下檢測結果並無未發現有崩塌之狀況。

以上所述及其餘詳細均記錄於表 3.11、表 3.12 以及圖 3.15 至圖 3.19。

表 3.10 高雄港區一號碼頭現地初勘調查記錄表(A)

碼頭編號: 一號 碼頭法線版面標高: EL+ 2.10 m

用途屬性: <u>客輪</u>		水深: 原設計		目前				
長度: <u>259.27m</u> 縱深: <u>35m</u>		EL- <u>9.00m</u>		FL-				
原設計泊靠船級:			實際泊靠船級:					
1. 建造日期: <u>港測圖99年5月</u>		啓用日期: <u>44年7月</u>						
2. 碼頭構造形式 (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>		重力式		自立式 或 鉸錠式板樁				
				<input checked="" type="checkbox"/> 棧橋式				
				<input checked="" type="checkbox"/> 不明				
3. 碼頭附屬設備:								
項 目		損壞程度(附相片圖說)				(屬項請打勾)		
		極老舊	老舊	翻修	新	腐蝕	局部損壞	全面損壞
a. 作業機械設備			<input checked="" type="checkbox"/>					
b. 繫船柱			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
c. 防護材			<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	
d. 照棚設施				<input checked="" type="checkbox"/>				
e. 給水設施			<input checked="" type="checkbox"/>					
f. 排水設施				<input checked="" type="checkbox"/>				
g. 供油設施								
h. 擋車牆								
i. 倉庫								
j. 辦公室及房舍				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
k. 堆置場				<input checked="" type="checkbox"/>				
l. 通棧								
m. 其它								
4. 碼頭主體結構之損壞狀況: (附相片圖說)		(既有項目請打勾)						
損壞種類		結 構 部 位						
		基礎	柱	板樁	壁體	法線板樁	碼頭面	繫船柱基
a. 腐蝕						<input checked="" type="checkbox"/>		
b. 龜裂					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
c. 破裂					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
d. 沉陷					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
e. 拱起					<input checked="" type="checkbox"/>			
f. 傾斜					<input checked="" type="checkbox"/>			
g. 崩塌								
h. 滲水						<input checked="" type="checkbox"/>		
i. 出水								
j. 其它								
5. 維修過程說明:		現場可見曾維修						
6. 綜合評估:		2-3AE (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>						
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7. 建議深入調查事項:								

調查員: 李延恭 蘇吉立 張阿平

時間: 85年 08月 20日

說明:

製表: 蘇吉立 85年09月更修

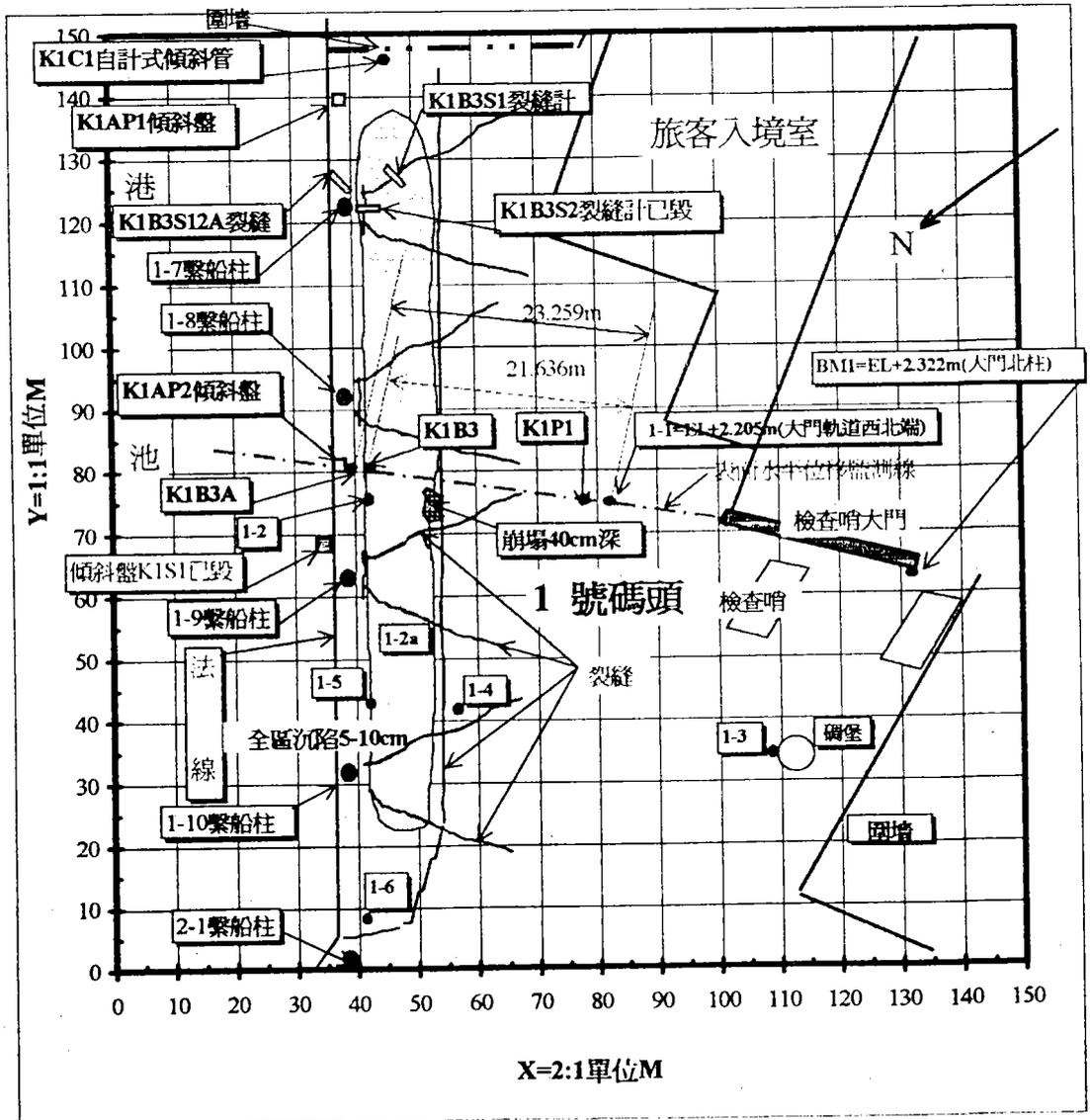
- A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)
- B-老舊(10-30年或材料已局部老化)
- C-新(10年內)
- D-現場可見近期新翻修
- E-現場可見曾翻修過

- 1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)
- 2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)
- 3-警示(已見輕微異變現象)
- 4-正常(未見異變現象)
- 0-翻修遭掩飾,無法判斷

表 3.11 高雄港區一號碼頭現地細部調查記錄表 (B)

碼頭編號：1 號		碼頭法線板面標高:EL+ 2.10 m	
用途屬性：	客輪	水深：	原設計 目前
長度：	259.27m	縱深：	35m
		EL-	9.00m FL- m
原設計泊靠船級：		實際泊靠船級：	
1.建造日期：	港測圖39年5月 (改建不詳)	啓用日期：	44年7月
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 <input type="checkbox"/> 或 鉗鉸式板樁 <input type="checkbox"/>	棧橋式 <input type="checkbox"/> 不明 <input type="checkbox"/> 附圖另詳 <input type="checkbox"/>

一號碼頭變位現況及監測網佈置平面示意圖



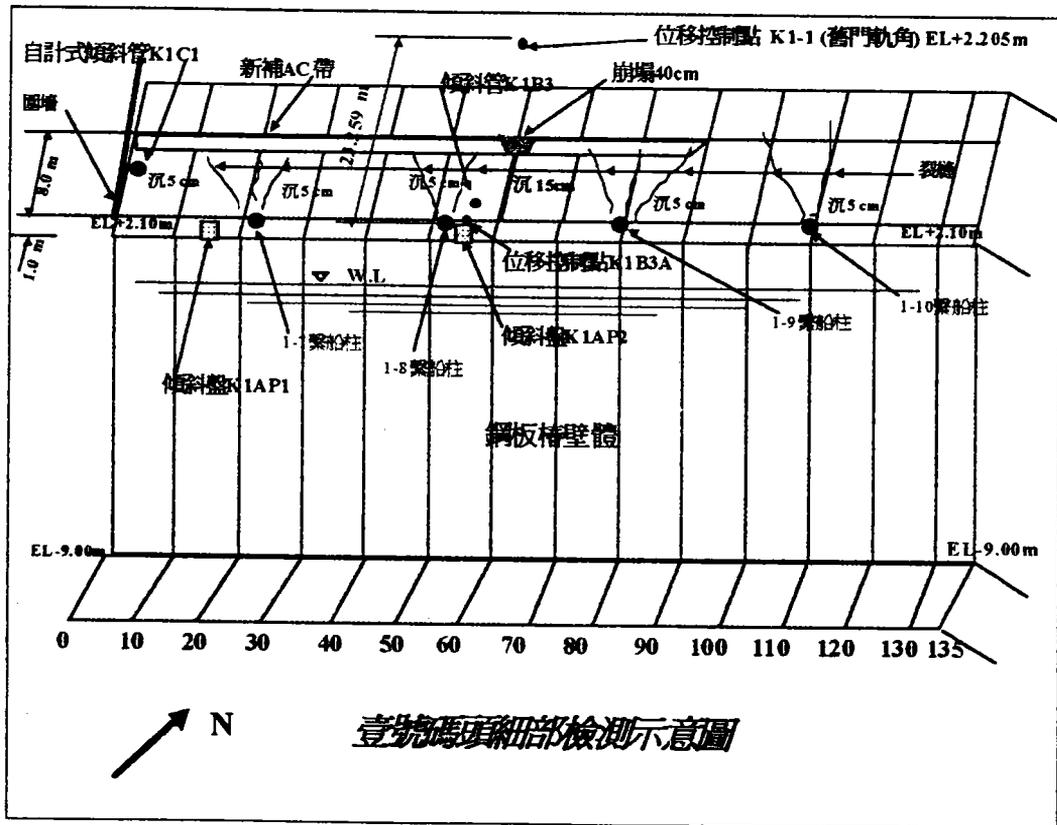
評估結果： 2-3AE
 調查員： 蘇吉立
 製圖員： 蘇吉立

時間： 85年 12月 19日
 至
 86年 2月 21日

表 3.12 高雄港區一號碼頭現地細部調查記錄表 (C)

碼頭編號：1 號		碼頭法線板面標高:EL+ 2.10 m	
用途屬性：	客輪	水深：原設計	目前
長度：	259.27m	縱深：	35m
		EL-	9.00m
原設計泊靠船級：		實際泊靠船級：	
1.建造日期：	港測圖39年5月 (改建不詳)	啓用日期：	44年7月
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 或 錨錠式板樁 <input type="checkbox"/>	棧橋式 <input type="checkbox"/> 不明 <input type="checkbox"/> 附圖另詳

一號碼頭細部檢測立面示意圖



壹號碼頭細部檢測示意圖

評估結果： 2-3AE

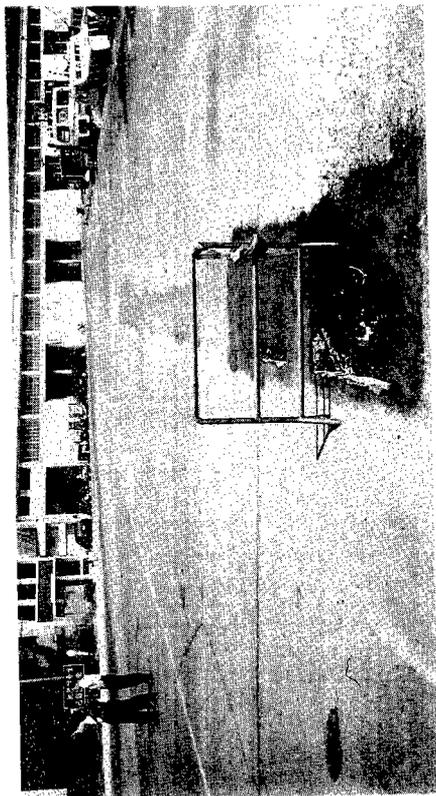
調查員： 蘇吉立
製圖員： 蘇吉立

時間： 85 年 12 月 19 日
至
86 年 5 月 日

圖 3.15 一號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-1 號碼頭-1



相片-1 號碼頭-2



相片-1 號碼頭-3



相片-1 號碼頭-4

圖 3.16 一號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-1 號碼頭-5



相片-1 號碼頭-6



相片-1 號碼頭-7



相片-1 號碼頭-8

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.17 一號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-1 號碼頭-9



相片-1 號碼頭-10



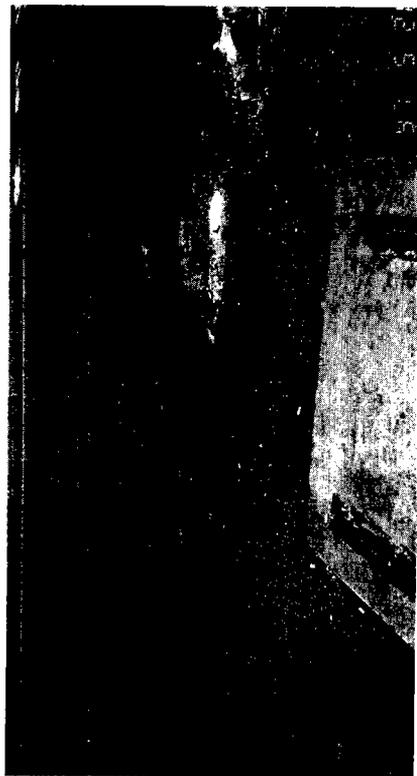
相片-1 號碼頭-11



相片-1 號碼頭-12

港灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.18 一號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-1 號碼頭-13



相片-1 號碼頭-14



相片-1 號碼頭-15



相片-1 號碼頭-16

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

3.6.3 一號碼頭海下檢測結果

一號碼頭海下檢測結果；詳載如表 3.12 中之立面示意圖，及圖 3.19；所得係根據海下錄影、照像及潛水人員口述綜合結果，重要現象概要說明分析如下：

- (1) 原防蝕鋅塊已耗盡，且已更新。腐蝕狀況如（如圖 3.19 之相片-1 號碼頭-17 至 20）。
- (2) 海生物狀況：與新濱略同，碼頭壁體多為貝類所附著，而藻類則較新濱茂密但短小（如圖 3.19 之相片-1 號碼頭-17 至 20）。
- (3) 原設計水深 EL-9.00 m，檢測當時臨壁體水深為 EL-8.50~10.30 m，西南圍牆起 10 至 55 米間有超深之現象，尤以 30 至 50 米間超深 1.3 至 1.5 米較為嚴重。
- (4) 有關輕微漏砂之跡象因一般海下檢測之潛水人員，多無土木工程之相關經驗，故較不易查覺。不過若由地表崩塌（如圖 3.15 之相片-1 號碼頭-2）及沉陷（如圖 3.15 至 17 之相片-1 號碼頭-1、11）之異象行為研判，漏砂亦屬可能，應做長期監測。

3.6.4 一號碼頭變位監測結果

一號碼頭實際施設之變位監測，分為表面垂直沉陷變位監測及水平變位監測。

表面垂直沉陷變位監測，係利用水準儀針對選定之相關水準點，定期施以水準測量，藉以比較分析碼頭各部位之相對沉陷狀況。監測水準點設置相關位置及目前整體沉陷現況，詳如表 3.11 之圖示，監測結果於 85 年 12 月至 87 年 2 月間測得 0 ~ 9 mm 之不等沉陷，詳如表 3.13。

水平變位監測，主要利用傾斜管、傾斜盤、LVDT 及電子測距儀等定期定點監測。各主要監測點配置詳如表 3.11 之圖示。各主要監測功能分述如下：

- (1) 傾斜管設人工量測 K1B3 一孔 30 m 深及自計式 K1C1 一孔 36m 深，監測結果詳見附錄 G。

圖 3.19 一號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-1 號碼頭-17



相片-1 號碼頭-18



相片-1 號碼頭-19



相片-1 號碼頭-20

港灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

兩孔。監測結果詳見附錄 H。

- (3) LVDT-分設 K1B3S1 (1-7 繫船柱後 45 度裂縫) 及 K1B3S2 (1-7 繫船柱後平行法線之裂縫兩處, K1B3S2 已毀, 另將 K1B3S2 之 LVDT 移設繫船柱旁, 改監測繫船柱於橫樑上之 45 度拉裂縫, 監測結果詳如表 3.14。
- (4) 電子測距儀-設立 K1B3A-K1P1 測線一條。監測結果詳如表 3.14。

表 3.13 高雄港區細部調查 — B 區沉陷監測結果表

監測碼頭	1#,2#,3# 碼頭						備註
	85/12/19	86/1/17	86/7/16	86/10/22	86/12/10	87/2/25	
監測日期		86/2/21					
監測站	高 程(EL.m)						
BMI	2.322	2.322	2.322	2.322	2.322	2.322	崗背門旁
1-1	2.205	2.205	2.202	2.202	2.202	2.199	門動角
B3S2A						1.979	重安梁縫十
K1P1			2.069	2.069	2.066	2.063	水壓監測孔
K1B3			1.909	1.908	1.905	1.902	化驗監測孔
K1B3A			2.008	2.008	2.004	2.002	法線黃梁
1-2	1.918	1.917	1.918	1.917	1.918	1.917	
1-2A		1.945	1.945	1.945	1.943	1.941	
1-3	2.225	人為破壞					
1-4	2.047	2.047	2.047	2.052	2.048	2.043	
1-5	1.966	1.966	1.967	1.971	1.969	1.967	
1-6	2.066	2.066	2.065	2.074	2.065	2.063	
K2B4			2.074	2.080	2.069	2.068	化驗監測孔
K2B4A			2.051	2.054	2.045	2.043	法線黃梁
K2B4B			2.224	2.225	2.217	2.215	
2-1	2.059	2.059	2.060		2.057		
2-2	2.095	2.097			2.090		
2-3	2.201	2.202					
2-4							
2-5	2.102	2.103					
2-6	2.114	2.114					
2-7	2.151	2.154	2.154				
2-8	2.212	2.217	2.216				
2-9	2.257	2.271					
3-1	2.183	2.202	2.192				
3-2	2.157	2.16	2.158				
3-3	2.228	2.231	2.231				
3-4	2.339	2.346	2.345				
K3B5			2.214				
K3B5A			2.182				
K3B5B			2.246				
3-6	2.258	2.262					
3-7	2.19	2.193					
3-8	2.195	2.198					
3-9	2.209	2.216					
3-10	2.249	2.251					
3-11	2.337	2.34					

表 3.14 高雄港區細部調查 - B 區變位及水壓監測結果表

高雄港區碼頭細部調查 - B 區水面水平位移監測結果表

監測碼頭	86/7/16	86/10/23	87/2/25	備註
1#,2#,3# 碼頭				
監測日期	86/7/16	86/10/23	87/2/25	
監測線	垂直法線方向表面水平大位移 (水平基線長 m)			
K1B3A-1-1	23.259	23.259	23.256	電子測距儀
K1B3-1-1	21.636			廠牌: PENTEX
K2B4B-B4	21.075			型號: PCS-3
K2B4B-B4A	22.459	22.461	22.464	儀號: 415396
K3B5B-B5	20.486			誤差: ± 1mm
K3B5B-B5A	21.771			
K3B5A-K3-3		24.899		
監測日期	86/5/20	86/9/19	86/11/28	87/2/12
監測點	局部水平裂縫 (m.m) (正表擴張, 負表收縮)			LVDT
K1B3S1	0	0.479	0.639	0.995
K1B3S2	0	0.461	0.415	0.250
K1B3S2A				0.000
K3B5S				0.000

K1B3S1 設於繫船柱後45度裂縫
 K1B3S2 設於繫船柱後垂直裂縫
 K1B3S2A 設於繫船柱旁45度裂縫
 K3B5S 設於K3B5後平行法線裂縫
 CDP-25 No:526144 零點-4910 (1=0.001988mm)
 CDP-25 No:526142 零點-454 (1=0.001988mm)
 CDP-25 No:526142 零點+145 (1=0.001988mm)
 CDP-25 No:527051 零點-1587 (1=0.001988mm)

高雄港區碼頭細部調查 - B 區水壓監測結果表

監測碼頭	86/7/24	86/9/19	86/10/23	備註
1# 碼頭				
監測日期	86/7/24	86/9/19	86/10/23	
監測時間	14:20	15:20	11:00	
監測時潮沙	EL+0.908m	EL+0.608m	EL+0.554m	
監測點	水壓 kg/cm ²			
KIP1-1	36543	0.473	0.454	埋設深度6m
KIP1-2	36542	1.344	1.325	1.313

No:36543 C=0.000671kg/cm²/10-6 Zero=120
 No:36542 C=0.000679kg/cm²/10-6 Zero=60
 KIP1 標高 EL+2.069m (86/7/16)

監測員: 蘇吉立

3.6.5 一號碼頭地質補充調查

一號碼頭地質補充調查工做作計有：

(一). **地質鑽探取樣**：共鑽 3 孔 (K1B3-30 m 深、K1C1-36m 及 K1P1-25 m 深)，其中 K1B3-30 m 作為傾斜管人工監測用，K1C1-36m 作為傾斜管自動監測用，K1P1-25 m 則為水壓之監測孔，各孔並分別取得樣品進行室內試驗，鑽探孔位詳 (表 3.11 與表 3.12)。鑽探及相關試驗結果另詳第四章及附錄 A 至 F。

(二). **透地雷達分析**：由碼頭東南圍牆起，距法線約 6 米處且平行於法線往東北 2 號碼頭方向，實施直線探測，測線計長 142 m。並於繫船柱 1-7、1-8 及 1-9 等處測三條垂直於法線之測線，各長約 16 m。

透地雷達探測時儀器使用參數同新濱碼頭。

透地雷達探測分析結果：

透地雷達探測結果之分析須比對外視勘查結果。

(A) 由外視勘查結果：

(1) 全區地面沉陷明顯而達 5-12 公分 (如表 3.11 至表 3.12 與圖 3.15 至圖 3.16 之相片-1 號碼頭-1、2、3 及 8)，尤以繫船柱 1-8 與 1-9 間之伸縮縫附近之沉陷最闊而深 (如圖 3.15 之相片-1 號碼頭-1)。

(2) 繫船柱 1-8 與 1-9 間之後線附近有一處因砂隨兩水流失導致崩塌之孔 (若非因其它附屬工程施工後未確實填實) (如圖 3.15 之相片-1 號碼頭-2)。

(3) 由沉陷監測結果 (如表 3.13) 顯示 1 號碼頭直至今目前仍有繼續沉陷之跡象。

(B) 由透地雷達探測結果：

於透地雷達掃描判視圖中 (如附圖-透地雷達掃描判視圖) 明顯可見，於 GL 下 30cm 至 80cm 之間有一高低起伏大小不一且非連續性之間隙或疏鬆帶。

綜合(A)(B)之相關性，得透地雷達探測分析研判結果如下：

(1) 1 號碼頭直至今目前仍處於沉陷壓密中，故部份間隙帶較大之處，日後碼頭面將因承受相當之外力載重而繼續加深沉陷、龜

裂、破裂或崩塌等現象。但若祇是因單純之正常壓密或過壓密行為，則這等現象應於相當之時間與相當之載重下即停止發生。若是；則目前港務局於 36、37 等碼頭面採用剛性面板之修復法，即屬正確。

(b) 1 號碼頭部份地區有漏砂之可能性，惟海下檢測結果並未查覺。而繫船柱 1-8 與 1-9 間之沉陷，一部份亦可能為因砂經橫樑伸縮縫處，隨雨水漏失或海潮淘失所致。另一可能為該區面受過較大之載重，或伸縮縫處之壁體曾產生較大之外移。

3.7 二號碼頭詳勘及檢測—B 區

二號碼頭詳勘內容亦如同新濱碼頭；除基本資料與現地異象現況調查外，亦進行海下檢測、變位監測及地質補充調查等。其結果分述於下列各節。

3.7.1 二號碼頭基本資料與現況勘查結果

二號碼頭基本資料與現況勘查結果顯示，二號碼頭目前為雜貨碼頭，使用率高。

根據文獻碼頭結構型式為重力式碼頭，原有碼頭建造日期不詳；只能由文獻研判為民國 39 年前所建。

有關二號碼頭其它基本資料與現況勘查結果詳如表 3.15。

3.7.2 二號碼頭外視異象現況調查與分析

二號碼頭外視異象現況調查結果，針對全港區初勘結果所綜合歸類出之主要七大異象重點分述如下：

- (一) 腐蝕 - 海上部份：繫船柱均已老舊腐蝕（如圖 3.20 之相片-2 號碼頭-1、2、3、4）。海下部份：經海下攝影、照像及人工目測等檢視。表面並無腐蝕狀況。
- (二) 龜裂 - 海上部份：碼頭 AC 面版有兩道平行於法線之明顯全長裂縫（如表 3.16 及 17 所示），距法線 2.4 m 者極可能為方塊與回填料間，因差異沉陷而沿兩者之界線產生裂縫（如圖 3.20 至 21 之相片-2 號碼頭-2、3、7），距法線 9.6 m 者極可能為回填料與原有土層間，因差異沉陷或碼頭滑動而沿兩者之界線產生裂縫。以繫船柱為中心向後發展之裂縫（狀況如 1 號碼頭較不明顯）。延法線橫樑接縫而垂直於法線之裂縫（圖 3.20 之相片-2 號碼頭-4），主要應為不均勻沉陷加上不均佈之外力荷重所造成，該部份結構體可能為不連續

建築，須經海下檢測始能判定。繫船柱基座亦有平於法線及 45 度方向之裂縫（狀況如 1 號碼頭較不明顯），應為受拉裂縫。對於上述狀況本研究僅選擇性於部份地點，採用 LVDT 按置裂縫監測點（如表 3.16 所示）。海下部份：由於海生物附著，且一般潛水人員並無土木工程基本知識，故一般之海下檢測較難查覺。

- (三) **破裂** -海上部份：法線橫樑受外力嚴重撞擊破裂（如圖 3.20 及 21 之相片-2 號碼頭-1 及 5）。碼頭鋪面屬 AC 柔性面版，除非嚴重之不均勻沉陷否則嚴重破裂現象較不易見。海下部份：海下檢測結發現距碼頭西北 30 m 水深 EL-2.8 m 至 EL-7.1 m 處有一大破洞（如表 3.17 所示），其它破裂狀況如（表 3.17 及圖 3.20 至 25 之相片-2 號碼頭-1、4、5、22 所示）。
- (四) **沉陷** -海上部份：碼頭表面全區壓密沉陷 5~10 公分（如表 3.16 及 17 與圖 3.20 至 21 之相片-2 號碼頭-1、2、5、6 所示）。本研究僅於碼頭面設置水準觀測若干點做為沉陷之監測點。海下部份：壁體是否沉陷，外視並無可明確判別之狀況，故僅能於橫樑上置水準觀點加以監測，以為日後判別之依據。
- (五) **拱起** -海上部份：並未發現拱起之狀況。海下部份：壁體是否拱起外視並無可明確判別之狀況，祇能以埋設傾斜管監測做為日後判別之依據。
- (六) **傾斜** -海上及海下部份：外視並無法看出明確之傾斜現象，故於岸上橫樑面設置傾斜盤，並埋設傾斜管做及設置電子測距基線做為比較監測（配置如表 3.16 及 17）。
- (七) **崩塌** -海上部份：調查期間並無此現象。海下部份：另詳海下調查。

以上所述及其餘詳細均記錄於表 3.16、表 3.17 以及圖 3.20 至圖 3.25。

表 3.15 高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)

碼頭編號:	二號		碼頭法線板面標高:EL+	2.10 m					
用途屬性:	雜貨		水深:	原設計	目前				
長度:	136.97m	縱深:	EL-	9.00m	FL- m				
原設計泊靠船級:	實際泊靠船級:								
1.建造日期:	港測圖39年5月		啓用日期:	59年2月					
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 <input type="checkbox"/>	或 錨錠式板樁 <input type="checkbox"/>	棧橋式 <input type="checkbox"/>	不明 <input type="checkbox"/> 附圖另詳				
3.碼頭附屬設備:									
項 目	損壞程度(附相片圖說)				(屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>				
	極老舊	老舊	翻修	新	腐蝕 局部損壞 全面損壞				
a. 作業機械設備									
b. 繫船柱		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>				
c. 防舷材		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>				
d. 照明設施			<input checked="" type="checkbox"/>						
e. 給水設施		<input checked="" type="checkbox"/>							
f. 排水設施		<input checked="" type="checkbox"/>							
g. 供油設施									
h. 擋車牆			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
i. 倉庫		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>				
j. 辦公室及房舍			<input checked="" type="checkbox"/>						
k. 堆置場 -									
l. 通棧 -									
m. 其它 -									
4.碼頭主體結構之損壞狀況:(附相片圖說)	(既有項目請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>								
損壞種類	結 構 部 位								
	基礎	柱	板樁	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基	後線地面	
a. 腐蝕					<input checked="" type="checkbox"/>				
b. 龜裂				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
c. 破裂				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
d. 沉陷						<input checked="" type="checkbox"/>			
e. 拱起									
f. 傾斜				<input checked="" type="checkbox"/>					
g. 崩塌									
h. 滲水						<input checked="" type="checkbox"/>			
i. 出水									
j. 其它									
5.維修過程說明:	(1).由啓用年限研判應會翻修 (2).現場可見會維修								
6.綜合評估:	2-3AE (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>								
	新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7.建議深入調查事項:									

調查員: 李延恭 蘇吉立 張阿平

時間: 85年 08月 20日

說明:

製表: 蘇吉立 85年09月更修

A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)

B-老舊(10-30年或材料已局部老化)

2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)

C-新(10年內)

3-警示(已見輕微異變現象)

D-現場可見近期新翻修

4-正常(未見異變現象)

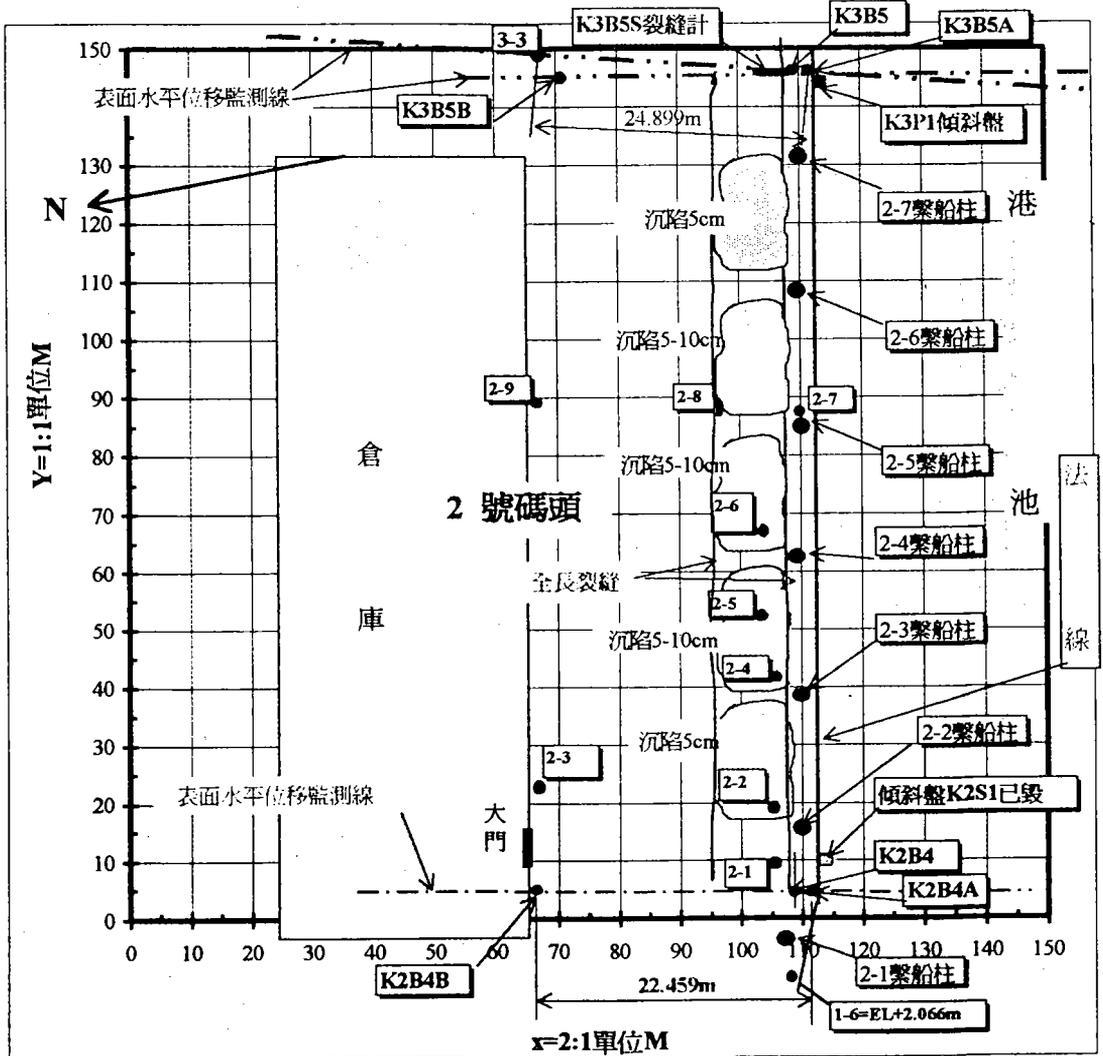
E-現場可見曾翻修過

0-翻修遭掩飾,無法判斷

表 3.16 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)

碼頭編號: 2 號		碼頭法線板面標高: EL+ 2.10 m	
用途屬性: 雜	長度: 136.97m 縱深: 1.8-5.74m	水深: 原設計	目前
		EL- 9.00m	FL- m
原設計泊靠船級:		實際泊靠船級:	
1.建造日期: 港測圖39年5月	啓用日期: 59年2月		
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 或 錨錠式板樁 <input checked="" type="checkbox"/>	棧橋式 不明 附圖另詳

碼頭變位現況及監測網佈置平面示意圖



評估結果: 2-3AE

調查員: 蘇吉立

製圖員: 蘇吉立

時間: 85年 12月 19日

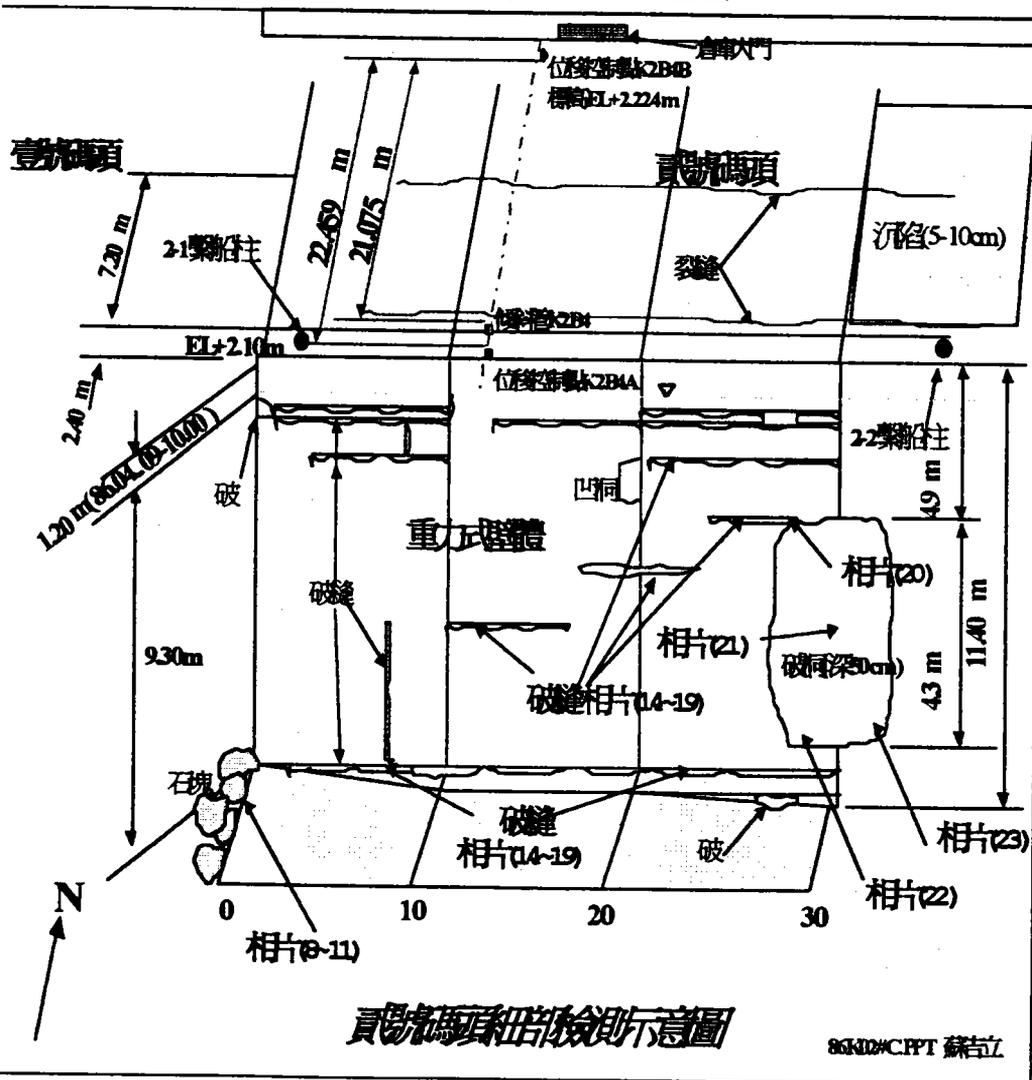
至

86年 02月 21日

表 3.17 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表 (C)

碼頭編號: 2 號		碼頭法線板面標高: EL+ 2.10 m		
用途屬性: 雜	水深: 原設計	目前		
長度: 136.97m	縱深: 1.8-5.74m	EL-	9.00m	FL- m
原設計泊靠船級:		實際泊靠船級:		
1.建造日期: 港測圖39年5月	啓用日期:		59年2月	
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 或 鉸鏈式板樁 <input type="checkbox"/>	棧橋式 <input type="checkbox"/>	不明 <input type="checkbox"/> 附圖另詳

碼頭細部檢測立面示意圖

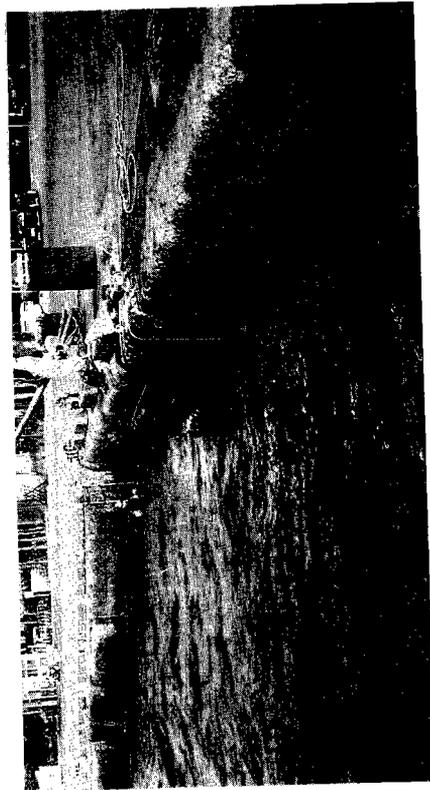


評估結果: 2-3AK

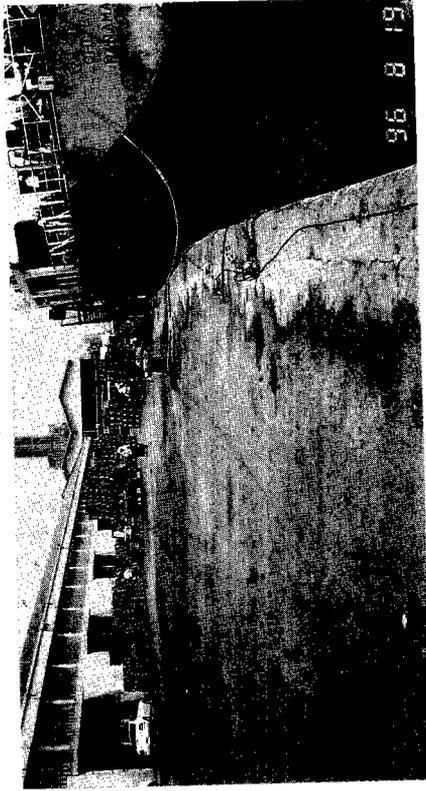
調查員: 蘇吉立
製圖員: 蘇吉立

時間: 85年 12月 19日
至
86年 05月 日

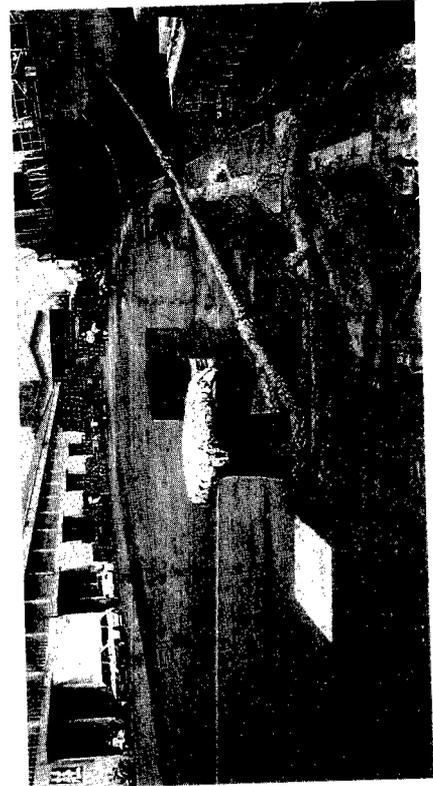
圖 3.20 二號碼頭現地及調查狀況記錄相片



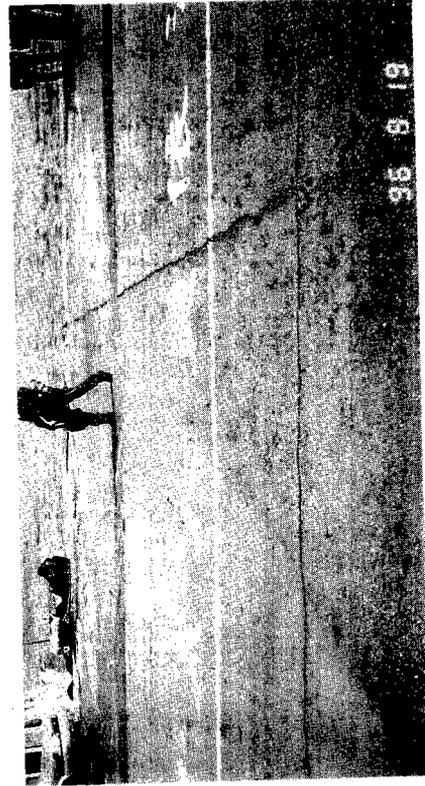
相片-2 號碼頭-1



相片-2 號碼頭-2



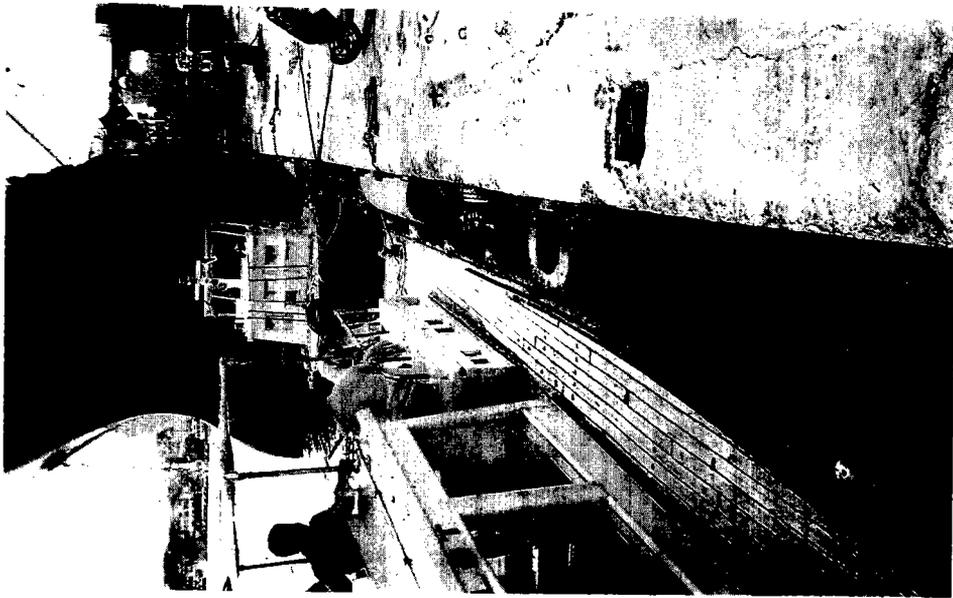
相片-2 號碼頭-3



相片-2 號碼頭-4

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.21 二號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-2 號碼頭-5



相片-2 號碼頭-6



相片-2 號碼頭-7

3.7.3 二號碼頭海下檢測結果

二號碼頭海下檢測結果；詳載如表 3.17 中立面示意圖，及圖 3.22 至 25；所得係根據海下錄影、照像及潛水人員口述綜合結果，重要現象概要說明分析如下：

- (1) 海生物狀況；與新濱略同，碼頭壁體多為貝類及短小藻類所附著（如圖 3.22 至 25 之相片-2 號碼頭-8 至 23）。
- (2) 腐蝕狀況；表面並未查覺腐蝕狀況（如圖 3.22 至 25 之相片-2 號碼頭-8 至 23）。
- (3) 水深狀況；原設計水深 EL-9.00 m，檢測當時（1997.4）僅取西北起 0 至 30 米一段。結果顯示西北起 20 至 30 米間（臨破洞地帶）臨壁體水深為 EL-9.40~9.6 m，超深 40~60cm，離壁 3m 水深為 EL-10.2~9.9 m，超深 1.2~0.9 米較為嚴重。
- (4) 結構狀況；海下檢測結果發現距碼頭西北 30 m 水深 EL-2.8 m 至 EL-7.1 m 處有一大破洞，寬 6 米高 4.3 米深約 50 公分（如表 3.17 及圖 3.25 之相片-2 號碼頭-20、21、22、23 所示）。
- (5) 漏砂狀況；檢測當時並未查覺漏砂之跡象，不過若比對地表沉陷應有輕微漏砂之嫌，一般海下檢測之潛水人員，較不易查覺。應做長期變位監測。

3.7.4 二號碼頭變位監測結果

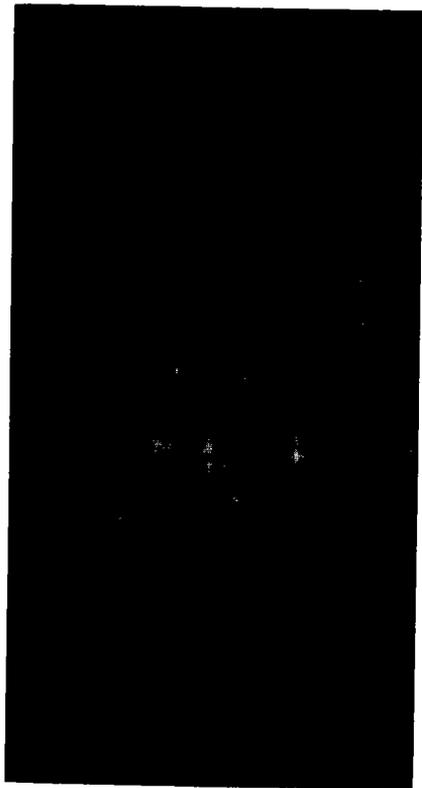
二號碼頭實際施設之變位監測，分為表面垂直沉陷變位監測、表面水平變位監測及碼頭縱深之水平變位監測。

表面垂直沉陷變位監測，係利用水準儀針對選定之相關水準點，定期施以水準測量，藉以比較分析碼頭各部位之相對沉陷狀況。監測水準點設置相關位置及目前整體沉陷現況，詳如表 3.16 之圖示，監測結果詳如表 3.13。

表面水平變位監測，主要利用 LVDT 及電子測距儀等定期定點監測。碼頭縱深之水平變位監測則利用傾斜管定期定點監測。各主要監測點配置詳如表 3.16 之圖示。各主要監測功能分述如下：

- (1) 傾斜管設 K2B4 及 K3B5 兩孔各 30 m 深，監測結果詳如附錄

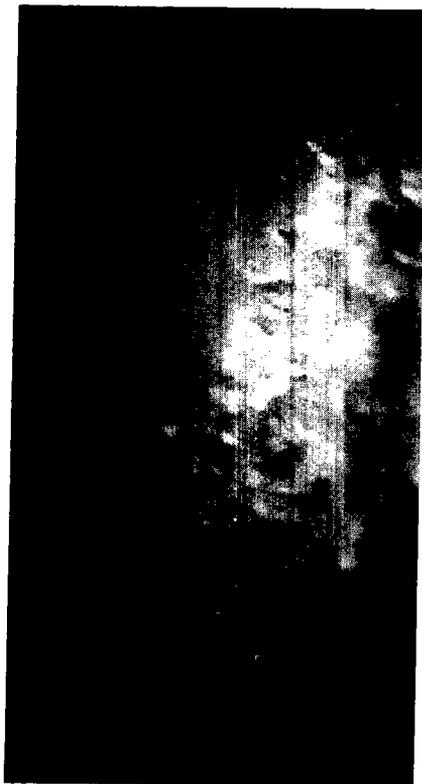
圖 3.22 二號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-2 號碼頭-8



相片-2 號碼頭-9



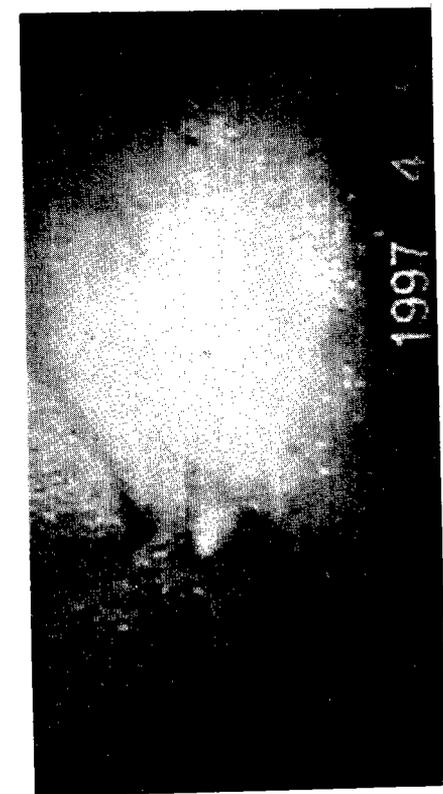
相片-2 號碼頭-10



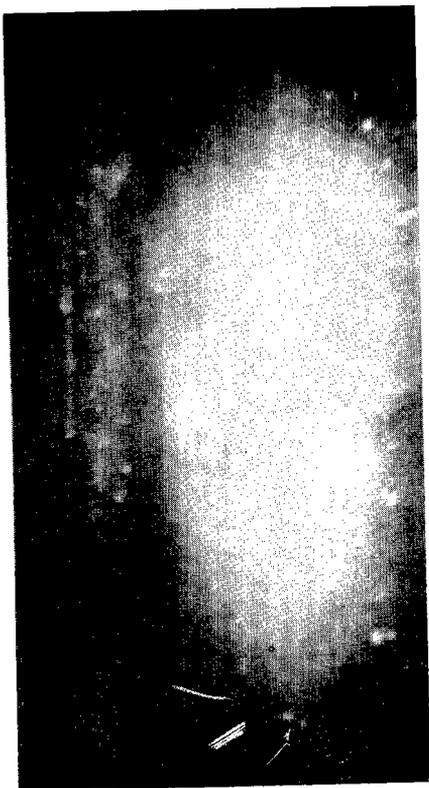
相片-2 號碼頭-11

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.23 二號碼頭現地及調查狀況記錄相片



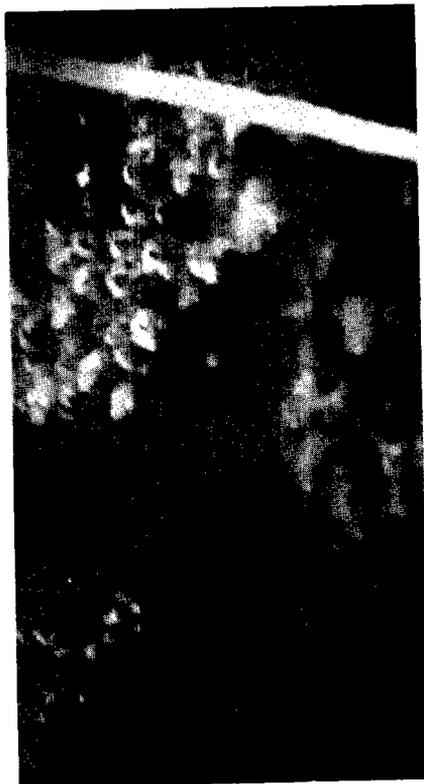
相片-2 號碼頭-12



相片-2 號碼頭-13



相片-2 號碼頭-14

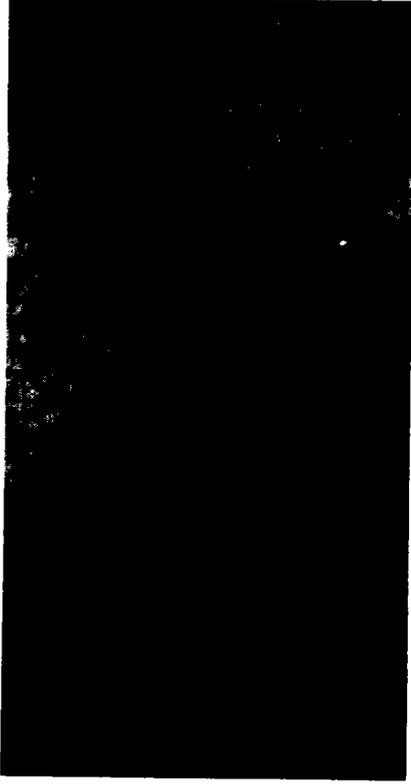


相片-2 號碼頭-15

圖 3.24 二號碼頭現地及調查狀況記錄相片



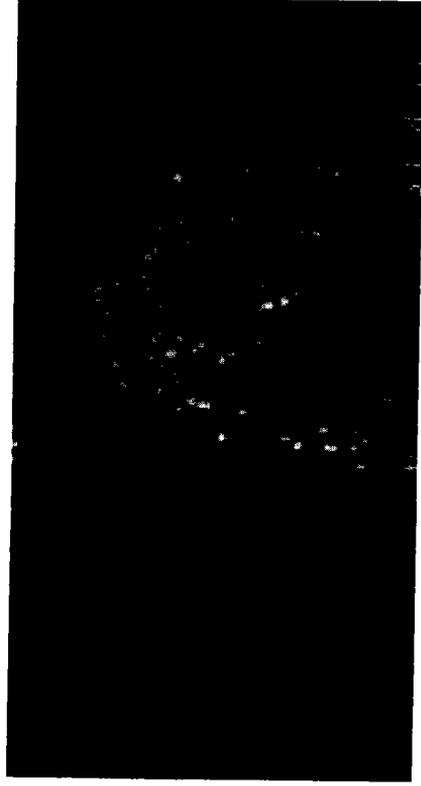
相片-2 號碼頭-16



相片-2 號碼頭-17



相片-2 號碼頭-18



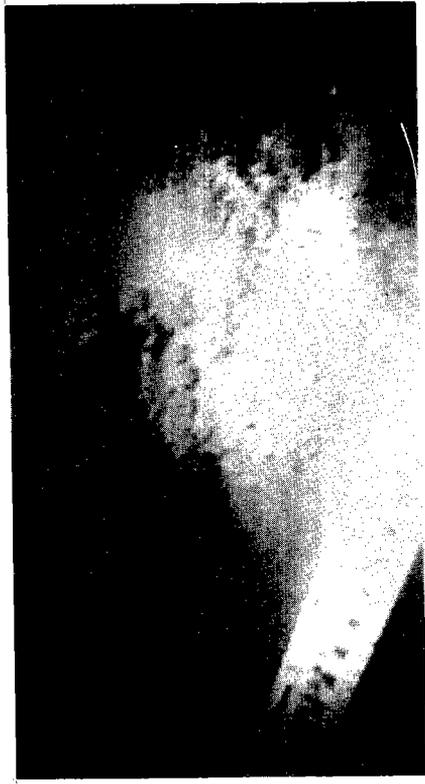
相片-2 號碼頭-19

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.25 二號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-2 號碼頭-20



相片-2 號碼頭-21



相片-2 號碼頭-22



相片-2 號碼頭-23

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

G。

- (2) 傾斜盤設 K2S1 一處。原監測系統已毀。另於二號碼頭尾 K3B5 附近法線橫樑上設 K3P1 傾斜盤一處。監測結果詳如附錄 H。
- (3) LVDT-於二號碼頭尾 K3B5 附近設 K3B5S 一處（監測平行法線之裂縫），監測結果詳如表 3.14。
- (4) 電子測距儀-設立 K2B4A-K2B4B 及 K3B5A-K3B5B 測線二條。而 K3B5A-K3B5B 則於 1997 年 12 月遭破壞，於 1998 年 2 月另補設立 K3B5A-K3-3 測線一條。監測結果詳如表 3.14。

3.7.5 二號碼頭地質補充調查

二號碼頭地質補充調查工做作計有：

- (一). **地質鑽探取樣**：共鑽 2 孔（K2B4-30 m 深及 K3B5-30 m 深），並作為傾斜管監測用，各孔並分別取得樣品進行室內試驗，鑽探孔位詳（表 3.16 與表 3.17）。

鑽探及相關試驗結果詳第四章及附錄 A 至 F。

- (二). **透地雷達分析**：主要由碼頭西北起，延平行於法線約 6 米處往東南施一橫測線，計長 315 m。並於繫船柱 2-2、2-3、2-4、2-5 及 2-6 等處測 5 條垂直於法線之測線，各長約 15~23 m。透地雷達探測時儀器使用參數同新濱碼頭。

透地雷達探測結果全線斷斷續續於 PC 覆層與回填層之間均有空隙之嫌。應繼續做沉陷及位移監測，以確定是否仍繼續沉陷，若是則有位移或漏砂之嫌。

3.8 13 號至 18 號碼頭詳勘及檢測 — C 區

C 區主要檢測碼頭計有 13 至 18 號 6 座，而重點則集中於 17 及 18 號碼頭

主要詳勘檢測工作；除基本資料與現地異象現況調查外，並進行海下檢測、變位監測及地質補充調查等，其結果分述於下列各節。

3.8.1 C 區碼頭基本資料與現況勘查結果

由於重點集於 17 及 18 號碼頭，故於此僅提 17 及 18 號碼頭基本資料與現況勘查結果詳如表 3.18 及 3.19。

17 號為軍用、台泥及雜貨碼頭，18 號則為中油專用碼頭。確實建造日期不詳；只能由文獻研判為民國 39 年前所建。但卻有啟用日期為民國 57 年 3 月之記錄，原因不明。根據文獻資料顯示 17 碼頭結構型式採沉箱及尾段方塊之重力式與 18 號之重力式方塊銜接。詳如表 3.18、3.19、3.8-21 及 3.22。

3.8.2 C 區碼頭外視異象現況調查與分析

C 區因 13 號至 16 號前 2/3 段部份均為棧橋式碼頭，主要問題為腐蝕及沉陷，故僅以 17 及 18 號碼頭外視異象現況調查結果，就外視異象現況調查結果綜合之七大異象重點分述如下：

- (一) 腐蝕 - 海上部份：法線橫樑遭受外力破損鋼筋外露腐蝕（如圖 3.27 相片-17 號-8、11），繫船柱、給水、給油等附屬設施均已老舊腐蝕（如圖 3.26 至 32 之相片-17 號-2、3、4、6、7 及相片-18 號-1、3、5、6、7、8、9）。海下部份：本研究並未實施深入之檢測作業。17 號重力式沉箱碼頭因有裂痕之疑，恐加速腐蝕應深入檢測。
- (二) 龜裂 - 海上部份：17 號碼頭面版距法線約 5.8m 有一平行法線之全長裂縫，（如表 3.20、表 3.21 及圖 3.27 相片-17 號-

6) ,可能為不均云沉陷、漏砂或結構外移加上外力荷重所造成。16號與17號交界處板面及壁體亦有明顯不規則之裂縫(如圖 3.26 相片-17號-2、3、4) ,應與沉陷、受外力撞擊、結構異動等有關。繫船柱後亦有 45 度之拉裂縫(如圖 3.26 相片-17號-4、3.8-5 相片-18號-1) 。面板與橫樑間之裂縫(如圖 3.26 至 32 之 相片-17號-5、8、9、11、12、13、15) ,應與沉陷、結構異動等有關。對於上述狀況本研究選擇適當地點,採用 LVDT 按置裂縫監測點(如圖 3.27 相片-17號-5、圖 3.28 相片-17號-11) 。海下部份:17號重力式沉箱碼頭西北起 127m 處,深 7m 附近有裂痕之疑(如圖 3.33 相片-17號-19) ,由於海生物附著茂密,較難查覺及判定。

(三) 破裂 -海上部份:法線橫樑受外力嚴重撞擊破裂(如圖 3.26 至 32 之 相片-17號-7、8、11、相片-18號-1、4、6、7) 。碼頭面版因過度不均勻沉陷加上外力荷重而造成破裂(如圖 3.26 至 32 之 相片-17號-1、2、6、14、相片-18號-5) ,面板與橫樑間之裂縫(如圖 3.26 至 32 之 相片-17號-5、11、13、16、相片-18號-1、3、4、6) ,應與沉陷、結構異動等有關,尤以 17 號尾及 18 號壁體有持續外移之跡象。海下部份:由於海生物附著茂密,較難查覺及判定。詳如海下檢測結果。

(四) 沉陷 -海上部份:碼頭表面部份區域沉陷 5~25 公分不等(如表 3.20、表 3.21、表 3.22 及圖 3.26 至 32 之 相片-17號-1、2、8、9、11、16、相片-18號-1、4、5、6、7、8) 。本研究僅於碼頭面設置水準觀測若干點做為沉陷之監測點。海下部份:壁體是否沉陷,外視並無可明確判別之狀況,故僅能於橫樑上置水準觀點加以監測,以為日後判別之依據。

(五) 拱起 -海上部份:無明顯之跡象。海下部份:壁體是否拱起外視並無可明確判別之狀況,祇能以埋設傾斜管監測做為日後判別之依據。

(六) 傾斜 -海上及海下部份:若據外視面板與橫樑之離裂現象(如圖 3.26 至 32 之 相片-17號-11、13、16、相片-18號-1、3) 、面板及壁體之沉裂(如圖 3.26 至 32 之 相片-17號-2、3) ,應有壁體外傾之虞。應埋設傾斜管、LVDT、傾斜盤及設置電子測距基線做為比較監測,以利研判。

(七) 崩塌—海上及海下部份：18 號因受 19 號之拖毀，尾部已嚴重崩毀（如圖 3.32 之相片-18 號-8、9、11）。

以上所述及其餘詳細均記錄於表 3.20、表 3.21 及表 3.22 以及圖 3.26 至圖 3.36。

表 3.18 高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表 (A)

碼頭編號: 17號 碼頭法線板面標高: EL+ 2.60 m

用途屬性: 台泥及雜貨		水深: 原設計		目前				
長度: 150m	縱深:	EL- 9.00m	FL- 11.00m					
原設計泊靠船級:			實際泊靠船級:					
1. 建造日期: 港測圖39年5月		啓用日期: 57年3月						
2. 碼頭構造形式 (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>		重力式 <input checked="" type="checkbox"/> 自立式 或 鐵錠式板樁		棧橋式 不明 附圖另詳				
3. 碼頭附屬設備:								
項 目	損壞程度 (附相片圖說)				(屬項請打勾)			
	極老舊	老舊	翻修	新	腐蝕	局部損壞 全面損壞		
a. 作業機械設備		<input checked="" type="checkbox"/>						
b. 繫船柱		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
c. 防舷材		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
d. 照明設施		<input checked="" type="checkbox"/>						
e. 給水設施		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
f. 排水設施		<input checked="" type="checkbox"/>						
g. 供油設施								
h. 擋車牆			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
i. 倉庫		<input checked="" type="checkbox"/>						
j. 辦公室及房舍		<input checked="" type="checkbox"/>						
k. 堆置場		<input checked="" type="checkbox"/>						
l. 通棧								
m. 其它		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
4. 碼頭上體結構之損壞狀況: (附相片圖說)						(既有項目請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>		
損壞種類	結 構 部 位							
	基礎	柱	板樁	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基	後線地面
a. 腐蝕					<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
b. 龜裂				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
c. 破裂				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
d. 沉陷						<input checked="" type="checkbox"/>		
e. 拱起								
f. 傾斜				<input checked="" type="checkbox"/>				
g. 崩塌								
h. 滲水						<input checked="" type="checkbox"/>		
i. 出水								
j. 其它								
5. 維修過程說明: 現場可見AC鋪面曾維修								
6. 綜合評估: 2AD (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>								
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
7. 建議深入調查事項:								

調查員: 蘇吉立 李延恭 張阿平
說明:

時間: 85年 08月 20日

製表: 蘇吉立 85年09月更修

A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)

B-老舊(10-30年或材料已局部老化)

C-新(10年內)

D-現場可見近期新翻修

E-現場可見曾翻修過

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)

2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)

3-警示(已見輕微異變現象)

4-正常(未見異變現象)

0-翻修遭掩飾,無法判斷

表 3.19 高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表 (A)

碼頭編號： 18號		碼頭法線板面標高:EL+ 2.50 m							
用途屬性： 中油專用		水深：原設計		目前					
長度： 150m	縱深：	EL- 9.00m	FL- m						
原設計泊靠船級：		實際泊靠船級：							
1.建造日期： 港測圖 39年5月		啓用日期： 57年3月							
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>		重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 <input type="checkbox"/>	或 錨錠式板樁 <input type="checkbox"/>	棧橋式 <input type="checkbox"/>	不明 <input type="checkbox"/>	附圖另詳		
3.碼頭附屬設備：									
項 目		損壞程度(附相片圖說) (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>				全面損壞 <input checked="" type="checkbox"/>			
		極老舊	老舊	翻修	新	腐蝕	局部損壞	全面損壞	
a. 作業機械設備			<input checked="" type="checkbox"/>						
b. 繫船柱			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
c. 防舷材			<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		
d. 照明設施			<input checked="" type="checkbox"/>						
e. 給水設施			<input checked="" type="checkbox"/>						
f. 排水設施			<input checked="" type="checkbox"/>						
g. 供油設施		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
h. 擋車牆			<input checked="" type="checkbox"/>						
i. 倉庫			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
j. 辦公室及房舍			<input checked="" type="checkbox"/>						
k. 堆置場 -									
l. 通棧 -									
m. 其它 -			<input checked="" type="checkbox"/>						
4.碼頭主體結構之損壞狀況：(附相片圖說) (既有項目請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>									
損壞種類		結 構 部 位							
		基礎	柱	板樁	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基	後線地面
a. 腐蝕								<input checked="" type="checkbox"/>	
b. 龜裂					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
c. 破裂					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
d. 沉陷					<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
e. 拱起									
f. 傾斜					<input checked="" type="checkbox"/>				
g. 崩塌					<input checked="" type="checkbox"/>				
h. 滲水							<input checked="" type="checkbox"/>		
i. 出水							<input checked="" type="checkbox"/>		
j. 其它									
5.維修過程說明：									
6.綜合評估： 1A (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>									
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定	
			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
7.建議深入調查事項：									

調查員： 蘇吉立 李延恭 張阿平

時間： 85年 08月 20日

說明：

製表：蘇吉立 85年09月更修

- A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)
- B-老舊(10-30年或材料已局部老化)
- C-新(10年內)
- D-現場可見近期新翻修
- E-現場可見曾翻修過

- 1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)
- 2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)
- 3-警示(已見輕微異變現象)
- 4-正常(未見異變現象)
- 0-翻修遭掩飾,無法判斷

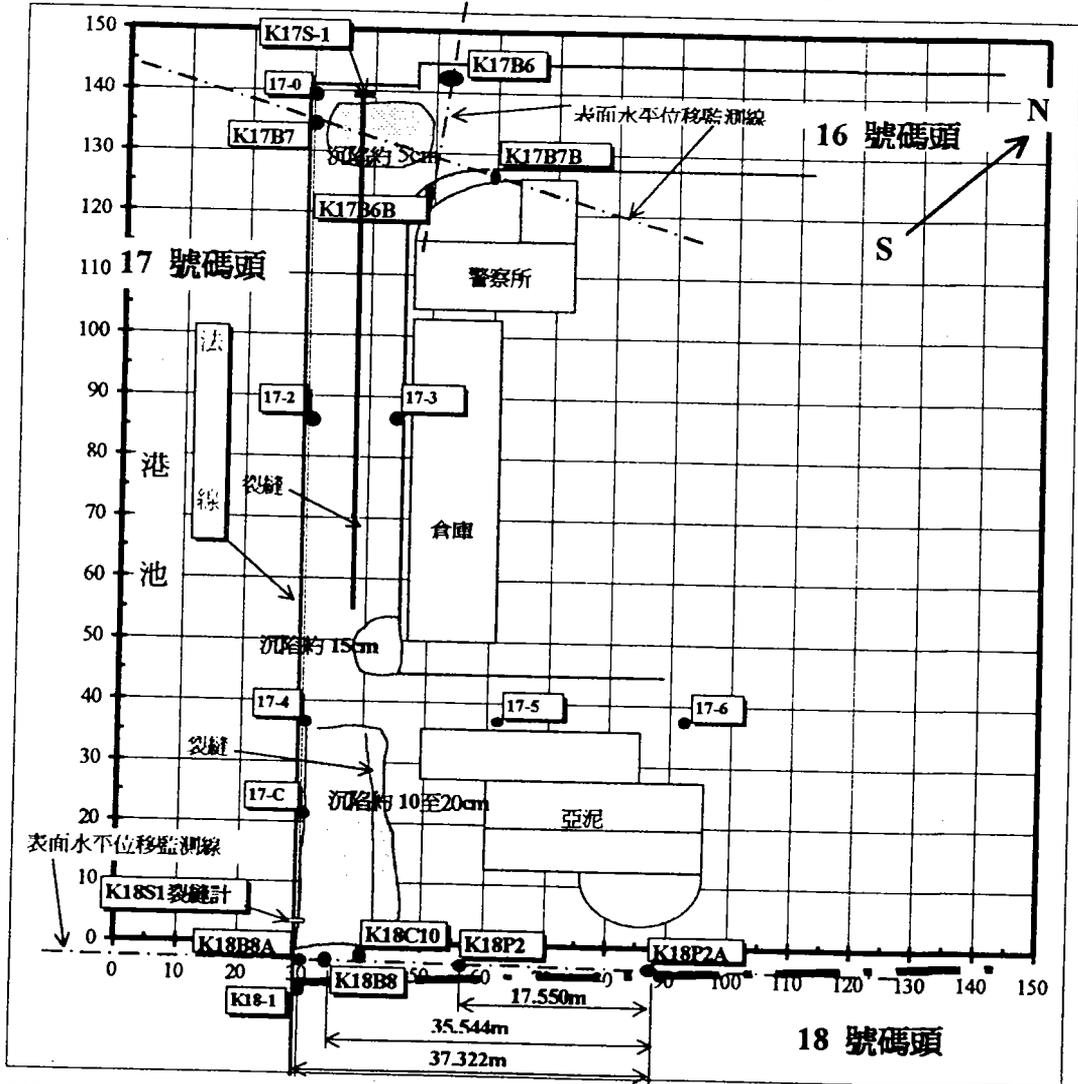
表3.20 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)

碼頭編號：17號

碼頭法線板面標高:EL+ 2.60 m

用途屬性：	軍,雜,台泥	水深：	原設計	目前
長度：	150m	縱深：	EL- 9.00m	FL- m
原設計泊靠船級：	實際泊靠船級：			
1.建造日期：	港測圖39年5月	啓用日期：	57年3月	
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 或 鉸鏈式板樁 <input type="checkbox"/>	棧橋式 <input type="checkbox"/>	不明 <input type="checkbox"/> 附圖另詳

碼頭變位現況及監測網佈置平面示意圖



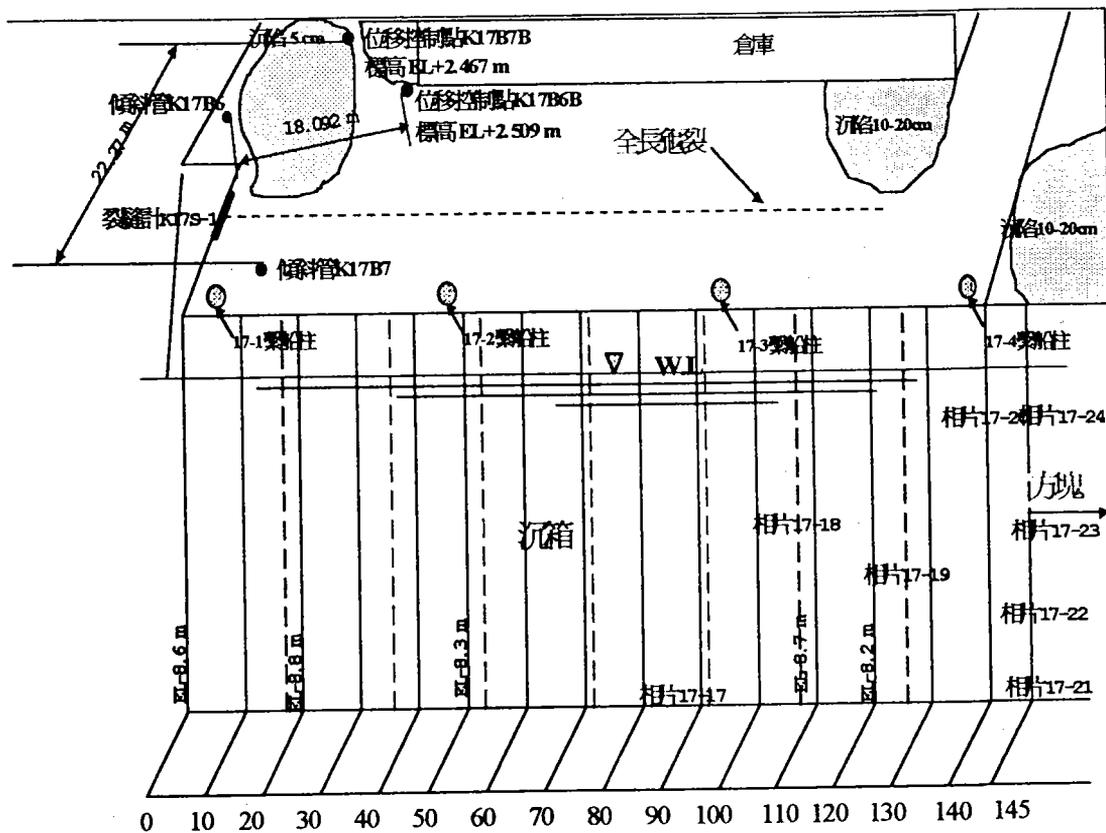
評估結果： 2AD
 調查員： 蘇吉立
 製圖員： 蘇吉立

時間： 85年 12月 19日
 至
 86年 02月 21日

表 3.21 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(C)

碼頭編號：17 號		碼頭法線板面標高:EL+ 2.60 m	
用途屬性：	軍,雜,台泥	水深：	原設計 目前
長度：	150m	縱深：	1 1.2-7.3m
		EL-	9.00m EL- m
原設計泊靠船級：		實際泊靠船級：	
1.建造日期：	港測圖39年5月	啓用日期：	57年3月
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 或 錨錠式板樁 <input type="checkbox"/>	棧橋式 <input type="checkbox"/> 不明 <input type="checkbox"/> 附圖另詳

碼頭細部檢測立面示意圖



17 號碼頭細部檢測示意圖

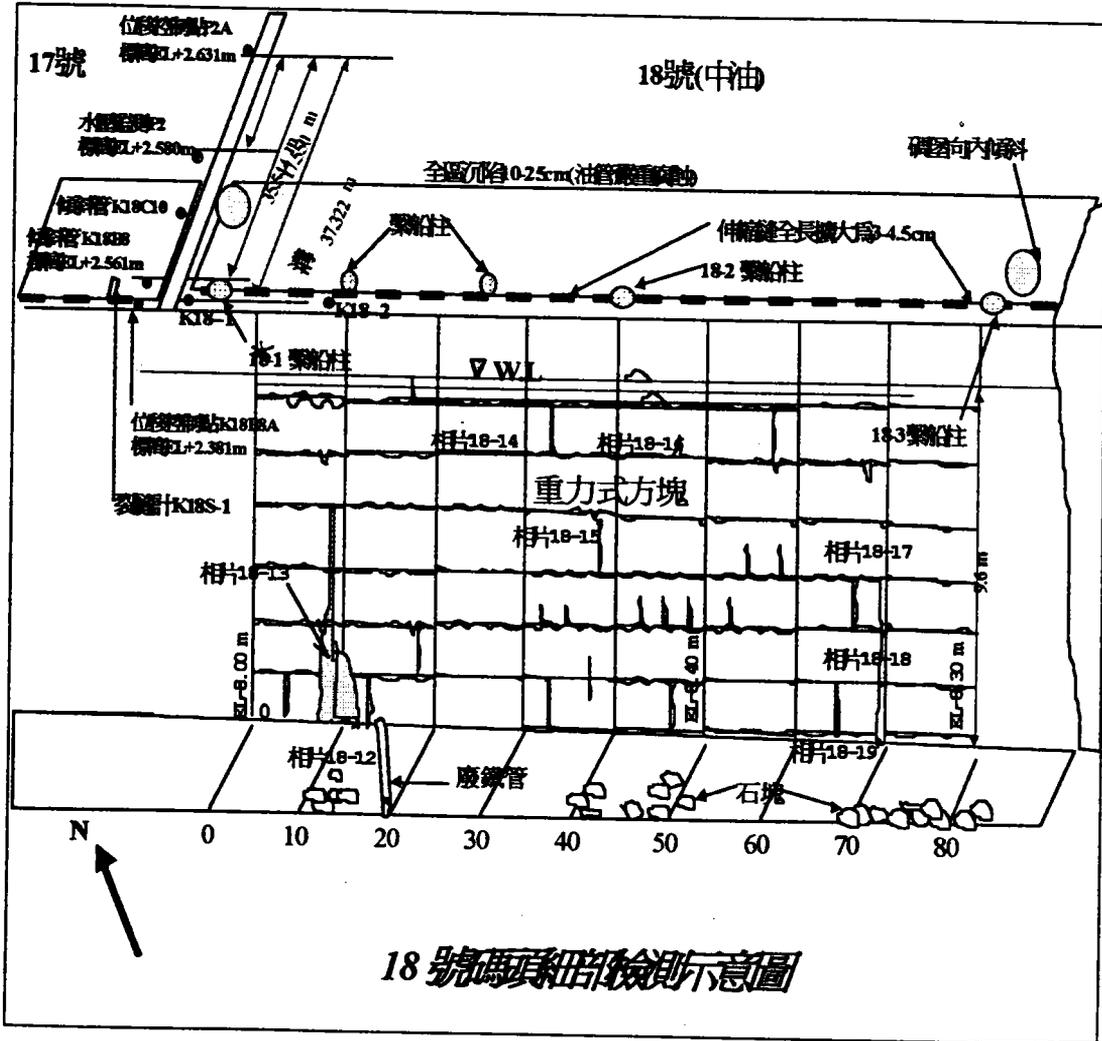
評估結果： 2AD
 調查員： 蘇吉立
 製圖員： 蘇吉立

時間： 85 年 12 月 19日
 86 年 01 月 17日
 86 年 05 月 日
 File Name: 86K017#C.XLS

表 3.22 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表 (C)

碼頭編號:	18 號	碼頭法線板面標高:EL+	2.50	m
用途屬性:	中油專用	水深:	原設計	目前
長度:	150m	縱深:	EL-	9.00m
原設計泊靠船級:		實際泊靠船級:	FL-	m
1.建造日期:	港測圖 39年5月	啓用日期:	57年3月	
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式	<input type="checkbox"/> 自立式	<input type="checkbox"/> 或 鑄錠式板樁	<input type="checkbox"/> 棧橋式
	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> 不明
				<input type="checkbox"/> 附圖另詳

碼頭細部檢測立面示意圖

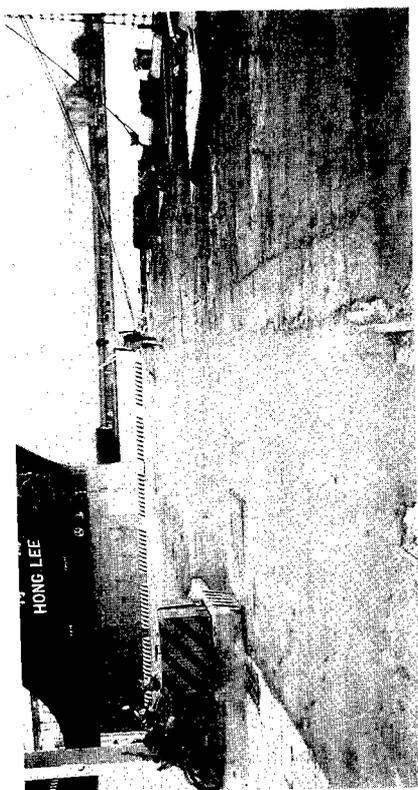


評估結果: 2AD

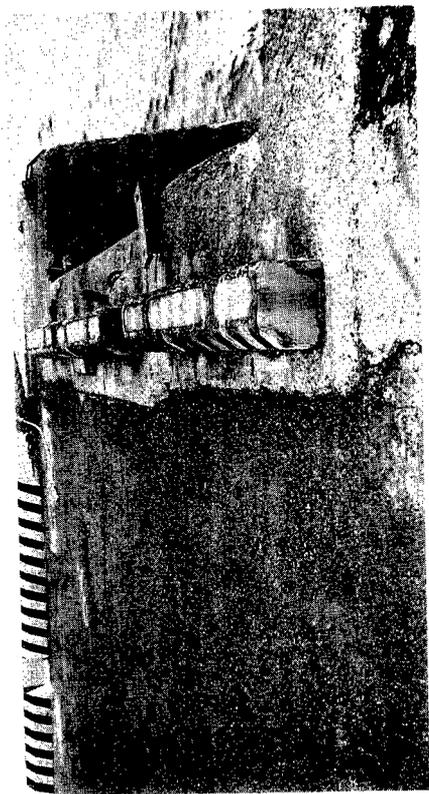
調查員: 蘇吉立
製圖員: 蘇吉立

時間: 85年 12月 19日
至
86年 05月 日

圖 3.26 17 號及 18 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



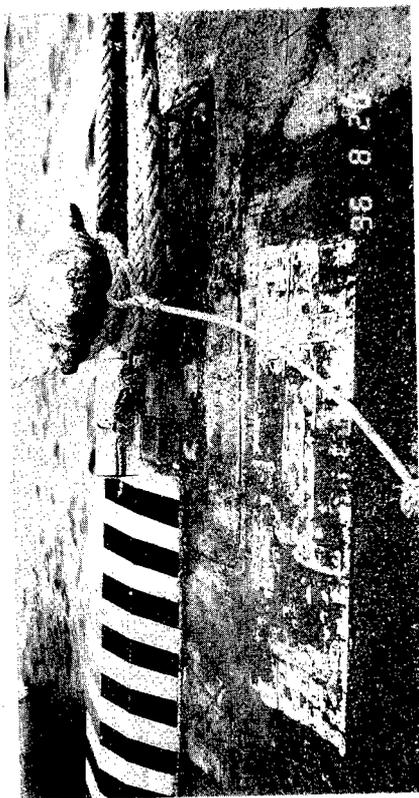
相片—17 號—1



相片—17 號—2



相片—17 號—3



相片—17 號—4

香港技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.27 17 號及 18 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片—17 號—5



相片—17 號—6



相片—17 號—7

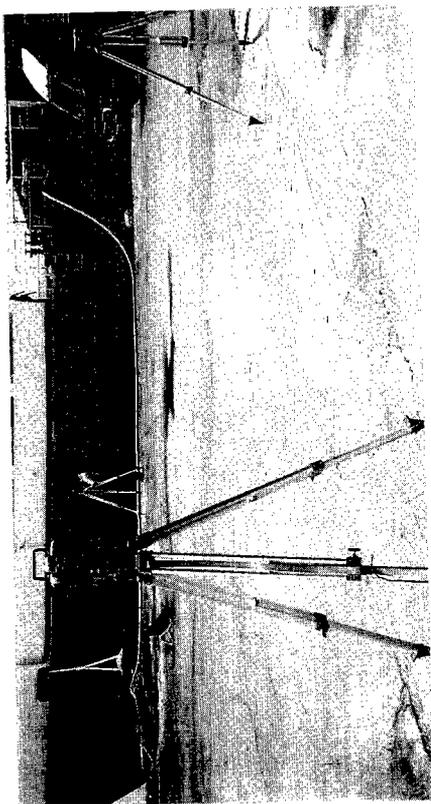


相片—17 號—8

圖 3.28 17 號及 18 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



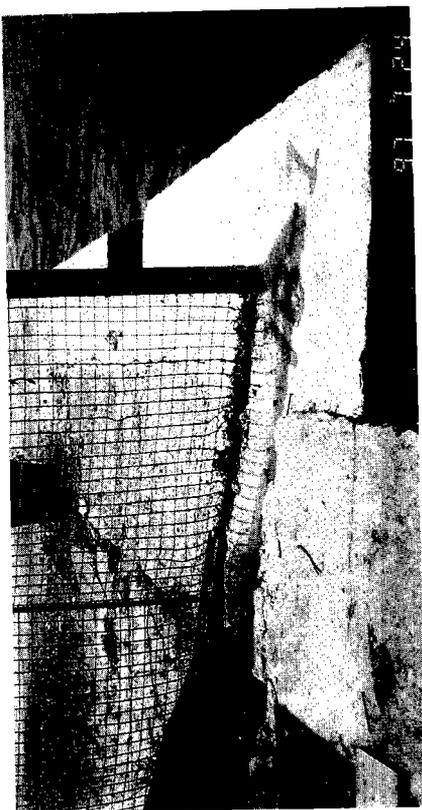
相片—17 號—9



相片—17 號—10

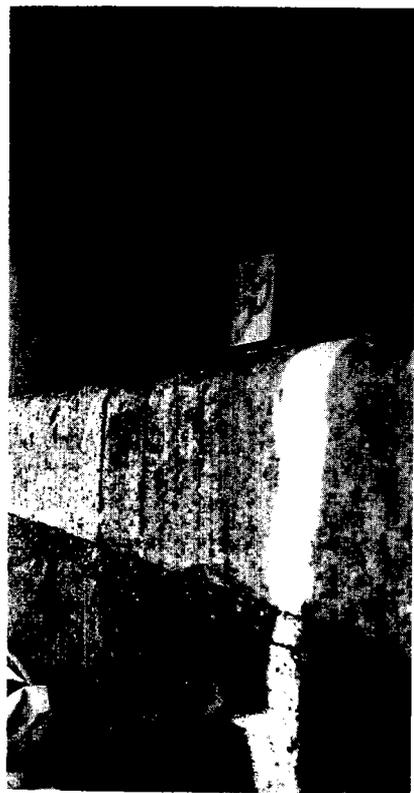


相片—17 號—11



相片—17 號—12

圖 3.29 17 號及 18 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片—17 號—13



相片—17 號—14



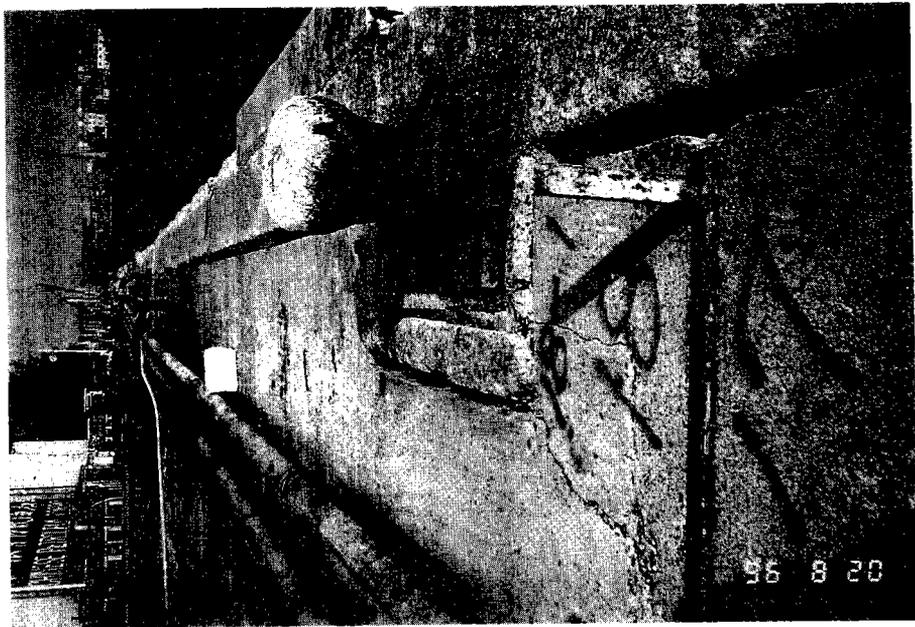
相片—17 號—15



相片—17 號—16

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.30 17 號及 18 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片—18 號—1



相片—18 號—2



相片—18 號—3

圖 3.31 17 號及 18 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片—18 號—4



相片—18 號—5



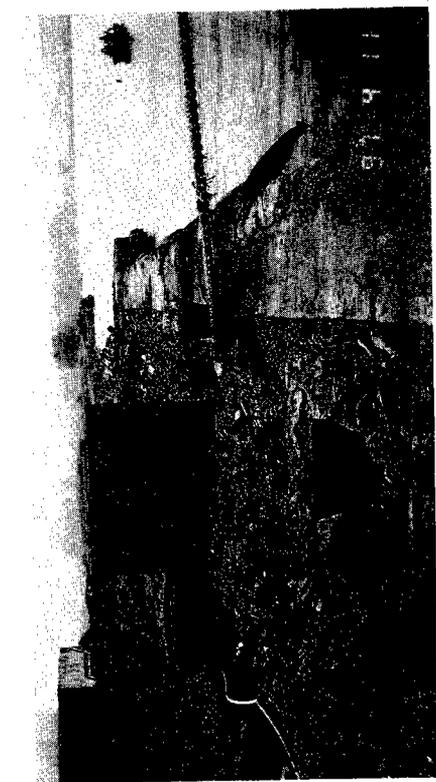
相片—18 號—6



相片—18 號—7

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.32 17 號及 18 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片—18 號—8



相片—18 號—9



相片—18 號—10



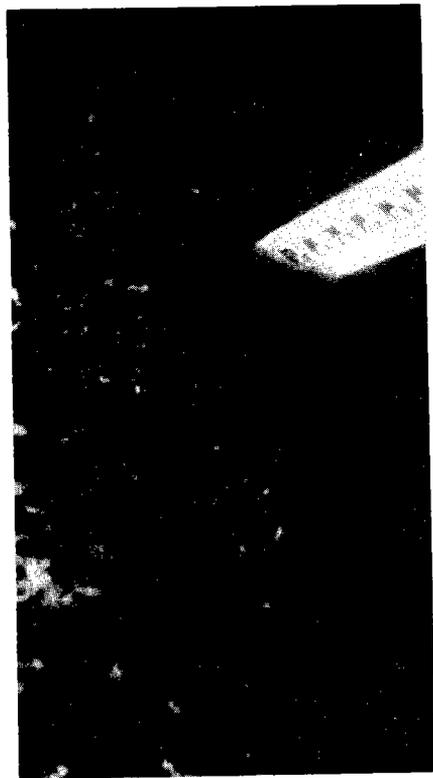
相片—18 號—11

3.8.3 17 及 18 碼頭海下檢測結果

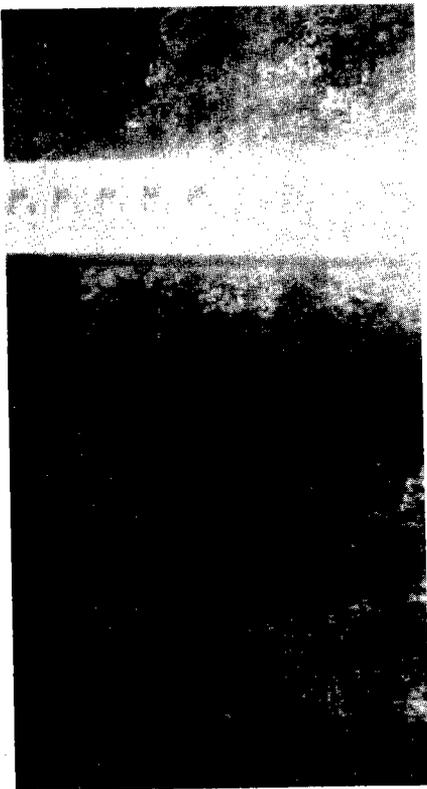
17 及 18 碼頭海下檢測結果；詳載如表 3.21 及 3.22 中立面示意圖，及圖 3.33 至圖 3.36 之記錄相片；所得係根據海下錄影、照像及潛水人員口述綜合結果，重要現象概要說明分析如下：

- (1) 海生物狀況；碼頭位處仁愛河出口處，且凹離主航道，潮流較小，污染易迂迴，故碼頭壁體除為貝類所附著外（如圖 3.33 至 3.36 之相片-17 號-17~20 等），藻類較茂密，尤以越近前鎮河之處越明顯（如圖 3.33 至 3.36 之相片-17 號-22~24、相片-18 號-13~18 等）。壁體接縫、凹洞及破損之處，亦全為螃蟹所棲息，螃蟹築巢有加大擴孔之疑慮（如圖 3.33 至 3.36 之相片-17 號-18、相片-18 號-19 等）。
- (2) 接縫狀況（如表 3.21 與表 3.22 立面示意圖）如同新濱及 2 號碼頭；垂直接縫大於水平接縫，垂直接縫有愈近海床愈大之驅勢，重力式方塊水平堆置線有局部往上內縮之狀況，平均約 EL-4m 以上壁面接縫較緊密工整，以上現象應與水深影響施工難易度及施工收頭有關。最大垂直接縫有大於 40cm 者，僅部份以混凝土袋填塞之（具代表性之接縫狀況如圖 3.33 至 3.36 之相片-17-18、相片-17-20、相片-17-21~24、相片-18-13、相片-18-14、相片-18-15、相片-18-16~19 等）。
- (3) 17 號碼頭之結構型式為；西北起共 8 節重力式沉箱，每節約 18.2 米長，至第 8 節尾共長 145 m，接著為兩節方塊約 30 米長與 18 號重力式方塊碼頭接續，18 號重力式方塊碼頭則於 90 m 以後全部崩毀。壁體結構外視現況詳如表 3.21 與表 3.22 中立面示意圖。
- (4) 水深；原設計水深 EL-9.00 m，檢測當時（民國 86 年 4 月）臨壁體水深為 EL-8.00~8.70 m，離壁體 3 m 處水深為 EL-8.10~9.00 m。
- (5) 考慮 19 號之破壞現象、研判表 3.22 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表 (C) 中立面示意圖之檢視結果及分析表 3.20 至 24 之表面位移狀況與監測結果，研判 17 號碼頭重力式方塊以後包括 18 號碼頭已有結構失衡之潛在危險性。

圖 3.33 17 號及 18 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片—17 號—17



相片—17 號—18



相片—17 號—19



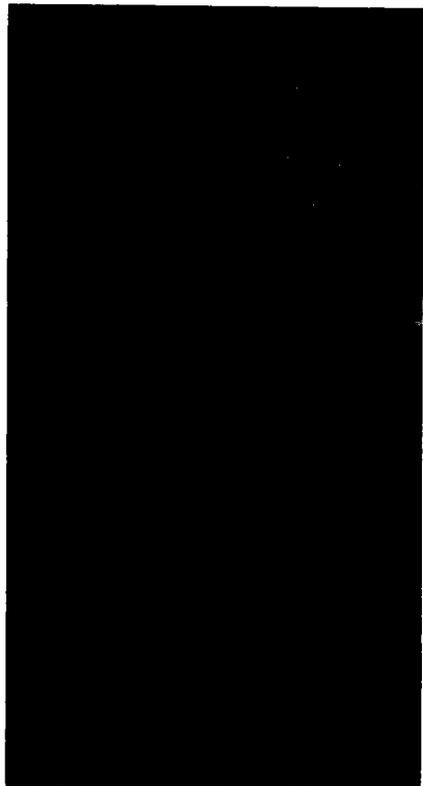
相片—17 號—20

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.34 17 號及 18 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片—17 號—21



相片—17 號—22



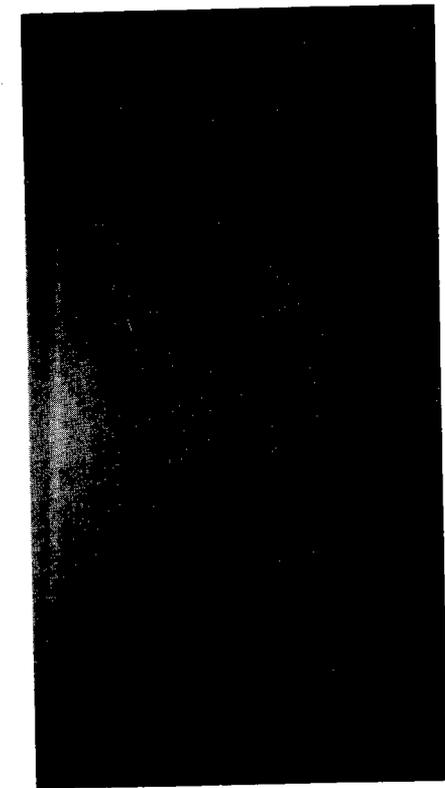
相片—17 號—23



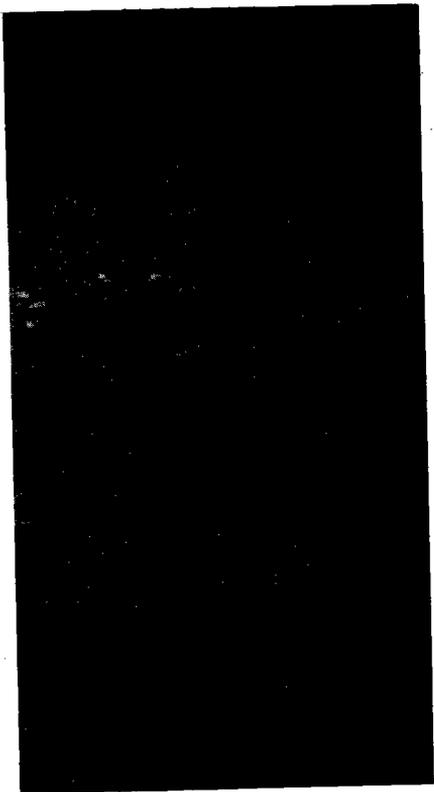
相片—17 號—24

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

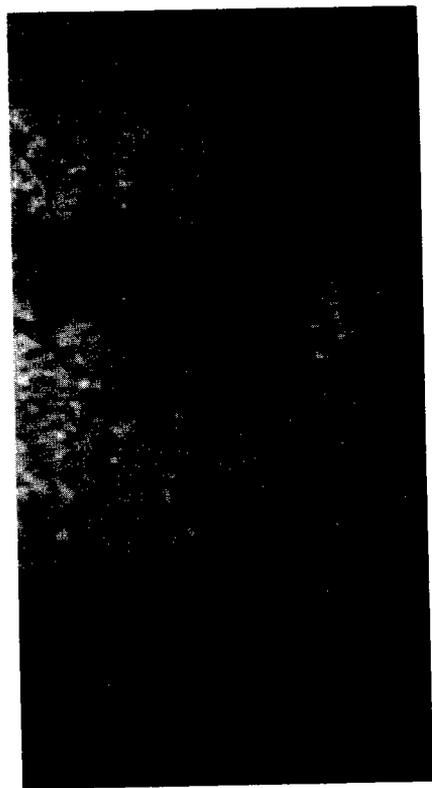
圖 3.35 17 號及 18 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片—18 號—12



相片—18 號—13



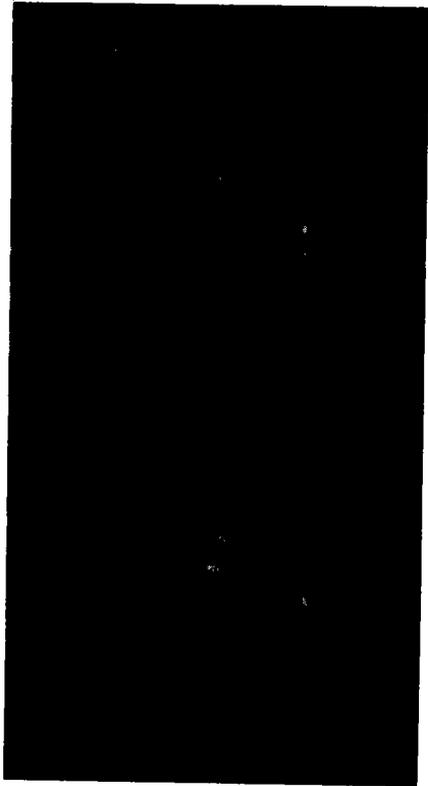
相片—18 號—14



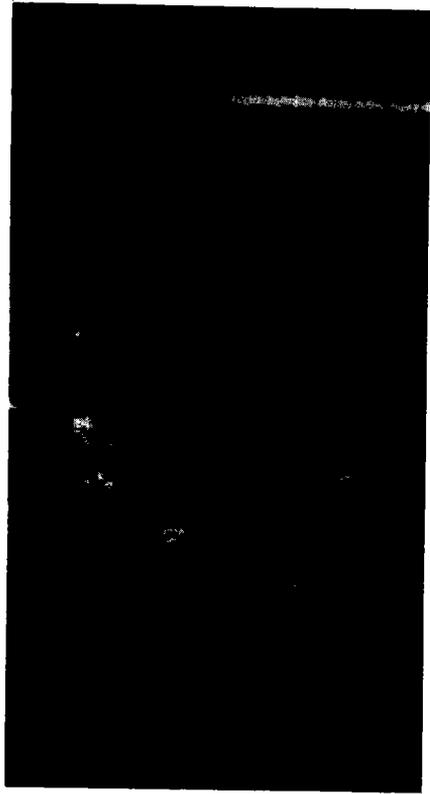
相片—18 號—15

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

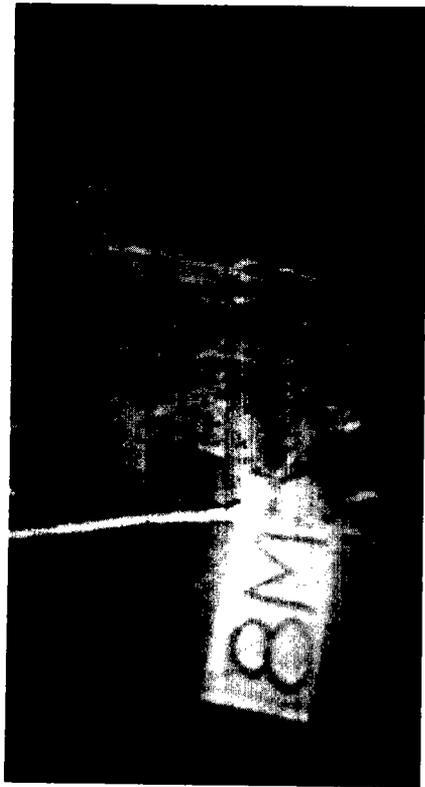
圖 3.36 17 號及 18 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片—18 號—16



相片—18 號—17



相片—18 號—18



相片—18 號—19

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

3.8.4 C 區碼頭變位監測結果

C 區碼頭施設之變位監測，分為表面垂直沉陷變位監測及水平位移變位監測，實際施設之表面沉陷監測碼頭除 17 及 18 號外尚包含 13 號至 16 號碼頭；水平位移變位監測則尚包括 15 號至 16 號碼頭。唯 13 號至 16 號監測數據有限，故暫不予提出探討。

表面垂直沉陷變位監測，係利用水準儀針對選定之相關水準點，定期施以水準測量，藉以比較分析碼頭各部位之相對沉陷狀況。監測水準點設置相關位置，及目前整體沉陷現況詳如；表 3.20 之圖示、表 3.21 及表 3.22 之圖示。監測結果僅於 85 年 12 月至 86 年 2 月間測得 15 及 16 號碼頭有 3~5 mm 之不等沉陷。並於 85 年 12 月至 87 年 2 月間亦測得 17 及 18 號碼頭有 1~10 mm 之不等沉陷。詳如；表 3.23 至 25。

水平變位監測，主要利用傾斜管、傾斜盤、LVDT 及電子測距儀等定期定點監測。各主要監測點配置詳如表 3.20、表 3.21 及表 3.22 之圖示。各主要監測功能及結果分述如下：

- (1) 傾斜管-共設 K17B6、K17B7 及 K18B8 三孔各 30 m 深，另設自計式 K18C10 一孔 36 m 深，各孔監測結果詳如附錄 G。
- (2) 傾斜盤- 共設兩處。監測系統遭撞毀。
- (3) LVDT-設 K17S-1 及 K18S-1 兩處，監測結果較明顯者為 K18S-1 於 86 年 7 月至 87 年 4 月間測得法線橫樑與面板間有 2.173 mm 之分離量，詳如表 3.24。顯示壁體有外移之現象，須配合傾斜管進一步研判。
- (4) 電子測距儀-原設 6 處，經損毀後僅採用 K17B7-K17B7B 及 K18B8A-K18P2A 測線兩條。監測結果較明顯者為 K18B8A-K18P2A 之基線於 86 年 7 月至 87 年 2 月間測得壁體於垂直法線方向有 10 mm 之外移量，詳如表 3.24。綜合 LVDT 之 K18S1 結果亦顯示壁體有外移之現象，若配合傾斜管進一步研判，則可更為明確。

表 3.23 高雄港區細部調查—C區沉陷監測結果

監測碼頭	13#, 14#, 15#, 16#, 17#, 18# 碼頭								備註
日期	85/12/19	86/1/17	86/2/21	86/5/10	86/7/24	86/9/19	86/12/10	87/2/25	
測站	高 程 (m)								
BM13	3.02	3.02	3.02						
13-1	2.57	2.567	2.571						
13-2	2.562	2.563	2.562						
13-3	2.642	2.641	2.642						
13-4	2.556	2.555	2.555						
13-5	2.538	2.535	2.535						
14-1	2.644	2.64	2.642						
14-2	2.726								
14-3	2.617	2.614	2.618						
15-1	2.507	2.504	2.503						
15-2	2.561	2.557	2.557						
15-3	2.519	2.519	2.519						
15-4	2.528	2.523	2.522						
16-1	2.559	2.553	2.554						
16-2	2.56	2.552	2.555						
16-3	2.63	2.626	2.627						
16-4	2.526	2.522	2.521						
K17B6					2.531	2.522		2.531	
K17B6B				2.509	2.509	2.500	2.505	2.509	
K17B7					2.549	2.540	2.550		
K17B7B				2.467	2.472	2.462	2.472	2.472	
17-0	2.497	2.491	2.485	2.487	2.490	2.480		2.491	
17-1	2.544	2.546	2.535	2.535			2.537	2.540	
17-2	2.584	2.585	2.575	2.576			2.575	2.576	
17-3	2.597	2.598	2.586	2.587		2.587	2.590	2.591	
17-4	2.604	2.604	2.595	2.592		2.587			
17-4A							2.455		孔蓋上
17-C		2.432							
17-5	2.558	2.558	2.548	2.545		2.541	2.541		
17-6	2.687	2.687	2.677	2.677			2.677		
K18B8				2.561	2.556	2.552	2.552		
K18B8A				2.381	2.381	2.378	2.378	2.378	
K18P2				2.580	2.578	2.574	2.574	2.574	
K18P2A				2.631	2.631	2.631	2.631	2.631	
18-1					2.376	2.375	2.376	2.376	
18-2					2.423	2.422	2.423	2.422	

測量員 蘇吉立

表 3.24 高雄港區細部調查 - C 區垂直法線表面水平位移監測結果

監測碼頭		13#,14#,15#,16#,17#,18# 碼頭				備註
監測日期	86/7/16	86/7/24	87/2/25		距 (m)	
監測線						
K17B6-K17B6B		18.092				16-17#碼頭
K17B7-K17B6B		16.613				17#碼頭
K17B7-K17B7B		22.700	22.700			17#碼頭
K18B8A-K18P2A	37.322	37.326	37.332			17-18#碼頭
K18B8-K18P2A	35.544	35.544				17-18#碼頭
K18P2-K18P2A	17.550	17.550				17-18#碼頭
監測日期		86/7/24	86/9/19	86/11/18	87/2/25	87/4/28
監測點	水平裂縫 (mm) (正表擴張,負表收縮)					
K17S-1		0	-0.334	-0.016	-0.100	-0.244
K18S-1		0	0.692	1.574	2.177	2.173

設於B7後平行法線之裂縫 CDP-25 No.:526147

設於B8旁法線橫樑與面板裂縫 CDP-25 No.:526046

零點 4086 (I=0.001999mm)

零點 -1589 (I=0.001995mm)

表 3.25 高雄港區細部調查 - C 區水壓 監測結果

監測碼頭		17-18# 碼頭				備註
監測日期	86/5/23	86/5/23	86/7/24	86/7/24	86/9/19	
監測時間	13:00	15:00	10:19	12:10	15:45	
監測時潮汐	0.527m				0.675m	EL
Kg/cm2						
監測點	水壓計編號					
K18P2	No36540	0.454	0.447	0.511	0.517	0.486
K18P2	No36541	1.242	1.237	1.321	1.317	1.280
No36540	C=0.000696kg/cm2/10-6	Zero=220				
No36541	C=0.000687kg/cm2/10-6	Zero=135				
K18P2標高EL+2.580m(86/5/10)						水壓計埋設深6.35m
						水壓計埋設深15.25m

3.8.5 17 及 18 號碼頭地質補充調查

17 及 18 號碼頭地質補充調查工做如下：

地質鑽探取樣：共鑽 5 孔；K17B6、K17B7、K18B8 三孔各 30 m 深並做為傾斜管之人工監測孔，K18P2 深 25 m 並做為水壓計之人工監測孔，K18C10 深 36 m 並做為傾斜管之自動監測孔。各孔取得之樣品並進行室內試驗，鑽探孔位詳（表 3.20 至 22）。鑽探試驗及結果另詳第四章及附錄 A 至 F。

3.9 36 至 41 號碼頭詳勘及檢測—D 區

D 區碼頭詳勘，主要檢測碼頭有 36、37、39、40、41 等 5 座；除基本資料與現地異象現況調查外，並進行變位監測及地質補充調查等，且於 37 號進行海下檢測。檢測結果分述於下列各節。

3.9.1 D 區號碼頭基本資料與現況勘查結果

36 至 41 號碼頭基本資料與現況勘查結果詳如表 3.26、3.28、3.31、3.33。

36 至 39 號碼頭為雜貨碼頭，40 及 41 號則為貨櫃碼頭。確實建造日期不詳；但卻有啟用日期為民國 58 至 59 年之記錄，原因不明。根據文獻資料顯示 36 至 41 號碼頭結構型式均採錨錠式鋼板樁。36 至 39 號雜貨碼頭使用頻繁，且常有重貨，故碼頭面板易遭破壞，尤以 36 至 38 為甚。

3.9.2 D 區號碼頭外視異象現況調查與分析

36 至 41 號碼頭外視異象現況調查結果，就外視異象現況調查結果綜合之七大異象重點分述如下：

- (一) 腐蝕 - 海上部份：法線橫樑遭受外力破損鋼筋外露腐蝕（如圖 3.37 至 43 之相片-36 號碼頭-2、相片-37 號碼頭-11），繫船柱、擋車牆、橫樑護角、給水等附屬設施均已老舊腐蝕（如圖 3.37 至 43 之相片-36 號碼頭-3、相片-37 號碼頭-4、5、10、11、相片-38 號碼頭-2、相片-39 號碼頭-1、2、4、5 相片-41 號碼頭-2、3）。海下部份：本研究並未實施深入之檢測作業。僅選定 37 號碼頭進行海下外視檢測，檢測結果如如圖 3.44 至 47 之相片。
- (二) 龜裂 - 海上部份：36 至 41 號碼頭面版層以 AC 多層直鋪原 PC 面板上，調查中又適逢碼頭裝卸運作，故由 AC 與雜物掩飾

下，龜裂無法全面查覺。但可肯定其外視面板與橫樑龜裂狀況如同前 A、B、C 三區之碼頭。至於顯露可視之龜裂狀況如圖 3.37 至 43 之相片。對於龜裂狀況本研究選擇適當地點，採用 LVDT 按置裂縫監測點，可惜全遭破壞。海下部份：由於海生物附著，目視較難查覺及判定。

(三) 破裂 -海上部份：法線橫樑受外力嚴重撞擊破裂（如圖 3.37 至 43 之相片-36 號-2、相片-37 號-9、11、相片-39 號-5）。碼頭面版因過度不均勻沉陷加上外力荷重而造成破裂（如圖 3.37 至 43 之相片-36 號-3、相片-37 號-4、5、7、11、相片-38 號-1、2）。海下部份：於 5 與 6 繫船柱間，遭船撞擊破裂狀況如圖 3.44 至 47 之相片。

(四) 沉陷 -海上部份：碼頭表面部份區域沉陷 5~20 公分不等（如表 3.27、表 3.29、表 3.32 及圖 3.37 至 43 之相片-36 號-3、4、相片-37 號-4、5、7、10、11、相片-38 號-1、2、相片-39 號-3）。本研究僅於碼頭面設置水準觀測若干點做為沉陷之監測點。海下部份：壁體是否沉陷，外視並無可明確判別之狀況，故僅能於橫樑上置水準觀點加以監測，以為日後判別之依據。

(五) 拱起 -海上部份：無明顯之跡象。海下部份：壁體是否拱起外視並無可明確判別之狀況，祇能以埋設傾斜管監測做為日後判別之依據。

(六) 傾斜 -海上及海下部份：無明顯之跡象。應以埋設傾斜管、LVDT、傾斜盤及設置電子測距基線做為比較監測，以利研判。

(七) 崩塌 -海上及海下部份：37 號因部份受船撞損，而出現崩塌（如表 3.29 及 30、圖 3.40 之相片-37 號-10、11）。41 號碼頭亦有不明之崩孔（如圖 3.43 之相片-41 號-1）。

以上所述及其餘詳細均記錄於表 3.27、3.29、3.32、3.34、3.30 以及圖 3.37 至圖 3.47 之記錄相片。

表 3.26 高雄港區老舊碼頭安全調查記錄表(A)

碼頭編號： 36號

碼頭法線板面標高:EL+

用途屬性： 雜貨		水深： 原設計		目前				
長度： 199.38m	縱深： 17.50m	EL-	10.50m	FL-	12.90m			
原設計泊靠船級：			實際泊靠船級：					
1.建造日期：		啓用日期：58年01月						
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>		重力式	自立式	或 錨錠式板樁 <input checked="" type="checkbox"/>	棧橋式	不明	附圖另詳	
3.碼頭附屬設備：		損壞程度(附相片圖說) (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>						
項目	極老舊	老舊	翻修	新	腐蝕	局部損壞	全面損壞	
a. 作業機械設備		<input checked="" type="checkbox"/>						
b. 繫船柱		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
c. 防舷材						<input checked="" type="checkbox"/>		
d. 照明設施		<input checked="" type="checkbox"/>						
e. 給水設施		<input checked="" type="checkbox"/>						
f. 排水設施		<input checked="" type="checkbox"/>						
g. 供油設施								
h. 擋車牆		<input checked="" type="checkbox"/>						
i. 倉庫		<input checked="" type="checkbox"/>						
j. 辦公室及房舍								
k. 堆置場 -			<input checked="" type="checkbox"/>					
l. 通棧 -								
m. 其它 -								
4.碼頭主體結構之損壞狀況：(附相片圖說)		(既有項目請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>						
損壞種類	結構部位							
	基礎	柱	板樑	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基	後線地面
a. 腐蝕					<input checked="" type="checkbox"/>			
b. 龜裂				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
c. 破裂				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
d. 沉陷						<input checked="" type="checkbox"/>		
e. 拱起								
f. 傾斜								
g. 崩塌								
h. 滲水								
i. 出水								
j. 其它								
5.維修過程說明：								
6.綜合評估：		(屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>						
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定
		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7.建議深入調查事項：								

調查員： 蘇吉立 李延恭 張阿平

時間： 85年 08月 23日

說明：

製表：蘇吉立 85年09月更修

A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)

B-老舊(10-30年或材料已局部老化)

2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)

C-新(10年內)

3-警示(已見輕微異變現象)

D-現場可見近期新翻修

4-正常(未見異變現象)

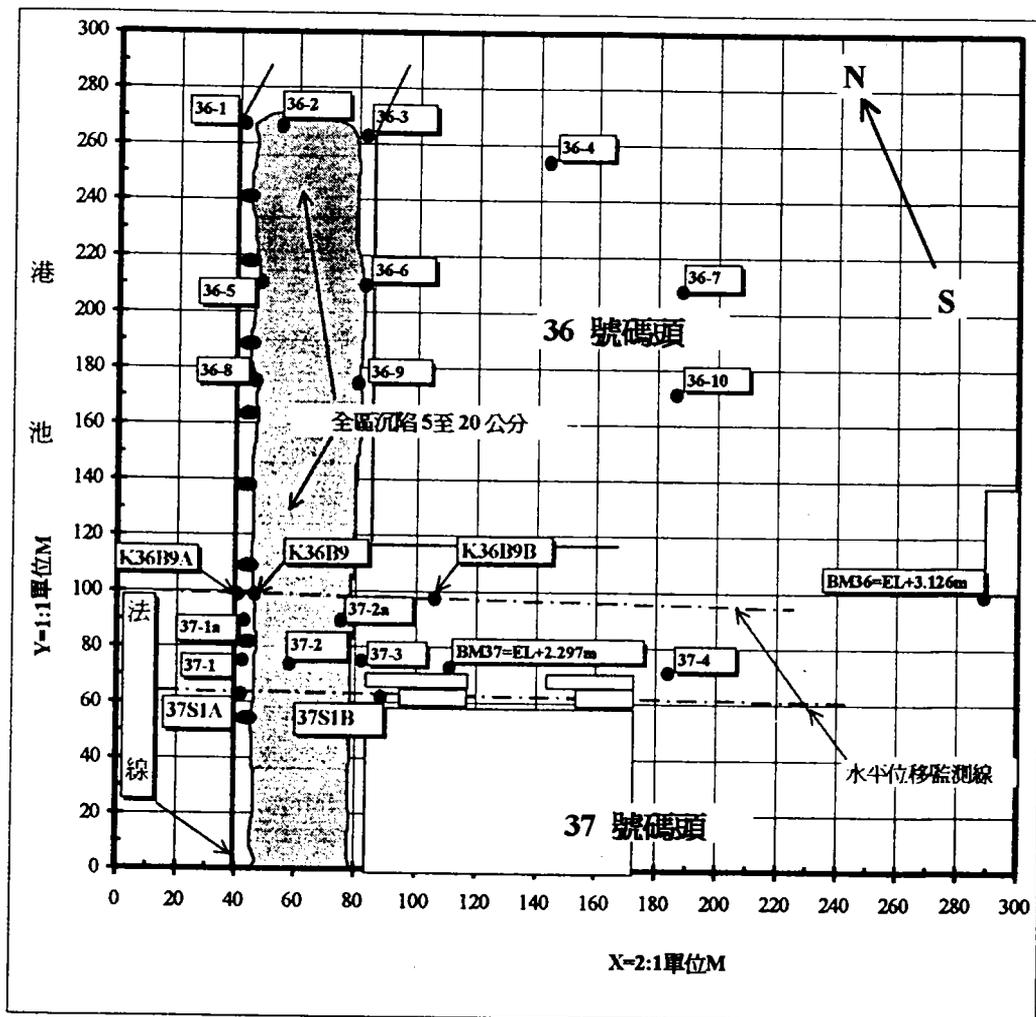
E-現場可見曾翻修過

0-翻修遭掩飾,無法判斷

表 3.27 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表 (B)

碼頭編號: 36 號		碼頭法線板面標高: EL+ _____ m	
用途屬性: 雜	水深: 原設計	目前	
長度: 199.38m	縱深: 17.5m	EL- 10.50m	FL- _____ m
原設計泊靠船級:		實際泊靠船級:	
1. 建造日期:		啓用日期: 58年1月	
2. 碼頭構造形式 (屬項請打勾)	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 自立式 或 <input type="checkbox"/> 鉗錠式板樁	<input checked="" type="checkbox"/> 棧橋式	<input type="checkbox"/> 不明 <input type="checkbox"/> 附圖另詳

碼頭變位現況及監測網佈置平面示意圖



評估結果: 2-3BE

調查員: 蘇吉立
製圖員: 蘇吉立

時間: 85年 12月 19日
至
86年 02月 20日

表 3.28 高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表 (A)

碼頭編號： 37號		碼頭法線板面標高:EL+ m							
用途屬性：雜貨		水深：	原設計 目前						
長度： 198.68m	縱深： 17.50m	EL- 10.50m	FL- 12.40m						
原設計泊靠船級：		實際泊靠船級：							
1.建造日期：		啓用日期：58年01月							
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式	自立式 或 鉗錠式板樁	棧橋式 不明 附圖另詳						
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>							
3. 碼頭附屬設備：									
項 目	損壞程度(附相片圖說) (屬項請打勾)								
	極老舊	老舊	翻修 新 腐蝕 局部損壞 全面損壞						
a. 作業機械設備									
b. 繫船柱		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
c. 防舷材			<input checked="" type="checkbox"/>						
d. 照明設施		<input checked="" type="checkbox"/>							
e. 給水設施		<input checked="" type="checkbox"/>							
f. 排水設施			<input checked="" type="checkbox"/>						
g. 供油設施									
h. 擋車牆		<input checked="" type="checkbox"/>							
i. 倉庫		<input checked="" type="checkbox"/>							
j. 辦公室及房舍		<input checked="" type="checkbox"/>							
k. 堆置場									
l. 通棧									
m. 其它									
4. 碼頭主體結構之損壞狀況：(附相片圖說) (既有項目請打勾)									
損壞種類	結 構 部 位								
	基礎	柱	板樁	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基	後線地面	
a. 腐蝕					<input checked="" type="checkbox"/>				
b. 龜裂					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
c. 破裂				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
d. 沉陷						<input checked="" type="checkbox"/>			
e. 拱起									
f. 傾斜									
g. 崩塌						<input checked="" type="checkbox"/>			
h. 滲水									
l. 出水									
J. 其它									
5. 維修過程說明：		86年4月已重新維修;原AC面板改RC面板,約35cm							
		86年3月遭嚴重撞損部份尙未補修							
6. 綜合評估：		2-3BE		(屬項請打勾)					
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定	
		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7. 建議深入調查事項：									

調查員： 蘇吉立 陳圭璋 陳義松

時間： 85年 9月 3日

說明： 製表：蘇吉立

86年04月更正

A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)

B-老舊(10-30年或材料已局部老化)

2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)

C-新(10年內)

3-警示(已見輕微異變現象)

D-現場可見近期新翻修

4-正常(未見異變現象)

E-現場可見曾翻修過

0-翻修遭掩飾,無法判斷

表 3.29 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)

碼頭編號: 37號		碼頭法線板面標高: EL+ _____ m	
用途屬性: 雜貨		水深: 原設計	目前
長度: 198.68m	縱深: 17.50m	EL- 10.50m	FL- 12.40m
原設計泊靠船級:		實際泊靠船級:	
1.建造日期:		啓用日期: 58年01月	
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式	自立式 或 鑿嵌式板樁	棧橋式
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		不明	附圖另詳

碼頭變位現況及監測網佈置平面示意圖

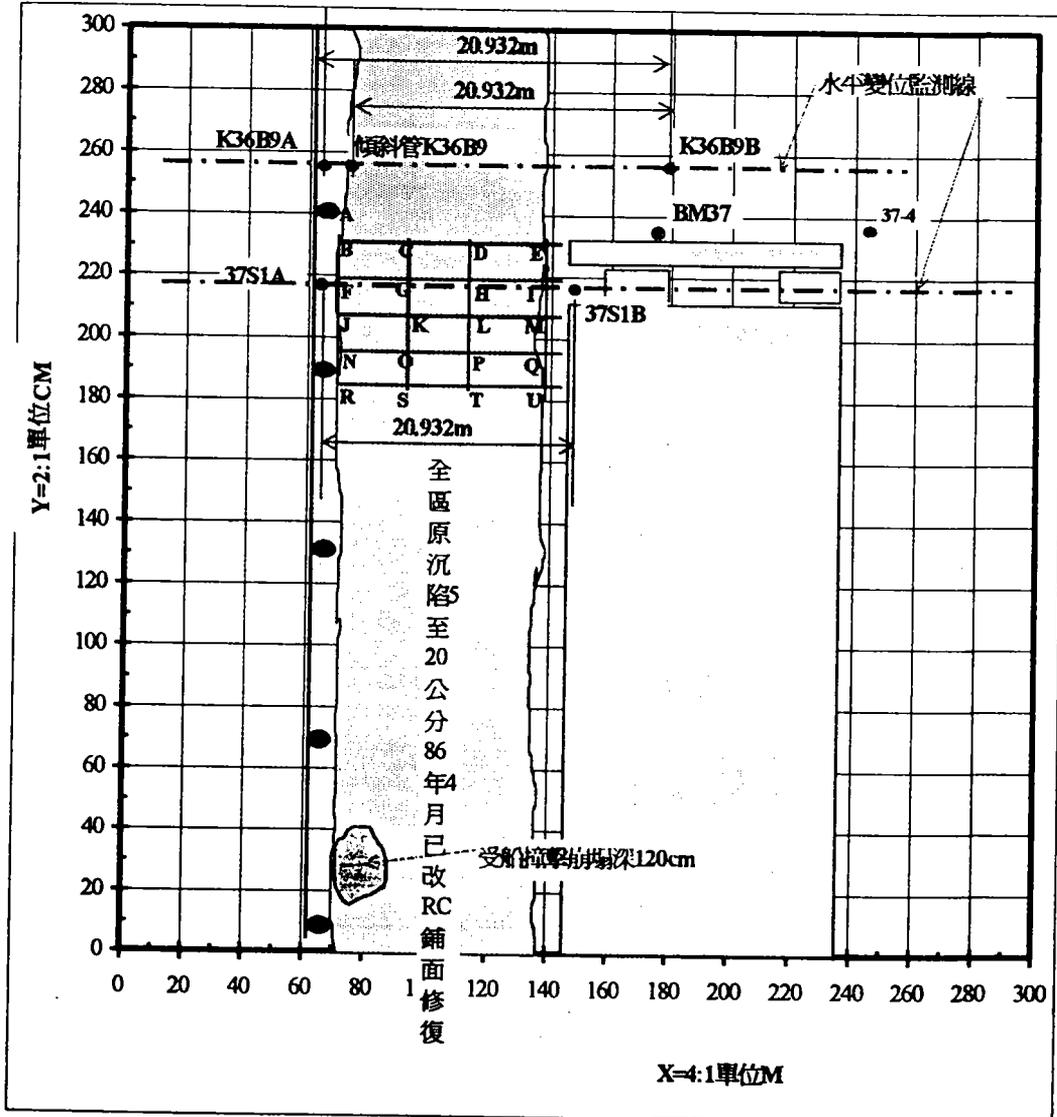


表 3.30 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表 (C)

碼頭編號: 37號		碼頭法線板面標高: EL+ _____ m				
用途屬性: 雜貨		水深: 原設計		目前		
長度: 198.68m	縱深: 17.50m	EL-	10.50m	FL- 12.40m		
原設計泊靠船級:		實際泊靠船級:				
1. 建造日期:		啓用日期: 58年01月				
2. 碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式 <input type="checkbox"/>	自立式 <input type="checkbox"/>	或 錨錠式板樁 <input checked="" type="checkbox"/>	棧橋式 <input type="checkbox"/>	不明 <input type="checkbox"/>	附圖另詳

碼頭細部檢測示意圖

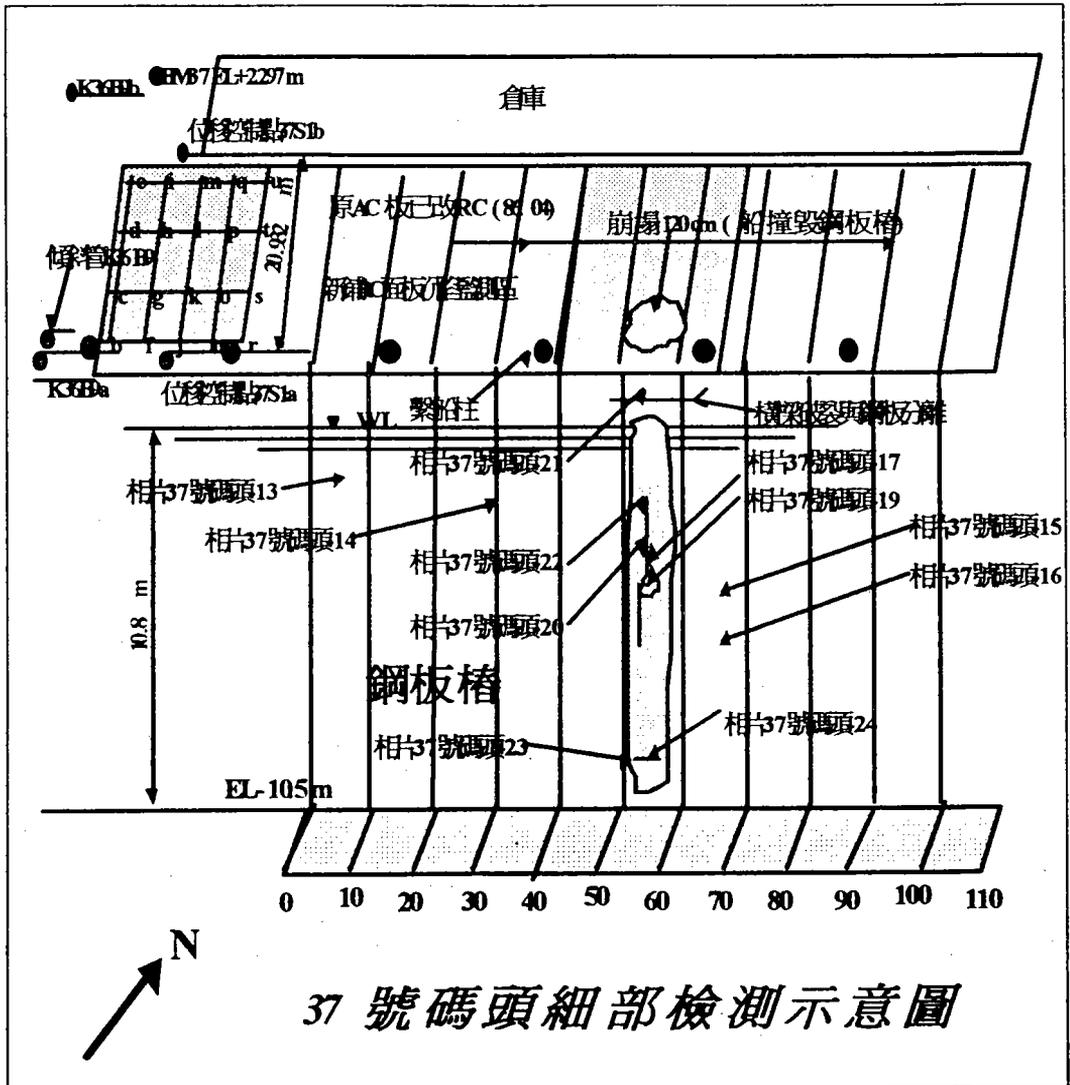


表 3.31 高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表 (A)

碼頭編號： 39 號		碼頭法線板面標高:EL+ m						
用途屬性：雜貨		水深：原設計	目前					
長度： 199.05m	縱深： 17.50m	EL- 10.50m	FL- 12.00m					
原設計泊靠船級：		實際泊靠船級：						
1.建造日期：		啓用日期：59年01月						
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>	重力式	自立式 或 錨錠式板樁 <input checked="" type="checkbox"/>	棧橋式 不明 附圖另詳					
3. 碼頭附屬設備：								
項 目	損壞程度(附相片圖說) (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>							
	極老舊	老舊	翻新 新 腐蝕 局部損壞 全面損壞					
a. 作業機械設備								
b. 繫船柱		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
c. 防眩材			<input checked="" type="checkbox"/>					
d. 照明設施		<input checked="" type="checkbox"/>						
e. 給水設施		<input checked="" type="checkbox"/>						
f. 排水設施			<input checked="" type="checkbox"/>					
g. 供油設施								
h. 擋車牆		<input checked="" type="checkbox"/>						
i. 倉庫		<input checked="" type="checkbox"/>						
j. 辦公室及房舍		<input checked="" type="checkbox"/>						
k. 堆置場								
l. 通棧								
m. 其它								
4.碼頭主體結構之損壞狀況：(附相片圖說) (既有項目請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>								
損壞種類	結 構 部 位							
	基礎	柱	板樁	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基	後線地面
a.腐蝕					<input checked="" type="checkbox"/>			
b.龜裂					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
c.破裂					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
d.沉陷						<input checked="" type="checkbox"/>		
e.拱起						<input checked="" type="checkbox"/>		
f.傾斜								
g.崩塌								
h.滲水								
i.出水								
j.其它								
5.維修過程說明：								
6.綜合評估： 2-3BE (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>								
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定
		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7.建議深入調查事項：								

調查員： 蘇吉立 陳圭璋 陳義松

時間： 85 年 9 月 3 日

說明： 製表：蘇吉立 85年09月更修

File Name:86KWP002.XLS

A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)

B-老舊(10-30年或材料已局部老化)

2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)

C-新(10年內)

3-警示(已見輕微異變現象)

D-現場可見近期新翻修

4-正常(未見異變現象)

E-現場可見曾翻修過

0-翻修遭掩飾,無法判斷

表 3.32 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)

碼頭編號: 39號		碼頭法線板面標高: EL+ _____ m	
用途屬性: 雜貨		水深:	原設計
長度: 199.05m	縱深: 17.50m	EL-	10.50m
原設計泊靠船級:		實際泊靠船級:	
1. 建造日期:		啓用日期: 59年01月	
2. 碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式	自立式 或 錨錠式板樁	棧橋式
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			不明
			附圖另詳

碼頭變位現況及監測網佈置平面圖

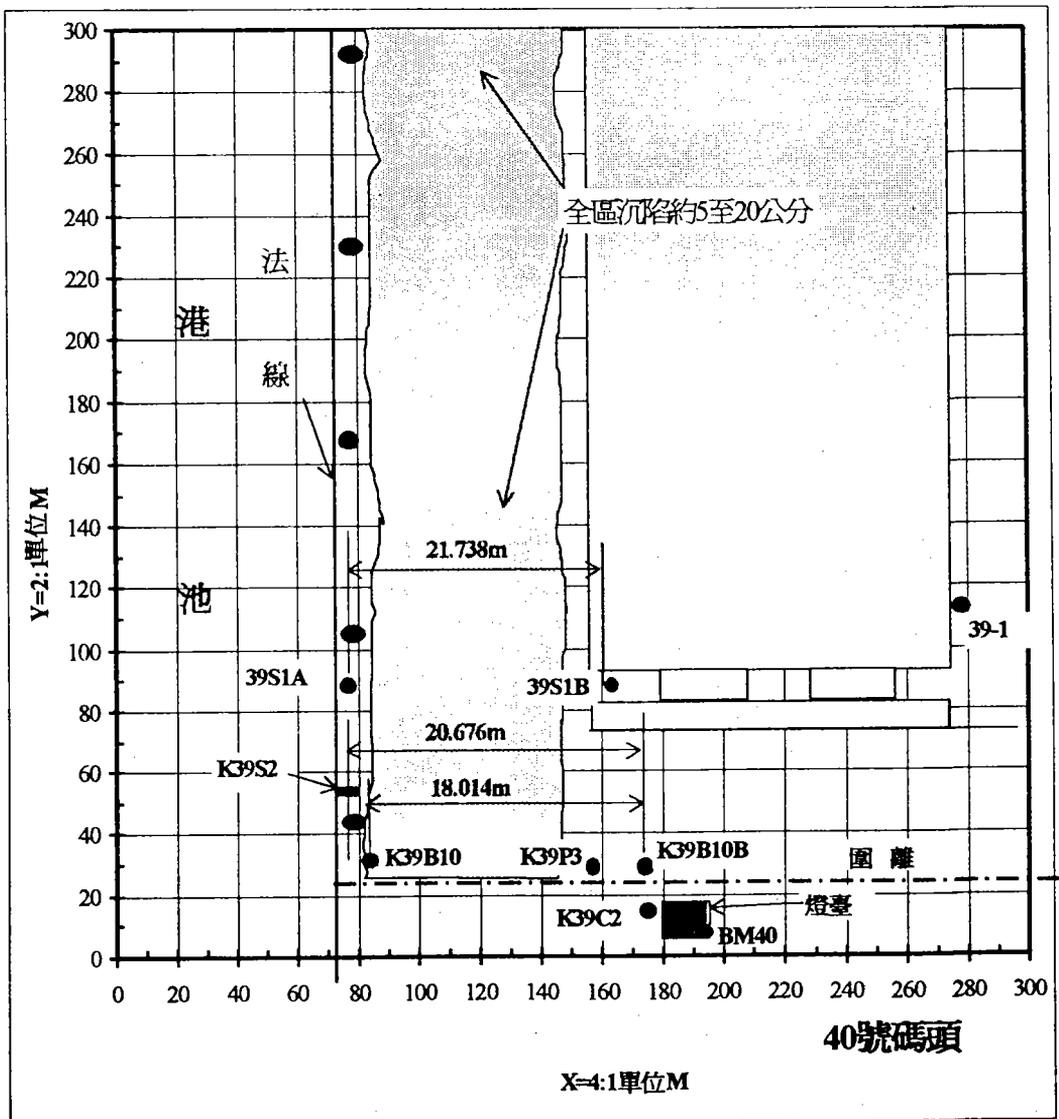


表 3.33 高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)

碼頭編號: 41號		碼頭法線板面標高: EL+ _____ m						
用途屬性: 貨櫃(第一貨櫃中心)		水深:	原設計 _____ 目前 _____					
長度: 204.53m	縱深: 17.50m	EL- 10.50m	FL- 13.00m					
原設計泊靠船級: _____		實際泊靠船級: _____						
1. 建造日期: _____		啓用日期: 59年01月						
2. 碼頭構造形式 (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>	重力式 <input type="checkbox"/>	自立式 <input type="checkbox"/> 或 錨錠式板樁 <input checked="" type="checkbox"/>	棧橋式 <input type="checkbox"/> 不明 <input type="checkbox"/> 附圖另詳 <input type="checkbox"/>					
3. 碼頭附屬設備:								
項 目	損壞程度(附相片圖說) (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>							
	極老舊	老舊	翻修 新 腐蝕 局部損壞 全面損壞					
a. 作業機械設備								
b. 繫船柱		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
c. 防眩材			<input checked="" type="checkbox"/>					
d. 照明設施		<input checked="" type="checkbox"/>						
e. 給水設施		<input checked="" type="checkbox"/>						
f. 排水設施			<input checked="" type="checkbox"/>					
g. 供油設施								
h. 避車壕								
I. 倉庫								
j. 辦公室及房舍								
k. 堆置場 -			<input checked="" type="checkbox"/>					
l. 通棧 -								
m. 其它 -								
4. 碼頭主體結構之損壞狀況: (附相片圖說) (既有項目請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>								
損壞種類	結 構 部 位							
	基礎	柱	板樁	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基	後線地面
a. 腐蝕					<input checked="" type="checkbox"/>			
b. 龜裂					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
c. 破裂					<input checked="" type="checkbox"/>			
d. 沉陷						<input checked="" type="checkbox"/>		
e. 拱起								
f. 傾斜								
g. 崩塌						<input checked="" type="checkbox"/>		
h. 滲水						<input checked="" type="checkbox"/>		
I. 出水								
J. 其它								
5. 維修過程說明:								
6. 綜合評估: 2-3BD (屬項請打勾) <input checked="" type="checkbox"/>								
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定
		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7. 建議深入調查事項:								

調查員: 蘇吉立 陳圭璋 陳義松

時間: 85年 9月 3日

說明:

製表: 蘇吉立 85年09月更修

File Name: 86KWP002.XLS

A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)

B-老舊(10-30年或材料已局部老化)

2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)

C-新(10年內)

3-警示(已見輕微異變現象)

D-現場可見近期新翻修

4-正常(未見異變現象)

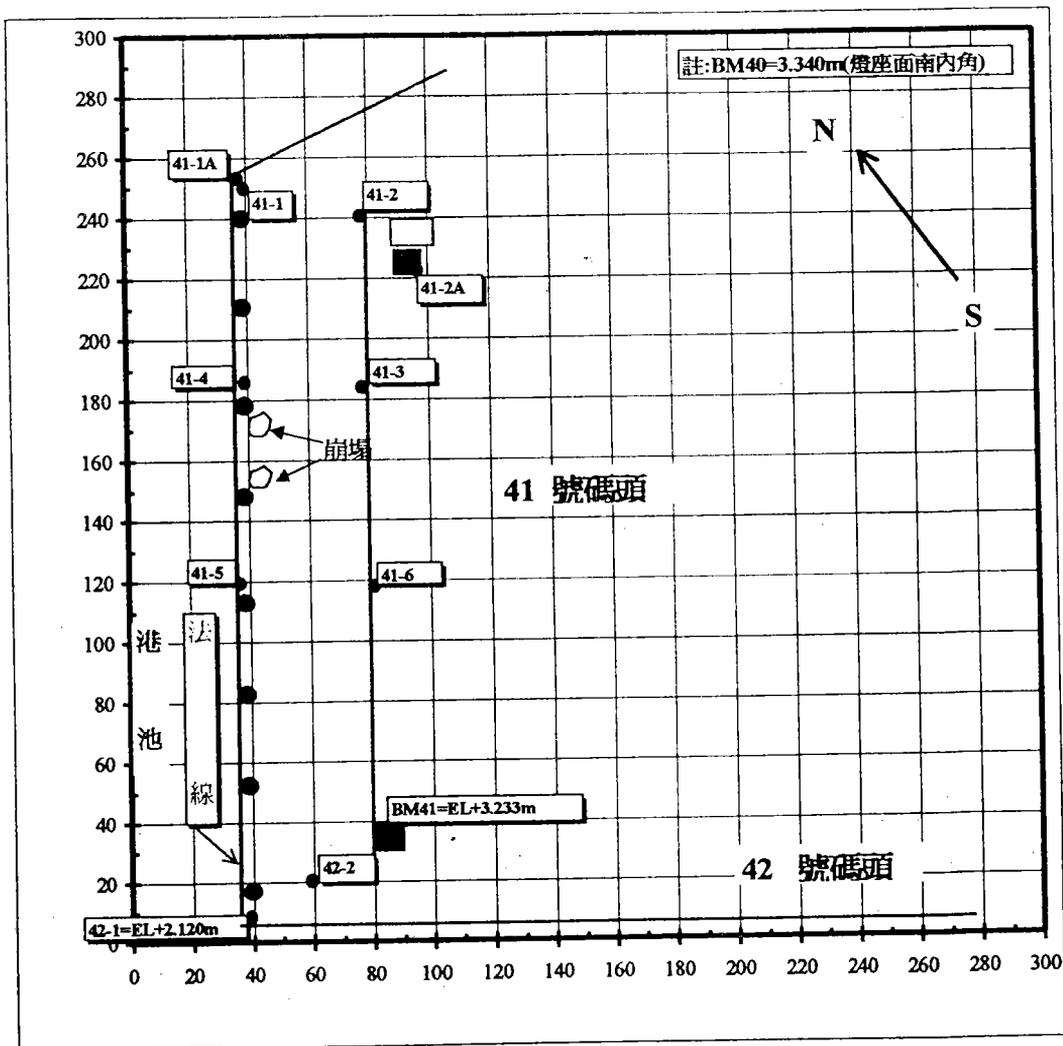
E-現場可見曾翻修過

0-翻修遭掩飾,無法判斷

表 3.34 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)

碼頭編號：41 號		碼頭法線板面標高:EL+ m		
用途屬性：	第一貨櫃中心	水深：	原設計	目前
長度：	204.53m	縱深：	1 17.5m	EL- 10.50m FL- 13.00m
原設計泊靠船級：		實際泊靠船級：		
1.建造日期：		啓用日期： 59年1月		
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)		重力式	自立式 或 鉸鏈式板樁	棧橋式 不明 附圖另詳
		✓	✓	

碼頭變位現況及監測網佈置平面示意圖



評估結果： 2-3BD

調查員： 蘇吉立
製圖員： 蘇吉立

時間： 85 年 12 月 20日
至
86 年 02 月 20日
File Name: 86K041#B.XLS

圖 3.37 36 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



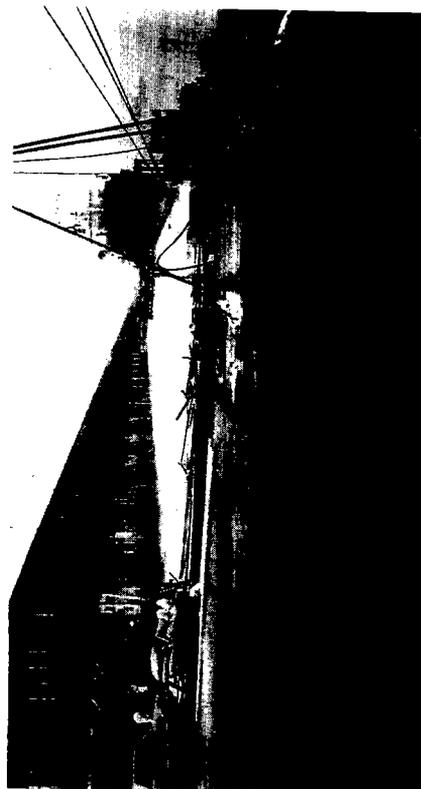
相片-36 號碼頭-1



相片-36 號碼頭-2



相片-36 號碼頭-3



相片-36 號碼頭-4

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.38 37 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-37 號碼頭-1



相片-37 號碼頭-2



相片-37 號碼頭-3

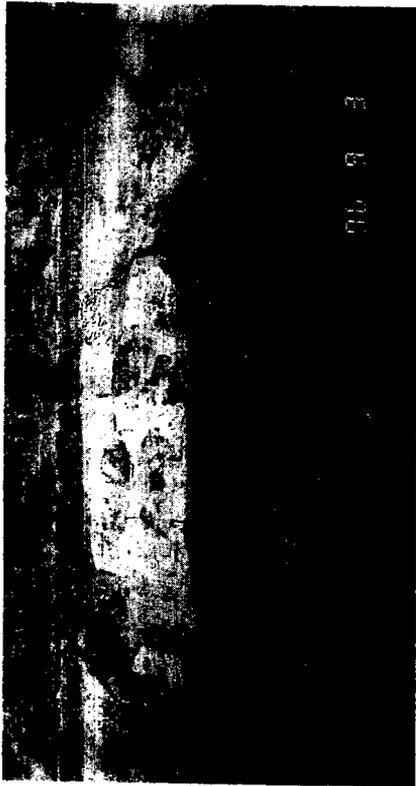


相片-37 號碼頭-4

圖 3.39 37 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-37 號碼頭-5



相片-37 號碼頭-6



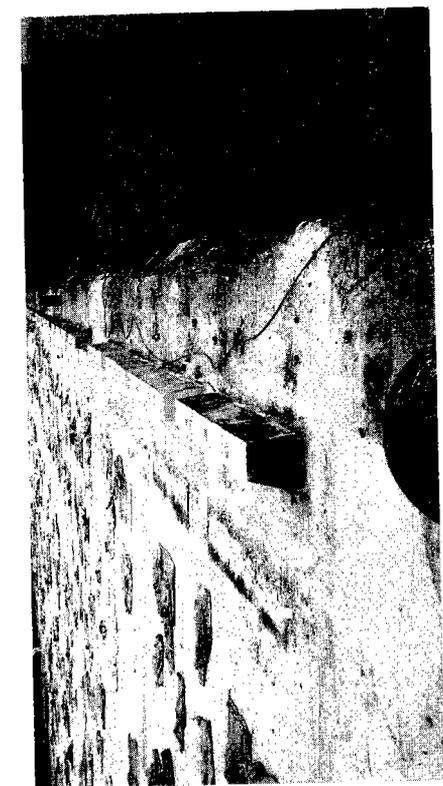
相片-37 號碼頭-7



相片-37 號碼頭-8

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.40 37 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-37 號碼頭-9



相片-37 號碼頭-10

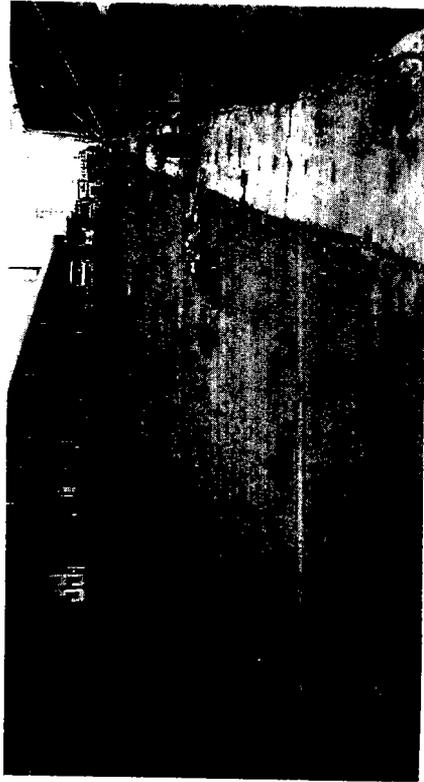


相片-37 號碼頭-11



相片-37 號碼頭-12

圖 3.41 39 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-39 號碼頭-1



相片-39 號碼頭-2



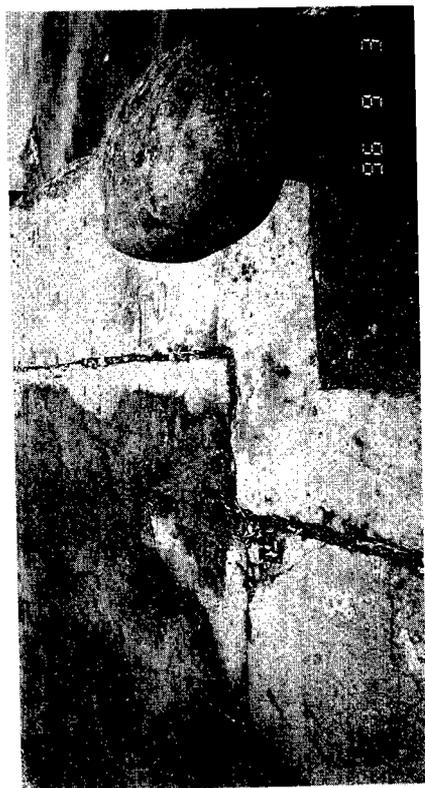
相片-39 號碼頭-3



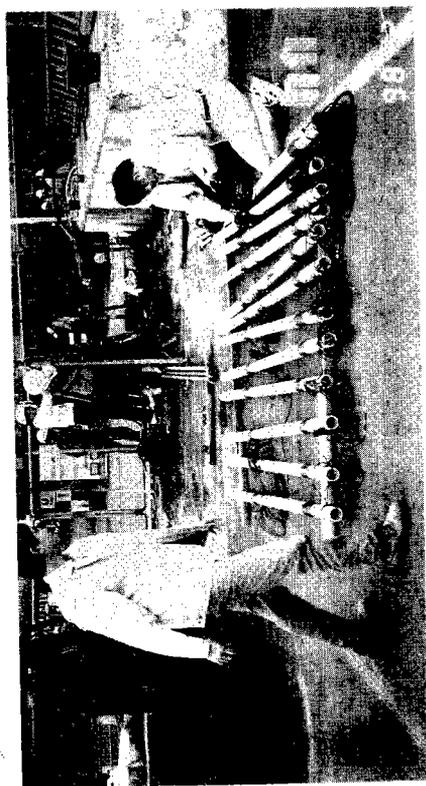
相片-39 號碼頭-4

港灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.42 38 至 41 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-38 號碼頭-2



相片-39 號碼頭-6



相片-38 號碼頭-1



相片-39 號碼頭-5

圖 3.43 38 至 41 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-38 號碼頭-3



相片-41 號碼頭-1



相片-41 號碼頭-2



相片-41 號碼頭-3

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

3.9.3 37 碼頭海下檢測結果

37 碼頭海下檢測結果；詳載如表 3.30 中立面示意圖，及圖 3.44 至圖 3.47 之記錄相片；所得係根據海下錄影、照像及潛水人員口述綜合結果，重要現象概要說明分析如下：

- (1) 海生物及腐蝕狀況；與一號碼頭類似，唯獨防蝕鋅塊已耗盡；壁體除為貝類所附著外，藻類茂密短小（如圖 3.44 至 3.47 之相片-37 號-13~26）。詳細請參閱本所港工組相關之研究報告。
- (2) 壁體結構狀況；碼頭為錨錠式鋼板樁結構，碼頭壁體為貝類及藻類所緊密附著，故一般微小裂縫或破洞無法由目視瞭解。除受創部份外，外視檢視結果並無任何特殊之異變現象。檢測結果詳如（表 3.30 之圖示及圖 3.44 至 3.47 之相片-37-13 至 26）。
- (3) 水深狀況；原設計水深 EL-10.50 m，檢測當時（民國 86 年 4 月）臨壁體水深為 EL-9.5~10.6（若碼頭標高以 EL+2.20 m 計），臨 36 號較深，但並無超深之現象。

3.9.4 36 號至 41 號碼頭變位監測結果

36 號至 41 號碼頭實際施設之變位監測，分為表面垂直沉陷變位監測及水平位移變位監測。

表面垂直沉陷變位監測，係利用水準儀針對選定之相關水準點，定期施以水準測量，藉以比較分析碼頭各部位之相對沉陷狀況。監測水準點設置相關位置，及目前整體沉陷現況詳如；表 3.27、3.29、3.30、3.32、3.34 之圖示。

監測結果主要有；36 號原碼頭面於民國 85 年 12 月 19 日至 86 年 8 月 12 日計 8 個月間沉陷 3 mm 至 10 mm 不等，沉陷原因有待繼續追蹤。

37 號碼頭之新翻修碼頭面於民國 86 年 8 月 7 日至 86 年 12 月 10 日計 4 個月間沉陷 3 mm 至 8 mm 不等，不排除為施工後之壓載沉陷。確實原因有待繼續追蹤。詳如表 3.35、3.36、3.37 等。

圖 3.44 37 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-37 號碼頭-13



相片-37 號碼頭-14



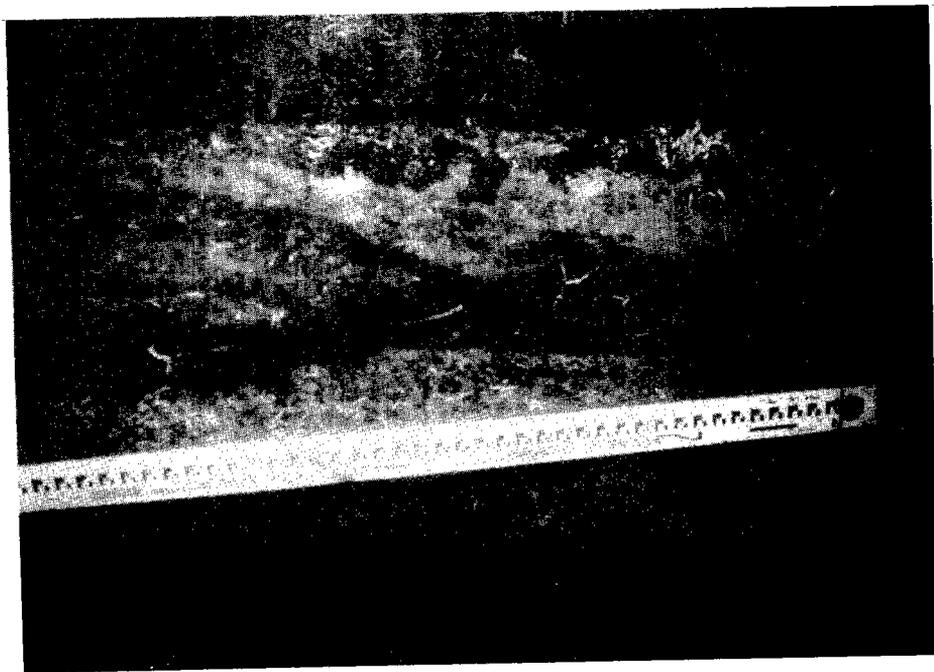
相片-37 號碼頭-15



相片-37 號碼頭-16

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.45 37 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-37 號碼頭-17



相片-37 號碼頭-18



相片-37 號碼頭-19

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.46 37 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-37 號碼頭-20



相片-37 號碼頭-21



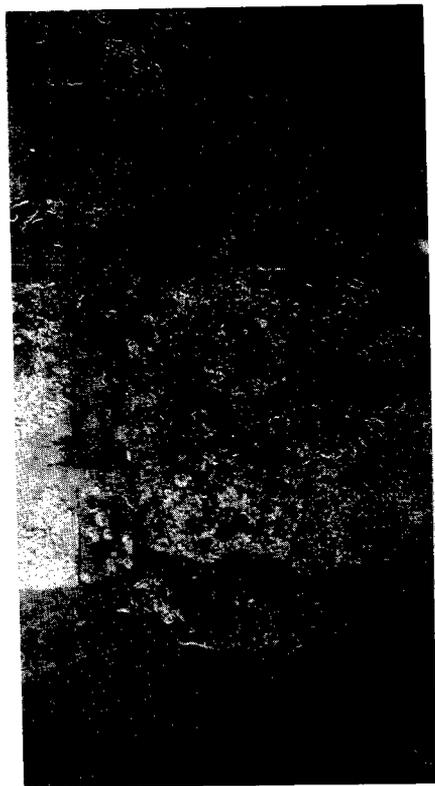
相片-37 號碼頭-22

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

圖 3.47 37 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



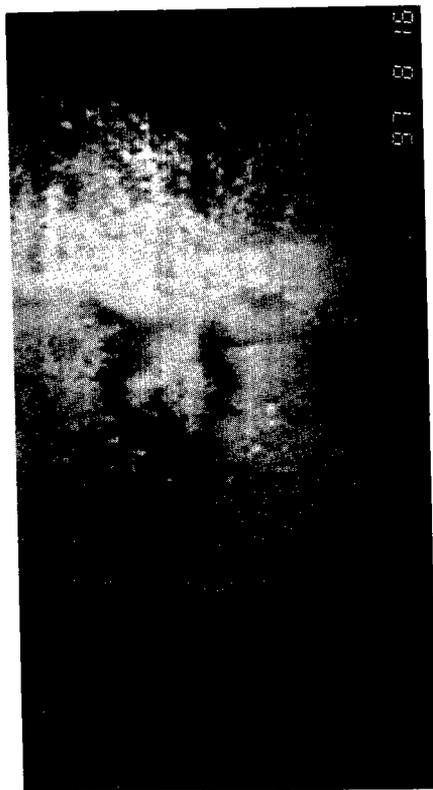
相片-37 號碼頭-23



相片-37 號碼頭-24



相片-37 號碼頭-25



相片-37 號碼頭-26

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

水平變位監測，主要利用傾斜管、傾斜盤、LVDT及電子測距儀等定期定點監測。各主要監測點配置詳如表 3.27、表 3.29、表 3.30、表 3.32。各主要監測功能及結果分述如下：

- (1) 傾斜管—共設 K36B9、K39B10 兩孔各 30 m 深及自計式 K39C2，各孔監測結果詳如附錄 G。
- (2) 傾斜盤—無設置。
- (3) LVDT—設 K39S-2，監測結果詳如表 3.37。
- (4) 電子測距儀—原設 6 處，經損毀後僅採用 K37S1A-K37S1B，監測結果 37 號碼頭面之垂直法線基線於民國 86 年 4 月 24 日至 87 年 2 月 25 日計 10 個月間增長 7 mm，有待繼續追蹤監測，詳如表 3.37。

表 3.35 高雄港區細部調查 - D 區沉陷監測結果

監測碼頭	36#, 37#, 39#, 41#							備註
監測日期	85/12/19	86/1/15	86/2/20	86/8/7	86/8/12	86/9/18	86/12/10	
監測站	高 程 (E.L.m)							
BM36	3.126	3.126	3.126		3.126		3.126	
BM37					2.297		2.292	
36-1	2.174	2.176	2.170		2.171			
36-2	2.072	2.078	2.065		2.068			
36-3	2.248	2.252	2.243		2.243			
36-4	2.594		2.592					
36-5	2.155		2.148					
36-6	2.274	2.279	2.267					
36-7	2.724	2.719	2.717					
36-8	2.005	2.009	2.002		1.995			
36-9	2.287	2.287	2.283		2.282			
36-10	2.608		2.604		2.602			
K36B9					2.087			
K36B9A								
K36B9B								
BM37							2.297	
37-1(a)	2.109	2.111						
37-2(a)	2.082	2.079						
37-3	2.197	2.197						
37-4	2.424	2.427					2.417	
39-0		2.555						
39-1	2.691	2.69						
39S1A				2.128		2.128	2.130	法線橫樑
39S1B				2.336		2.339		
K39S2							2.143	裂縫計
K39B10				2.208		2.207	2.204	
K39P3				2.214		2.208	2.206	
K39B10B				2.236		2.237	2.236	
BM40	3.34	3.338	3.338			3.338	3.338	燈臺上
41-1	2.146	2.145						
41-1A								法線橫樑角
41-2	2.131	2.127						
41-2A								燈臺上角
41-3	2.156	2.154						
41-4	2.123	2.117						
41-5	2.109	2.105						
41-6	2.181	2.176						
42-1	2.123	2.118						
42-2	2.278	2.275						
BM41	3.235	3.321						

測量員: 蘇吉立

表 3.36 高雄港區細部調查 - D 區沉陷監測結果

監測碼頭	37#(86/4新修復30cm厚RC面板)					備註
	86/8/7	86/10/23	86/11/1	86/12/10	程 (E.L.m)	
監測日期	高					車棚邊
監測站	程 (E.L.m)					
BM 37	2.297	2.297	2.297	2.292		緊船柱基上
37S1A		2.141	2.141	2.135		RC鋪面深縮縫交點
37S1B				2.296		RC鋪面深縮縫交點
A	2.147			2.140		RC鋪面深縮縫交點
B	2.138			2.130		RC鋪面深縮縫交點
C	2.149	2.146	2.146	2.142		RC鋪面深縮縫交點
D	2.200	2.198	2.198	2.193		RC鋪面深縮縫交點
E	2.165	2.161	2.161	2.157		RC鋪面深縮縫交點
F	2.154			2.149		RC鋪面深縮縫交點
G	2.186	2.181	2.181	2.178		RC鋪面深縮縫交點
H	2.231	2.229	2.229	2.224		RC鋪面深縮縫交點
I	2.251	2.248	2.248			RC鋪面深縮縫交點
J	2.142					RC鋪面深縮縫交點
K	2.202	2.196	2.196			RC鋪面深縮縫交點
L	2.249	2.247	2.247			RC鋪面深縮縫交點
M	2.262	2.259	2.259			RC鋪面深縮縫交點
N	2.161					RC鋪面深縮縫交點
O	2.169					RC鋪面深縮縫交點
P	2.258					RC鋪面深縮縫交點
Q	2.287					RC鋪面深縮縫交點
R	2.146					RC鋪面深縮縫交點
S	2.193					RC鋪面深縮縫交點
T	2.258					RC鋪面深縮縫交點
U	2.291					RC鋪面深縮縫交點

表 3.37 高雄港區細部調查－位移及水壓監測結果

D 區垂直法線表面水平位移監測結果

監測碼頭	36#, 37#, 39#, 41#				備註
	86/4/24	86/10/23	87/2/25	水平距 (m)	
監測日期					
監測線					
K36B9A-K36B9B					
K36B9-K36B9B					
37S1A-37S1B	20.932	20.924	20.925		
39S1A-39S1B	21.738				
K39B10A-K39B10B	20.676				
K39B10-K39B10B	18.014				
監測日期	86/9/18	86/11/19			
監測點	水平裂縫 (m.m) (正表擴張,負表收縮)				
K39S2	0	0.02			CDP-25 No:526146

K39S2 設於K39B10附近,法線橫樑後 零點 -3384(1=0.002mm)

高雄港區細部調查－D 區水壓監測結果

監測碼頭	39#				備註
	86/5/23	86/9/18			
監測日期	11:00	13:20			
監測時間	EL+0.863m	EL+0.763m			
監測時潮汐	kg/cm2				
監測點	NO:36546	0.849	0.846		埋設10m深
K39P3	NO:36545	1.358	1.357		埋設15m深

NO:36546 C=0.000687 Zero=-30

NO:36545 C=0.000671 Zero=50

3.9.5 36 至 41 號碼頭地質補充調查

36 至 41 號碼頭地質補充調查工做如下：

地質鑽探取樣：共鑽 4 孔；K36B9、K39B10 二孔各 30 m 深並做為傾斜管之人工監測孔，K39C2 一孔 36 m 深並做為傾斜管之自動監測孔，及 K39P3 一孔 25 m 深並做為水壓之人工監測孔。各孔取得之樣品並進行室內試驗，鑽探孔位詳如表 3.27、3.29、3.30 及 3.32。鑽探試及驗結果另詳第四章及附錄 A 至 F。

3.10 58 號碼頭詳勘及檢測—E 區

E 區碼頭詳勘，主要檢測碼頭有 57、58 等 2 座，調查重點則置於 58 號；除基本資料與現地異象現況調查外，並進行變位監測及地質補充調查。檢測結果分述於下列各節。

3.10.1 E 區碼頭基本資料與現況勘查結果

57 為化學危險品碼頭，58 號碼頭為港勤碼頭。根據文獻資料顯示皆建於民國 63 年。碼頭結構型式均採錨錠式鋼板樁。

57 至 58 號碼頭基本資料與現況勘查結果詳如表 3.38、3.39、3.40。

3.10.2 58 號碼頭外視異象現況調查與分析

58 號碼頭外視異象現況調查結果，就外視異象現況調查結果綜合之七大異象重點分述如下：

- (一) 腐蝕 - 海上部份：法線橫樑遭受外力破損鋼筋外露腐蝕（如圖 3.49 之相片-58 號碼頭-8），繫船柱、擋車牆、給水等附屬設施均已老舊腐蝕（如圖 3.48 至圖 3.50 之相片-58 號碼頭-1、3、5、8、12）。海下部份：本研究並未實施深入之檢測作業。請參考本所港工材料組之研究
- (二) 龜裂 - 海上部份：大致與 1 號碼頭相同，主要有；繫船柱後有 45 度之拉裂縫（如圖 3.49 至圖 3.50 之相片-58 號-8、12）。面板與橫樑間之裂縫（如圖 3.48 至圖 3.50 之相片-58 號-2、4、6、7、8、12），應與沉陷、結構異動等有關。對於上述狀況本研究選擇適當地點，採用 LVDT 按置裂縫監測點（如表 3.40 之 KSS1）。海下部份：未調查。
- (三) 破裂 - 海上部份：法線橫樑受外力嚴重撞擊破裂（如圖 3.49 之相片-58 號-7、8）。碼頭面版因過度不均勻沉陷加上外力

荷重而造成破裂（如圖 3.48 至圖 3.50 之相片-58 號-1、5、6、7、12），面板與橫樑間之裂縫（如圖 3.48 至圖 3.50 之相片-58 號-2、4、6、7、12），應與沉陷、結構異動等有關。海下部份：未調查。。

- (四) 沉陷 -海上部份：碼頭表面部份區域沉陷 5~20 公分不等（如表 3.40 及圖 3.48 至圖 3.50 之相片-58 號-1、2、4、6、7、10、11、12）。本研究僅於碼頭面設置水準觀測若干點做為沉陷之監測點（如表 3.40）。海下部份：壁體是否沉陷，外視並無可明確判別之狀況，故僅能於橫樑上置水準觀點加以監測，以為日後判別之依據。
- (五) 拱起 -海上部份：多發生於面板與橫樑間（如圖 3.48 至圖 3.50 之相片-58 號-4、7、12）。海下部份：壁體是否拱起外視並無可明確判別之狀況，祇能以埋設傾斜管監測做為日後判別之依據。
- (六) 傾斜 -海上及海下部份：附屬建物之傾斜（如圖 3.50 之相片-58 號-10、11）應有漏砂之嫌，至於本體結構並無明顯之外視異象可比對，故以埋設傾斜管、LVDT、傾斜盤及設置電子測距基線並做水準高程控制綜合比較監測，以利研判。
- (七) 崩塌 -海上及海下部份：無跡象。

以上所述及其餘詳細均記錄於表 3.40 及圖 3.48 至圖 3.50 之調查狀況記錄相片。

表 3.38 高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)

碼頭編號:	57 號	碼頭法線板面標高:EL+	2.20m					
用途屬性: 大宗及危險品	水深:		原設計 目前					
長度: 200.00m	縱深:	EL- 10.50m	FL- 13.20m					
原設計泊靠船級:		實際泊靠船級:						
1.建造日期:	63年04月	啓用日期:	65年06月					
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 <input type="checkbox"/>	或 錨錠式板樁 <input checked="" type="checkbox"/>					
		棧橋式 <input type="checkbox"/>	不明 <input type="checkbox"/>					
3. 碼頭附屬設備:								
項 目	損壞程度(附相片圖說)				(屬項請打勾)			
	極老舊	老舊	翻修	新	腐蝕	局部損壞	全面損壞	
a. 作業機械設備		<input checked="" type="checkbox"/>						
b. 繫船柱		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
c. 防眩材						<input checked="" type="checkbox"/>		
d. 照明設施		<input checked="" type="checkbox"/>						
e. 給水設施		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
f. 排水設施		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>	
g. 供油設施		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
h. 擋車牆		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
i. 倉庫								
j. 辦公室及房舍		<input checked="" type="checkbox"/>						
k. 堆置場 -		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>	
l. 通棧 -								
m. 其它 -								
4. 碼頭主體結構之損壞狀況: (附相片圖說)				(既有項目請打勾)				
損壞種類	結 構 部 位							
	基礎	柱	板樁	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基	後線地面
a. 腐蝕							<input checked="" type="checkbox"/>	
b. 龜裂					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
c. 破裂					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
d. 沉陷						<input checked="" type="checkbox"/>		
e. 拱起						<input checked="" type="checkbox"/>		
f. 傾斜								
g. 崩塌								
h. 滲水								
i. 出水								
j. 其它								
5. 維修過程說明:								
6. 綜合評估:				(屬項請打勾)				
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定
		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7. 建議深入調查事項:								

調查員: 蘇吉立 陳圭璋 陳義松 時間: 85年 9月 5日

說明: 製表: 蘇吉立 85年09月更修 File Name: 86KWP002.XLS

- A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)
- B-老舊(10-30年或材料已局部老化)
- C-新(10年內)
- D-現場可見近期新翻修
- E-現場可見曾翻修過
- 1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)
- 2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)
- 3-警示(已見輕微異變現象)
- 4-正常(未見異變現象)
- 0-翻修遭掩飾,無法判斷

表 3.39 高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)

碼頭編號: 58 號 碼頭法線板面標高: EL+ 2.20m

用途屬性: 港勤		水深:		原設計	目前				
長度: 200.00m	縱深:	EL-		4.50m	FL-				
原設計泊靠船級:				實際泊靠船級:					
1. 建造日期: 63年04月		啓用日期: 66年06月							
2. 碼頭構造形式 (屬項請打勾)		重力式	自立式 或 錨錠式板樁		棧橋式	不明	附圖另詳		
3. 碼頭附屬設備:		項 目							
		損壞程度(附相片圖說)				(屬項請打勾)			
		極老舊	老舊	翻修	新	腐蝕	局部損壞 全面損壞		
a. 作業機械設備			✓						
b. 繫船柱			✓			✓			
c. 防舷材							✓		
d. 照明設施			✓						
e. 給水設施			✓						
f. 排水設施			✓				✓		
g. 供油設施			✓			✓			
h. 擋車牆			✓			✓			
i. 倉庫									
j. 辦公室及房舍			✓				傾斜		
k. 堆置場			✓				✓		
l. 通棧									
m. 其它									
4. 碼頭主體結構之損壞狀況:(附相片圖說)		(既有項目請打勾)							
損壞種類		結 構 部 位							
		基礎	柱	板樁	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基 後線地面	
a. 腐蝕						✓		✓	
b. 龜裂						✓	✓		
c. 破裂						✓	✓		
d. 沉陷							✓		
e. 拱起							✓		
f. 傾斜									
g. 崩塌									
h. 滲水									
i. 出水									
j. 其它									
5. 維修過程說明:									
6. 綜合評估:		1-2BE		(屬項請打勾)					
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示	無法判定	
		✓		✓	✓	✓			
7. 建議深入調查事項:									

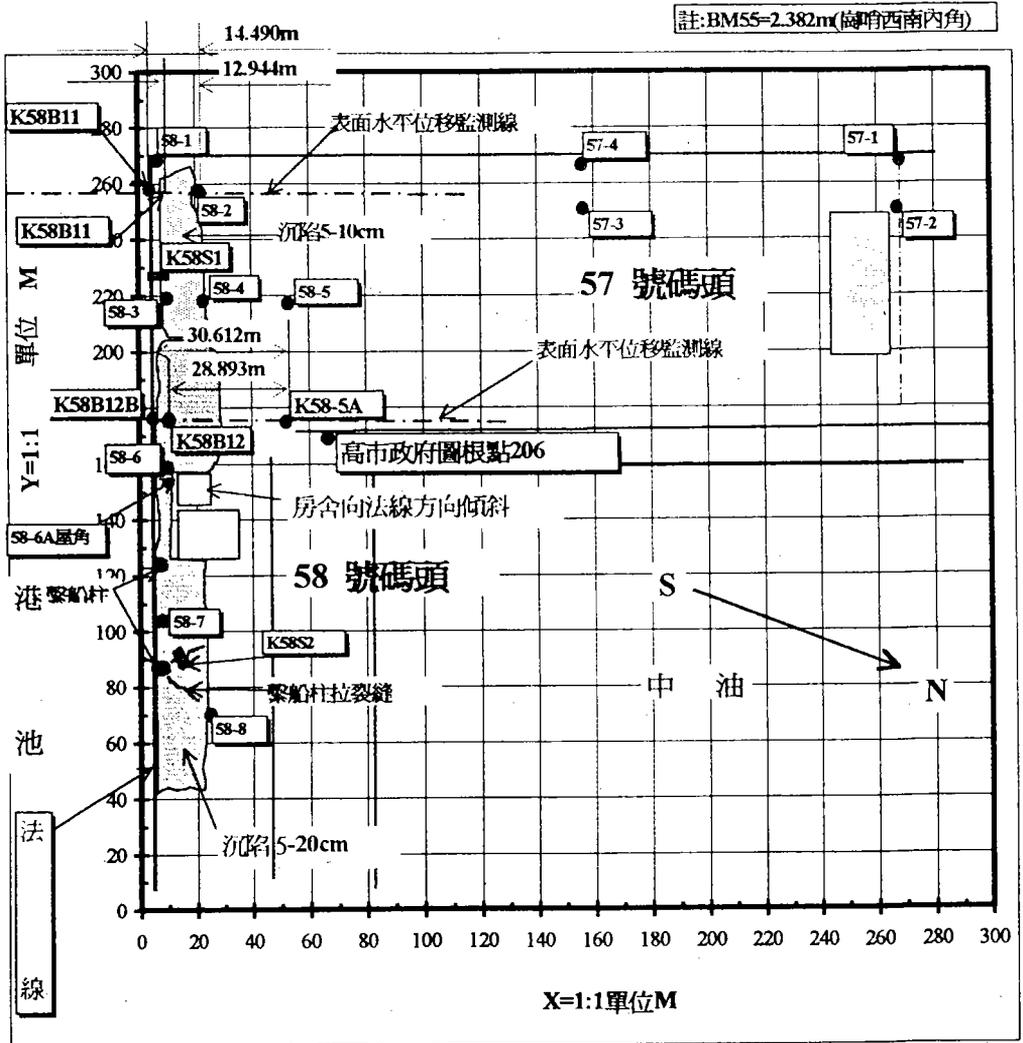
調查員: 蘇吉立 陳圭璋 陳義松 時間: 85年 9月 5日
 說明: 製表: 蘇吉立 85年09月更修 File Name: 86KWP002.XLS

- A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)
- B-老舊(10-30年或材料已局部老化)
- C-新(10年內)
- D-現場可見近期新翻修
- E-現場可見曾翻修過
- 1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)
- 2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)
- 3-警示(已見輕微異變現象)
- 4-正常(未見異變現象)
- 0-翻修遭掩飾,無法判斷

表3.40 高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)

碼頭編號: 58 號		碼頭法線板面標高: EL+ 2.20m	
用途屬性: 港勤	水深: 原設計	目前	
長度: 306m	縱深: 1 8.7m	EL- 4.50m	FL-
原設計泊靠船級:		實際泊靠船級:	
1. 建造日期: 63年4月	啓用日期: 66年6月		
2. 碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式 <input checked="" type="checkbox"/>	自立式 或 鉗鉤式板樁 <input type="checkbox"/>	棧橋式 <input type="checkbox"/> 不明 <input type="checkbox"/> 附圖另詳

碼頭變位現況及及監測網佈置平面示意圖



評估結果: 1-2BE

調查員: 蘇吉立
製圖員: 蘇吉立

時間: 85年 12月 20日
至
86年 02月 20日

圖 3.48 58 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-58 號碼頭-1



相片-58 號碼頭-2



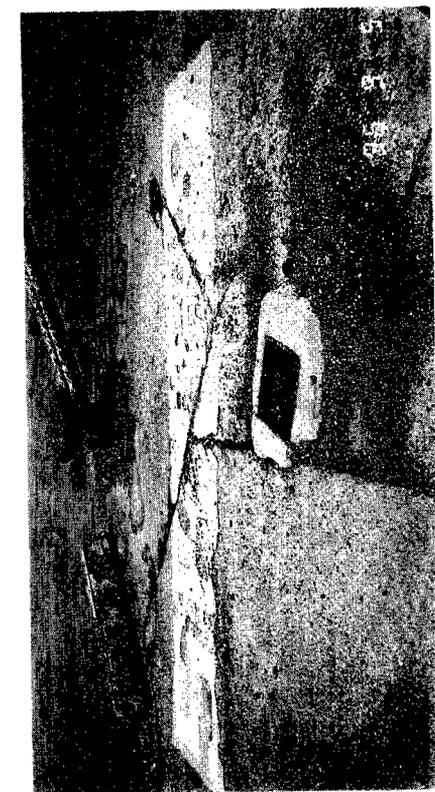
相片-58 號碼頭-3



相片-58 號碼頭-4

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

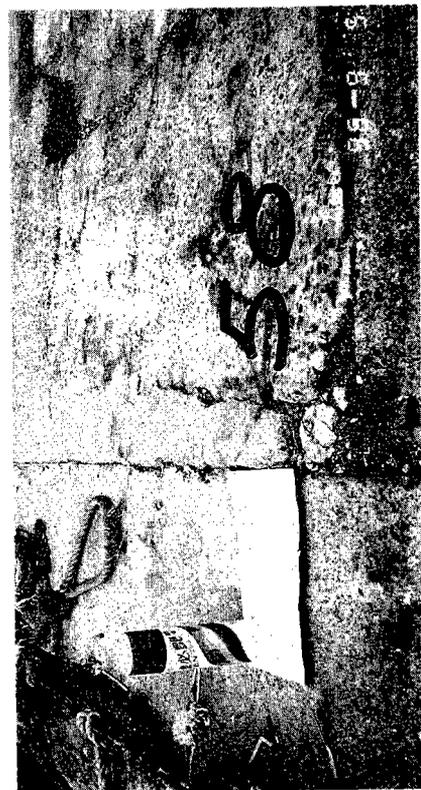
圖 3.49 58 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-58 號碼頭-5



相片-58 號碼頭-6



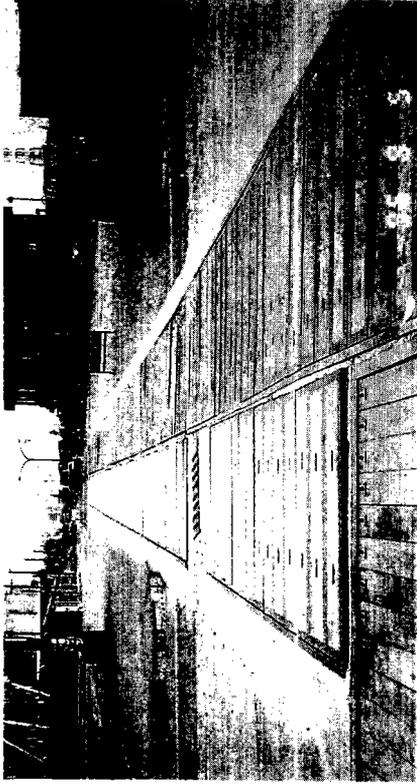
相片-58 號碼頭-7



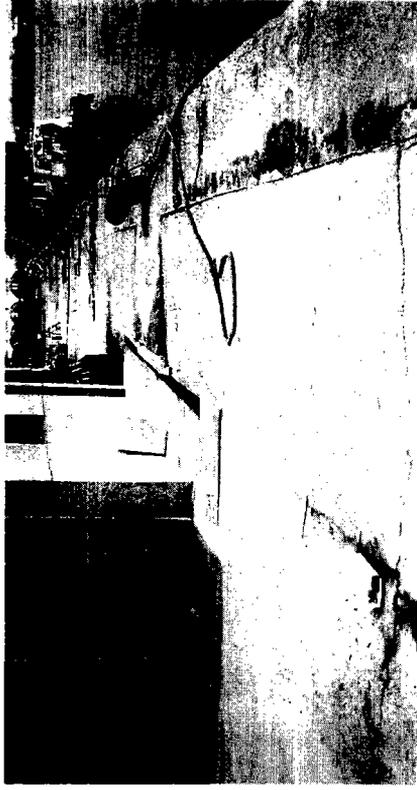
相片-58 號碼頭-8

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

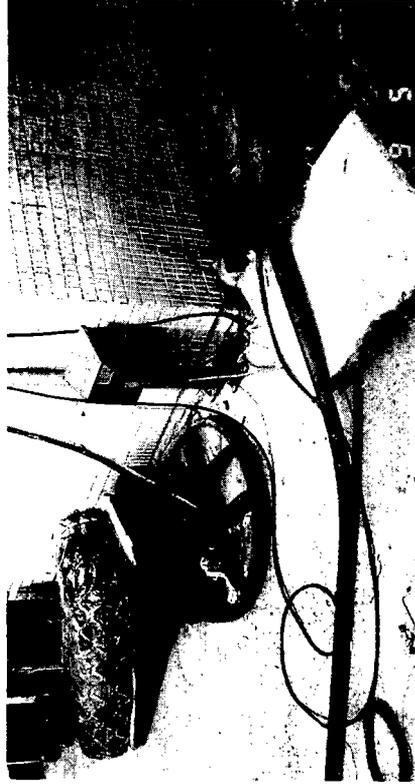
圖 3.50 58 號碼頭現地及調查狀況記錄相片



相片-58 號碼頭-9



相片-58 號碼頭-10



相片-58 號碼頭-11



相片-58 號碼頭-12

臺灣技術研究所(I.H.M.T) 大地工程組 蘇吉立

3. 10. 3 58 號碼頭變位監測結果

58 號碼頭實際施設之變位監測，分為表面垂直沉陷變位監測及水平位移變位監測。

表面垂直沉陷變位監測，係利用水準儀針對選定之相關水準點，定期施以水準測量，藉以比較分析碼頭各部位之相對沉陷狀況。監測水準點設置相關位置，及目前整體沉陷現況詳如；表 3.40 之圖示。於 85 年 12 月~87 年 2 月間監測結果並無明顯之變化，監測結果詳如；表 3.41 變位監測結果表。

水平變位監測，主要利用傾斜管、傾斜盤、LVDT 及電子測距儀等定期定點監測。各主要監測點配置詳如表 3.40 之圖示。各主要監測功能及結果分述如下：

- (1) 傾斜管-共設 K58B11 及 K58B12 兩孔各 30 m 深，用以監測碼頭縱斷面各深度之水平變位。監測結果詳附錄 G。
- (2) 傾斜盤- 未設。
- (3) LVDT-設 K58S1 及 K58S2 二處，而 K58S2 遭破壞，僅存 K58S1，於 86 年 9 月~87 年 5 月間觀其監測記錄之變化，不排除為季節性變化；熱脹冷縮之因素。監測結果詳如表 3.41。
- (4) 電子測距儀-設 K58B5A-K58B12B 及 K58B11B-58-2 測線兩條。於 86 年 5 月~87 年 2 月間監測結果並無明顯之變化。監測結果詳如表 3.41。

表 3.41 高雄港區細部調查 - E 區變位監測結果
高雄港區細部調查 - E 區沉陷監測結果

監測碼頭	57及58號碼頭						備註
	85/12/20	86/2/20	86/8/7	86/9/18	86/12/10	87/2/25	
監測站	高 程 (EL.m)						
BM55	2.382	2.382	2.382	2.382	2.382	2.382	55號檢查站大門口
圖根204			2.335	2.335	2.335		
BM56	2.445		2.431	2.439			55-56交界陰井盖上
BM56-57			2.449				56-57電桿
57-1	2.094	2.093	2.092		2.093		
57-2	2.186	2.185	2.183		2.183		
57-3	2.198	2.200	2.207		2.198		
57-4	2.128	2.129	2.142		2.124		
58-1	2.098	2.099	2.102	2.101	2.101	2.101	
K58B11A			2.117	2.113	2.115	2.115	法線橫樑
K58B11			2.134	2.134	2.132	2.132	
58-2	2.167	2.170	2.171	2.171	2.171	2.172	
58-3	2.101	2.103	2.103	2.101	2.108	2.103	
58-4	2.230	2.232	2.233	2.229	2.233	2.232	
58-5	2.464	2.467	2.468	2.468	2.467	2.465	
K58-5A			2.427	2.427	2.425	2.424	
K58B12B			2.125	2.123	2.123	2.124	法線橫樑
K58B12			2.094	2.091	2.093	2.092	
58-6	2.027	2.027	2.027	2.027	2.024	2.025	
58-6A					2.056	2.055	屋角
58-7	2.124	2.126	2.126	2.125	2.126	2.127	
58-8	2.095	2.097		2.094	2.097	2.097	
圖根206			2.417	2.417	2.416	2.415	

測量員: 蘇吉立

高雄港區細部調查 - E 區垂直法線表面水平位移監測結果

監測碼頭	57及58號碼頭					備註
	86/5/6	87/2/26				
監測線	水 平 距 (m)					
K58B11A-58-2	14.490	14.486				
K58B11-58-2	12.944					
K58B12B-K58-5A	30.612	30.614				
K58B12-K58-5A	28.893					
監測日期	86/9/18	86/10/23	86/11/18	87/2/26	87/5/28	
監測點	水平裂縫 (m.m)					
K58S1	0	0.038	0.078	0.014	-0.032	CDP-25 No:526143
K58S2	0	人為破壞				CDP-25 No:526140

No:526143

設於58-3附近法線後

Zero:-3455

1=0.002mm

No:526140

設於58-7附近繫船柱後45度裂縫

Zero:-4226

1=0.002mm

3.10.4 58 號碼頭地質補充調查

58 號碼頭地質補充調查工做如下：

地質鑽探取樣：共鑽 2 孔；K58B11、K58B12 二孔各 30 m 深並做為傾斜管之人工監測孔。各孔取得之樣品並進行室內試驗，鑽探孔位詳（表 3.40）。鑽探試及驗結果另詳第四章及附錄 A 至 F。

肆、碼頭基礎補充地質調查

李 延 恭 *

4.1 概 述

地質問題對港灣結構物之影響極大，而基礎工程又佔港灣工程之主要部份，過去因地質不良或地質調查資料不確實而導致港灣工程結構不勘使用或損毀的例子時有所聞，由於碼頭基礎之穩定性與基礎土層變化情況及土壤工程性質有關，許多跡象顯示碼頭結構之損壞係由於基礎土壤之不穩定所造成，如沉陷，龜裂，滑移等，故在進行穩定性分析以前應先搜集老舊碼頭基地或鄰近地區鑽探資料，惟因年代久遠大部份老舊碼頭基地可能無地層調查資料，或鑽探資料早已遺失，則須進行補充地質調查以瞭解碼頭基地地層變化情況及土壤工程性質，做為穩定性分析的依據。

本研究根據碼頭現況調查結果，選擇六處地點進行研討，此六處地點分別是新濱碼頭至 3 號碼頭區，15 號至 18 號碼頭區，37 至 39 號碼頭區，58 號碼頭，63 號碼頭，66 號碼頭及第三貨櫃中心的 70 至 72 號碼頭區，為進一步瞭解研究地點之土層情況及土壤工程性質做為碼頭穩定研判分析的依據，乃進行碼頭基礎補充地質調查，包括土壤鑽探及取樣，現場及試驗室土壤試驗，水壓計埋設，地下水位及水壓觀測等。

4.2 鑽探及取樣

因限於預算，補充地質調查土壤鑽探部份共分兩個階段進行，第一年度分別於新濱至 3 號碼頭區，15 號至 18 號碼頭區，37 至 39 號碼頭區，58 號碼頭等四處地點共鑽 12 孔，每孔深度 30 公尺。第二年度於第二貨櫃中心之 63 號和 66 號碼頭及第三貨櫃中心之 70 至 72 號碼頭等共鑽 5 孔，每孔深度 36m 並在第一年度選定之四處

* 省交通處港灣技術研究所大地工程組 研究員

地點再補充鑽 4 孔，每孔深 36m，各鑽孔配置形如圖 4.1 所示。

本研究鑽探主要目的在埋設傾斜管及水壓計，並利用鑽孔進行標準貫入試驗，同時取劈管樣品及不擾動薄管土樣，所取土樣送至本所土壤試驗室進行一般物理性質試驗，直接剪力試驗，三軸壓縮試驗及動三軸試驗等。

鑽孔係採用水洗法(wash Boring)鑽探並用套管以防孔壁崩坍，鑽探過程使用皂土以穩定孔壁，現地標準貫入試驗及劈管取樣均依照 ASTM D1586-67 之規定辦理，薄管取樣則依照 ASTM D1587-74 之規定辦理。

4.3 試驗室土壤試驗

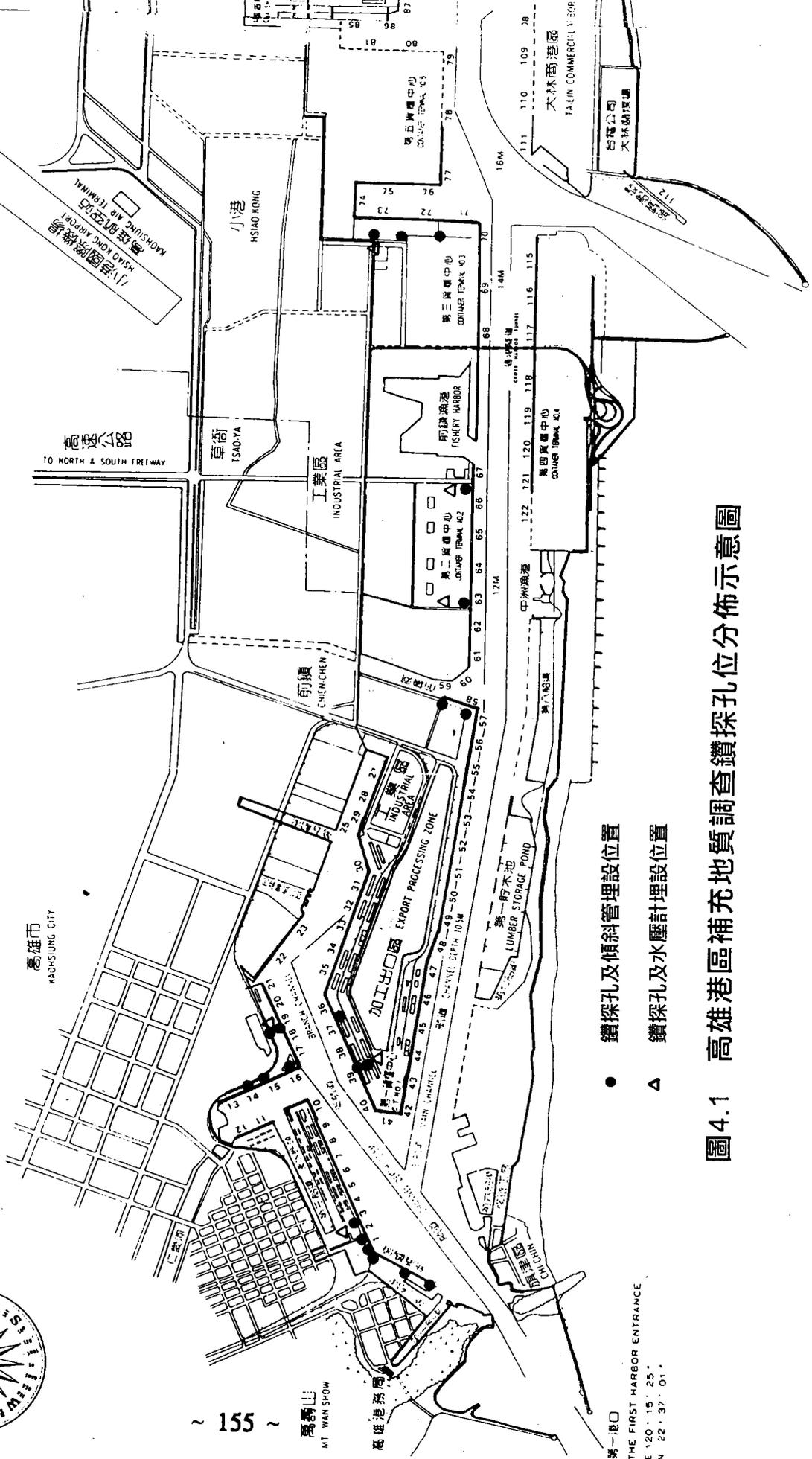
為瞭解研究地點土壤之一般物理性質及土壤工程特性如土壤抗剪強度，體積變化特性，透水性及動態特性等，於現場取得之劈管土樣及三吋薄管不擾動土樣，均送至本所土壤試驗室進行各項室內試驗，試驗項目包括：土壤一般物理性質試驗、單向度壓密試驗、三軸透水試驗、直接剪力試驗、三軸壓縮剪力強度試驗和動三軸試驗等，試驗項目及數量統計如表 4.1 所示，各項試驗方式及步驟，概略說明如下：

表 4.1 試驗室試驗項目及數量

試 驗 項 目	數 量 組
一般物理性試驗	390
直接剪力試驗	20
三軸壓縮剪力強度試驗	23
三軸透水試驗	10
單向度壓密試驗	2
動三軸試驗	39

1. 一般物理性質試驗

由劈管取得之擾動土樣供作物理性質試驗，包括土壤單位重、含水量、顆粒粒徑分析，阿太堡限度試驗等並進行土壤分類。



- 鑽探孔及傾斜管理設置位置
- ▲ 鑽探孔及水壓計埋設置位置

圖4.1 高雄港區補充地質調查鑽探孔位分佈示意圖

2. 直接剪力試驗

本試驗目的為求得砂性土壤之內摩擦角及粘著力，表 4.2 為本研究補充地質調查區直接剪力試驗結果，砂性土壤之剪力與其緊密度，初始孔隙比、顆粒大小及形狀、顆粒分佈狀況等均有關係，根據本研究鑽探取樣之直接剪力試驗結果顯示研究地區砂性土壤之有效內摩擦角約在 31° 至 38° 間。

3. 三軸壓縮剪力強度試驗

直接剪力試驗有其缺點，即其破壞面係強迫在某預定平面發生，而實際上破壞面並非在該特定面上，且極可能為一曲面，其次實驗時土樣是否在完全排水狀況下無從得知，是故為獲得更確實的土壤強度資料，另進行三軸壓縮強度試驗，三軸壓縮試驗可測定土壤應力與應變關係，為模仿土壤之工地特性或工程建造物所加諸於土壤之壓力與變形關係，本研究進行三軸壓縮試驗 13 組，其試驗結果如表 4.3 所示，試驗結果顯示砂性土壤內摩擦 ϕ 角在 31° 至 37° 間，粘性土壤有效內摩擦角 ϕ 平均約為 29° 。

4. 三軸透水試驗

透水試驗為決定土壤的透水係數 K 值以判斷水流在土壤中通過難易的程度，土壤之透水係數受土壤顆粒大小，水流之性質，土壤孔隙比，孔隙的形狀和排列，飽和度及所受之壓力等因素之影響，本研究透水性試驗係利用三軸壓縮試驗設備量取水頭差，滲流量及時間變化之關係，其試驗結果如表 4.4 所示。

5. 動三軸試驗

本研究另進行動三軸試驗，其結果可做為飽和砂土層液化分析之依據，試驗儀器採用美國加州大學柏克萊分校 C.K. chan 和 J.P. Mulilis 所設計之動力三軸設備，為電腦控制式自動三軸試驗系統，可進行靜力及動力三軸試驗，並兼具有應力控制式，應變控制式及應力路徑控制式之功能，試驗結果如圖 4.2 所示，試驗結果顯示本研究地區砂土層在循環數第 20 週之應力比介於 0.24 至 0.3 之間。

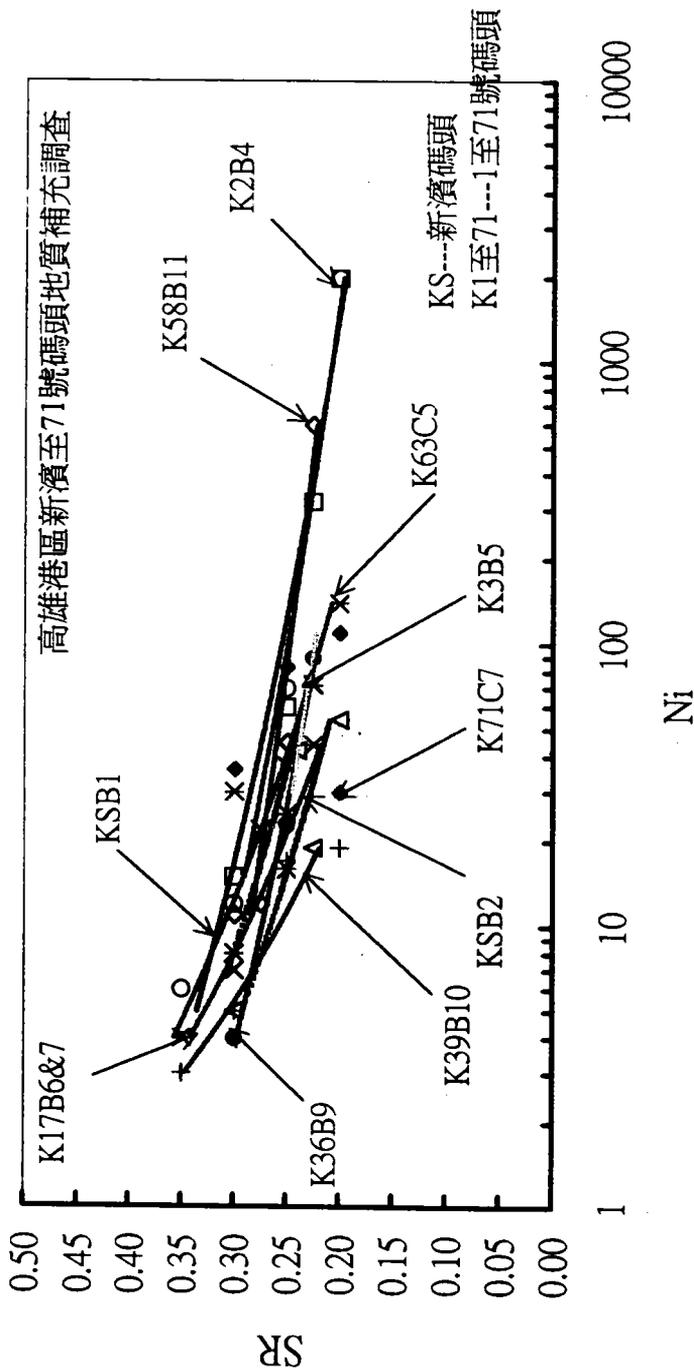
有關研究地點實驗室土壤試驗資料可參閱本報告附錄 B 至附錄 F。

表 4.2 直接剪力試驗結果綜合表

孔號	土樣 編號	土壤 分類	深度 m	W_n %	Y_d t/m ³	C, Kg/cm ²	ϕ , degree
B-1	T-4	SM	27.0-27.8	32.4	1.46	0	33
B-2	T-1	SM	17.0-17.8	32.5	1.46	0.2	31.5
B-3	T-3	SM	24.0-24.8	27.7	1.51	0.5	34.5
B-3	T-4	SM	26.0-26.8	26.8	1.55	0.2	38.5
B-4	T-4	SM	25.0-25.8	29.3	1.62	0.5	34.5
B-5	T-4	SM	26.0-26.8	26.6	1.62	0.3	34.0
B-6	T-2	SM	21.0-22.3	26.7	1.59	0.4	30.8
B-7	T-2	SM	19.0-19.8	30.8	1.47	0.4	35.0
C-3	T-1	SM	12.0-12.8	23.8	1.60	0	35.9
C-4	T-1	SM	12.1-12.9	22.9	1.56	0	38.4
C-4	T-3	SM	19.7-20.5	20.9	1.65	0	37.7
C-5	T-3	SM	10.1-10.9	21.0	1.56	0	38.6
C-6	T-2	SM	14.1-14.9	28.0	1.46	0	32.8
C-6	T-3	SM	18.1-18.7	21.2	1.63	0	40.4
C-7	T-2	SM	14.5-15.3	22.8	1.53	0	36.9
C-7	T-4	SM	25.0-25.8	29.9	1.45	0	33.9
C-8	T-3	SM	16.9-17.7	26.4	1.54	0	41.4
C-9	T-4	SM	27.0-27.8	22.4	1.55	0	34.7
C-10	T-1	SM	8.0-8.88	21.3	1.59	0	33.0
C-11	T-1	SM	5.5-6.3	22.7	1.54	0	36.4

表 4.3 三軸壓縮試驗結果綜合表

孔號	土樣 編號	土壤 分類	深度 m	W_n %	Y_d t/m ³	C Kg/cm ²	ϕ deg.	C^1 Kg/cm ²	ϕ^1 deg.
B-1	T-2	SM	21.39-21.44	21.3	1.55			0.39	33.8
B-2	T-4	SM	27.00-27.80	24.7	1.61			0.01	38.8
B-3	T-2	SM	20.00-20.80	21.5	1.66	-	-	0.51	34.7
B-4	T-3	SM	21.00-21.80	22.3	1.63	-	-	0.71	33.3
B-5	T-2	SM	17.50-18.30	20.1	1.72	-	-	0.45	32.2
B-6	T-3	SM	25.50-26.30	27.5	1.49	-	-	0.60	31.9
B-7	T-4	SM	25.00-25.80	28.3	1.53			0.14	36.9
B-9	T-2	SM	15.00-15.80	35.3	1.38	-	-	0.50	32.0
B-10	T-3	SM	22.00-22.80	17.0	1.85	-	-	0.46	30.7
B-10	T-1	CL	11.00-11.80	21.5	1.65	0.01	25.7	0.10	28.1
B-11	T-2	SM	10.00-10.80	20.3	1.71	-	-	0.26	37.0
B-12	T-4	SM	20.00-20.80	21.8	1.71	-	-	0.49	30.6
B-12	T-2	CL	12.50-13.30	28.3	1.52	0.02	25.7	0.03	30.9
C-3	T-4	SM	27.00-27.80	15.4	1.91	-	-	1.86	26.8
C-3	T-5	SM	30.00-30.80	22.2	1.70	-	-	1.27	34.3
C-5	T-1	CL	6.70-7.60	26.4	1.59	0	16.5	0	24.9
C-7	T-5	SM	30.00-30.80	18.1	1.72	-	-	1.59	24.2
C-8	T-1	ML	6.25-7.05	33.3	1.41	-	-	0	24.7
C-8	T-5	ML	34.00-34.80	17.3	1.84	-	-	1.51	29.5
C-9	T-3	SM	21.00-21.80	23.5	1.62	-	-	0.55	33.4
C-9	T-5	SM	33.0-33.80	18.7	1.79	-	-	0.72	29.1
C-10	T-1	SM	8.00-8.80	23.6	1.64	-	-	0.39	35.2
C-10	T-3	CL	25.50-26.30	31.7	1.46	0.39	27.7	0	33.8



Number of cyclic Required to Cause Liquefaction Test By: 蘇吉立

圖4.2 砂質土壤動三軸試驗結果

表 4.4 土壤三軸壓密透水試驗結果

孔號	土樣 編號	深度 m	土壤 種類	透 水 係 數 cm/sec			
				圍 壓 kg/cm ²			
				0.5	1.0	2	4
B1	T-3	25.0~25.8	SM	-	0.23	0.067	0.02
B2	T-3	25.0~25.8	SM	-	0.54	0.20	0.07
B3	T-1	8.0~8.80	SM	1.65	0.76	0.34	-
B5	T-3	22.0~22.8	SM	-	0.162	0.084	0.048
B7	T-3	22.5~23.2	SM	-	0.57	0.196	0.79*10 ⁻²
B8	T-2	19.0~19.8	SM	-	0.02	0.019	0.017
B9	T-3	18.0~18.8	SM	-	0.049	0.041	0.032
B10	T-2	15.8~16.6	SM	-	0.09	0.088	0.056
B11	T-3	14.2~15.0	SM	0.76	0.58	0.46	-
B12	T-5	23.5~24.3	SM	-	0.50	0.116	0.056
				-	0.336	0.161	0.037

4.4 土層分佈情況及土壤工程性質分析

根據本研究進行補充地質調查之鑽探資料所整理之土層剖面如圖 4.3 所示，由於本次鑽探目的以埋設傾斜管及水壓計等監測儀器為主，故鑽探深度不深，且鑽探孔數有限，加以高雄港港區遼闊，地層層次變化複雜，故圖 4.3 的剖面圖僅提供研究範圍土層層次變化情況概略參考。

根據鑽探資料顯示新濱碼頭至 3 號碼頭區於高程-11m 以上為回填卵礫石層，此為重力式方塊或沈箱碼頭之深度，其餘錨錠式鋼板樁碼頭亦有 1m 至 3m 厚度不等之卵礫石回填層。

卵礫層下之土層以細砂及沈泥質砂為主，在本次鑽探深度範圍內含有厚度 1m 至 3m 不等的沈泥質粘土或粘土質沈泥薄層，鑽孔資料顯示高程-10m 上下位置之粘土薄層分佈範圍較廣，其分佈自新濱碼頭至第五貨櫃中心均有發現，根據中華顧問工程司的鑽探資料顯示第五貨櫃中心 79 號碼頭自地表至高程-9m 間均為厚層沈泥質粘土層，而高程-10m 以下之粘土薄層出現位置不定且無連續分佈

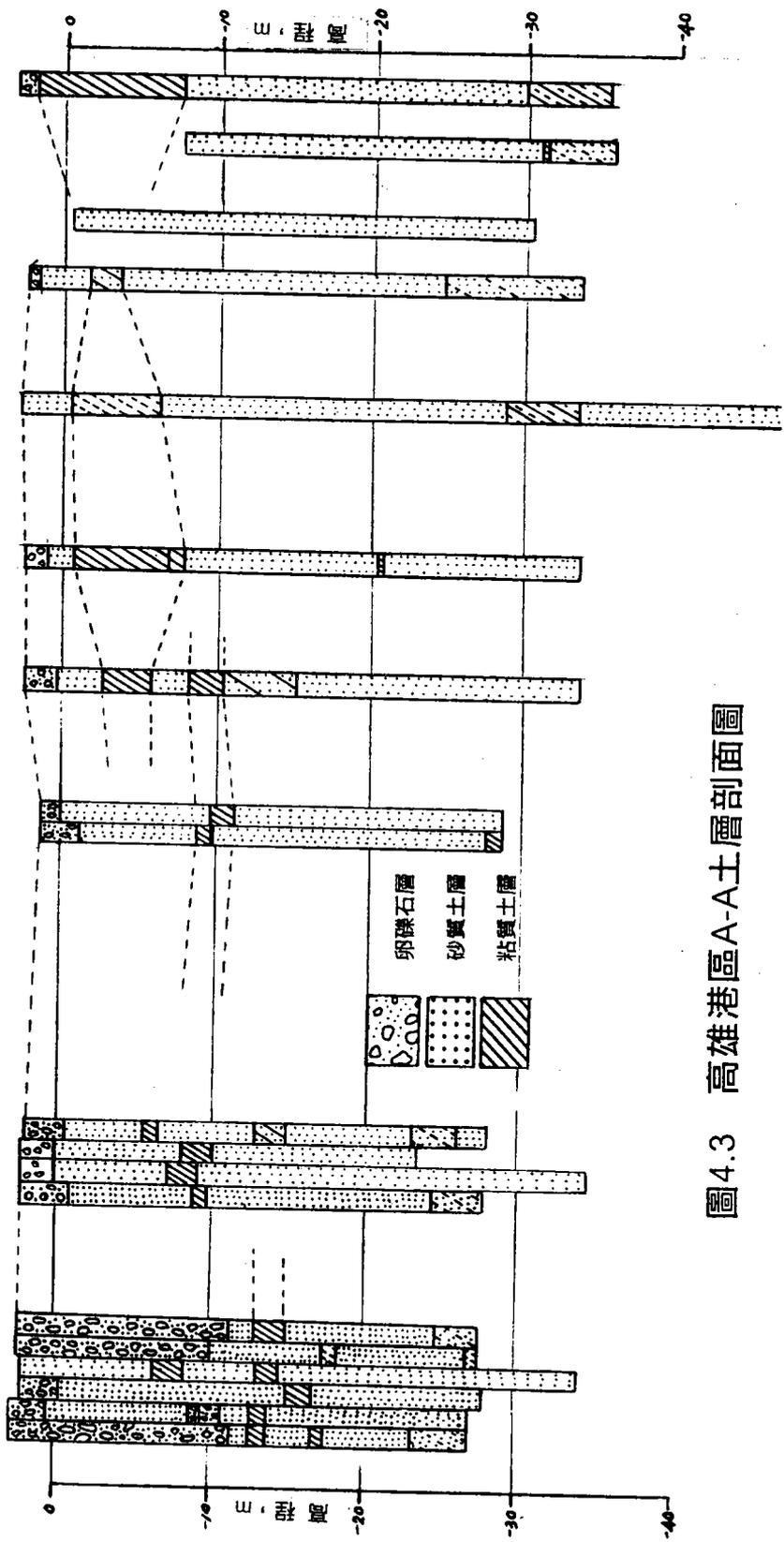
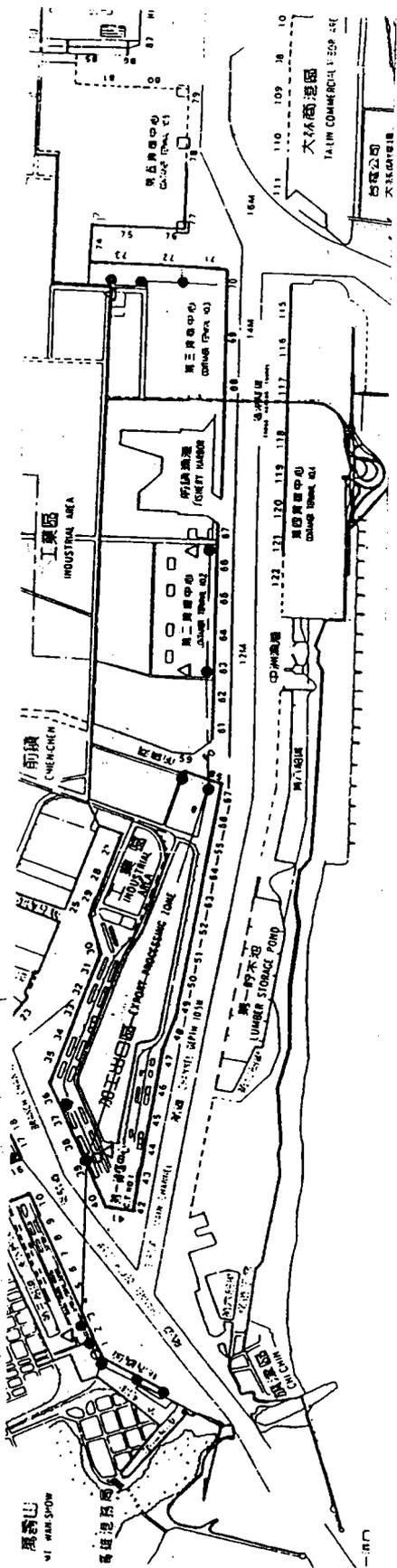


圖4.3 高雄港區A-A土層剖面圖

的跡象。

港區本研究範圍內各土層之土壤顆粒分佈如圖 4.4 所示，若依據美國土壤與公路局的分類法來判別，本研究補充地質調查所取土樣大部分屬砂或砂質壤土所組成，間夾薄層沈泥質粘土。

研究地點土層標準貫入試驗 N 值，含水量及土壤單位重等隨深度變化情形如圖 4.5 所示，資料顯示本次研究地點土壤標準貫入試驗 N 值大致隨深度而增加，高程-8m 以上 N 值小於 10，屬疏鬆程度土壤，高程-8m 以下平均 N 值介於 10 至 40 間，屬中等緊密至緊密程度土壤。

為更詳細瞭解研究地點之土層特性，茲就新濱碼頭至 3 號碼頭區及 15 號至 18 號碼頭區之土層變化情況及土壤工程特性說明如下：

4.4.1 新濱碼頭至 3 號碼頭區

圖 4.6 為根據本次研究之鑽探資料及過去高雄港區曾進行之鑽探資料整理出新濱碼頭至 3 號碼頭區的土層剖面圖，前已述及，早期地質調查鑽探孔位多無記錄孔口高程，而港區歷年來經不斷的浚挖整建結果原地形已有很大的變化，故圖 4.6 中舊鑽孔資料僅提供研判土層層次變化之參考。

根據鑽孔資料顯示新濱碼頭至 3 號碼頭區土層以細砂，沈泥質砂層為主，無論新舊鑽孔資料均顯示砂土層間含有厚度 1m 至 3m 不等的沈泥質粘土薄層，茲就土層層次變化情況自上而下說明如下：

(1) 卵礫石回填層

重力式方塊或重力式沈箱碼頭其回填卵礫石層最深至高程-12m 止。

(2) 沈泥質粘土薄層(CL, ML)

不論新舊鑽孔資料均顯示本區土層含有沈泥質粘土薄層，高程-10m 位置之粘土薄層厚度 1m 至 3m 不等，其分佈範圍較廣，自第一港口至 10 號碼頭均有發現，此粘土薄層標準貫入試驗 N 值平均為 5，屬中等堅實稠度土壤，由於此層恰位於碼頭基礎底面，重力式碼頭構築時大部份已予以挖除，故對碼頭結構安全之影響不大。

根據圖 4.6 土層剖面圖，高程-10m 以下另有二層沈泥質粘土

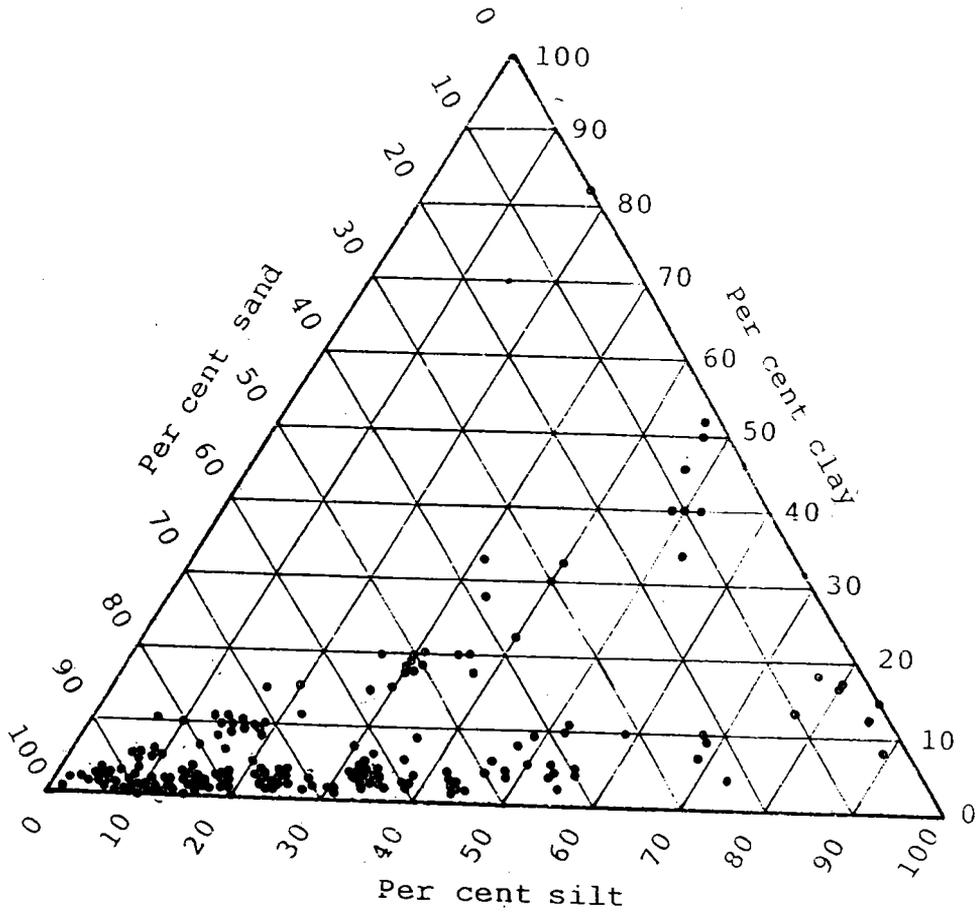


圖4.4 本研究地點土壤顆粒分佈圖

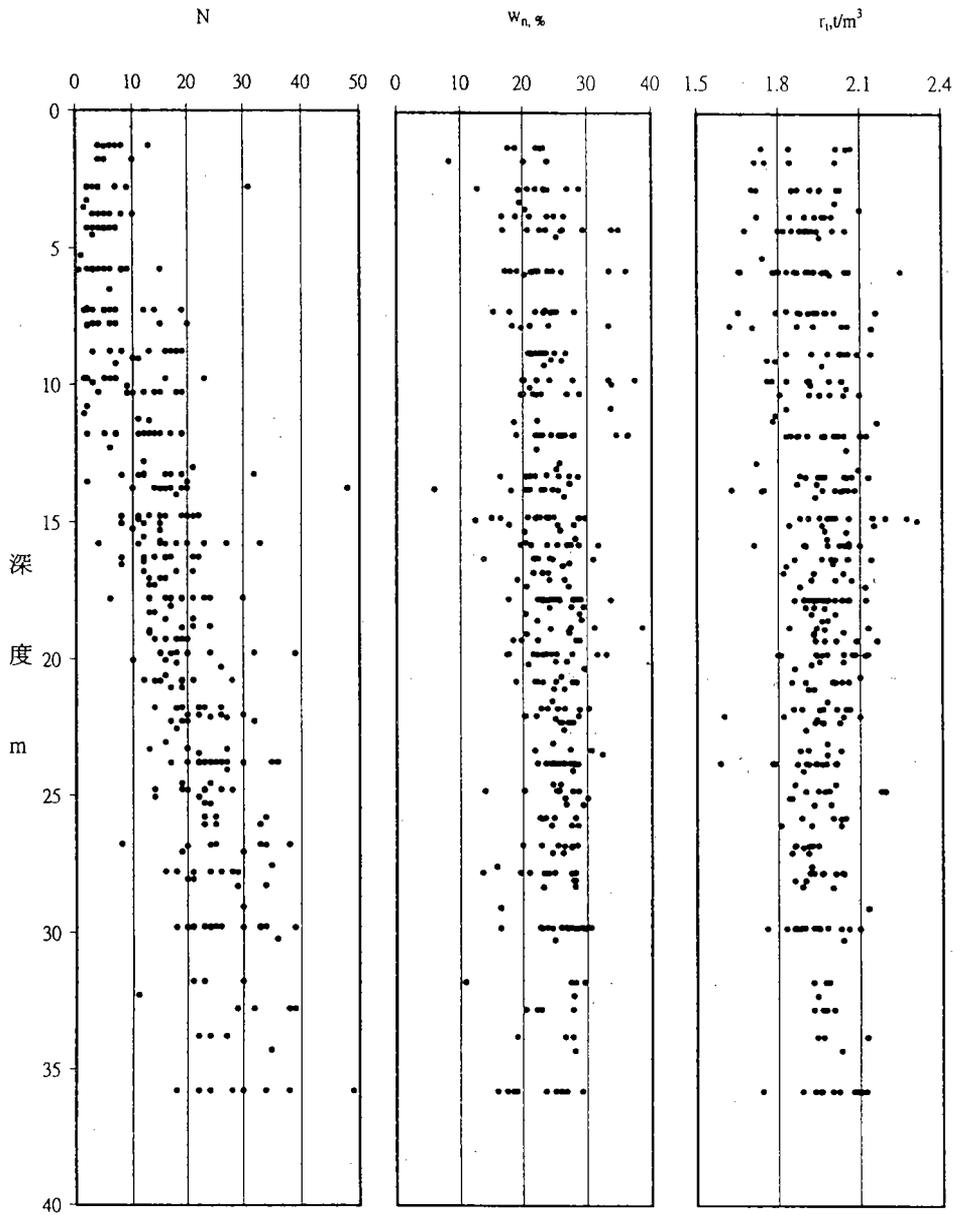


圖4.5 研究地點N值、含水量、土壤單位重隨深度變化情形

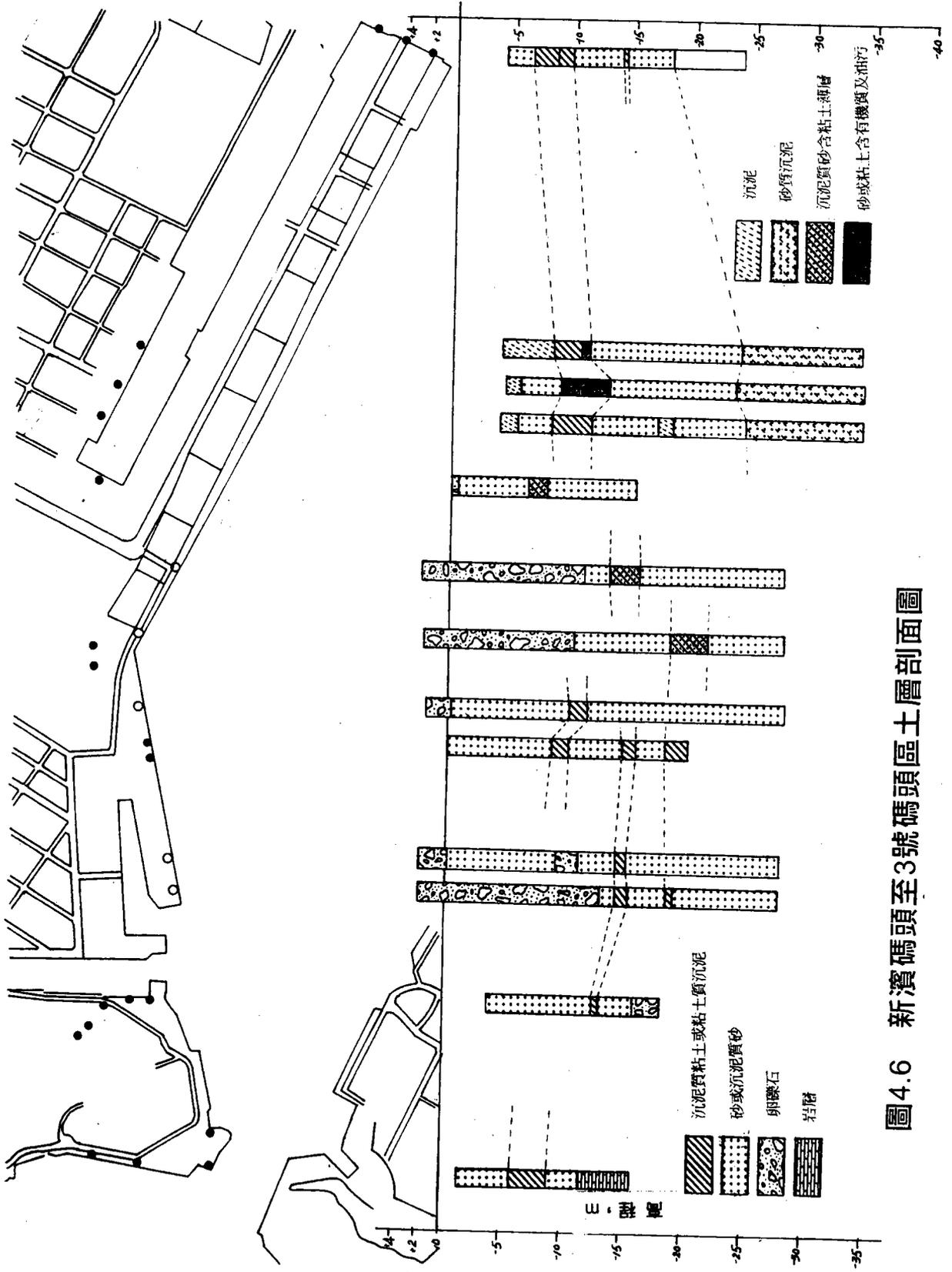


圖4.6 新濱碼頭至3號碼頭區土層剖面圖

薄層，厚度約 1m 至 2m，鑽探資料顯示此粘土薄層並無連續分佈的現象，此粘土薄層雖在重力式碼頭結構基礎底面以下，理論上對上部結構沈陷應有影響，惟此粘土薄層經碼頭結構荷重長期作用下，主要之壓密固結作用幾已完成，故對碼頭結構再發生壓密沈陷之影響不大，但此粘土薄層是否會因港區超挖疏浚或外力荷重變化導致對碼頭滑動抵抗提供一弱面而降低抗滑動安全係數，則有待更進一步的探討。

本區因粘土薄層薄管取樣資料甚少，故其強度未知，根據搜集各工程顧問公司於港區其他地點之試驗資料(參考圖 4.7)顯示粘土薄層之無圍壓縮強度平均約在 2 至 5t/m² 之間，可做為本區基礎分析之參考。

(3)砂或沈泥質砂層(SP, SM)

重力式方塊或沈箱基礎以下除前述粘土薄層外以厚層砂質土壤為主，本區砂質土壤呈灰色，標準貫入試驗 N 值平均在 10 至 30 間屬中等緊密程度，土壤單位重約在 1.8t/m³ 至 2.0t/m³ 間，含水量介於 22%至 28%，平均有效內摩擦角介於 31⁰ 至 35⁰ 間。

4.4.2 15 號至 18 號碼頭區

本研究在 15 號至 18 號碼頭間共進行 5 孔補充地質鑽探，其位置分佈如圖 4.8 所示，根據本次補充地質鑽探結果及高雄港區過去曾進行之鑽探資料顯示，本區土層仍以厚層沈泥質砂土層為主，若按層次變化情況細分，本區地層分佈自上而下大致為：

(1)海床淤泥層

根據高雄港過去的鑽探記錄顯示早期高雄港區海床為淤泥所覆蓋，局部地點淤泥為含水量極高(60%至 90%)的腐植土所組成，絕大部份為極疏鬆軟弱的沈泥層所覆蓋，層厚約在 2 公尺至 5 公尺之間，根據本次補充地質鑽探資料均未發現本次層之存在，顯示早期碼頭構築時均已將此層全部清除。

(2)卵礫石層或沈泥質砂層(SP, SM)

高程-10m 以上為重力式方塊或卵礫石回填層，碼頭結構背填土部份則為灰色沈泥質砂層，根據試驗室土壤試驗結果本層次土壤含水量在 20%至 30%間，土壤單位重 2.0t/m³ 至 2.2t/m³ 間。

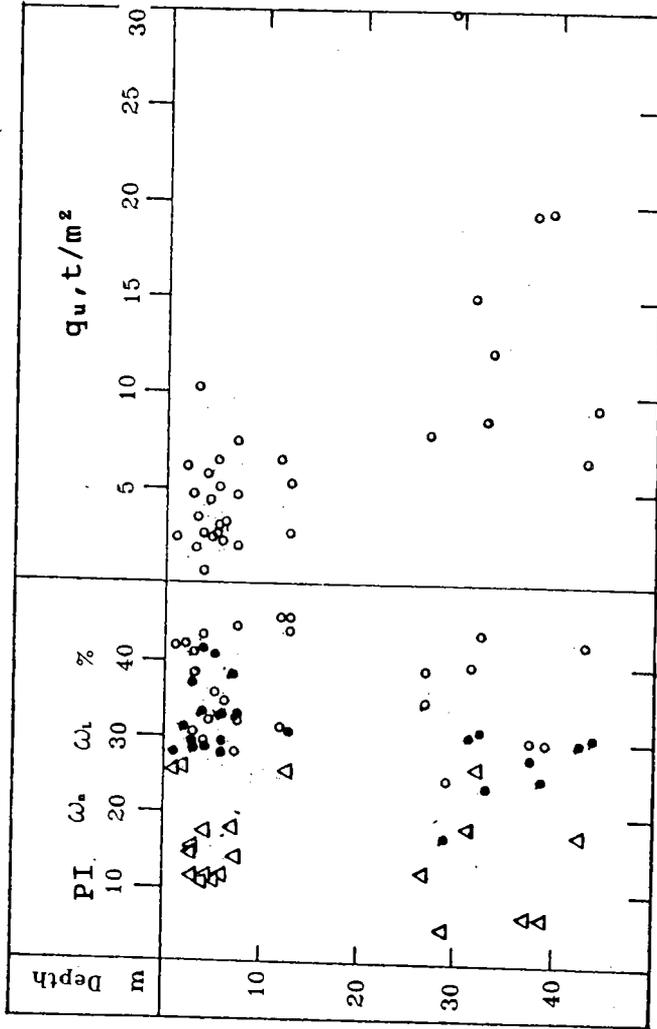
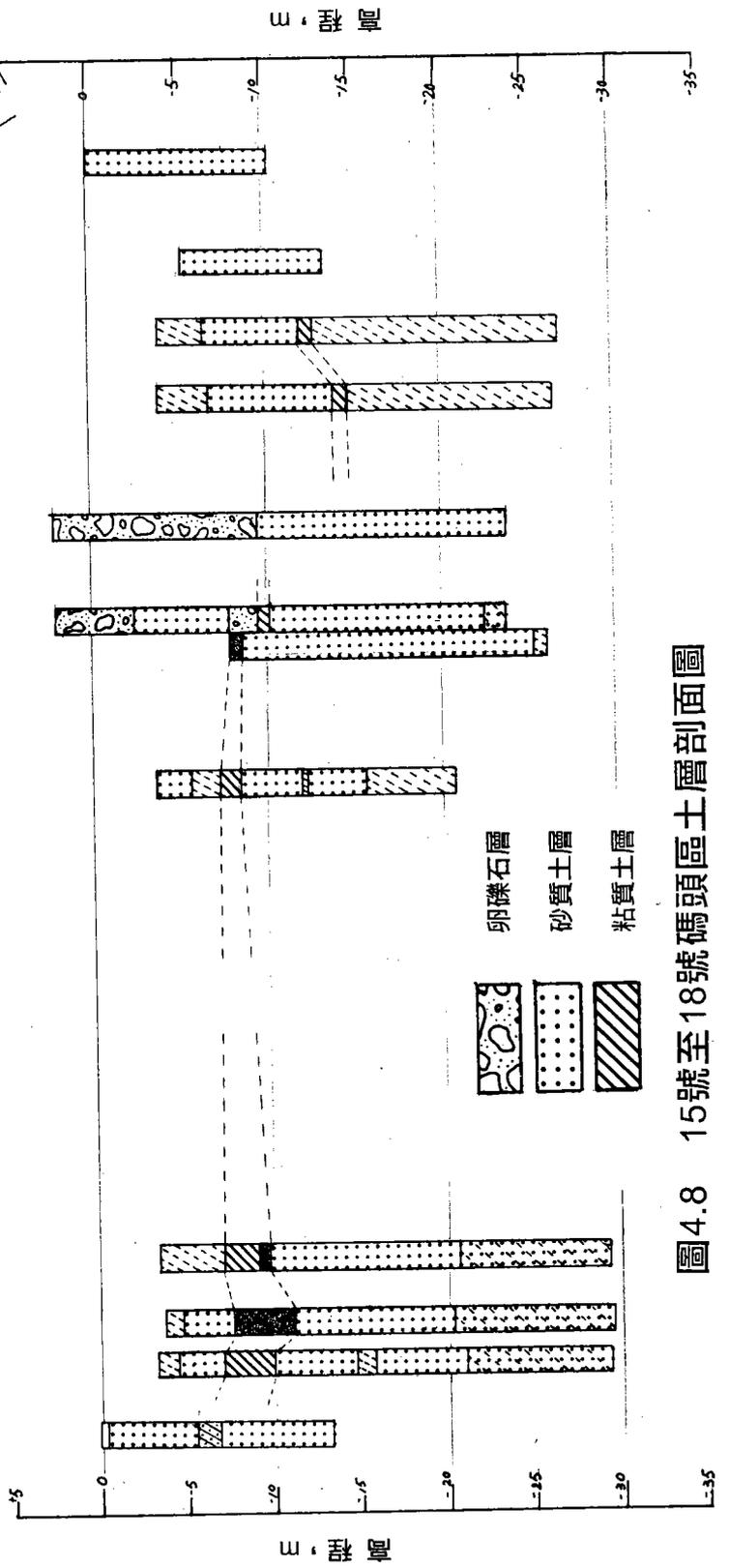
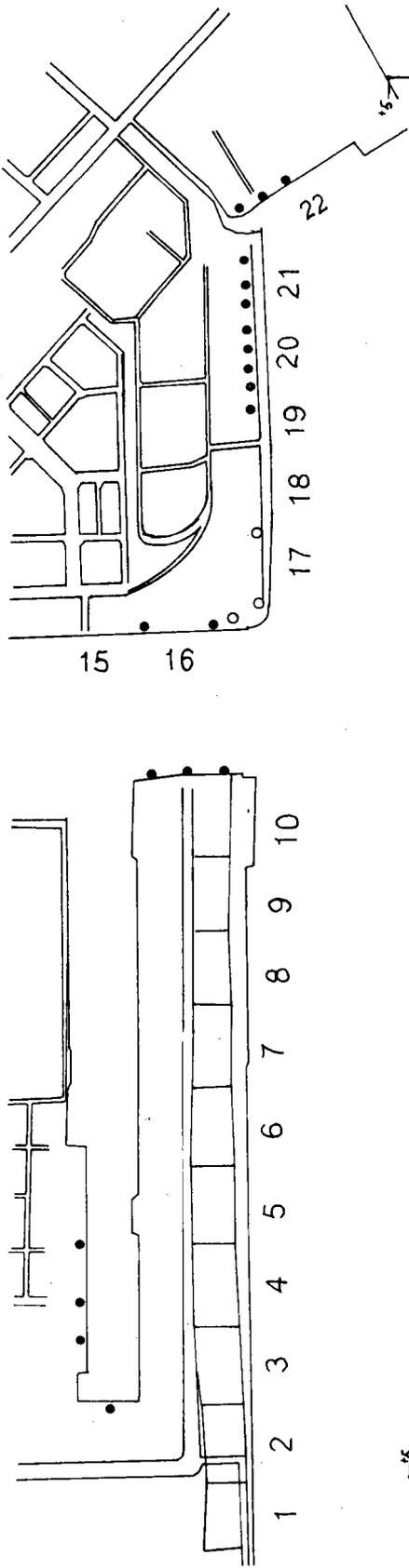


圖4.7 高雄港區粘性土壤無圍壓縮強度隨深度之變化情形



(3) 沈泥質粘土層(CL)

本層次厚約 1 公尺至 1.5 公尺，呈灰色，大致分佈在高程 -10m 至 -15m 間，此層標準貫入試驗 N 值變化約在 1 至 5 間，屬極軟弱至中等堅實稠度粘土，平均含水量為 25%，平均土壤單位重約為 1.97t/m^3 。

由於本粘土薄層上下均為透水性較高之砂土層，在經過碼頭結構荷重長期壓密作用下，主要壓密沈陷已大致完成，且土壤剪力強度隨時間亦應有適度的提高，故此層對碼頭結構之沈陷量及承载力應不致有不良的影響，惟對重力式碼頭結構圓弧滑動抵抗是否有不良影響應進行更進一步的評估。

(4) 沈泥質砂或砂質沈泥層(SM, ML)

位於上述粘土薄層之下，為厚層砂性土層呈灰色，沉泥含量較高，現場標準貫入試驗 N 值在 15 至 50 之間，大致隨深度而增加屬中等緊密至緊密程度，平均含水量為 24%，土壤單位重為 1.98t/m^3 。

4.5 地下水情況

本次調查選擇六處地點(位置詳閱圖 4.1)埋設日本 DOBOKU 出廠之電子式水壓計，水壓量測結果不同深度地下水壓分佈情況如圖 4.9 所示，綜合各處水壓量測資料顯示高雄港區地下水壓隨深度大致呈靜態水壓分佈，顯示港區內並無大量抽取地下水情形。

根據本所於民國 81 年 2 月至 82 年 8 月就埋設於高雄港第五貨櫃儲運中心之觀測井長期觀測結果如圖 4.10 所示，地下水位之變動範圍在高程 0m 至 -1.0m 之間(參閱“台灣各港區地質調查分析及資料建檔研究報告” 83 年 6 月，港灣技術研究所)，就一年觀測期間地下水位之變動情形研判，以 2 月至 7 月雨季期間之地下水位較高，其餘時間則呈緩慢下降而趨穩定狀態與最高水位相差在 1 公尺以內。

故高雄港地下水位平時可假設在高程 0m，地下水壓則呈靜態水壓分佈。

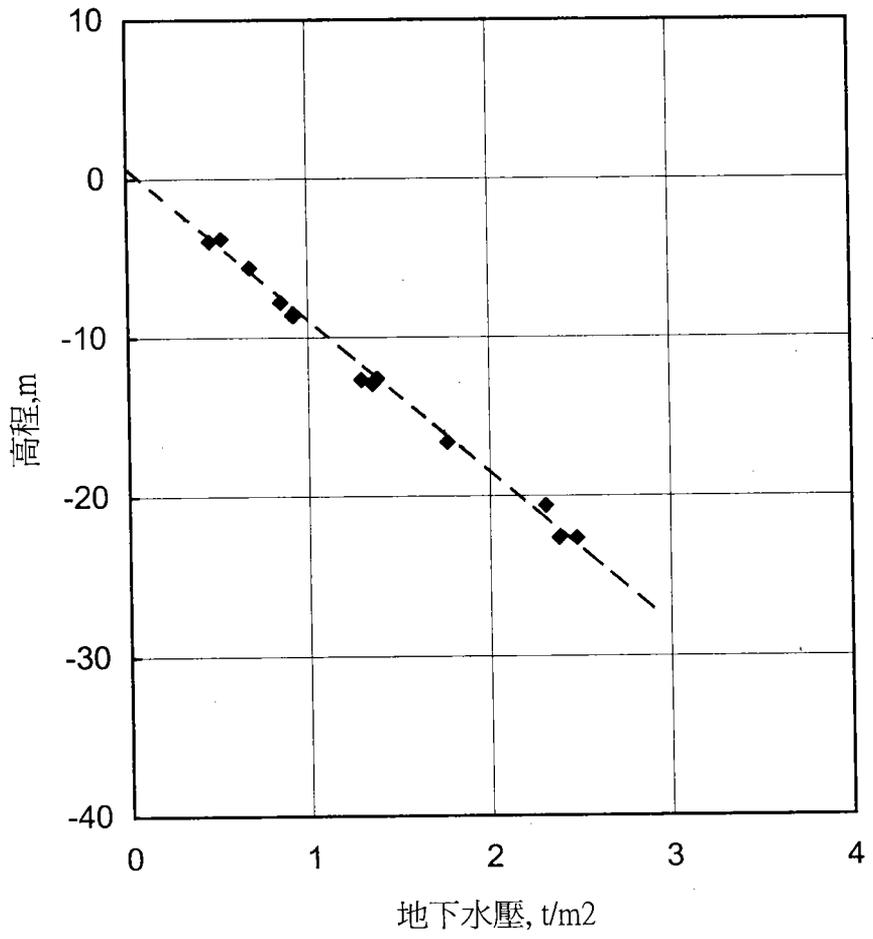


圖4.9 本研究地點地下水壓分佈情況

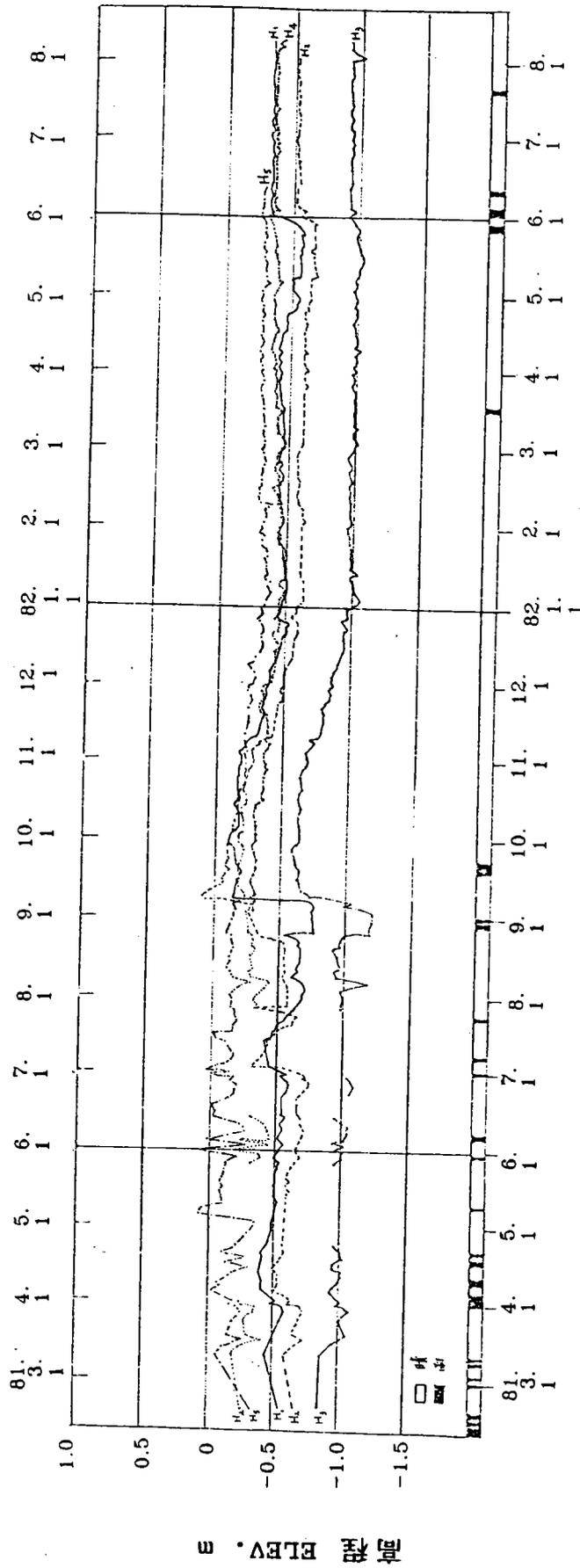


圖4.10 高雄港區地下水長期量測結果

伍、碼頭安全檢測結果分析

李延恭* 陳圭璋⁺ 蘇吉立[#]

5.1 安全檢測方法及項目

妥善的利用檢測或監測所得的各項數據加以分析、研判，除了可以儘早發現潛藏在結構體內不易發現的變異現象外，亦可據以評估碼頭結構的安全性。

某些異常現象，例如碼頭結構體的裂隙，背填料漏失，碼頭結構沉陷及側向變位等，皆可視為碼頭情況進一步惡化的警訊，如果想要阻止碼頭結構異變現象持續發生，那麼對於任何可能致變原因必須先行瞭解，如此才能對症下藥，採取有效措施以延續碼頭使用壽命，並避免生命財產的損失。

總結碼頭檢測主要目的如下：

- (1) 異常情況早期的辨識與確認。
- (2) 找出引發各種異常情況的原因，做為碼頭維修的依據。
- (3) 提供做為安全評估的依據。
- (4) 災變發生後有助於災變發生原因及法律責任歸屬之研判。

安全檢測方法可分為即時檢測和長期檢測(監測)兩種，前者係以肉眼或輔以簡單器械來檢測碼頭結構外觀及位置之變化，如龜裂，塌陷滑移，腐蝕、沉陷、破損或其它破壞之型式，俾做立即之判斷與處理，其優點是簡易、方便、經濟，可在短時間內，研判破壞之位置並做初步的處理，其缺點則僅能針對結構體曝露於外之損壞部份做檢測，對於隱藏於內或隨著時間而發生之潛變或破壞情況無法做正確、恰當之改善措施。

一般碼頭結構安全觀察項目大致如下：

-
- * 港灣技術研究所大地工程組 研究員
 - + 港灣技術研究所大地工程組 副研究員
 - # 港灣技術研究所大地工程組 助理

1.水上部分

(1)混凝土結構

包括表面裂紋、結構裂縫、位移、風化情形等。

(2)鋼料結構

包括腐蝕、版樁位移、錨樁因受衝擊或腐蝕影響而受損、斜拉或斜撐受損等情形。

(3)土石結構

包括表面空洞、填充料漏失情況、因波浪作用而產生之位移情形、沉陷、裂縫。

(4)木料結構

包括風化或受到海中生物作用而受損情形、木料截面磨損情形、劈裂位移等。

2.水下部分

(1)混凝土結構

檢驗項目大致與水上部分一樣，可利用潛水偵調查、照像。

(2)鋼料結構

包括腐蝕情形、量測斷面厚度大小及孔隙大小、結構位移情形、背拉系統之位移及受損情形。

(3)土石結構

包括堤腳或堤趾保護層之淘刷情形及數量、背填料漏失情形、材料之位移、裂縫、滲流情形。

(4)木料結構

包括位移、受到海中生物損壞及截面磨損等情形。

其它必要時可以鑽取堤心作樣品檢驗及埋設監測系統、測量定位，水深測量或混凝土結構非破壞性檢測等。

長期檢測對破壞碼頭結構之成因，如老化、硬化、沉陷、腐蝕、滑移、預力流失等因素可做長期的追蹤監測，尤其近年來隨著電子儀器的發展，各類不同功能儀器之設計及精度，日趨完美，更可建

立最正確可靠的資料，並據以做出最正確的維修防治對策，以確保使用者生命財產之安全。長期監測之缺點為所需經費較高，並需要專業人才做分析及處理，非一般人可勝任。

對不同碼頭結構主要安全檢測項目列於表5.1可供規劃參考。

5.2 監測系統的規畫

凡事「豫則立，不豫則廢」，事前完善的規畫乃是監測系統極重要的一環，有系統的規畫應包括：

- (1)詳述碼頭狀況：如碼頭工址平面圖，周圍環境，土層狀況，碼頭結構型式等。
- (2)預估工程行為及確立老舊碼頭主要問題：如碼頭結構龜裂腐蝕，堤腳淘刷、基礎承载力、側向變位，碼頭結構整體穩定.....等。
- (3)確立儀器監測之目的。
- (4)預測可能變化之範圍：用以選擇儀器之準確度及靈敏度，同時決定工程警戒值及管理值。
- (5)根據警戒值及管理值，預先擬定各種情形下之應變計劃。
- (6)選擇監測儀器：依各類儀器之可靠性及裝設環境而定。
- (7)選定儀器裝設位置。
- (8)規劃儀器校正及保養工作。
- (9)規劃監測頻率，監測數據的收集、整理、分析及報告。

5.3 檢測儀器之選擇

檢測項目、檢測位置及檢測儀器之選擇等將視其監測目的之不同而異，檢測系統之設置，主要是量測碼頭結構在外力荷重作用下之應力、應變與土層動、孔隙水壓變化等情況，一般監測儀器之選擇可歸納如下：

(1)變位觀測

變位觀測可分為水平變位觀測及垂直變位觀測兩種，前者主要用以量測結構體或土層之水平方向變位，而後者則用以量測碼頭之

表 5.1不同碼頭結構定期安全檢測項目

結構型式	位 置	建議 檢 測 項 目
重 力 式 碼 頭	上部結構	結構裂縫、破損、剝離、拱起下陷、沉陷、滲流、傾斜、位移
	岸 肩	下陷、裂縫、伸縮縫之破損
	背填土砂	沉陷、漏沙、淘空
	碼頭基礎	淘刷
	附屬設施	損壞情況
板 碼 樁 頭 式	板 樁 結 構	板樁法線方向變位情況，板樁材料之腐蝕情況
	岸 肩	下陷、裂縫、伸縮縫之破損
	附屬設施	損壞情況
棧 碼 橋 頭 式	基 樁	腐蝕
	上 部 結 構	裂縫、破損拱起、老化、鋼筋腐蝕
	附屬設施	損壞情況

沉陷，主要的量測儀器為傾度儀、經緯儀、水準儀或沉陷儀等。

傾度儀由含兩組互相垂直軌道之觀測管及測讀儀器組成，利用測讀儀可分別測讀其相互垂直之二向度變位情形，有關傾度儀之裝設及量測方法如圖5.1所示，於傾度儀之裝設過程中，需注意觀測管軌道方向之安排，及觀測點之檢核及校正等問題。

經緯儀及水準儀量測方法首需建立一基準點，並在預定量測之位置建立觀測點，利用經緯儀或水準儀量測基準點與觀測點間的相對位移或高程，再換算成土層或結構物之變位。

沉陷計可量測土層之沉陷量，一般可採用探測式伸縮儀，或稱測沉系統。係利用塑膠浪管，外套若干金屬環，埋設於鑽孔內，當土層下沉時帶動浪管及金屬環，量測時利用電磁探測器，可測知金屬環之高程，從而計算各土層下沉量。其埋設方法如圖5.2所示。本研究因限於經費未採用探測式伸縮儀量測碼頭沉陷。

(2) 碼頭材料安全性檢測

包括鋼筋腐蝕、混凝土老化等之檢測，可利用鋼筋探測儀，鋼結構鏽蝕探測儀、裂縫測量計、裂縫觀察鏡、混凝土強度測定儀等。

(3) 碼頭結構側傾檢測

可利用壁體傾度測定計或傾斜儀等量測碼頭結構之傾斜情形。壁體傾度測定計安裝於碼頭岸壁，儀器包括量測盤和測讀計，可直接測讀碼頭結構體傾斜變化情形，其安裝如圖5.3所示。

(4) 地下水位及水壓檢測

利用觀測井或水壓計長期量測地下水位及地下水壓之變化情形。觀測井一般用以觀測自然地下水位之位置，量測時導線連接電流計或伏特計，以測定觀測井內之水位深度。水壓計係量測土層孔隙水壓狀況之儀器，一般可分為水力式，壓氣式，及電子式等數種，水力式水壓計量測方法與觀測井同，壓氣式水壓計量測原理為以加壓氣體輸入水壓計內，當輸入之氣壓與水壓達到平衡後，即可量出土層之孔隙水壓力。電子式水壓計之量測原理一般為利用振動弦或電阻式應變計量測其受水壓後之應變。再換算為相當之水壓力。有

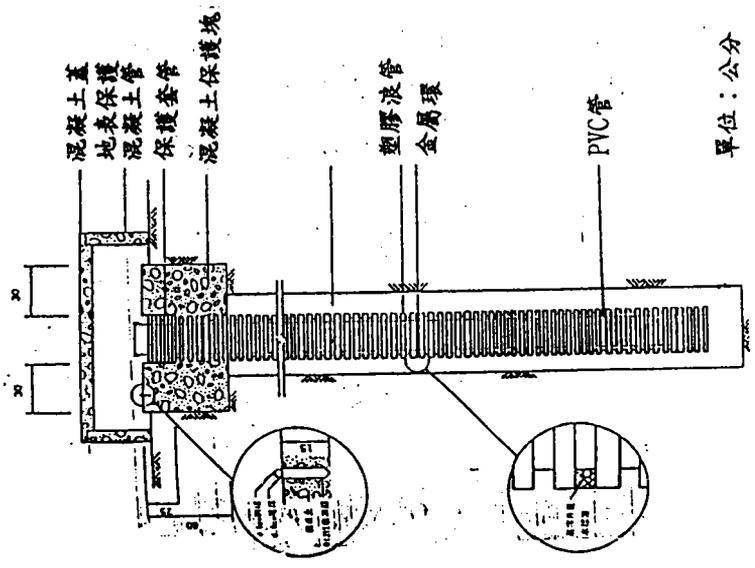


圖5.2 探測式伸縮儀裝設示意圖--

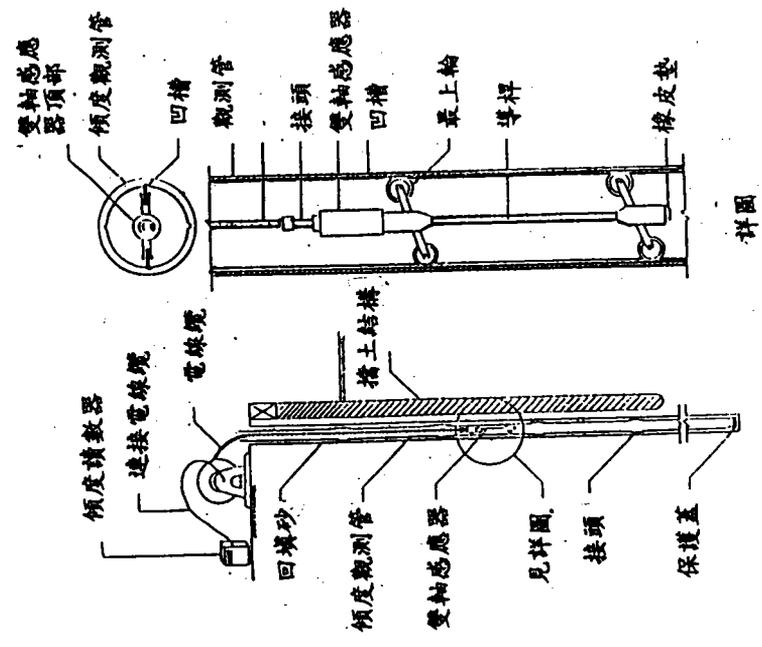


圖5.1 傾度儀量測系統主要儀器埋設示意圖--

關壓氣式水壓計之裝設情形如圖5.4所示。

(5)其他應進行監測的項目有碼頭基礎淘刷及碼頭背填土砂或級配料因漏沙而造成之空洞情形。前者可利用淘刷監測系統進行長期性的監測，儀器本身構造極簡單，探測體為可伸縮之鋼製直桿，埋設於碼頭基礎底下土層之間，當土石被淘刷流失時，探測桿會自動伸長，其伸長量經由電子感應可傳至地面之測讀計記錄儲存。

對碼頭背填土砂石級配料之空洞現象。可利用鑽探方法加以探測，惟廣大面積的空洞情況可利用地球物理探測方法偵察，一般調查方法如下：

- ①以剖面折射震測法，扇形折射震測法調查地層中速度較低及初達波頻率較低，振幅及相位變化之異常區。
- ②以表面波法探測地層中速度值異常帶。
- ③以水平電探法，雙偶極電探法探測地層剖面電阻率之異常區域。
- ④以雷達波法探測地下坑洞或埋設物產生之繞射波。

一般碼頭安全檢測使用儀器及用途如表5.2所示，碼頭安全調查監測儀器較完整的配置情形可參考圖5.5。

本研究因限於經費，故將檢測範圍縮小在老舊碼頭基礎之穩定性探討方面，根據高雄港碼頭結構型式，基礎土壤工程特性及碼頭現況初勘結果選定代表性地點進行檢測儀器埋設及監測，其項目如表5.3所示。

5.4 碼頭水下結構檢測

5.4.1 水下檢測作業概述

為瞭解碼頭水下結構部份之現況，本研究在選定的新濱碼頭，1號、2號、17號及37號碼頭進行水下結構檢測，利用潛水人員在水下目視檢測碼頭結構異常變化情形，並照相錄影存証。

水下檢測作業係委託鴻洋海事工程有限公司辦理，作業設備包括二組水下攝影機組，四組水下照相設備，一組可供二潛水人員水下使用的水面供氣壓縮機，6組SCUBA氣瓶，作業當中以二人為一組，

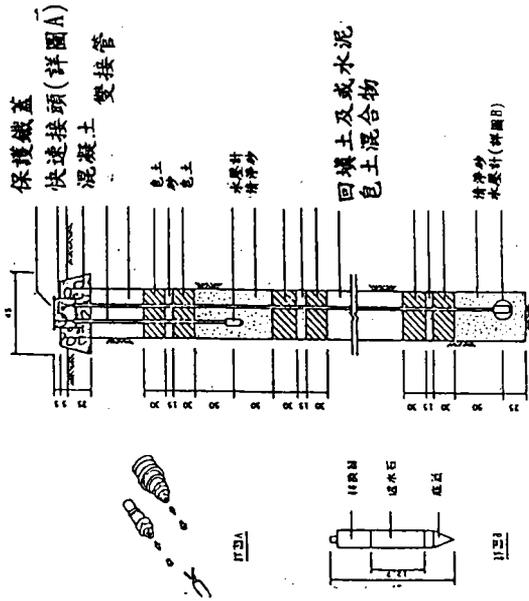


圖5.4 壓氣式水壓計裝設示意圖

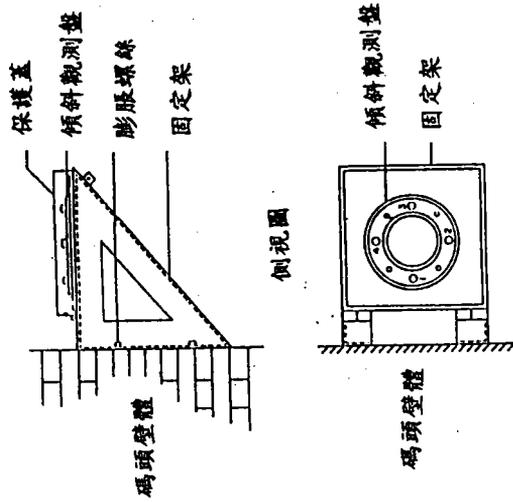


圖5.3 碼頭壁體傾斜計觀測盤裝設示意圖

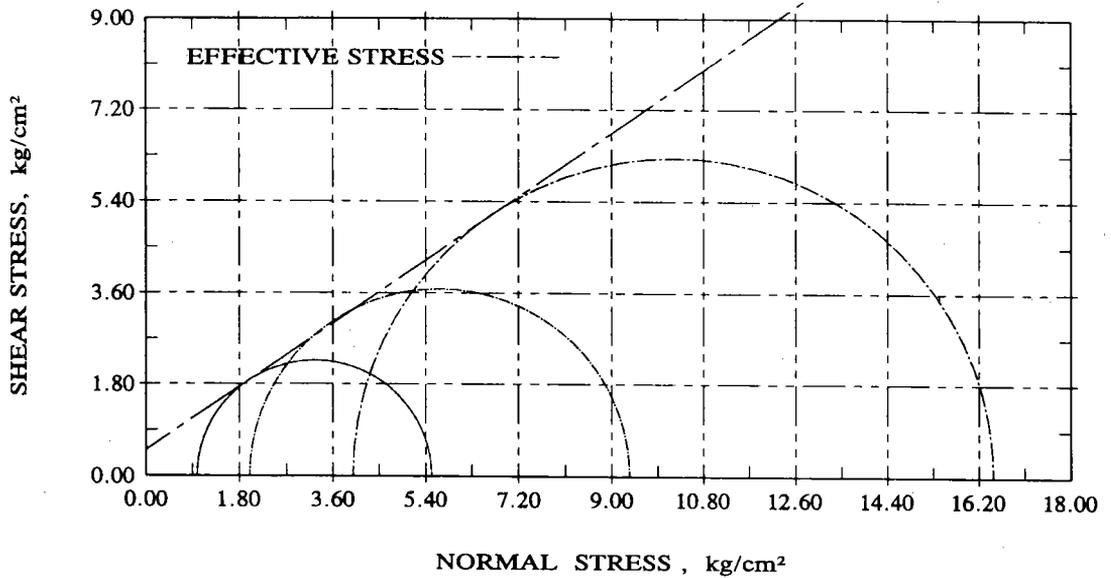
表 5.2常用碼頭安全檢測儀器及其用途

檢測儀器名稱	檢測項目
水壓測定計	地層中之孔隙水壓
壁體傾斜計	碼頭結構之傾斜
傾斜儀	碼頭結構及地層之水平變位情形
沉陷計	碼頭背填土及地層之沉陷量
水位計	地下水位之測定
應變測定計	結構物之應變，亦可兼測應力
應力測定計	混凝土結構物之內部應力
混凝土強度測試錘	混凝土材料強度
拉拔試驗儀	混凝土材料強度
鋼筋探測器	探測鋼筋位置深度及直徑
鋼筋銹蝕探測儀	檢測鋼筋腐蝕情形
超音波探測器	碼頭結構老化硬化或鋼結構厚度量測
裂縫位移計	混凝土結構裂縫大小
光纖式孔隙探測器	混凝土裂縫深度變化情形
淘刷監測儀	碼頭結構基礎淘刷情形
透地雷達	碼頭結構，背填土砂級配料空洞情形
震測計	碼頭結構及基礎震動特性

工程編號	NO 1	試驗日期	86/08/21	試驗者	
孔號	BH-3	試樣編號	T-2	土樣分類	SM 比重 2.68
土樣描述	SM	液限	塑限	N.P. 深度	20.0 - 20.80M

MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.51 kg/cm ²	ϕ'	34.7°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.42 kg/cm ²	ϕ'	29.7°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

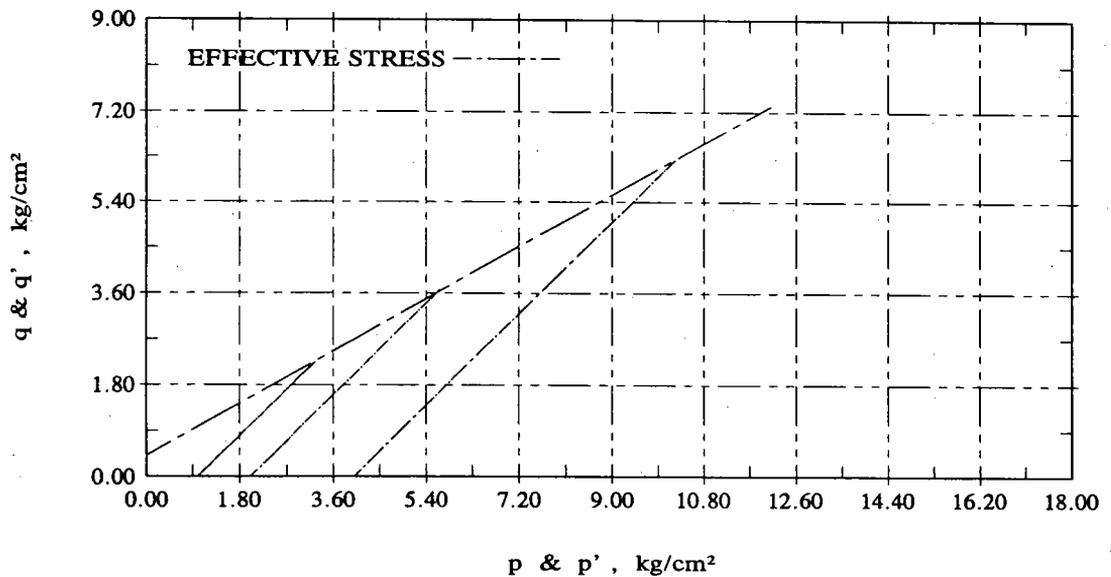


表 5.3 高雄港碼頭安全檢測儀器及監測項目統計

碼頭位置	埋設儀器	檢測項目
新濱碼頭 1號至3號碼頭 17號至18號碼頭	傾斜管 壁體傾斜計 裂縫位移計 碼頭面沉陷點 水壓計	碼頭結構及地層之水平變位情形 碼頭結構之傾斜 混凝土結構裂縫大小 碼頭面沉陷情形 地下水壓之變化情形
37 號及 39號 碼頭	傾斜管 裂縫位移計 碼頭面沉陷點 水壓計	碼頭結構及地層之水平變位情形 混凝土結構裂縫大小 碼頭面沉陷情形 地下水壓之變化情形
58 號 碼頭	傾斜管 裂縫位移計 碼頭面沉陷點	碼頭結構及地層之水平變位情形 混凝土結構裂縫大小 碼頭面沉陷情形
63, 66, 70, 71, 72 號 碼頭	傾斜管 水壓計 壁體傾斜計	碼頭結構及地層之水平變位情形 地下水壓之變化情形 碼頭結構之傾斜

當潛水人員入水時另一潛水員在碼頭邊上確保供氣以及警告船舶不要靠近，並在顯著位置標示國際潛水A旗。

碼頭結構檢測作業內容如下：

- (1) 碼頭面至海水面間之碼頭結構以目視觀測，如發現腐蝕，破裂等異象，則詳加描繪量測並照相存証。
- (2) 碼頭結構壁體每公尺等水深線全線水平方向連續以水下攝影全程記錄，詳細標明碼頭編號、量測位置，水深...等資料，如發現有明顯或嚴重腐蝕、裂縫、破洞、移位、淘空.....等現象，即通知岸上人員，並拍照存証，本項作業為每公尺等水深線逐步進行至海底面止。
- (3) 碼頭基礎距法線三公尺範圍內每一公尺間隔依平行法線方向，全線連續水下攝影記錄，詳細標明碼頭編號，所在位置及水深，如發現明顯淘空、隆起、塊石移位...等異常現象即拍照存証，並詳加量測描繪及描述。
- (4) 若為鋼板樁碼頭則沿水平距離每隔30公尺距離，按每m深度清除板樁表面附著物鑿出30公分×30公分之裸露面積加以檢視，並拍照存証。

5.4.2 檢測結果說明

各碼頭結構海下檢測結果已於本報告第三章中詳加解說，茲就整體檢測結果依不同結構型式分別說明如下：

(一)重力式方塊及沉箱碼頭

本次檢測重力式方塊及沉箱碼頭計有新濱、2號、17號及18號等四座碼頭。檢測現象綜合說明如下：

- (1) 重力式方塊垂直接縫大於水平接縫。
- (2) 垂直接縫有愈近海床愈大之趨勢。
- (3) 重力式方塊水平堆置線有局部往上內縮之狀況。
- (4) 平均於高程-4m以上之接縫較工整緊密。
- (5) 沉箱與方塊間之垂直接縫於距海床最近處有大於40cm者，均以

混凝土堵塞。

- (6)新濱及17號碼頭壁體全為貝類海生物附著，18號則有茂盛之藻類。
- (7)部份接縫有被螃蟹棲居而擴大之現象。
- (8)18號碼頭(1)及(2)之現象更加明顯，且水平堆置線較亂，似有移位之現象。
- (9)新濱碼頭0-20m混凝土袋基床明顯裸露三層。
- (10)新濱碼頭0-18m範圍之結構型式經檢視結果應為重力式方塊，與原搜集之資料（39年港測圖）有出入。
- (11)2號碼頭距碼頭起點30m深EL-0.9m處，有一破洞寬4.0m高3.0m深0.5m。

(二)錨錠式鋼板樁碼頭

本次檢測錨錠式鋼板樁碼頭計有1號及37號二座。檢測現象綜合如下：

- (1)部份防蝕塊斷落。
- (2)37號防蝕塊則嚴重消耗。應全面檢視補充。
- (3)37號50-60m處壁面受嚴重撞損。
- (4)腐蝕狀況並未深入檢測，惟外視狀況與本所港工組先前研究結果，大致符合。

由於上述碼頭除37號建於60年代外其餘為民國39年以前所建，均缺少詳細設計及施工檔案可供比對，再則一般之潛水員並無工程經驗與知識，對輕微之慢性漏砂與結構異變現象之判斷實有困難，故檢測結果尚難定論，有賴進一步之監測與分析。

5.5 碼頭面沉陷監測

碼頭結構背填料漏失，上部結構荷重作用或鄰近地區抽取地下水，或地震力作用等因素均可導致碼頭結構產生下陷現象，碼頭下陷情形最簡易的量測方法是利用沉陷點進行長期監測，沉陷點觀測

法係在預定量測之位置，設置觀測點，再利用水準儀量測觀測點與基準點間之相對垂直位移。沉陷點之觀測為最簡易之沉陷觀測法，只要沉陷點之設置和保護得當，使其不遭受破壞及確保基準點之精確度和永久性，則沉陷點之觀測法對碼頭面沉陷不失為一經濟且有效的監測方法。

本研究選擇數個代表性碼頭設置沉陷點，長期監測碼頭垂直變位情形，各沉陷點配置情形及量測資料已於第三章中詳加說明。到目前為止之量測結果，尚無明顯之下陷情況。

5.6 碼頭傾斜變位監測

本研究根據碼頭現況調查結果，選擇代表性老舊碼頭埋設傾斜管，長期監測碼頭結構隨深度之側向位移變化情形以判定碼頭結構之穩定程度，本研究傾斜管採用直徑2.75英吋 ABS 材質塑膠管做為一種引導裝置，係永久埋置於欲觀測區內，可隨著該區各深度之變位而改變其傾斜量，各深度位置之傾斜變位則以傾斜感應器及傾斜指示器量測觀測管因受結構體變形所造成的傾斜角，再由此傾斜角計算結構體之側向位移，本研究採用日本OYO公司出廠的數位式傾斜感應器型號Q-TILT SYSTEM TYPE S進行量測。

全區共埋設20支傾斜管，其分佈位置如圖4.1所示，傾斜管長度分為30m及36m兩種，其中有4支傾斜管於管壁外緣貼附日本DOBOKU應變計，利用資料自動記錄器長期定時記錄傾斜管之變位。

因預算年度不同，傾斜管之埋設作業係分成兩個年度進行，有關傾斜管埋設資料如表5.4所示，由於碼頭維修改建影響，至目前為止已有4支傾斜管遭受破壞。茲就傾斜管長期監測結果說明如下：

5.6.1 新濱、2號及3號碼頭區

新濱、2號及3號碼頭為重力式碼頭，包括重力式沉箱、重力式箱涵及重力式方塊碼頭等。一般重力式碼頭可能產生的損壞包括結構裂縫、破損、拱起下陷、傾斜位移等，根據本所碼頭現況調查結

表5.4 高雄港區傾斜管理設資料

傾斜管號	埋設位置	埋設深度 m	孔口高程 m	埋設日期	備註
HS-1	新濱碼頭	30	+2.346	86/05/24	
HS-2	新濱碼頭	30	+2.404	86/05/21	
H1-1	1 號碼頭	30	+1.909	86/05/13	
H2	2 號碼頭	30	+2.074	86/05/07	
H3	3 號碼頭	30	+2.214	86/05/11	
H15-1	15 號碼頭	36	+2.600	87/02/13	
H15-2	15 號碼頭	36	+2.600	87/03/05	
H17-1	17 號碼頭	30	+2.533	86/05/21	
H17-2	17 號碼頭	30	+2.534	86/05/24	86年9月遭破壞
H18	18 號碼頭	30	+2.561	86/05/08	87年6月碼頭重建破壞
H36	36 號碼頭	30	+2.087	86/04/26	86年9月遭工程車壓壞
H39	39 號碼頭	30	+2.163	86/04/27	87年4月碼頭面維修破壞
H58-1	58 號碼頭	30	+2.147	86/05/02	
H58-2	58 號碼頭	30	+2.107	86/05/02	
H1-2	1 號碼頭	36	+2.100	87/02/23	
H63	63 號碼頭	36	+2.400	87/01/22	
H67	67 號碼頭	36	+2.400	87/01/19	
H71	71 號碼頭	36	+2.400	87/02/08	
H72-1	72 號碼頭	36	+2.400	87/01/08	
H72-2	72 號碼頭	36	+2.400	87/01/20	

果新濱碼頭有拱起下陷及裂縫等現象發生。

本區傾斜儀自86年7月起開始量測，86年7月至86年12月間每月量測一次，其後改為每二個月或三個月量測一次，圖5.6為新濱碼頭傾斜變位量測結果，根據本所調查結果新濱碼頭結構型式採沉箱、沉涵與方塊相間之重力式碼頭，量測資料顯示新濱碼頭在86年7月至87年5月量測期間，碼頭最大側向變位約在0.4 cm以下向海側移動，最大側向位移在碼頭頂部。資料顯示在量測期間碼頭並無明顯的異變現象，由於量測期間不長，側向位移變動不大，故尚無法研判其長期之變化趨勢。

圖5.7(a)(b)分別為2號及3號碼頭之傾斜變位量測結果，2號及3號碼頭均為重力式方塊碼頭，量測資料顯示2號碼頭在量測期間變位極小，最大側向變位在0.2公分以下向海側移動，而3號碼頭之側向變位變化情況較不規則。

5.6.2 17號及18號碼頭區

17號及18號碼頭為重力式方塊碼頭，碼頭傾斜變位量測結果如圖5.8所示，量測期間自民國86年8月至87年5月止，資料顯示在民國87年2月以前碼頭結構側向變位在0.2公分以下變動不大，但87年4月以後之量測值在0.4公分以上，有顯著增加的趨勢，在這段期間觀察碼頭面有明顯裂縫及沉陷發生，且有擴大加深的趨勢，碼頭使用單位亦在現場圍以警告標示，禁止大貨車靠近並暫停本碼頭之使用。由於本碼頭因改建近期即將予以拆除，故對傾斜管量測之傾斜變位資料對後續碼頭安全影響情形無法做更進一步之研究。

5.6.3 1號、39號及58號碼頭

圖5.9為1號及39號碼頭傾斜變位量測結果，1號碼頭原為棧橋式RC直樁碼頭，其延建部分為錨錠式剛板樁碼頭，本研究埋設之傾斜管係靠近剛板樁，而39號碼頭亦為剛板樁碼頭，故合併予以檢討。

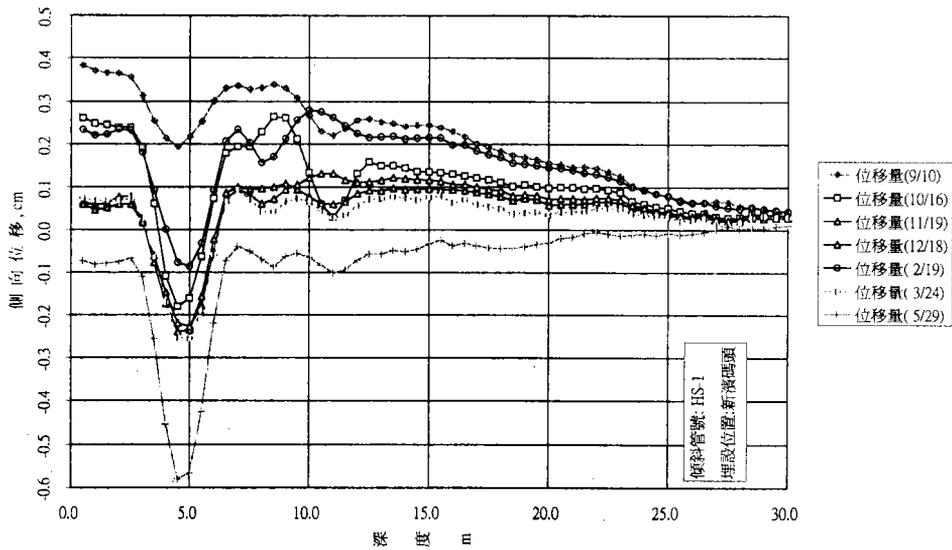
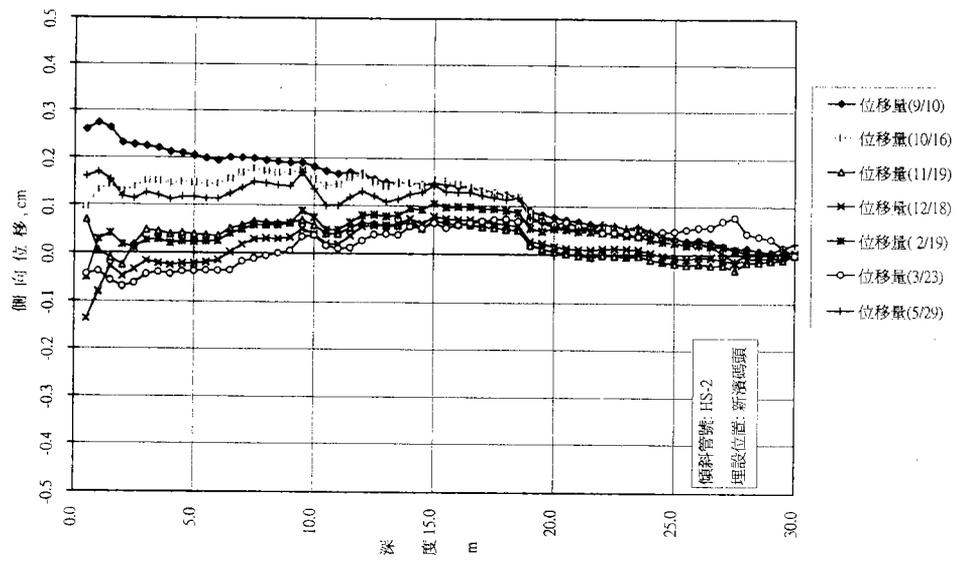


圖5.6 新濱碼頭傾斜變位檢測結果

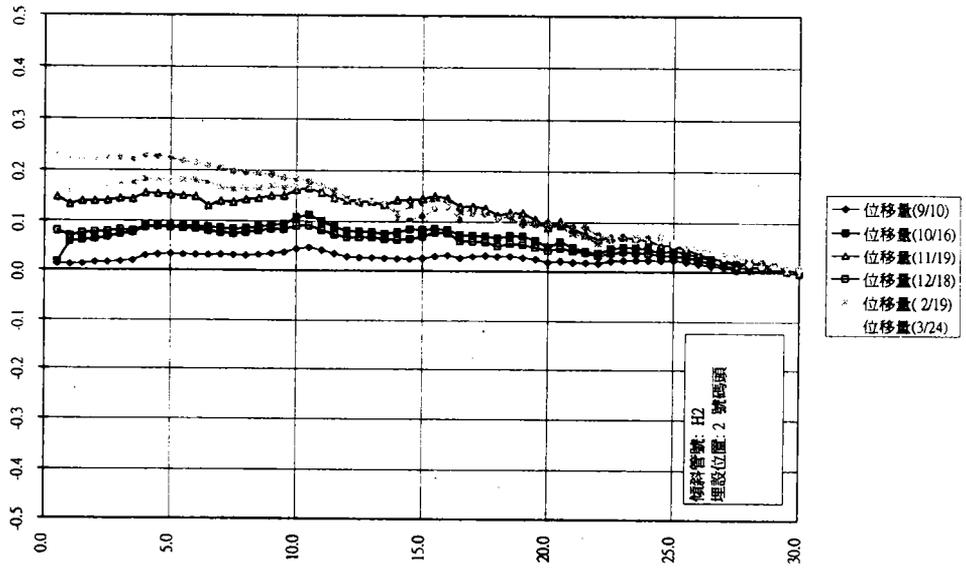
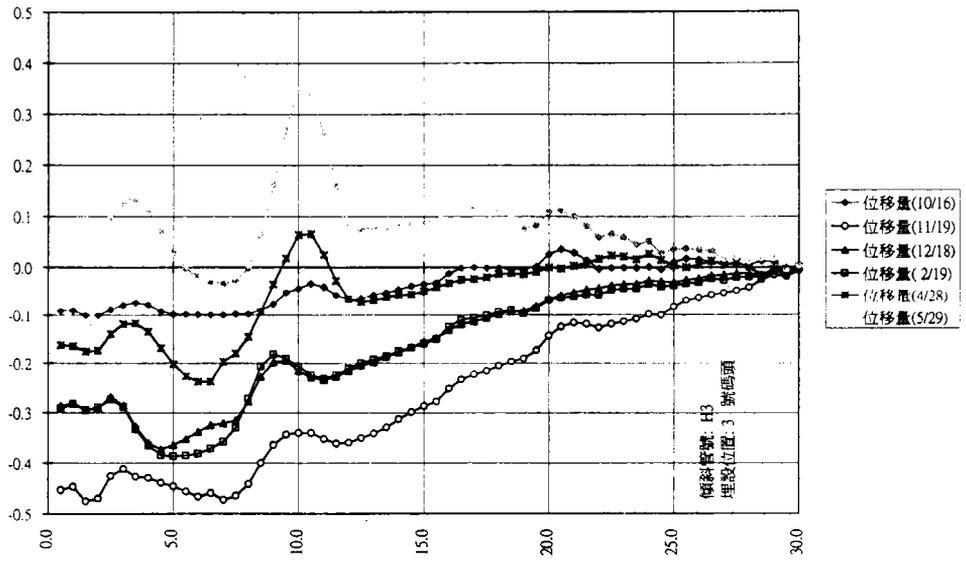
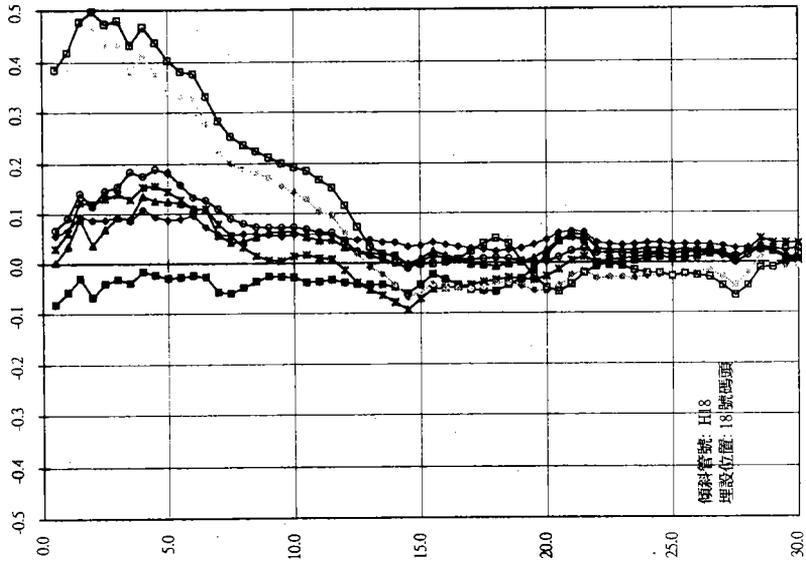
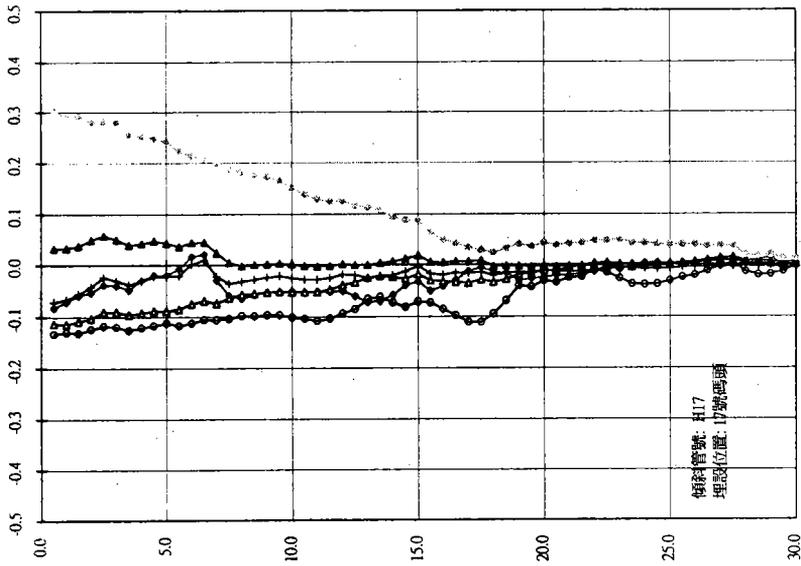


圖 5.7 2 號及 3 號碼頭傾斜管變位檢測結果



- ◆ 位移量(9/10)
- 位移量(10/16)
- ▲ 位移量(11/19)
- 位移量(12/18)
- ✦ 位移量(2/19)
- 位移量(5/27)
- 位移量(4/28)



- ◆ 位移量(10/16)
- ▲ 位移量(11/19)
- 位移量(12/18)
- ✦ 位移量(2/19)
- 位移量(3/24)
- * 位移量(5/27)

圖5.8 17號及18號碼頭傾斜管變位檢測結果

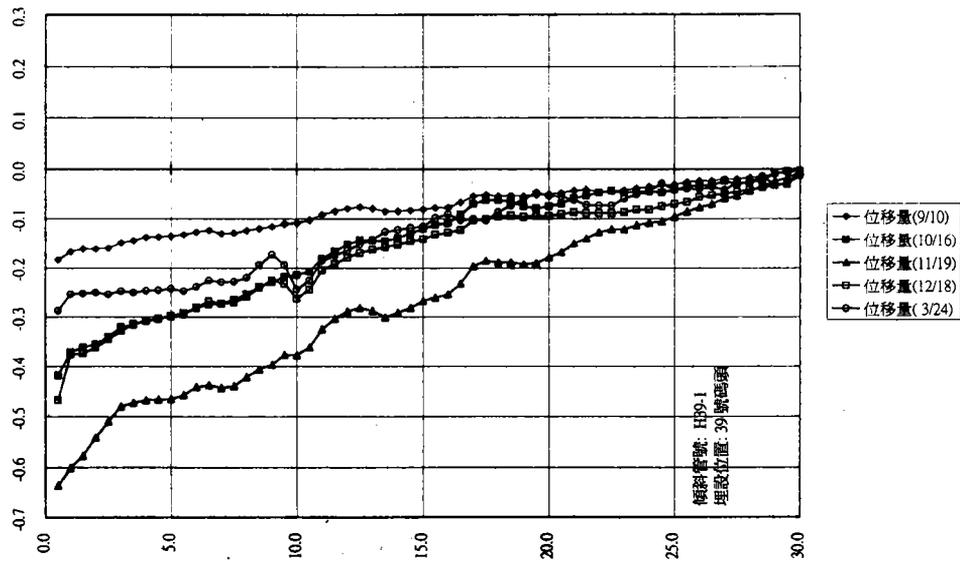
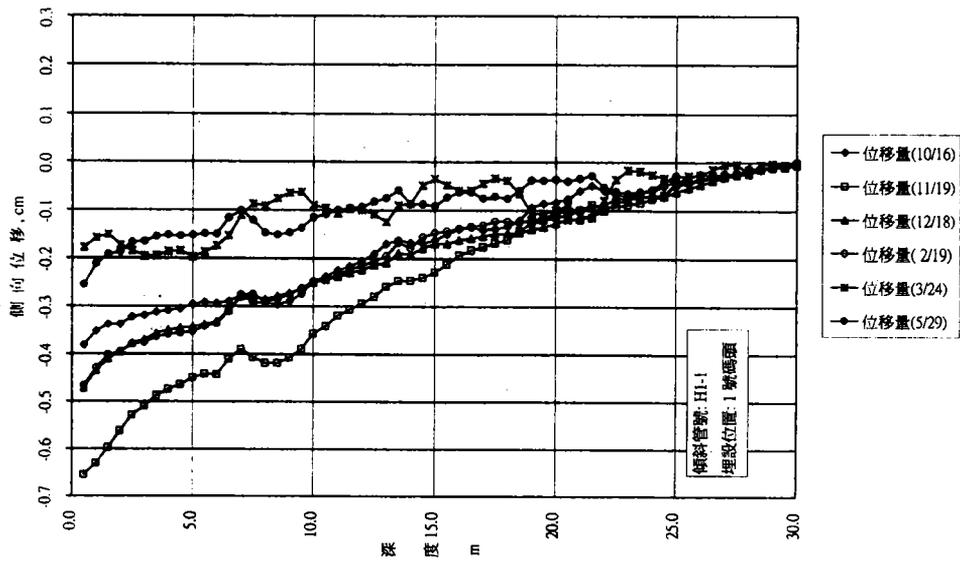


圖 5.9 1號及39號碼頭傾斜變位檢測結果

根據傾斜管量測資料顯示兩碼頭結構之傾斜變位情形極為類似，量測期間最大側向變位約為0.6公分，向陸側變動，此為與前述重力式碼頭最大不同處，最大側向變位位置在碼頭頂部，且側向變位有自傾斜管埋設深度向上遞增的現象。

58號碼頭埋設兩根傾斜管，其傾斜變位量測結果如圖5.10所示，圖5.10(a)為編號H58-1傾斜管之量測資料，其變位趨勢與前述1號及39號同為剛板樁碼頭之變位情形極為類似，但圖5.10(b)編號H58-2傾斜管之傾斜變位情形則不盡相同，推測其原因可能係碼頭水深不同所致。58號碼頭在編號為H58-2傾斜管埋設位置之碼頭水深為5.9公尺，而另一傾斜管埋設處之海底水深為8公尺以上，水深不同是否會影響傾斜管變位情形，由於量測期間不夠長尚無法進一步研判。

由於影響碼頭結構側向變位的因素極多，如碼頭結構特性、土層性質及碼頭結構受荷重作用情況等均有可能影響碼頭之變位情形，比較剛板樁碼頭與重力式碼頭之側向變位變化情形，剛板樁碼頭為撓性較大的結構材料，受到泊船時的衝擊力、牽引力或牆背漏砂等現象的影響，均容易使碼頭變位有相當程度的反應，本研究由於監測時間有限，故對碼頭受外力荷重長期性的變化趨勢尚無具體的結論。

此外影響傾斜儀量測精度的因素很多，舉凡裝設觀測套管的垂直度，測試控制，操作程序及溫度等均有關連，而其所造成之誤差也無法準確預測，僅能靠現場測試人員觀察及測試誤差修正等方法來消除，理論上若無外在環境如碼頭結構荷重，航道浚挖淘刷或地震等之影響，碼頭結構應不致產生太大的變位，故就長期性的觀測資料，應注意各種影響傾斜儀觀測誤差的消除方能獲得較客觀的資料。

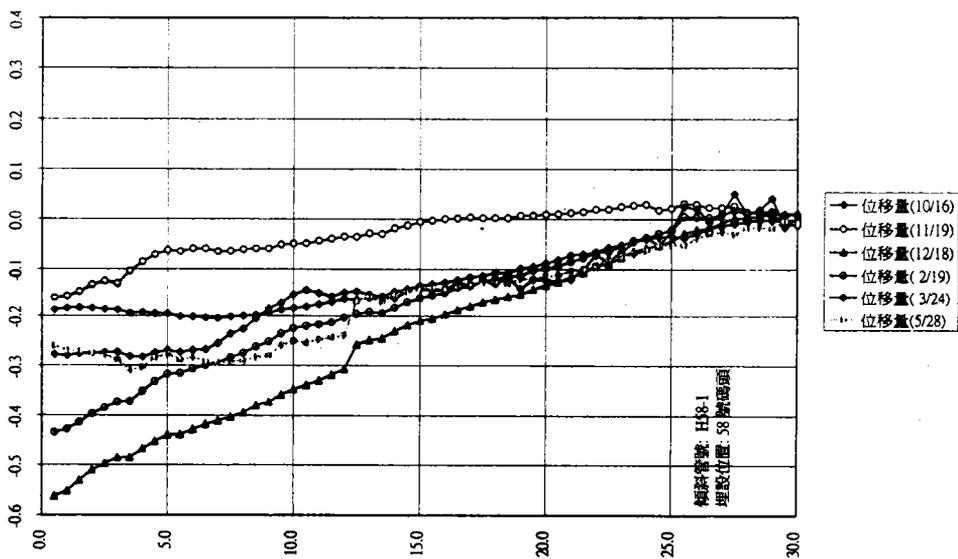
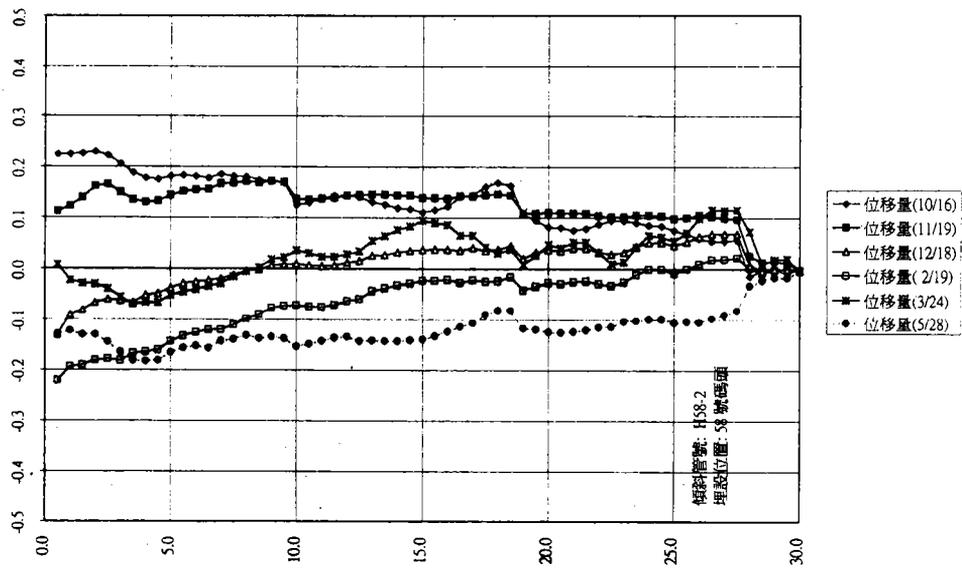


圖5.10 58號碼頭傾斜變位檢測結果

陸、碼頭基礎穩定性檢討

李延恭*

6.1 概說

造成老舊碼頭損壞的原因有多種，其影響因素也不只一端，例如波浪之衝擊，船停泊時之衝力，繫船時之拉力，碼頭牆背填土之側向力，碼頭基礎穩定性，碼頭結構之安全性等因素都有可能對碼頭造成不良之影響。

老舊碼頭基礎穩定性分析項目視碼頭基礎結構型式，地層分佈情況及土壤工程性質而定，一般老舊碼頭安全性評估項目包括：碼頭基礎土壤承载力檢討、沉陷檢核、堤體滑動穩定性檢討及碼頭整體穩定性檢核等，由於老舊碼頭原設計時已進行基礎穩定性分析，而本港區大部分碼頭使用期間情況良好，並無重大損毀情況發生，理論上基礎安全性應無問題，惟經過長期的環境變遷，對碼頭基礎穩定性可能之影響應加以評估。

高雄港區常因航道淤積或碼頭水深不足以應付較大船舶停靠時需定期浚挖海床，若施工控制不當致海床超挖時，將使基礎土層抵抗力減弱，造成碼頭產生變位或降低基礎土層抵抗整體滑動之安全係數，對碼頭穩定有不良之影響。故本章擬針對碼頭海床超挖浚深對碼頭穩定可能之影響說明如下：

6.2 新濱碼頭

新濱碼頭為重力式沉箱或箱涵碼頭，根據本研究現地埋設之傾斜管監測結果，自民國86年7月至87年5月間碼頭最大變位約為0.3公分，由於量測期間極短無法據以推測碼頭在外力荷重長期作用下之變位趨勢。

根據搜集資料顯示，新濱碼頭建造於民國39年以前，使用迄今可能達50年或更久，因早期無安置監測系統，故無法瞭解碼頭使用期間之變化情形。

* 省交通處港灣技術研究所大地工程組 研究員

本研究擬以有限元素分析法來探討海床超挖浚深對碼頭結構變位之影響，有限元素分析採用荷蘭 PLAXIS B. V. 公司發展的 PLAXIS 軟體，其主要功能可分析土壤與結構之互制問題，分析元素選擇包括平面應變、界面、樑、桿及薄殼等，土壤應力-應變模式包括 Drucker-Prager, Mohr-Coulomb, Advanced Mohr-Coulomb, Modified Cam-clay, 及 Hard Soil Model 等。

圖6.1(a)為新濱碼頭結構型式示意圖，圖6.1(b)為有限元素分析法採用之網格示意圖，根據本研究進行之地質調查資料、土壤工程性質及碼頭荷重情形，以 PLAXIS 有限元素軟體分析結果如圖6.2至圖6.4所示，圖6.2(a)為假設碼頭牆背地下水位較平均海水位高出1公尺，當碼頭海床浚挖超深1公尺深時，碼頭結構最大位移為4.22公分，碼頭結構及周圍土層之水平變位等高線分佈如圖6.2(b)所示，最大水平變位為4.07公分。

圖6.3及圖6.4為假設在相同情況下分析碼頭海床超挖2公尺及3公尺深時碼頭結構之最大變位情形，分別為4.88公分及6.43公分，分析資料顯示超挖加深對碼頭結構變位之影響更為不利。

若僅由碼頭結構之側向變位情況仍無法確實瞭解碼頭之穩定性，為更進一步探討碼頭海床超挖對碼頭整體穩定之影響程度，本研究採用 Bishop 修正分析法分析碼頭抗滑動之安全係數。根據本報告第四章地質補充調查資料得知，新濱碼頭區於高程-10m以下有二層沉泥質粘土薄層，厚度約1m至2m，此粘土薄層之存在可能因碼頭外在環境改變如碼頭海床浚挖超深時，對碼頭整體滑動抵抗產生一弱面而降低抗滑動之安全係數。

由於此粘土薄層取樣困難故對其強度特性未知，若根據各工程顧問公司於鄰近港區之試驗資料，並假設碼頭牆背地下水位提升至與現有地層表面平，其餘條件與有限元素分析法完全相同之情況下，分析在各種不同海床浚挖深度之抗滑動安全係數如表6.1所示，表6.1資料顯示碼頭海床浚挖超深1公尺時碼頭抵抗整體滑動之安全係數為1.5，而若超挖浚深為3公尺時抗滑動安全係數降為1.23，若與有限元素法分析碼頭之側向變位比較，當碼頭超挖浚深由1公尺增為3公尺時，最大變位由4.22公分增加至6.43公分，可見碼頭海床超挖浚深的增加對碼頭整體穩定確有不利之影響。

高雄港區老舊碼頭安全調查記錄

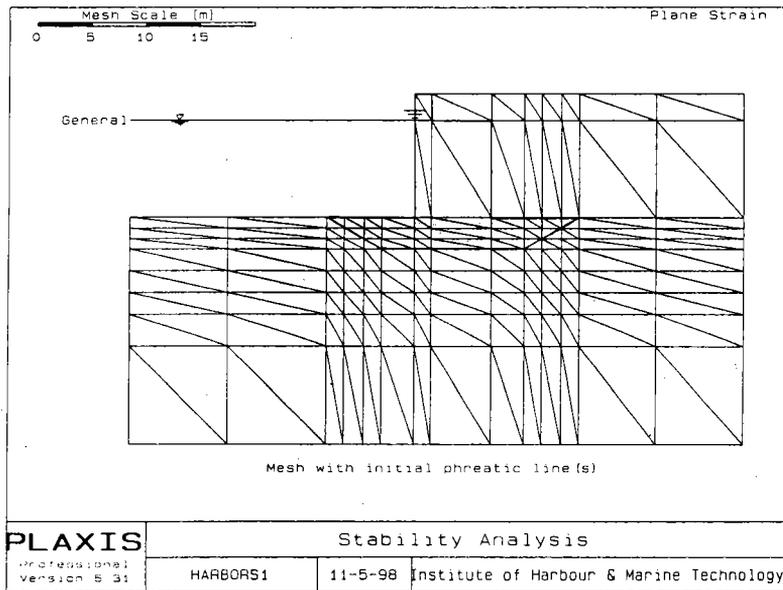
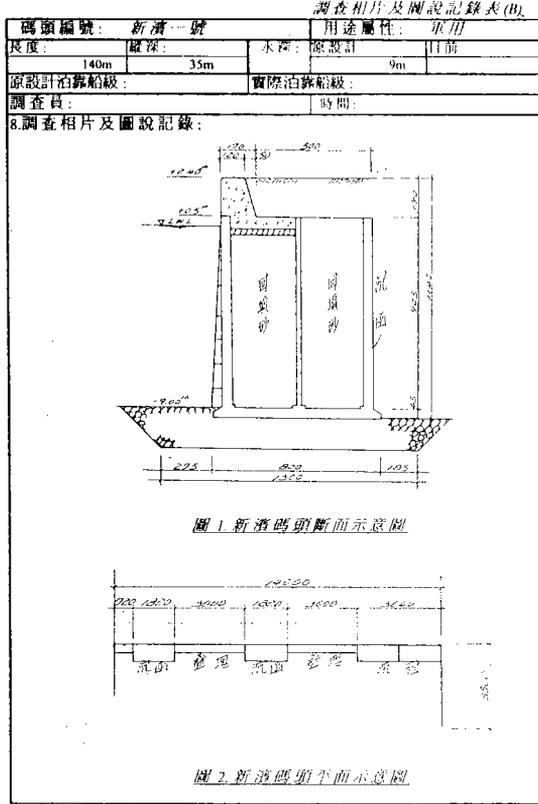


圖6.1 新濱碼頭結構型式及有限元素法網格示意圖

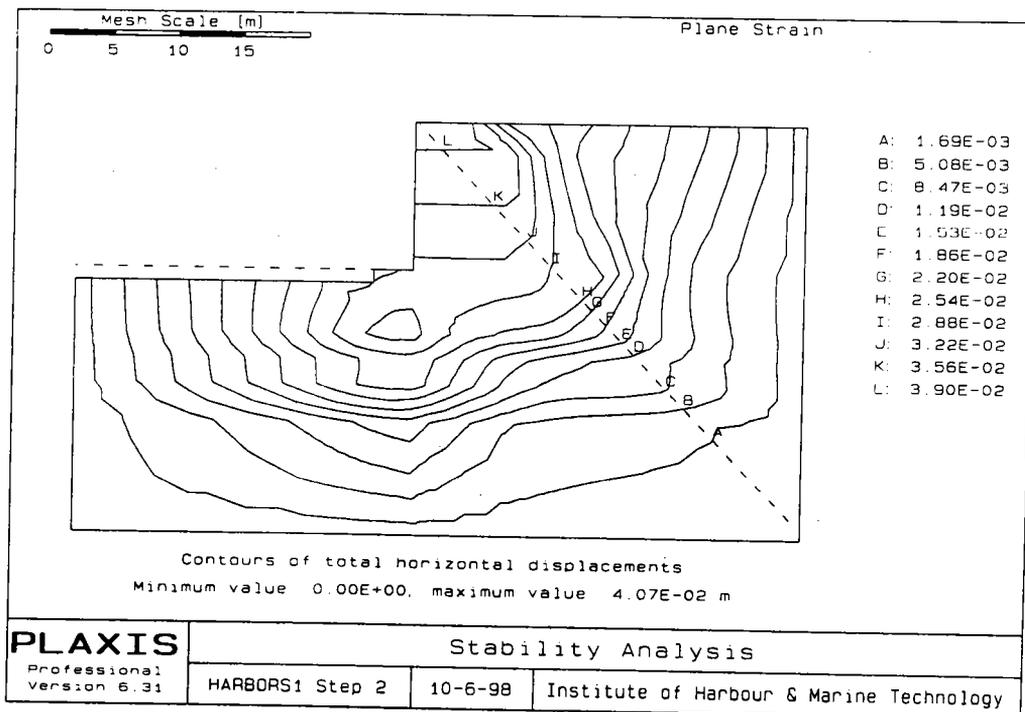
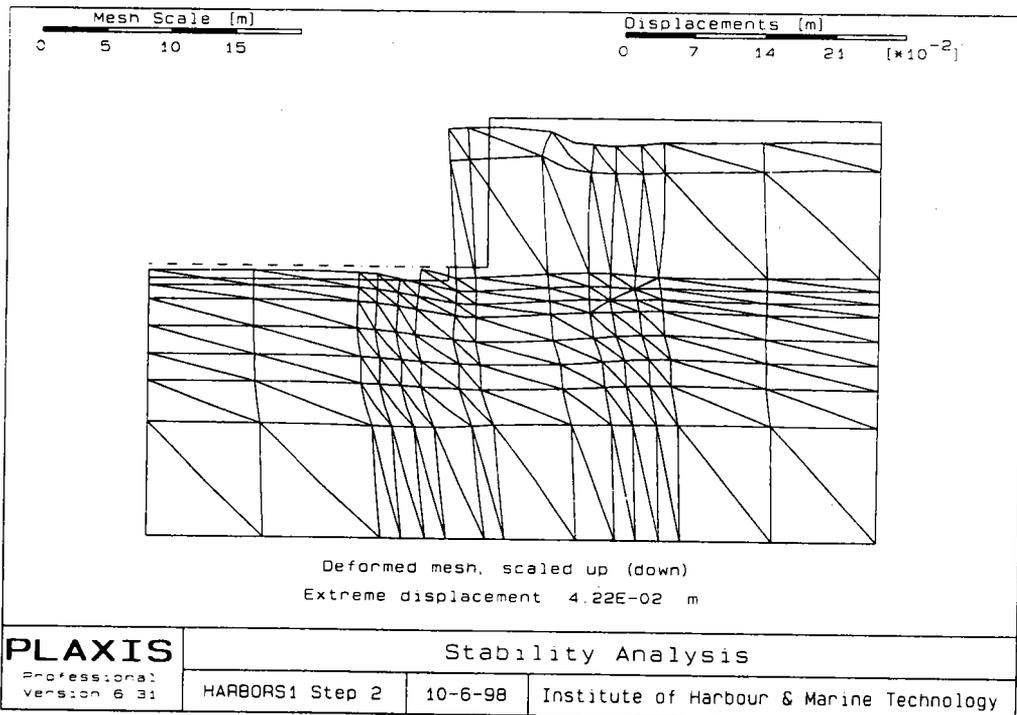


圖6.2 新濱碼頭有限元素法分析結果(假設碼頭海床超挖1m)

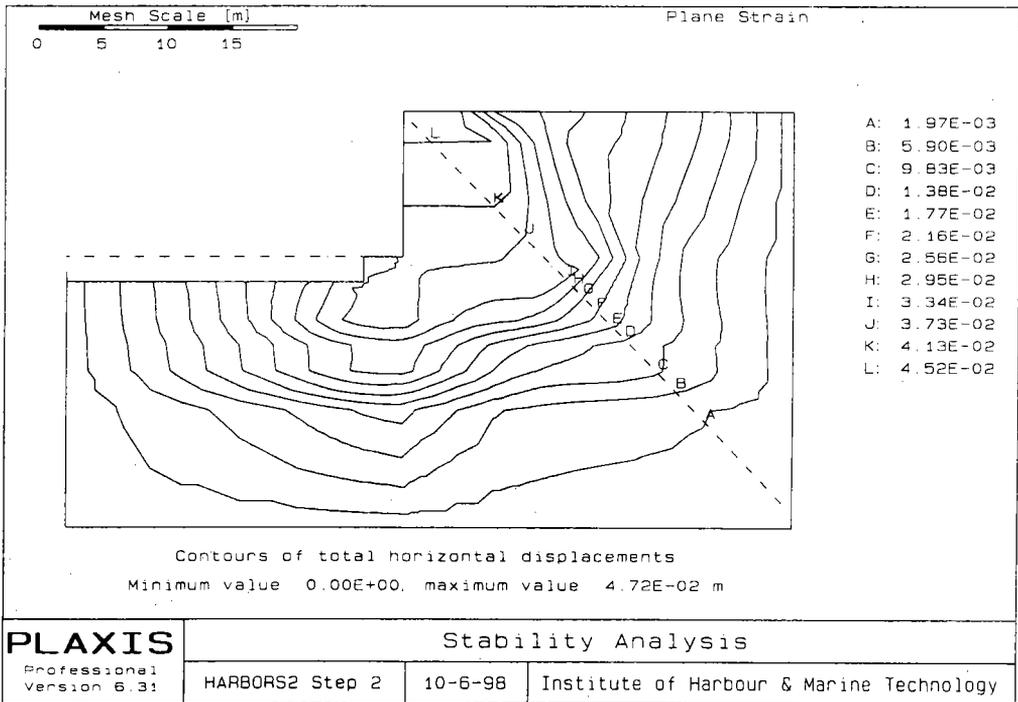
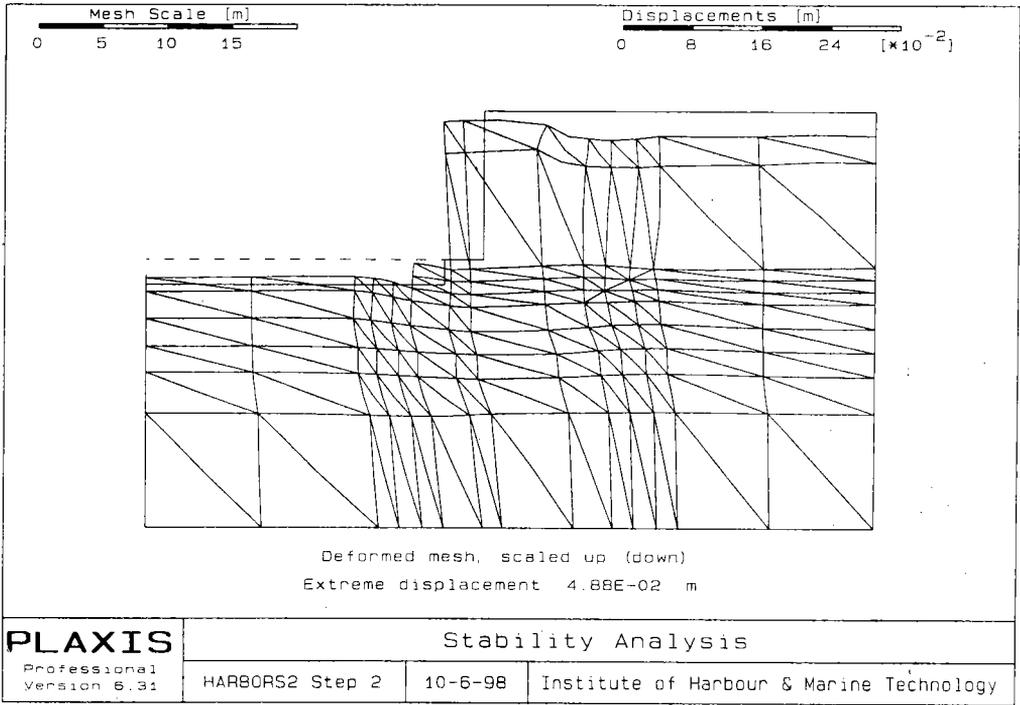


圖6.3 新濱碼頭有限元素法分析結果(假設碼頭海床超挖2m)

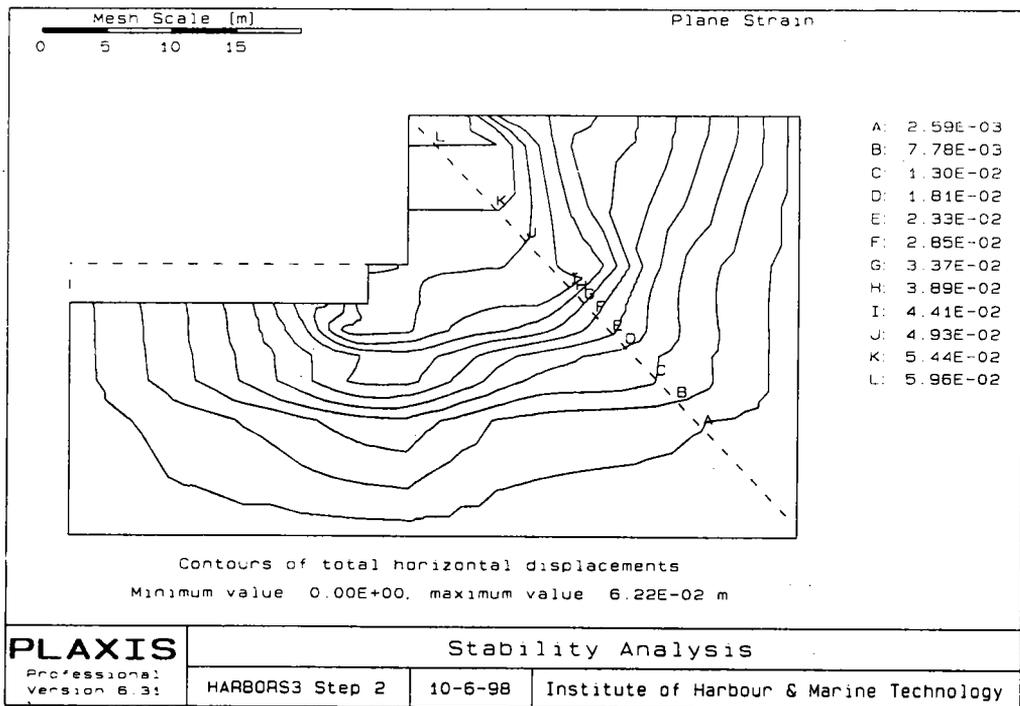
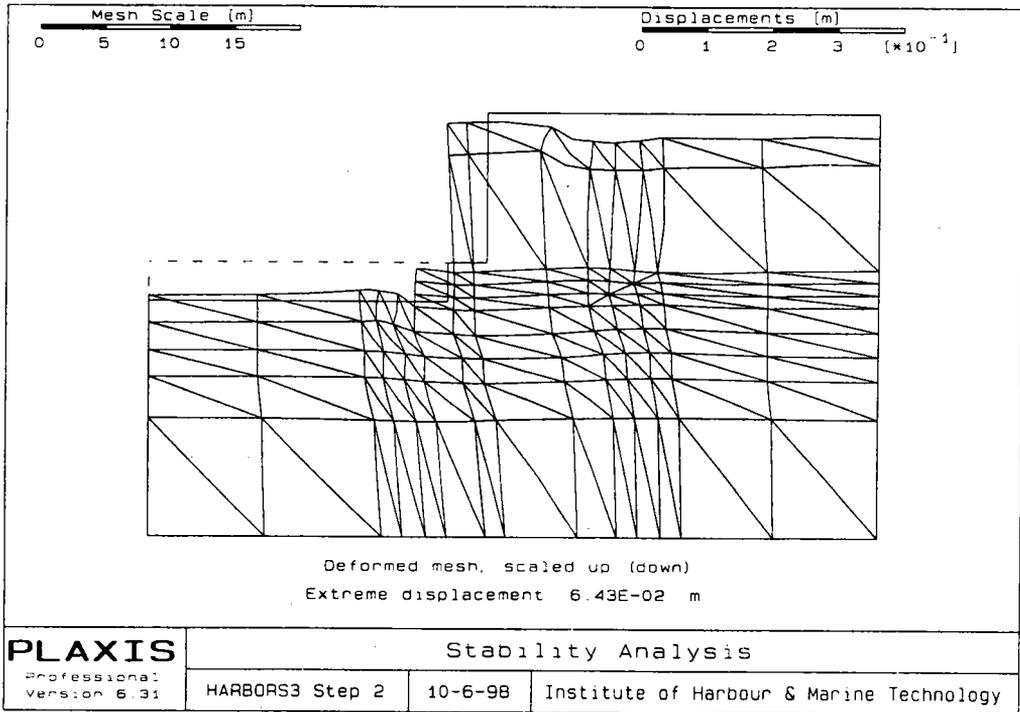


圖6.4 新濱碼頭有限元素法分析結果(假設碼頭海床超挖3m)

6.3 18號碼頭

18號碼頭為混凝土方塊重力式碼頭，設計水深為-9公尺，碼頭長度150公尺，堤基為厚約1.5公尺之卵石基礎拋石，本碼頭建造於民國39年以前日據時期，迄今使用期限亦可能超過50年。

一般重力式碼頭損壞原因不外是基礎土壤承载力不足、堤體方塊滑動或傾倒，或碼頭產生整體滑動造成全面性崩潰等，而造成破壞之外力包括地震力、超過設計荷重之主動土壓力或殘餘水壓力等，緊鄰之19號碼頭曾於民國83年8月5日凱特琳颱風豪雨過後突然坍塌損壞，由於碼頭未進行長期監測故意外發生原因迄今仍未明朗。

根據本所補充地質調查結果，18號碼頭區在高程-10m至-15m間有一厚約1至1.5公尺之沉泥質粘土薄層，此粘土薄層亦有可能對重力式碼頭之穩定性造成不利的影響，為瞭解外在環境改變對碼頭結構穩定性之影響，擬依照前述新濱碼頭之分析方法進行本碼頭之穩定性分析，分析結果如表6.2所示。

表6.2分析資料顯示碼頭海床浚挖超深1公尺時碼頭抵抗整體滑動之安全係數為1.38，而若超挖浚深為3公尺時抗滑動安全係數降為1.27，若與有限元素法分析碼頭之側向變位比較，當碼頭超挖浚深由1公尺增為3公尺時，最大變位由4.11公分增加至6.27公分，碼頭海床超挖浚深的增加對碼頭整體穩定有不利之影響。

以上僅就地層分佈情況及土壤工程特性，分析碼頭在不同超挖浚深的情況下碼頭之穩定情形，實際影響碼頭穩定之因素極多，如外力荷重的變化、碼頭材料的腐蝕老化、碼頭基礎土壤淘刷程度、地震、颱風等因素均有可能影響其穩定性，故上述理論分析僅供參考，需俟更多更長期的監測資料才能提供較可靠的分析成果。

表6.1 新濱碼頭穩定性分析結果比較

碼頭海床 浚挖超深 m	*碼頭結構 最大位移 cm	*碼頭結構最 大水平位移 cm	抵抗圓弧滑動 安全係數	#傾斜管最大 量測變位 cm,
1	4.22	4.07	1.50	0.3
2	4.88	4.72	1.28	
3	6.43	6.22	1.23	

註：

* PLAXIS 有限元素法分析結果

量測期間自民國86年7月至87年5月

表6.2 18號碼頭穩定性分析結果比較

碼頭海床 浚挖超深 m	*碼頭結構 最大位移 cm	*碼頭結構最 大水平位移 cm	抵抗圓弧滑動 安全係數	#傾斜管最大 量測變位 cm,
1	4.11	3.96	1.38	0.5
2	4.83	4.67	1.31	
3	6.27	6.06	1.27	

註：

* PLAXIS 有限元素法分析結果

量測期間自民國86年7月至87年5月

柒、老舊碼頭管理查詢資訊系統之建立

7.1 碼頭管理查詢系統建置目的

本系統所處理之對象主要為碼頭以及鄰近環境之相關資料，包括碼頭結構設計斷面圖，碼頭安全檢查調查登錄表、調查影響資料，歷年重大維修記錄文件，港區地理圖檔資料，港池潮位紀錄以及碼頭鄰近地質土壤資料等，這些資料之收錄獲取常需耗費大量的人力、物力、財力及時間，取得極為不易，值得有系統的整理典藏，以避免因管理不善而造成資料的損毀或遺失。

電腦化的建檔方式能做大量而有系統的資料儲存工作，並可提供快速且有效的查詢作業服務，真正達到資料共用共享的益處，且新的資料又可迅速的補充，使資訊的流通更為便捷，港區碼頭相關資料建檔完成後可達到下列目的：

- (1)工程依據：提供爾後港灣規劃、設計及工程研判上的需求，並達到資料快速查詢、便利碼頭維護及管理作業。
- (2)學術資料：可供各學術單位從事研究、分析所需的基本資料。

7.2 系統建置基本需求

本系統建置之軟硬體，基本上須符合下列需求：

7.2.1 硬體基本配備

1. 電腦主機：建議至少採用80586級以上之主機，來做資料建檔處理用。
2. 圖文展示\監示器：建議至少採用顯示顏色256色以上，及解析度640*480以上的監示器及顯示卡來使用。
3. 儲存媒體：建議採用至少250Mb以上的硬式磁碟來供建檔系統及資料貯存用。
4. 電腦滑鼠：多數的資料建檔管理系統，設計時都已規劃滑鼠來輔助操作，滑鼠可連在微電腦上任何一個序列輸出線上，配合其驅動程式來運作。

5. 隨機存取記憶體(RAM)：建議隨機存取記憶體至少應在8Mb以上。
6. 週邊設備：視選用的建檔系統，資料的搜集及展示，須匹配有適當的輸出入設備，如彩色掃瞄機，可直接將地圖或照片作影像傳輸，處理成影像檔以供貯存。高精度的螢幕或繪圖儀、列表機等，可提供資料展示使用。

7.2.2 系統軟體之基本功能：

1. 系統基本操作功能：

- a. 須具有處理向量(vector)、影像(raster)、電腦輔助設計(CAD)三者的能力，可透過資料庫管理系統，來詮釋向量圖形。
- b. 具操作簡易的人機介面對話盒及空間資料交談處理功能，能在以視窗操作基準的個人電腦上執行。

2. 圖形處理能力：

- a. 圖形處理包含圖形編輯、更新、顯示、地圖投影座標建立 / 轉換，地圖幾何校正等功能。
- b. 可提供橫麥卡托二分帶，經緯度等地圖投影方法，可按地理座標拼圖或交談式人工拼圖。
- c. 須具豐富的桌面工具，用以量測、繪製、詮釋圖形，可提供螢幕上立即更新、描繪像片。
- d. 具地圖製作功能，可將相關輔助設計或向量圖形疊加於地圖影像上。

3. 碼頭檢測資料圖文顯示功能：

- a. 可利用地圖上之碼頭分佈位置，點選所欲查詢之碼頭，配合功能表之選項設計，選取展示碼頭設計圖及各項檢測資料。
- b. 地圖必須顯示大地座標，以橫麥卡托二分帶為地圖投影方法。
- c. 具有展示影像資料、文件資料，表格資料等功能。

4. 港區土層調查資料圖文顯示功能：

- a. 可利用鑽孔座標在地圖上標示鑽孔位置，並顯示沿鑽孔深度變化的地質圖文資料。
- b. 使用者可在地圖上選擇欲顯示柱狀圖的鑽孔，叫用柱狀圖顯示功

能，螢幕即顯示鑽孔群的地質柱狀圖，柱狀圖上須註明高程鑽孔位置及沿深度所得之標準貫入試驗N值，以方便大地工程師之規劃設計使用。

c. 描述土層之文字資料分屬三種方式存放：

- C-1 鑽孔位置基本資料：含鑽孔編號、鑽探公司、鑽探日期、X、座標位置、地面高程、鑽孔深度等資料。
- C-2 沿鑽孔深度之地質變化資料：該資料含深度、土壤分類、標準貫入試驗N值，而資料庫內的索引欄位(Index Key)，係利用鑽孔位置或鑽孔編號當做索引。
- C-3 強度或特殊試驗資料：如遇有採樣或鑽孔後所執行的試驗，須能以表格方式加以貯存。

7.3 系統建置工具

7.3.1 建檔主要系統

依據資料建檔工作所需具備之軟體基本功能，本研究採用美國MapInfo公司所發展的地理資訊系統(Geographic Information System, 簡稱GIS)應用軟體，該軟體即命名為MapInfo，版本為4.0版，本研究以此來作為資料處理之主要軟體，MapInfo在硬體匹配上分工作站版，PC個人電腦版及麥金塔版，為顧及須提供資料予各港埠單位使用，本研究選用個人電腦版，該系統為視窗操作軟體，採用下拉式功能表模式，操作程序層次分明且極具效率，可提供使用者快速搜尋而取得所需要的功能。該系統主要的功能有：

1. 使用多用途資料模式，使用者可非常方便的組合Lotus, dBASE, 和任意圖層的資料。
2. 提供航空照片幾何校正功能，可直接在螢幕上數化，影像格式包含、.GIF、TIF、PCX、BMP和TPG。
3. 可直接讀取.DBF(DBASE, FoxBase, Clipper), Lotus1-2-3, Excel和檔，在主從架構下透過選擇式查詢資料聯結(SQL Data Link)，可直接查詢並讀取和SYBASE的資料庫。

4. 功能強大的簡報及出圖能力，搭配中文視窗操作系統，可將屬性或文字資料以實體(True Type)中文字顯示於圖上。
5. 提供編圖工具箱，方便圖形切割剪貼和字型選擇非常方便，且可依特定比例尺出圖，並繪製圖例。
6. 使用多重文件界面(MDI)，可以很方便管理，並了解資料庫內每筆資料和圖形及統計表之間的關係。
7. 可配合資料內容產生大小不同之緩衝區，提供多種地圖投影方式，包括經緯度投影、橫麥卡托投影。
8. 具備多邊形交集、聯集分析，可隨時合併或分割大小不同的區域，甚至包含每個區域的屬性資料。
9. 可在Windows，Macintosh，Sun和HP上使用相同的使用者界面和資料格式，所開發的應用軟體可快速移植到其他硬體上。

本研究另外採用MapInfo公司所提供的使用者發展語言環境—MapBasic 4.0版，來開發港區土層分佈資料查詢展示系統。MapBasic的功能特性如下：

1. 提供程式發展者對於遠端資料庫查詢及更新的功能，使應用軟體可滿足主／從架構的需求。
2. 可以產生新的使用者界面，修改既有界面，或建立特殊需求的對話盒。
3. 可呼叫Visual Basic和C程式，編譯完成的程式可以在Mapinfo內執行或成為一單獨可執行的模組。
4. 應用程式可在不同的硬體上執行。
5. 可經由一個專案檔案(Project file)連接多個小模組，因此程式發展者可同時發展個別的子模組。
6. 發展應用軟體時MapBasic提供下列兩種特性。
 - a. 特殊事件控制(Special Event Handlers)
 - b. 交互處理溝通(Inter-process Communication)

MapInfo籍由MapBasic加以開發設計，可以做不同領域更專精的應用。目前的應用領域，包括1. 業務規劃，2. 市場策略，3. 公共管線，4. 保險服務，5. 自然環境，6. 有線電視，7. 環境品質，8. 區

域及都市計劃，9. 學校教育，10. 市政管理。可見其應用範圍極為廣泛，採用此一系統，將來在資源共享需求下，使用將更為便捷。

7.3.2 建構附屬系統

MapInfo為一圖檔處理極有效率的軟體工具，但在資料庫操作及對週邊設備之溝通上功能稍嫌不足。故本研究採用其它軟體來彌補MapInfo的這些缺憾：

- ①在數據資料庫之建立上，我們採用MS Foxpro及MS Access來建立基本表格檔。
- ②在影像檔案之輸入及編輯上，我們採用Imagepals軟體及HP Scanjet掃描儀加以輔佐。
- ③基本地圖檔案保取用內政部資訊中心之基本圖檔，再利用Auto CAD軟體作圖檔轉入編輯，依據各港區所需的圖幅範圍結合成單一圖檔，再轉入MapInfo內使用。
- ④外建資料的傳送，係透過LL3軟體來傳送，或利用Novell網路系統，將各資料送回MapInfo工作主機上，再將Foxpro及Imagepals所建立的檔案，轉成MapInfo的內部檔案，在MapInfo系統內加以聯結使用。

7.3.3 全球衛星定位接收系統

全球衛星定位系統的全名為：授時與測距導航衛星系統／全球定位系統 (Navigation Satellite Time and Ranging/Global Positioning System)，簡稱全球定位系統(GPS)。

該系統是由美國國防部為軍用定時、定位、定速而建立的新一代衛星導航系統。自1978年發射第一顆衛星，目前地球上空計有24顆衛星（內含3顆備用衛星）以近似圓形的軌道在運轉操作，其軌道傾角為55度，共6個軌道面，每個軌道面含4顆衛星，高度為20200公里，運轉週期為11時58分。在地面上利用接收儀器，可在任何時間、任何地點做全天候觀測，不受天氣狀況的影響，定位速度快，觀測時間短，操作簡便。

本研究購置Trimble GeoExplorer全球定位系統接收儀乙台及相關處理軟體做為鑽探孔位及鄰近地形現地量測使用。該接收儀之特性如下：

- (1)接收速率：最快0.7秒。
- (2)第一次定位時間：二維座標在二分鐘內
三維座標在三分鐘內
- (3)6頻道平行／順序追綜L1載波之C/A電碼
- (4)差分精度：一般條件下精度在5m以內，衛星天候條件優良下精度可達1m
- (5)GEO-PC處理軟體：差分校正
- (6)可記錄點、線及面積
- (7)具有自動省電裝置
- (8)可追綜8顆衛星
- (9)內部記憶體：1/4 MB (可記錄超過9000點，3D GPS位置)
- (10)使用者可自行選擇圖形座標系統顯示
- (11)具可使用全世界及自己設定之座標資料
- (12)可顯示GPS衛星狀態，包括方位、仰角、使用者距離精度、接收訊號之強弱等。
- (13)具平均位置的功能
- (14)具夜間操作的夜間顯示燈
- (15)具ASCII, RTCM SC-104及XMODEM之傳輸
- (16)具導航功能，包括距離、方向、追綜差量及可記憶點99點導航點
- (17)具RTCM SC-104輸入之即時差分之功能
- (18)可連續操作7-9小時
- (19)QUICK PLAN衛星規劃軟體；架構在微軟視窗作業系統下，操作容易，並可同時顯示衛星個數及空間點位、平面點位、高程、時間等各項定位精度因子。
- (20)可轉換140種GIS之格式。包括ARC/INFO, AUTO CAD, INTERGRAPH
- (21)軟體可顯示測量之點、線、面之屬性，並可計算線長及面積。

衛星定位系統雖然使用便利，但有一些因素會影響定位精度，產生誤差如：衛星幾位分佈(Satellite Geometry;DOPValues)，觀測量雜訊(Measurement Noise)，衛星軌道偏斜(Satellite Orbital Bias)，衛星及接收儀時錶偏斜(Satellite and Receiver Clock Biases)，電離層遲延(Ionospheric Delay)，對流層遲延(Tropospheric Delay)。多路徑誤差(Multipath)及選置效用(Selective Availability，簡稱SA)等，特別自1993年3月起，美國國防部將SA裝置於Block II衛星上，刻意降低衛星所發送之民用C/A電碼精度，影響了衛星時鐘及衛星星曆的精度(但軍用接收儀不受影響，因軍用為精密P電碼)，對有高精度資料需求者而言，便需要利用一些方法來對C/A電碼的定位精度加以改善，因此，便發展出差分校正(Differential Correction)的技術；此方法是利用一已知精確座標之GPS測站作為參考站(Reference Station)，由參考站接收衛星資料並計算參考站位置與衛星位置之間的距離，此一計算距離與參考站所測得之虛擬距離的差值(稱為虛擬距離差)，或是直接由利用測得虛擬距離計算出參考站之座標和參考站實際座標間的分量差，當成修正值(Correction)，對同一時間未知測站上的接收儀所得之數據進行修正，以提高未知測站之精度。

本研究採用Geo-Pc或Pfinder軟體來執行差分校正，對其它影響因素，可用Quick-Plan軟體作事先詳細規劃，再選擇最適當的時段來實施GPS接收作業。

綜上所論，本研究所採用的設備，硬體方面計有PC個人電腦、相關週邊設備及GPS接收儀，軟體系統則包含：

- ①MapInfo地理資訊系統
- ②MapBasic發展語言環境
- ③Foxpro及Access資料庫建構軟體
- ④Auto CAD電腦輔助設計軟體
- ⑤Novell網路系統與LL3資料傳送軟體
- ⑥Geo-Pc定位系統差分校正處理軟體
- ⑦Pfinder資料字典建構、差分及圖形展示軟體

7.4、資料庫架構

7.4.1 資料處理原則：

要將龐大及不同格式之資料加以規格化，以提供工程上直接使用及學術上研究之便利，除了資料庫在結構上須作妥善地規劃外，其餘則全賴資料的整理及歸類。港區碼頭及地質資料不僅項目雜、數量多、且內容繁雜，要納入一個系統中，誠然不易。而且由不同單位產生之同一類報告其格式可能不盡相同，工程資料分類方法也多有不同。所以表格須先統一才能進行資料庫建置及系統設計等作業。

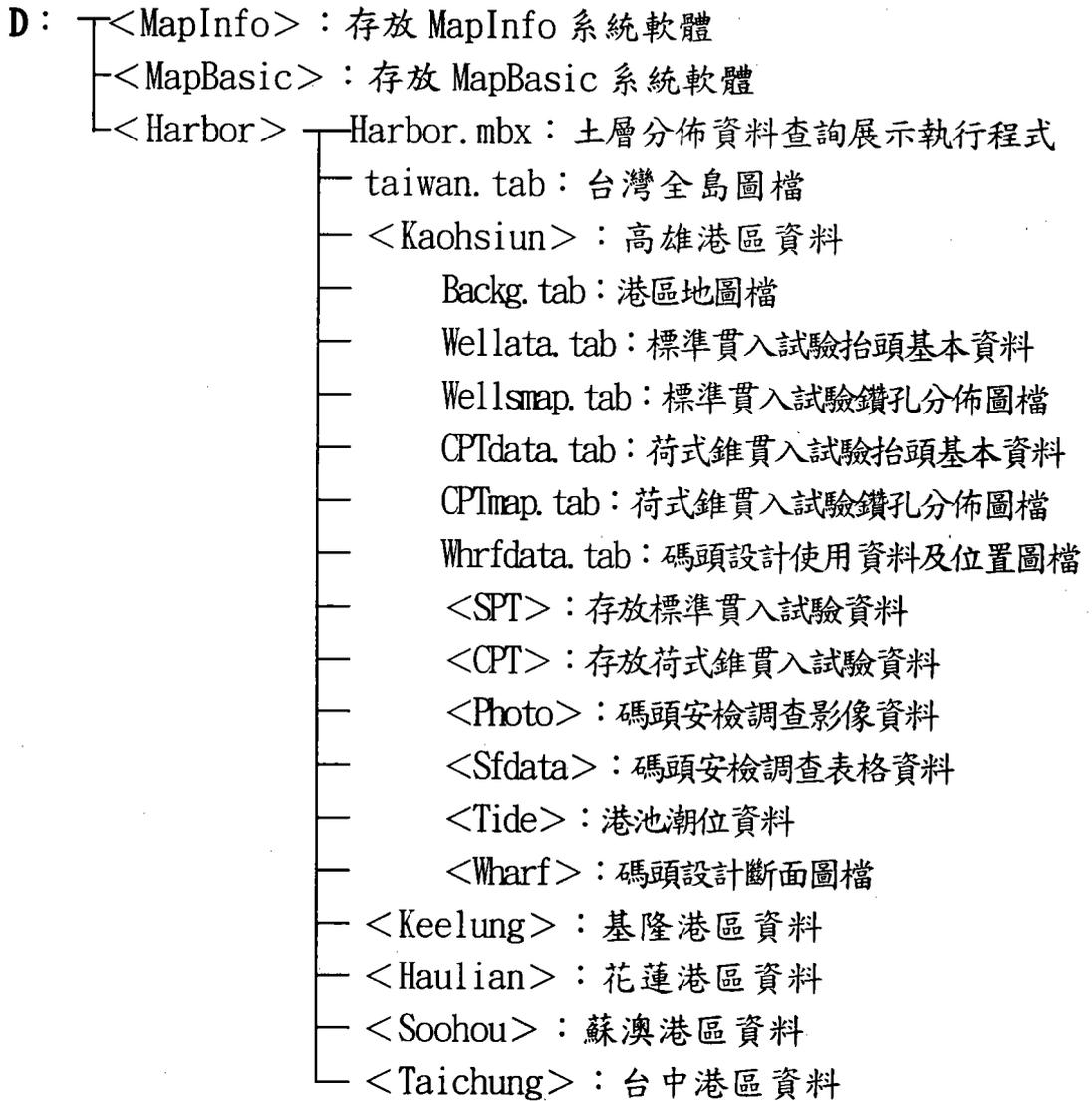
7.4.2 地圖座標系統

目前由於地圖投影的方式不一，以致有許多的地圖座標系統。台灣地區位於北半球、低緯度區。為配合國際性座標(Universal Transversal Meccator簡寫U.T.M.)，乃採橫麥卡托投影座標系統(簡稱TM系統)，該系統在台灣之初建，係民國六十九年聯勤測量署以南投埔里虎子山一等三角點中心點所完成之TM二度分帶之全國三角點檢測。本報告即以此來建立相關圖層的座標系統。

7.4.3 輔助記憶體資料貯存架構

由於五個國際港之碼頭及土層鑽探試驗資料極其龐大，且須考慮後續資料的新增，本研究規劃了一個400Mb容量的輔助記憶體，供MapInfo系統軟體、MapBasic開發程式及港區資料貯存用。該輔助記憶體設定在MapInfo作主機的D槽，其貯存架構如表7.1所示，港區資料貯存在目錄<Harbor>下，以五個次目錄分別存放五大港區相關資料，由於目前磁碟操作系統(DOS)對檔案主檔名及目錄只能讀取8個字元，所以高雄港目錄之英文名稱只取前8個字，以免地層鑽探試驗程式設計上有誤讀之虞。而表7.1僅列高雄港區資料目

表 7.1 輔助記憶體內資料貯存架構



註：<Taichung> <Keelung> <Haulian> 及 <Soohou> 次目錄內容與 <Kaohsiun>

錄<Kaohsiun>之內容，其餘四大港區之資料內容與台中港區內容相似。主要存放各港區之基本地圖資料、碼頭設計及土層調查試驗資料等之相關資料庫檔案。

7.4.4 碼頭設計資料庫架構

在每一個港區目錄下，本研究將港區內各碼頭之分佈位置繪製於Whrfdata.tab 資料庫圖層檔內，而圖上每一碼頭物件之屬性資料也對照登錄到資料庫表格檔內。碼頭屬性資料共設計成十個欄位，依序為碼頭編號，碼頭面設計高程，裝御軌道長度，碼頭設計長度，碼頭設計水深，啟用日期，建造經費，碼頭用途，租用單位，更新日期等，其欄位名稱，中文說明，資料型態及長度如表7.2所示。

7.4.5 鑽孔位置及剖面土層資料庫架構

在每一個港區目錄下，本研究建置了兩類資料庫存放標準貫入試驗相關資料，將港區內各鑽孔之座標、高程、試驗公司等抬頭資料存放於Welldata.dbf資料庫表格檔內，此表格檔存有28個欄位，其欄位名稱、中文說明、資料型態及長度如表7.3所示，存放於以港區英文名稱命名的目錄下，該表格檔除了存放這些基本資料外，還可利用SQL選取方式，選擇Tag-Key, Pos_x, Pos_y等三個欄位之資料，建置出一新的檔案，再由此新檔案製作出鑽孔位置分佈地圖檔。

另外，以Welldata.dbf的索引標籤(Tag-Key)欄位資料，做為該鑽孔之試驗資料檔案名稱，所建置的資料庫表格檔共具有18個欄位，其欄位名稱、中文說明、資料型態及長度如表7.4所示。為了資料庫編輯的作業方便，這兩類資料庫都先用Foxpro或Access建檔，再轉入MapInfo內使用。

7.5 程式設計

7.5.1 程式設計之目標功能

表7.2 碼頭設計使用資料檔案及資料錄說明

系統名稱：碼頭管理查詢系統		日期： / /		
檔案名稱：Whrfdata		檔案格式：表格(.DBF)		
檔案說明：碼頭設計及使用資料				
編號	欄位名稱	欄位中文說明	資料型態及長度	備註
1	Num	碼頭編號	Char(10)	
2	Level	設計高程	Decimal (10.0)	單位：公尺
3	Guage	軌道長度	Decimal(7.3)	單位：公尺
4	Length	碼頭長度	Decimal(7.2)	單位：公尺
5	Depth	設計水深	Decimal(4.1)	單位：公尺
6	Usedate	啟用日期	Char(6)	YYMM
7	Fee	造價	Long Integer	單位：元
8	Berth	碼頭用途	Char(6)	
9	Lease	租用單位	Char(6)	
10	Rehdate	更新日期	Char(6)	YYMM

表7.3 港區各鑽孔基本資料檔案及資料錄說明

系統名稱：港區土層分佈資料庫			日期： / /	
檔案名稱：Welldata			檔案格式：表格(.DBF)	
檔案說明：港區各鑽探孔位座標高程試驗公司等資料				
編號	欄位名稱	欄位中文說明	資料型態及長度	備註
1	Tag_key	索引標籤	Char(10)	
2	Project	計劃名稱	Char(40)	
3	Hole_no	鑽孔名稱	Char(10)	
4	Offer_comp	提供單位	Char(40)	
5	Borin_comp	鑽探公司	Char(40)	
6	Test_comp	試驗公司	Char(40)	
7	Borin_date	鑽探日期	Date	MMDDYY
8	Locat_desc	鑽孔位置	Char(40)	
9	Pos_x	X座標	Decimal(12, 2)	
10	Pos_y	Y座標	Decimal(12, 2)	
11	Pos_z	高程	Decimal(7, 2)	
12	Pizometer	水位計	Char(20)	
13	Pizo_depth	埋設深度	Decimal(7, 2)	
14	H_angle	鑽孔傾角	Decimal(3, 0)	
15	H_diameter	鑽孔孔徑	Decimal(6, 0)	
16	H_depth	鑽孔深度	Decimal(7, 2)	
17	Gw_level1	第1次地下水位 量測深度	Decimal(7, 2)	

表7.3 港區各鑽孔基本資料檔案及資料錄說明(續)

18	Gw_date1	第1次地下水位 量測日期	Date	MMDDYY
19	Gw_level2	第2次地下水位 量測深度	Decimal(7,2)	
20	Gw_date2	第2次地下水位 量測日期	Date	MMDDYY
21	Gw_level3	第3次地下水位 量測深度	Decimal(7,2)	
22	Gw_date3	第3次地下水位 量測日期	Date	MMDDYY
23	Gw_level4	第4次地下水位 量測深度	Decimal(7,2)	
24	Gw_date4	第4次地下水位 量測深度	Date	MMDDYY
25	Gw_level5	第5次地下水位 量測深度	Decimal(7,2)	
26	Gw_date5	第5次地下水位 量測深度	Date	MMDDYY
27	Gw_level6	第6次地下水位 量測深度	Decimal(7,2)	
28	Gw_date6	第6次地下水位 量測深度	Date	MMDDYY

表7.4 鑽孔之試驗資料檔案及資料錄說明

系統名稱：港區土層分佈資料庫			日期： / /	
檔案名稱：(tag-key)			檔案格式：表格(.DBF)	
檔案說明：鑽孔之試驗資料				
編號	欄位名稱	欄位中文說明	資料型態及長度	備註
1	Depth	深度	Decimal(6,2)	
2	Desc	土／岩層說明	Char(40)	
3	Class	土壤岩石分類	Char(10)	
4	Smpl_rate	取樣率	Decimal(3,0)	
5	Rqd	岩心完整性	Decimal(3,0)	
6	N_value	錘擊數	Decimal(3,0)	
7	Smpl_no	採樣編號	Char(5)	
8	Gravel_%	礫石含量	Decimal(3,0)	
9	Snad_%	砂土含量	Decimal(3,0)	
10	Silt_%	粉土含量	Decimal(3,0)	
11	Clay_%	黏土含量	Decimal(3,0)	
12	Water_cont	自然含水量	Decimal(5.1)	
13	LL	液性限度	Decimal(5.1)	
14	PI	塑性指數	Decimal(5.1)	
15	Unt_weight	總體單位重	Decimal(5.2)	
16	W_gravity	比重	Decimal(5.2)	
17	Void_ratio	孔隙比	Decimal(5.2)	
18	Other_test	其它試驗	Char(20)	

本研究利用MapBasic使用者發展語言環境來設計碼頭斷面、調查檢測、土層分佈等資料之查詢展示軟體，用以展示港區內的碼頭設計及自然環境資料。本程式命名名為Harbor.mbx，其預設的功能目標如下：

1. 台灣主要港區分佈位置圖展繪
2. 各港區基本地圖展繪
3. 碼頭分佈位置展示
4. 碼頭設計斷面圖查詢展示
5. 碼頭檢測資料查詣展示
6. 鑽孔位置展示
7. 鑽孔基本資料查詢
8. 單鑽孔柱狀圖展繪
9. 鑽探資料文字表格展示
10. 多鑽孔柱狀圖展繪
11. 荷式錐貫入試驗資料文字表格展示
12. 荷式錐貫入試驗成果圖展示
13. 為中文視窗作業環境，可使用多重文件介面
14. 配置工具箱及基本展圖功能（放大、縮小、平移…等）
15. 模組化功能設計

7.5.2 程式設計組織架構

本程式在撰寫上共分成五個模組，各模組的名稱及所包含的副程式計有：

- (一)Harbor模組。本模組含括五個副程式，其名稱及功能如下：
- (1)Main副程式：主要功用為呼叫LoadData副程式及副程式。
 - (2)MainMenu副程式：載入所設計的功能表。
 - (3)LoadData副程式：載入台灣全島地圖及標示五大港區。
 - (4)Select-harbor副程式：跳回台灣全島地圖畫面，重新選擇所需港區。
 - (5)QuitProgram副程式：終止本應用程式。

- (二)Whrf-sec模組。本模組含括三個副程式，其名稱及功能如下：
- (1)Whrf-Secfion 副程式：展示碼頭設計斷面圖層。
 - (2)Whrf-txt 副程式：展示碼頭設計文件資料。
 - (3)Phato 副程式：展示碼頭安全檢測影像資料。
- (三)Loging模組。本模組含括二個副程式及一個函數，其名稱及功能如下：
- (1)Loging 副程式：繪製柱狀圖。
 - (2)Show-WellsData 副程式：展示鑽孔之抬頭資料。
 - (3>ListLogData 副程式：展示鑽探試驗紀錄。
 - (4)Getpattern 函數，載入柱狀圖圖樣。
- (四)Liglletacfien 模組。本模組含括四個副程式及一個函數，其名稱及功能如下：
- (1)X-order2 副程式：將點選之鑽孔按地理座標由西向東排序。
 - (2)Y- order2 副程式：將點選之鑽孔按地理座標由北向南排序。
 - (3)Holes-Lg 副程式：繪製鑽孔之液化機率圖。
 - (4)M-A-Diaog 副程式：由對話框選擇地震參數。
 - (5)Get-PL 函數：分析並傳回液化機率值。
- (五)ShowCPT模組。本模組包含兩個副程式如下：
- (1)Print-CPTData 副程式：展示荷式錐貫入試驗文字資料表。
 - (2)CPT-log副程式：展示荷式錐貫入試驗鑽探成果圖。
- (六)Event模組，本模組只含括一個名為SelChanged Handler的副程式，該副程式之名稱為MapBasic 所內定，其功用為當滑鼠之點選一改變時MapBasic，即會自動呼叫這個副程式。
- (七)UTI_LIB模組。本模組係處理各項函數及副程式的宣告用。
- 將上述七個模組分別編譯 (compile) 後，再利用MapInfo的專案檔案(Project file)方式，將這些模組聯結(Link)成一個執行檔。

7.6 土壤液化分析功能設計

7.6.1 沙質港區土壤液化研判之重要性

台灣地處環太平洋地震帶，港灣結構物的最大破壞力乃為烈震強浪所帶來的強烈衝擊及其延生的土壤液化、變形等現象。依據1989年美國加州灣區烈震調查，受災最嚴重的位置，均在海灣淤泥層及填土區上，1994年1月17日，加州又現烈震，報告指出嚴重災區也多在軟弱地層上。隔年同日(1995年1月17日)，日本阪神發生加速度達833gal的烈震，回填區大面積液化，可見震災之分佈與地質條件有絕對密切之關係。對於地震這類不可預知的天然災害，若能事先確知那些地點於地震時較可能受創，當可事先採取適當之防範措施，因此，對台灣各港區而言，建立完整的土層分佈地質資料庫，及利用軟體工具來展繪各鑽孔的可能液化程度，提供工程人員之設計參考，以期達到災害防治的目的。

7.6.2 液化分析方法

本系統之液化分析，採用邏輯迴歸法(Logistic Regression Method)，本法係以邏輯轉換(Logic Transformation)及最大似然性法(Maximum Likelihood)之推定分析，將液化機率 P_L 表示成地震力參數及土壤特性參數之函數。Liao et al.(1988)蒐集震災地區共278組SPT現場數據，以邏輯迴歸方法進行分析，建立以SPT—N值評估液化機之迴歸模式，此法之最大優點為允許更多影響液化特性之參數，納入邏輯迴歸之評估中，另一優點為能夠直接定量的表達工址可能發生液化之機率。

(1) 液化參數

震災地區之SPT現場數據包括土壤抗液化之強度及地震引致土層之作用強度。地震引致土層的作用強度參數，以無因次之反復應力比 τ_{av}/σ' 表示，根據Seed et al.(1985)方法，反復應力比為飽和砂

土層因地震作用引起的平均剪應力 τ_{av} ，與砂土之有效覆土壓力 σ'_o 之比值，以SR表示，其計算式如下所示：

$$SR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_o} = 0.65 \cdot \frac{\gamma_d}{\gamma_m} \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} \quad (6-1)$$

其中，

τ_{av} ：地震引致土層之平均剪應力， kg/cm^2 。

a_{max} ：地表最大水平加速度 m/sec^2 。

g ：重力加速度， m/sec^2 。

σ_o ：最初垂直覆土壓力， kg/cm^2 。

σ'_o ：有效覆土壓力， kg/cm^2 。

γ_d ：應力折減因數。

γ_m ：地震規模影響因素。

而土壤抗液化之強度參數以SPT-N值表示，不過由於SPT-N值，在鑽探時，易受有效應力之影響。因此以現場資料和SPT-N值評估土壤液化潛能之前，需將N值加以修正，以求得抗液化強度之相關經驗式，本文以Liao et al. (1986)方法修正如下表示：

$$N_1 = C_n \cdot N = \sqrt{1/\sigma'_o} \cdot N \quad (6-2a)$$

其中，

N_1 ：修正至有效覆土壓力為 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 之正規化貫入N值。

C_n ：有效覆土壓力之修正係數。

N：標準貫入試驗值。

σ'_o ：有效覆土壓力， kg/cm^2 。

由於目前世界各國之標準貫入試驗並無統一規範，所得SPT-N值實際上是使用不同擊錘，以不同效率和不同施放能量系統，不同鑽孔穩定液和不同取樣器所量測而得。因此為了使評估土壤抗液化強度所需之標準貫入值能夠一致，Seed et al. (1985)建議使用一個新的標準化參數 $(N_1)_{60}$ 值，其為進行標準貫入試驗時，施加於鑽桿之能量，為理論自由落錘能量之60%所量測的貫入值。根據此提議， $(N_1)_{60}$ 值應為：

$$(N_1)_{60} = N_m \cdot N_1 = N_m \cdot C_n \cdot N \quad (6-2b)$$

其中，

$(N_1)_{60}$ ：修正至落錘能量為60%之正規化貫入值。

N_m ：落錘能量之修正係數。

(2) 液化危險度

Liao et al. (1988) 以 $SR = \tau_{av} / \sigma'_v$ 為地震力參數，以 $(N_1)_{60}$ 為土壤液化特性參數，建立液化機率 P_L 如下所示：

$$P_L = \frac{1}{\left\{ 1 + \exp \left[-(\beta_0 + \beta_1 \ln(SR) + \beta_2 (N_1)_{60}) \right] \right\}} \quad (6-3)$$

Liao et al. (1988) 所蒐集世界各震災地區液化與非液化之 SPT 資料，其中淨砂 ($FC \leq 12\%$) 有 182 組、泥砂 ($FC > 12\%$) 有 96 組、不分淨砂或泥砂之淨砂 / 泥砂共 278 組，經其以邏輯迴歸法分析得液化機率模式分別為：

(a) 淨砂 ($FC \leq 12\%$) 模式

$$P_L = \frac{1}{\left\{ 1 + \exp \left[-(16.447 + 6.4603 \ln(SR) - 0.3970 (N_1)_{60}) \right] \right\}} \quad (6-4a)$$

(b) 泥砂 ($FC > 12\%$) 模式

$$P_L = \frac{1}{\left\{ 1 + \exp \left[-(6.4831 + 2.6854 \ln(SR) - 0.1890 (N_1)_{60}) \right] \right\}} \quad (6-4b)$$

(c) 不分淨砂、泥砂之淨砂 / 泥砂模式

$$P_L = \frac{1}{\left\{ 1 + \exp \left[-(10.167 + 4.1933 \ln(SR) - 0.24375 (N_1)_{60}) \right] \right\}} \quad (6-4c)$$

7.6.3 液化成果展繪程式設計

液化分析主要考慮的兩個作用力為地震侵襲的破壞力與土壤本身的抵抗力，若破壞力大於抵抗力，土壤則發生液化現象。Liao(1988)的分析方法裡，地震力的主要考慮變數有二：一為地震規模，另一為地表最大加速度，在系統程式的選寫上，本研究採用對話框(Dialog Frame)架構設計，利用收音機式選鈕(Radio Button)的方法來選取地震規模及最大加速度這兩項資料，其數據的來源主要為台中港區歷年地震的統計結果，包含50年到200年的再現值，以及台中港區的最大地震紀錄值與日本神戶港區的烈震數據。

土壤抵抗力的主要考慮變數有三：即標準貫入試驗錘擊數(SPT-N值)，土壤類別及細粒料含量，這些數據可透過現地試驗與土壤分類試驗來獲得。再登錄到系統資料庫內。在程式設計上，可藉由港區土層分佈資料表格檔(Welldata.tab)之索引欄位，再索引到所點選之各個鑽孔之試驗資料檔，從該檔案中之相關欄位內可擷取出此三變數之數據。

將地震及各個深度之土壤變數代入所撰寫的液化分析函數內，經分析運算後可求得每一深度之液化機率值，機率範圍系由0到1，在成果展繪上以液化機率等於0時(即不液化)用純白色表示，液化機率等於1時(即完全液化)用正紅色表示，隨著機率由0漸增其展繪顏色也由純白遂漸加深，系統使用者可由紅白顏色的深淺來判斷液化程度大小，而系統也會在每一色塊右方加註土壤分類符號及其機率值。

7.7 系統操作及成果展示

7.7.1 系統操作程序

本系統之查詢設計，係以下拉式功能表配合物件選項的操作方式為主。使用者可在螢幕上選取所欲查詢的物件，再利用下拉式功能表來展示各項文件資料或繪製相關成果。系統乃擴充已完成之「台灣五大港區大地工程資料庫系統」，增添「碼頭資料」及「潮位資

料」兩個主功能項，以及在「鑽探資料」主功能項下，新增「鑽孔液化機率圖」之次功能項。「碼頭資料」功能項下，可查詢到基隆、台中、高雄、花蓮四港區之碼頭設計斷面圖及相關文件資料，但因人力及經費有限，各港區中只有高雄港開始實施老舊碼頭安全調查，故僅高雄一港收錄安檢調查資料，且僅高雄一港收錄部份潮位資料。而「鑽孔液化機率圖」之展繪，乃依據鑽孔資料來進行分析及繪圖，五個國際港區內都有建置該項資料，故各港區皆能查詢展繪出鑽孔液化機率圖。系統之操作程序如下：

1. 在視窗作業環境下，執行MapInfo系統，進入該系統內。
2. 點選功能表File\Run MapBasic Program，選擇d:\harbor內的執行檔，按OK選鈕，即進入港區土層分佈資料查詢展示系統。
3. 此時螢幕會展繪出台灣全島地圖，並標示基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
4. 利用滑鼠，點選其中任一港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖檔，並以白色四邊形區域標示碼頭位置，以藍色實心圓標示出標準貫入試驗鑽探點位置，以紅色實心圓標示出荷式錐貫入試驗鑽探點位置，此時，所設計的主功能表也出列在螢幕上方，主功能表計有八項功能，依序為：①標準貫入試驗資料、②荷式錐資料、③碼頭資料、④潮位資料、⑤地圖視窗、⑥查詢統計、⑦出圖視窗、⑧視窗控制等。
5. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標鑽孔位置及鄰近地形。
6. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。
 - a. 若所點選之物件為碼頭時，主功能表的第三功能項(即碼頭資料功能項)底下所附屬的四個次功能項(即碼頭設計斷面圖、碼頭斷面文字資料、安檢影像資料、安檢調查表格等功能項)會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
 - b. 若所點選之物件為標準貫入試驗之鑽孔時，主功能表的第一功能項(即標準貫入試驗資料功能項)底下所附屬的參個次功能項(即鑽孔資料功能項柱、狀圖功能項和鑽孔液化機率圖功能

項)會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。

- c. 若所點選之物件為荷式錐之鑽孔貫入試驗時，主功能表的第二功能項(即荷式錐資料功能項)底下所附屬的兩個次功能項(即鑽孔資料功能項和鑽探圖功能項)會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
7. 當點選到碼頭物件時，該碼頭區會被紅色斜紋所遮罩，此時可在第三主功能項下點選”碼頭設計斷面圖”功能項，系統會自動開啟一新的視窗，展繪出該碼頭之斷面圖。又可點選”碼頭斷面文字資料”功能項，系統會另以一新視窗列出該碼頭之概略描述。也可由”安檢影像資料”功能項查詢該碼頭之影像資料，或利用安檢調查表格查詢調查結果。
8. 當點選到標準貫入試驗鑽孔時，會有一深紅色正方形外框套住被點選的鑽孔位置實心圓標誌，此時可在第一主功能項下點選”鑽孔資料”功能項，系統會開出一新視窗，抬頭名稱為”鑽探資料報表”，視窗內會展示出該鑽探試驗各項數據文字資料。若點選”柱狀圖”功能項，則系統會開出另一視窗，抬頭名稱為”柱狀圖”，視窗內會展繪出該鑽探結果之土層剖面柱狀圖。若點選”鑽孔液化機率圖”功能項，會出現一對話框，要求選擇地表規模及地表最大加速度，選用某一數值後系統即繪出液化分析成果。
9. 若要查詢另一港區的土層資料，可點選第一主功能項下的”選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。可依循步驟4至8，繼續查詢所需地區之相關資料。
10. 結束查詢，可由功能表的最後一個功能項”視窗控制”下拉出”離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。

7.7.2 高雄港碼頭安全調查資料查詢說明

1. 按照上一節程式操作程序1至3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出台灣全島地圖與主要港區的標示位置，如圖7.1所示。
2. 將滑鼠遊標移至高雄港標示區內，按滑鼠左鍵，可叫出高雄港區

地圖，如圖7.2所示。分佈於地圖上的碼頭位置，係以白色四邊形為標誌。而標準貫入試驗鑽孔位置，係以藍色實心圓為標誌。另荷式錐貫入試驗鑽孔位置，係以紅色實心圓為標誌。

3. 利用滑鼠點取工具箱內的放大工具（其圖樣如放大鏡），可放大欲查詢的地區，方便判視。
4. 選取工具箱內的點選工具（其圖樣如左斜箭頭），再將游標移至某一碼頭位置，按滑鼠左鍵，該碼頭區域會被紅色斜紋所遮罩，表示此碼頭物件已被選取。
 - a. 此時，可拉下主功能表的”碼頭資料”功能項，若點選”碼頭斷面設計圖”次功能項，則系統會出現該碼頭之斷面圖視窗，如圖7.3所示。
 - b. 若點選”碼頭斷面文字資料”次功能項，則系統會出現該碼頭之文字說明視窗。
 - c. 若點選”安檢影像資料”次功能項，則螢幕左下方會出現該碼頭之安全檢查照片選取視窗，可用滑鼠在此視窗內選取所欲查詢之像片，系統會在螢幕左上、右上、右下三個位置按選取順序展示照片資料，並在抬頭欄內標示碼頭及拍攝日期，如圖7.4所示。
 - d. 若點選”安檢調查表格”次功能項，則系統會執行 Excel 程式，在 Excel 內開啟該碼頭之調查表格，可查閱該碼頭是否有腐蝕、龜裂、沉陷等損壞現象及評估結果。
5. 選取工具箱內的點選工具，再將游標移至某一標準貫入試驗鑽孔位置上，按滑鼠左鍵，該鑽孔標誌會被一深紅色方形外框套住，表示此鑽孔已被點選。
 - a. 此時，可拉下主功能表的”標準貫入試驗資料”功能項，若點選”鑽孔資料”次功能項，則系統會出現該鑽探試驗報表視窗，展示出該鑽孔基本抬頭資料及各項試驗數據如表7.5所示。
 - b. 若點選”柱狀圖”次功能項，則系統會出現該鑽孔之土層剖面柱狀圖展示視窗。亦可按住<Shift>鍵，用滑鼠連續點取數個鑽孔，或用正方框、圖形框工具一次框選某一範圍內的數個

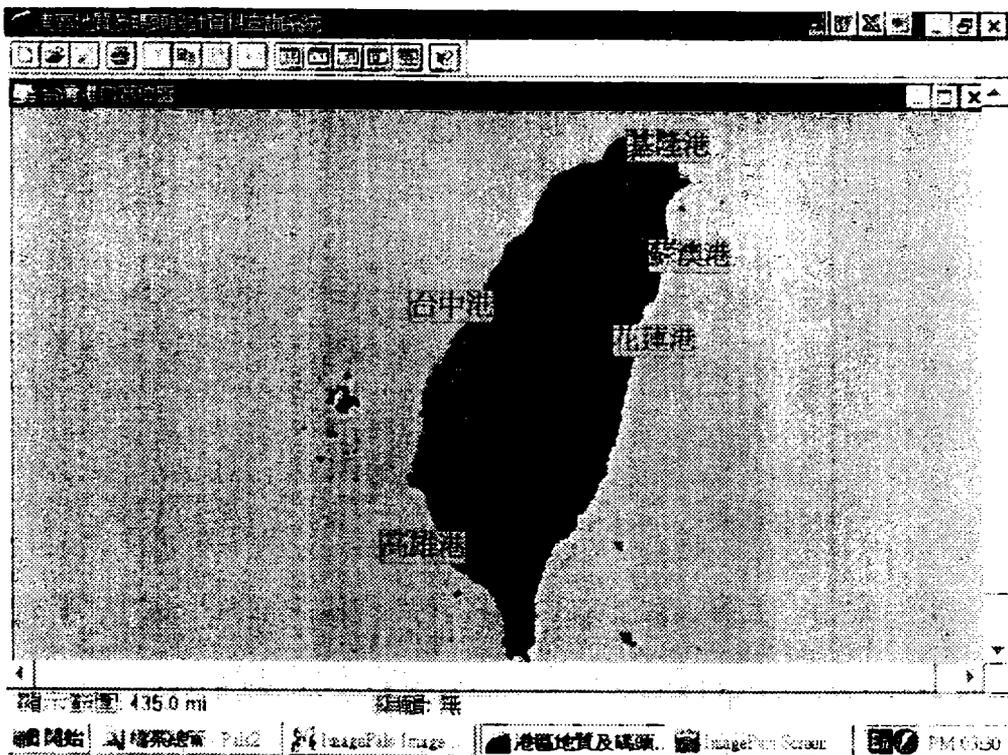


圖 7.1 台灣主要港區分佈示意圖



圖 7.2 高雄港區碼頭鑽孔分佈及選單下拉展示圖

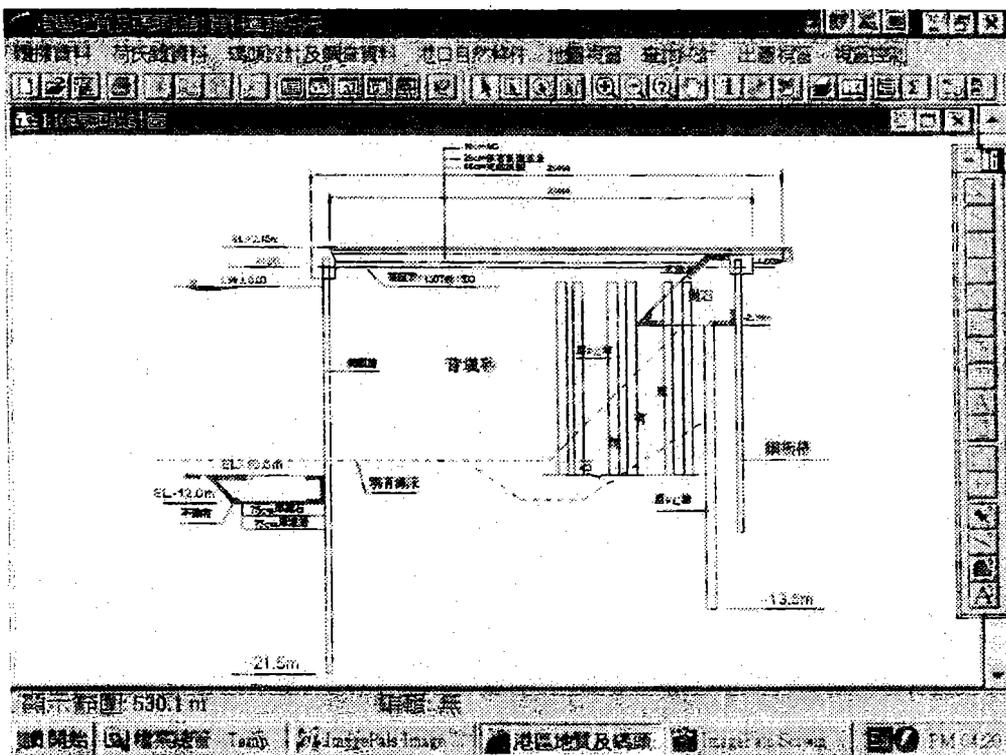


圖 7.3 碼頭斷面設計圖



圖 7.4 碼頭影像資料選取及展示視窗

表7.5 標準貫入試驗報表

鑽孔編碼：KH07-06

計劃名稱：10號碼頭頂端護岸鑽探工鑽孔位置：10號碼頭

鑽孔編號：B3

X座標：176039.0

鑽孔傾角：90

提供單位：高雄港務局

Y座標：2,502,023

鑽孔孔徑：0 cm

鑽探公司：高雄港務局港埠工程處

Z座標： m

鑽孔深度：20 m

試驗公司：高雄港務局港埠工程處

水位計： (1.觀測井 2.水壓計)

鑽探日期：03/28/1979

埋設深度：0 m

地下水位深度： m

日期：

深 度 (m)	土壤岩層說明	土壤 岩石 分類	取 樣 率	RQD	N 值	採 樣 編 號	土壤成分				自然 含 水 量 %	液 性 限 度 %	塑 性 指 數	總 單 位 重 tm^{-3}	比 重 Gs	孔 隙 比 e
							礫 石 %	砂 土 %	粉 土 %	黏 土 %						
0.3	灰色泥質壤土	ML	0	0	0	S0	0	17	61	22	34.2	0.0	0.0	1.89	2.68	0.9
1.5																
1.65	灰色砂質壤土	SM	0	0	1	S1	0	70	30	0	22.8	0.0	0.0	2.05	2.67	0.6
3.15	灰色砂質壤土	SM	0	0	6	S2	0	85	15	0	22.2	0.0	0.0	2.03	2.67	0.61
4.65	灰色砂質壤土	SM	0	0	6	S3	0	85	15	0	19.0	0.0	0.0	2.05	2.67	0.55
6.15	灰色砂質壤土	SM	0	0	7	S4	0	75	25	0	20.8	0.0	0.0	2.18	2.67	0.48
7.15	灰色砂質壤土	SM	0	0	8	S5	0	81	19	0	22.8	0.0	0.0	2.05	2.67	0.6
8.7																
9.15	灰色泥質壤土	ML	0	0	1	S6	0	26	51	23	34.5	0.0	0.0	1.86	2.68	0.94
10.65	灰色泥質壤土	ML	0	0	4	S7	0	20	52	28	38.1	0.0	0.0	1.89	2.68	0.96
11.5																
12.15	灰色砂質壤土	SM	0	0	10	S8	0	83	17	0	24.4	0.0	0.0	2.02	2.67	0.64
13.65	灰色砂質壤土	SM	0	0	18	S9	0	66	34	0	25.7	0.0	0.0	2.05	2.67	0.63
15.15	灰色砂質壤土	SM	0	0	20	S10	0	70	30	0	22.1	0.0	0.0	2.08	2.67	0.57
16.65	灰色砂質壤土	SM	0	0	20	S11	0	56	44	0	25.7	0.0	0.0	2.06	2.67	0.63
18.15	灰色砂質壤土	SM	0	0	22	S12	0	62	38	0	22.3	0.0	0.0	2.11	2.67	0.55
19.65	灰色砂質壤土	SM	0	0	23	S13	0	62	38	0	21.5	0.0	0.0	2.17	2.67	0.49
20.0																

鑽孔，再點選”柱狀圖”次功能項，可展繪出多鑽孔之土層剖面柱狀圖，如圖7.5所示。

c. 若點選”鑽孔液化機率圖”次功能項，則系統會出現一收音機選鈕式對話框，要求選取某一地震規模及地表最大加速度。經選取後，系統即展繪出所選鑽孔之液化機率分析圖，如圖7.6所示。

6. 若點取荷式錐貫入試驗鑽孔位置，則可下拉”荷式錐資料”主功能項，再點選相關之次功能項。若點選”鑽孔資料”次功能項，則系統會出現該鑽孔貫入試驗之報表視窗，展示出隨土層深度變化之試驗數據。若點選”鑽探圖”次功能項，則系統會展示出該貫入試驗之成果圖。

其它港區之碼頭資料查詢展示方式，與上述高雄港區之查詢方式相同。其中，荷式錐貫入試驗，僅台中、高雄兩港有登錄，其餘基隆、花蓮及蘇澳等港區，因土層淺薄或礫石散佈，較不適合實施該項試驗，故迄今尚未收集到有關該試驗之資料。另外，因為本所於本年度才開始於高雄港區內實施碼頭安全檢測，其餘各港尚未施測，所以該項資料只有高雄港區有登錄。

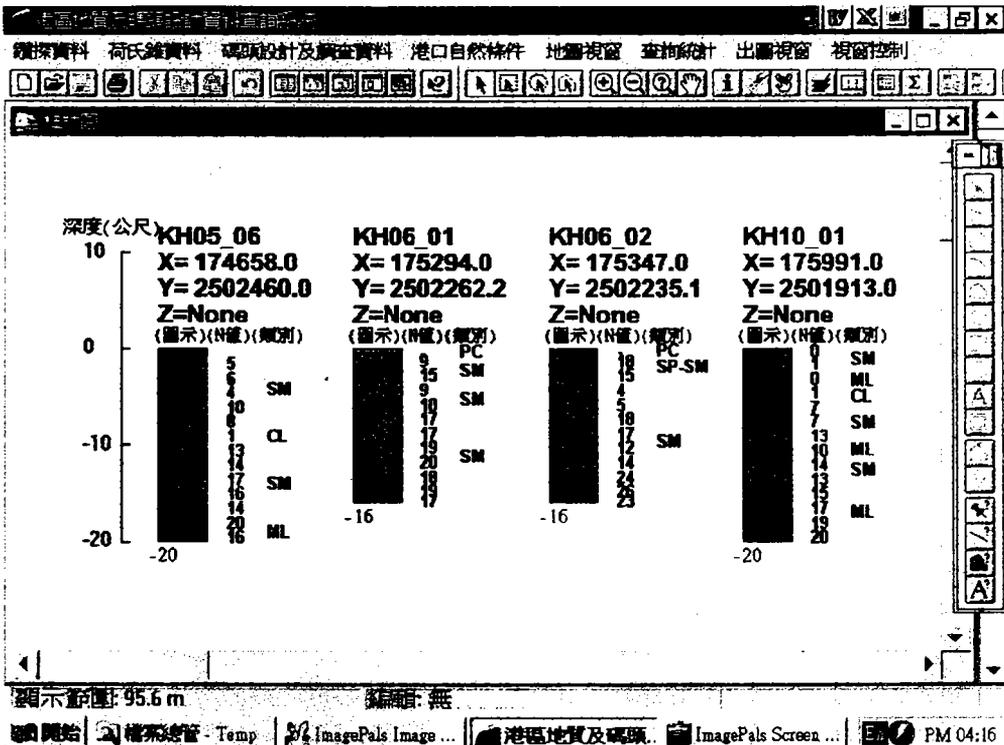


圖 7.5 標準貫入試驗鑽孔土層柱狀圖

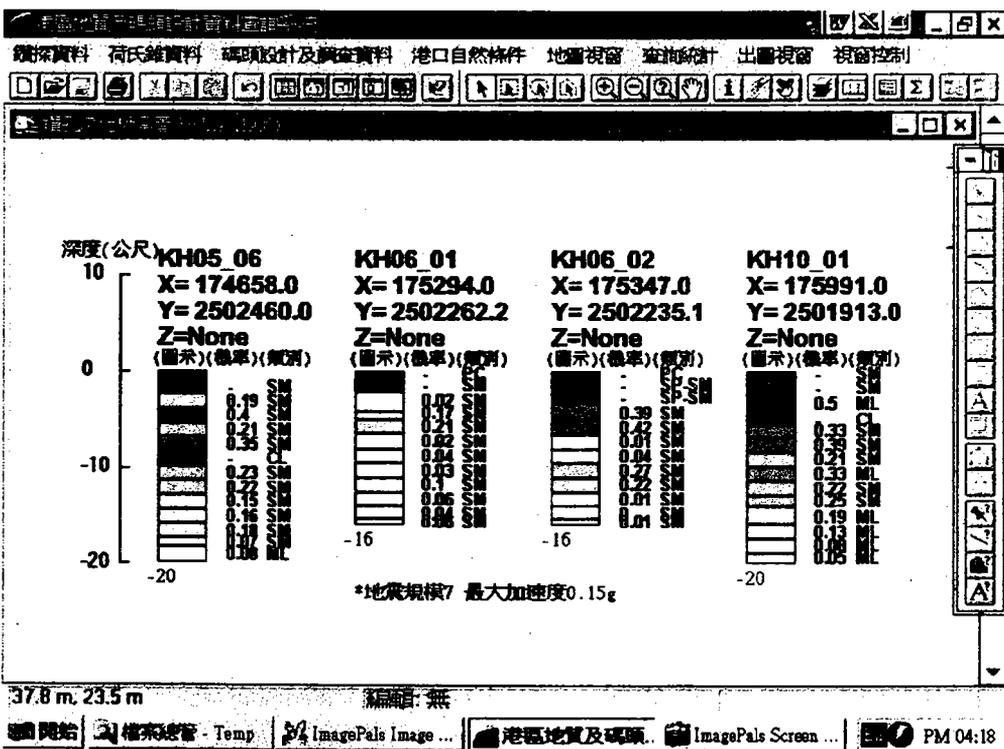


圖 7.6 鑽孔液化機率分析成果

捌、碼頭安檢維修作業檢討

李延恭* 蘇吉立*

8.1 概要

一般而言，港灣結構物可說是相當堅固，然而經長期使用後可能遭受損壞，如結構材料之腐蝕老化，碼頭背填料漏失，碼頭基腳土層淘刷，碼頭超限使用，地震災害及颱風波浪等原因都有可能造成碼頭結構或多或少的災損，是故碼頭之安檢維修作業平時應即加以重視。

8.2 現有碼頭維修作業說明

由於國內對港灣結構物之檢測，維護及管理並不十分重視，因此至今尚未能建立一套完整之作業制度，根據高雄港務局提供之碼頭維修資料整理結果說明如下：

(一)公用碼頭部份

1. 平時由棧埠處各庫區管理人員及港務組港灣課碼頭經管人不定時巡查碼頭外表，如發現有異狀時則填具零星工程修配單請港工處辦理整修，費用龐大時由港工處編列預算整修，若年度預算可容納者，立即由港工處辦理修復。一般碼頭由於經常性的使用而造成的損壞不大，較常見的如泊船及重車輾壓等因素而造成碼頭龜裂與下陷等異狀。
2. 港工處打撈隊不定期進行碼頭水下結構目視檢查，並填具水下檢查報告供港工處維修土木工程人員參考。
3. 工務組測量隊每年兩次施測全港區碼頭水深測量供港工處進行船席疏浚與碼頭維修之參考。

* 省交通處港灣技術研究所大地工程組研究員

+ 省交通處港灣技術研究所大地工程組助理

4. 港工處負責碼頭維修之工程司利用各項維修工程進行之便，勘查各碼頭土木結構現況，並整合前述各單位提供之信息研擬碼頭維修工法或維修計劃。
5. 碼頭作業中若由於工人之疏忽而導致碼頭損壞，由各庫區管理員填具損壞事故報告表送請賠償委員會依權責辦理賠償修復事宜。
6. 若發現碼頭結構損壞時各庫區管理人員可以電話直接通知港務組派員處理，並向棧埠處報備。
7. 碼頭維修施工中必須停止船隻靠泊時，由港工處洽請繫船課配合停止靠泊以利施工。

(二)租用碼頭部份

1. 租用碼頭部份由高雄港務局在租約中註明碼頭各項設備及機具之保養維護，概由承租航商負責，惟如因颱風，地震等人力不可抗禦之天然災害，或自然損耗所造成的損壞，經檢驗屬實者由港務局負責整修。
2. 碼頭船席水深與水下檢查由承租航商負責，高雄港務局進行監測，監測結果如發現異狀則通知相關承租航商依約進行檢修。
3. 港務局得隨時派員督檢乙方在承租區內之作業，如發現承租航商有違反法令或租約之情事，得予糾正，必要時並得禁止其繼續作業至改善為止或終止租約。

(三)合作興建碼頭部份

包括中鋼、中船及其它合作興建的碼頭及其設施之修建，保養及維修等均由航商負責，如同租用碼頭辦法，港務局得隨時派員督檢乙方在承租區內之作業，如發現承租航商有違反法令或租約之情事得予糾正，必要時並得禁止其繼續作業至改善為止或終止租約，港務局隨時進行監測，監測結果如發現異狀亦得通知相關承商依約進行檢修。

本所根據高雄港務局提供之資料試擬高雄港公用碼頭平時維修作業處理流程如圖8.1所示，根據搜集資料顯示碼頭損壞或異常現

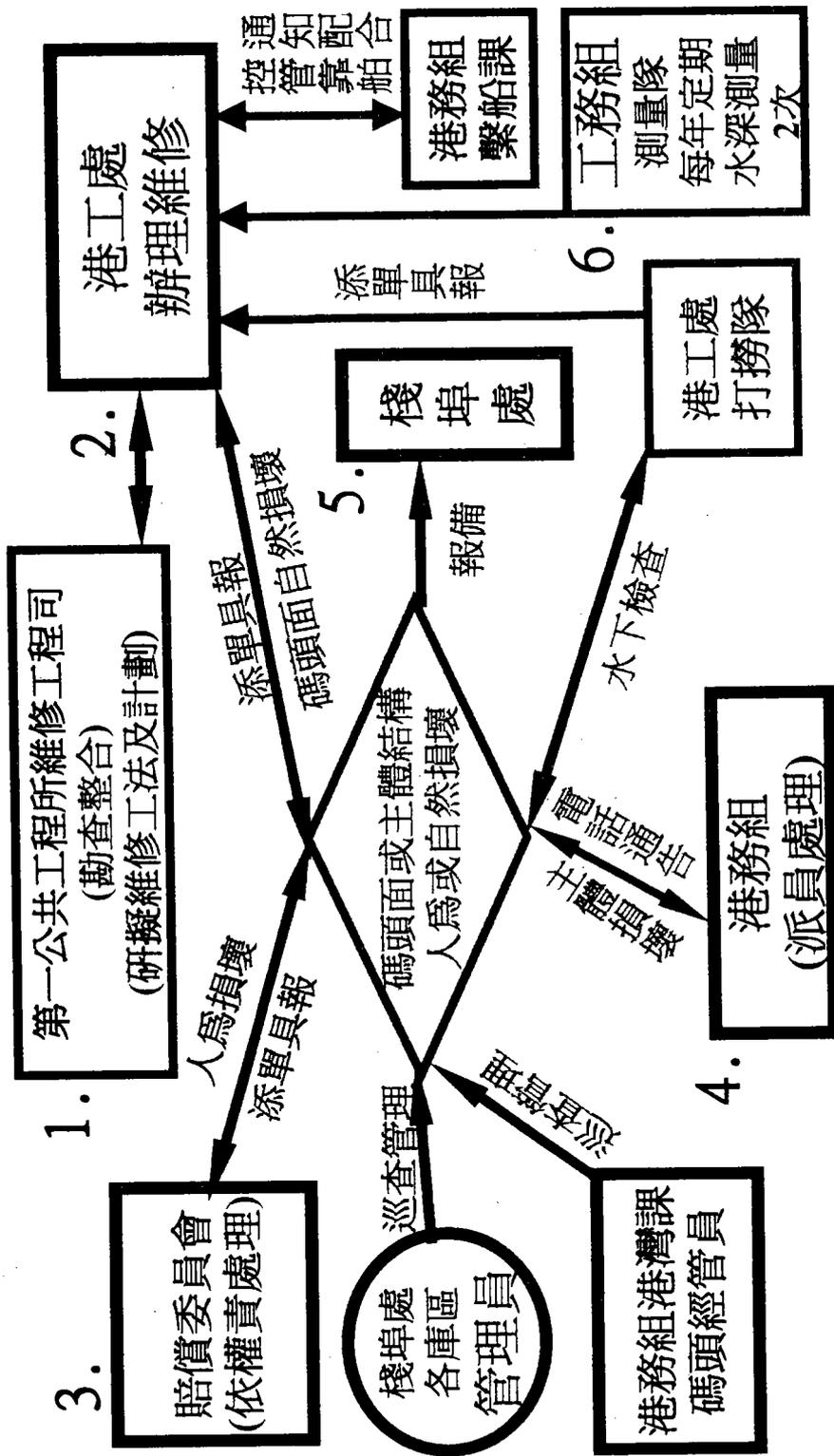


圖 8.1 高雄港公用碼頭平時維修作業處理流程圖

1996.11.16蘇吉立製 資料提供 高雄港務局

象之通報單位有棧埠處各庫區管理員，港務組港灣課碼頭經管員，港工處打撈隊，工務組測量隊等，而經通報後之受理單位計有港務局工務組、港工處、賠償委員會，海事評議中心等。碼頭之維修主要由港工處負責發包事宜。

8.2 現有碼頭維修作業檢討

如前節所述，國內各港區碼頭結構物，一般均未有計劃進行定期檢測，通常是使用單位或工程單位不定期巡視發現結構物產生異狀後，才進行檢測及維修作業，由於未定期進行檢測，故結構物經年累月長期之緩慢變化，亦無法得知，也無法儘早進行必要之維修，以確保結構物安全，並維持結構物較佳之功能狀態。

即使根據目前港務局對碼頭維修處理流程檢討結果亦有下列問題值得更進一步探討。

(1) 通報單位太雜，無專責單位及專責人員負責

如前所述包括棧埠處各庫區管理員，港務組港灣課碼頭經管人員，港工處打撈隊，工務組測量隊等以及港工處負責維修的工程司等均可對碼頭結構任何缺失或損壞提報相關單位處理，表面上負責的單位是夠多了，但是責任不明確。

(2) 未做定期檢查採取事後補救措施

國內各港區結構物，一般均未有計畫進行定期檢測，通常是發現結構物產生異狀後，方才進行檢測及維修作業，由於未定期進行檢測，故結構物經年累月長期性之緩慢變化，亦無法得知，也無法儘早進行必要之維修，以確保結構物安全，並維持結構物較佳之功能狀態。

此外由於國內年預算編列及行政作業手續費時，當碼頭結構發現異象時無法立即進行長期的追蹤檢測，亦導致管理使用單位忽視結構物破壞之前期徵兆，或未能及時搶修小型的災損，以致結構物

產生較嚴重之損壞。

(3)未進行碼頭結構損壞原因探討

導致碼頭結構異象發生的原因甚多，如碼頭結構材料腐蝕，背填土料漏失，碼頭結構側向位移，堤基淘刷、甚或颱風、地震等，均會影響碼頭使用機能，是故一旦發現碼頭有異象產生時，除積極維修處理外，亦應設法瞭解造成碼頭異象之主因，有些損壞情況是由於碼頭結構經長期性之緩慢變化而呈現之異象，經表面處理後仍無法解決。

(4)檢測維修成果未進行長期性的追蹤檢討

如前所述，如果對造成碼頭異象之主因未予排除，則同樣的異象將可能一再發生，終而造成較大的損壞，惟有些異象無法立即判斷須進行長性的追蹤探討。目前國內各港區在碼頭維修後均未做長期性的記錄追蹤。

(5)對租用碼頭及合建碼頭之損壞處理權責不明

有關租用碼頭或合建碼頭，高雄港務局與承租的航商或公司間訂立的契約均明定碼頭之維護及碼頭前船席水深之維護由承商負責，除因颱風、地震等人力不可抗禦之天然災害或自然損耗所造成的損壞，經檢驗屬實者才由港務局負責整修。惟承租航商對碼頭工程並不十分瞭解，碼頭維護常重視使用機能而忽視結構安全，對碼頭結構檢測及異象處理又無一定之作業程序，而港務局對承租碼頭的使用負有監督之責，並得隨時加以監測，故一旦發生災損時很難鑑定責任之歸屬，對災損是否由於人為不當或自然損壞所造成極難研判。

是故港灣結構檢查與維護平時即應重視，每次檢查與維護方法是甚多變數的組合，應以系統化及模組化的方式處理較能達到效果。

玖、結論及建議

李 延 恭 *

老舊碼頭由於設計及建造當時環境與目前不盡相同，經過長期使用後碼頭結構無可避免的會產生異變或不穩定現象，若這些現象不能及早發現及處理可能會導致碼頭情況進一步惡化，若再遭遇巨大的颱風波浪或強烈地震，極可能造成損壞，是故若仍希望碼頭繼續使用發揮其最大的經濟效益，則對國內各港區老舊碼頭或堤防等結構應進行總體檢，從專業技術或工程規劃觀點考量，與資料背景及碼頭結構老化腐蝕等問題進行多角度的評估。

國內港灣結構物之檢測，維護及管理並未受到應有的重視，至今仍未能有一套完整之作業制度，而港灣結構物之最佳檢查與維護方法又極複雜，牽涉的因素頗多，為甚多變數的組合，但災變並非一瞬間造成的，在大規模破壞發生之前，一定有跡象可循，若平時對碼頭之損壞情形定期作量測記錄，則可預先防止，或是災變發生後可追蹤探討災變發生的原因。

根據本所現地檢驗結果，高雄港區較常見的異變現象包括結構材料腐蝕、龜裂、破裂、碼頭面沉陷或拱起、碼頭胸牆傾斜變位等，高雄港務局雖對各碼頭經常進行不定期的檢查及維修，但因無埋設監測儀器長期監測，對碼頭之異變及損壞現象亦無持續的追蹤記錄，因此對造成碼頭異變現象之原因無法確實瞭解。

本基本研究因限於經費，僅能選擇數個老舊碼頭安裝監測儀器包括傾斜管、裂縫計、地面沉陷點及側傾計，其中側傾計安裝於碼頭壁體橡膠護舷邊，安裝初期即全數為船舶撞壞，所幸其它監測系統仍能發揮其功能，根據傾斜管量測結果，在民國86年7月至87年5月量測期間，碼頭結構最大側向變位大致在0.7公分以下變化不大，裂縫計及地面沉陷點量測結果變化亦甚小，由於量測時間仍不夠長，故對碼頭結構長期性的變化趨勢仍無法加以預測。

* 省交通處港灣技術研究所大地工程組 研究員

碼頭結構須經長期而持續的監測才能顯現其效果，長期監測所獲得的資料也較具參考價值，本研究僅是一個開始，希望其結果能提供各港務局將來進行碼頭安全監測作業時之參考，並希望高雄港能參考本研究架構加以改良，並進行長久而持續的監測。

高雄港區新濱碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查						工程地點：新濱碼頭						
孔號：KS B1						標高 EL +2.346m						
孔位：距新濱碼頭頭17.5m						試驗執行：蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值	儀器 埋設	
5/22							GL					
				1							傾斜管 2.76"	
				2								
				3								
5/23				4					混凝土+PC			
				5								
				6								
				7								
				8								
				9								
				10								
			海床	11								
				12								
				13								
				14				混凝土及卵石				
5/24		+1.546		15	S-1				沉泥管中細砂	5 9 12		
		(漲潮)		16					沉泥管中細砂			
				17	S-2				沉泥質粘土夾層	2 3 5		
				18	T-1					80/59		
				19	S-3				沉泥管中細砂	4 7 10		
				20	S-4				沉泥質細砂	5 8 12		
				21					夾粘土薄層			
				22	T-2					80/69		
				23	S-5					7 10 16		
				24	S-6					5 9 13		
				25								
				26	T-3				沉泥質細砂	80/65		
				27	S-7					4 9 16		
				28	T-4					80/63		
				29	S-8					6 9 12		
				30	S-9					5 7 11		

高雄港區新濱碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查						工程地點：新濱碼頭						
孔號：KS B2						標高 EL +2.404m						
孔位						試驗執行：蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號 套 管 取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設	
5/20					GL							
				1								傾斜管 2.76"
				2			混凝土					
				3								
				4								
				5								
				6								
				7			沉泥質細砂					
				8								
				9								
				10								
				11								
			海床	12								
				13			混凝土					
5/21		+1.004		14	S-1		混凝土及卵石	4	7	9		
				15			沉泥質細砂					
				16	S-2			3	4	7		
				17			沉泥質粘土					
				18	T-1			80/54				
				19	S-3		沉泥質細砂	4	7	10		
				20	S-4			9	17	22		
				21			沉泥質中粗砂含貝屑					
				22	T-2			80/62				
				23	S-5			6	9	13		
				24	S-6			4	6	11		
				25								
				26	T-3		沉泥質細砂	80/58				
				27	S-7			5	9	14		
				28	T-4			80/71				
				29	S-8			4	7	13		
				30	S-9			5	9	12		

86ksb2

高雄港區 1 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃 : 高雄港碼頭地質補充調查					工程地點 : 1 號碼頭						
孔號 : K 1 B3					標高 EL : +1.909m						
孔位					試驗執行 : 蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值	儀器 埋設
5/12							GL.	40cm厚PC覆層			傾斜管 2.76"
				1							
				2				砂質礫石回填層			
5/13		+1.209		3							
				4							
				5							
				6	S-1				沉泥質中粗砂 含貝屑	2 3 5	
				7							
				8							
				9	T-1					80/52	
				10	S-2					3 5 6	
			海床	11							
				12	S-3					5 8 11	
				13							
				14							
				15	S-4				沉泥質細砂	4 7 9	
				16							
				17							
				18	S-5				沉泥質粘土夾層	1 2 4	
				19							
				20							
				21	T-2					80/56	
				22	S-6					4 7 12	
				23							
				24					沉泥質細砂		
				25	T-3					80/61	
				26	S-7					5 9 13	
				27	T-4					80/67	
				28	S-8					6 8 11	
				29							
				30	S-9					5 8 12	

86k1b3

高雄港區 2 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：2 號碼頭							
孔號：K 2 B4							標高 EL：+2.074m							
孔位：距2 號碼 25m							試驗執行：蘇吉立							
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套 管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設	
5/3							GL	10cm厚AC覆層					傾斜管 2.76"	
				1										
				2										
5/4				3										
				4										
				5										
5/5				6										
				7										
				8										
				9						PC混凝土				
5/6				10										
			海床	11										
				12										
5/7		+0.907		13										
				14										
				15	T-1					80/58				
				16	S-1						7	6		5
				17	S-2				沉泥質細砂		3	5		7
				18	T-2					80/57				
				19	S-3						5	7		9
				20										
				21	S-4						7	9		10
				22										
				23	T-3				沉泥質細砂 夾薄層粘土	80/51				
				24	S-5						4	8		8
				25	S-6						5	8		12
				26										
				27	T-4				沉泥質細砂	80/75				
				28	S-7						10	12		18
				29										
				30	S-8						10	15	18	

86k2b4

高雄港區 3 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查						工程地點：3 號碼頭							
孔號：K 3 B5						標高 EL +2.214m							
孔位：3 號頭						試驗執行：蘇吉立							
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號 套管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設	
5/8						GL.	10cm厚AC覆層					傾斜管 2.76"	
				1	5"								
				2									
				3									
5/9				4									
				5									
				6									
5/10				7									
				8					PC混凝土				
				9									
			海床	10									
				11									
				12									
				13									
5/11		+1.614		14									
				15	T-1			沉泥質細砂	80/58				
				16	S-1				7	6	5		
				17	S-2			沉泥質細砂及粘土互層	3	5	7		
				18	T-2				80/57				
				19	S-3				5	7	9		
				20									
				21	S-4				7	9	10		
				22									
				23	T-3			沉泥質細砂	80/51				
				24	S-5				4	8	8		
				25	S-6				5	8	12		
				26									
				27	T-4				80/75				
				28	S-7				10	12	18		
				29									
				30	S-8				10	15	18		

86k3b5

高雄港區 17 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：17 號碼頭						
孔號：K17B6							標高 EL +2.533m						
孔位：17頭							試驗執行：蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套 管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設
5/17							GL	40cm厚AC及PC覆層					傾斜管 2.76"
				1									
				2									
				3				砂質卵礫石及老古石回填料					
				4									
				5									
				6									
5/18				7									
				8				沉泥質細砂					
				9									
				10									
			海床 EL-8.98m	11									
				12				RC混凝土					
				13				卵石層					
				14				粘土夾層					
5/20		+1.283		15	S-1					3	5	6	
				16									
				17	S-2					4	5	7	
				18	S-3					5	6	8	
				19	T-1					80/57			
				20	S-4					5	6	7	
5/21				21	S-5					5	7	8	
				22	T-2					80/56			
				23	S-6			沉泥質細砂		7	8	10	
				24									
				25	S-7					8	9	14	
				26	T-3					80/58			
				27									
				28									
				29	T-4					80/58			
				30	S-8			沉泥質細砂夾薄層粘土		10	13	17	

86k17b6

高雄港區 17 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查					工程地點：17 號碼頭						
孔號：K17B7					標高 EL：+2.534m						
孔位：17頭					試驗執行：蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套 管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值	儀器 埋設
5/23							GL	35cm厚AC及PC層			
				1							傾斜管 2.76"
				2							
				3							
				4				砂質卵礫石及老古石回填料			
				5							
				6							
				7							
				8							
				9				沉泥質細砂回填料			
				10							
			海床 EL-8.98m	11							
				12							
				13				RC混凝土			
				14				卵石層			
				15	S-1			沉泥質粘土		4 5 6	
				16	T-1					70/56	
				17	S-2					5 5 7	
				18							
				19	S-3					4 6 8	
5/24		+1.334		20	T-2					80/53	
				21	S-4					6 7 9	
				22	S-5					7 8 10	
				23	T-3					70/53	
				24	S-6			沉泥質細砂		7 10 12	
				25							
				26	T-4					80/56	
				27							
				28	S-7					9 13 16	
				29							
				30	S-8			沉泥質細砂夾薄層粘土		11 14 19	

86k17b7

高雄港區 17 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：18 號碼頭								
孔號：K18B8							標高 EL：+2.561m								
孔位：17尾距法線2.20m							試驗執行：蘇吉立								
日期	潮位	地下水位	海床	土層深度	樣號	套管	取樣	土層柱狀圖	土層描述			N 值		儀器埋設	
	ELm	ELm	ELm	m											
5/6							GL	30cm厚PC覆層							
				1											傾斜管 2.76"
		+1.111		2				黃砂質卵礫石層							
				3											
				4											
				5											
				6											
				7											
				8											
				9											
				10											
				11											
				12											
				13											
				14											
				15	S-1			沉泥質中細砂含貝殼		3	4	4			
5/7				16	T-1						80/68				
				17	S-2							2	3	5	
				18	S-3							4	6	7	
				19											
				20	T-2						80/51				
				21	S-4							3	4	6	
				22											
				23											
				24	S-5			沉泥質細砂夾薄層粘土		3	6	7			
				25	T-3						80/55				
				26	S-6							5	6	8	
5/8				27	T-4						80/58				
				28	S-7							14	16	19	
				29											
				30	S-8							15	18	27	

86k18b8

高雄港區 36 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：36 號碼頭					
孔號：K36B9							標高 EL +2.087m					
孔位：36尾距法線3.50m							試驗執行：蘇吉立					
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套 管 取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設
4/23						GL	35cm厚AC及PC覆層					
	(4/24 14:30)			1								傾斜管
	0.287	0.987		2	S-0		黃土層卵礫石層					
	(4/26 9:00)			3	S-1				3	2	2	
	1.087	0.987		4			水力回填沉泥質中粗砂含貝屑					
4/24				5	S-2				3	3	2	2.76"
				6	S-0							
				7	S-0							
				8	S-3				0.5	1	1	
				9			沉泥質中粗砂夾薄層粘土					
				10	T-1		沉泥質中粗砂 含大量貝殼	80/55				
				11	S-4			3	4	5		
				12	S-5		沉泥質中粗砂含貝屑		4	5	6	
				13								
				14	S-6			4	5	7		
				15	T-2		沉泥質粉細砂	80/54				
4/25				16	S-7		沉泥質中粗砂含少量貝殼	3	3	5		
				17	S-8		夾薄層粘土	3	5	8		
				18								
				19	T-3			75/51				
				20	S-9			3	6	7		
				21	S-10			7	11	15		
				22	T-4		沉泥質細砂	80/50				
				23	S-11			8	11	16		
				24	S-12			8	10	17		
				25	S-13			9	11	17		
				26	T-5			80/52				
				27	S-14			6	9	11		
				28								
4/26				29			沉泥質中粗砂					
				30	S-15			10	22	30		

86k36b9

高雄港區 39 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：39 號碼頭						
孔號：K39B10							標高 EL：+2.163m						
孔位：39尾距法線3.50m							試驗執行：蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套 管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述			N 值	儀器 埋設
4/22							GL	35cm厚AC及PC覆層					
	(4/23)				1								傾斜管 2.76"
	1.000	0.963			2			黃土質卵礫石層					
	(4/24)				3								
	0.963	0.903			4	S-1				0.5	0.5	1	
					5	T-0							
					6	T-0		沉泥質粗中砂含貝層					
					7								
4/23					8	S-2							
					9	T-0		沉泥質細砂含貝殼 夾薄層粘土		0.5	1	1	
					10	S-3				4	3	4	
					11	T-1				80/50			
					12	S-4		沉泥質粘土		0.5	0.5	1	
					13	S-5				2	3	3	
					14	S-6		沉泥質中細砂 夾薄層粘土		3	5	7	
					15	T-2				70/48			
					16	S-7		沉泥質粉細砂		3	6	9	
4/24					17	S-8				4	8	10	
					18	T-0		沉泥質中粗砂含貝殼					
					19	S-9				8	12	12	
					20	T-0							
					21	S-10				4	7	11	
					22	T-3		沉泥質細砂		80/56			
					23	S-11				7	12	18	
					24	T-4				80/58			
					25	S-12				10	15	12	
					26	S-13				8	10	14	
4/26					27	S-14				7	10	24	
					28	T-5				80/62			
					29	S-15		沉泥質中粗砂		5	12	18	
4/27					30	S-16				9	20	37	

高雄港區 58 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查					工程地點：58 號碼頭								
孔號：K58B11					標高 EL：+2.147m								
孔位：58號頭					試驗執行：蘇吉立								
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套 管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設
4/30							GI.	30cm厚PC覆層					
	(5/1)	+0.947m		1									傾斜管 2.76"
				2	S-1			棕黃色中粗砂	含礫石及貝殼	4	4	4	
				3	S-2					3	4	5	
				4									
			海床	5	S-3			泥質中細砂	含貝屑	2	2	3	
				6	S-4					1	1	2	
				7									
				8	S-5			泥質中粗砂	含貝殼	2	2	3	
				9	T-1					80/58			
5/1		+0.947		10	S-6			泥質土夾細砂		3	5	5	
				11	T-2					80/56			
				12	S-7			泥質中粗砂	含貝殼	5	6	7	
				13									
				14	S-8					2	3	5	
				15	T-3			泥質細砂	含貝屑	80/55			
				16	S-9					3	4	6	
				17									
				18	S-10					4	5	8	
				19	T-4					80/57			
				20	S-11					3	5	8	
				21	S-12			泥質細砂		4	6	8	
				22									
				23									
				24	T-5					80/57			
				25	S-13					6	8	11	
				26									
5/2				27	S-14					8	11	13	
				28				砂夾薄層黏土					
				29	S-15					9	13	16	
				30	S-16			泥質細砂		9	16	23	

86k58b11

高雄港區 58 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：58 號碼頭						
孔號：K58B12							標高 EL：+2.107m						
孔位：58號頭							試驗執行：蘇吉立						
日期	潮位	地下水位	海床	土層深度	樣號	套管	取樣	土層柱狀圖	土層描述	N 值			儀器埋設
	ELm	ELm	ELm	m									
4/30							GL	23cm厚PC覆層					
				1				回填砂質卵礫石層					傾斜管 2.76"
	(5/1)	+0.717m		2	S-1					2	2	3	
				3	S-2					1	1	1	
			海床	4	T-1			沉泥質中粗砂含貝殼	80/53				
				5	S-3					0.5	1	2	
				6	S-4					1/3	1/3	1/3	
				7				沉泥質細砂					
				8	S-5					0.5	0.5	1	
				9	S-6					1	1	2	
				10				沉泥質中粗砂含貝殼					
				11	S-7					3	4	5	
5/1		+0.717		12	S-8					3	3	4	
				13	T-2			沉泥質粘土夾細砂層	80/72				
				14	S-9					1	1	1	
				15	T-0								
				16	S-10					3	6	9	
				17	T-3					80/53			
				18	S-11					4	6	9	
				19	S-12					4	10	14	
				20									
				21	T-4			沉泥質細砂含貝殼層	80/61				
				22	S-13					3	7	10	
				23									
5/2				24	T-5					80/54			
				25	S-14					5	10	14	
				26	S-15					7	14	20	
				27									
				28	S-16					5	7	14	
				29									
				30	S-17					7	11	13	

高雄港區 1 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查					工程地點：1 號碼頭							
孔號：K1P1					標高 EL +2.069m							
孔位：原大門軌道邊					試驗執行：蘇吉立							
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值	儀器 埋設	
5/14							GL	50cm厚AC及PC覆層				
				1				砂 岩 卵 礫 石 層			水 壓 計	
				2								
				3								
				4								
				5								
				6								
				7								
				8								
				9								
				10								
				11								
			海床	12								
				13	S-1			礫 石 層 中 細 砂 含 貝		4	5	7
				14	S-2					3	6	9
				15	S-3					5	9	11
				16	S-4					4	7	9
				17	S-5					5	8	13
				18	S-6					3	7	10
				19	S-7					7	9	12
		1.209		20	S-8					4	6	11
				21								
				22								
				23								
				24								
				25								
				26								
				27								
				28								
				29								
				30								

高雄港區 18 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查						工程地點：18 號碼頭					
孔號：K18 P2						標高 EL：+2.580m					
孔位：台泥水溝邊						試驗執行：蘇吉立					
日期	潮位	地下水位	海床	土層深度	樣號	套管	取樣	土層柱狀圖	土層描述	N 值	儀器埋設
	ELm	ELm	ELm	m							
5/9							GL.	30cm厚PC覆層			
	(5/21 8:30)			1				砂質礫石層			
	EL-0.881m			2	S-1					4	5 8
				3	S-2					2	3 4
				4							
				5	S-3					2	3 3
				6	S-4			沉泥質中粗砂含貝屑		3	4 5
	(5/21 8:30)			7							
				8	S-5					4	5 7
	海床 EL -8.98m			9	S-6					4	6 7
				10				沉泥質粘土夾層			
				11	S-7			沉泥質細砂夾薄層粘土		2	4 6
				12	S-8					4	5 6
				13				沉泥質中細砂夾薄層粘土			
				14	S-9					5	6 6
				15	S-10					5	7 8
				16							
				17	S-11					5	7 9
				18	S-12			沉泥質細砂		6	8 11
				19							
				20	S-13					7	8 12
				21							
				22							
				23							
				24							
				25							
				26							
				27							
				28							
				29							
				30							

高雄港區 39 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查					工程地點：39 號碼頭						
孔號：K39P3					標高 EL：+2.214m						
孔位：39尾距法線18M					試驗執行：蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值	儀器 埋設
4/28							GI	35cm厚AC及PC覆層			
(5/23 11:00)					1						
	+0.863m			2				黃土質卵礫石層			
				3							
				4	S-1			沉泥質中粗砂含貝屑	1	1	1
				5	S-2				2	2	3
				6	S-3				1	2	3
				7	S-4				2	2	3
				8				沉泥質細砂貝屑			
				9	S-5				2	3	3
				10	S-6				2	3	4
				11	S-7				1	1	1
				12	S-8			沉泥質粘土	0.5	1	1
4/29	海床		10.419								
				13	T-0						
				14	S-9			沉泥質中粗砂含貝屑	7	10	10
				15							
				16	S-10			沉泥質細砂	6	7	8
				17	S-11				3	6	6
				18				沉泥質中粗砂含貝屑			
				19	S-12				5	6	7
				20	S-13			沉泥質細砂	5	7	8
				21							
				22							
				23							
				24							
				25							
				26							
				27							
				28							
				29							
				30							

86k39p3

高雄港區 1 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 1 號 碼頭						
孔號 C1							GL標高 EL +2.10 m						
孔位 1 號旅客出入境圍牆邊							試驗執行：李延恭 蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套 管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設
2/23		0.950		GL				GL	5CM厚AC鋪面				
				1					3CM厚PC鋪面				
				2	S-1				灰色沉泥質細砂夾塊石	2	2	3	
				3									
				4	S-2				灰色沉泥質細砂夾	2	3	3	
				5		5"			中粗砂				
				6	S-3					2	1	2	
				7									
				8	S-4					2	3	3	
				9									
				10	S-5				灰色沉泥質粘土	0.5	0.5	1	
				11									
				12	S-6					6	8	11	
				13					灰色沉泥質中粗				
				14	S-7					5	7	10	
				15									
				16	S-8				灰色沉泥質粘土	1	2	2	
				17									
				18	S-9					6	12	18	
				19									
				20	S-10					7	14	18	
				21									
				22	S-11					6	9	13	
				23									
				24	S-12					7	12	15	
				25					灰色沉泥質細砂				
				26									
				27	S-13					7	15	18	
				28									
				29									
				30	S-14					8	10	16	
				31									
				32									
				33	S-15					7	14	18	
				34									
				35									
				36	S-16					8	14	20	
				37									
				38									
				39									
				40									

自動
記錄
傾斜
管

高雄港區 39 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 39 號碼頭						
孔號 C2							GL標高 EL +2.210 m						
孔位 燈塔邊							試驗執行：李延恭 蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套 管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設
				GL				GL	5CM厚AC鋪面				
2/25				1					5CM厚PC鋪面				
				2	S-1				灰色沉泥質細砂夾礫	2	2	3	
				3									
				4	S-2					2	3	3	
				5									
				6	S-3				灰色沉泥質細砂夾中粗砂	4	6	9	
				7									
				8	S-4					4	7	8	
				9									
				10	S-5					2	2	3	
				11					灰色沉泥質粘土	4	7	10	
				12	S-6	3.6"				4	7	10	
				13									
				14	S-7				灰色沉泥質中粗	5	8	12	
				15									
				16	S-8					3	6	9	
				17									
				18	S-9					6	10	14	
				19									
				20	S-10					4	8	12	
				21									
				22	S-11				灰色沉泥質細砂	5	9	14	
				23					偶夾中粗砂				
				24	S-12					5	10	15	
2/26		0.550		25									
				26									
				27	S-13					6	12	13	
				28									
				29									
				30	S-14					5	9	15	
				31									
				32									
				33	S-15					6	12	17	
				34									
				35									
				36	S-16					6	11	17	
				37									
				38									
				39									
				40									

自動記錄傾斜管

高雄港區 1 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 1 號 碼頭						
孔號 C3							GL標高 EL +2.10 m						
孔位 1 號頭圍牆邊							試驗執行：李延恭 蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套管 取樣	土層 柱狀圖	土層描述			N 值	儀器 埋設	
2/15				GL			GL						
				1				45CM厚PC鋪面					
				2	S-1					1	2	2	
				3	S-2					2	2	2	
				4									
				5	S-3					1	2	3	
				6	S-4			灰色沉泥質中粗		2	2	3	
				7		4.5"							
				8	S-5					2	3	4	
				9	S-6					3	4	4	
				10									
				11	S-7			灰色沉泥質粘土		2	2	2	
				12									
				13	T-1					74/80			
				14	S-8					3	2	9	
				15	S-9			灰色沉泥質中粗		4	8	11	
				16	T-2					64/80			
				17									
				18	S-10					3	7	10	
				19				灰色沉泥質細砂夾 沉泥質粘土薄層					
				20	S-11					4	6	8	
				21									
				22	T-3					67/80			
				23									
				24									
				25									
				26									
				27				灰色沉泥質細 砂含貝殼					
				28									
				29									
				30									
				31									
				32									
				33									
				34									
				35									
				36	S-15								
				37									傾
				38									斜
				39									管
				40									

蘇吉立 87k01c3

高雄港區 72 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 72號 碼頭						
孔號 C4							GL標高 EL +2.40 m						
孔位 72號碼頭圓庫邊							試驗執行：李延恭 蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套 管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設
				GL				GL	15CM厚AC鋪				
1/16				1					碎石級配				
		+0.5		2					灰色沉泥質砂含貝類				
				3	S-1				灰色沉泥質粘土含貝類	1	1	2	
				4	S-2				灰色沉泥質細砂含貝類	1	2	2	
				5					灰色砂質粘土				
				6	S-3				灰色砂質粘土	1	2	2	
				7					灰色砂質粘土				
				8	S-4	4.5"			灰色砂質粘土				
				9					灰色砂質粘土				
				10	S-5				灰色砂質粘土				
1/17				11					灰色砂質粘土				
				12	S-6				灰色砂質粘土				
				13	T-1				灰色沉泥質細砂	53/80			
				14	S-7				灰色沉泥質細砂	7	9	10	
				15					灰色砂質粘土				
				16	S-8				灰色砂質粘土				
				17					灰色砂質粘土				
				18	S-9				灰色砂質粘土				
				19					灰色砂質粘土				
				20	T-2				灰色沉泥質細砂	62/80			
1/19				21	S-10				灰色沉泥質細砂 偶夾粘土薄層	8	11	17	
				22	S-11				灰色沉泥質細砂 偶夾粘土薄層	7	10	13	
				23					灰色砂質粘土				
				24	S-12				灰色沉泥質細砂含貝類	6	10	13	
				25					灰色砂質粘土				
				26	S-13				灰色砂質粘土				
				27					灰色砂質粘土				
				28	S-14				灰色沉泥質細砂 偶夾粘土薄層	8	10	14	
				29					灰色砂質粘土				
				30	T-3				灰色沉泥質細砂	56/80			
				31	S-15				灰色沉泥質細砂含貝類	6	13	23	
				32					灰色砂質粘土				
				33					灰色砂質粘土				
				34	S-16				灰色砂質粘土				
1/20				35					灰色沉泥質細砂				
				36	S-17				灰色沉泥質細砂	10	23	26	
				37					灰色砂質粘土				傾
				38					灰色砂質粘土				斜
				39					灰色砂質粘土				管
				40					灰色砂質粘土				

高雄港區 63 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 63號 碼頭						
孔號 C5							GL標高 EL +2.40 m						
孔位 63號頭軌道後門邊							試驗執行：李延恭 蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套 管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設
				GL				GL					
1/20				1					砂及卵礫石級配	10			
				2	S-1								
				3									
				4	S-2				灰色沉泥質細砂含貝殼	3	4	6	
1/21				5									
				6	S-3				灰色沉泥質細砂夾灰	0	0.5	0.5	
				7	T-1	4.5"			灰色沉泥質粘土及貝殼	70/80			
				8	S-4					0.5	0.5	1	
				9	T-2					65/80			
				10	S-5				灰色沉泥質細砂	1	1	1	
				11	T-3					50/80			
				12	S-6					2	2	3	
				13	T-4					75/80			
				14	S-7				灰色沉泥質細砂偶含	2	6	8	
				15					灰色粘沉泥質土夾層				
				16	S-8					5	8	10	
1/22				17	T-5					70/80			
				18	S-9					5	8	13	
				19									
				20									
				21					灰色沉泥質細砂				
				22	S-10					7	10	16	
				23									
				24	S-11				灰色沉泥質細砂	6	11	15	
				25									
				26	S-12				含微量貝殼	8	10	13	
				27									
				28	S-13					8	12	16	
				29									
				30	S-14					7	10	15	
				31									
				32									
				33	S-14				灰色沉泥質細砂	11	16	23	
				34									
				35									
				36	S-15					10	11	11	
				37									
				38									傾
				39									斜
				40									管

高雄港區 67 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 67號 碼頭						
孔號 C6							GL標高 EL +2.40 m						
孔位 67號頭前鎮魚港邊							試驗執行：李廷恭 蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套管 取樣	土層 柱狀圖	土層描述			N 值	儀器 埋設	
				GL			GL						
1/13		+0.90		1				10CM厚AC鋪 卵石石級配					
				2	S-1			灰色沉泥質細砂	2	2	4		
				3									
				4	S-2				1	1	2		
				5									
				6	S-3			灰色細砂質沉泥 偶夾砂質粘土	1	2	2		
				7		4.5"							
				8	S-4				1	1	3		
				9									
				10	T-1			灰色細砂質粘土層	60/80				
1/16				11	S-5				1.5	1.5	2		
				12	S-6				5	6	11		
				13									
				14	S-7				4	5	9		
				15	T-2				54/80				
				16	S-8			灰色沉泥質細砂	11	13	14		
				17									
				18	S-9				8	10	11		
				19	T-3				45/60				
				20	S-10				7	9	11		
1/18				21									
				22	T-4				52/80				
				23	S-11			灰色沉泥質粘土	7	10	14		
				24	S-12				6	11	13		
				25									
				26	S-13				6	12	13		
				27									
				28	S-14				5	9	9		
				29				灰色沉泥質細砂					
				30	S-15				8	10	11		
				31									
				32	S-16				6	9	12		
				33									
				34	S-17				5	10	14		
1/19				35									
				36	S-18			灰色沉泥質粘土 灰色沉泥質細砂	8	11	11		
				37									傾
				38									斜
				39									管
				40									

蘇吉立 87k67c6

高雄港區 71 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 71號 碼頭							
孔號 C7							GL標高 EL +2.40 m							
孔位 71號遠東倉儲出料場邊							試驗執行：李延恭 蘇吉立							
日期	潮位	地下水位	海床	土層深度	樣號	套管	取樣	土層柱狀圖	土層描述	N 值			儀器埋設	
	ELm	ELm	ELm	m										
				GL				GL	15CM厚AC鋪					
2/6				1										
				2										
				3					卵礫石級配					
				4										
				5	S-1				灰色沉泥質	1	1	2		
				6	S-2				砂含少量粘	1	2	2		
				7										
				8	S-3						2	6	8	
				9	S-4						3	7	9	
				10										
2/7				11	S-5					3	6	8		
				12	T-1	4.5"				70/80				
				13										
				14	S-6					8	15	17		
				15	T-2				灰色沉泥質砂	60/80				
				16										
				17	S-7					7	10	12		
				18	S-8					7	9	12		
				19										
				20	T-3					55/80				
				21										
				22						52/80				
2/8		0.70		23	S-9					6	14	18		
				24	S-10					8	16	20		
				25										
				26	T-4					65/80				
				27	S-11					8	16	22		
				28										
				29	S-12					7	15	19		
				30										
				31	T-5					55/80				
				32										
				33	S-13				灰色砂質沉泥	2	4	7		
				34										
				35	S-14				灰色沉泥質細砂	8	15	20		
				36	S-15					9	17	21		
				37									傾	
				38									斜	
				39									管	
				40										

蘇吉立 87k71c7

高雄港區 72 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 72號 碼頭						
孔號 C8							GL標高 EL +2.40 m						
孔位 72號尾軌道後車棚邊							試驗執行：李延恭 蘇吉立						
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套 管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設
				GL				GL	20CM厚PC鋪 卵石石殼配				
1/7	9:00			1					黃灰色沉泥質細砂含貝	2	3	4	
	+0.50	+0.85		2	S-1				灰色沉泥質細砂含貝殼	0	1	1	
				3	S-2				灰色細砂質沉泥	1	1	1	
				4					泥	1	1	2	
				5	S-3				灰色細砂質沉泥含貝	77/80			
1/8	15:00			6	S-4				沉泥質細砂含	1	1	1	
	+0.95	+1.05		7	T-1	4.5			貝殼夾灰色粘	6	9	10	
				8	S-5					64/80			
				9	S-6				灰色沉泥質細砂	1	2	3	
				10						8	9	10	
				11	T-2					5	6	9	
				12	S-7					53/80			
				13						5	8	9	
				14	S-8				灰色沉泥質細砂				
				15	S-9				夾粉細砂	5	8	11	
				16									
				17									
				18	T-3					2	3	5	
				19	S-10				灰色粘土質細砂	56/80			
				20					含貝殼	10	15	19	
				21									
				22									
				23	S-11				灰色沉泥質細砂	11	16	23	
				24					夾灰色粘土層	63/80			
				25						4	9	15	
				26									
				27	S-12								
				28									
				29	T-4								
				30	S-13								
				31									
				32									
				33	S-14				灰色沉泥質細砂	11	16	23	
				34					夾灰色粘土層	63/80			
				35	T-5					4	9	15	
				36	S-15								
				37									傾
				38									斜
				39									管
				40									

蘇吉立 87k72c8

高雄港區 15 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 15 號 碼頭								
孔號 C9							GL標高 EL +2.60 m								
孔位 15 號頭後線							試驗執行：李延恭 蘇吉立								
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套管 取樣	土層 柱狀圖	土層描述			N 值			儀器 埋設	
				GL			GL								
2/11				1			[Concrete and residual PC]	混凝土塊及殘留PC							
				2											
				3	S-1		[Grey silty sand]	灰色沉泥質中粗砂			15	16	15		
				4											
				5	S-2		[Diagonal hatched soil profile]				2	3	4		
2/12				6	S-3						3	3	5		
				7											
				8	S-4						6	9	10		
				9	S-5						4	8	9		
				10											
				11	S-6	45°					5	8	10		
				12											
				13	T-1						60/80				
				14	S-7						4	9	12		
				15	S-8						5	9	10		
				16	T-2						75/80				
				17											
				18	S-9						6	10	13		
				19											
				20	S-10			[Grey silty sand]	灰色沉泥質砂			5	8	11	
				21											
				22	T-3							55/80			
				23											
				24	S-11							6	8	12	
				25											
				26	S-12					6	10	13			
				27											
				28	T-4					60/80					
				29											
2/13		0.65		30	S-13					5	10	16			
				31											
				32	S-14					5	9	12			
				33											
				34	T-5					80/80					
				35											
				36	S-15					5	8	10			
				37									傾		
				38									斜		
				39									管		
				40											

高雄港區 18 號碼頭地質補充調查報告

18號碼頭野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 18 號碼頭						
孔號 C10							GL標高 EL +2.60 m						
孔位 18 號頭							試驗執行：李延恭 蘇吉立						
日期	潮位	地下水位	海床	土層深度	樣號	套管	取樣	土層柱狀圖	土層描述	N 值			儀器埋設
ELm	ELm	ELm	m										
				GL				GL	PC混凝土				
2/27				1					老古石塊				
				2	S-1					1	2	2	
				3									
				4	S-2					2	3	3	
				5									
				6	S-3				灰色沉泥質中粗	2	3	3	
				7									
				8						6	9	10	
				9	T-1					65/80			
				10	S-4				灰色細砂質沉	2	3	3	
				11					泥含粘土				
				12	T-2				灰色沉泥質中粗砂	70/80			
				13									
				14	S-5		4.5'		沉泥質砂含老古石	8	15	33	
				15									
2/28		0.60		16	S-6				灰色沉泥質中粗	5	9	11	
				17					灰色細砂質沉				
				18	S-7				泥含粘土	4	7	9	
				19									
				20	S-8					5	8	10	
				21									
				22	S-9				灰色沉泥質細砂	5	7	12	
				23									
				24	S-10					6	9	14	
				25									
				26	T-3					65/80			
				27					灰色粘土夾層				
				28	S-11					7	12	14	
				29									
				30	S-12					5	9	14	
				31									
				32	S-13				灰色沉泥質細砂	6	10	13	
				33									
				34	S-14					6	12	15	
				35									
				36	S-15					6	13	17	
				37									
				38									
				39									
				40									

高雄港區 15 號碼頭地質補充調查報告

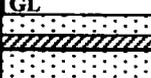
野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 15 號碼頭						
孔號 C11							GL標高 EL +2.60 m						
孔位 15 號中後線							試驗執行：李延恭 蘇吉立						
日期	潮位	地下水位	海床	土層深度	樣號	套管	取樣	土層柱狀圖	土層描述	N 值			儀器埋設
	ELm	ELm	ELm	m									
				GL				GL					
3/4				1					砂石級配夾PC廢料				
				2									
				3									
				4	S-1					2	2	2	
				5									
				6	T-1					65/80			
				7	S-2					2	3	3	
				8	S-3					3	3	4	
				9									
				10	S-4					4	8	8	
				11									
				12	S-5					4	6	8	
				13									
				14	T-2					65/80			
				15	S-6	4.5"				4	8	10	
				16	S-7					7	15	18	
3/5				17	T-3					60/80			
				18					灰色沉泥質細砂 偶夾中粗砂				
				19	S-8					5	8	13	
				20	S-9					5	9	15	
				21									
				22	T-4					60/80			
				23									
				24	S-10					5	8	12	
				25									
				26	S-11					6	9	14	
				27									
				28	S-12					4	7	9	
				29									
				30	S-13					6	15	18	
				31									
				32	S-14					6	13	17	
				33									
				34	T-5					60/80			
				35									
				36	S-15					7	10	12	
				37									傾斜管
				38									
				39									
				40									

蘇吉立 87k15c11

高雄港區 63 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查						工程地點：高雄港 63號 碼頭第一貨櫃中心							
孔號 M1						GL標高 EL +2.40 m							
孔位 63號頭軌道後圍牆門邊						試驗執行：李延恭 蘇吉立							
日期	潮位 ELm	地下 水位 ELm	海床 ELm	土層 深度 m	樣號	套管	取 樣	土層 柱狀圖	土層描述	N 值			儀器 埋設
2/4				GL				GL					
				1					碎石級配夾有機物 灰色沉泥質砂 姥古石				
				2									
				3	S-1-2					1	1	1	
				4									
				5	S-2-2				灰色細砂質沉	1	2	1	
				6	S-3-2				泥含粘土	1	1	1	
				7									
				8	S-4-2					1	1	2	
				9	S-5-2					3	5	8	
				10					灰色沉泥質砂				
				11	S-6-2					4	6	9	
				12	S-7-2				灰色粘土質細砂	2	3	4	
				13									
				14									
				15	S-8-2					5	6	7	
				16									
				17	S-9-2					4	6	8	水
				18	S-10-2					4	7	9	壓
				19					灰色沉泥質細砂				計
				20	S-11-2					4	8	10	
				21	S-12-2					5	8	11	
				22									
				23	S-13-2					5	9	11	
				24	S-14-1					6	10	12	
				25	S-15					6	12	14	
				26									
				27									
				28									水
				29									壓
				30									計
				31									
				32									
				33									
				34									
				35									
				36									
				37									
				38									
				39									
				40									

蘇吉立 87k63m1

高雄港區 66 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 66號 碼頭第二貨櫃中心						
孔號 M2							GL標高 EL +2.40 m						
孔位 66號尾軌道後圍牆邊							試驗執行：李延恭 蘇吉立						
日期	潮位	地下水位	海床	土層深度	樣號	套管	取樣	土層柱狀圖	土層描述	N 值			儀器埋設
	ELm	ELm	ELm	m									
				GL				GL	15CM厚AC鋪				
1/12		+1.00		1					卵礫石級配	4	5	5	
				2	S-1-0				灰色細砂質沉泥含粘土	3	4	4	
				3					泥含粘土	1	1	1	
				4	S-2-0								
				5									
				6	S-3-2								
				7		4.5"							
				8	S-4-2								
				9					灰色粘土質細砂	1	2	3	
				10	S-5-2								
				11									
				12	S-6-2								
				13									
				14	S-7-2								
				15									
				16	S-8-1				灰色沉泥質細砂	5	7	8	水壓計
				17									
				18	S-9-2								
				19									
				20	S-10-2								
				21									
				22	S-11-1								
				23					灰色粘土夾層	4	5	9	
				24									
				25	S-12-2				灰色沉泥質細砂	3	6	8	水壓計
				26									
				27									
				28									
				29									
				30									
				31									
				32									
				33									
				34									
				35									
				36									
				37									
				38									
				39									
				40									

蘇吉立 87k66m2

高雄港區 72 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 72號 碼頭						
孔號 M3							GL標高 EL +2.40 m						
孔位 72號尾軌道後車棚邊							試驗執行：李延恭 蘇吉立						
日期	潮位	地下水位	海床	土層深度	樣號	套管	取樣	土層柱狀圖	土層描述			N 值	儀器埋設
	ELm	ELm	ELm	m									
				GL				GL	20CM厚PC鋪面				
1/13		+0.95							卵石右級配				
				1									
				2	S-1				灰色沉泥質細砂含貝殼			3	3
				3	S-2							1	1
				4									
				5	S-3				沉泥質細砂夾灰色粘土			1	1
				6	S-4							1	1
				7					色細砂質沉泥含貝殼				
				8	S-5				沉泥質細砂夾			1/2	1/2
				9	S-6				灰色粘土含貝殼			6	9
				10		4.5'							
				11	S-7							7	8
				12	S-8							5	5
				13					灰色沉泥質細砂				
				14	S-9							7	8
				15	S-10							6	9
				16									
				17	S-11							8	9
				18	S-12							7	10
				19									
				20	S-13							6	9
1/14				21	S-14				灰色沉泥質粉細砂			6	10
				22									
				23									
				24									
				25	S-15							8	11
				26									
				27									
				28									
				29									
				30									
				31									
				32									
				33									
				34									
				35									
				36									
				37									
				38									
				39									
				40									

高雄港區 15 號碼頭地質補充調查報告

野外鑽探試驗報告表

工程計劃：高雄港碼頭地質補充調查							工程地點：高雄港 15號 碼頭							
孔號 M4							GL標高 EL +2.40 m							
孔位 15號尾後線							試驗執行：李延恭 蘇吉立							
日期	潮位	地下水位	海床	土層深度	樣號	套管	取樣	土層柱狀圖	土層描述			N 值		儀器埋設
	ELm	ELm	ELm	m										
				GL				GL						
2/9		0.500		1					水泥及老古石回填料					
				2										
				3	S-1				灰色沉泥質中粗砂	1	2	2		
				4										
				5	S-2					2	2	2		
				6	S-3					2	2	3		
				7		4.5"								
				8	S-4					2	3	3		
				9	S-5				灰色沉泥質中粗砂含貝類	3	4	4		
				10										
				11	S-6					3	5	7		
				12	S-7				灰色沉泥質中粗砂	4	6	9		
				13										
				14	S-8					4	7	10		水壓計
				15	S-9					6	10	12		水壓計
				16					灰色沉泥質細砂					
				17	S-10				含中粗砂	5	7	10		
				18	S-11					5	8	11		
				19										
				20	S-12					4	7	9		
				21	S-13					3	4	8		
				22					灰色沉泥質細砂					
				23	S-14					4	7	10		
				24										
				25	S-15					5	8	11		水壓計
				26										
				27										
				28										水壓計
				29										
				30										
				31										
				32										
				33										
				34										
				35										
				36										
				37										
				38										
				39										
				40										

蘇吉立 87k15m4

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m3)	W _n (%)	WL (%)	WP (%)	I _p (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION
								SAND	SILT	CLAY	
KSB1	S-1	14.6-15.0	2.27	16.4				62	34	4	SM
	S-2	16.1-16.5	1.86	31.0	25	16.8	8.2	1.5	85.5	13	CL-ML
	S-3	17.8-18.3	1.90	27.6				86	13	1	SM
	S-4	19.6-20.0	1.80	33.0				54	44.5	1.5	SM
	S-5	21.8-22.3	1.60	28.7				60	38.5	1.5	SM
	S-6	23.6-24.0	1.87	28.3				62	36	2	SM
	S-7	25.8-26.3	1.92	28.6				42	56	2	ML
	S-8	27.8-28.3	1.86	27.9				49	49	2	ML
	S-9	29.6-30.0	1.87	28.5				40	57	3	ML
KSB2	S-1	13.6-14.0	2.03	18.1				87	12	1	SM
	S-2	15.6-16.0	1.90	31.8	27	16.5	10.5	6	77	17	CL
	S-3	17.8-18.3	1.93	29.5				76	21	3	SM
	S-4	19.6-20.0	1.94	22.3				88	10.5	1.5	SP-SM
	S-5	21.8-22.3	1.82	22.1				80	18	2	SM
	S-6	23.6-24.0	1.91	27.9				68	30.5	1.5	SM
	S-7	25.8-26.3	1.81	27.6				53	45.5	1.5	SM
	S-8	27.8-28.3	1.90	28.2				55	43	2	SM
	S-9	29.6-30.0	1.76	27.0				53	45	2	SM
K1B3	S-1	5.60-6.0	1.78	21.3				92	7.6	0.4	SP-SM
	S-2	8.80-9.30	1.79	26.1				96	3.8	0.2	SP
	S-3	11.6-12.0	1.87	26.2				95	4	1	SP
	S-4	14.6-15.0	1.91	24.0				84	15	1	SM
	S-5	17.6-18.0	1.86	33.7	31	17	14	2	80	18	CL
	S-6	20.8-21.3	1.91	24.9				80	19	1	SM
	S-7	24.8-25.3	1.84	30.1				82	17.5	0.5	SM
	S-8	26.8-27.3	1.85	26.3				82	17.5	0.5	SM
	S-9	29.6-30.0	1.83	28.4				80	19	1	SM
K2B4	S-1	13.1-13.5	2.13	16.4				77	22	1	SM
	S-2	14.8-15.3	2.15	17.8				80	18	2	SM
	S-3	16.8-17.3	2.07	19.1				71	27.5	1.5	SM
	S-4	18.6-19.1	1.97	24.4				76	22	2	SM
	S-5	20.1-20.1	2.10	26.0				22	73.7	4.3	ML
	S-6	21.8-22.3	2.10	20.2				63	35.5	2.5	SM
	S-7	23.6-24.0	1.96	28.6				54	43	3	SM

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m3)	W _n (%)	WL (%)	WP (%)	I _p (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION
								SAND	SILT	CLAY	
K3B5	S-8	25.8-26.3	2.03	24.5				62	35	3	SM
	S-9	27.6-28.0	2.04	24.0				63	35	2	SM
	S-10	29.6-30.0	2.03	24.6	22.2	20.1	2.1	2	89	9	CL-ML
	S-1	14.5-15.3	2.31	12.4				79	18	3	SM
	S-2	15.3-15.8	1.98	28.2	24.5	16.5	8	0	83	17	CL
	S-3	18.3-18.8	1.96	22.3				64	34	2	SM
	S-4	20.6-21.0	2.01	23.1				73	25	2	SM
	S-5	22.8-23.3	1.98	24.7				70	28	2	SM
K17B6	S-6	24.6-25.0	1.90	28.7				43	54	3	ML
	S-7	26.8-27.3	1.91	24.6				26	69	5	ML
	S-8	29.6-30.0	2.10	23.0				10	77	13	ML
	S-1	14.6-15.0	2.19	15.0				82	17	1	SM
	S-2	16.1-16.5	2.14	13.7				72	26	2	SM
	S-3	17.1-17.5	2.12	20.6				65	32.5	2.5	SM
	S-4	18.8-19.3	1.93	20.6				64	33	3	SM
	S-5	20.6-21.0	1.90	28.4				67	31.5	1.5	SM
K17B7	S-6	22.3-22.8	1.90	26.4				57	41.5	1.5	SM
	S-7	24.6-25.0	2.19	13.9				76	22	2	SM
	S-8	29.6-30.0	1.86	29.5				82	16	2	SM
	S-1	14.6-15.0	1.98	29.7				60	38.5	1.5	SM
	S-2	16.2-16.7	2.00	27.3				60	38.5	1.5	SM
	S-3	18.1-18.5	1.92	28.9				68	31	1	SM
	S-4	19.8-20.3	1.95	26.9				65	33	2	SM
	S-5	21.6-22.0	1.95	28.9				67	32	1	SM
K18B8	S-6	23.2-23.7	1.98	32.4				60	38.5	1.5	SM
	S-7	27.6-28.0	1.96	27.6				62	37	1	SM
	S-8	29.6-30.0	1.95	28.5				60	38.5	1.5	SM
	S-1	14.6-15.0	2.06	22.0				80	18	2	SM
	S-2	16.3-16.8	1.83	26.3				22	68	10	ML
	S-3	17.6-18.0	1.93	25.8				83	16	1	SM
	S-4	19.8-20.3	2.04	25.2				45	48	7	ML
	S-5	23.1-23.5	2.03	21.9				57	36	7	SM
K18B8	S-6	24.8-25.3	1.85	26.6				50	47	3	SM
	S-7	27.3-27.8	1.92	15.8				23	69	8	ML

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m3)	W _n (%)	WL (%)	WP (%)	I _p (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION
								SAND	SILT	CLAY	
K36B9	S-1	2.6-3.0	1.95	19.4				87	12.5	0.5	SM
	S-2	4.1-4.5	1.94	26.0				84	15	1	SM
	S-3	7.6-8.1	2.14	19.8				89	10.5	0.5	SP-SM
	S-4	9.8-10.3	2.05	21.1				65	31	4	SM
	S-5	11.0-11.5	1.78	22.3				84	15.5	0.5	SM
	S-6	13.0-13.5	1.88	23.8				90	10	0	SP-SM
	S-7	14.8-15.3	1.84	28.0				72	27	1	SM
	S-8	16.8-17.3	2.01	24.2				63	30	7	SM
	S-9	18.8-19.1	2.04	27.2				85	14.5	0.5	SM
	S-10	20.1-20.5	1.86	29.6				76	23	1	SM
	S-11	21.9-22.4	1.94	25.1				70	29	1	SM
	S-12	23.1-23.5	1.88	30.7				63	35.5	1.5	SM
	S-13	24.6-25.0	1.97	27.8				77	22	1	SM
	S-14	26.6-27.1	1.89	27.6				40	56.5	3.5	ML
	S-15	29.6-30.0	2.06	16.4				91	9	0	SP-SM
K39B10	S-1	36.0-4.05	2.10	20.4				90	10	0	SP-SM
	S-2	7.00-7.45	1.83	23.5				91	8.5	0.5	SP-SM
	S-3	9.00-9.45	1.96	23.4				90	9	1	SP-SM
	S-4	10.8-11.3	1.79	41.6				38	52	10	ML
	S-5	12.1-12.5	2.05	22.2				82	16.5	1.5	SM
	S-6	16.6-17.0									
	S-7	15.5-15.9	2.06	20.5				89	11	0	SP-SM
	S-8	16.6-17.0	1.93	21.7				94	6	0	SP-SM
	S-9	18.6-19.0	2.13	38.6				90	10	0	SP-SM
	S-10	19.9-20.4	1.92	20.9				93	7	0	SP-SM
	S-11	21.8-22.3	2.04	20.4				89	10.5	0.5	SP-SM
	S-12	23.8-24.3	1.89	27.8				87	12.5	0.5	SM
	S-13	25.1-25.5	1.93	29.4				75	24.5	0.5	SM
	S-14	26.6-27.0	1.86	27.7				47	50	3	ML
	S-15	28.8-29.3	2.13	16.4				41	54	4	ML
	S-16	29.3-30.0									
K58B11	S-1	1.05-1.50	1.74	18.8							
	S-2	2.60-3.00	1.85	23.9				88	10.5	0.5	SP-SM
	S-3	4.05-4.50	1.80	23.6				90	10	0	SP-SM

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m3)	W _n (%)	WL (%)	WP (%)	I _p (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION
								SAND	SILT	CLAY	
K58B12	S-4	5.60-6.00	1.87	26.1				88	11	1	SP-SM
	S-5	7.10-7.50	1.88	23.3				93	7	0	SP-SM
	S-6	8.80-9.25	1.76	24.5				92	8	0	SP-SM
	S-7	11.6-12.0	2.16	18.6				93	7	0	SP-SM
	S-8	13.1-13.5	1.90	28.6				93	7	0	SP-SM
	S-9	15.0-15.5	1.97	25.9				93	7	0	SP-SM
	S-10	17.1-17.5	1.88	27.2				88	11.5	0.5	SM
	S-11	18.8-19.2	1.93	27.3				82	17	1	SM
	S-12	20.6-21.0	1.85	27.8				80	19	1	SM
	S-13	24.3-24.8	1.86	25.9				74	25.5	0.5	SM
	S-14	26.6-27.0	1.91	26.5				54	44	2	SM
	S-15	28.1-28.5	2.00	23.2				59	38	3	SM
	S-16	29.6-30.0	1.88	29.7				48	49	3	ML
	S-1	1.10-1.50	2.05	22.8				82	17.5	0.5	SM
	S-2	2.60-3.00	1.72	23.4				83	17	0	SM
	S-3	4.30-4.75	1.95	25.3				83	16	1	SM
	S-4	5.60-6.00	1.96	21.5				59	37	4	SM
	S-5	7.10-7.50	1.91	24.4				42	53	5	ML
	S-6	8.60-9.00	2.09	21.4				89	10.7	0.3	SM
	S-7	10.1-10.5	2.04	19.7				88	12	0	SM
S-8	11.6-12.0	1.97	25.7				31	59	10	ML	
S-9	13.3-13.8	1.94	27.3				82	8	8	SP-SM	
S-10	14.8-15.3	1.96	25.5				0	85	15	ML	
S-11	16.8-17.3	19.20	26.6				81	18	1	SM	
S-12	18.6-19.0	1.94	27.5				49	47	4	ML	
S-13	20.8-21.3	1.93	26.5				63	34	3	SM	
S-14	24.3-24.8	2.01	24.7				64	32	4	SM	
S-15	25.6-26.0	2.03	23.0				64	32	4	SM	
S-16	27.6-28.0	2.01	23.3				65	32	3	SM	
S-17	29.6-30.0	1.95	28.1				73	25	2	SM	
K1P1	S-1	12.6-13.0	1.72	25.8				83	16	1	SM
	S-2	13.6-14.0	1.74	25.6				77	21.5	1.5	SM
	S-3	14.6-15.0	1.88	28.7				82	17	1	SM
	S-4	15.6-16.0	2.06	52.2				83	16	1	SM

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m3)	W _n (%)	W _L (%)	W _P (%)	I _p (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION
								SAND	SILT	CLAY	
K18P2	S-5	16.6-17.0	1.82	23.1				90	9.7	0.3	SP
	S-6	17.6-18.0	1.86	23.1				92	8	0	SP-SM
	S-7	18.6-19.0	1.84	31.2				72	26	2	SM
	S-8	19.6-20.0	1.81	31.6				68	30	2	SM
	S-1	1.05-1.50	1.84	23.3							
	S-2	2.55-3.00	1.87	22.0							
	S-3	4.05-4.50	1.91	22.7				90	9.7	0.3	SP-SM
	S-4	5.55-6.00	2.06	22.2				93.5	6.5	0	SP-SM
	S-5	7.05-7.50	1.93	25.3				93	7	0	SP-SM
	S-6	8.55-9.00	1.83	25.0				93	7	0	SP-SM
	S-7	10.1-10.5	1.95	22.1				94	6	0	SP-SM
	S-8	11.6-12.0	1.96	27.8				39	52	9	ML
	K39P3	S-9	13.1-13.5	2.05	20.5				77	20	3
S-10		14.6-15.0	1.91	28.9				63	33	4	SM
S-11		16.1-16.5	2.01	24.7				80	19	1	SM
S-12		17.6-18.0	1.98	23.9				42	49	9	ML
S-13		19.6-20.0	1.96	23.1				90	9.5	0.5	SP-SM
S-1		3.05-3.50	2.01	19.5				90	8	2	SP-SM
S-2		4.05-4.50	1.92	26.3				95	4	1	SP-SM
S-3		5.55-6.00	1.98	18.0				90	9	1	SP-SM
S-4		7.05-7.50	1.97	17.9				89	9	2	SP-SM
S-5		8.55-9.00	2.03	22.7				87	11	2	SP-SM
S-6		9.55-10.0	1.76	24.2				90	9	1	SP-SM
S-7		10.6-11.0	1.83	33.7	32	18	14	0	80	20	CL
S-8		11.6-12.0	1.83	36.3	32.5	18.3	14.2	0	80	20	CL
S-9	13.3-13.8	1.87	27.4				88	10	2	SP-SM	
S-10	15.1-15.5	2.05	20.3				89	10	3	SP-SM	
S-11	16.6-17.0	2.04	24.0				87	11	2	SP-SM	
S-12	18.1-18.5	2.01	20.5				89	11	2	SP-SM	
S-13	19.6-20.0	2.12	17.4				80	18	2	SM	

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m3)	W _n (%)	WL (%)	WP (%)	I _p (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION
								SAND	SILT	CLAY	
K01C1	S-1	1.55-2.00	1.84	24.0				97	2	1	SP
	S-2	3.55-4.00	1.85	23.9				97	2	1	SP
	S-3	5.55-6.00	1.91	24.7				97	2	1	SP
	S-4	7.55-8.00	1.86	24.1				97	2	1	SP
	S-5	9.55-10.00	1.78	45.0				49	31	20	
	S-6	11.55-12.00	2.04	23.1				93	5	2	SP-SM
	S-7	13.55-14.00	2.04	21.2				98	1	1	SP
	S-8	15.55-16.00	1.71	47.6				52	30	18	ML
	S-9	17.55-18.00	1.98	23.2				96	2	2	SP
	S-10	19.55-20.00	2.10	21.7				88	8	4	SM
	S-11	21.55-22.00	1.96	25.5				90	7	3	SP-SM
	S-12	23.55-24.00	2.02	22.3				88	7	5	SM
	S-13	29.55-30.00	1.93	19.9				88	7	5	SM
	S-14	32.55-33.00	1.95	22.8				91	7	2	SP-SM
	S-15	33.55-34.00	1.96	20.5				88	7	5	SM
	S-16	35.55-36.00	1.89	29.3				96	2	2	SP
K39C2	S-1	1.55-2.00	1.75	23.8				95	3	2	SP
	S-2	3.55-4.00	1.94	18.9				98	1	1	SP
	S-3	5.55-6.00	1.98	19.1				97	2	1	SP
	S-4	7.55-8.00	2.04	18.3				98	1	1	SP
	S-5	9.55-10.00	1.83	37.4				28	40	32	
	S-6	11.55-12.00	2.02	22.5				90	7	3	SP-SM
	S-7	13.55-14.00	1.96	23.0				91	7	2	SP-SM
	S-8	15.55-16.00	1.89	28.7				72	17	11	SM
	S-9	17.55-18.00	1.90	28.1				90	8	2	SP-SM
	S-10	19.55-20.00	2.07	17.8				90	8	2	SP-SM
	S-11	21.55-22.00	1.89	26.6				97	2	1	SP
	S-12	23.55-24.00	1.79	27.9				97	1	2	SP
	S-13	26.55-27.00	1.95	25.4				95	3	2	SP
	S-14	29.55-30.00	1.89	29.1				80	10	10	SM
	S-15	32.55-33.00	1.93	27.8				80	10	10	SM
	S-16	35.55-36.00	1.94	25.9				89	8	3	SM
K01C3	S-1	1.05-1.50	2.02	22.2				97	2	1	SP
	S-2	2.55-3.00	2.02	20.8				96	3	1	SP

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m3)	W _n (%)	WL (%)	WP (%)	I _p (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION
								SAND	SILT	CLAY	
K72C4	S-3	4.05-4.50	2.00	20.8				97	2	1	SP
	S-4	5.55-6.00	2.25	17.1				96	3	1	SP
	S-5	7.05-7.50	1.98	24.8				98	1	1	SP
	S-6	8.55-9.00	1.98	23.7				95	3	2	SP
	S-7	10.05-10.50	1.81	41.5				51	30	19	SM
	S-8	13.05-13.50	2.07	15.5				90	7	3	SP-SM
	S-9	14.55-15.00	2.09	18.1				90	7	3	SP-SM
	S-10	17.55-18.00	1.96	29.1				53	27	20	SM
	S-11	19.05-19.50	1.98	28.9				50	30	20	ML
	S-12	22.05-23.50	1.96	27.8				92	6	2	SP-SM
	S-13	23.55-24.00	1.94	24.4				93	5	2	SP-SM
	S-14	32.55-33.00	2.01	22.2				88	7	5	SM
	S-15	35.55-36.00	2.00	26.1				95	3	2	SP
	S-1	2.55-3.00	1.95	27.0				72	19	9	SM
	S-2	3.55-4.00	1.96	26.4				72	18	10	SM
K63C5	S-3	5.55-6.00	1.80	33.5				44	36	20	
	S-4	7.55-8.00	2.05	21.1				92	6	2	SP-SM
	S-5	9.55-10.00	2.03	22.2				92	6	2	SP-SM
	S-6	11.55-12.00	2.00	22.0				94	4	2	SP
	S-7	13.55-14.00	2.01	20.4				91	7	2	SP-SM
	S-8	15.55-16.00	2.06	23.9				95	4	1	SP
	S-9	17.55-18.00	1.97	24.9				92	6	2	SP-SM
	S-10	20.55-21.00	2.06	21.9				90	7	3	SP-SM
	S-11	21.55-22.00	2.06	23.9				92	6	2	SP-SM
	S-12	23.55-24.00	2.01	26.3				90	7	3	SP-SM
	S-13	25.55-26.00	1.89	28.2				91	6	3	SP-SM
	S-14	27.55-28.00	1.92	25.0				88	8	4	SM
	S-15	29.95-30.40	2.04	25.0				88	9	3	SM
	S-16	33.55-34.00	2.12	19.1				75	15	10	SM
	S-17	35.55-36.00	2.10	18.5				71	19	10	SM
	S-2	3.55-4.00	1.97	16.7				97	2	1	SP
	S-3	4.55-5.00	1.75	45.8				37	31	22	
S-4	7.60-8.05	1.71	45.0				38	34	28		
S-5	9.55-10.00	1.99	20.2				97	2	1	SP	

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m3)	Wn (%)	WL (%)	WP (%)	Ip (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION
								SAND	SILT	CLAY	
K67C6	S-6	11.55-12.00	1.88	34.6				45	35	20	
	S-7	13.55-14.00	2.00	24.7				97	2	1	SP
	S-8	15.55-16.00	2.03	21.3				92	6	2	SP-SM
	S-9	17.55-18.00	2.01	22.4				91	7	2	SP-SM
	S-10	21.55-22.00	2.05	22.9				92	6	2	SP-SM
	S-11	23.55-24.00	2.01	23.6				91	7	2	SP-SM
	S-12	25.55-26.00	2.00	23.5				93	5	2	SP-SM
	S-13	27.55-28.00	1.96	21.0				91	7	2	SP-SM
	S-14	29.55-30.00	1.86	27.5				96	3	1	SP
	S-15	35.55-36.00	1.88	24.3				97	2	1	SP
	S-2	3.55-4.00	1.72	47.3	42.2	22.3	19.9	14	53	33	CL
	S-3	5.55-6.00	1.66	48.7				8	52	40	
	S-4	7.55-8.00	1.62	59.1				10	50	40	
	S-5	9.70-10.15	1.92	33.8				30	40	30	
	K71C7	S-6	11.55-12.00	2.02	22.1				94	4	2
S-7		13.55-14.00	2.06	20.7				89	7	4	SM
S-8		15.55-16.00	1.90	27.5				98	1	1	SP
S-9		17.55-18.00	1.94	28.5				98	1	1	SP
S-10		19.55-20.00	1.94	27.7				98	1	1	SP
S-11		21.90-22.35	1.99	24.6				97	2	1	SP
S-12		23.55-24.00	1.90	25.0				99	0	1	SP
S-13		25.55-26.00	2.01	24.9				91	7	2	SP-SM
S-14		27.55-28.00	1.98	27.0				91	7	2	SP-SM
S-15		29.55-30.00	1.90	26.0				92	6	2	SP-SM
S-16		31.55-32.00	2.08	21.8				88	8	4	SM
S-17		33.55-34.00	1.96	26.6				92	6	2	SP-SM
S-18		35.55-36.00	2.02	23.7				77	8	5	SM
S-1		4.05-4.50	2.05	23.6				78	14	8	SM
S-2		5.55-6.00	2.05	22.3				78	16	6	SM
S-3	7.05-7.50	2.15	15.3				97	2	1	SP	
S-4	8.55-9.00	1.93	26.7				90	1	1	SP	
S-5	10.05-10.50	1.92	28.8				98	1	1	SP	
S-6	13.05-13.50	2.07	21.2				91	7	2	SP-SM	
S-7	16.05-16.50	2.00	22.4				90	8	2	SP-SM	

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m ³)	W _n (%)	W _L (%)	W _P (%)	I _p (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION
								SAND	SILT	CLAY	
K72C8	S-8	17.55-18.00	2.06	17.7				91	7	2	SP-SM
	S-9	22.05-22.50	1.96	25.8				92	6	2	SP-SM
	S-10	23.55-24.00	1.98	24.5				92	6	2	SP-SM
	S-11	26.55-27.00	1.87	28.5				98	1	1	SP
	S-12	28.05-28.50	1.89	28.2				97	2	1	SP
	S-13	32.05-32.50	1.94	28.0				67	22	11	SM
	S-14	34.05-34.50	2.04	28.1				80	13	7	SM
	S-15	35.55-36.00	1.96	26.8				77	13	10	SM
	S-1	1.05-1.50	2.07	17.7				98	1	1	SP
	S-2	2.55-3.00	2.02	28.9				72	18	10	SM
	S-3	4.05-4.50	1.90	34.9				50	32	18	ML
	S-4	5.55-6.00	1.86	43.2	43.5	22.3	21.2	38	40	22	CL
	S-5	7.05-7.50	1.79	42.1				58	28	16	SM
	S-6	8.55-9.00	2.03	21.3				98	1	1	SP
	K15C9	S-7	11.55-12.00	1.97	28.0				96	3	1
S-8		12.05-12.50	1.96	21.9				91	7	2	SP-SM
S-9		14.55-15.00	2.00	22.2				93	5	2	SP-SM
S-10		17.85-18.30	1.97	24.2				90	8	2	SP-SM
S-11		22.05-22.50	1.94	27.1				92	6	2	SP-SM
S-12		26.55-27.00	1.95	22.9				85	10	5	SM
S-13		29.55-30.00	1.93	23.8				92	6	2	SP-SM
S-14		32.55-33.00	1.97	22.9				92	5	3	SP-SM
S-15		35.55-36.00	2.12	19.0				86	9	5	SM
S-2		4.05-4.50	1.82	29.4				98	1	1	SP
S-3		5.55-6.00	1.92	22.4				95	4	1	SP
S-4		7.05-7.50	2.00	22.0				93	6	1	SP-SM
S-5		8.55-9.00	2.14	23.2				93	6	1	SP-SM
S-6		10.05-10.50	1.95	26.9				98	1	1	SP
S-7		12.80-13.25	2.10	25.3				97	2	1	SP
S-8	14.55-15.00	2.15	24.9				97	2	1	SP	
S-9	17.55-18.00	2.12	25.7				97	2	1	SP	
S-10	19.05-19.50	2.16	18.4				92	6	2	SP-SM	
S-11	23.55-24.00	1.78	27.4				98	1	1	SP	
S-12	25.05-25.50	1.99	26.8				98	1	1	SP	

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m3)	W _n (%)	WL (%)	WP (%)	I _p (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION
								SAND	SILT	CLAY	
K17C10	S-13	29.55-30.00	1.98	30.3				90	8	2	SP-SM
	S-14	31.55-32.00	1.99	27.5				90	7	3	SP-SM
	S-15	35.55-36.00	2.08	25.9				86	9	5	SM
	S-1	1.55-2.00	2.01	20.2				88	8	4	SM
	S-2	3.55-4.00	2.00	24.9				95	3	2	SP
	S-3	5.55-6.00	1.93	24.0				98	1	1	SP
	S-4	9.55-10.00	1.91	27.8				69	17	14	SM
	S-6	15.55-16.00	1.98	25.4				64	20	16	SM
	S-7	17.55-18.00	2.04	24.3				72	17	11	SM
	S-8	19.55-20.00	1.98	23.7				72	17	11	SM
	S-9	21.55-22.00	1.86	30.3				90	8	2	SP-SM
	S-10	23.55-24.00	1.94	26.5				90	7	3	SP-SM
	S-11	27.55-28.00	1.93	28.2				91	7	2	SP-SM
	S-12	29.55-30.00	1.93	26.8				82	16	2	SM
	S-13	31.55-32.00	1.93	29.6				85	9	6	SM
K15C11	S-14	33.55-34.00	1.95	27.8				89	6	5	SP-SM
	S-15	35.55-36.00	1.95	25.2				89	9	2	SP-SM
	S-1	3.55-4.00	1.90	21.1				99	1	0	SP
	S-2	5.55-6.00	1.99	20.3				99	1	0	SP
	S-3	7.55-8.00	1.73	21.1				99	1	0	SP
	S-4	9.55-10.00	1.91	20.0				99	1	0	SP
	S-5	11.55-12.00	1.85	26.6				99	1	0	SP
	S-6	13.80-14.25	1.94	26.5				99	0	1	SP
	S-7	15.55-16.00	2.11	19.6				97	2	1	SP
	S-8	18.30-18.75	1.98	29.2				97	2	1	SP
	S-9	19.55-20.00	2.05	25.3				96	3	1	SP
	S-10	23.55-24.00	1.91	27.4				98	1	1	SP
	S-11	25.55-26.00	2.05	22.7				92	7	1	SP-SM
	S-12	27.55-28.00	2.04	19.6				71	19	10	SM
	S-13	29.55-30.00	1.94	30.6				92	6	2	SP-SM
S-14	31.55-32.00	1.98	28.2				94	5	1	SP-SM	
S-15	35.55-36.00	2.12	17.5				71	18	11	SM	
K63M1	S-1	2.55-3.00	1.70	47.1	43.0	23.4	19.6	10	50	40	CL
	S-2	4.05-4.50	1.68	53.1	44.0	22.9	21.1	7	47	46	CL

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m ³)	W _n (%)	W _L (%)	W _P (%)	I _p (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION	
								SAND	SILT	CLAY		
K66M2	S-3	5.55-6.00	1.66	55.6	44.5	21.1	23.4	1	47	52	CL	
	S-4	7.05-8.00	1.66	57.7	46.0	21.6	24.4	2	48	50	CL	
	S-5	8.55-9.00	2.06	21.0				92	6	2	SP-SM	
	S-6	10.05-10.50	2.10	20.1				96	3	1	SP	
	S-7	11.55-12.00	1.88	36.4	38.0	19.9	18.1	11	49	40	CL	
	S-8	14.55-15.00	2.00	23.7				90	7	3	SP-SM	
	S-9	16.05-16.50	1.96	24.3				93	5	2	SP-SM	
	S-10	17.55-18.00	1.94	28.0				92	6	2	SP-SM	
	S-11	19.05-19.50	1.94	28.4				92	6	2	SP-SM	
	S-12	20.55-21.00	2.02	25.2				89	7	4	SM	
	S-13	22.05-22.50	1.97	26.1				94	4	2	SP-SM	
	S-14	23.55-24.00	1.59	25.6				94	4	2	SP-SM	
	K72M3	S-3	5.55-6.00	1.80	44.0				51	31	18	ML
		S-4	7.55-8.00	1.92	33.4				55	30	15	SM
S-5		9.55-10.00	2.03	33.4				52	30	18	SM	
S-6		11.55-12.00	2.10	25.7				82	17	1	SM	
S-7		13.55-14.00	2.08	23.4				79	19	2	SM	
S-8		15.55-16.00	2.04	27.0				90	9	1	SP-SM	
S-9		17.55-18.00	2.06	24.8				92	7	1	SP-SM	
S-10		19.55-20.00	2.13	24.5				82	16	2	SM	
S-11		21.55-22.00	2.02	25.4				75	14	1	SM	
S-12		24.55-25.00	2.18	20.2				74	23	3	SM	
S-3		4.05-4.50	1.85	33.8				51	31	18	SM	
S-4		5.55-6.00	1.83	36.1	34.0	21.1	12.9	44	38	18	CL	
S-5		7.05-7.50	1.94	28.1				75	16	9	SM	
S-6		8.55-9.00	2.03	20.9				92	6	2	SP-SM	
S-7	10.05-10.50	1.95	21.6				94	5	1	SP		
S-8	11.55-12.00	2.13	24.5				90	8	2	SP-SM		
S-9	13.05-13.50	1.95	27.3				92	6	2	SP-SM		
S-10	14.55-15.00	2.01	22.7				92	6	2	SP-SM		
S-11	16.05-16.50	2.06	22.0				90	8	2	SP-SM		
S-12	17.55-18.00	1.97	24.9				92	6	2	SP-SM		
S-13	19.05-19.50	2.01	22.4				91	7	2	SP-SM		
S-14	20.55-21.00	1.99	18.9				90	8	2	SP-SM		

TABLE SUMMARY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES

HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m)	TOTAL UNIT WT. (t/m3)	W _n (%)	WL (%)	WP (%)	I _p (%)	GRAIN SIZE%			UNIFIED CLASSIFICATION
								SAND	SILT	CLAY	
K15M4	S-15	24.55-25.00	1.99	25.3				93	5	2	SP-SM
	S-1	2.55-3.00	1.92	23.3				97	2	1	SP
	S-2	4.05-4.50	1.88	16.8				97	2	1	SP
	S-3	5.55-6.00	1.93	22.0				97	2	1	SP
	S-4	7.05-7.50	1.87	24.8				98	1	1	SP
	S-5	8.55-9.00	2.05	22.0				98	1	1	SP
	S-6	10.05-10.50	1.99	22.9				97	2	1	SP
	S-7	11.55-12.00	1.91	19.0				94	5	1	SP
	S-8	13.05-13.50	2.05	20.6				97	2	1	SP
	S-9	14.55-15.00	2.00	20.8				95	3	2	SP
	S-10	16.05-16.50	2.06	21.8				97	2	1	SP
	S-11	17.55-18.00	1.91	27.9				99	0	1	SP
	S-12	19.05-19.50	2.09	19.8				87	8	5	SP-SM
	S-13	20.55-21.00	2.04	22.3				91	6	3	SP-SM
	S-14	22.05-22.50	1.99	24.0				85	10	5	SM
S-15	24.55-26.00	1.95	25.7				90	8	2	SP-SM	

高雄港老舊碼頭土壤之物理特性

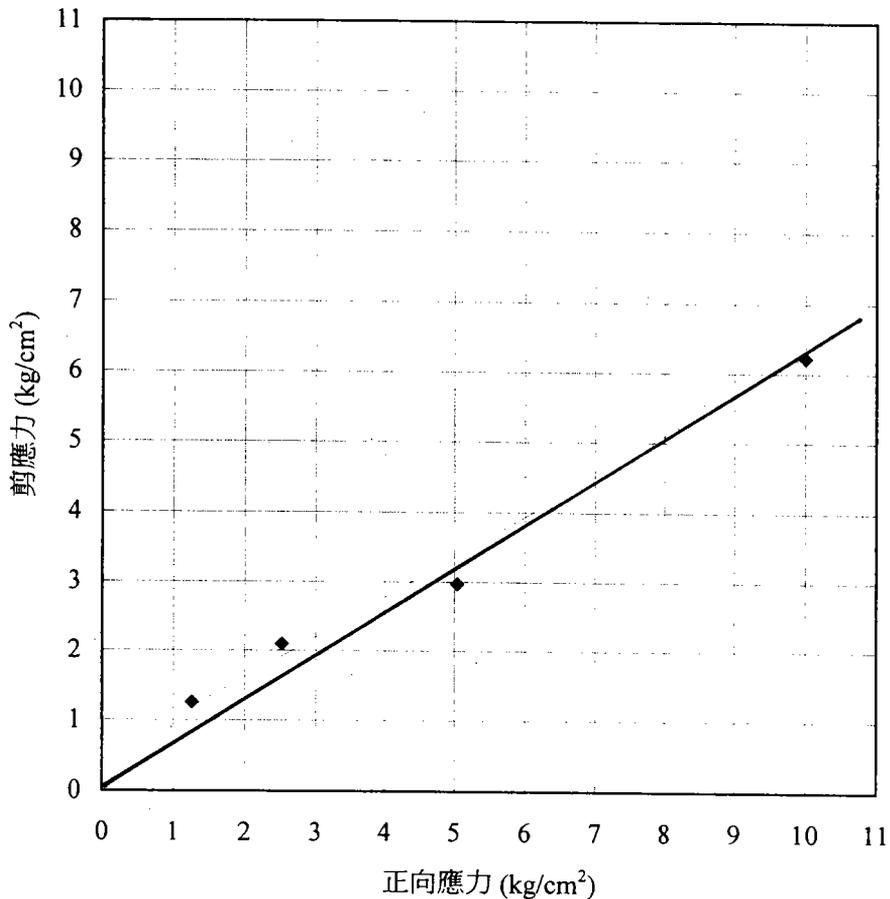
試體編號	深度 (m)	濕單位重 (γ_t)	含水量 (w%)	比重 (Gs)	液限 (L.L.)	塑限 (P.L.)	塑性指數 (P.I.)	粒徑分佈 (%)		統一分類
								砂	沉泥粘土	
KSB1T2	21.0 - 21.8	1.947	21.34	2.70				65	33	2 SM
KSB1T3	25.0 - 25.8	1.909	32.02	2.70				55	43	2 SM
KSB2T3	25.0 - 25.8	1.990	20.38	2.70				74	25	1 SM
KSB2T4	27.0 - 27.8	1.975	24.69	2.69				55	43	2 SM
KSB3T1	8.0 - 8.8	1.854	22.76	2.67				96	4	0 SM
KSB3T2	20.0 - 20.8	1.965	22.29	2.68				55	39	6 SM-ML
KSB4T3	21.0 - 21.8	1.989	22.33	2.70				70	28	2 SM
KSB5T2	17.5 - 18.3	1.967	19.38	2.69				71	27	2 SM
KSB5T3	22.0 - 22.8	1.984	25.67	2.69	20.9			55	42	3 SM-ML
KSB6T3	25.5 - 26.3	1.890	27.50	2.69				61	36	3 SM
KSB7T3	22.5 - 23.2	1.917	30.95	2.70				62	36	2 SM
KSB7T4	25.0 - 25.8	1.953	28.30	2.70				62	35	3 SM
KSB8T2	19.0 - 19.8	1.962	24.08	2.64	22.0	18.0	4.01	4	84	12 CL-ML
KSB9T2	15.0 - 15.8	1.881	34.50	2.69				61	35	4 SM
KSB9T3	19.0 - 19.8	2.107	20.00	2.69				68	28	4 SM
KSB10T1	11.0 - 11.8	1.905	19.50	2.63	27.0	18.3	8.7	18	70	12 CL
KSB10T2	15.8 - 16.6	2.143	15.21	2.70				90	8	2 SM
KSB10T3	22.0 - 22.8	2.153	18.10	2.70				82	16	2 SM
KSB11T2	10.0 - 10.8	1.877	19.37	2.67				93	7	0 SM
KSB11T3	14.2 - 15.0	1.968	25.90	2.68				80	18	2 SM
KSB12T2	12.5 - 13.3	1.986	28.60	2.69	22.5	14.9	7.6	27	64	9 CL
KSB12T4	22.0 - 22.8	1.978	29.63	2.69	21.0	-		60	38	2 SM-ML
KSB12T5	23.5 - 24.3	2.059	25.01	2.72				75	23	2 SM

直接剪力試驗結果綜合表

孔號	土樣 編號	土壤 分類	深度 m	W_n %	Y_d t/m ³	C, Kg/cm ²	ϕ , degree
B-1	T-4	SM	27.0-27.8	32.4	1.46	0	33
B-2	T-1	SM	17.0-17.8	32.5	1.46	0.2	31.5
B-3	T-3	SM	24.0-24.8	27.7	1.51	0.5	34.5
B-3	T-4	SM	26.0-26.8	26.8	1.55	0.2	38.5
B-4	T-4	SM	25.0-25.8	29.3	1.62	0.5	34.5
B-5	T-4	SM	26.0-26.8	26.6	1.62	0.3	34.0
B-6	T-2	SM	21.0-22.3	26.7	1.59	0.4	30.8
B-7	T-2	SM	19.0-19.8	30.8	1.47	0.4	35.0
C-3	T-1	SM	12.0-12.8	23.8	1.60	0	35.9
C-4	T-1	SM	12.1-12.9	22.9	1.56	0	38.4
C-4	T-3	SM	19.7-20.5	20.9	1.65	0	37.7
C-5	T-3	SM	10.1-10.9	21.0	1.56	0	38.6
C-6	T-2	SM	14.1-14.9	28.0	1.46	0	32.8
C-6	T-3	SM	18.1-18.7	21.2	1.63	0	40.4
C-7	T-2	SM	14.5-15.3	22.8	1.53	0	36.9
C-7	T-4	SM	25.0-25.8	29.9	1.45	0	33.9
C-8	T-3	SM	16.9-17.7	26.4	1.54	0	41.4
C-9	T-4	SM	27.0-27.8	22.4	1.55	0	34.7
C-10	T-1	SM	8.0-8.88	21.3	1.59	0	33.0
C-11	T-1	SM	5.5-6.3	22.7	1.54	0	36.4

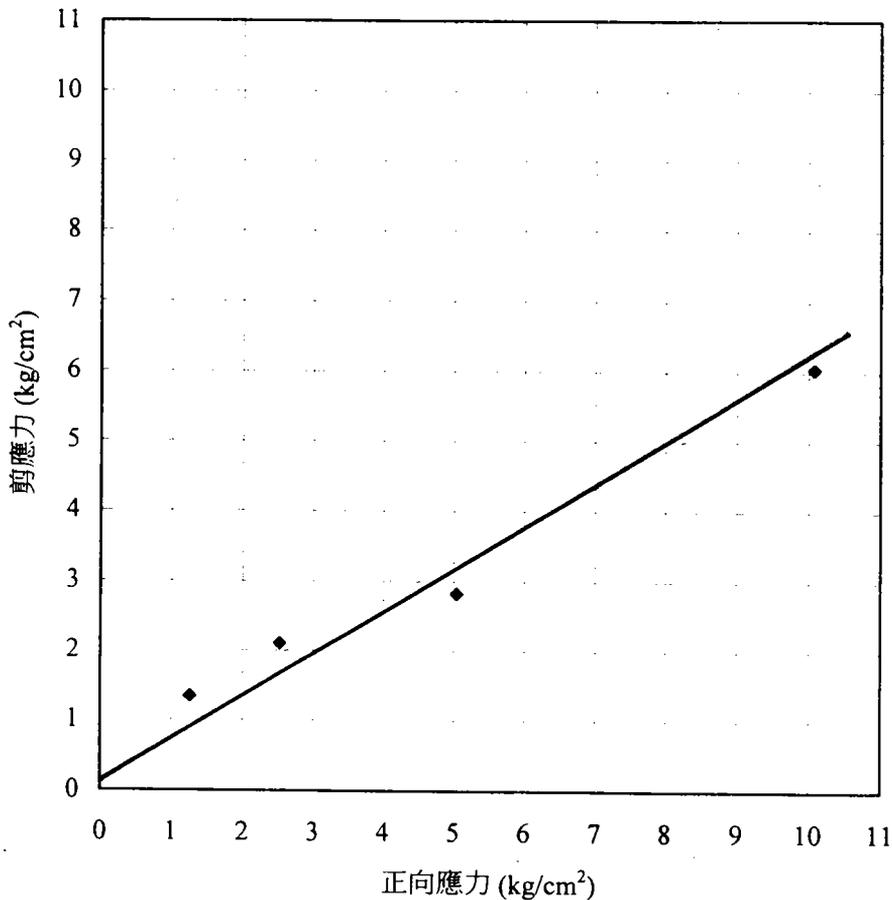
碼頭編號	新濱 碼頭	試驗日期		試驗者	
孔號	B-1	試樣編號	T-4	土樣分類	S M
土樣描述	中細砂	液限		塑限	
				深度	27-27.8M

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-4-1		1.26	32.02	1.455	34.93	1.544	1.26
T-4-2		2.52	25.8	1.53	23.71	1.696	2.10
T-4-3		5.04	35.4	1.444	29.71	1.62	2.97
T-4-4		10.00	36.51	1.42	29.65	1.687	6.22
φ角		33°					



碼頭編號	新濱 碼頭	試驗日期		試驗者	
孔號	B-2	試樣編號	T-1	土樣分類	S M
土樣描述	中細砂 夾沉泥	液限		塑限	
				深度	17-17.8M

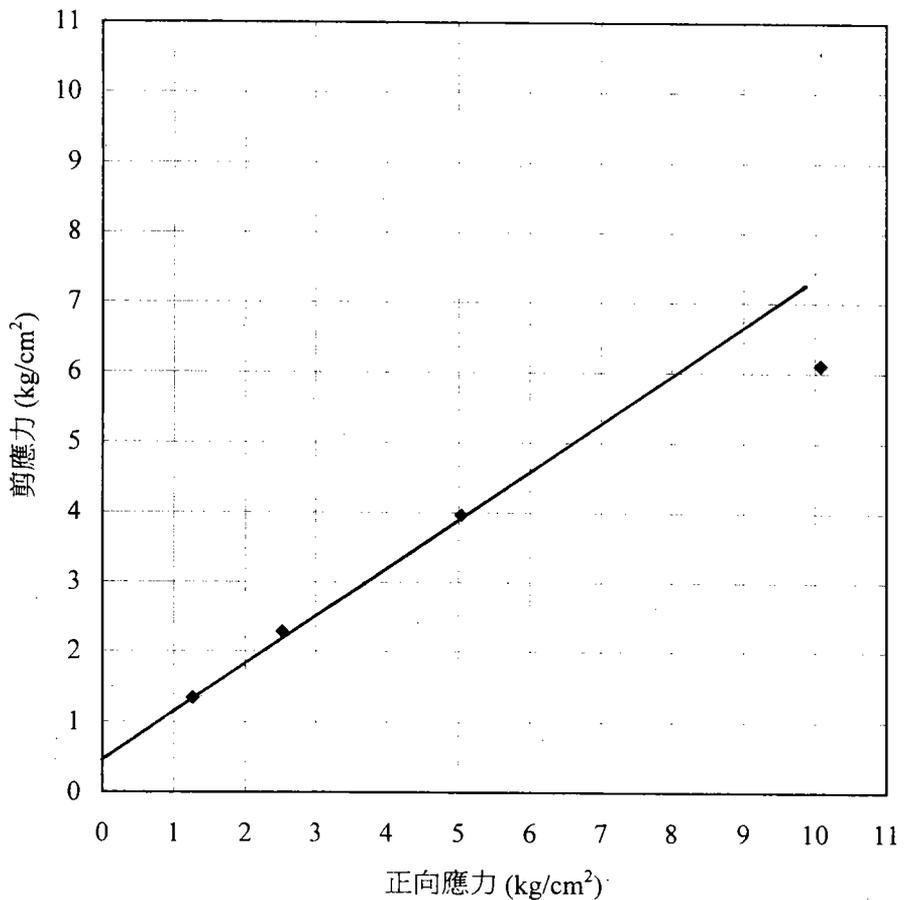
試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-1-1		1.26	29.73	1.499	20.95	1.629	1.34
T-1-2		2.52	31.28	1.455	20.98	1.613	2.11
T-1-3		5.04	33.23	1.455	22.21	1.761	2.83
T-1-4		10.08	35.8	1.431	24.84	1.828	6.05
φ角		28.1°					



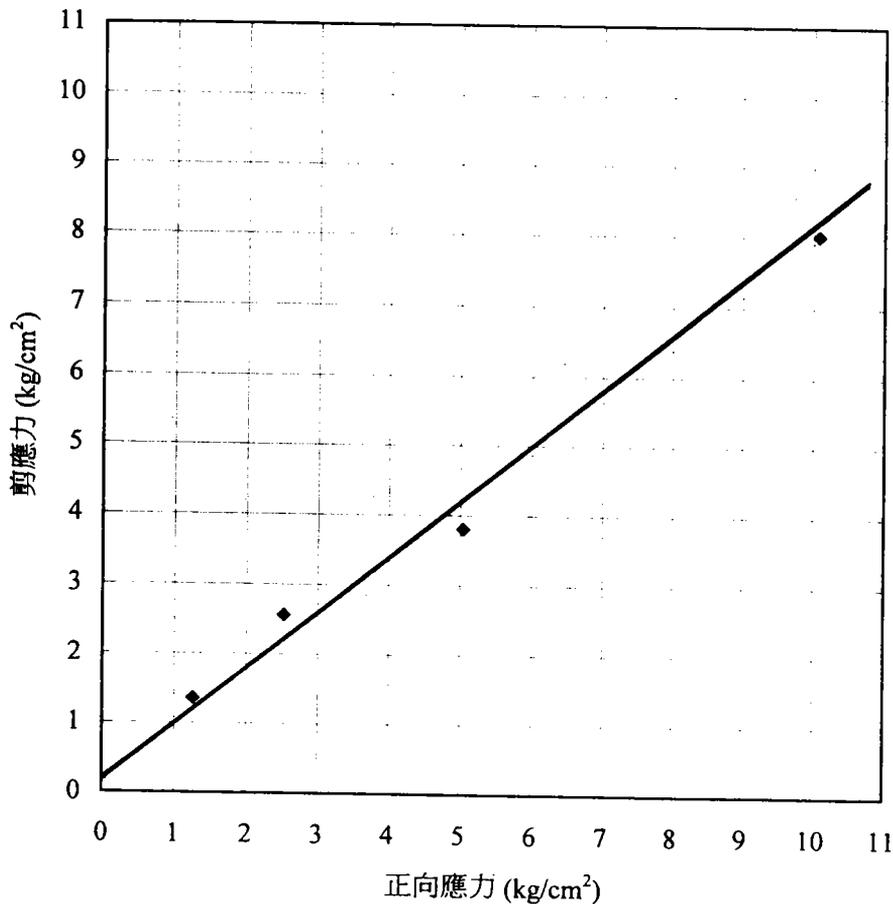
碼頭編號	No 1 碼頭	試驗日期		試驗者	
孔號	B-3	試樣編號	T-3	土樣分類	SM
土樣描述	中細砂	液限		塑限	
				深度	24-24.8M

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-3-1		1.26	29.65	1.47	27.06	1.563	1.34
T-3-2		2.52	27.19	1.541	25.97	1.65	2.28
T-3-3		5.04	28.27	1.508	23.74	1.76	3.97
T-3-4		10.08	25.66	1.509	20.23	1.809	6.11

φ角	c = 0.5	φ = 34.5°
----	---------	-----------

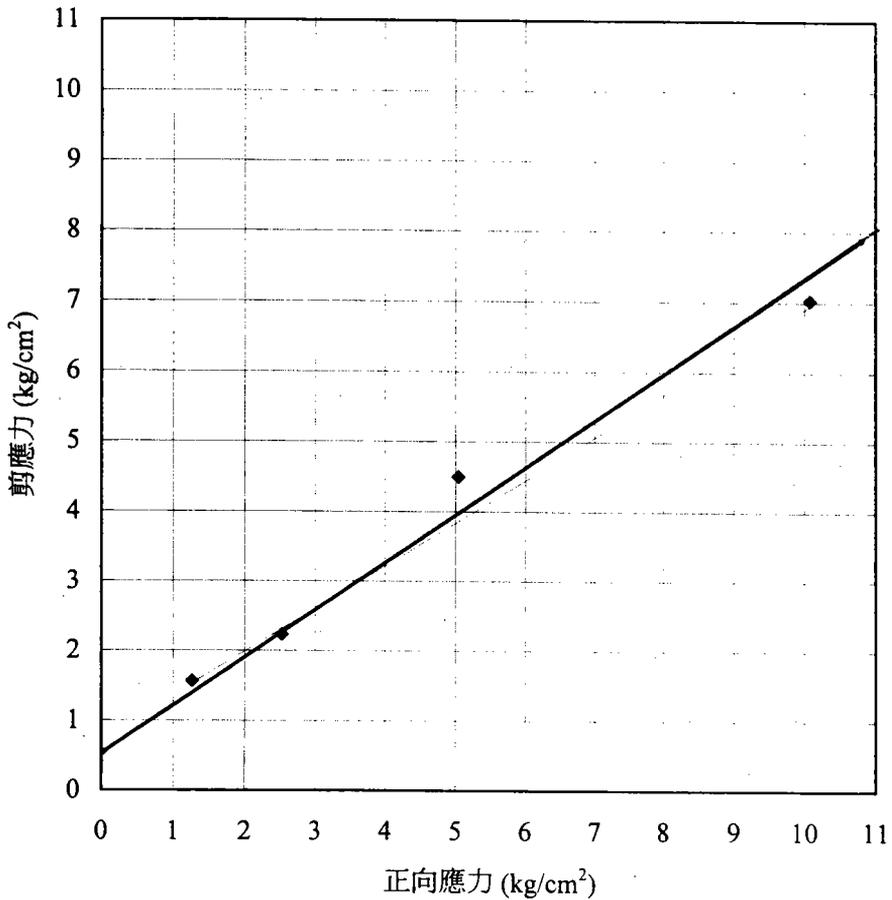


碼頭編號	No 1 碼頭	試驗日期		試驗者			
孔號	B-3	試樣編號	T-4	土樣分類	SM		
土樣描述	細砂	液限		塑限			
				深度	26-26.8		
試體序號	標記	正向應力	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力
NO.		kg/cm ²	W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	kg/cm ²
T-4-1		1.26	19.67	1.634	17.74	1.82	1.36
T-4-2		2.52	29.93	1.535	27.17	1.68	2.57
T-4-3		5.04	30.11	1.502	25.84	1.838	3.81
T-4-4		10.08	27.42	1.545	22.96	1.898	8.02
φ角		C=0.2		38.5°			

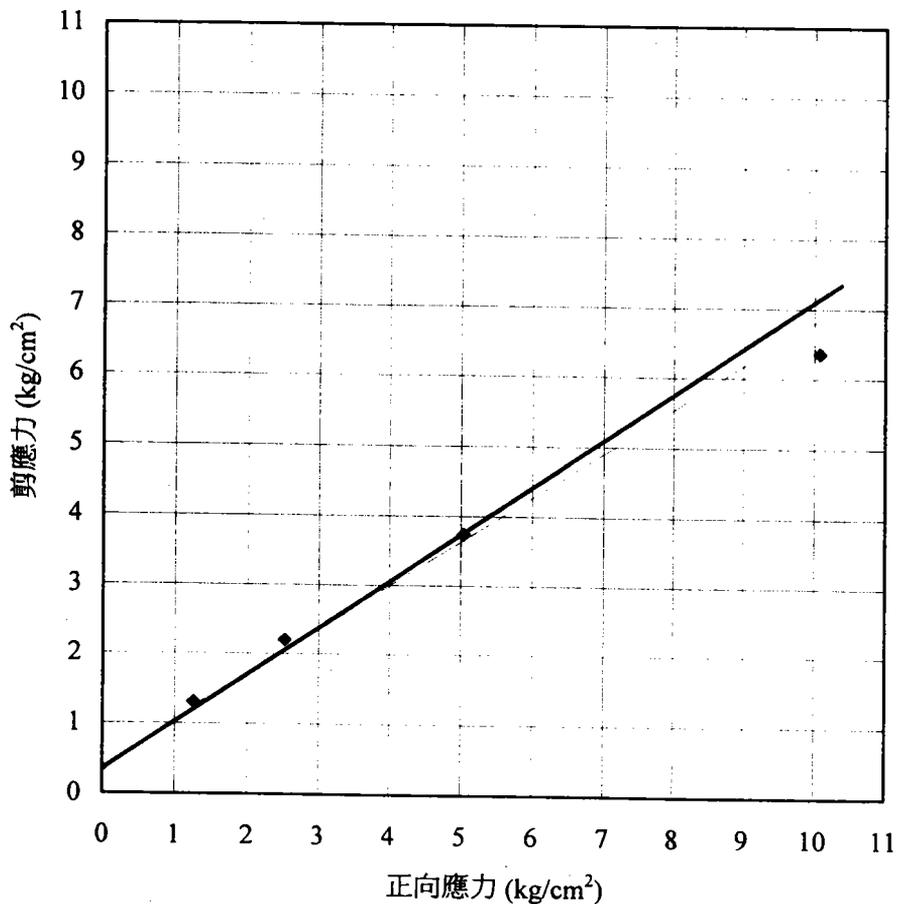


碼頭編號	No 2 碼頭	試驗日期		試驗者	
孔號	B-4	試樣編號	T-4	土樣分類	SM 比重
土樣描述	細砂	液限		塑限	深度 25-25.8

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-4-1		1.26	25.95	1.716	19.15	1.881	1.57
T-4-2		2.52	30.6	1.615	21.11	1.923	2.23
T-4-3		5.04	28.48	1.635	19.75	2.005	4.50
T-4-4		10.08	32.06	1.508	23.88	1.914	7.03
φ角		c = 0.5		34.5°			

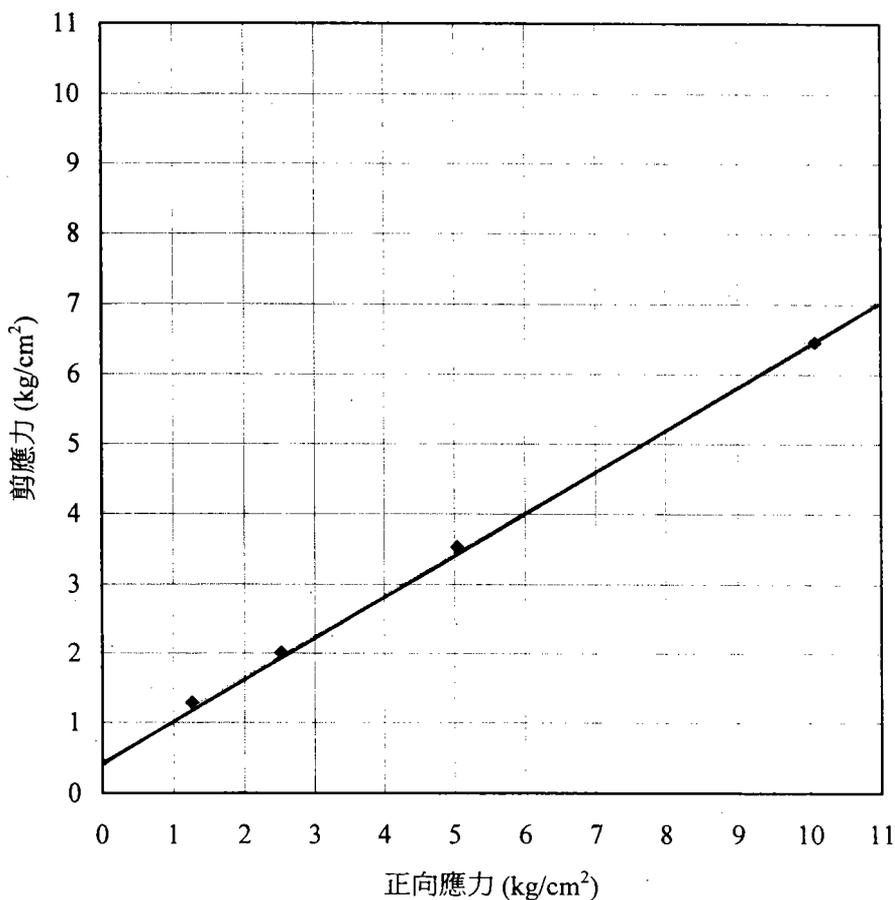


碼頭編號	No 3 碼頭	試驗日期		試驗者			
孔號	B-5	試樣編號	T-4	土樣分類	SM		
土樣描述	粉細砂	液限		塑限	深度 26-26.8M		
試體序號	標記	正向應力	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力
NO.		kg/cm ²	W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	kg/cm ²
T-4-1		1.26	23.77	1.704	22.07	1.833	1.31
T-4-2		2.52	26.23	1.649	20.68	1.807	2.20
T-4-3		5.04	29.94	1.604	22.77	1.85	3.74
T-4-4		10.08	26.56	1.542	21.02	1.92	6.36
φ角		c=0.3	34		34		



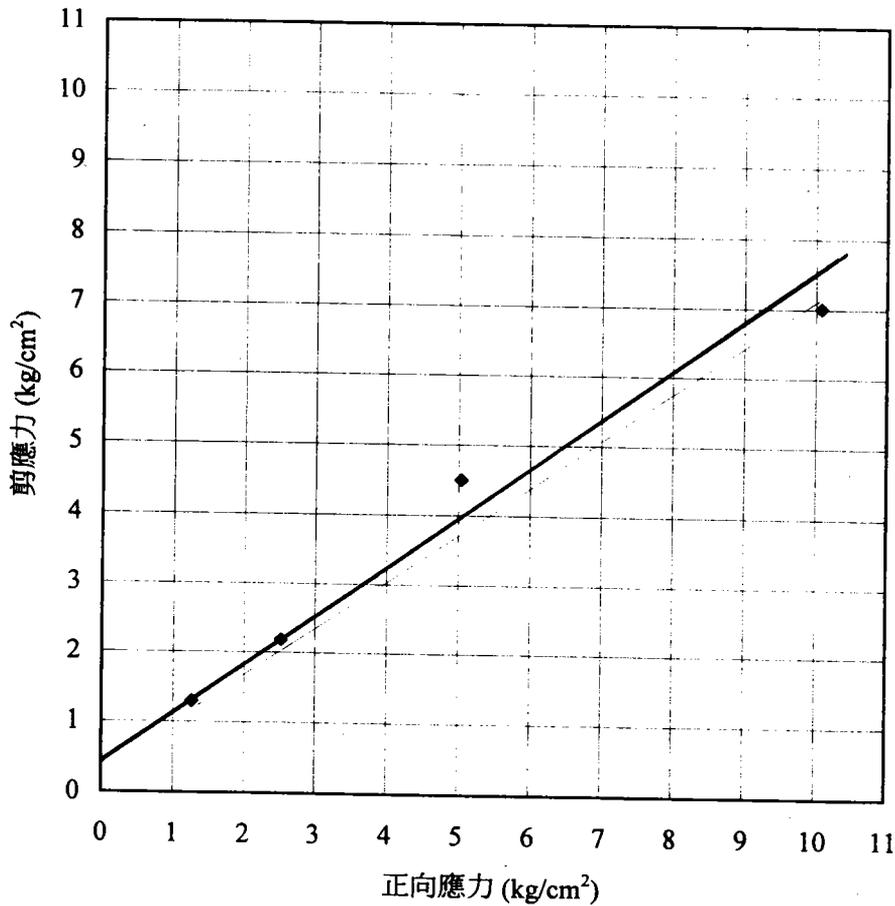
碼頭編號	No 17 碼頭		試驗日期		試驗者	
孔號	B-6	試樣編號	T-2	土樣分類	SM	比重
土樣描述	粉細砂		液限	塑限	深度	21.5-22.3 M

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-2-1		1.26	28.67	1.604	21.51	1.715	1.29
T-2-2		2.52	20.44	1.787	20.35	1.993	2.02
T-2-3		5.04	32.58	1.453	22.75	1.656	3.53
T-2-4		10.08	25.02	1.508	22.15	1.822	6.46
φ角		c=0.4	30.8°				



碼頭編號	No 17 碼頭	試驗日期		試驗者	
孔號	B-7	試樣編號	T-2	土樣分類	SM 比重
土樣描述	細砂	液限		塑限	深度 19-19.8M

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-2-1		1.26	30.63	1.468	29.17	1.585	1.29
T-2-2		2.52	28.92	1.457	29.3	1.595	2.19
T-2-3		5.04	25.35	1.448	24.09	1.776	4.51
T-2-4		10.08	38.46	1.491	23.22	1.791	7.01
φ角		C=0.4		φ=35°			



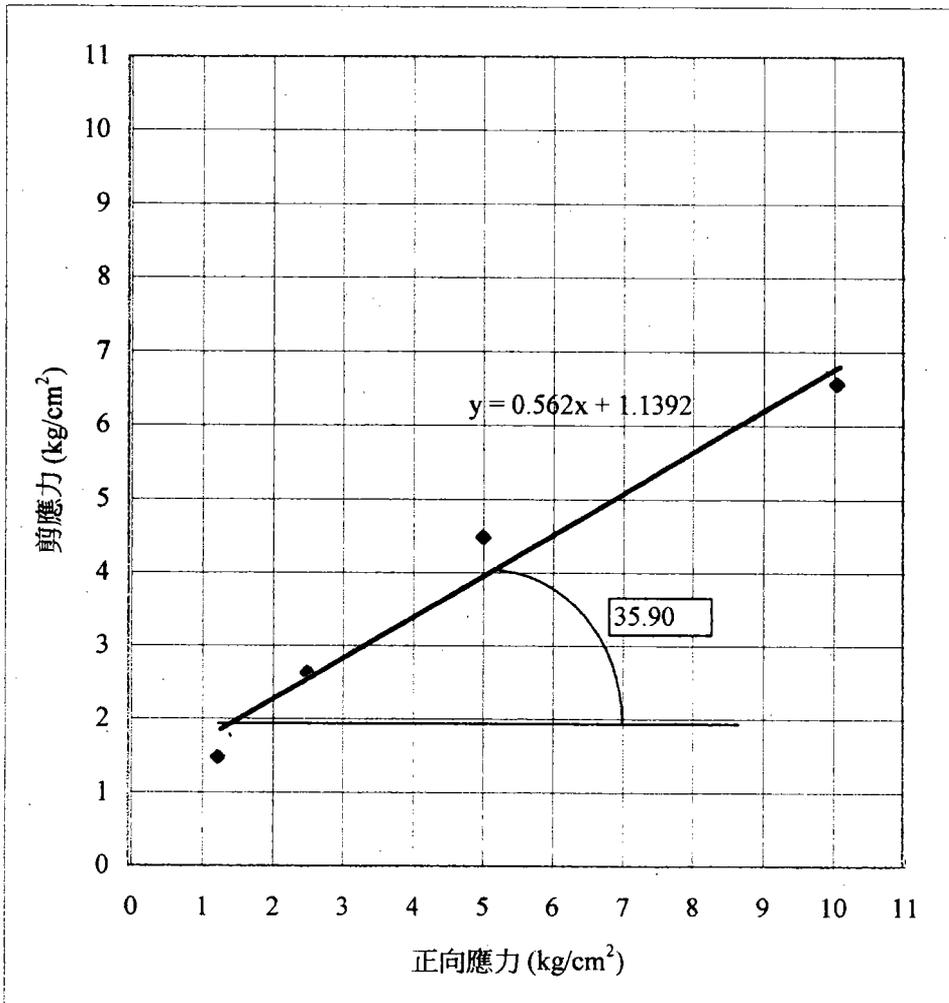
台灣省政府交通處
港灣技術研究所

盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	1	碼頭	試驗日期		試驗者	李春榮	
孔號	C-3	試樣編號	T-1	土樣分類	SM	比重	
土樣描述	中細砂		液限	塑限	深度	12-12.8M	
試體序號	標記	正向應力	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力
NO.		kg/cm ²	W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	kg/cm ²
T-1-1		1.26	21.07	1.685	24.44	1.818	1.48
T-1-2		2.52	27.01	1.56	27.21	1.66	2.64
T-1-3		5.04	24.45	1.593	21.4	1.843	4.49
T-1-4		10.08	22.72	1.546	20.44	1.946	6.57
φ角		35.9					



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

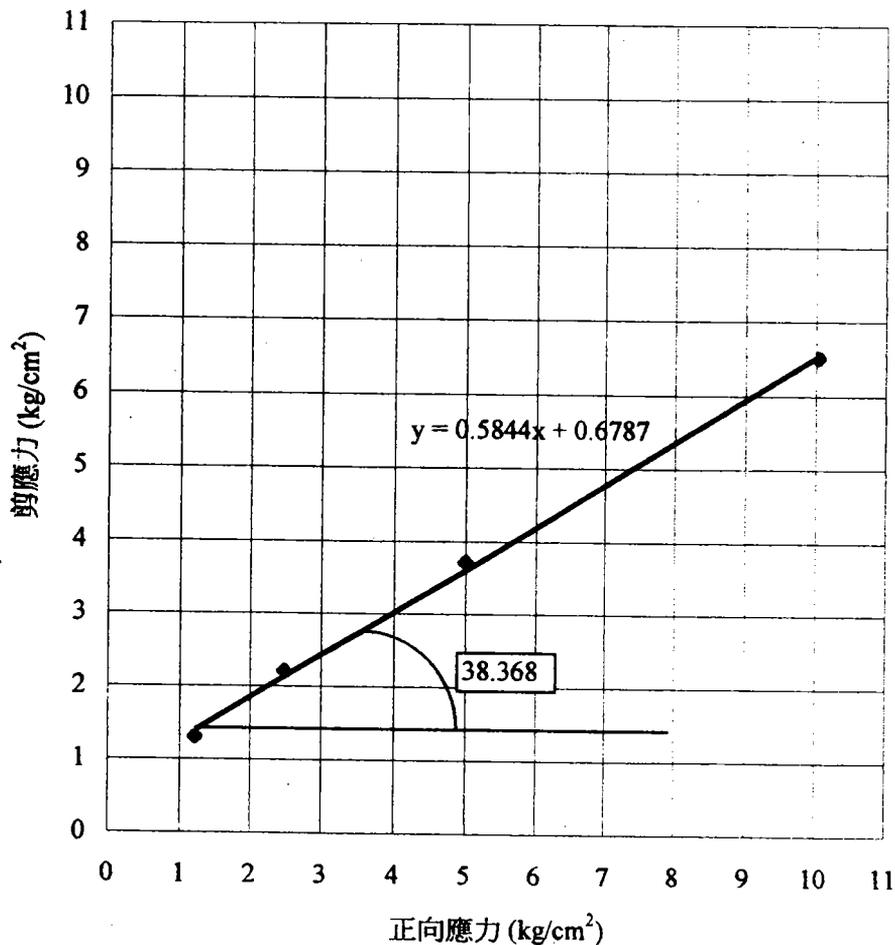
盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	72 碼頭	試驗日期		試驗者	李春榮
孔號	C-4	試樣編號	T-1	土樣分類	SM
土樣描述	粉細砂	液限		塑限	
				深度	12.1-12.9 M

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-1-1		1.26	23.35	1.545	26.93	1.705	1.31
T-1-2		2.52	22.66	1.557	25.65	1.709	2.21
T-1-3		5.04	22.48	1.536	25.35	1.751	3.72
T-1-4		10.08	23.25	1.569	19.9	1.812	6.52
φ角		38.368					



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

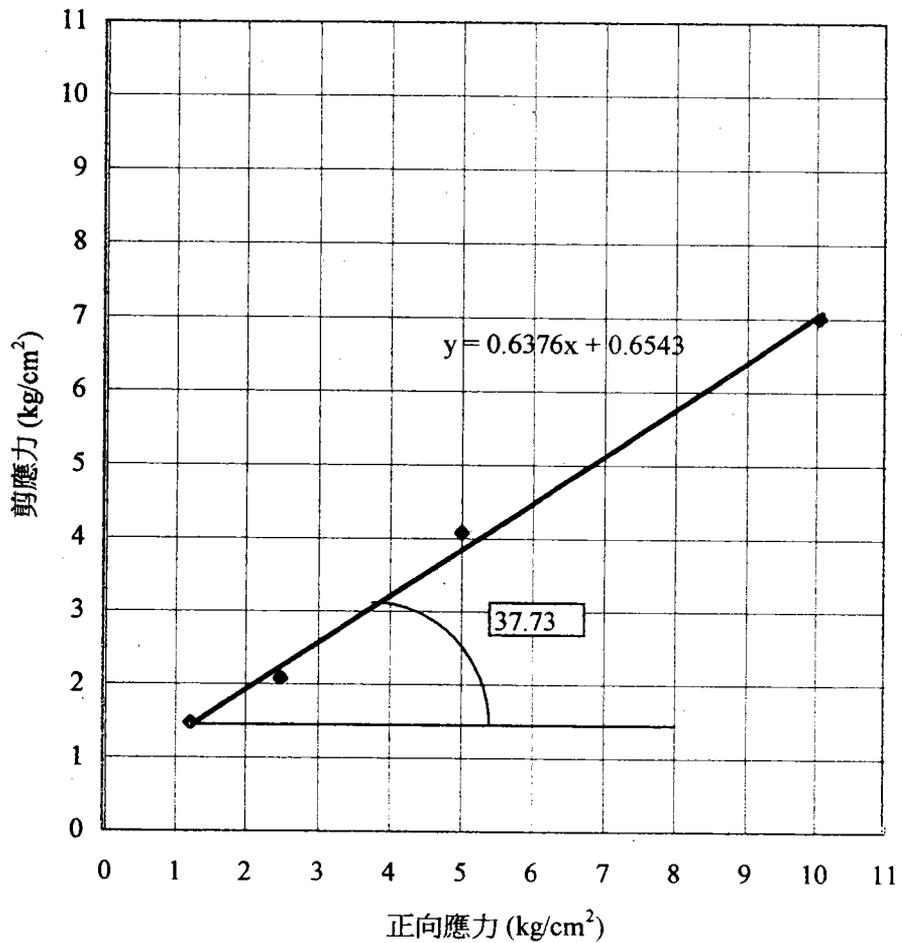
盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	72 碼頭	試驗日期		試驗者	李春榮	
孔號	C-4	試樣編號	T-3	土樣分類	SM	比重
土樣描述	粉細砂	液限		塑限		深度 19.7-20.5 M

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-3-1		1.26	22.25	1.617	25.44	1.858	1.48
T-3-2		2.52	21.34	1.592	14.29	1.893	2.09
T-3-3		5.04	17.69	1.769	17.07	1.992	4.09
T-3-4		10.08	22.43	1.627	19.8	1.97	7.01
φ角		37.73					



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

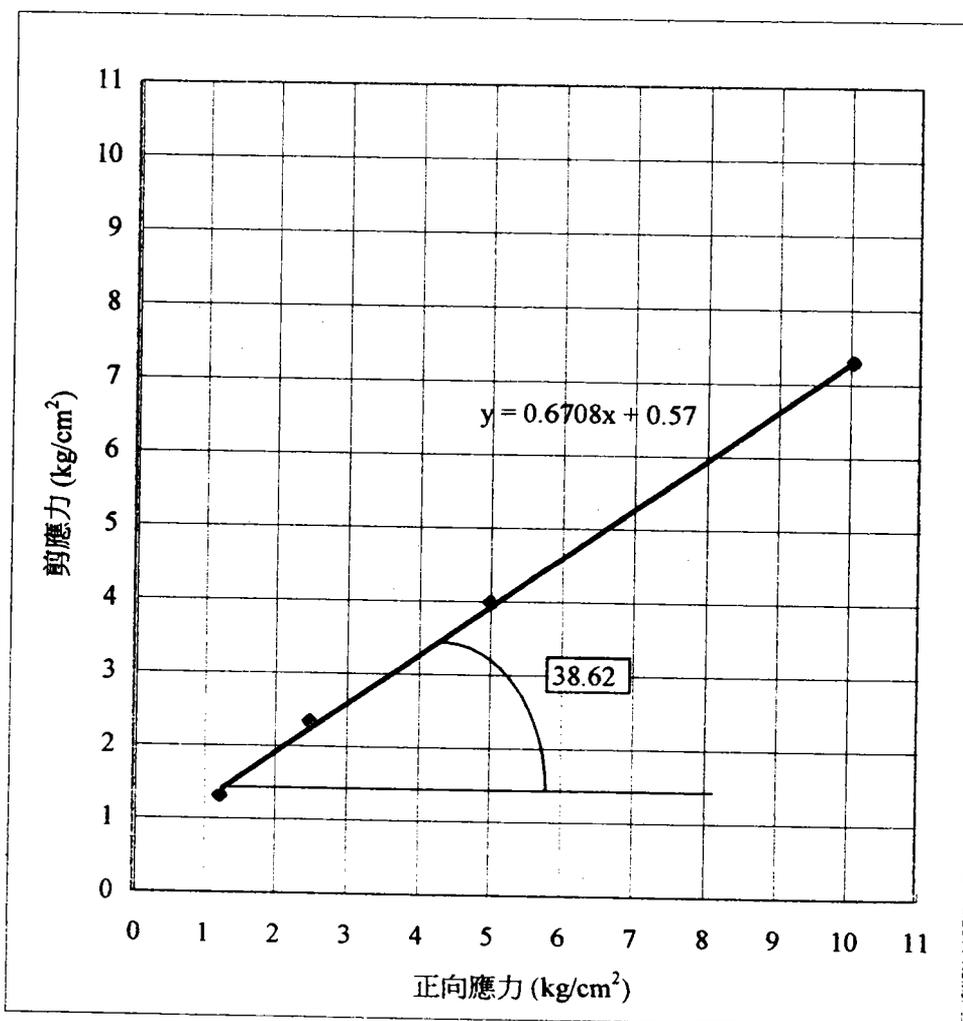
盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	63	碼頭	試驗日期		試驗者	李春榮	
孔號	C-5	試樣編號	T-3	土樣分類	SM	比重	
土樣描述	細砂		液限	塑限	深度	10.1-10.9 M	

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-3-1		1.26	23.99	1.482	18.34	1.606	1.32
T-3-2		2.52	20.24	1.478	17.49	1.59	2.34
T-3-3		5.04	21.7	1.564	22.8	1.798	4.00
T-3-4		10.08	18.2	1.703	17	2.095	7.30
φ角		38.62					



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

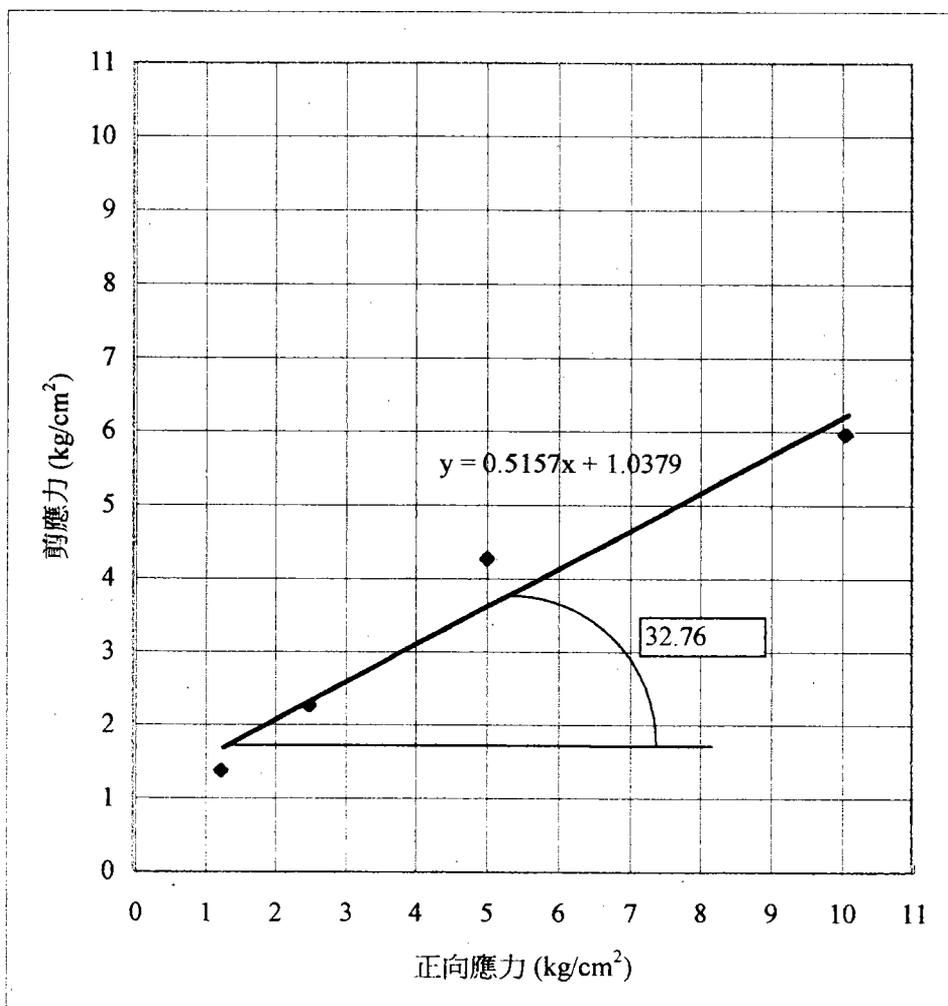
盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	67 碼頭	試驗日期		試驗者	李春榮
孔號	C-6	試樣編號	T-2	土樣分類	SM
土樣描述	細砂	液限		塑限	
				深度	14.1-14.9 M

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-2-1		1.26	33.1	1.446	32.76	1.563	1.38
T-2-2		2.52	28	1.438	29.3	1.589	2.27
T-2-3		5.04	24.97	1.492	22.13	1.706	4.28
T-2-44		10.08	25.75	1.459	21.92	1.664	5.97
φ角		32.76					



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

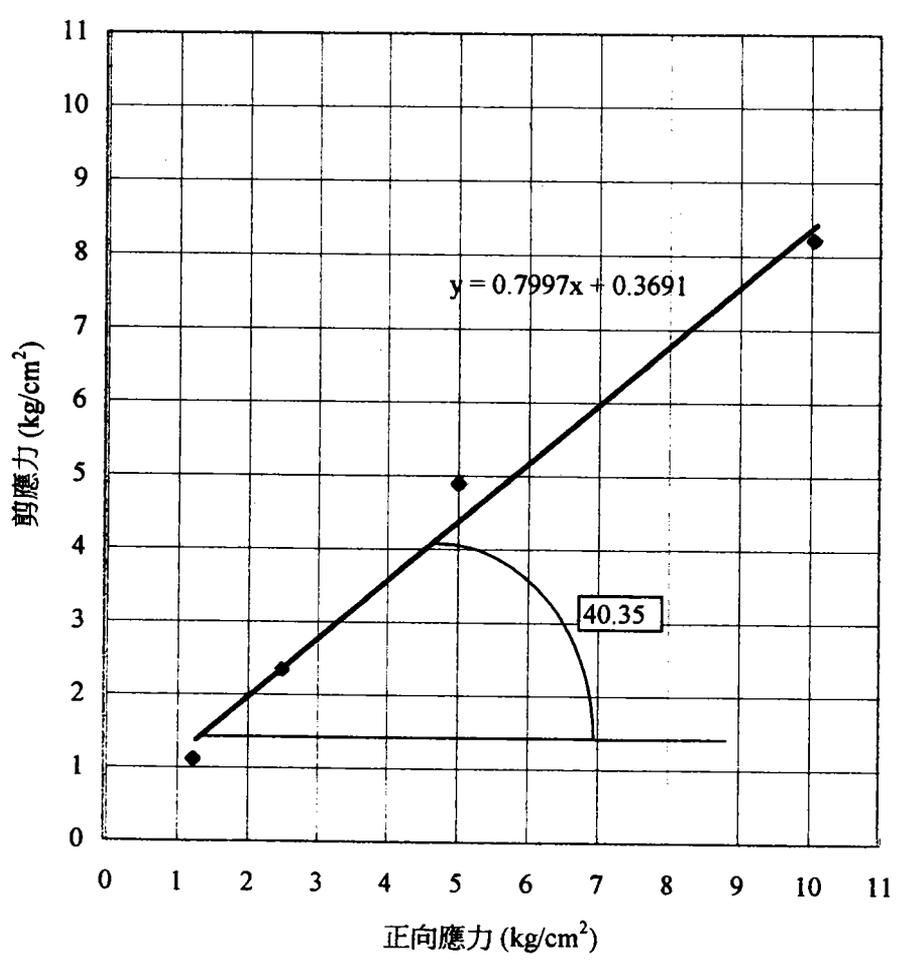
盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	67	碼頭	試驗日期		試驗者	李春榮
孔號	C-6	試樣編號	T-3	土樣分類	SM	比重
土樣描述	細砂		液限	塑限	深度	18.1-18.7 M

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-3-1		1.26	23.21	1.59	25.34	1.618	1.12
T-3-2		2.52	18.6	1.627	24.5	1.731	2.35
T-3-3		5.04	14.6	1.672	21.36	1.998	4.90
T-3-4		10.08	28.23	1.612	24.48	1.974	8.22
φ角		40.35					



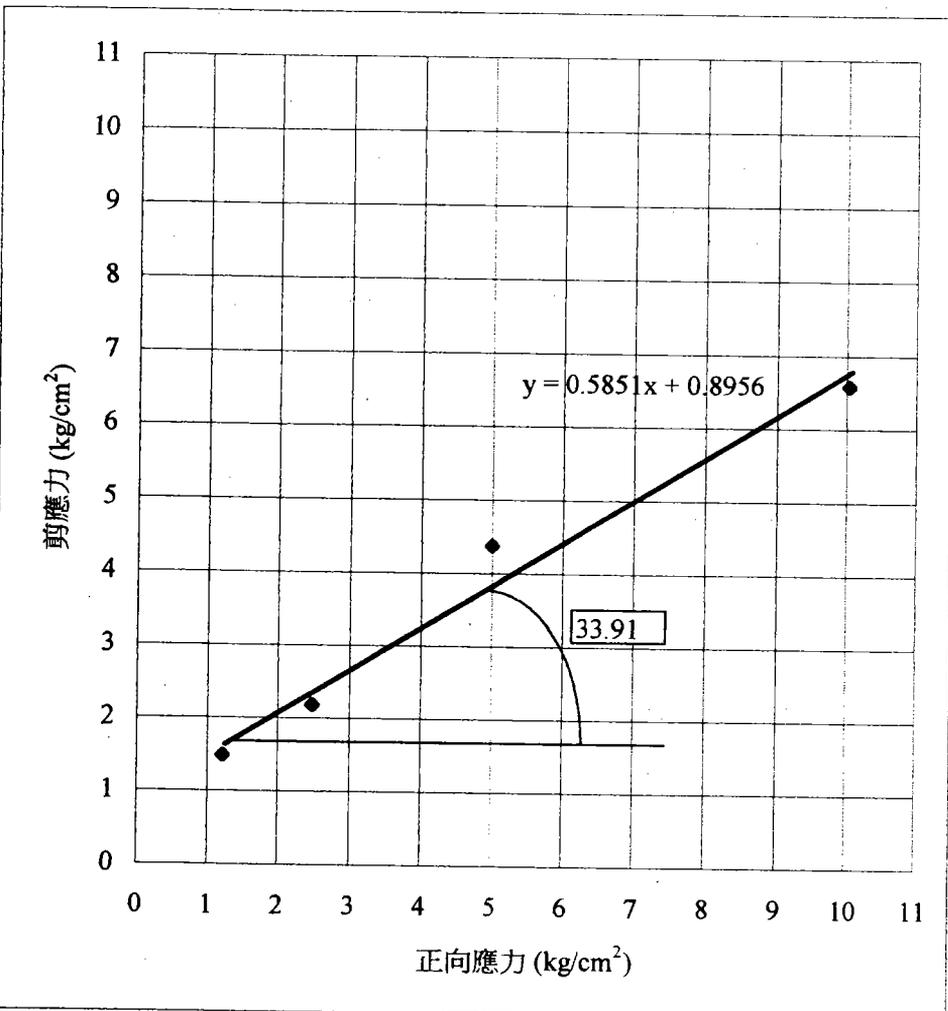
台灣省政府交通處
港灣技術研究所

盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	71 碼頭	試驗日期		試驗者	李春榮		
孔號	C-7	試樣編號	T-4	土樣分類	SM	比重	
土樣描述	細砂		液限	塑限	深度	25.0-25.8 M	
試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-4-1		1.26	26.21	1.511	29.89	1.588	1.49
T-4-2		2.52	33.08	1.401	30.56	1.508	2.18
T-4-3		5.04	27.78	1.459	27.78	1.646	4.38
T-4-4		10.08	32.49	1.432	22.66	1.642	6.59
φ角		33.91					



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

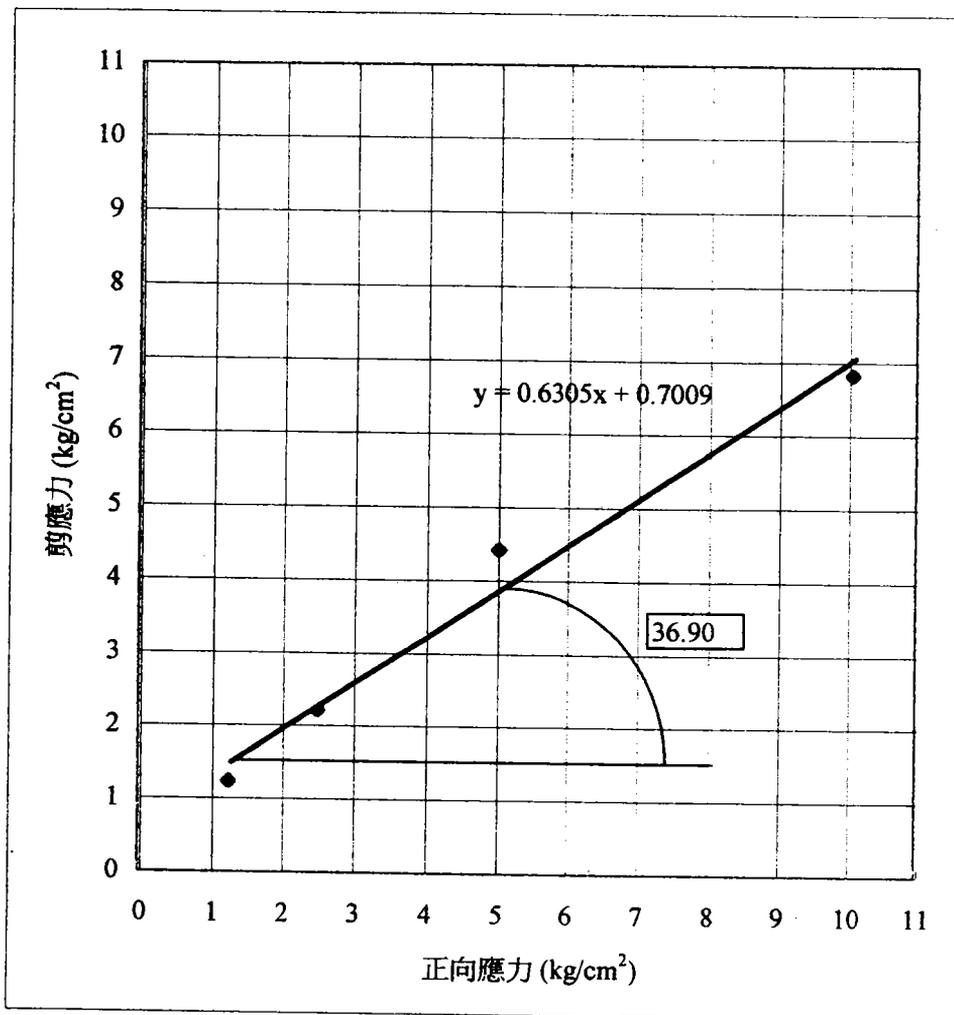
盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	71	碼頭	試驗日期	試驗者	李春榮		
孔號	C-7	試樣編號	T-2	土樣分類	SM	比重	
土樣描述	細砂		液限	塑限	深度 14.5-15.3 M		

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-2-1		1.26	20.24	1.552	24.14	1.629	1.24
T-2-2		2.52	21.32	1.574	26.08	1.737	2.22
T-2-3		5.04	22.31	1.545	23.39	1.742	4.43
T-2-4		10.08	27.53	1.457	23.1	1.811	6.83
φ角							



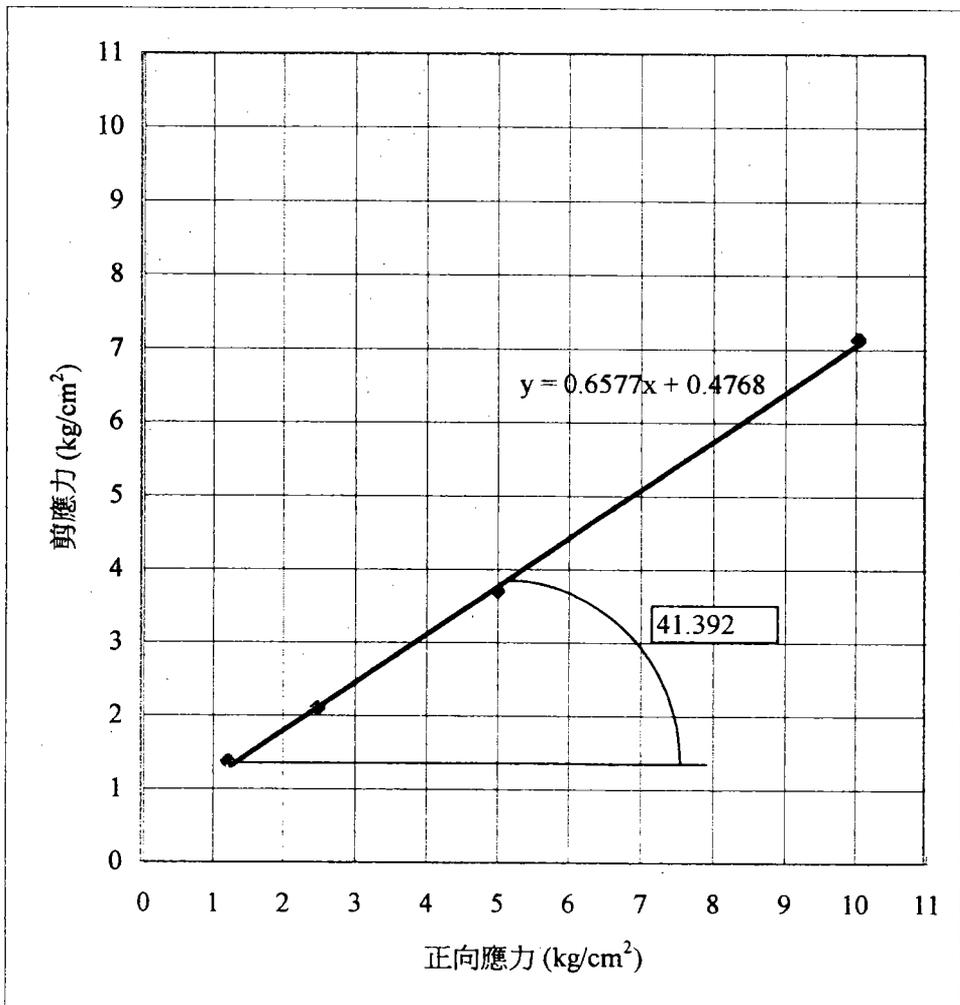
台灣省政府交通處
港灣技術研究所

盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	72	碼頭		試驗日期		試驗者	李春榮	
孔號	C-8	試樣編號	T-3	土樣分類	SM	比重		
土樣描述	細砂		液限		塑限	深度	16.9-17.7 M	
試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²	
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)		
T-3-1		1.26	26.21	1.511	29.89	1.588	1.37	
T-3-2		2.52	24.87	1.54	26.77	1.652	2.11	
T-3-3		5.04	24.51	1.552	24.12	1.759	3.71	
T-3-4		10.08	29.77	1.558	24.19	1.779	7.15	
φ角		41.392						



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

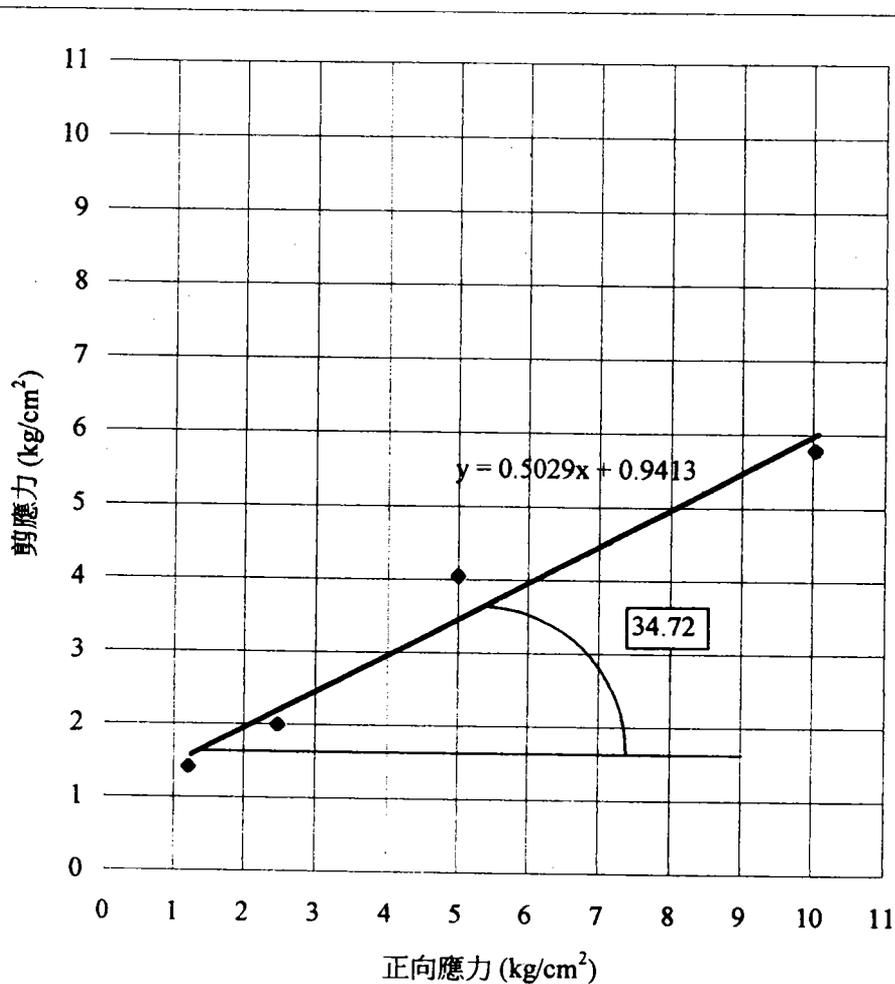
盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	15 碼頭	試驗日期		試驗者	李春榮		
孔號	C-9	試樣編號	T-4	土樣分類	SM	比重	
土樣描述	沉泥質細砂	液限		塑限		深度	27-27.8M

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-4-1		1.26	21.56	1.559	26.08	1.721	1.42
T-4-2		2.52	21.59	1.557	26.26	1.718	2.00
T-4-3		5.04	22.57	1.495	24.07	1.748	4.06
T-4-4		10.08	23.57	1.585	21.45	1.858	5.79
φ角		34.72					



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

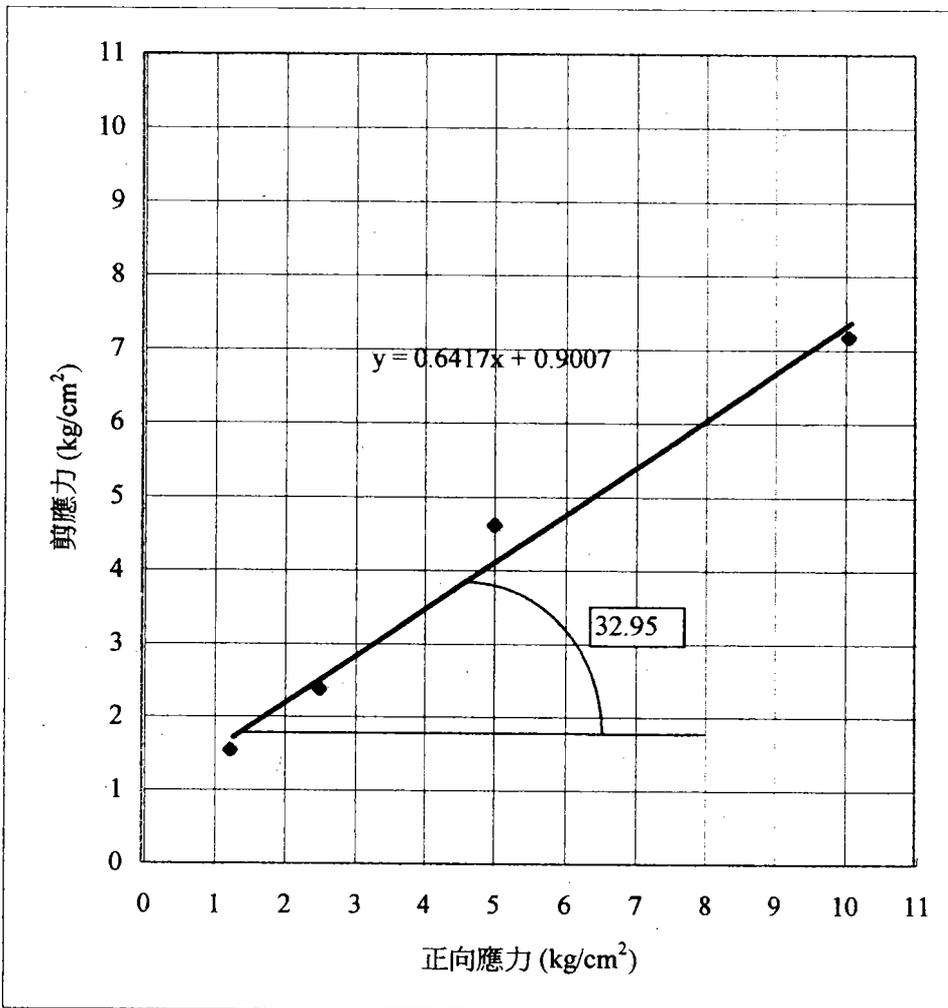
盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	17 碼頭	試驗日期		試驗者	李春榮	
孔號	C-10	試樣編號	T-1	土樣分類	SM	比重
土樣描述	細砂	液限		塑限		深度 8.0-8.88 M

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-1-1		1.26	20.27	1.609	26.23	1.712	1.55
T-1-2		2.52	19.92	1.627	24.96	1.759	2.39
T-1-3		5.04	22.33	1.519	21.95	1.772	4.62
T-1-4		10.08	22.72	1.594	19.1	1.893	7.18
φ角		32.95					



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

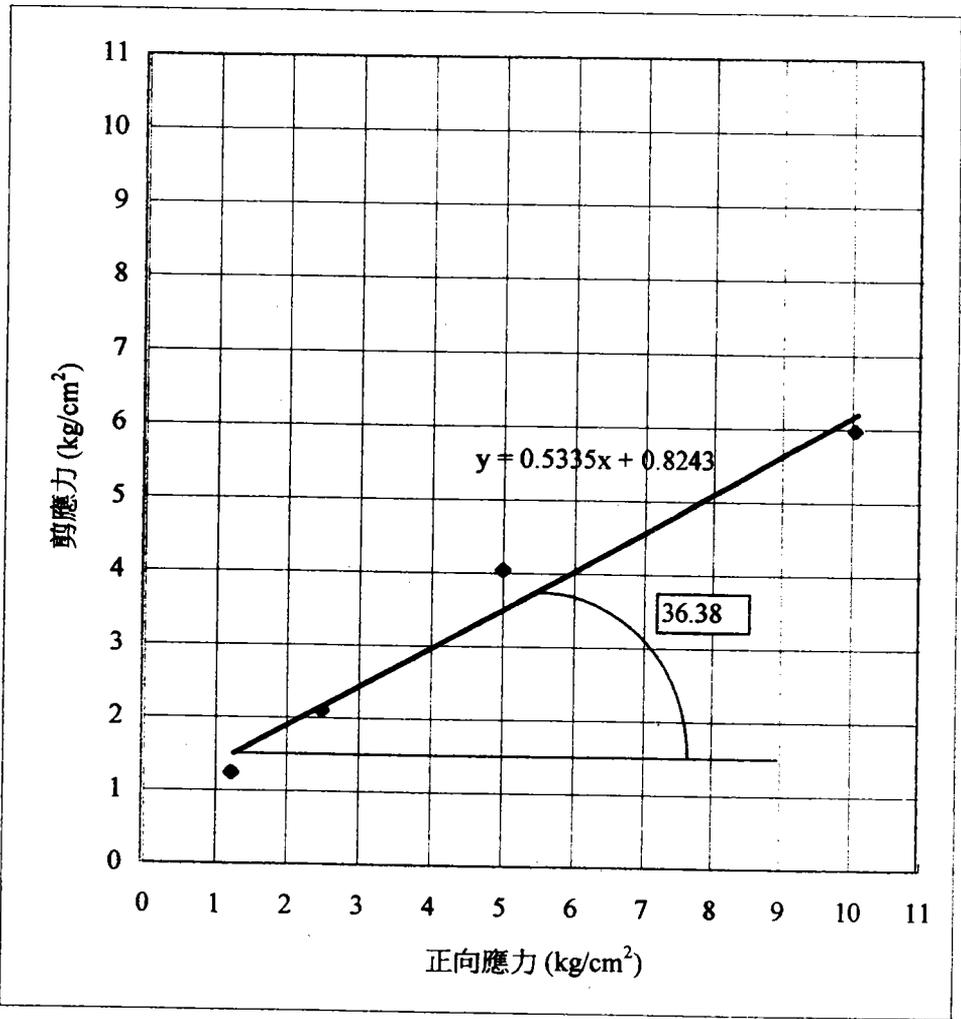
盒式直接剪力試驗

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	15 碼頭	試驗日期		試驗者	李春榮
孔號	C-11	試樣編號	T-1	土樣分類	SM 比重
土樣描述	細砂	液限		塑限	深度 5.5-6.3 M

試體序號 NO.	標記	正向應力 kg/cm ²	壓密試驗前值		壓密試驗後值		剪應力 kg/cm ²
			W(%)	rd(g/cm ³)	W(%)	rd(g/cm ³)	
T-1-1		1.26	22.14	1.543	25.61	1.623	1.24
T-1-2		2.52	23.28	1.538	25.13	1.675	2.11
T-1-3		5.04	21.98	1.527	22.78	1.7	4.05
T-1-4		10.08	23.27	1.549	21.53	1.84	5.98
φ角		36.38					



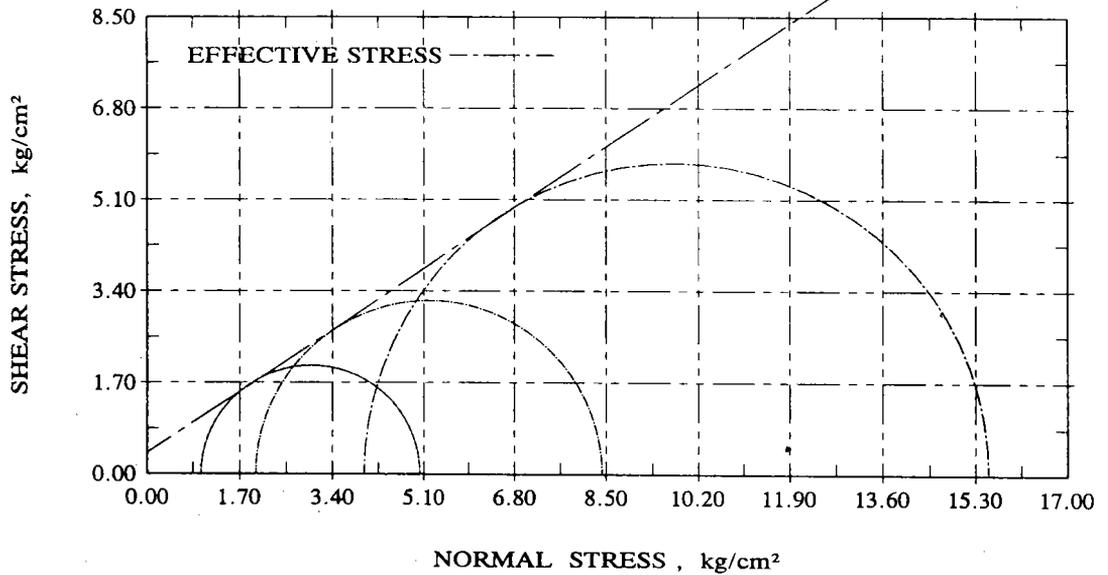
三軸壓縮試驗結果綜合表

孔號	土樣 編號	土壤 分類	深度 m	W _n %	Y _d t/m ³	C Kg/cm ²	φ deg.	C' Kg/cm ²	φ' deg.
B-1	T-2	SM	21.39-21.44	21.3	1.55			0.39	33.8
B-2	T-4	SM	27.00-27.80	24.7	1.61			0.01	38.8
B-3	T-2	SM	20.00-20.80	21.5	1.66	-	-	0.51	34.7
B-4	T-3	SM	21.00-21.80	22.3	1.63	-	-	0.71	33.3
B-5	T-2	SM	17.50-18.30	20.1	1.72	-	-	0.45	32.2
B-6	T-3	SM	25.50-26.30	27.5	1.49	-	-	0.60	31.9
B-7	T-4	SM	25.00-25.80	28.3	1.53			0.14	36.9
B-9	T-2	SM	15.00-15.80	35.3	1.38	-	-	0.50	32.0
B-10	T-3	SM	22.00-22.80	17.0	1.85	-	-	0.46	30.7
B-10	T-1	CL	11.00-11.80	21.5	1.65	0.01	25.7	0.10	28.1
B-11	T-2	SM	10.00-10.80	20.3	1.71	-	-	0.26	37.0
B-12	T-4	SM	20.00-20.80	21.8	1.71	-	-	0.49	30.6
B-12	T-2	CL	12.50-13.30	28.3	1.52	0.02	25.7	0.03	30.9
C-3	T-4	SM	27.00-27.80	15.4	1.91	-	-	1.86	26.8
C-3	T-5	SM	30.00-30.80	22.2	1.70	-	-	1.27	34.3
C-5	T-1	CL	6.70-7.60	26.4	1.59	0	16.5	0	24.9
C-7	T-5	SM	30.00-30.80	18.1	1.72	-	-	1.59	24.2
C-8	T-1	ML	6.25-7.05	33.3	1.41	-	-	0	24.7
C-8	T-5	ML	34.00-34.80	17.3	1.84	-	-	1.51	29.5
C-9	T-3	SM	21.00-21.80	23.5	1.62	-	-	0.55	33.4
C-9	T-5	SM	33.0-33.80	18.7	1.79	-	-	0.72	29.1
C-10	T-1	SM	8.00-8.80	23.6	1.64	-	-	0.39	35.2
C-10	T-3	CL	25.50-26.30	31.7	1.46	0.39	27.7	0	33.8

工程編號	KSB1T2	試驗日期	86/08/06	試驗者	
孔號	BH-1	試樣編號	T-2	土樣分類	SM 比重 2.72
土樣描述	SM	液限	5.0	塑限	N.P
		深度		21.39m - 21.44m	

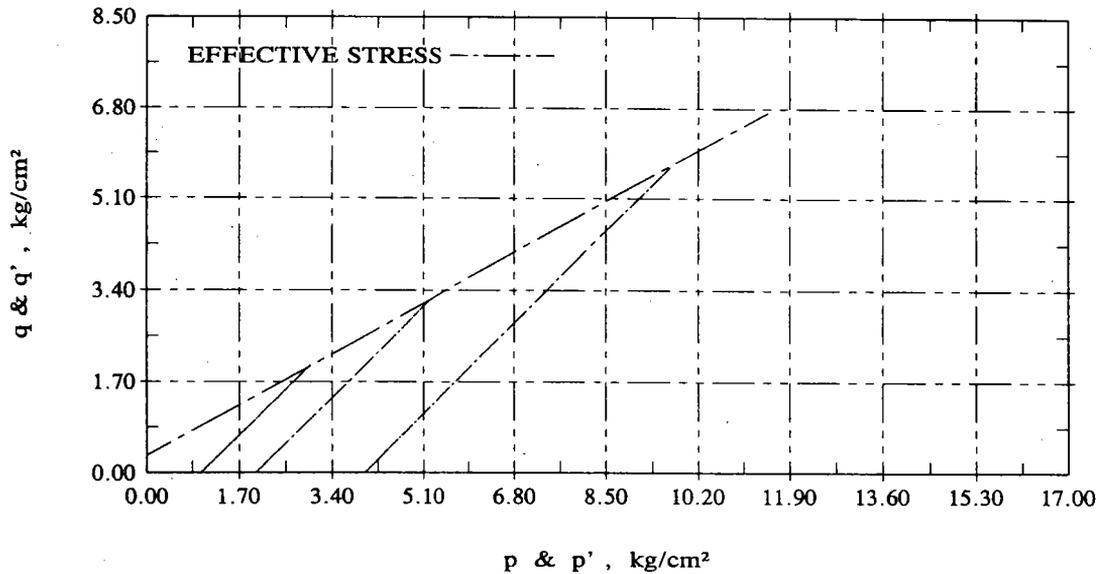
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.39 kg/cm ²	ϕ'	33.8°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



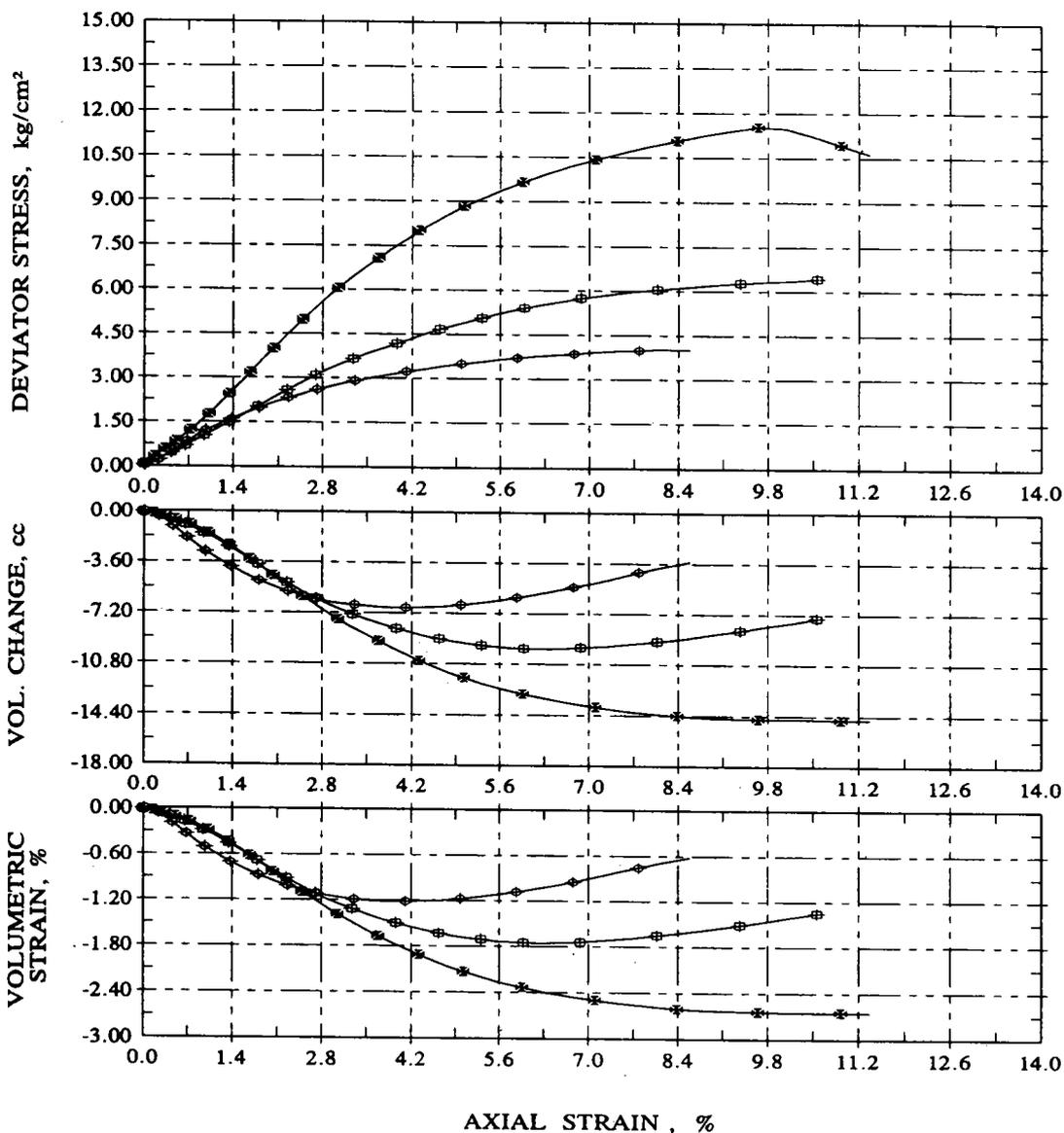
STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.33 kg/cm ²	ϕ'	29.1°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



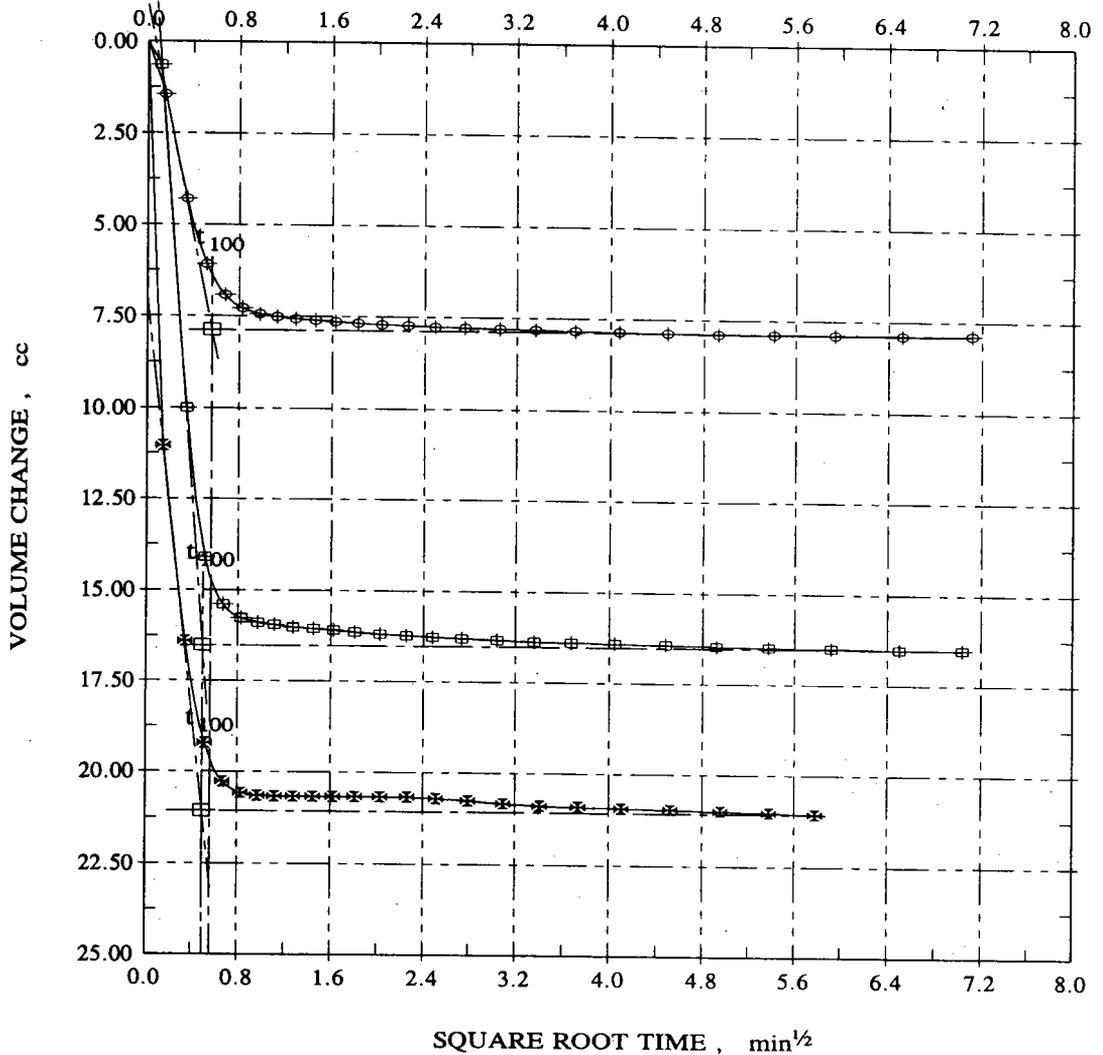
工程編號	KSB1T2	試驗日期	86/08/06	試驗者	
孔號	BH-1	試樣編號	T-2	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	5.0	塑限	N.P.
		深度	21.39m - 21.44m		

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	21.34	0.694	1.61	24.29	0.661	1.64	4.03	4.01
2	⊕	2.00	21.34	0.704	1.60	23.26	0.633	1.67	6.43	6.43
3	⊗	4.00	21.34	0.882	1.45	28.13	0.765	1.54	11.55	10.65
4	⊗									



工程編號	KSB1T2	試驗日期	86/08/06	試驗者						
孔號	BH-1	試樣編號	T-2	土樣分類	SM	比重	2.72			
土樣描述	SM	液限	5.0	塑限	N.P.	深度	1.39m - 21.44m			
試體序號	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
NO.			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	21.34	0.694	1.61	24.67	0.671	1.63	19.4	1.9863
2	⊕	2.00	21.34	0.704	1.60	24.08	0.655	1.64	15.1	2.5562
3	⊗	4.00	21.34	0.882	1.45	29.90	0.813	1.50	14.9	2.6148
4	*									

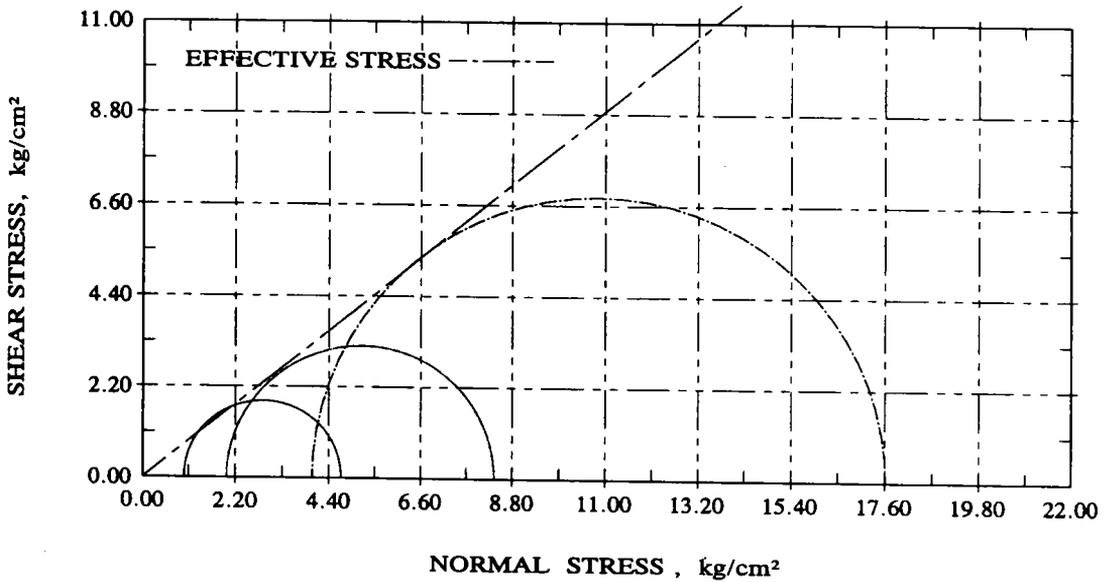
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號		試驗日期	86/08/20	試驗者	
孔號	BH-2	試樣編號	T-4	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	5.0	塑限	N.P.
				深度	27.0 - 27.80M
				比重	2.70

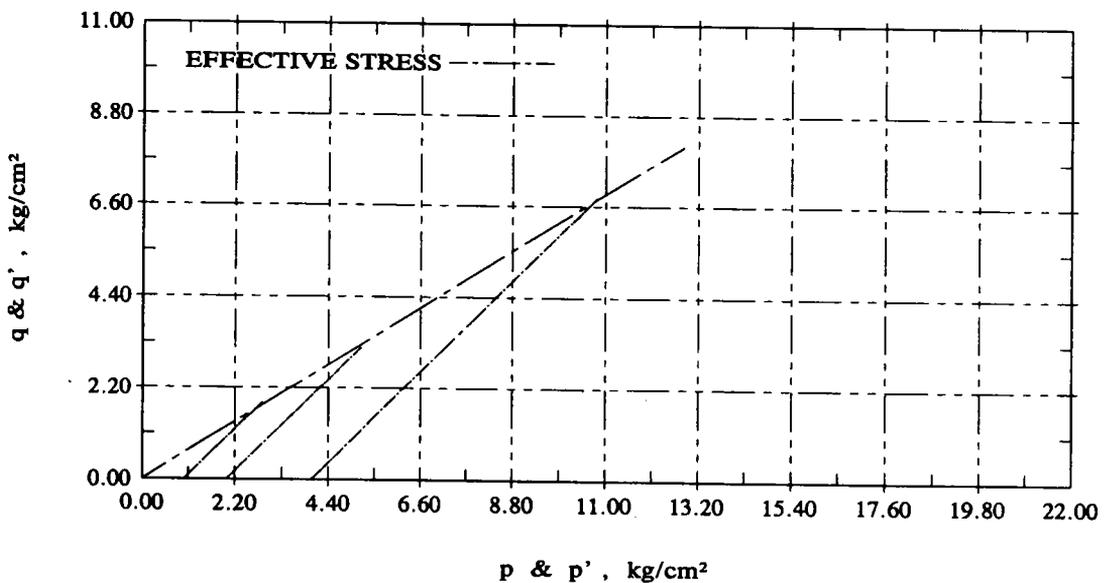
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C		ϕ		C'	0.01 kg/cm ²	ϕ'	38.8°
---	--	--------	--	----	-------------------------	---------	-------

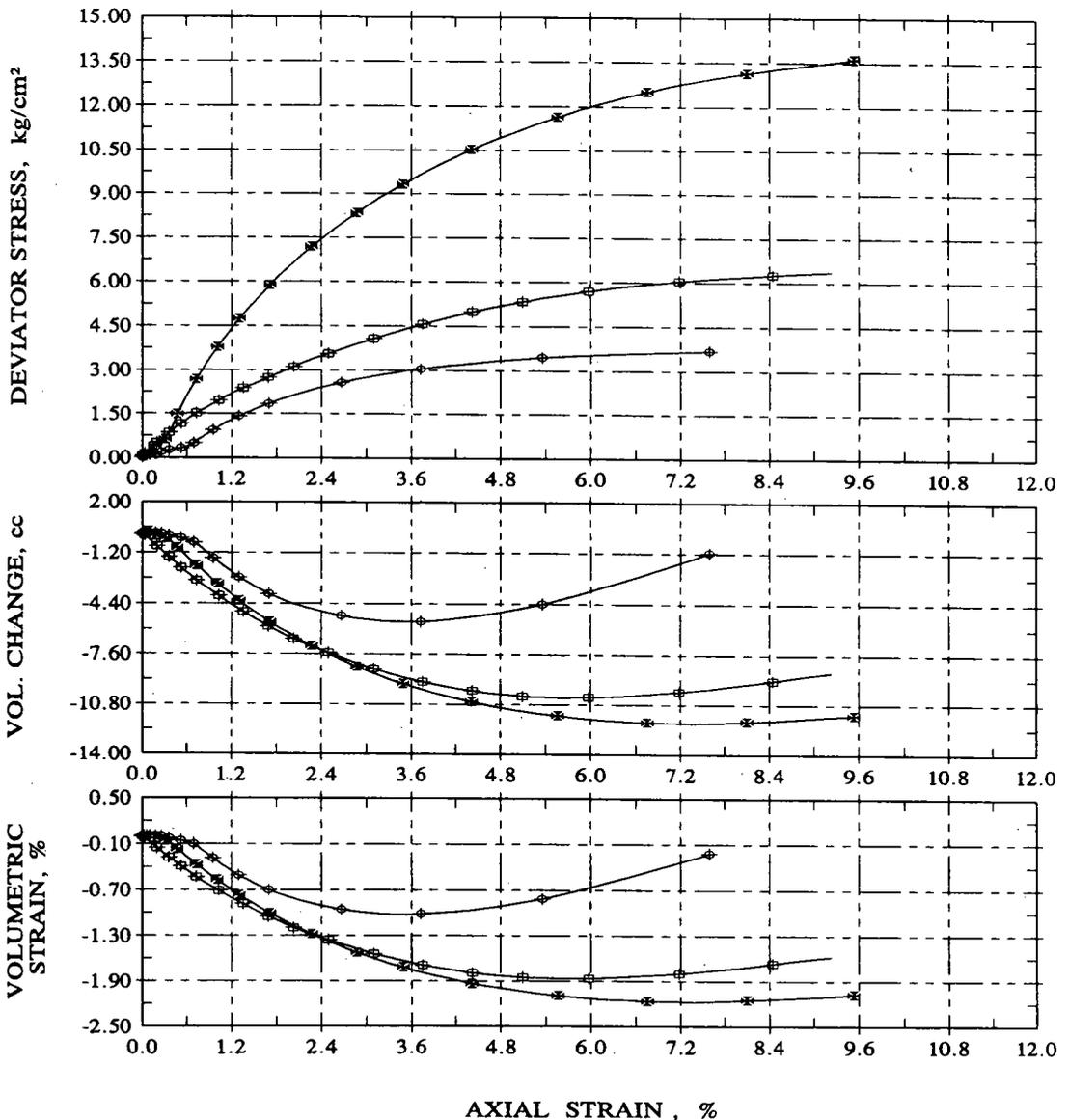


STRESS PATH

a		ϕ		a'	0.01 kg/cm ²	ϕ'	32.1°
---	--	--------	--	----	-------------------------	---------	-------



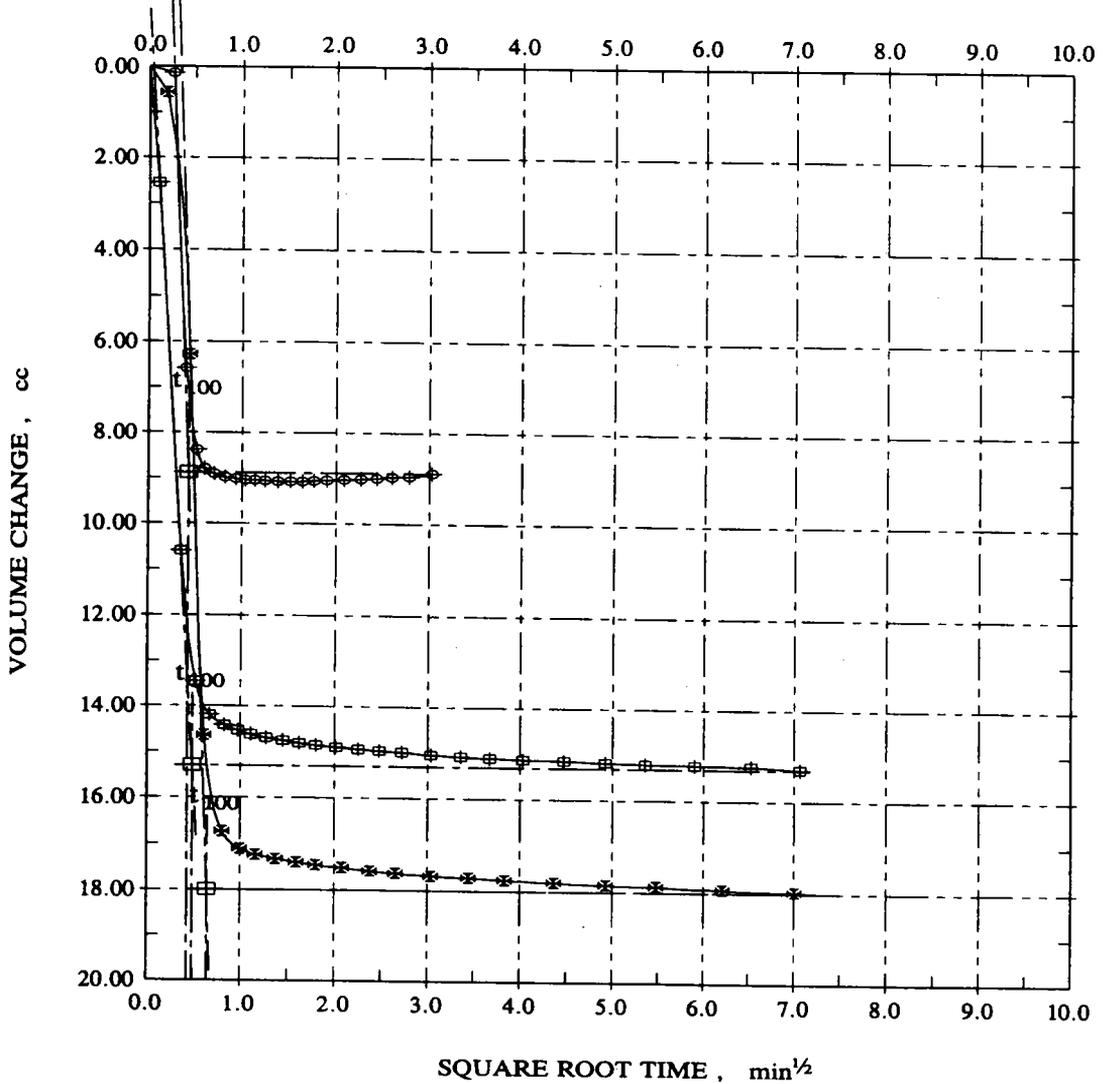
工程編號			試驗日期	86/08/20	試驗者					
孔號	BH-2	試樣編號	T-4	土樣分類	SM	比重	2.70			
土樣描述	SM		液限	5.0	塑限	N.P	深度 27.0 - 27.80M			
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	24.69	0.667	1.62	21.54	0.582	1.71	3.70	3.70
2	⊕	2.00	24.69	0.712	1.58	23.71	0.640	1.65	6.38	6.38
3	⊗	4.00	24.69	0.667	1.62	20.58	0.556	1.74	13.63	13.63
4	*									



工程編號		試驗日期	86/08/20	試驗者	
孔號	BH-2	試樣編號	T-4	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	5.0	塑限	N.P.
		深度	27.0 - 27.80M		

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	24.69	0.667	1.62	21.66	0.585	1.70	11.6	3.4703
2	⊕	2.00	24.69	0.712	1.58	24.68	0.666	1.62	14.6	2.6300
3	⊗	4.00	24.69	0.667	1.62	21.80	0.589	1.70	25.5	1.5106
4	⊗									

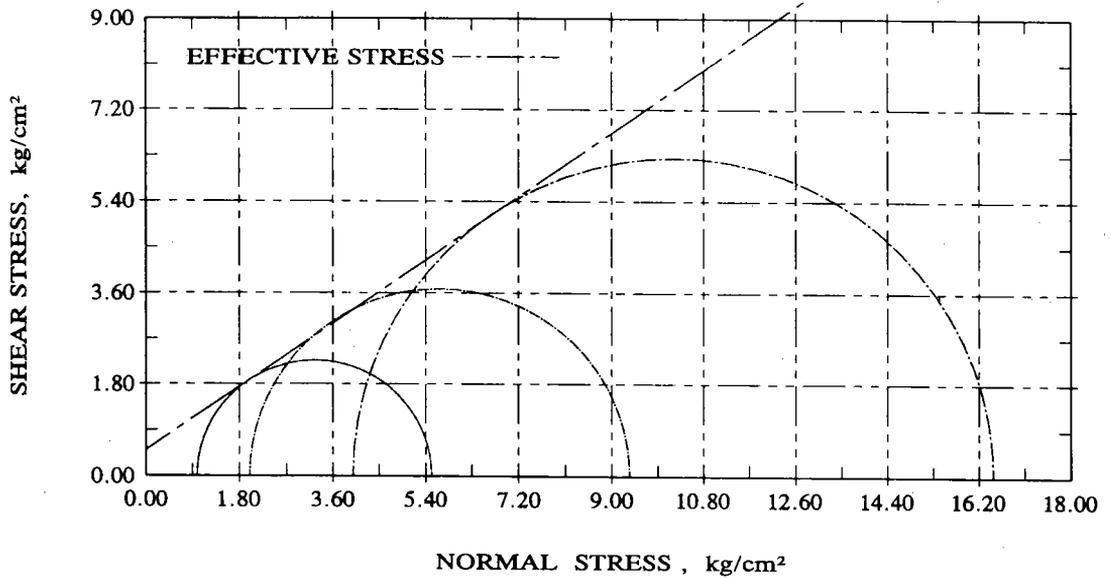
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	NO 1	試驗日期	86/08/21	試驗者	
孔號	BH-3	試樣編號	T-2	土樣分類	SM 比重 2.68
土樣描述	SM	液限	塑限	N.P. 深度	20.0 - 20.80M

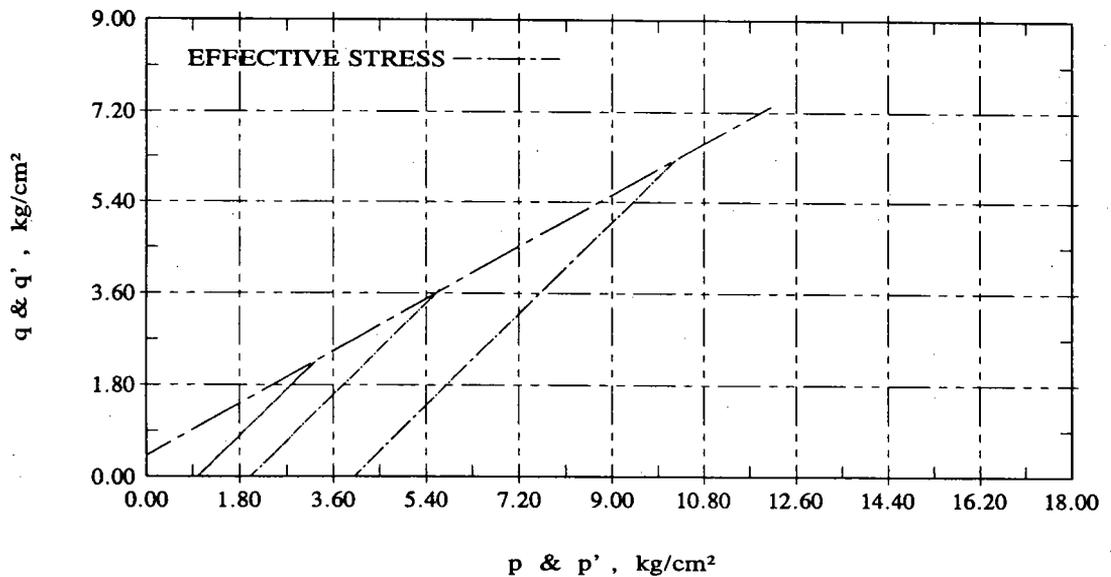
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.51 kg/cm ²	ϕ'	34.7°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

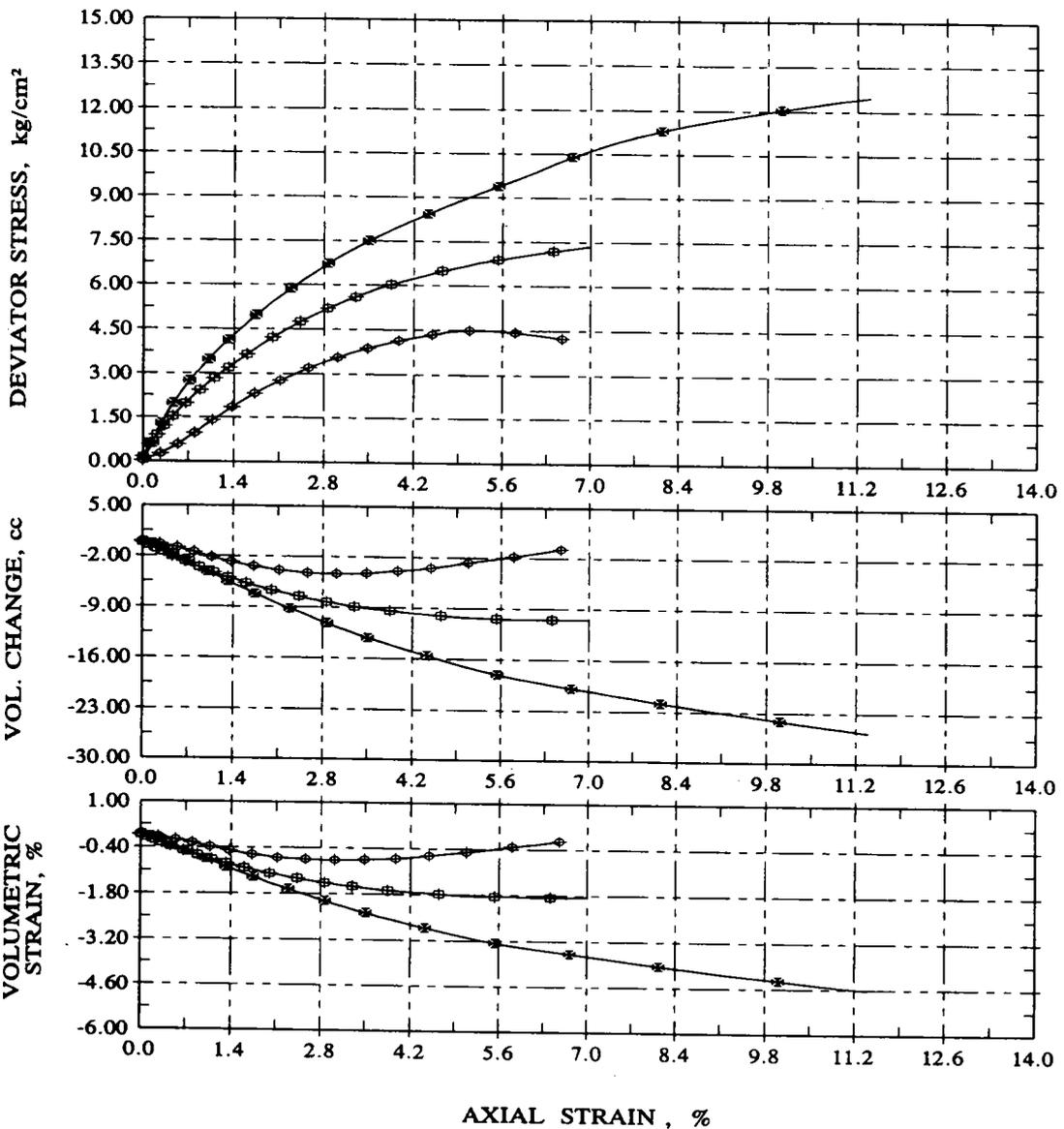


STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.42 kg/cm ²	ϕ'	29.7°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



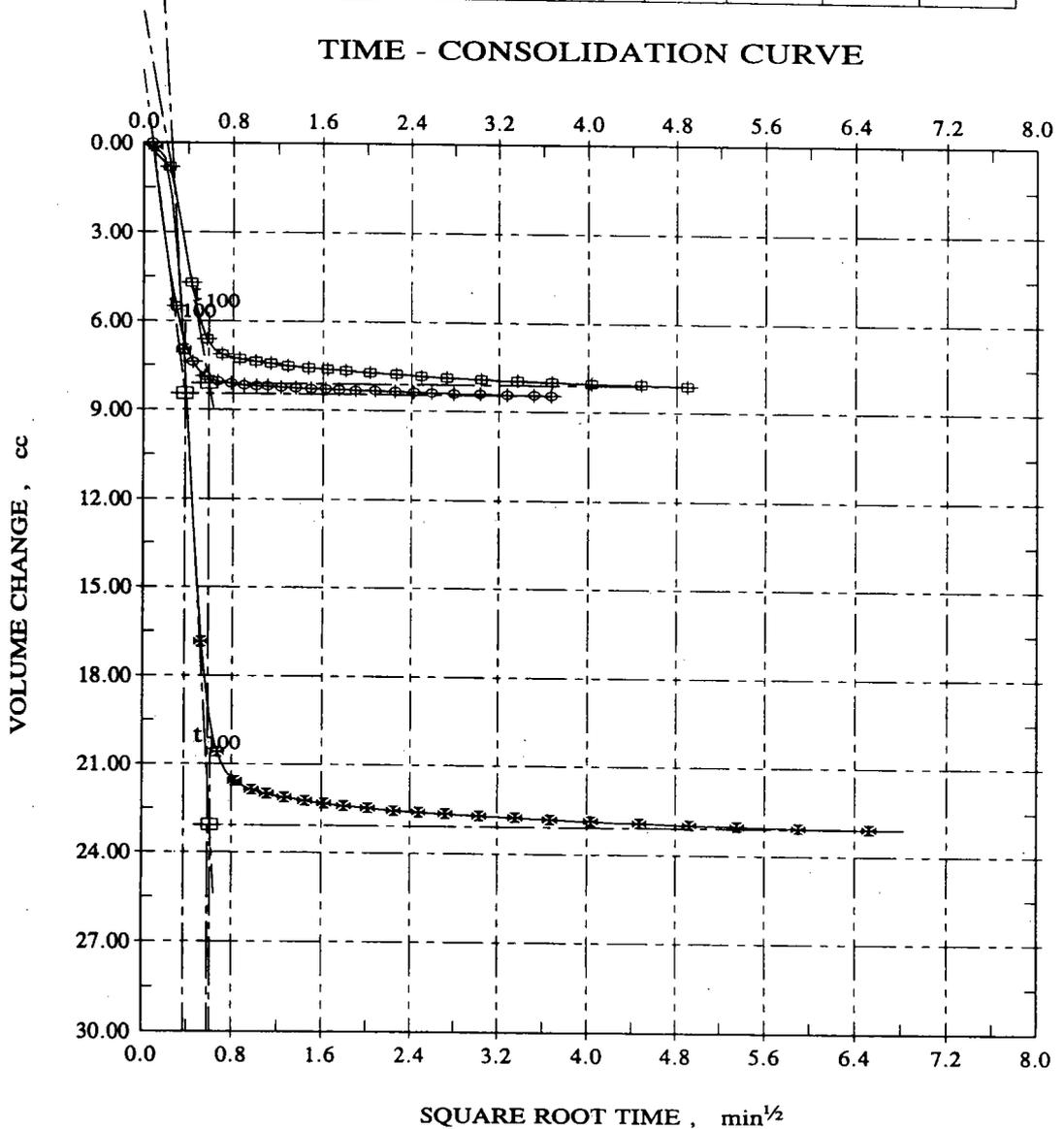
工程編號	NO 1	試驗日期	86/08/21	試驗者						
孔號	BH-3	試樣編號	T-2	土樣分類	SM					
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P					
				深度	20.0 - 20.80M					
試體序號	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E_s kg/cm ²
NO.			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	22.29	0.597	1.68	21.09	0.565	1.71	4.52	4.26
2	⊕	2.00	22.10	0.629	1.65	21.50	0.576	1.70	7.36	7.36
3	⊗	4.00	20.00	0.637	1.64	18.61	0.499	1.79	12.49	12.49
4	*									



工程編號	NO 1	試驗日期	86/08/21	試驗者	
孔號	BH-3	試樣編號	T-2	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.
				深度	20.0 - 20.80M
				比重	2.68

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	22.29	0.597	1.68	21.17	0.567	1.71	8.5	4.5389
2	⊕	2.00	22.10	0.629	1.65	22.60	0.606	1.67	20.7	1.8889
3	⊗	4.00	20.00	0.637	1.64	21.31	0.571	1.71	22.2	1.7833
4	*									

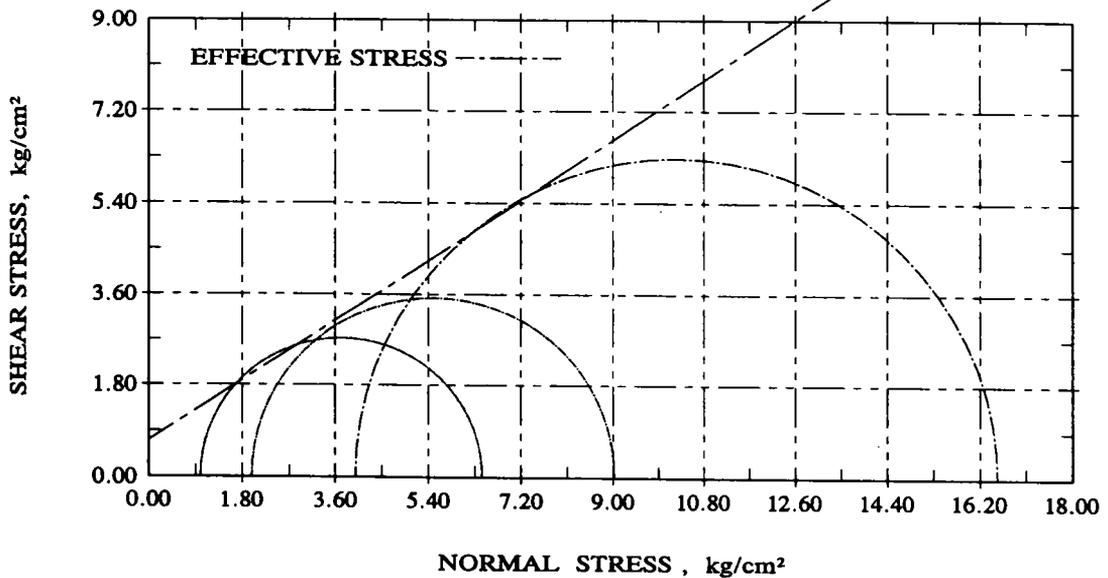
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	NO 2	試驗日期	86/07/18	試驗者	
孔號	BH-4	試樣編號	T-3	土樣分類	SM 比重 2.68
土樣描述	SM	液限	0	塑限	0 深度 21.0 - 21.80M

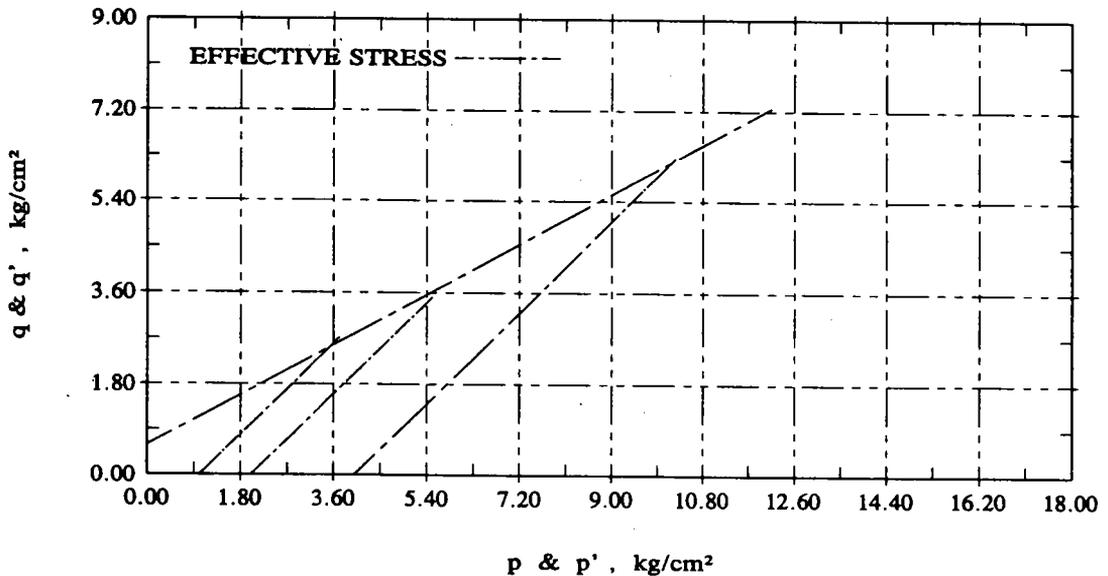
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.71 kg/cm ²	ϕ'	33.3°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



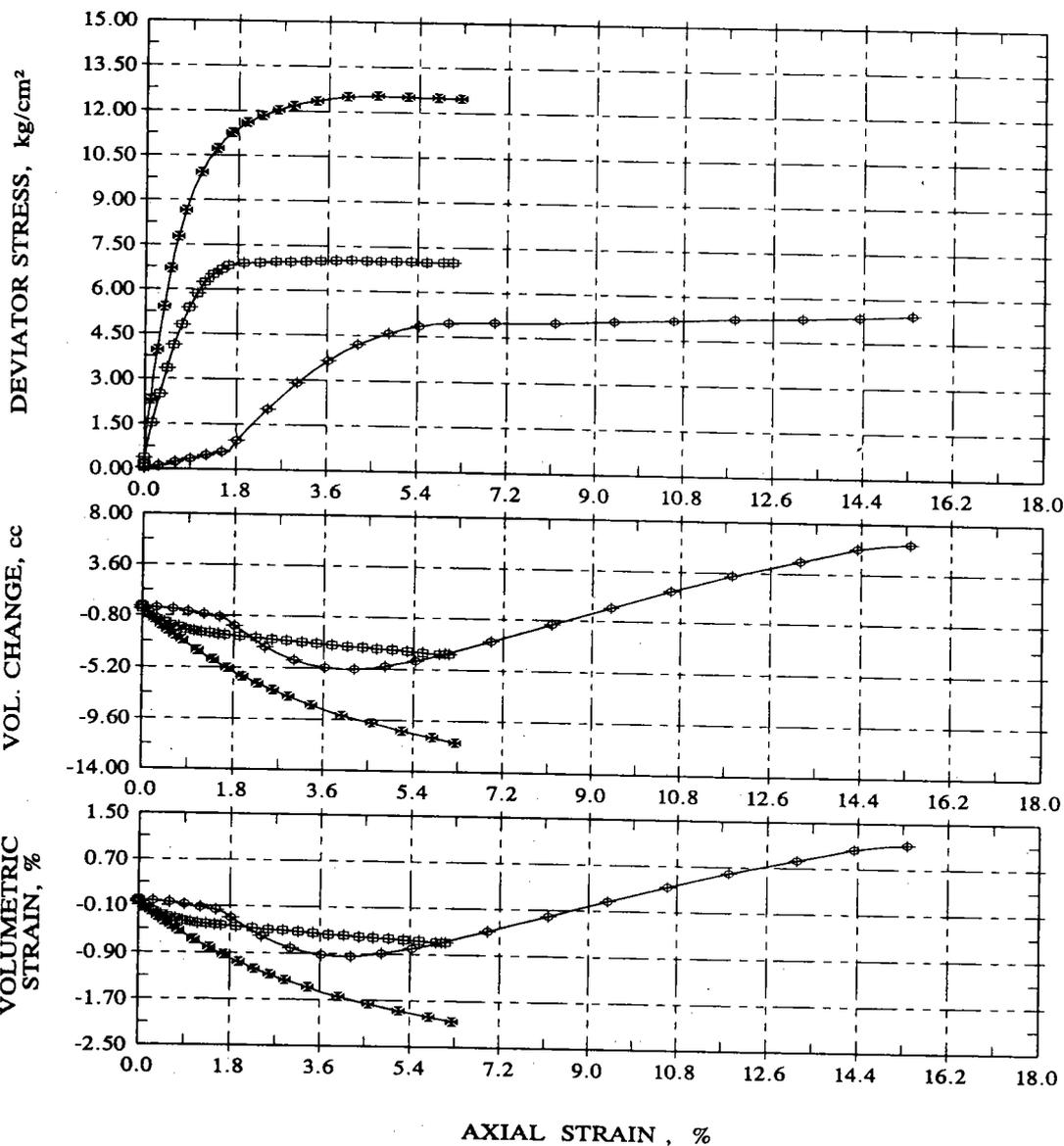
STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.60 kg/cm ²	ϕ'	28.8°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



工程編號	NO 2	試驗日期	86/07/18	試驗者	
孔號	BH-4	試樣編號	T-3	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	0.0	塑限	0
		深度	21.0 - 21.80M	比重	2.68

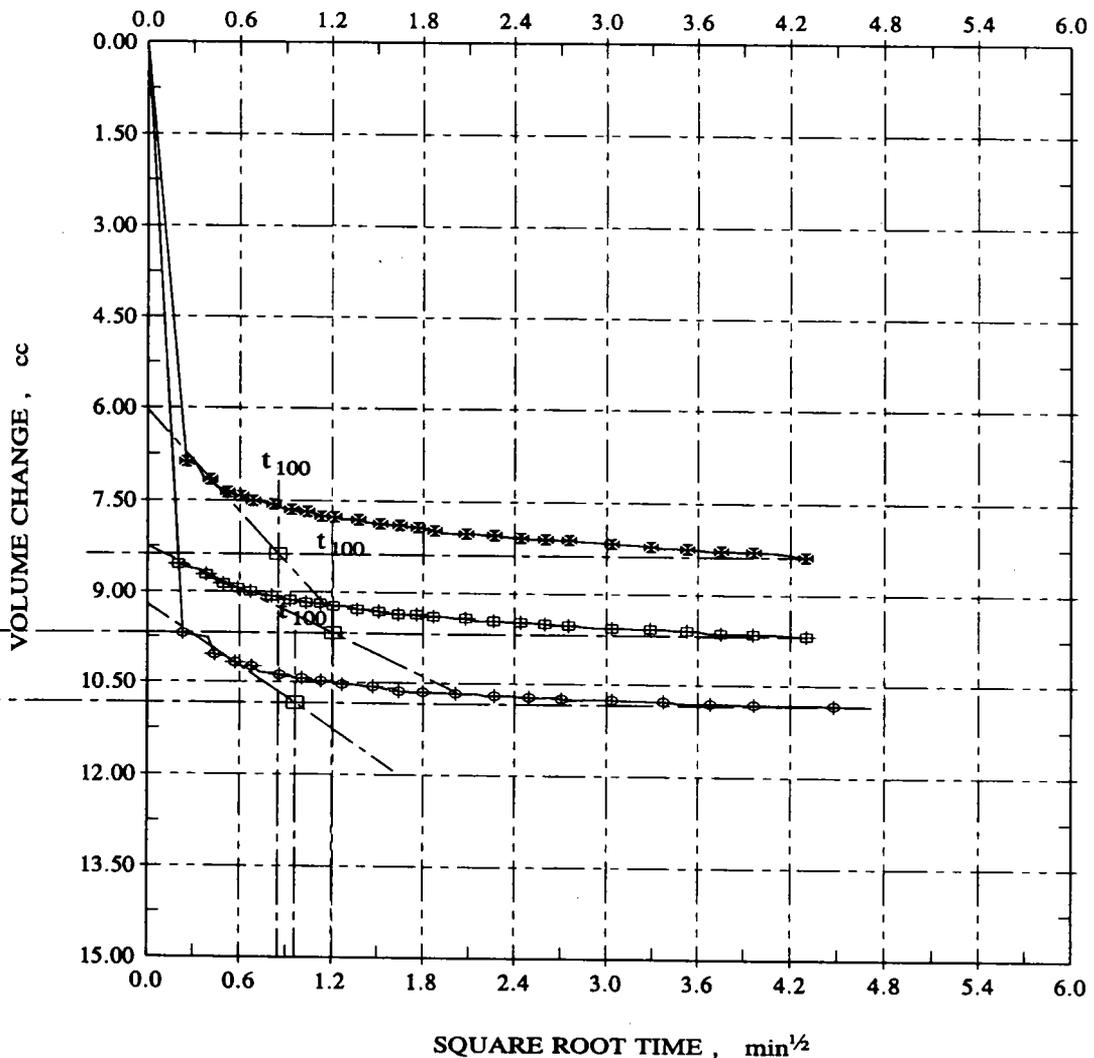
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E_s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	22.38	0.648	1.63	23.67	0.634	1.64	5.45	5.45
2	⊕	2.00	22.38	0.648	1.63	22.70	0.608	1.67	7.03	6.99
3	⊗	4.00	22.38	0.648	1.63	22.02	0.590	1.69	12.54	12.49
4	*									



工程編號	NO 2	試驗日期	86/07/18	試驗者	
孔號	BH-4	試樣編號	T-3	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	0.0	塑限	0
		深度	21.0 - 21.80M		

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	22.33	0.648	1.63	22.99	0.616	1.66	55.7	0.6909
2	⊕	2.00	22.33	0.648	1.63	23.12	0.620	1.65	87.8	0.4385
3	⊗	4.00	22.33	0.648	1.63	23.26	0.623	1.65	43.5	0.8854
4	*									

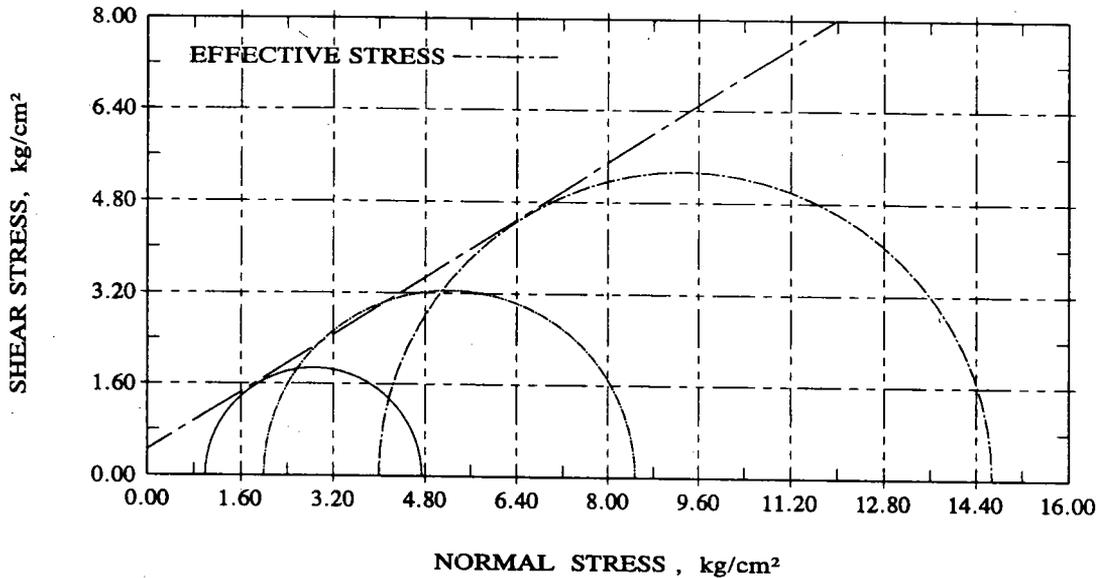
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	NO 3	試驗日期	86/07/21	試驗者	
孔號	BH-5	試樣編號	T-2	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	10.0	塑限	N.P.
		深度	17.5 - 18.30M		

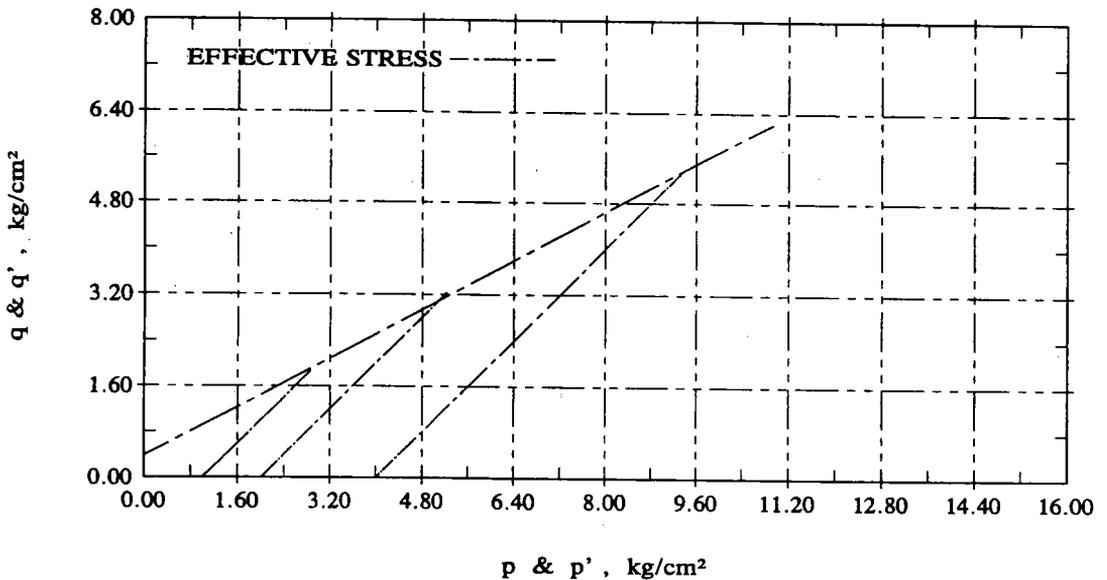
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.45 kg/cm ²	ϕ'	32.2°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



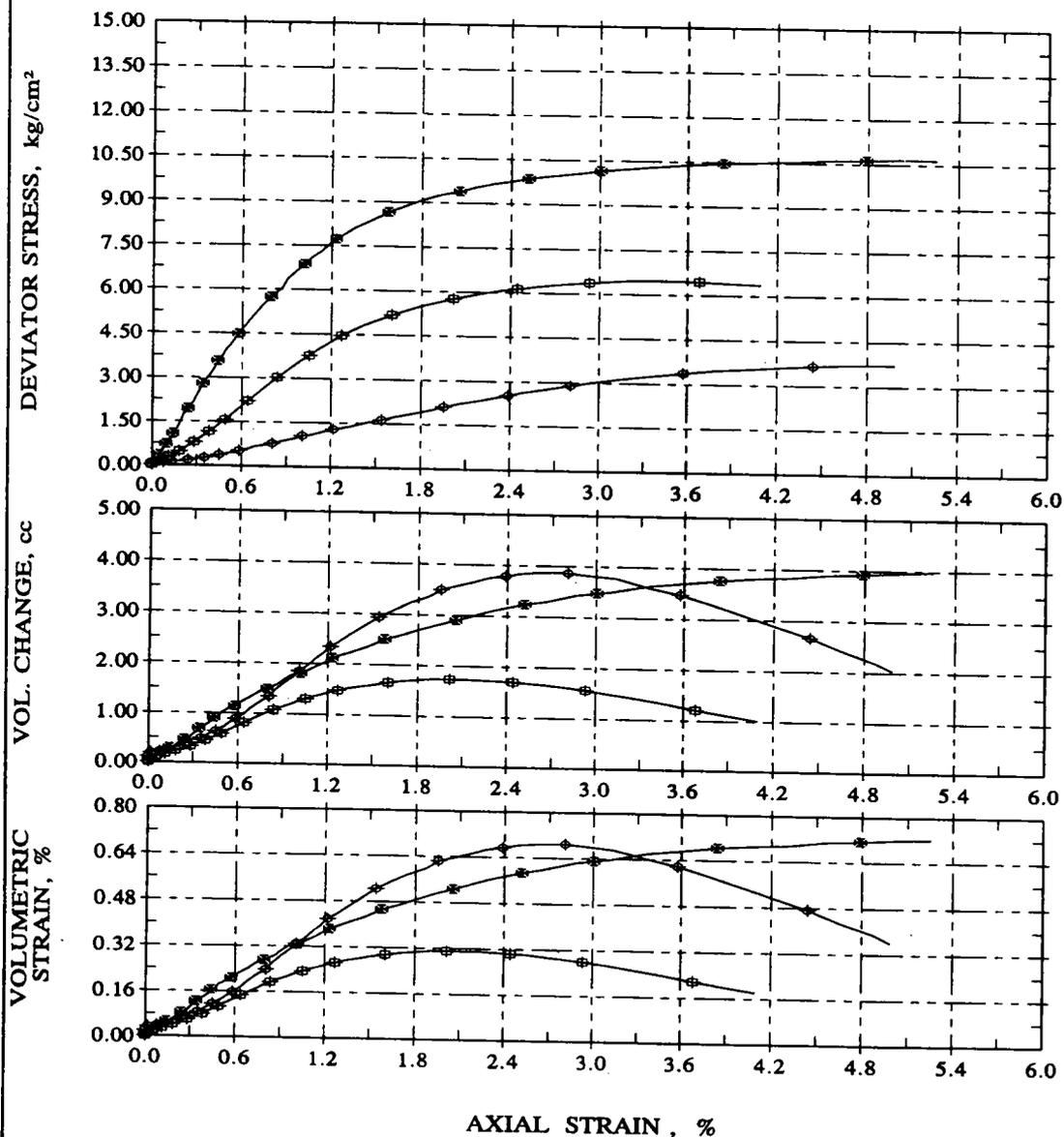
STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.38 kg/cm ²	ϕ'	28.1°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



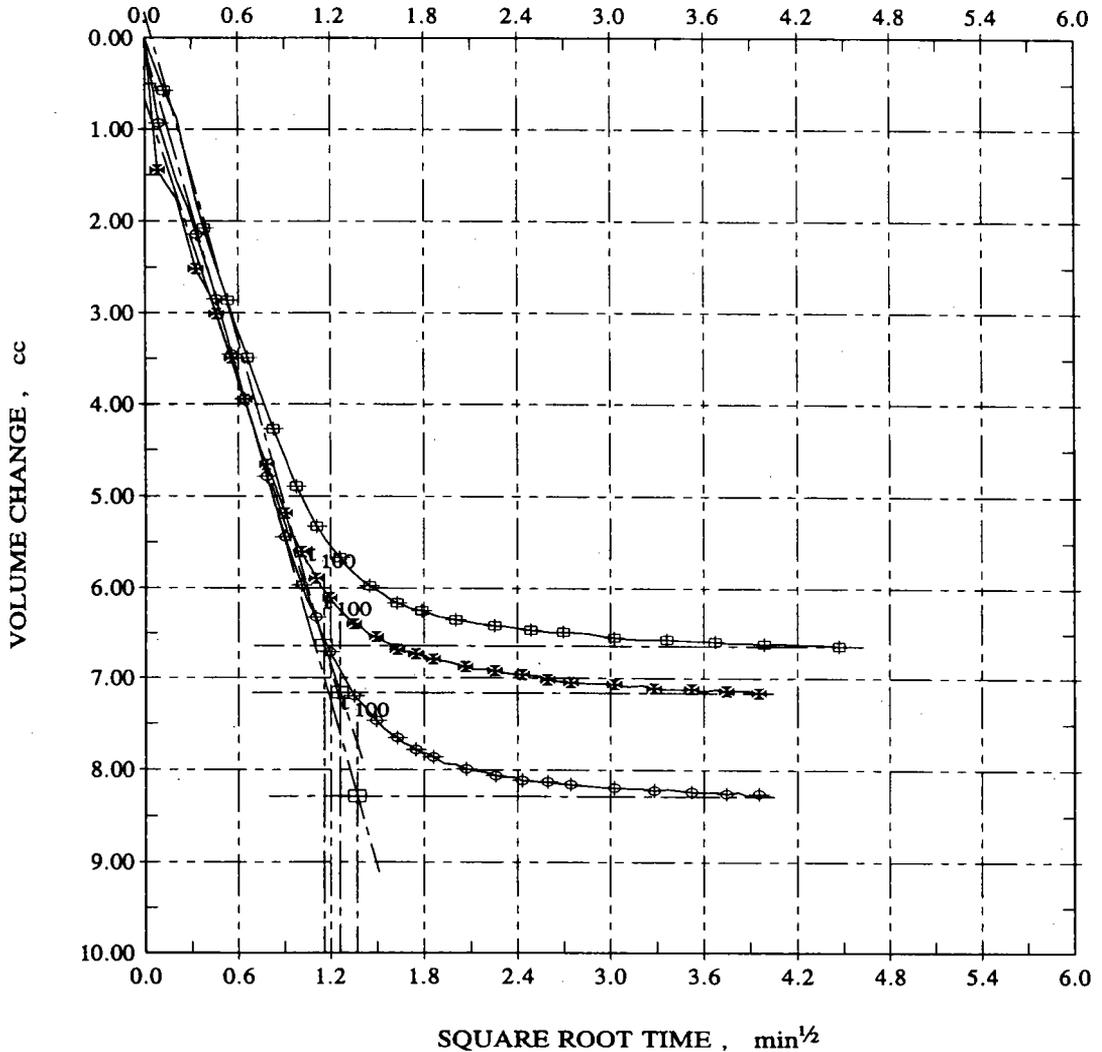
工程編號	NO 3	試驗日期	86/07/21	試驗者	
孔號	BH-5	試樣編號	T-2	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	0.0	塑限	N.P.
		深度	7.5 - 18.30M		

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E_s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	19.38	0.588	1.69	21.22	0.571	1.71	3.75	3.75
2	⊕	2.00	20.80	0.559	1.72	20.64	0.555	1.73	6.49	6.37
3	⊗	4.00	20.01	0.538	1.75	20.31	0.546	1.74	10.68	10.67
4	*									



工程編號	NO 3	試驗日期	86/07/21	試驗者						
孔號	BH-5	試樣編號	T-2	土樣分類	SM					
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.					
				深度	17.5 - 18.30M					
試體序號	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
NO.			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	19.38	0.588	1.69	21.01	0.565	1.72	113.5	0.3392
2	⊕	2.00	19.38	0.588	1.69	21.18	0.570	1.71	80.9	0.4757
3	⊗	4.00	19.38	0.588	1.69	21.13	0.568	1.72	95.6	0.4026
4	⊛									

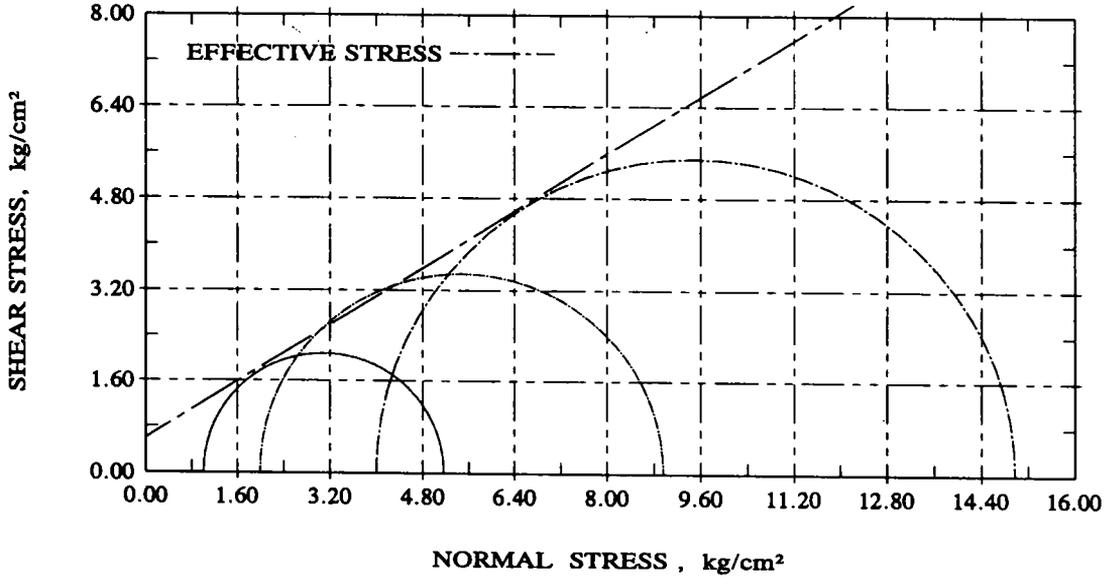
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	NO 16	試驗日期	86/07/23	試驗者	
孔號	BH-6	試樣編號	T-3	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.
				深度	5.5M - 26.3M

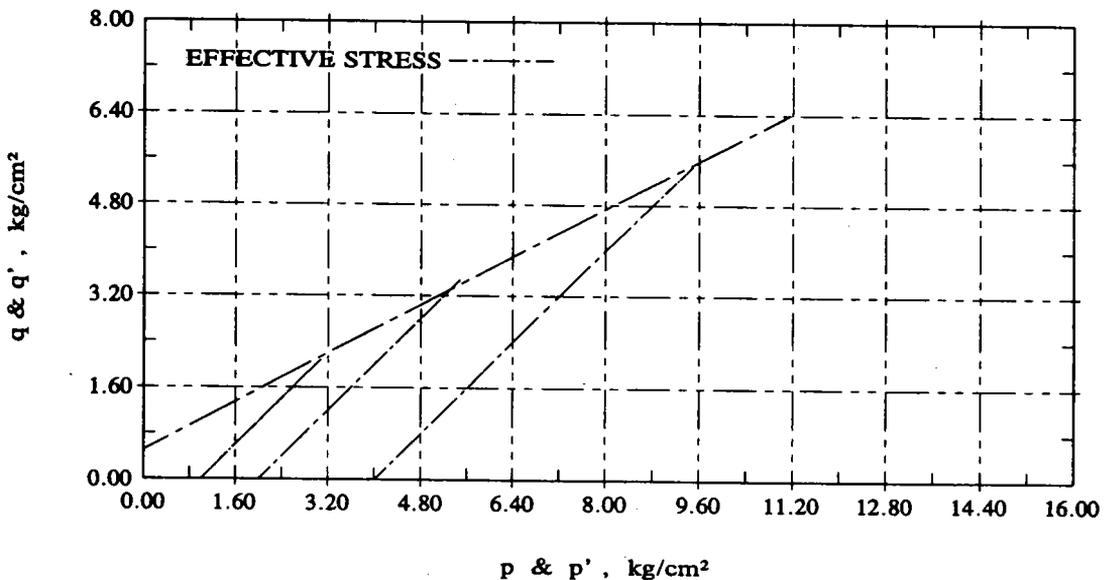
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.60 kg/cm ²	ϕ'	31.9°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



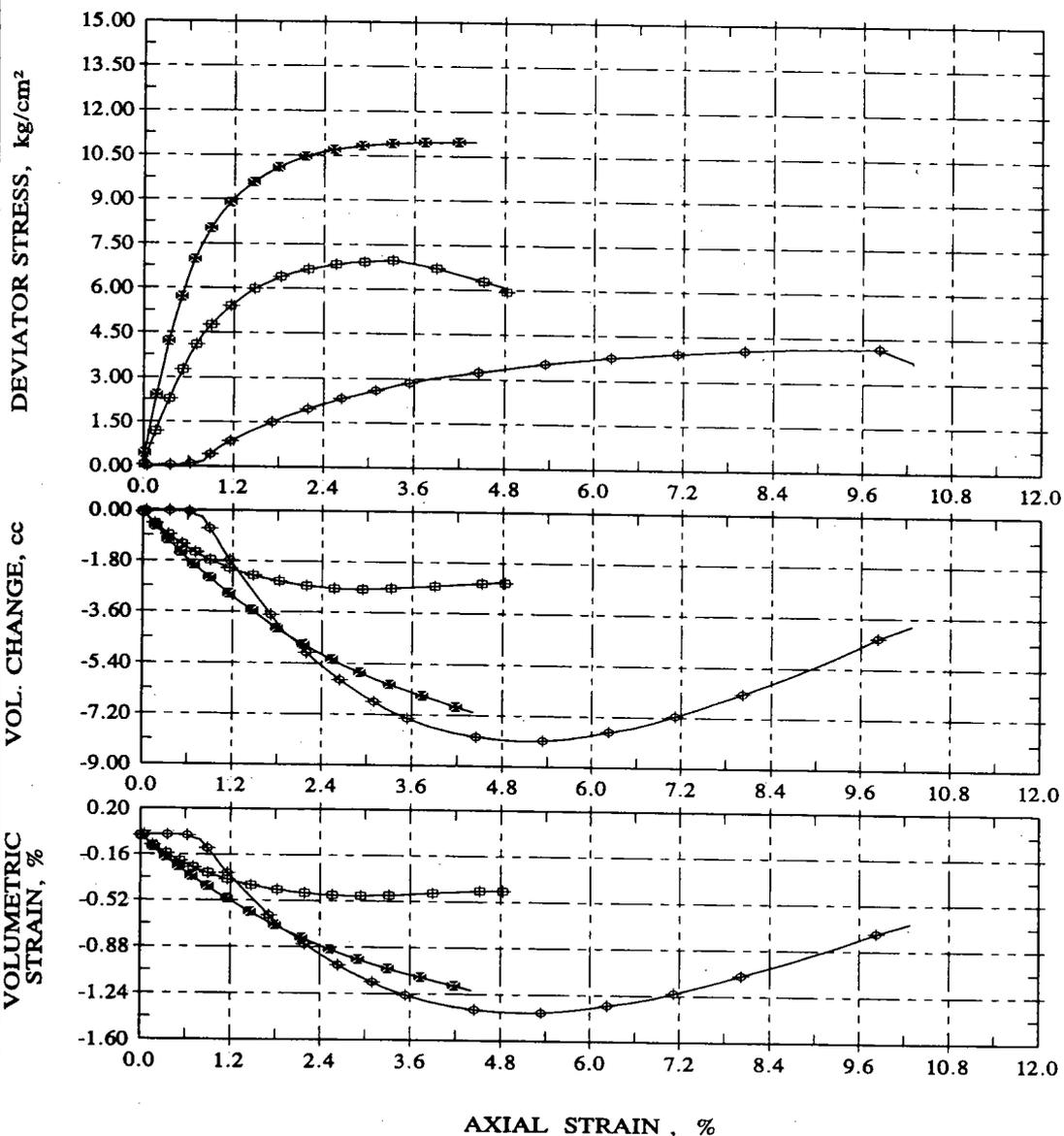
STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.51 kg/cm ²	ϕ'	27.9°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



工程編號	NO 16	試驗日期	86/07/23	試驗者	
孔號	BH-6	試樣編號	T-3	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.
		深度	5M - 26.3M		

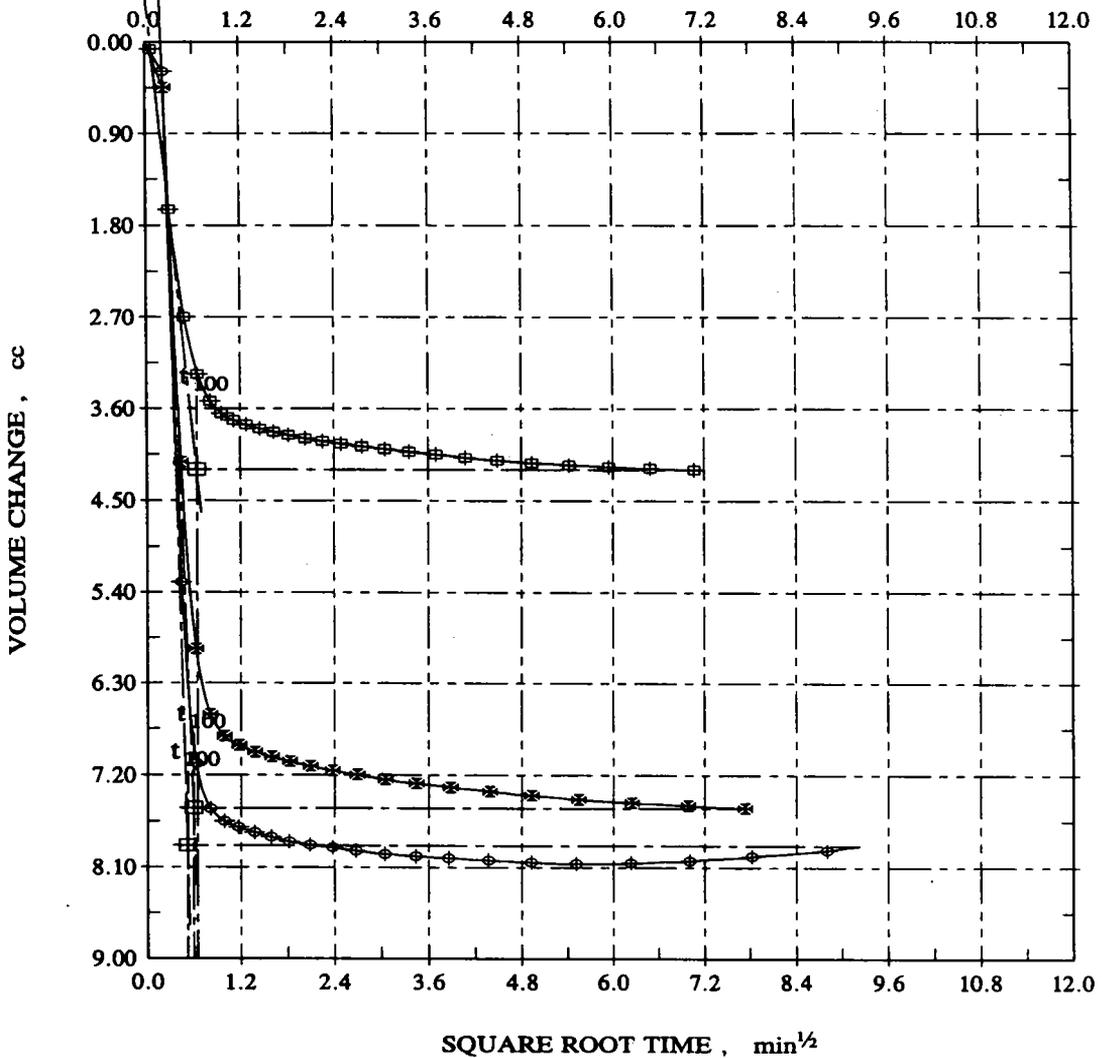
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	27.50	0.821	1.48	29.08	0.785	1.51	4.17	3.69
2	⊕	2.00	27.50	0.796	1.50	28.70	0.775	1.52	6.97	5.96
3	⊗	4.00	27.50	0.821	1.48	28.76	0.776	1.52	10.98	10.98
4	*									



工程編號	NO 16	試驗日期	86/07/23	試驗者	
孔號	BH-6	試樣編號	T-3	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.
				深度	25.5M - 26.3M
				比重	2.70

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	27.50	0.821	1.48	29.52	0.797	1.50	16.0	2.4790
2	⊕	2.00	27.50	0.796	1.50	28.99	0.783	1.51	24.9	1.5457
3	⊗	4.00	27.50	0.821	1.48	29.56	0.798	1.50	21.1	1.8779
4	⊛									

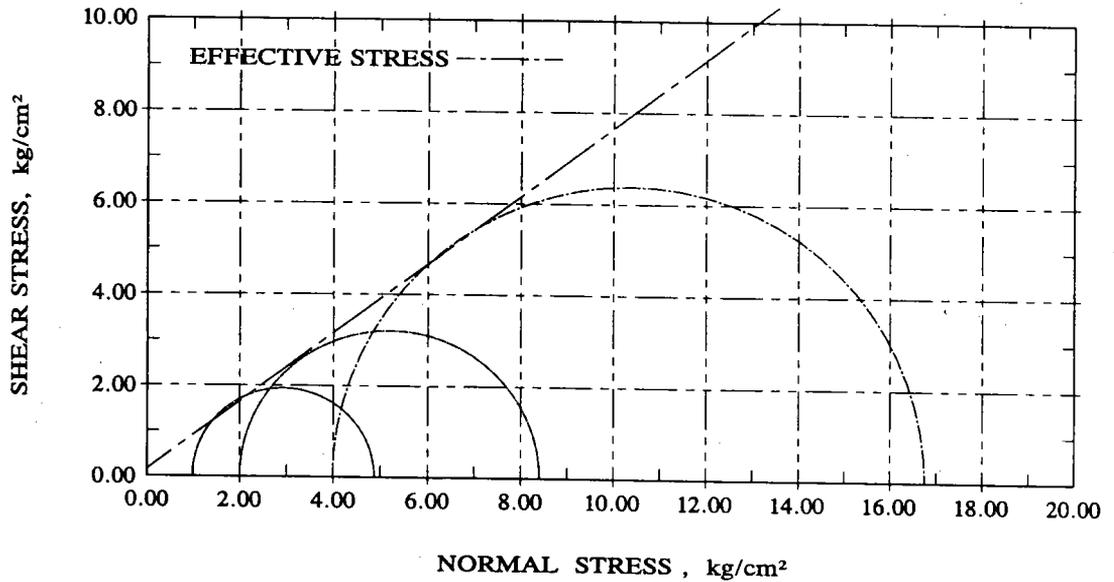
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	NO 17	試驗日期	86/07/31	試驗者	
孔號	BH-7	試樣編號	T-4	土樣分類	SM 比重 2.71
土樣描述	SM	液限	5.0	塑限	N.P. 深度 25.0 - 25.80M

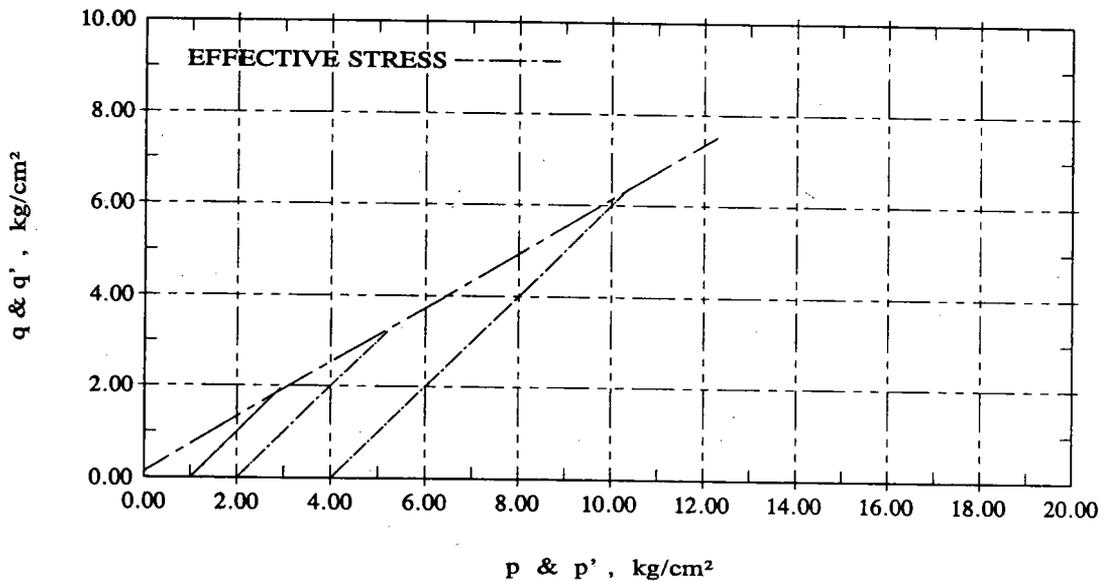
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.14 kg/cm ²	ϕ'	36.9°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



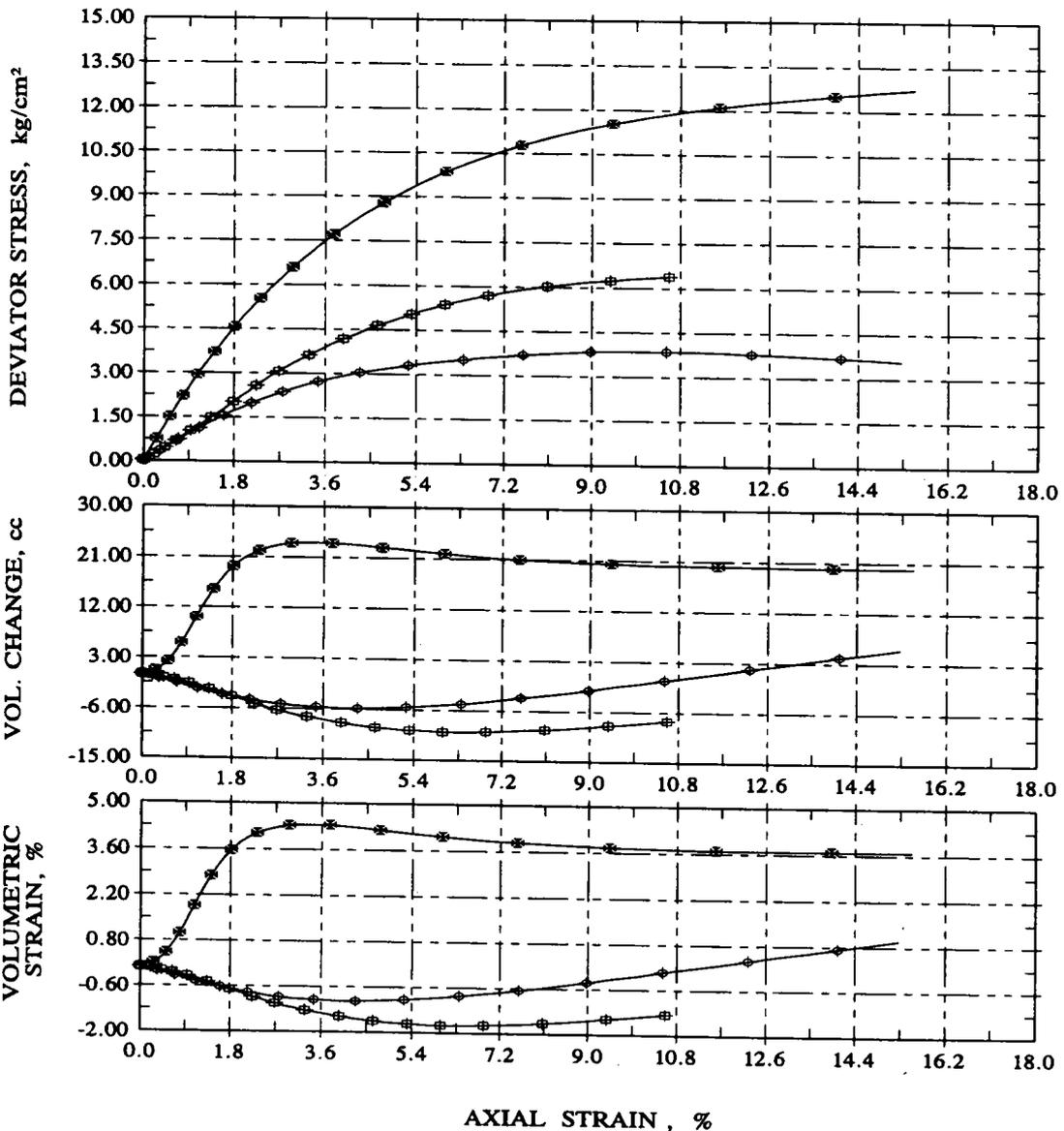
STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.14 kg/cm ²	ϕ'	31.0°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



工程編號	NO 17	試驗日期	86/07/31	試驗者	
孔號	BH-7	試樣編號	T-4	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	5.0	塑限	N.P.
				深度	25.0 - 25.80M

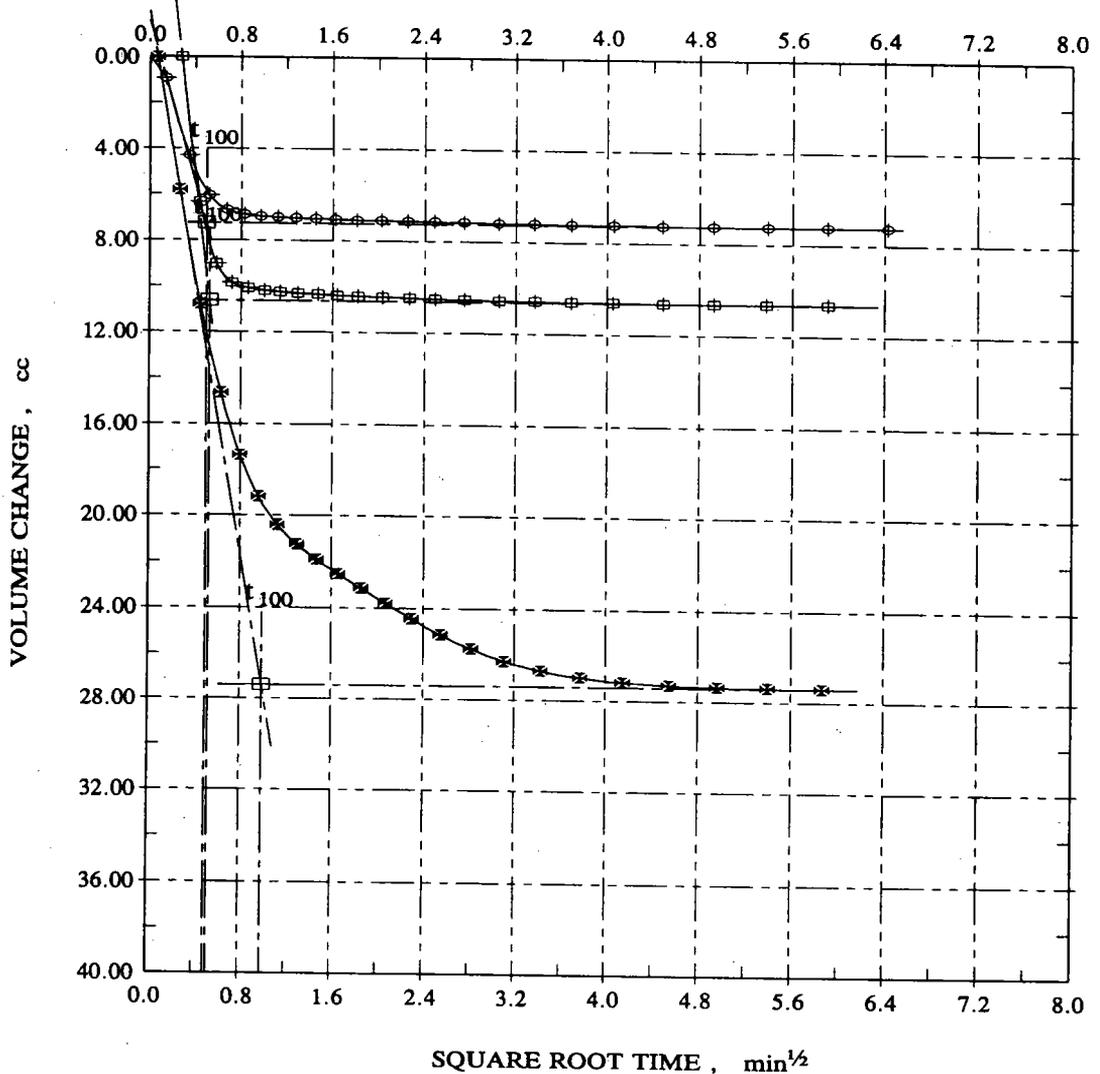
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E_s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	◇	1.00	28.30	0.767	1.53	14.14	0.383	1.96	3.87	3.60
2	⊕	2.00	28.30	0.767	1.53	12.66	0.343	2.02	6.40	6.40
3	⊗	4.00	28.30	0.767	1.53	13.63	0.369	1.98	12.76	12.76
4	*									



工程編號	NO 17	試驗日期	86/07/31	試驗者	
孔號	BH-7	試樣編號	T-4	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	5.0	塑限	N.P.
				深度	25.0 - 25.80M
				比重	2.71

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	28.30	0.767	1.53	13.64	0.370	1.98	15.1	2.5489
2	⊕	2.00	28.30	0.767	1.53	13.34	0.361	1.99	16.7	2.3052
3	⊗	4.00	28.30	0.767	1.53	11.83	0.321	2.05	59.7	0.6443
4	⊗									

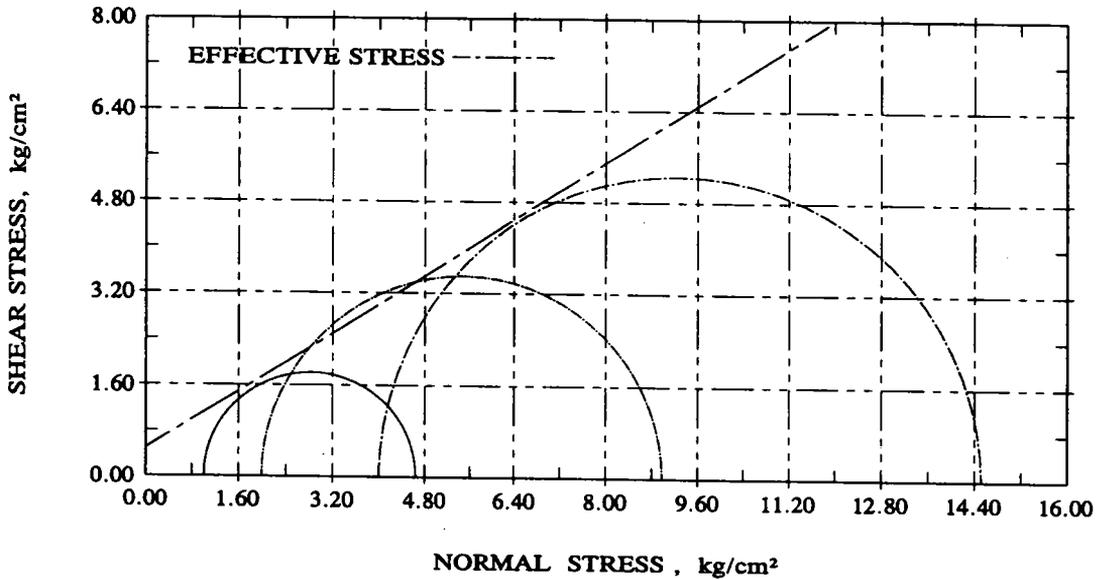
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	NO 19	試驗日期	86/08/05	試驗者	
孔號	BH-9	試樣編號	T-2	土樣分類	SM 比重 2.69
土樣描述	SM	液限	塑限	N.P. 深度	15.0 - 15.80M

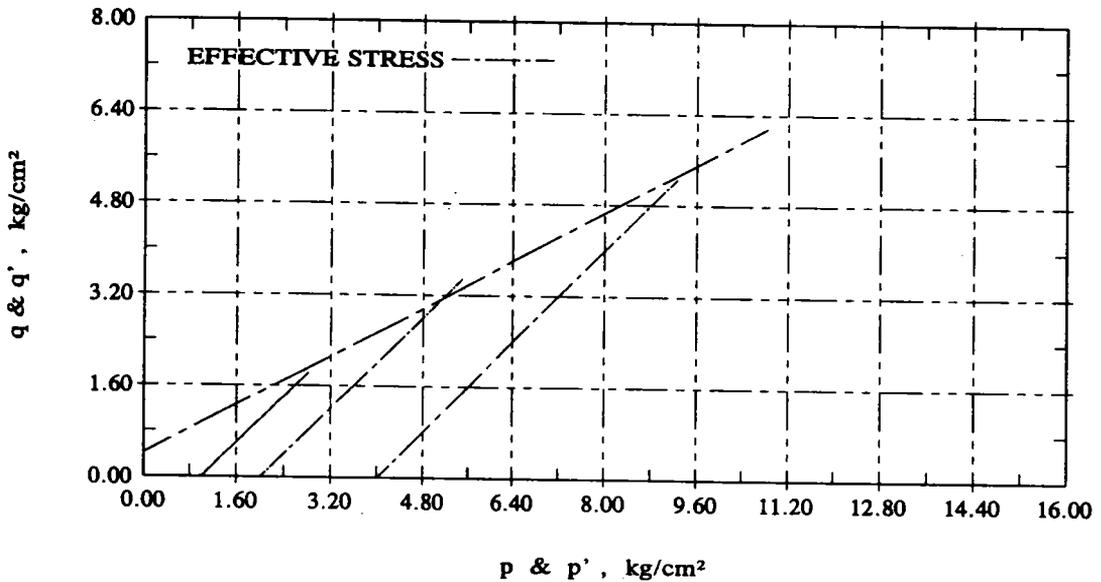
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.50 kg/cm ²	ϕ'	32.0°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

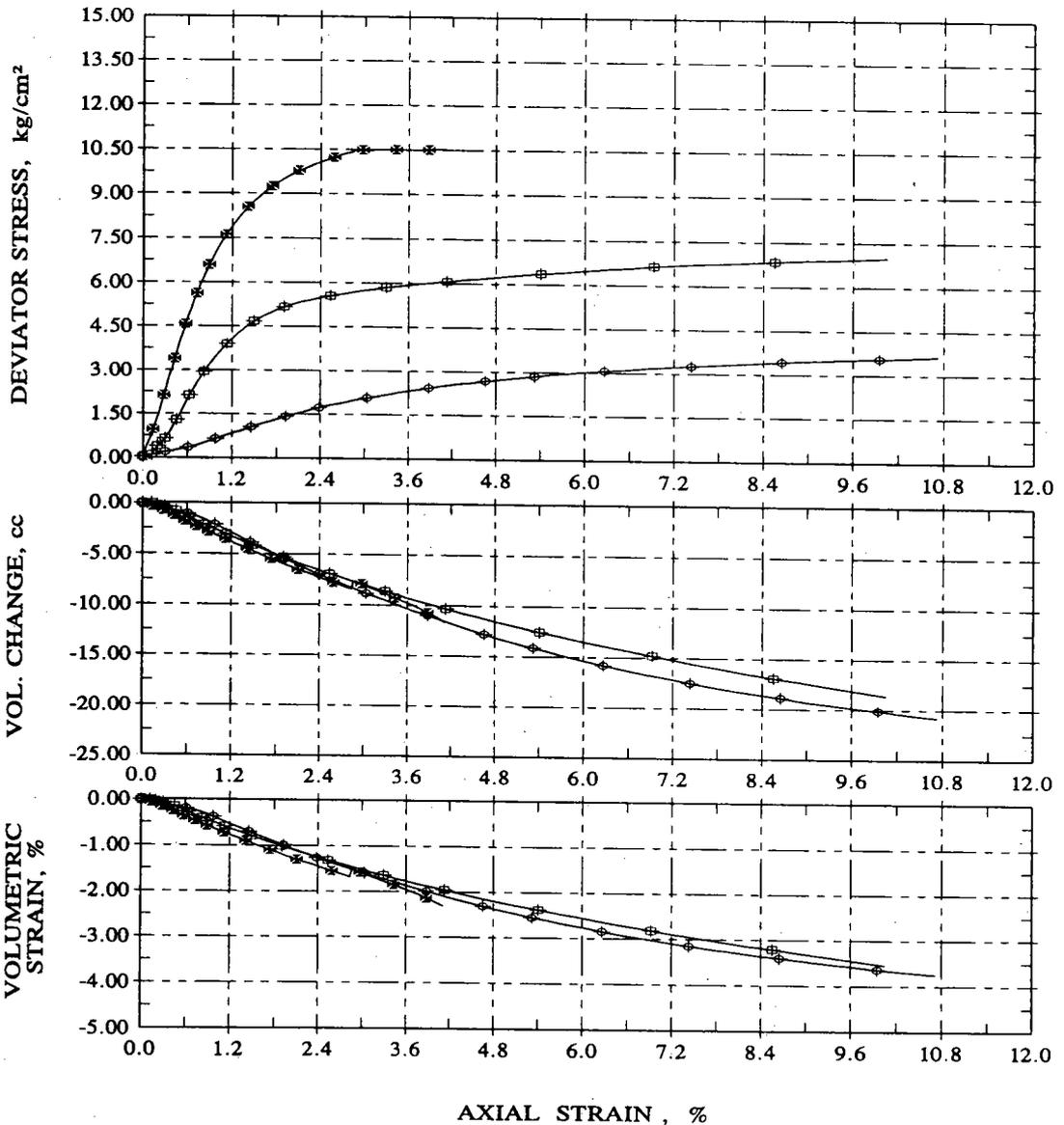


STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.42 kg/cm ²	ϕ'	27.9°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



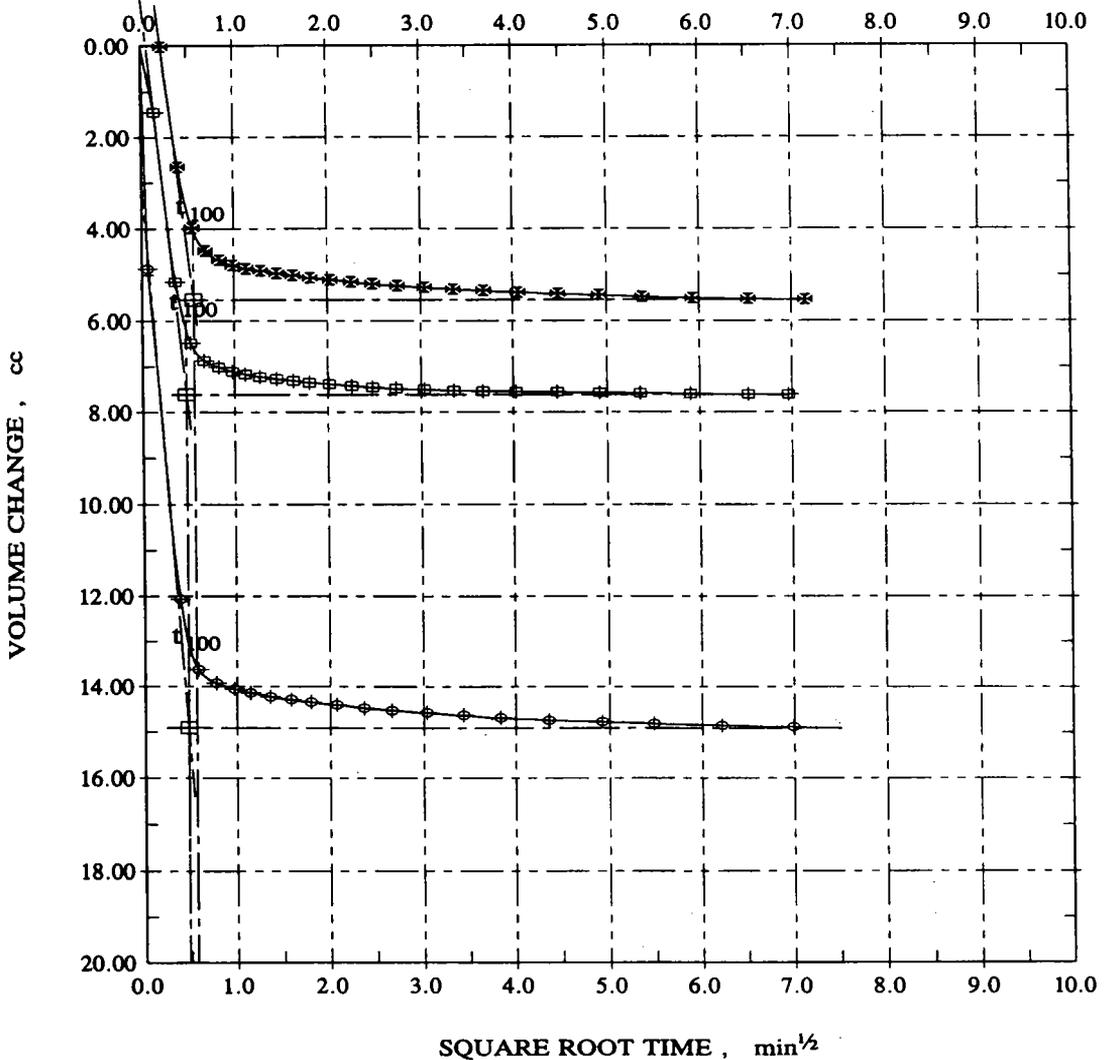
工程編號	NO 19	試驗日期	86/08/05		試驗者					
孔號	BH-9	試樣編號	T-2		土樣分類	SM		比重	2.69	
土樣描述	SM		液限	-	塑限	N.P.	深度 5.0 - 15.80M			
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	34.50	0.928	1.40	29.84	0.803	1.49	3.65	3.65
2	⊗	2.00	35.05	0.943	1.38	26.55	0.714	1.57	6.99	6.99
3	⊗	4.00	36.43	0.980	1.36	24.40	0.656	1.62	10.52	10.52
4	⊗									



工程編號	NO 19	試驗日期	86/08/05	試驗者	
孔號	BH-9	試樣編號	T-2	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.
				深度	15.0 - 15.80M

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	34.50	0.928	1.40	32.45	0.873	1.44	13.8	2.7823
2	⊕	2.00	35.05	0.943	1.38	28.88	0.777	1.51	14.0	2.5352
3	⊗	4.00	36.43	0.980	1.36	25.85	0.695	1.59	19.2	1.6299
4	*									

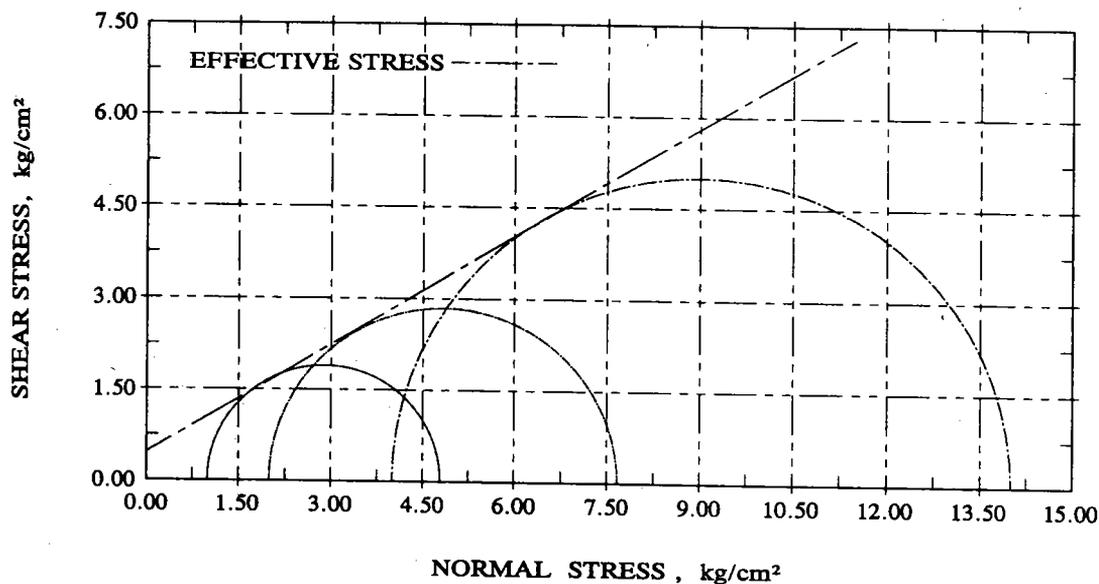
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	NO 39	試驗日期	86/07/02	試驗者	
孔號	BH-10	試樣編號	T-3	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.
		深度	0 - 22.80M		
		比重	2.70		

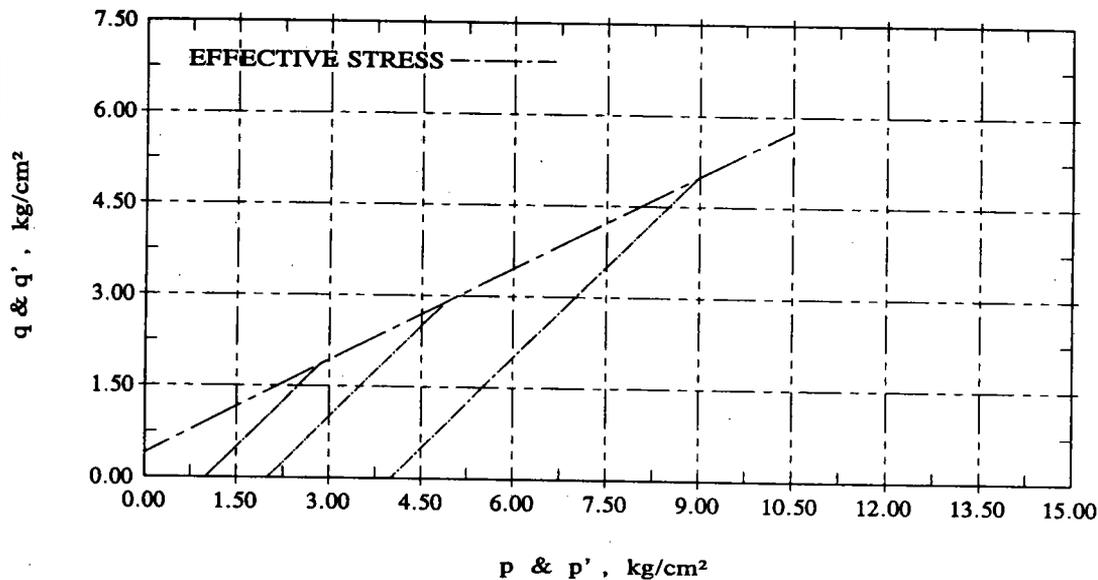
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.46 kg/cm ²	ϕ'	30.7°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



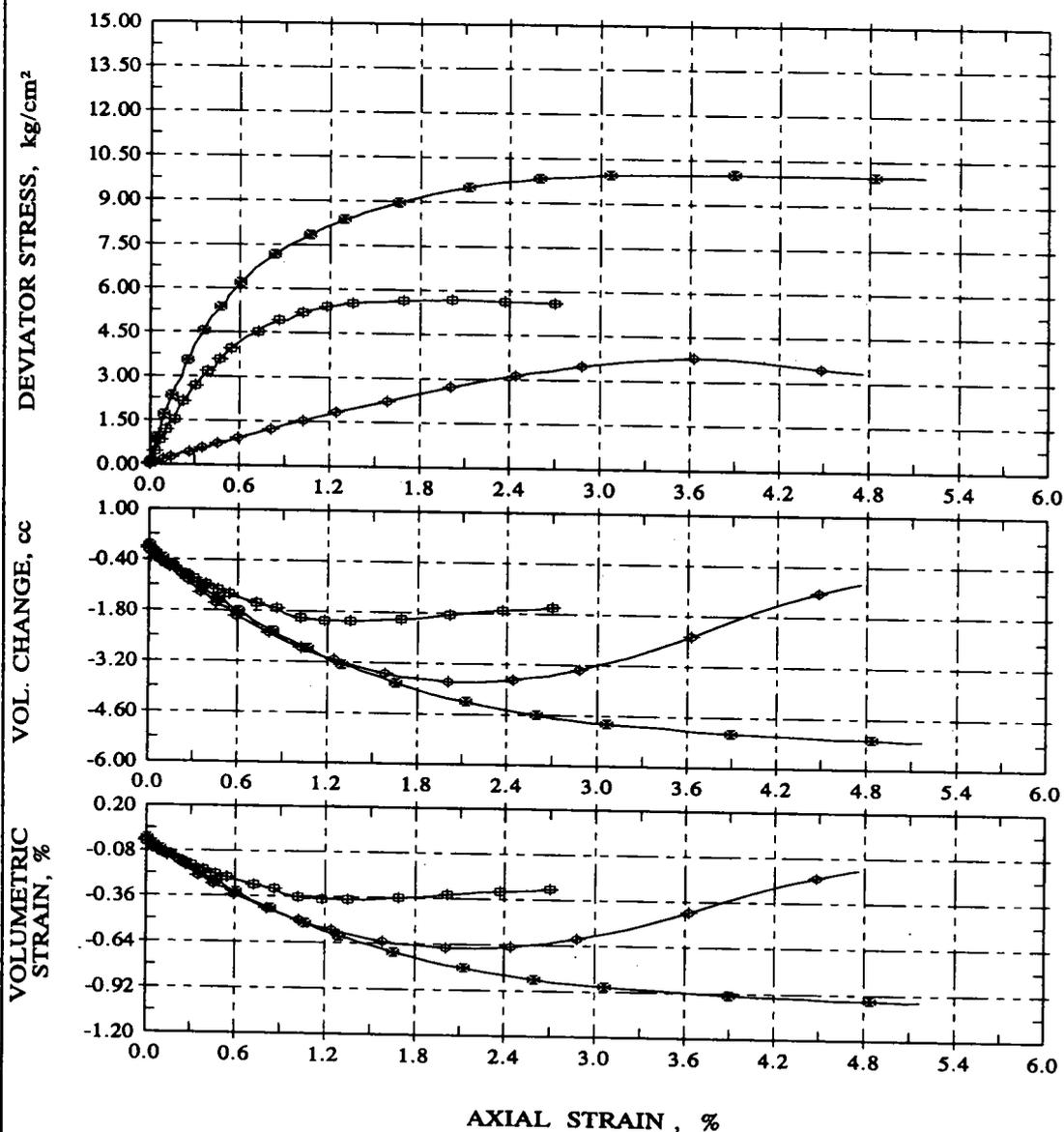
STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.40 kg/cm ²	ϕ'	27.0°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



工程編號	NO 39	試驗日期	86/07/02	試驗者	
孔號	BH-10	試樣編號	T-3	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.
				深度	0 - 22.80M

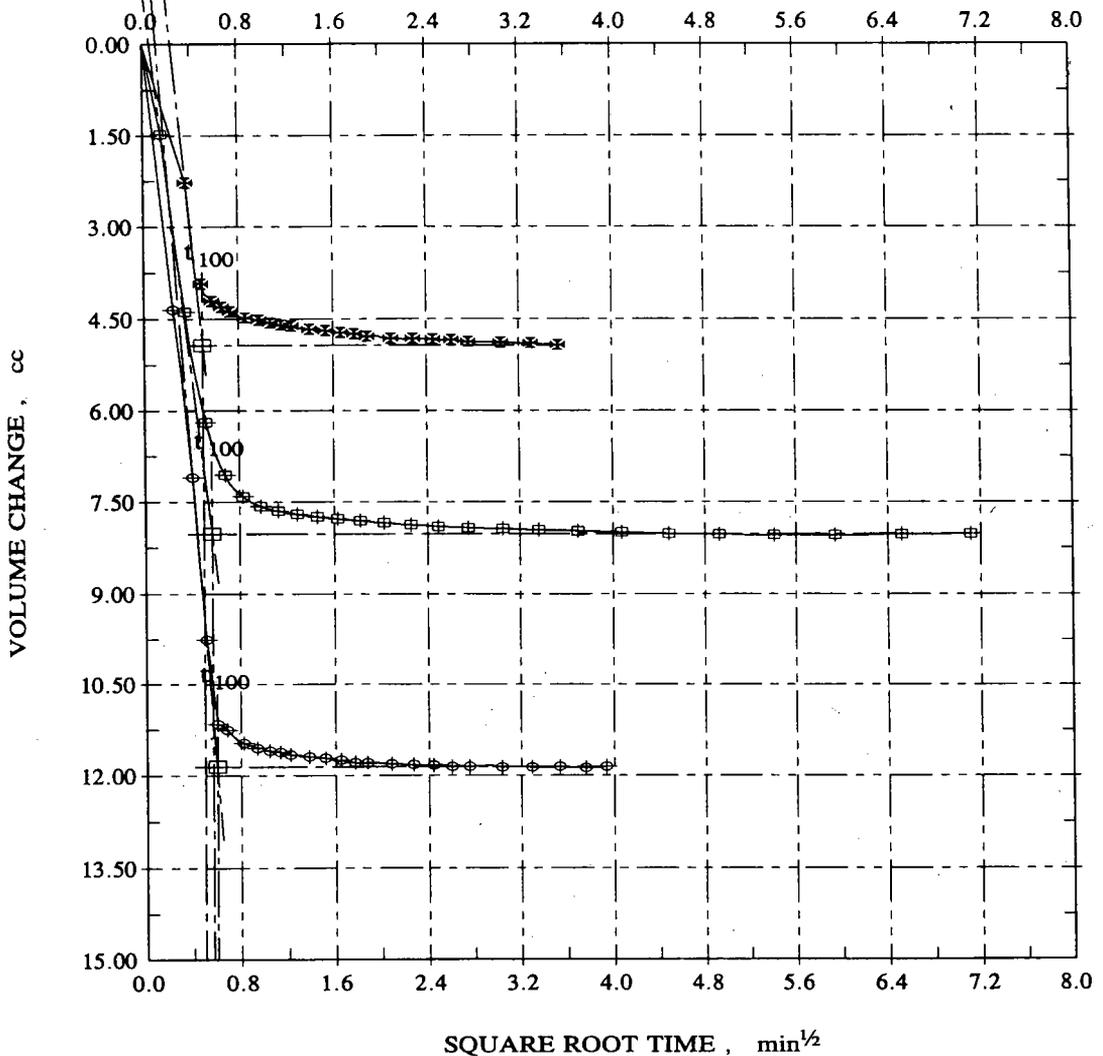
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	18.10	0.489	1.81	16.58	0.448	1.87	3.79	3.35
2	⊕	2.00	16.74	0.452	1.86	15.65	0.423	1.90	5.68	5.61
3	⊗	4.00	16.13	0.435	1.88	14.68	0.396	1.93	10.01	9.97
4	⊗									



工程編號	NO 39	試驗日期	86/07/02	試驗者	
孔號	BH-10	試樣編號	T-3	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.
				深度	2.0 - 22.80M

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	18.10	0.489	1.81	16.66	0.450	1.86	21.7	1.7746
2	⊕	2.00	16.74	0.452	1.86	15.81	0.427	1.89	19.4	1.8401
3	⊗	4.00	16.13	0.435	1.88	15.18	0.410	1.92	15.1	2.0914
4	⊛									

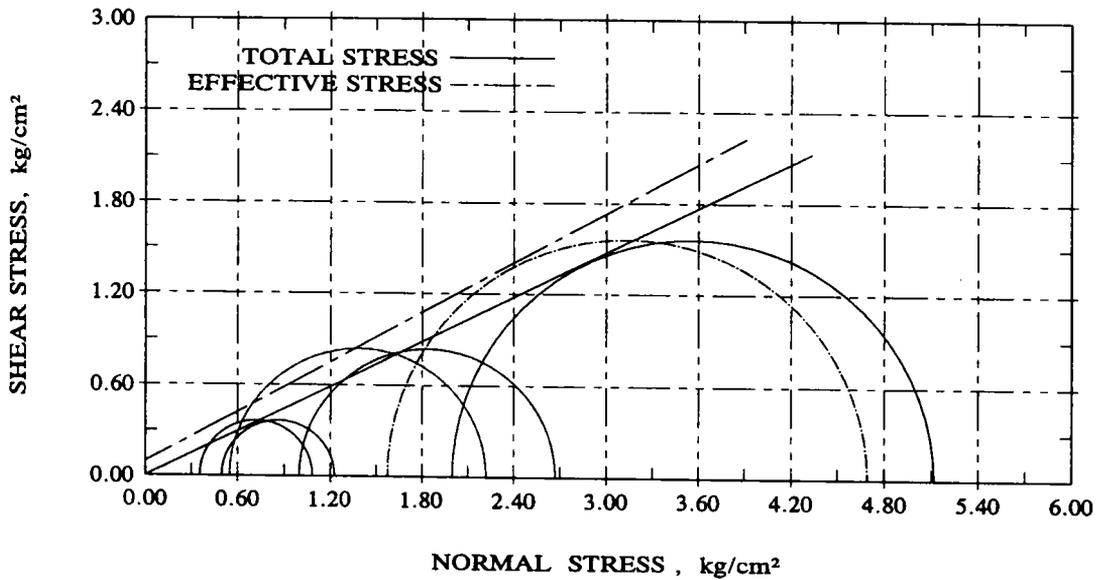
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	NO 39	試驗日期	86/09/10	試驗者			
孔號	BH-10	試樣編號	T-1	土樣分類	CL	比重	2.69
土樣描述	CL	液限	27.0	塑限	18.3	深度	11.0 - 11.80M

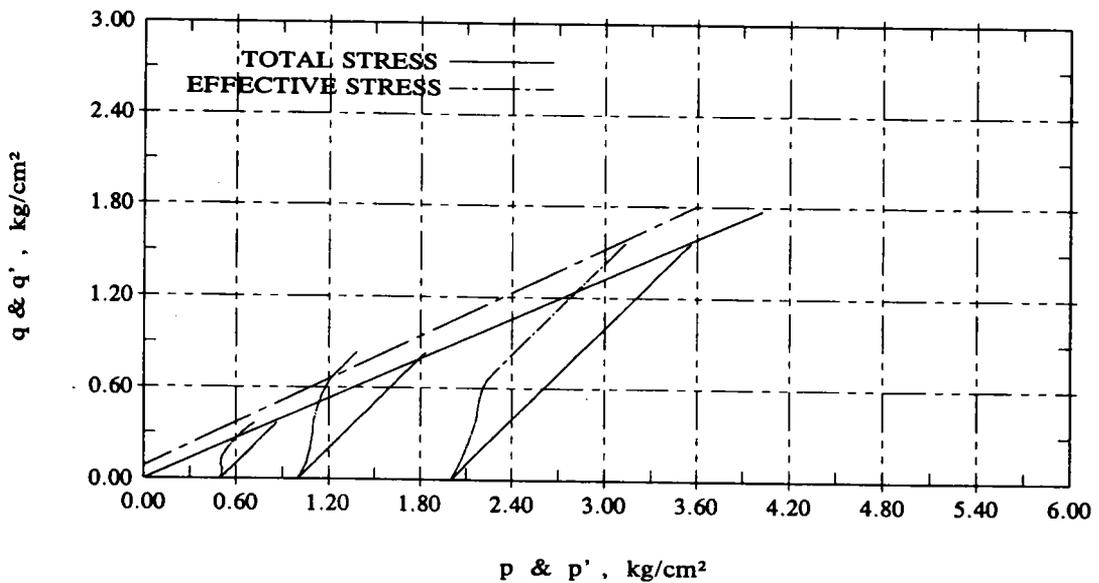
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	0.01 kg/cm ²	ϕ	25.7°	C'	0.10 kg/cm ²	ϕ'	28.1°
---	-------------------------	--------	-------	----	-------------------------	---------	-------

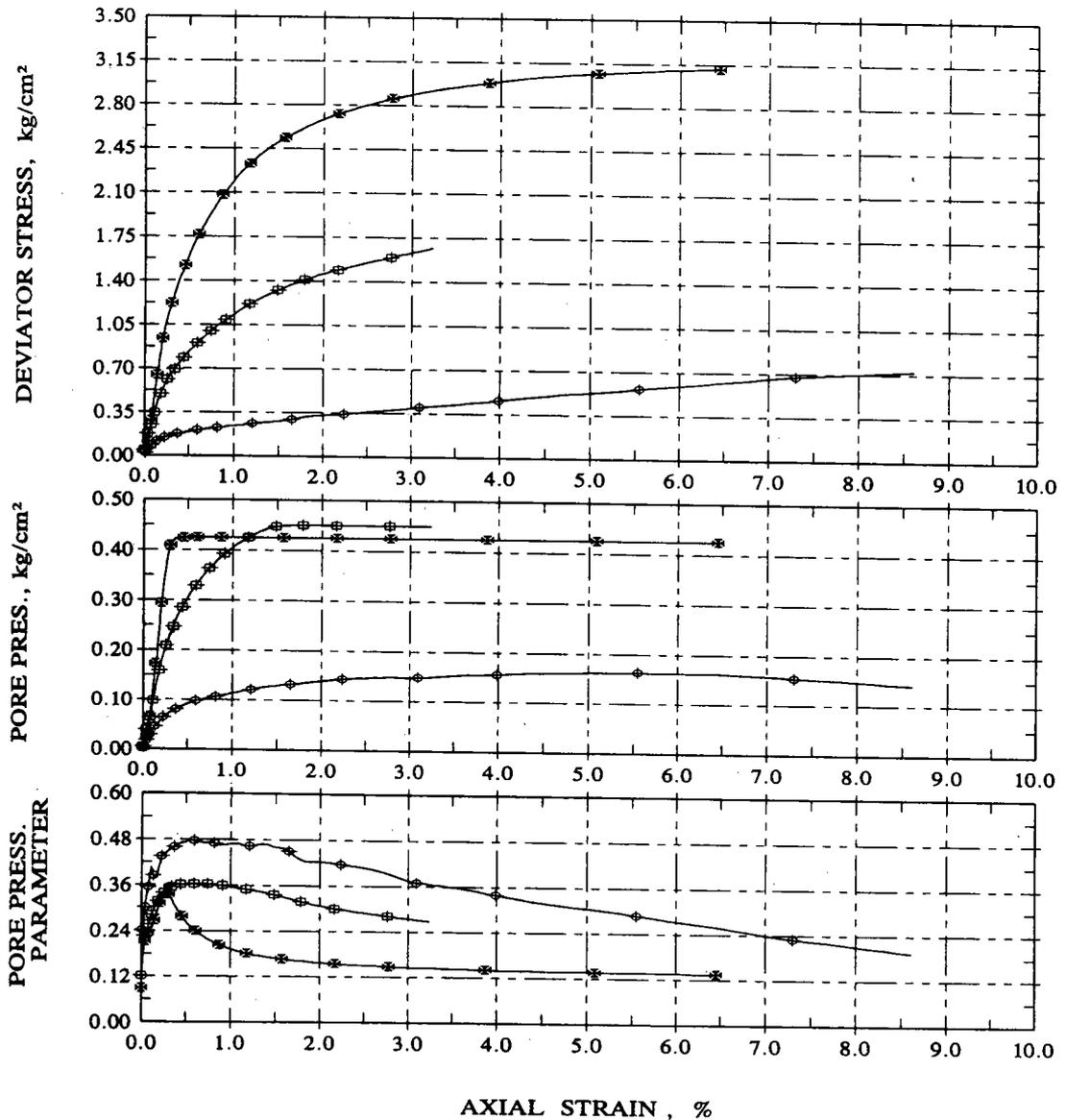


STRESS PATH

a	0.01 kg/cm ²	ϕ	23.4°	a'	0.09 kg/cm ²	ϕ'	25.2°
---	-------------------------	--------	-------	----	-------------------------	---------	-------



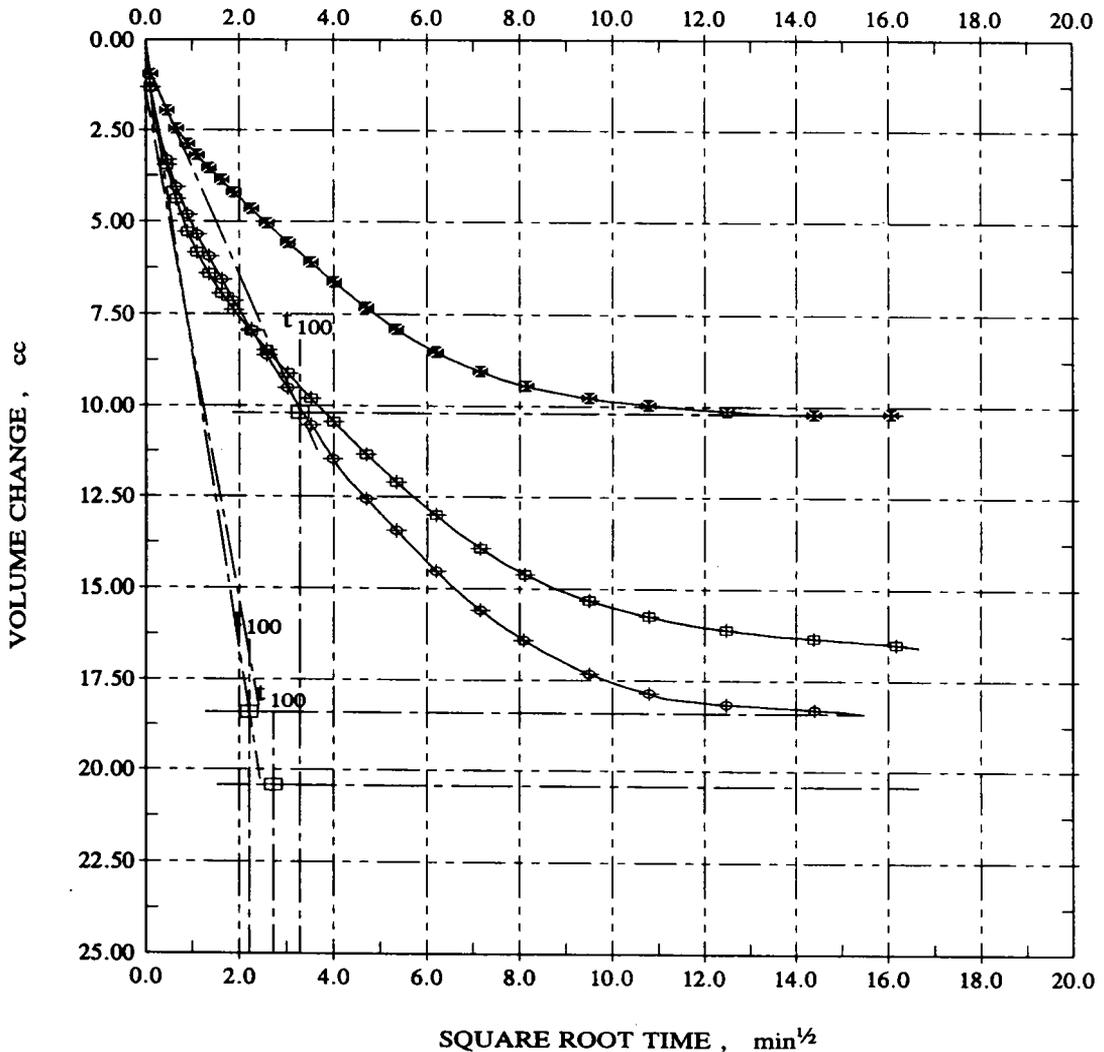
工程編號	NO 39	試驗日期	86/09/10	試驗者						
孔號	BH-10	試樣編號	T-1	土樣分類	CL					
土樣描述	CL	液限	27.0	塑限	18.3					
		深度	11.0 - 11.80M							
試體序號	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E_s kg/cm ²
NO.			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	0.50	19.50	0.687	1.59	23.58	0.634	1.65	0.73	0.73
2	⊗	1.00	23.58	0.634	1.65	21.41	0.576	1.71	1.67	1.67
3	⊗	2.00	21.41	0.576	1.71	20.33	0.547	1.74	3.12	3.12
4	*									



工程編號	NO 39	試驗日期	86/09/10	試驗者	
孔號	BH-10	試樣編號	T-1	土樣分類	CL 比重 2.69
土樣描述	CL	液限	27.0	塑限	18.3 深度 11.0 - 11.80M

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	0.50	19.50	0.687	1.59	23.58	0.634	1.65	296.8	0.1391
2	⊕	1.00	23.58	0.634	1.65	21.41	0.576	1.71	449.4	0.0892
3	⊗	2.00	21.41	0.576	1.71	20.33	0.547	1.74	651.7	0.0580
4	⊗									

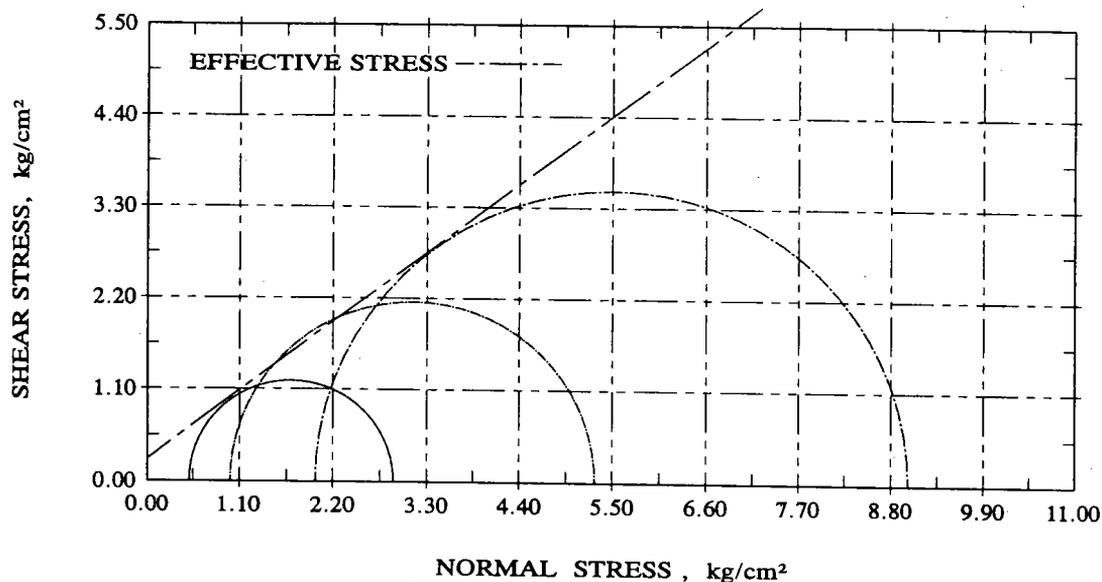
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	NO 58	試驗日期	86/08/19	試驗者	
孔號	BH-11	試樣編號	T-2	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	5.0	塑限	N.P.
		深度	10.0 - 10.80M		
		比重	2.67		

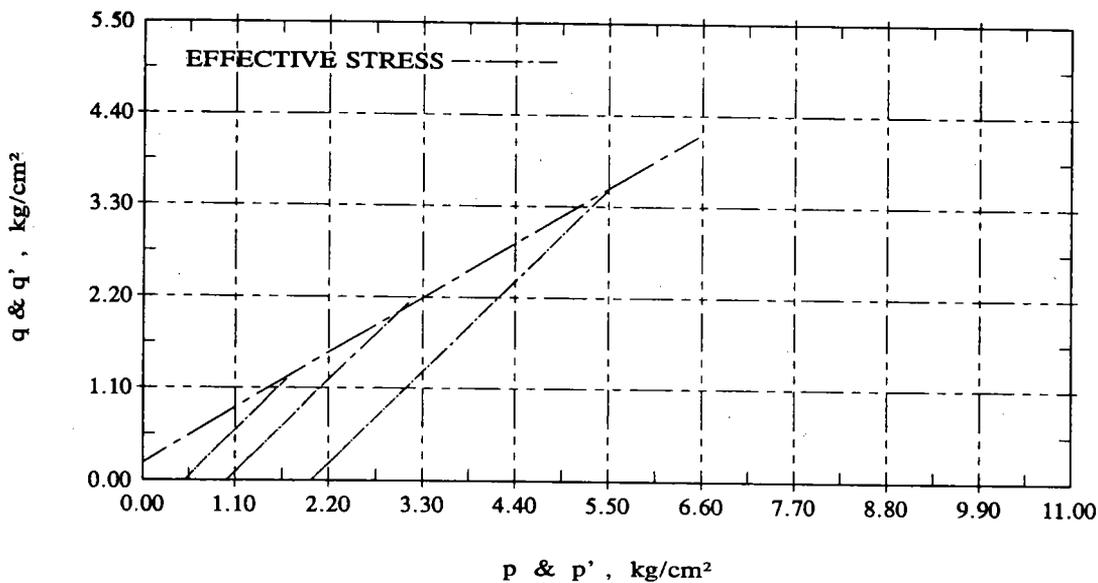
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.26 kg/cm ²	ϕ'	37.0°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



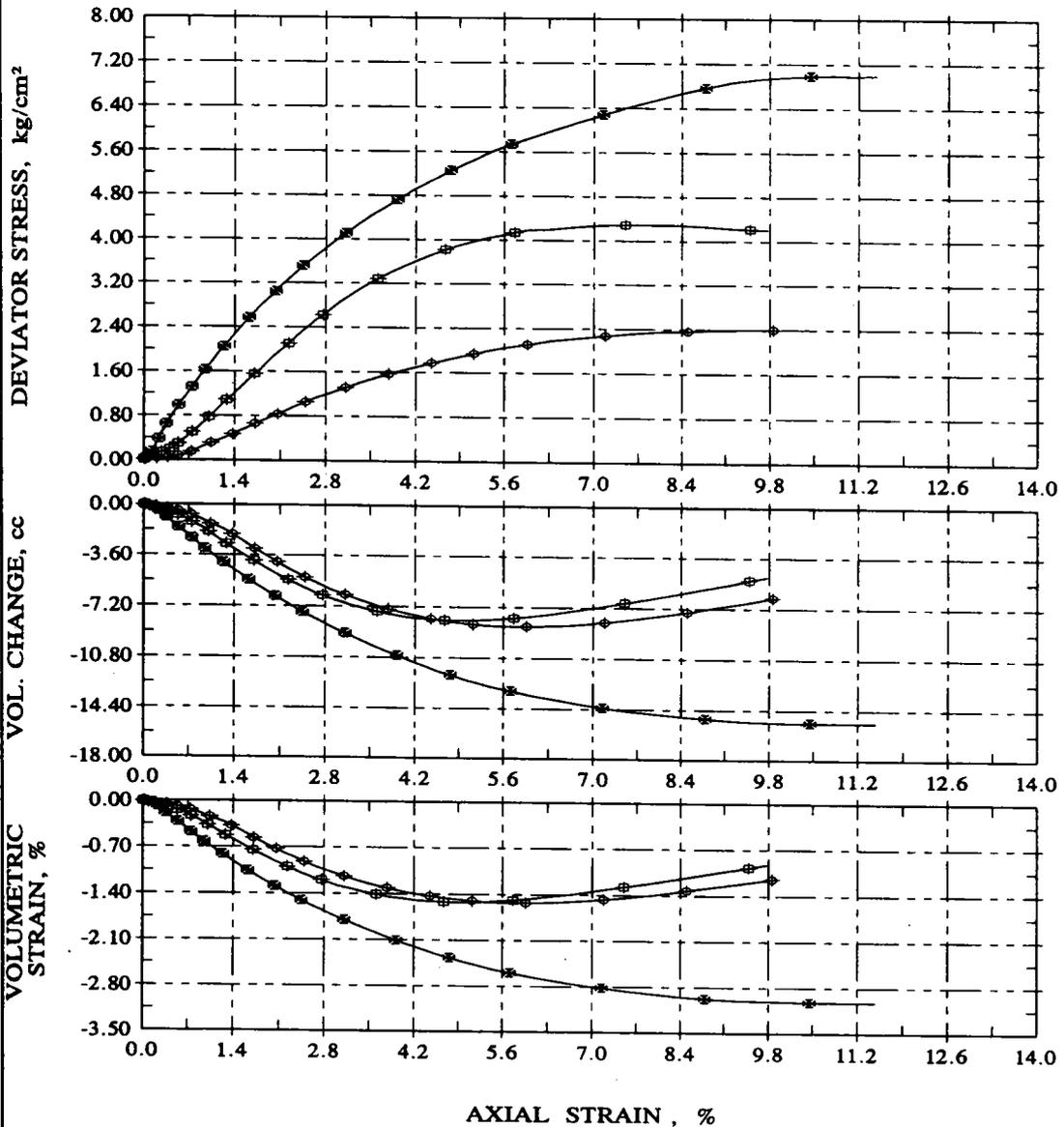
STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.21 kg/cm ²	ϕ'	31.1°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



工程編號	NO 58	試驗日期	86/08/19	試驗者	
孔號	BH-11	試樣編號	T-2	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	5.0	塑限	N.P.
		深度	10.0 - 10.80M		
		比重	2.67		

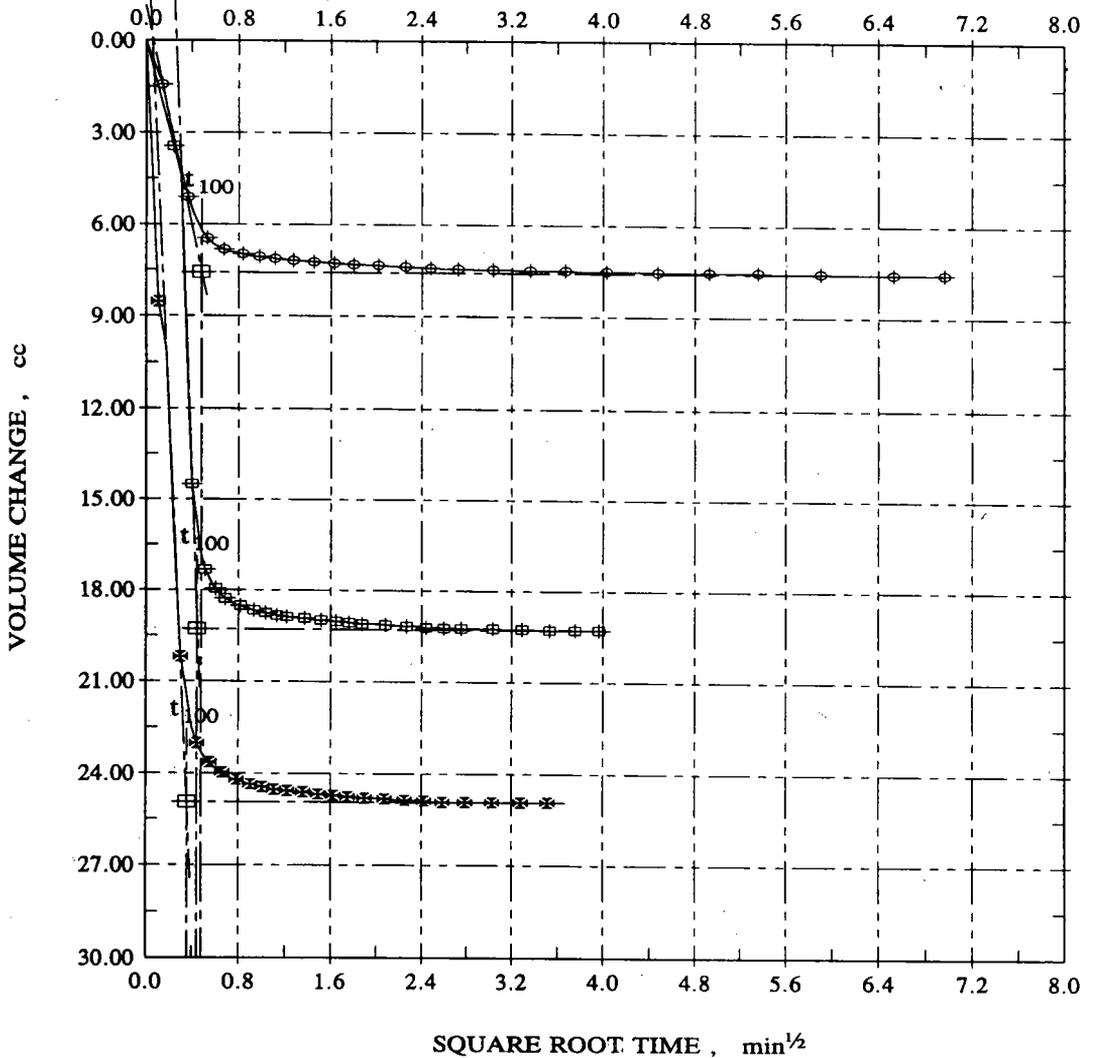
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E_s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	0.50	19.37	0.579	1.69	20.22	0.540	1.73	2.41	2.41
2	⊕	1.00	21.56	0.576	1.69	17.71	0.473	1.81	4.30	4.21
3	⊗	2.00	20.07	0.536	1.74	13.53	0.361	1.96	7.01	7.01
4	⊛									



工程編號	NO 58	試驗日期	86/08/19	試驗者	
孔號	BH-11	試樣編號	T-2	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	5.0	塑限	N.P.
		深度	10.0 - 10.80M		
比重	2.67				

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	◆	0.50	19.37	0.579	1.69	20.89	0.558	1.71	14.0	2.7407
2	⊕	1.00	21.56	0.576	1.69	18.22	0.487	1.80	12.2	3.0281
3	⊗	2.00	20.07	0.536	1.74	15.12	0.404	1.90	7.8	4.2360
4	⊛									

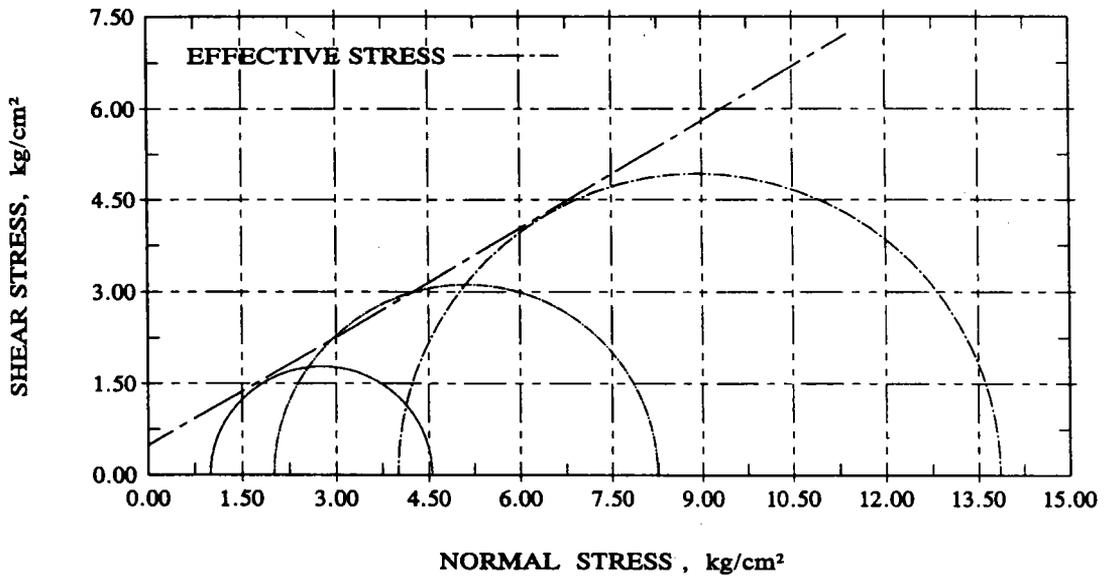
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	NO 58	試驗日期	86/07/04	試驗者			
孔號	BH-12	試樣編號	T-4	土樣分類	SM	比重	2.70
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.	深度	20.0 - 20.80M

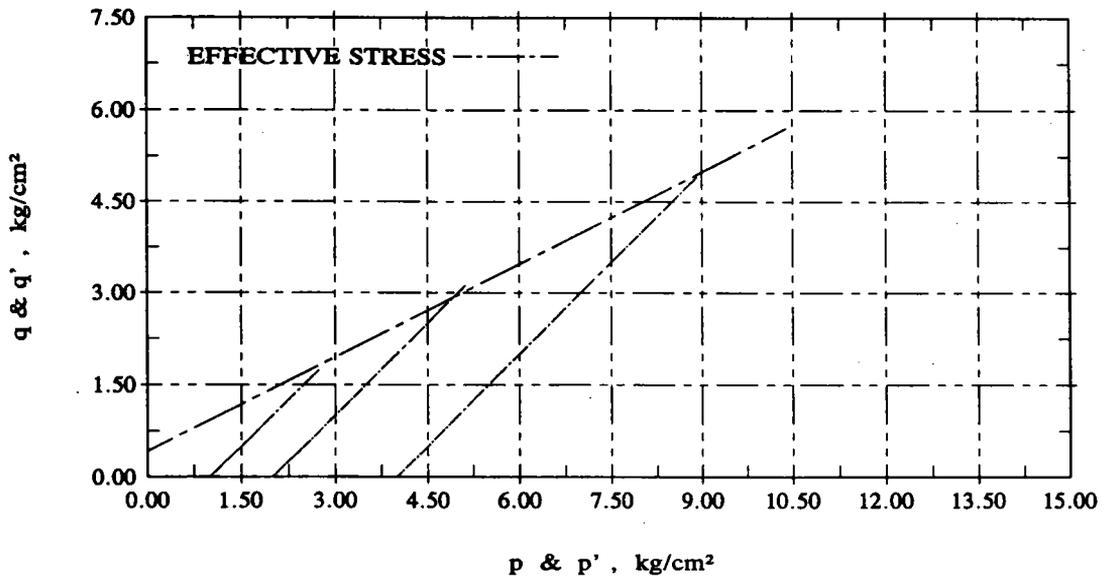
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.49 kg/cm ²	ϕ'	30.6°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



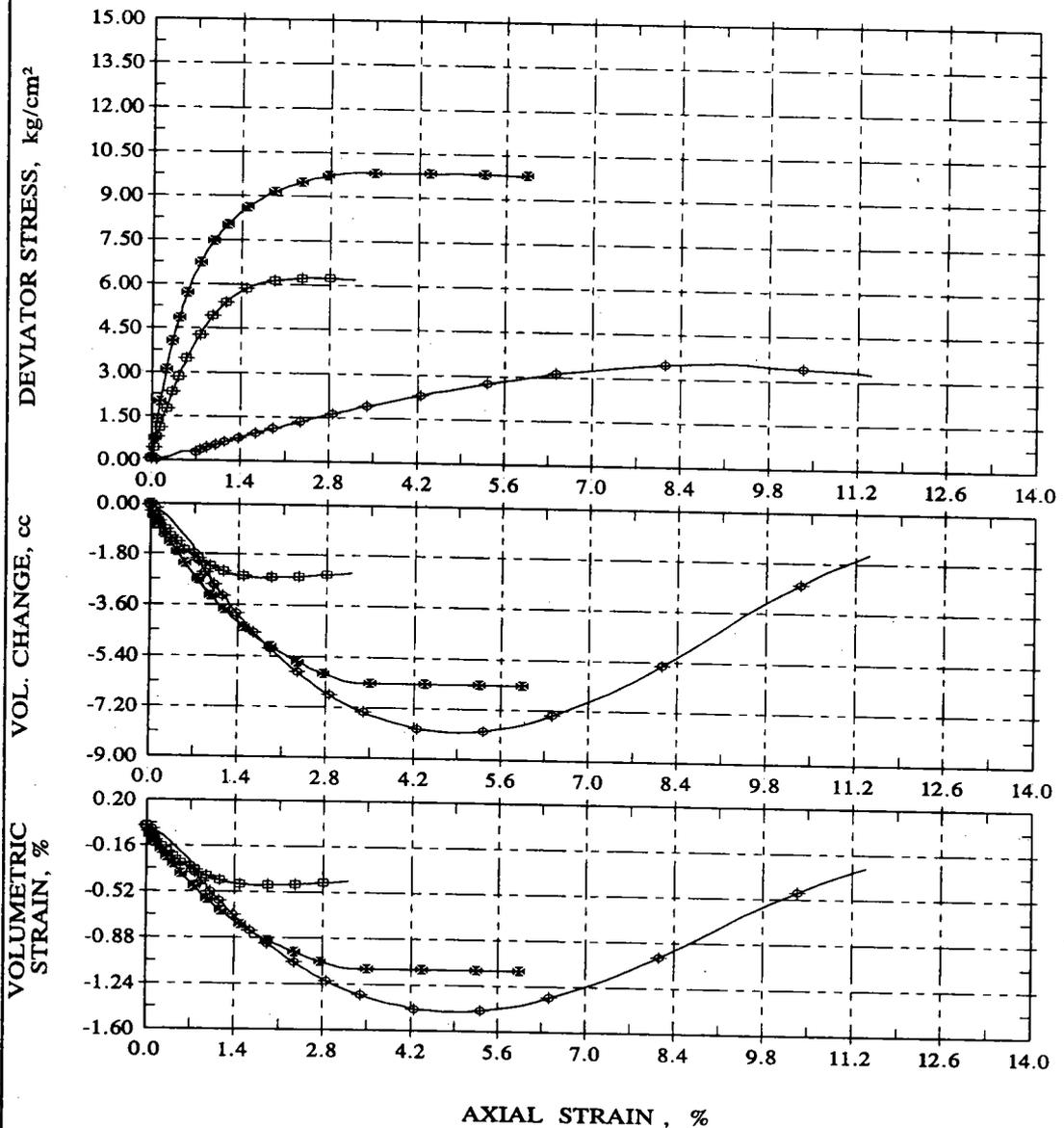
STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.42 kg/cm ²	ϕ'	27.0°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



工程編號	NO 58	試驗日期	86/07/04	試驗者	
孔號	BH-12	試樣編號	T-4	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.
				深度	20.0 - 20.80M

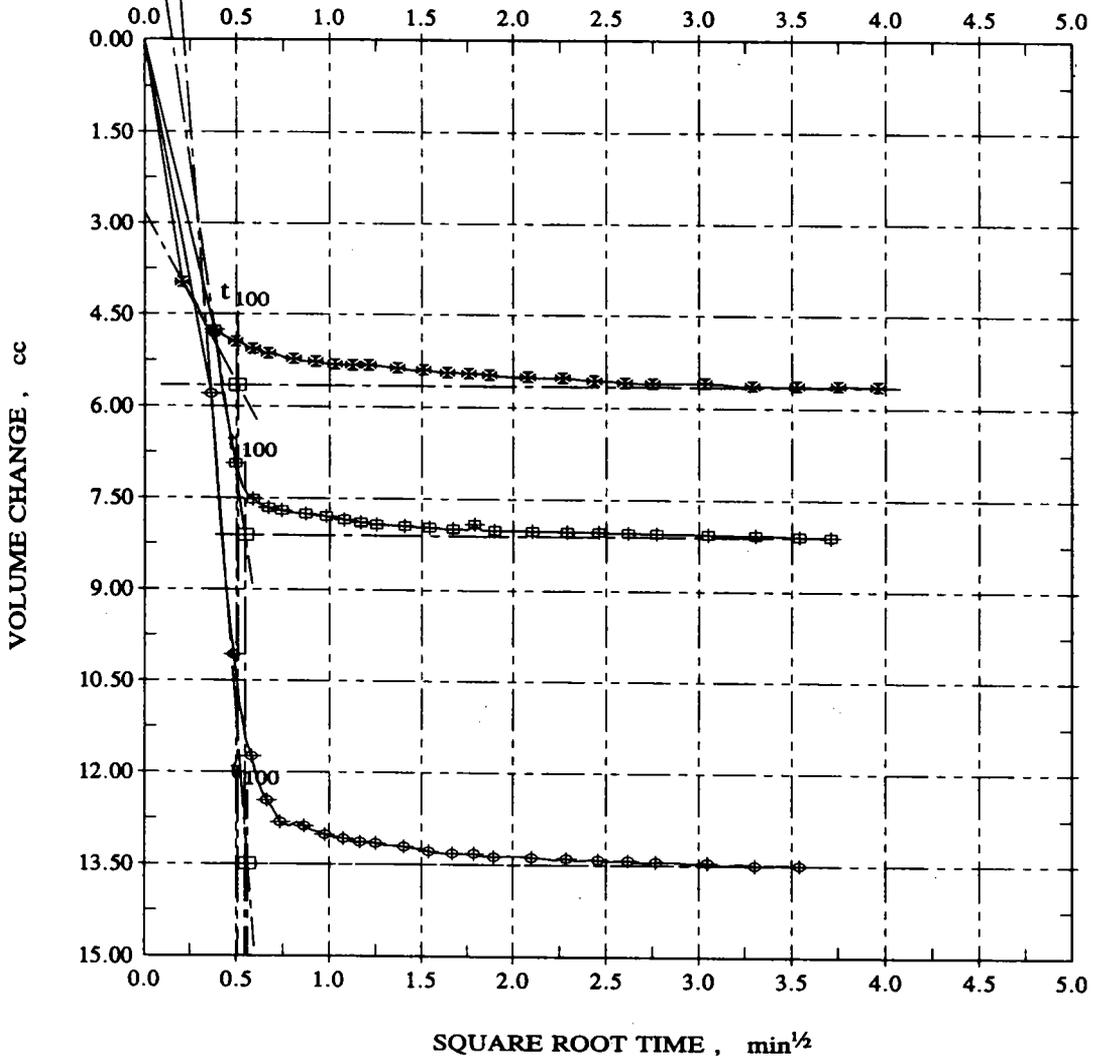
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E_s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	26.30	0.710	1.58	24.27	0.655	1.63	3.56	3.26
2	⊕	2.00	19.60	0.529	1.77	17.90	0.483	1.82	6.25	6.20
3	⊗	4.00	19.60	0.529	1.77	17.76	0.479	1.83	9.86	9.81
4	*									



工程編號	NO 58	試驗日期	86/07/04	試驗者	
孔號	BH-12	試樣編號	T-4	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.
		深度	20.0 - 20.80M		

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	#	1.00	26.30	0.710	1.58	24.43	0.660	1.63	19.0	2.0204
2	#	2.00	19.60	0.529	1.77	18.14	0.490	1.81	18.1	2.1305
3	#	4.00	19.60	0.529	1.77	18.38	0.496	1.80	15.6	2.4651
4	*									

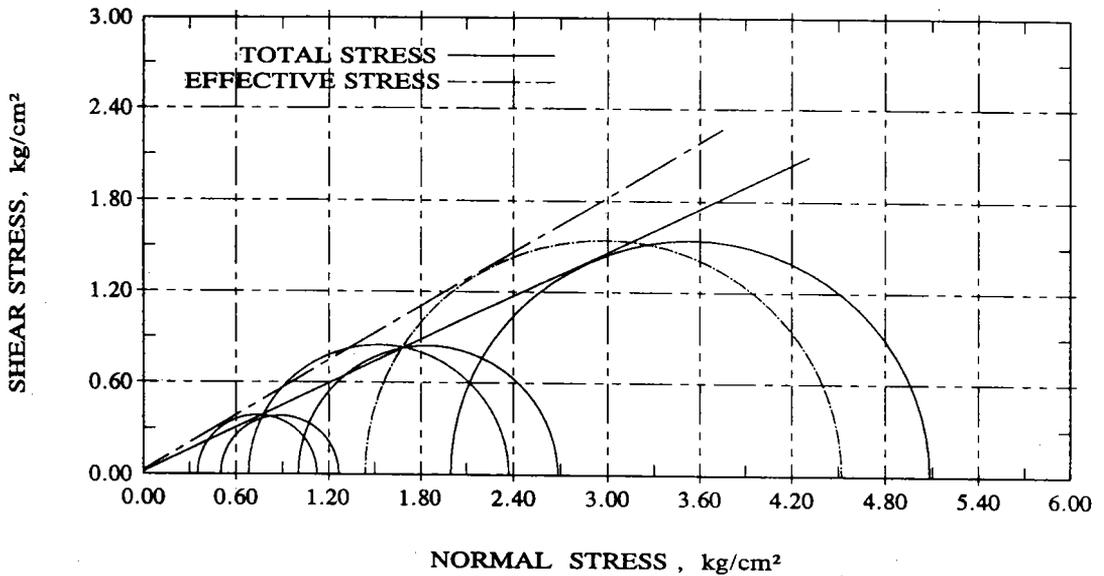
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	NO 58	試驗日期	86/10/03	試驗者	
孔號	BH-12	試樣編號	T-2	土樣分類	CL
土樣描述	CL	液限	22.5	塑限	14.9
		深度	12.5 - 13.3M	比重	2.69

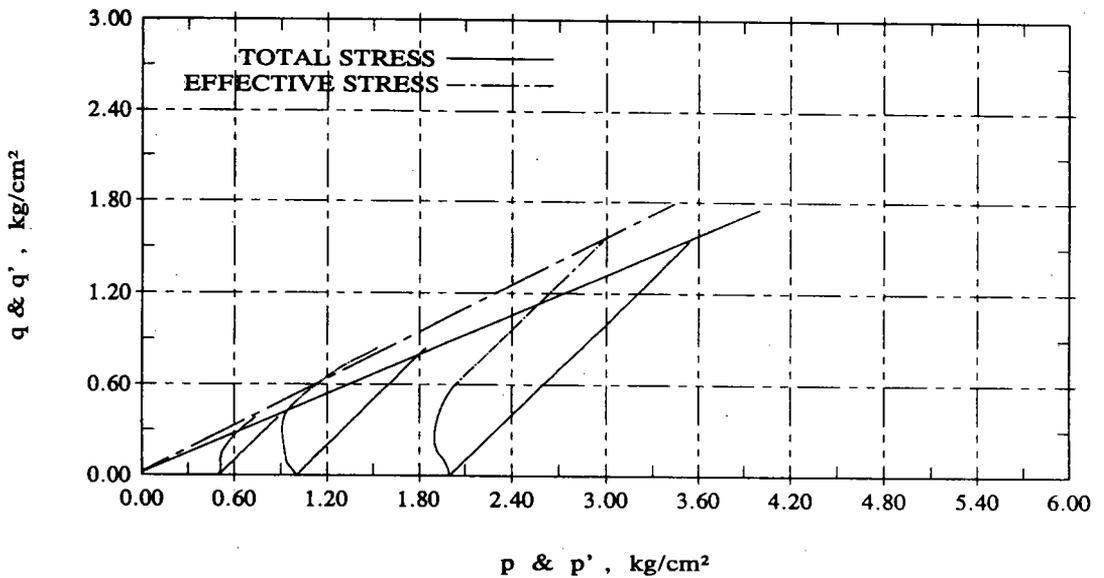
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	0.02 kg/cm ²	ϕ	25.7°	C'	0.03 kg/cm ²	ϕ'	30.9°
---	-------------------------	--------	-------	----	-------------------------	---------	-------



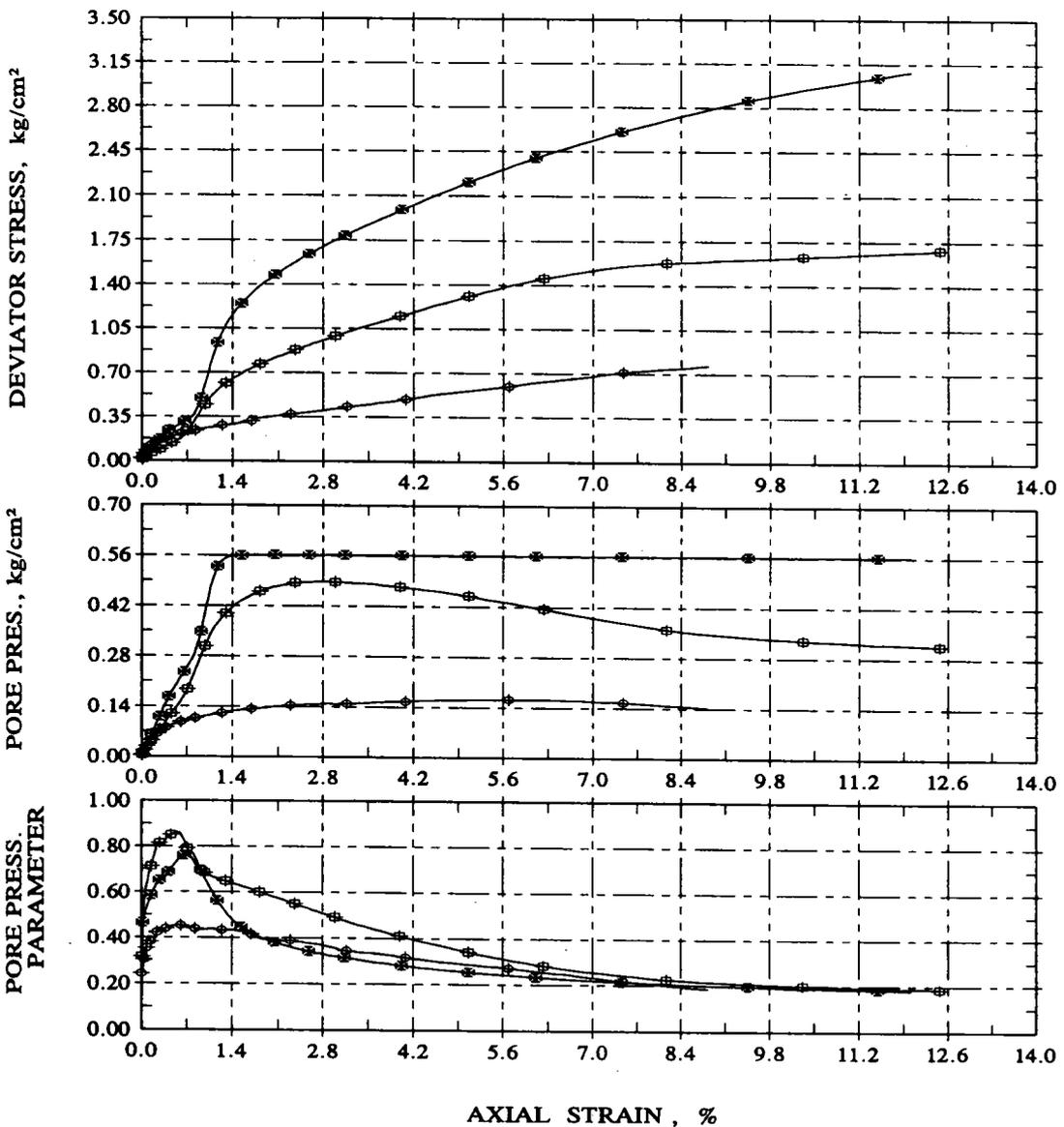
STRESS PATH

a	0.02 kg/cm ²	ϕ	23.4°	a'	0.03 kg/cm ²	ϕ'	27.2°
---	-------------------------	--------	-------	----	-------------------------	---------	-------



工程編號	NO 58	試驗日期	86/10/03	試驗者	
孔號	BH-12	試樣編號	T-2	土樣分類	CL
土樣描述	CL	液限	22.5	塑限	14.9
		深度	12.5 - 13.3M	比重	2.69

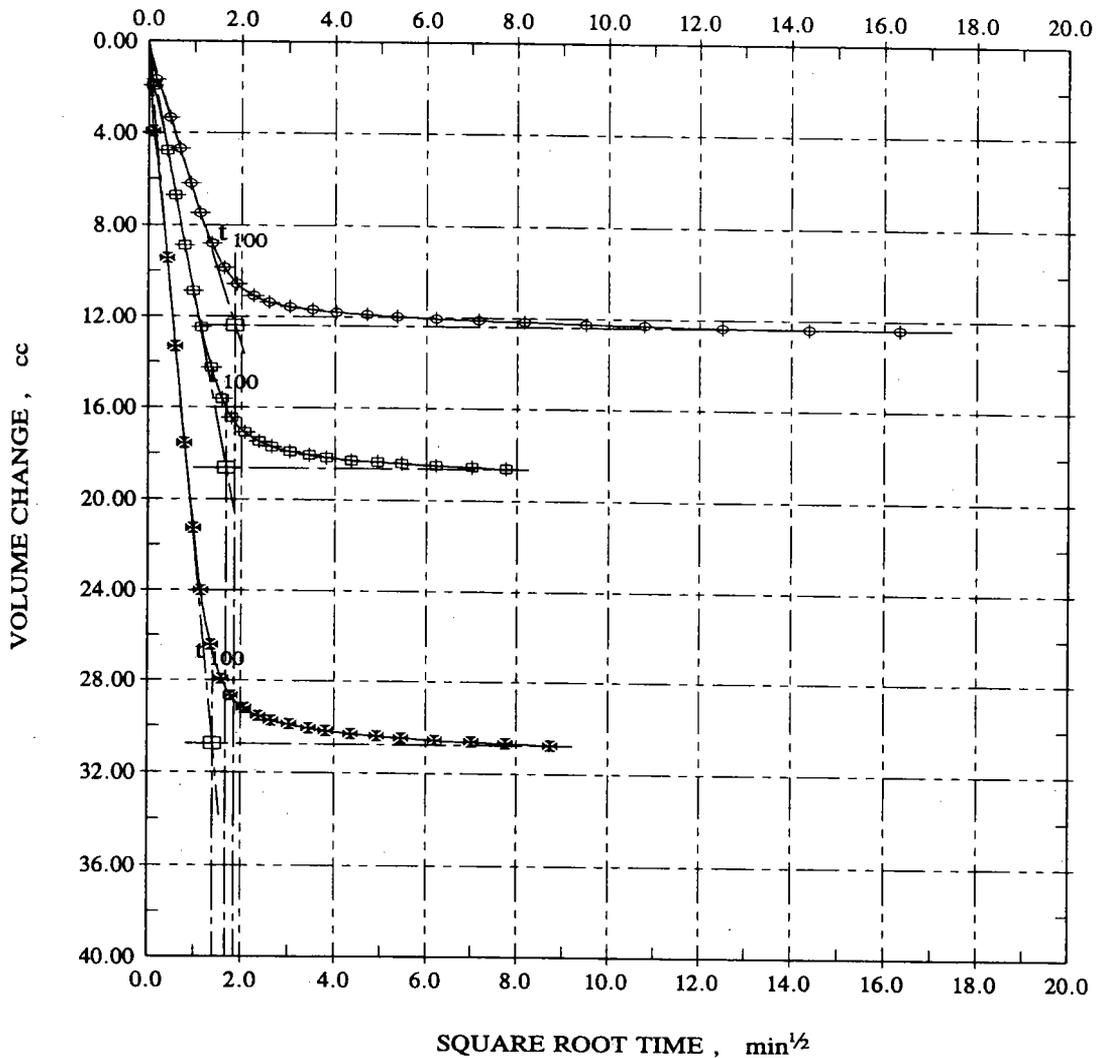
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	0.50	28.60	0.769	1.52	26.14	0.703	1.58	0.77	0.77
2	⊕	1.00	28.30	0.761	1.53	25.24	0.679	1.60	1.69	1.69
3	⊗	2.00	28.00	0.753	1.53	23.78	0.640	1.64	3.09	3.09
4	*									



工程編號	NO 58	試驗日期	86/10/03	試驗者	
孔號	BH-12	試樣編號	T-2	土樣分類	CL
土樣描述	CL	液限	22.5	塑限	14.9
		深度	12.5 - 13.3M		

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	0.50	28.60	0.769	1.52	26.14	0.703	1.58	209.8	0.1834
2	⊕	1.00	28.30	0.761	1.53	25.24	0.679	1.60	169.4	0.2272
3	⊗	2.00	28.00	0.753	1.53	23.78	0.640	1.64	117.8	0.3266
4	*									

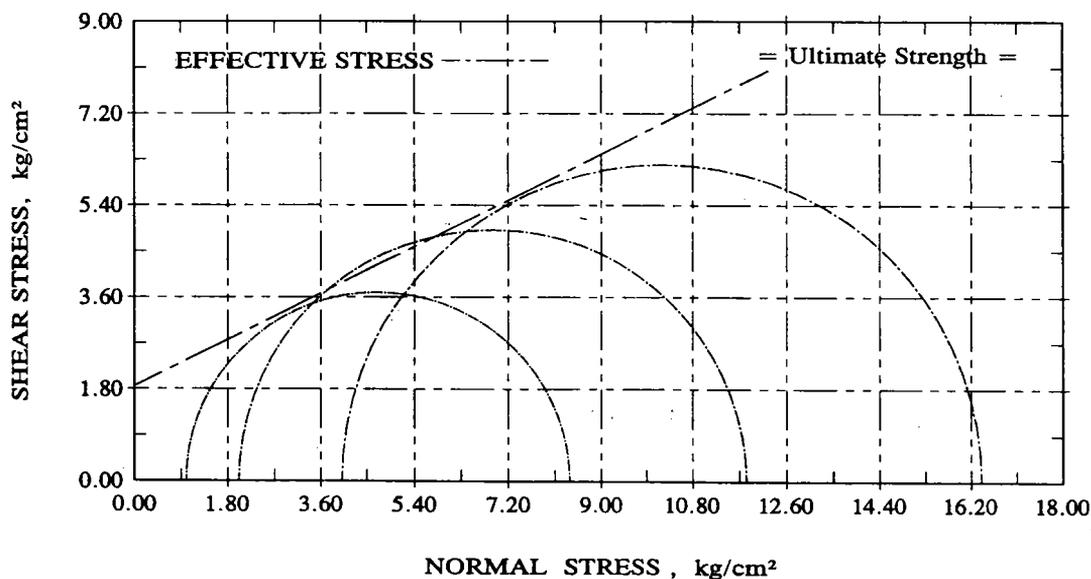
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	KC-3T-4	試驗日期	87.04.02	試驗者	
孔號	C-3	試樣編號	T-4	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.
				深度	27.0-27.80M
				比重	2.71

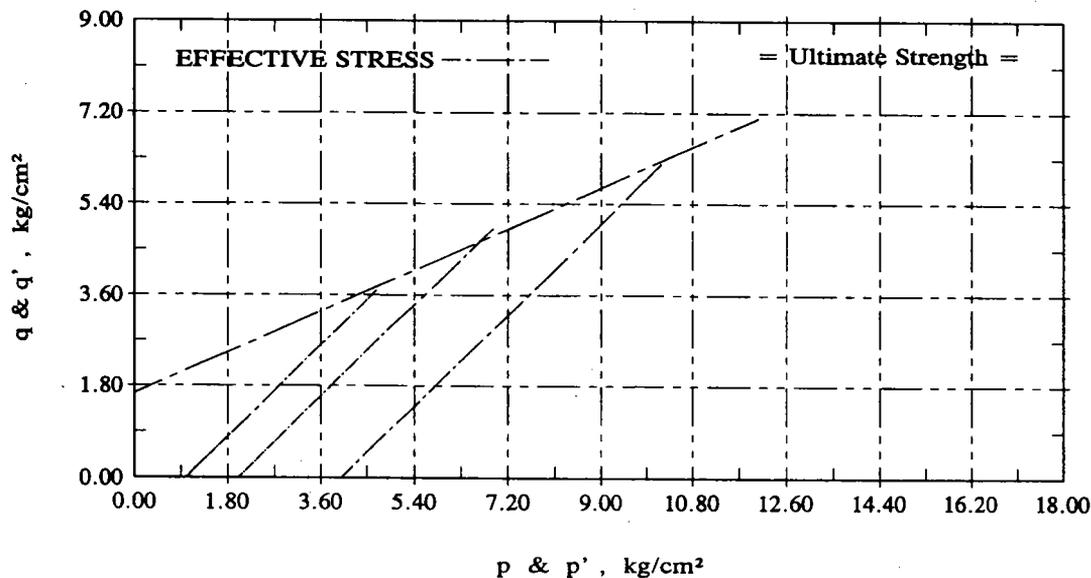
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	1.86 kg/cm ²	ϕ'	26.8°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



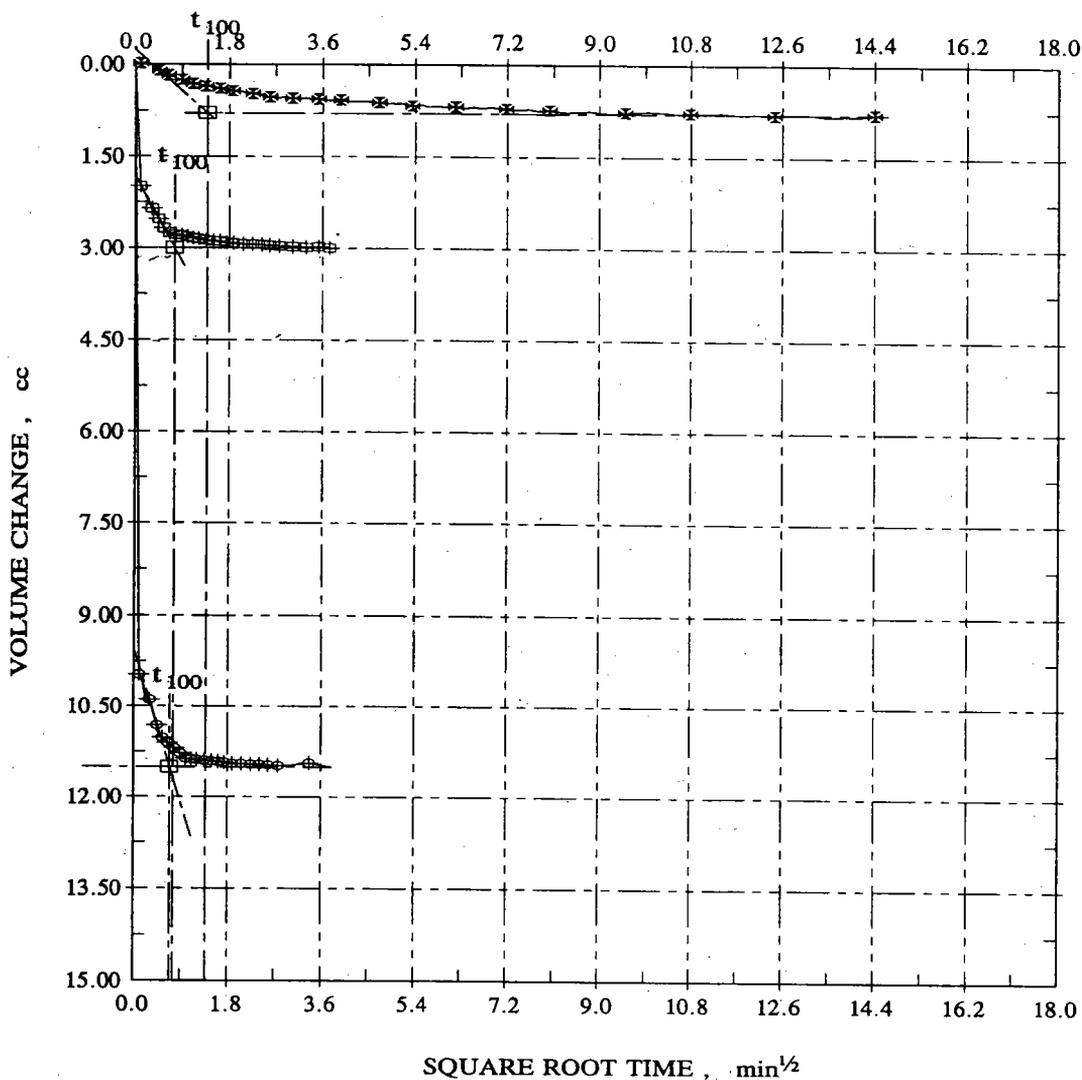
STRESS PATH

a	ϕ	a'	1.66 kg/cm ²	ϕ'	24.3°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



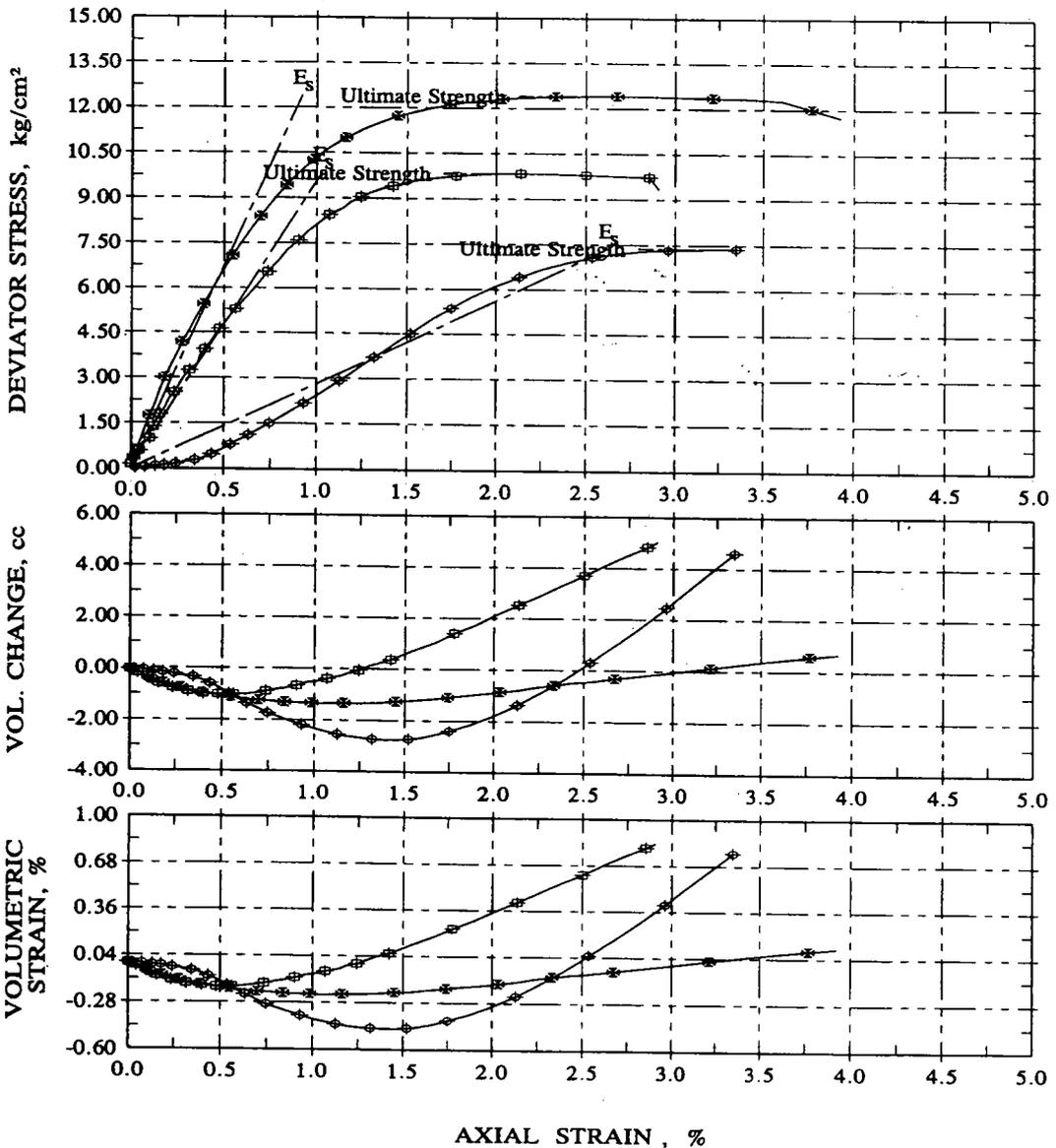
工程編號	KC-3T-4		試驗日期	87.04.02		試驗者					
孔號	C-3		試驗編號	T-4		土樣分類	SM		比重	2.7	
土樣描述	SM			液限		塑限	N.P.	深度	27.0 - 27.80M		
試體序號	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec	
NO.			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)			
1	⊕	1.00	15.40	0.417	1.91	7.22	0.196	2.27	29.9	1.4793	
2	⊕	2.00	6.88	0.187	2.28	7.34	0.199	2.26	34.9	1.0911	
3	⊗	4.00	6.29	0.171	2.32	7.65	0.207	2.24	114.3	0.2761	
4	*										

TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	KC-3T-4	試驗日期	87.04.02	試驗者	
孔號	C-3	試樣編號	T-4	土樣分類	SM
土樣描述	SM		液限	-	塑限
				N.P.	深度
					27.0-27.80M

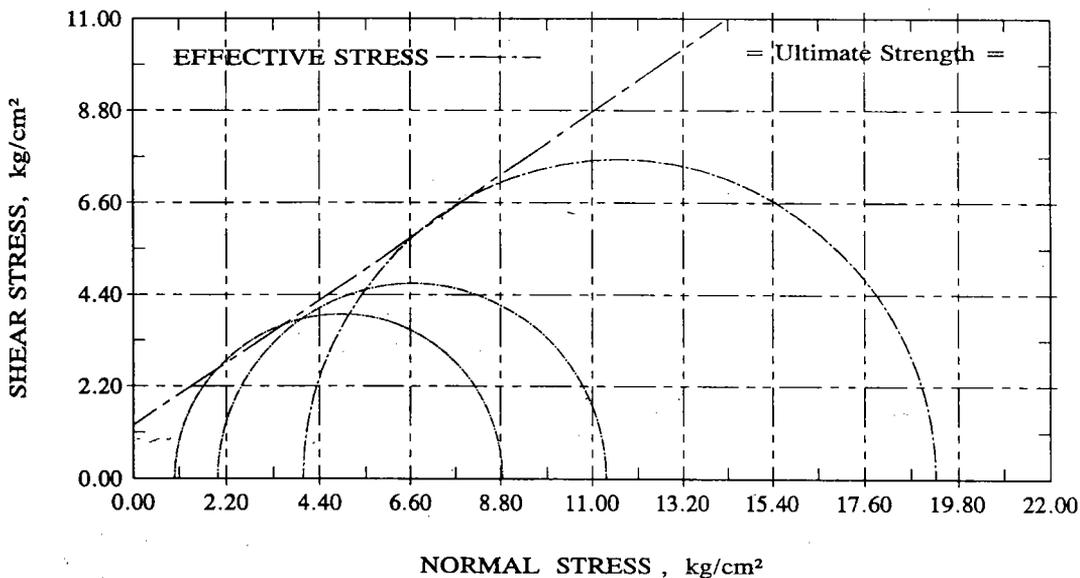
試體序號 NO.	標記	$\sim \sigma_c$ kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	◆	1.00	15.40	0.417	1.91	7.56	0.205	2.25	7.39	281.1
2	⊕	2.00	6.88	0.187	2.28	7.71	0.209	2.24	9.84	955.4
3	⊗	4.00	6.29	0.171	2.32	7.71	0.209	2.24	12.42	1345.3
4	★									



工程編號	KC-3T-5	試驗日期	87.04.03	試驗者	
孔號	C-3	試樣編號	T-5	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	20.0	塑限	N.P.
				深度	30.0-30.80M
				比重	2.72

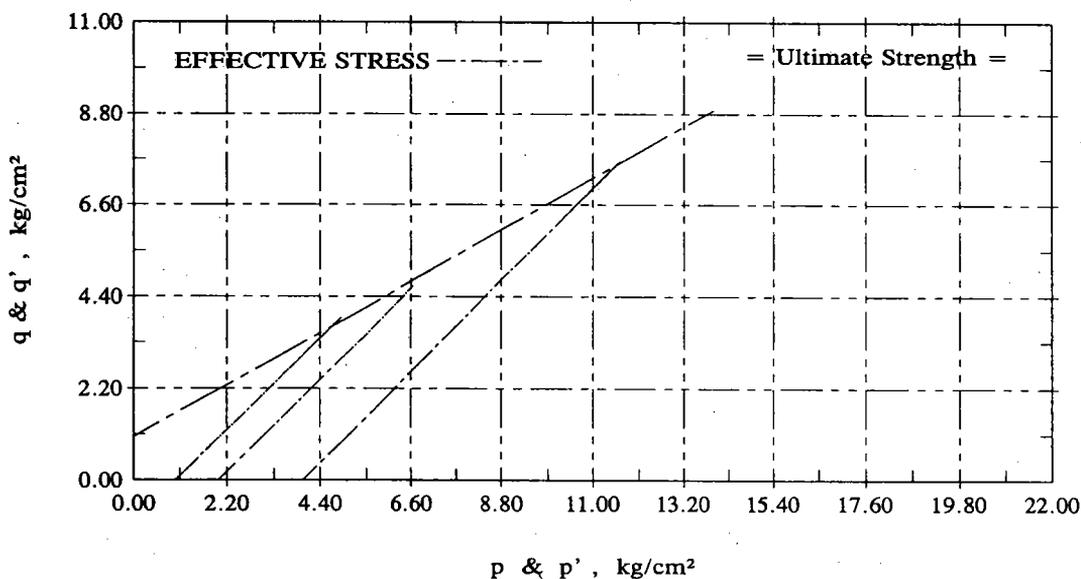
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	1.27 kg/cm ²	ϕ'	34.3°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

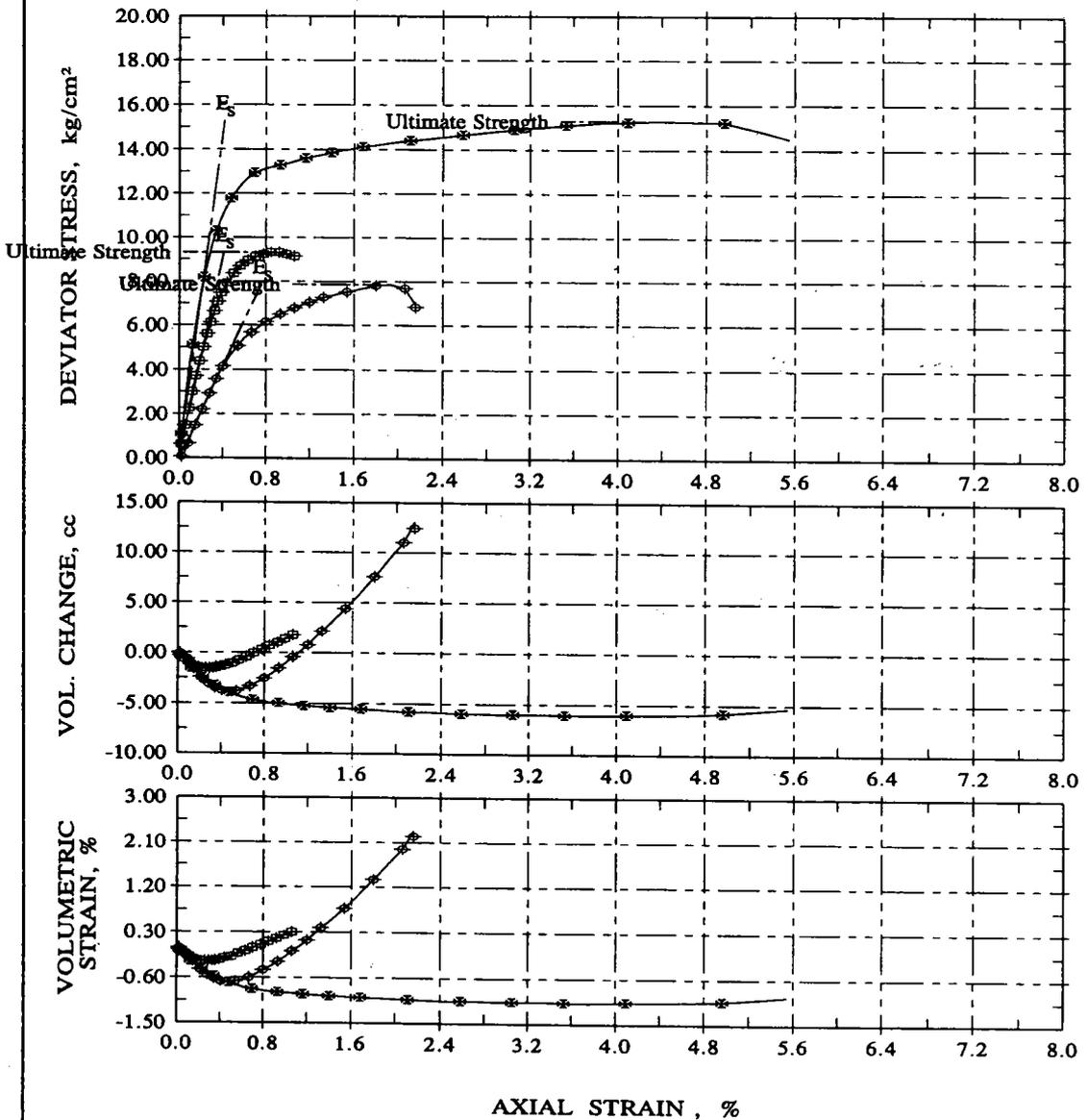


STRESS PATH

a	ϕ	a'	1.05 kg/cm ²	ϕ'	29.4°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

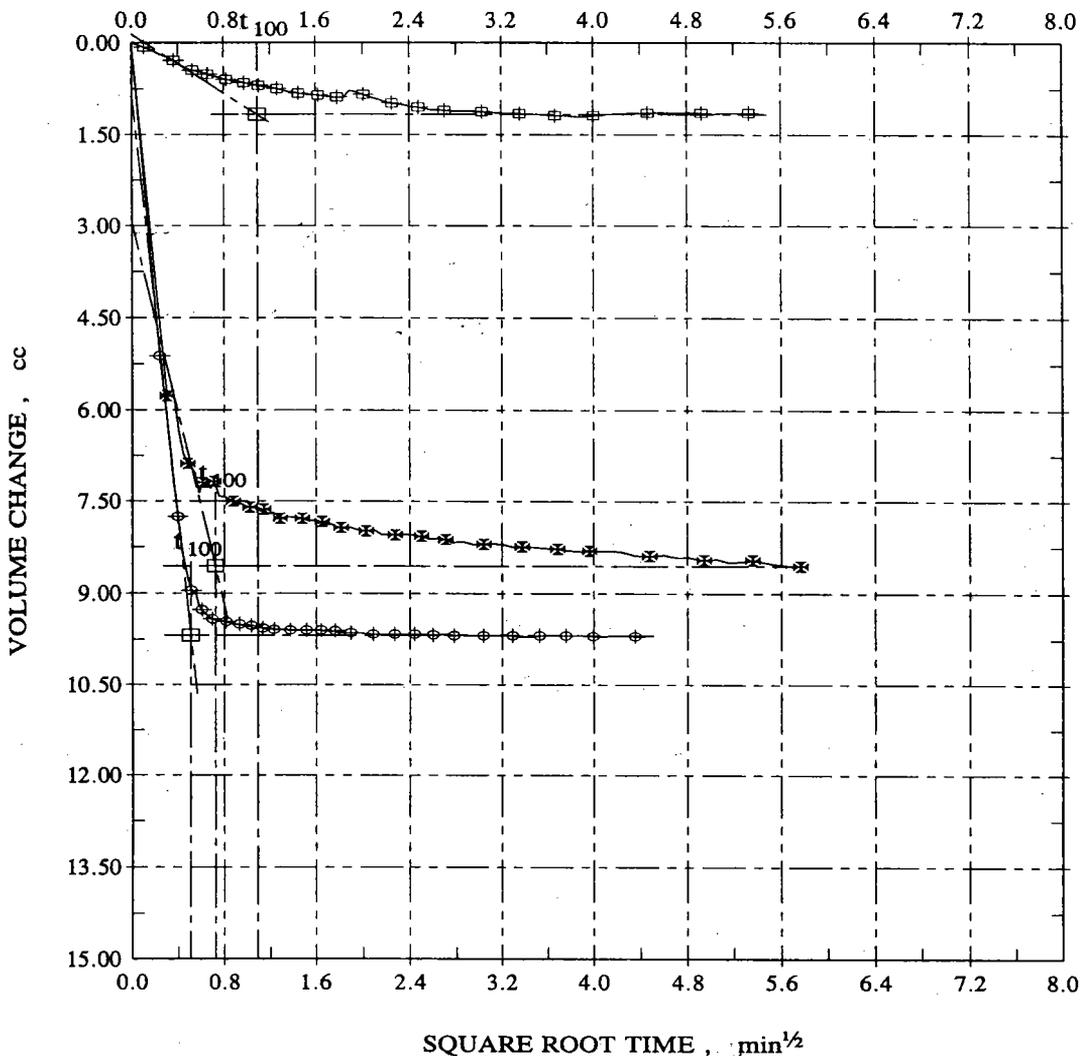


工程編號	KC-3T-5	試驗日期	87.04.03	試驗者						
孔號	C-3	試樣編號	T-5	土樣分類	SM	比重	2.72			
土樣描述	SM		液限	20.0	塑限	N.P.	深度	30.0-30.80M		
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	22.17	0.603	1.70	10.54	0.287	2.11	7.86	1030.3
2	⊕	2.00	8.48	0.231	2.21	10.59	0.288	2.11	9.34	2247.0
3	⊗	4.00	8.23	0.224	2.22	9.44	0.257	2.16	15.29	3619.6
4	*									



工程編號	KC-3T-5		試驗日期	87.04.03		試驗者					
孔號	C-3		試樣編號	T-5		土樣分類	SM		比重	2.72	
土樣描述	SM			液限	20.0	塑限	N.P.		深度	30.0-30.80M	
試體序號	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec	
NO.			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)			
1	⊕	1.00	22.17	0.603	1.70	9.51	0.259	2.16	15.5	2.4839	
2	⊕	2.00	8.48	0.231	2.21	10.44	0.234	2.12	71.7	0.4606	
3	⊗	4.00	8.23	0.224	2.22	9.88	0.259	2.14	31.3	0.8622	
4	*										

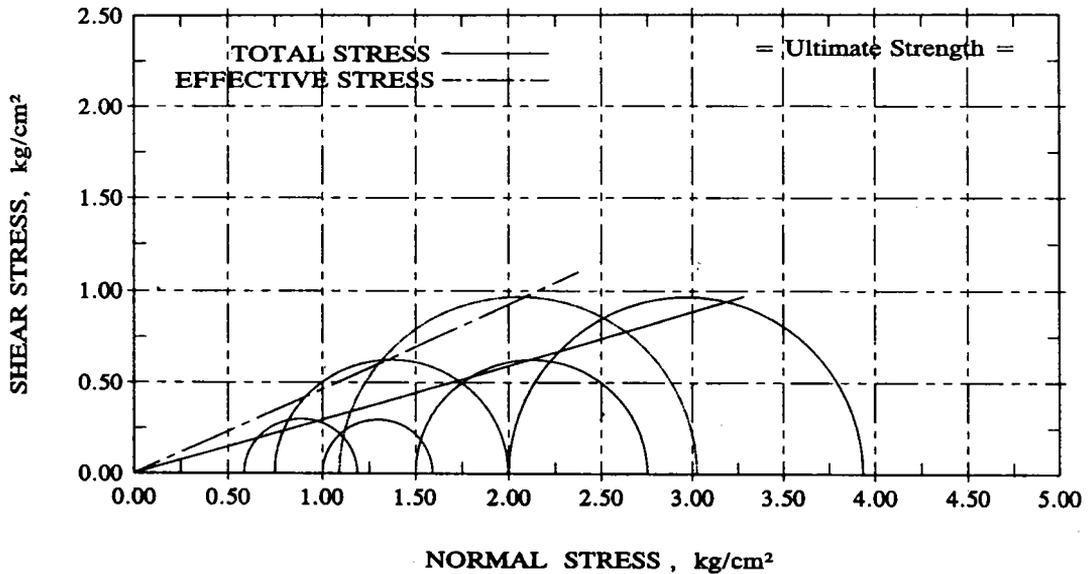
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	KC-5T-1	試驗日期	87.05.25	試驗者	
孔號	C-5	試樣編號	T-1	土樣分類	CL
土樣描述	CL	液限	30.0	塑限	20.0
		深度	6.70 - 7.60M		

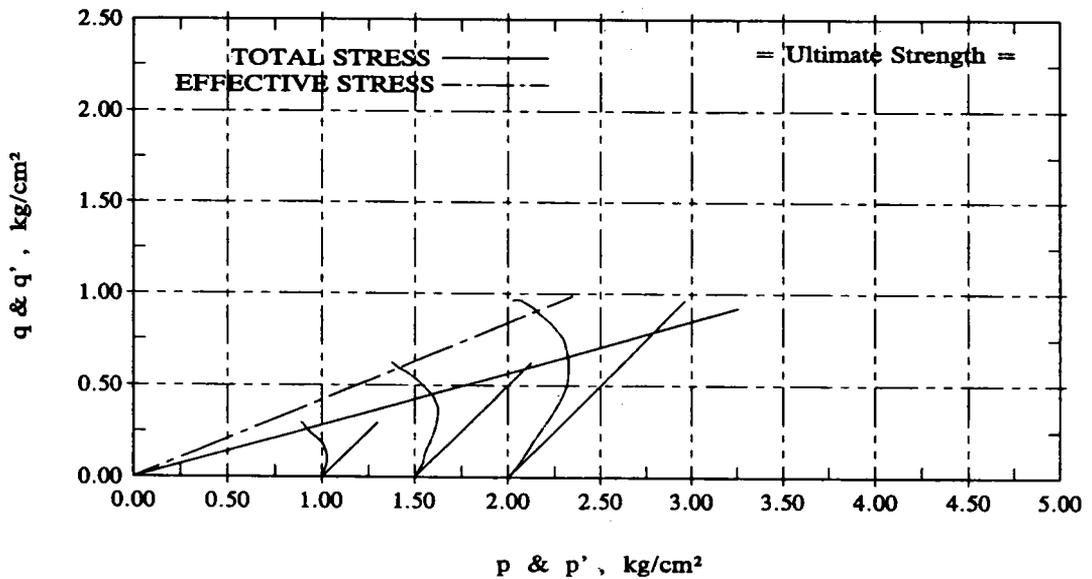
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	0.00 kg/cm ²	ϕ	16.5 °	C'	0.00 kg/cm ²	ϕ'	24.9 °
---	-------------------------	--------	--------	----	-------------------------	---------	--------



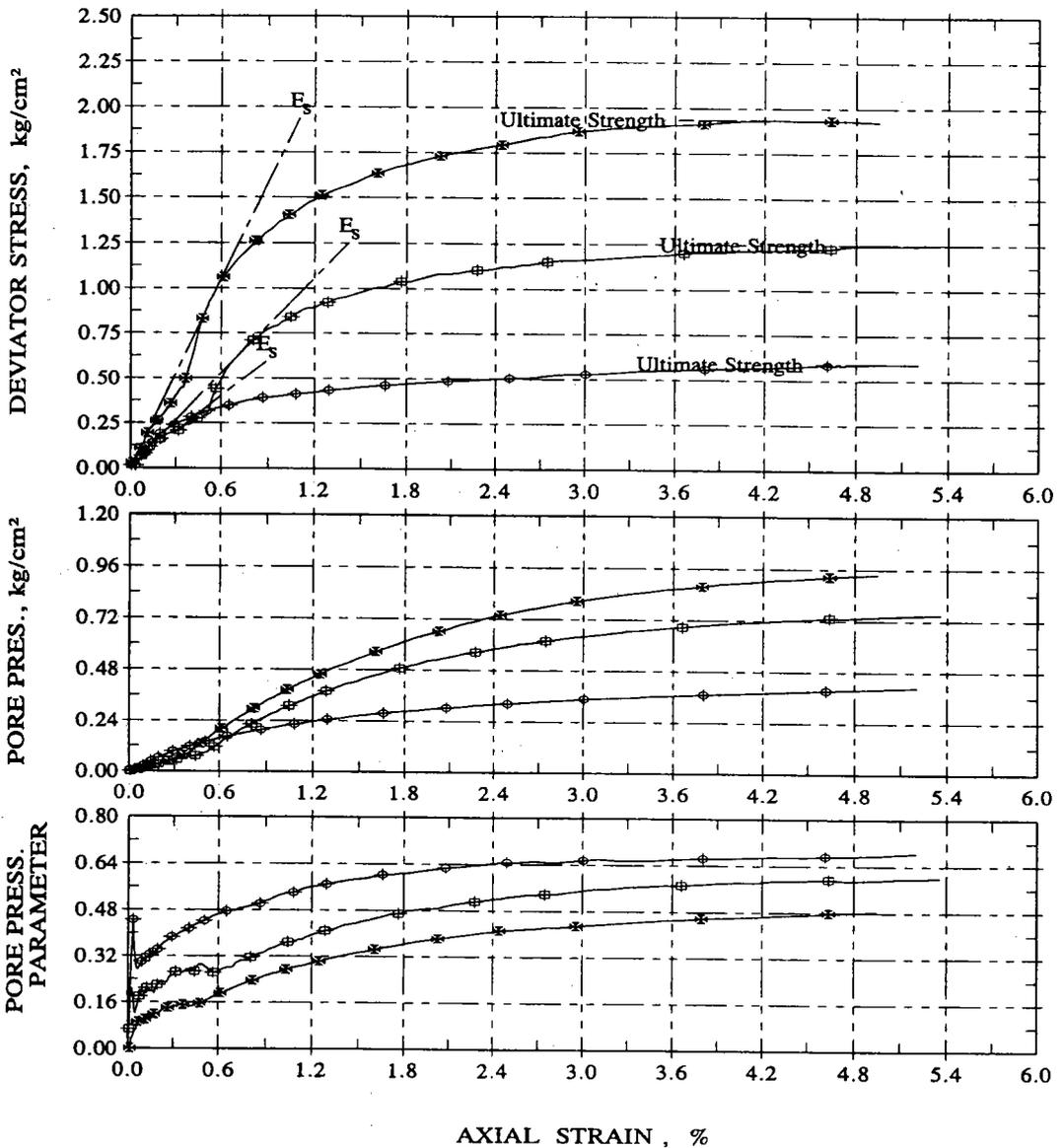
STRESS PATH

a	0.00 kg/cm ²	ϕ	15.8 °	a'	0.00 kg/cm ²	ϕ'	22.8 °
---	-------------------------	--------	--------	----	-------------------------	---------	--------



工程編號	KC-5T-1	試驗日期	87.05.25	試驗者	
孔號	C-5	試樣編號	T-1	土樣分類	CL
土樣描述	CL		液限	30.0	塑限
			20.0	深度	6.70 -7.60M

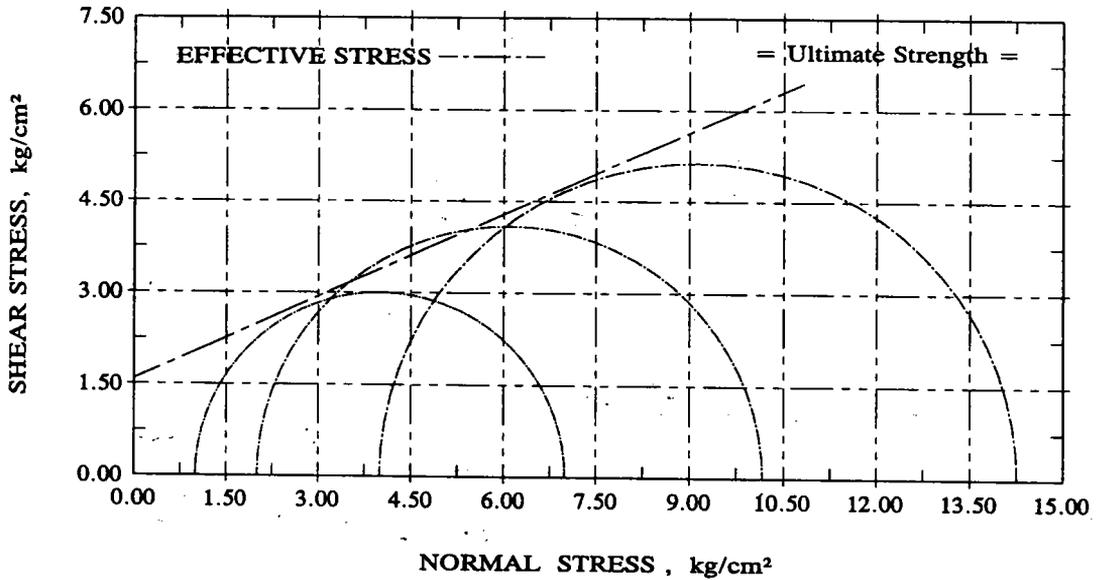
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	26.92	0.738	1.54	27.53	0.738	1.54	0.60	67.2
2	⊕	1.50	27.53	0.738	1.54	24.88	0.667	1.61	1.25	88.1
3	⊗	2.00	24.88	0.667	1.61	22.87	0.613	1.66	1.94	175.5
4	*									



工程編號	KC-7T-5	試驗日期	87.04.13	試驗者	
孔號	C-7	試樣編號	T-5	土樣分類	SM 比重 2.70
土樣描述	SM	液限	22.6	塑限	N.P. 深度 30.0-30.8M

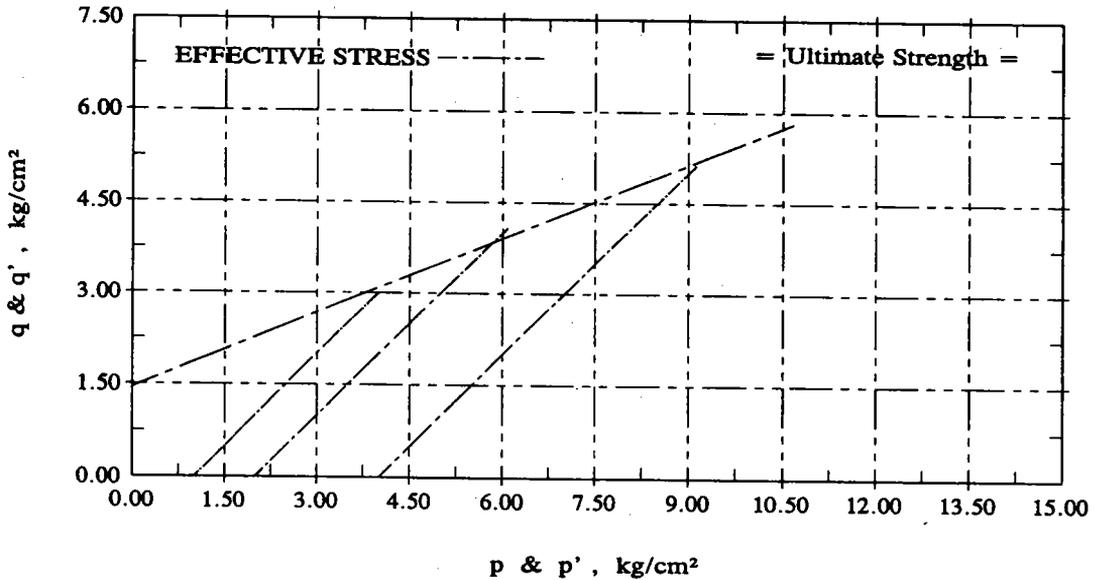
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	1.59 kg/cm ²	ϕ'	24.2°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



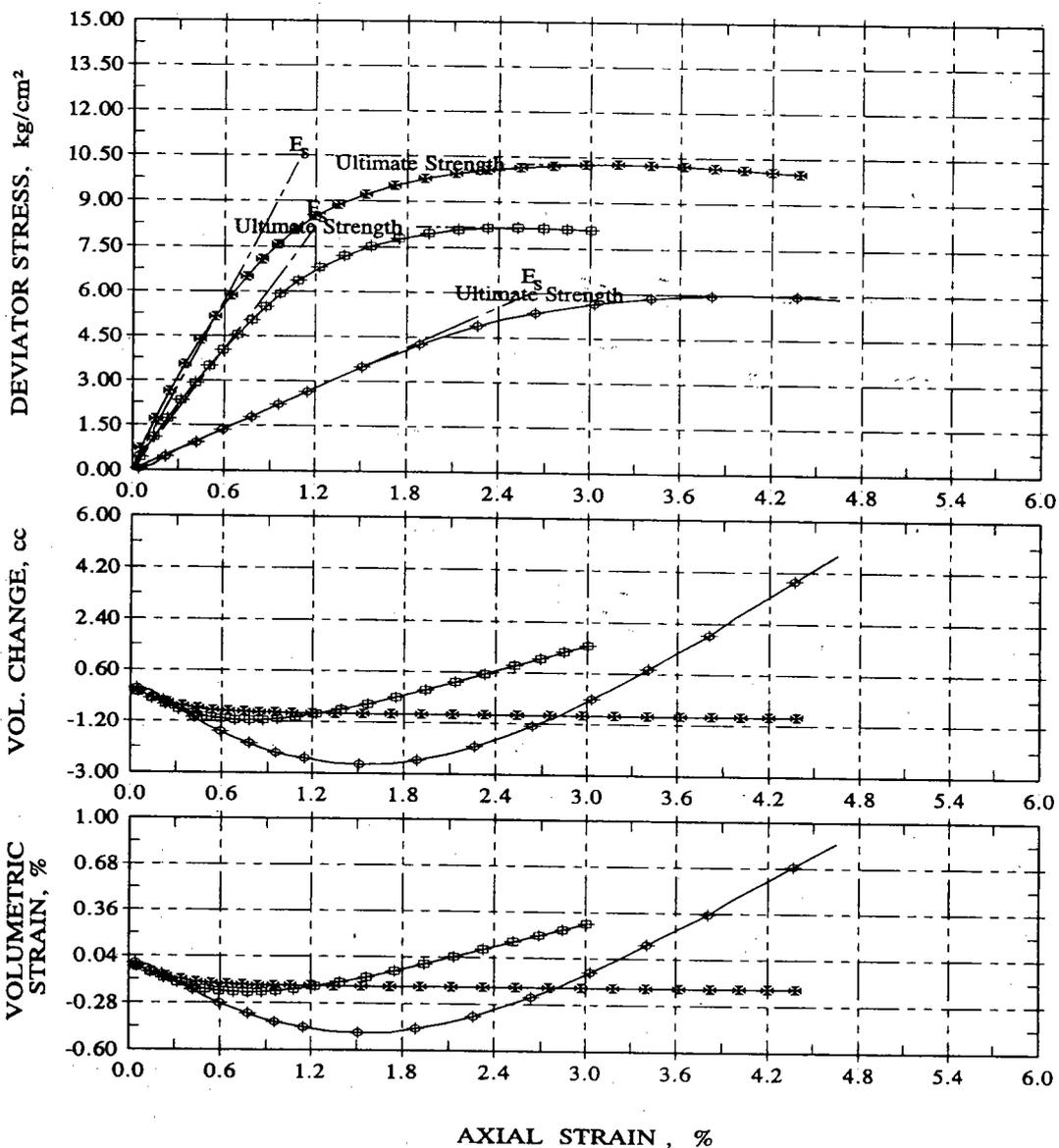
STRESS PATH

a	ϕ	a'	1.45 kg/cm ²	ϕ'	22.3°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



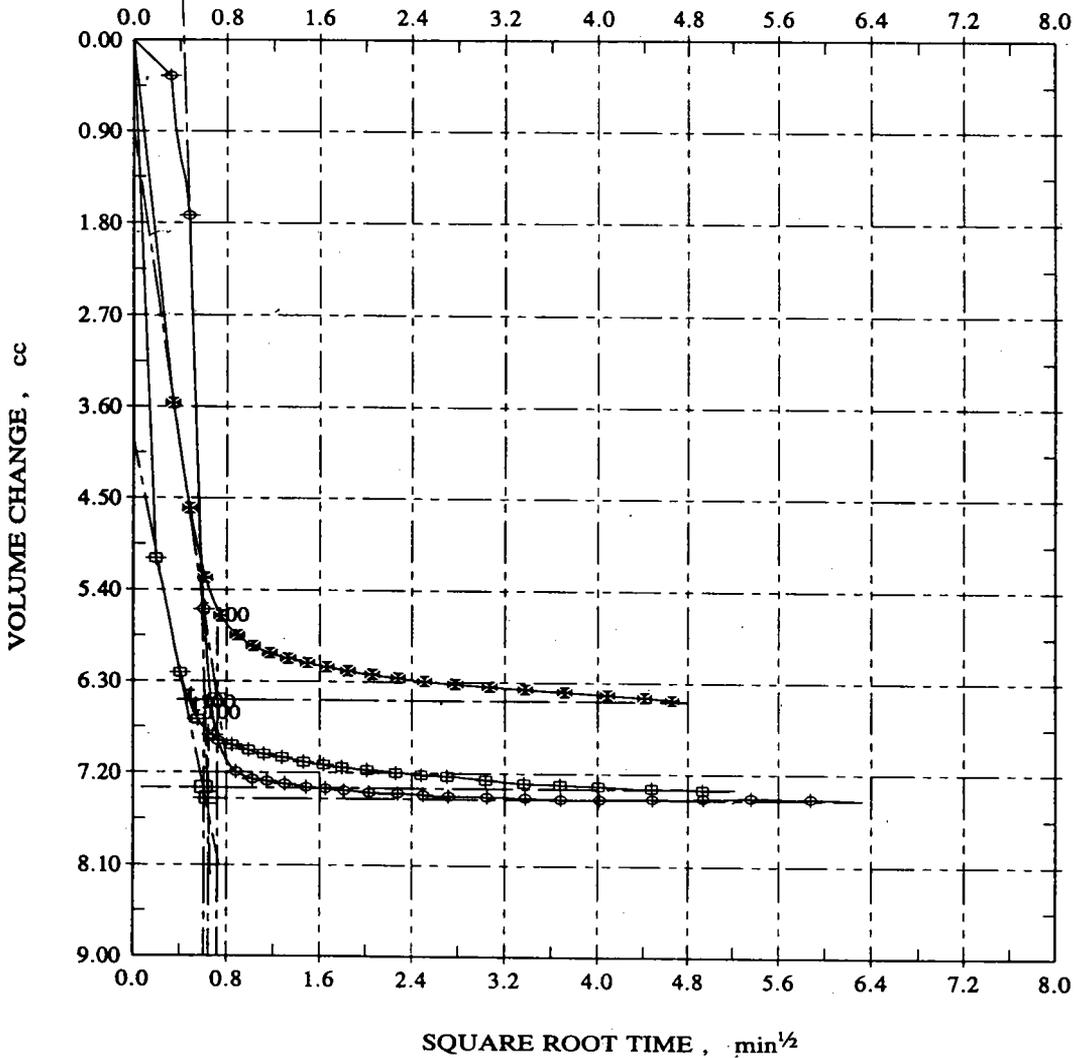
工程編號	KC-7T-5	試驗日期	87.04.13	試驗者	
孔號	C-7	試樣編號	T-5	土樣分類	SM
土樣描述	SM	液限	22.0	塑限	N.P
				深度	30.0-30.8M

試體序號 NO.	標記	$\sim \sigma_c$ kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	18.09	0.573	1.72	20.94	0.565	1.72	6.00	230.4
2	⊕	2.00	19.96	0.539	1.75	20.35	0.549	1.74	8.17	679.9
3	⊗	4.00	19.04	0.514	1.78	19.59	0.529	1.77	10.27	948.2
4	*									



工程編號	KC-7T-5		試驗日期	87.04.13		試驗者				
孔號	C-7	試樣編號	T-5		土樣分類	SM		比重	2.70	
土樣描述	SM		液限	22.6	塑限	N.P.		深度	30.0-30.8M	
試體序號	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
NO.			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	*	1.00	18.09	0.573	1.72	20.45	0.552	1.74	25.1	1.5326
2	*	2.00	19.96	0.539	1.75	20.19	0.545	1.75	22.0	1.5631
3	*	4.00	19.04	0.514	1.78	19.69	0.532	1.75	31.5	0.9243
4	*									

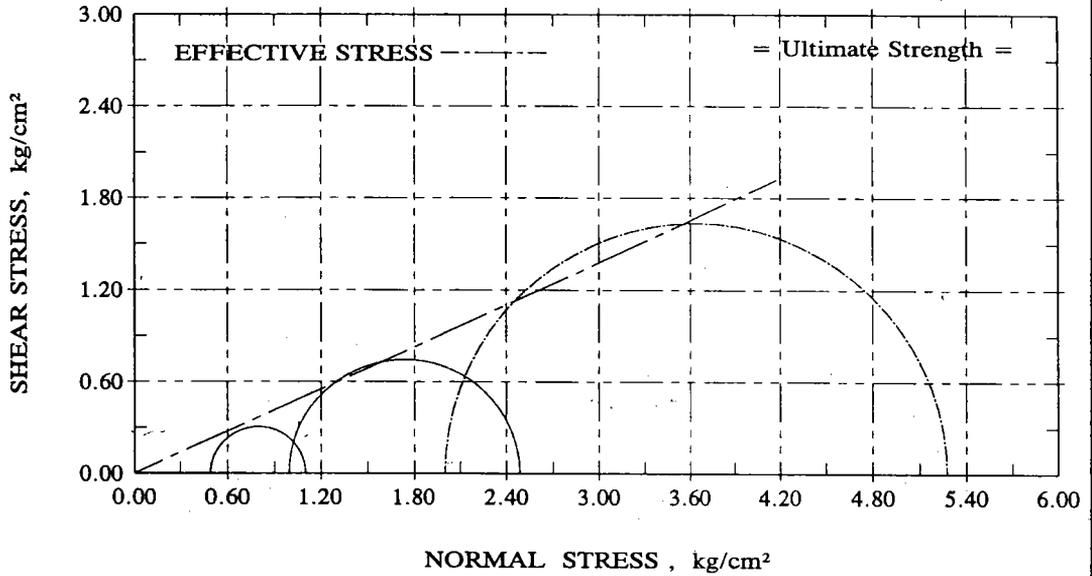
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	KC 8T-1	試驗日期	87.04.15	試驗者	
孔號	C-8	試樣編號	T-1	土樣分類	ML
土樣描述	ML	液限	19.0	塑限	16.0
				深度	6.25-7.05M
				比重	2.70

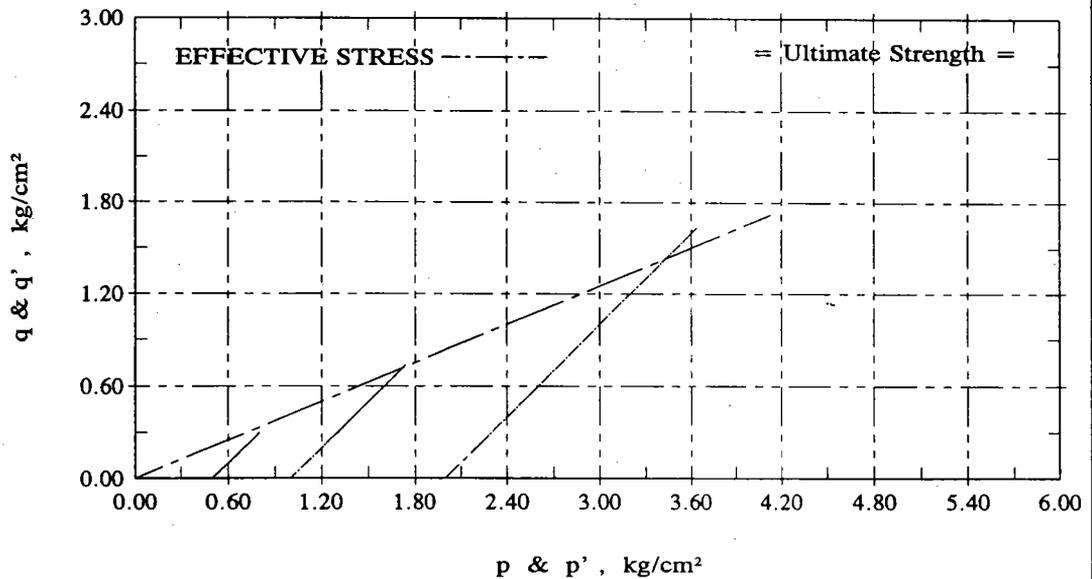
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.00 kg/cm ²	ϕ'	24.7°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

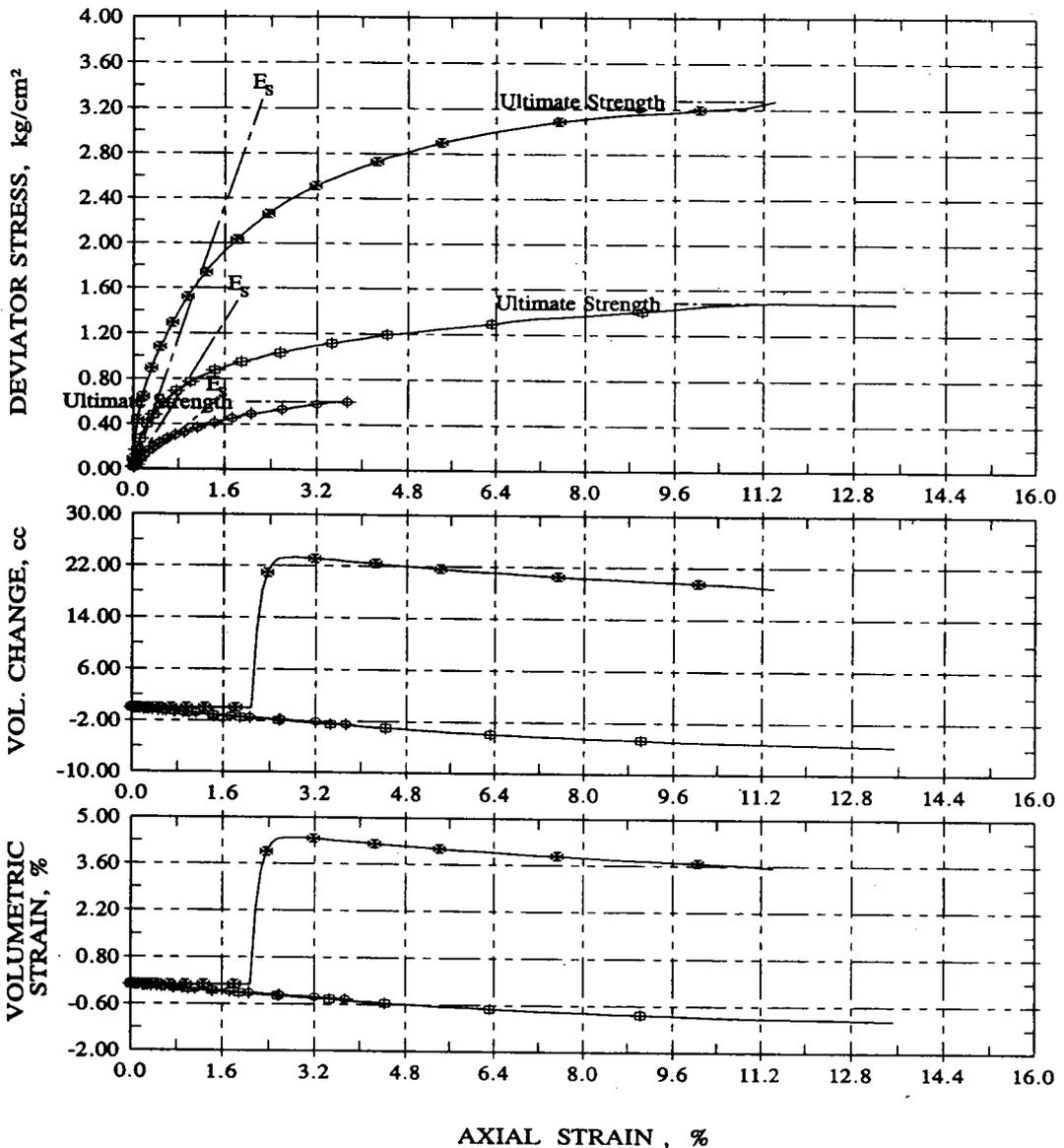


STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.00 kg/cm ²	ϕ'	22.7°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

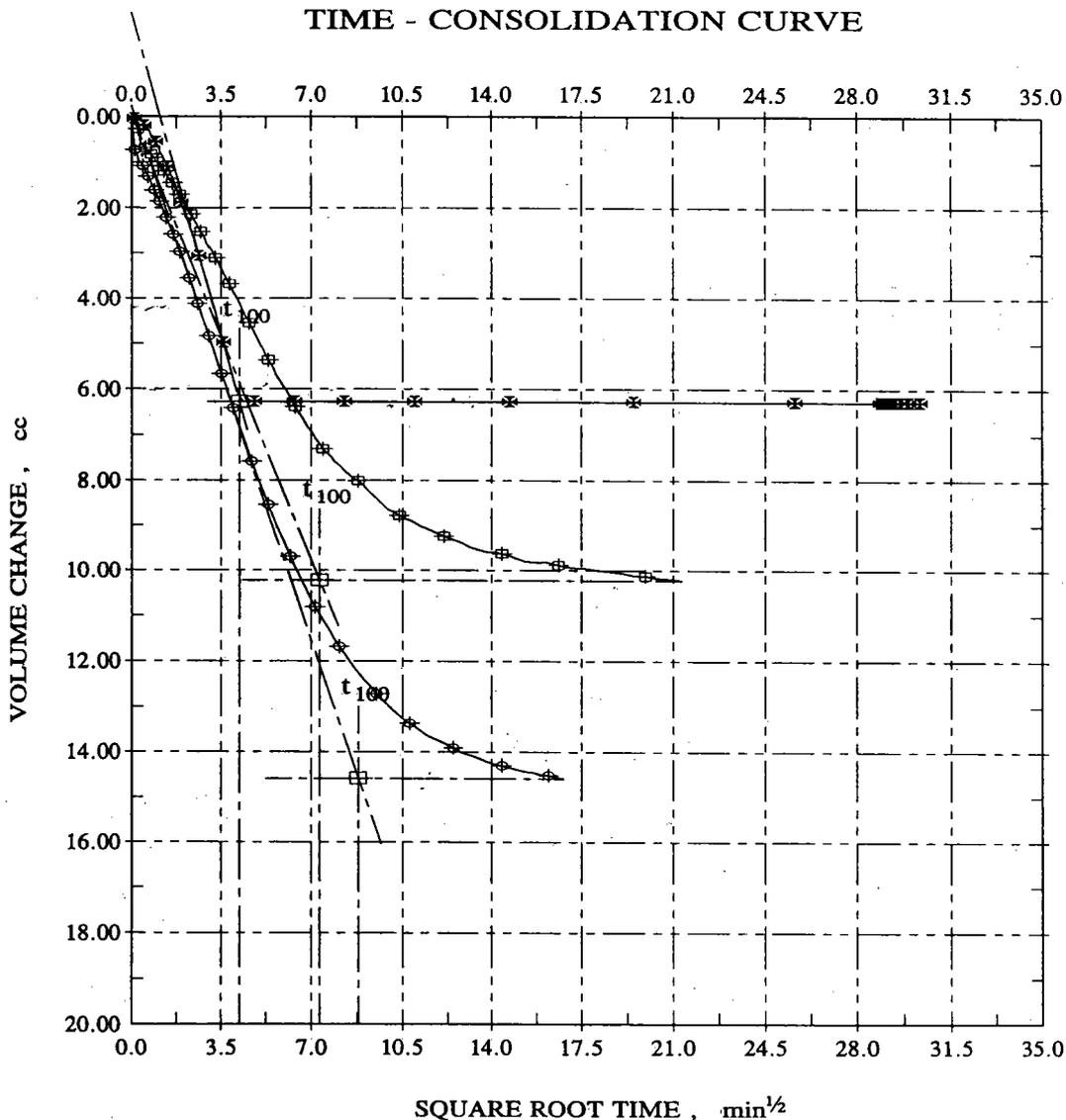


工程編號	KC-8T-1	試驗日期	87.04.15	試驗者						
孔號	C-8	試樣編號	T-1	土樣分類	ML					
土樣描述	ML		液限	19.0	塑限					
				16.0	深度					
					6.25-7.05M					
試體序號 NO.	標記	$\sim \sigma_c$ kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	◆	0.50	33.00	0.951	1.38	33.08	0.893	1.43	0.60	41.4
2	⊕	1.00	33.69	0.910	1.41	31.08	0.839	1.47	1.49	81.5
3	✱	2.00	33.10	0.894	1.43	32.67	0.882	1.43	3.28	145.9
4	✱									



工程編號	KC-8T-1		試驗日期	87.04.15		試驗者						
孔號	C-8	試樣編號	T-1		土樣分類	ML		比重	2.70			
土樣描述	ML			液限	19.0	塑限	16.0	深度	6.25-7.05M			
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec		
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)				
1	⊕	0.50	33.00	0.951	1.38	33.39	0.901	1.42	4660.7	0.0083		
2	⊗	1.00	33.69	0.910	1.41	31.78	0.858	1.45	3222.3	0.0117		
3	⊗	2.00	33.10	0.894	1.43	30.28	0.818	1.49	1077.2	0.0347		
4	*											

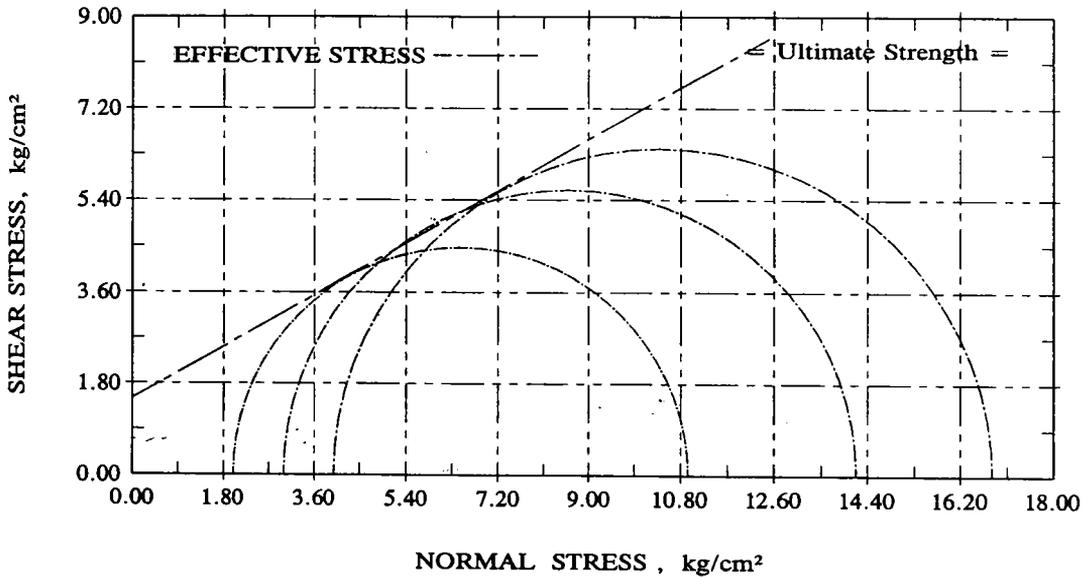
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	KC-8T-5	試驗日期	87.04.22	試驗者	
孔號	C-8	試樣編號	T-5	土樣分類	ML
土樣描述	ML	液限	20.0	塑限	18.0
		深度	34.0-34.80M		
		比重	2.69		

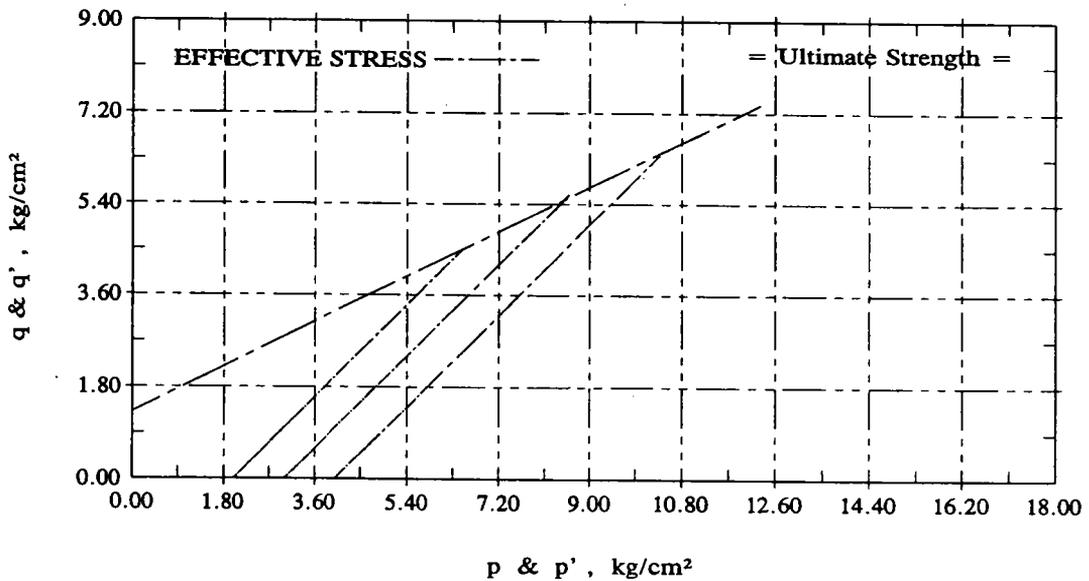
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	1.51 kg/cm ²	ϕ'	29.5°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

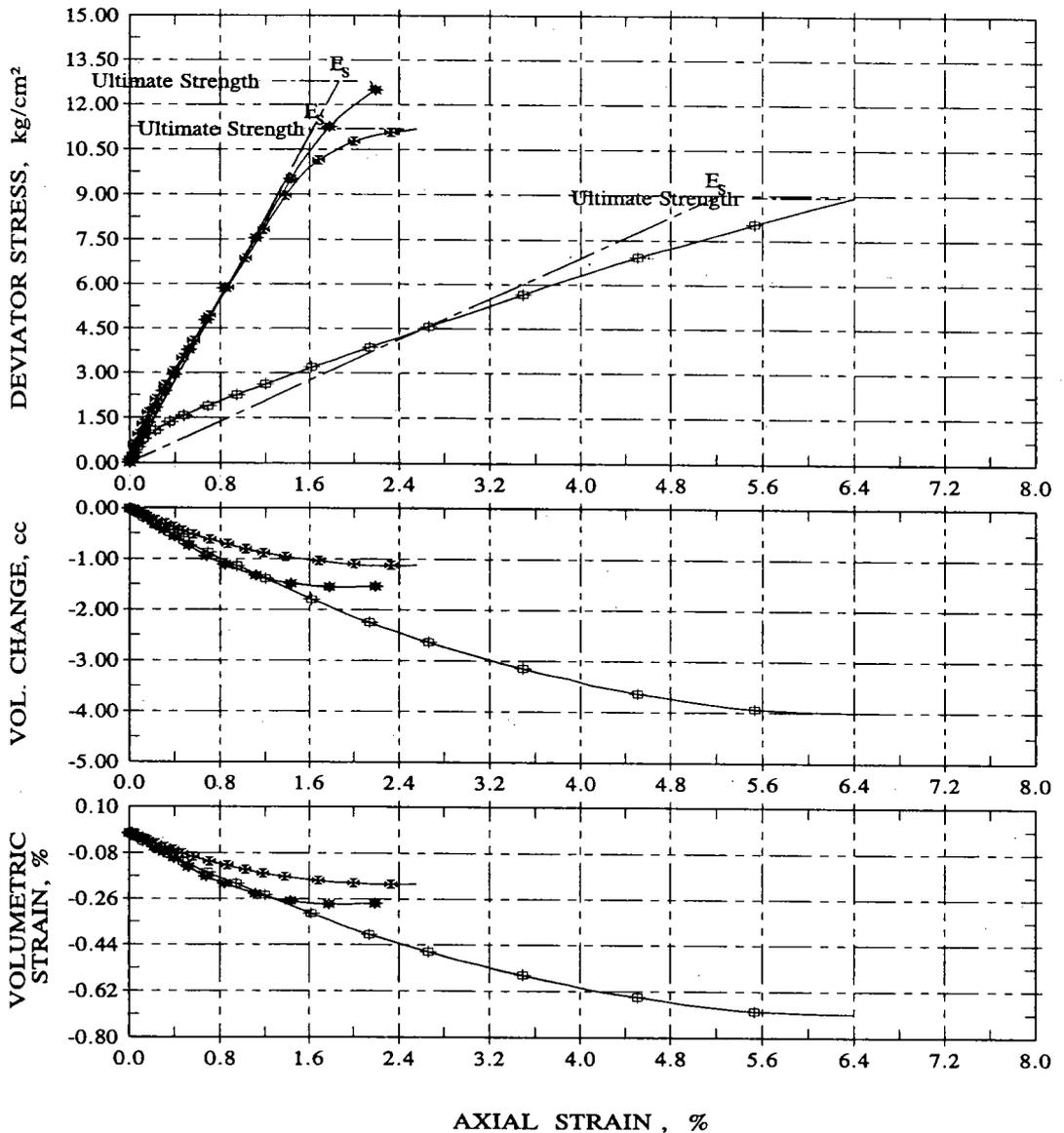


STRESS PATH

a	ϕ	a'	1.31 kg/cm ²	ϕ'	26.2°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



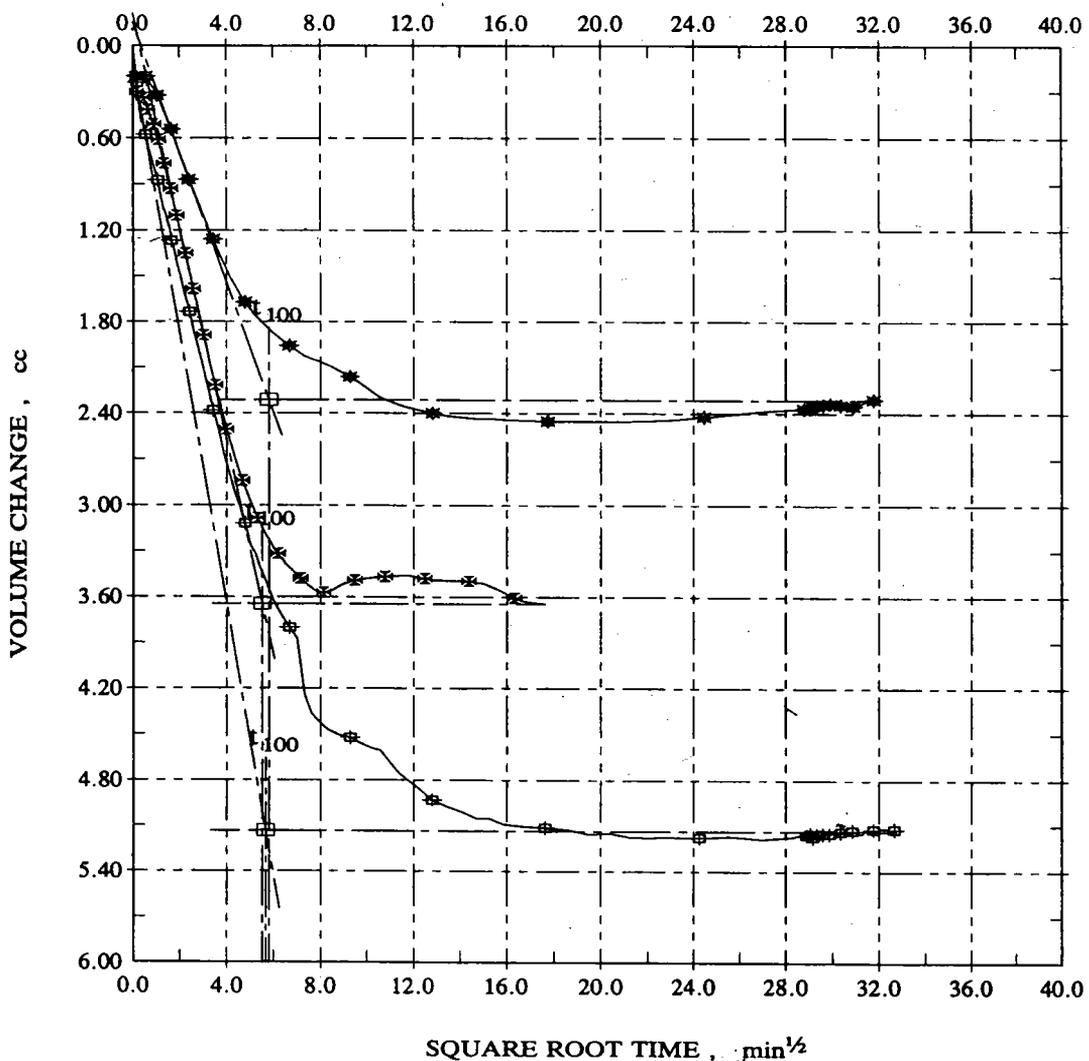
工程編號	KC-8T-5	試驗日期	87.04.22	試驗者						
孔號	C-8	試樣編號	T-5	土樣分類	ML					
土樣描述	ML	液限	20.0	塑限	18.0					
		深度	34.0-34.80M							
試體序號	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E_s kg/cm ²
NO.			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	◆	1.00	17.77	0.478	1.82					
2	⊕	2.00	17.77	0.478	1.82	16.20	0.436	1.87	8.95	172.6
3	⊗	3.00	16.96	0.456	1.85	15.74	0.423	1.89	11.19	683.4
4	⊙	4.00	16.71	0.450	1.86	15.38	0.414	1.90	12.81	687.5



工程編號	KC-8T-5	試驗日期	87.04.22	試驗者	
孔號	C-8	試樣編號	T-5	土樣分類	ML
土樣描述	ML	液限	20.0	塑限	18.0
				深度	34.0-34.80M

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	17.77	0.478	1.82	16.58	0.446	1.85	1946.2	0.0198
2	⊕	2.00	17.77	0.478	1.82	16.58	0.446	1.85	1946.2	0.0198
3	⊗	3.00	16.96	0.456	1.85	15.85	0.426	1.89	1847.6	0.0172
4	*	4.00	16.71	0.450	1.86	15.52	0.418	1.90	2040.3	0.0122

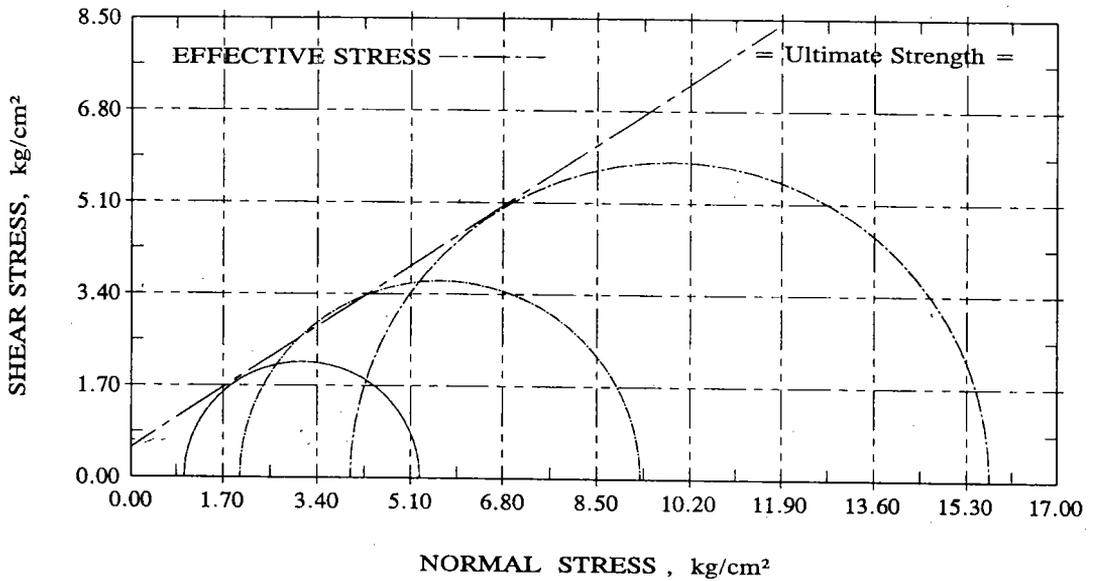
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	KC-9T-3	試驗日期	87.04.28	試驗者	
孔號	C-9	試樣編號	T-3	土樣分類	SM 比重 2.70
土樣描述	SM	液限		塑限	N.P. 深度 21.0-21.80M

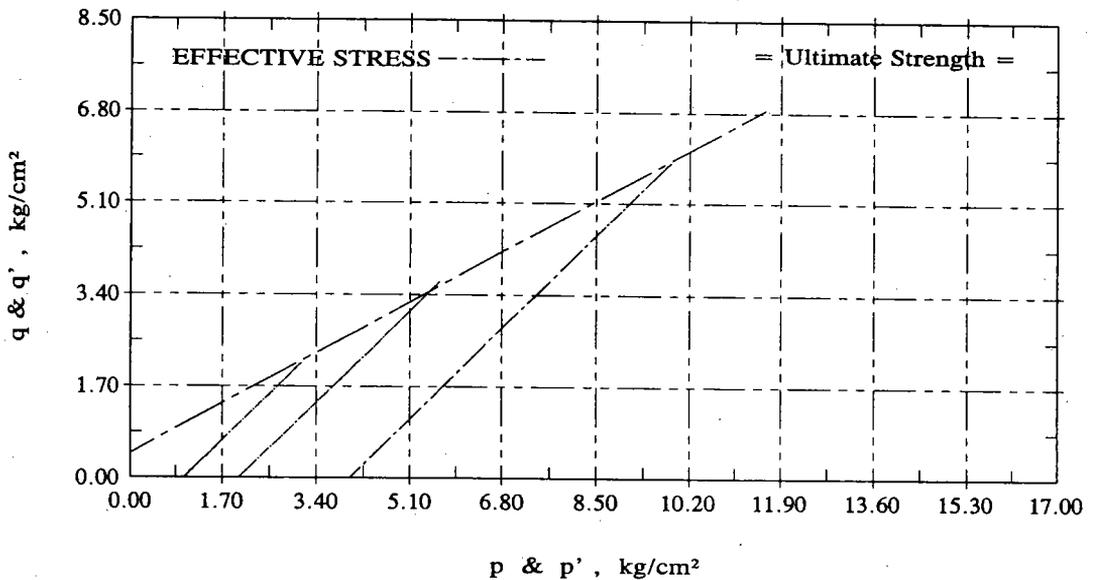
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.55 kg/cm ²	ϕ'	33.4°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

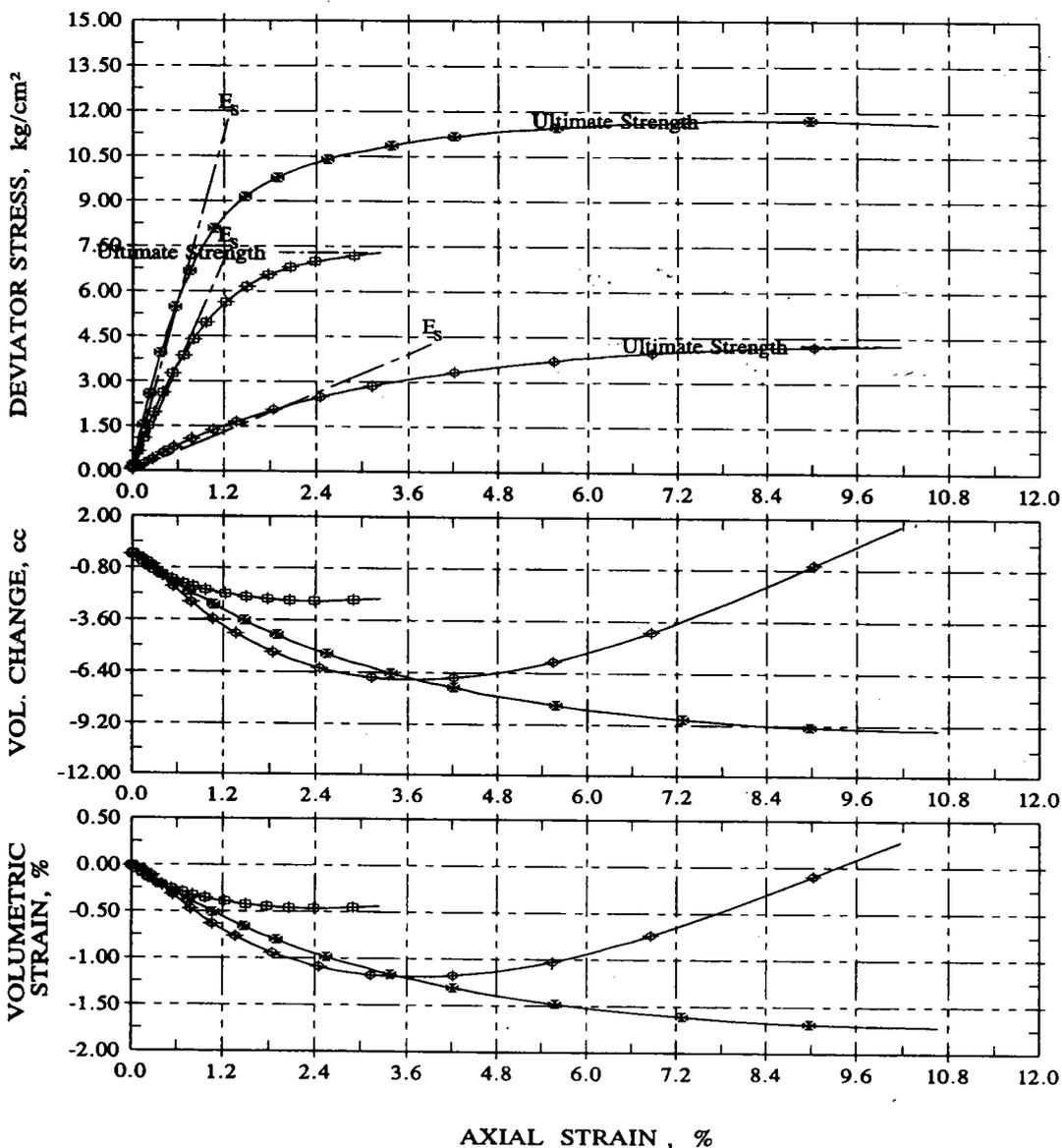


STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.46 kg/cm ²	ϕ'	28.9°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

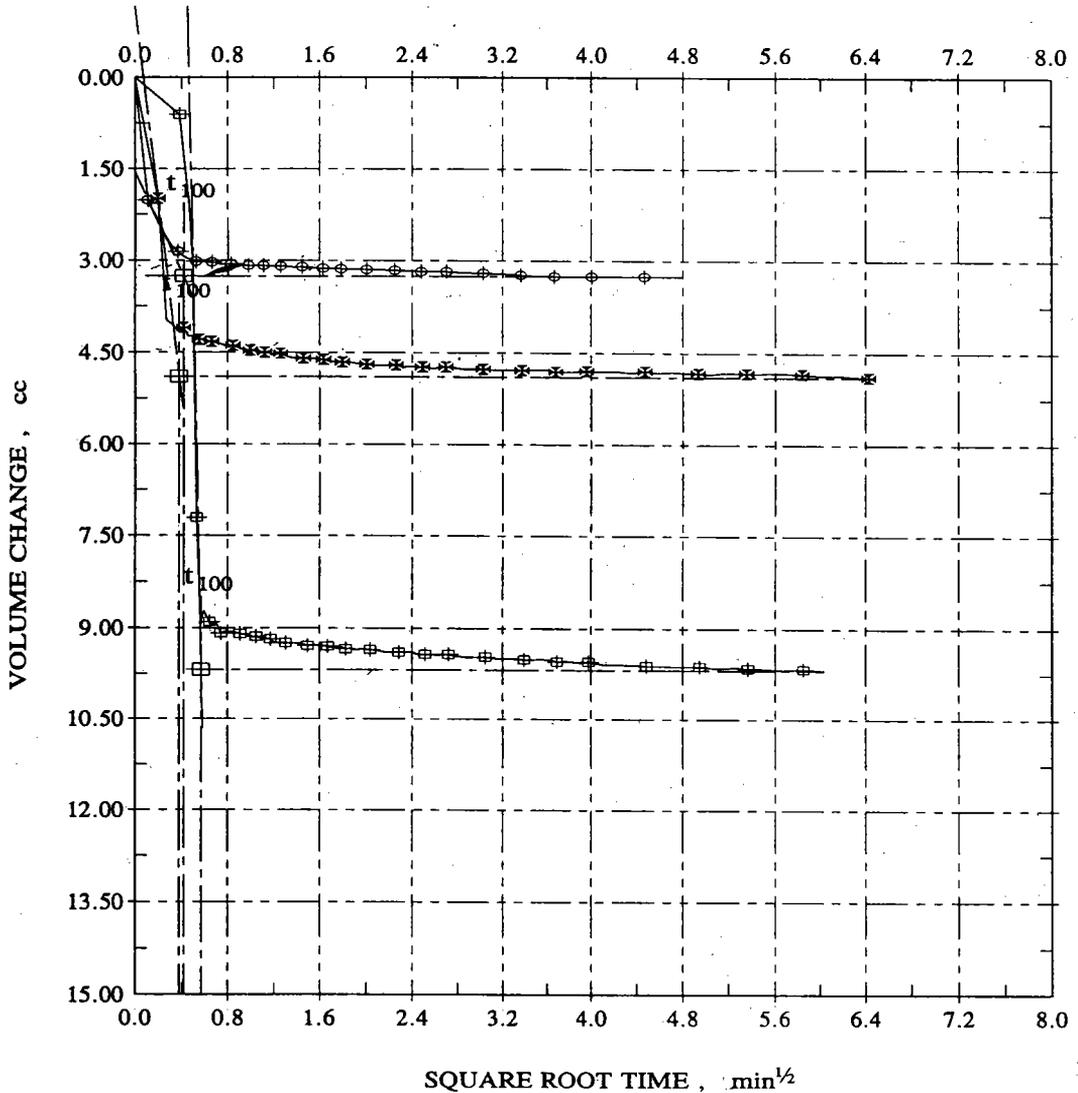


工程編號	KC-9T-3	試驗日期	87.04.28	試驗者						
孔號	C-9	試樣編號	T-3	土樣分類	SM					
土樣描述	SM	液限	-	塑限	N.P.					
				深度	21.0-21.80M					
試體序號	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E_s kg/cm ²
NO.			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	◆	1.00	22.80	0.667	1.62	24.52	0.662	1.62	4.28	109.2
2	⊕	2.00	24.17	0.653	1.63	23.21	0.627	1.66	7.30	585.0
3	⊗	4.00	23.39	0.631	1.65	21.65	0.585	1.70	11.73	935.8
4	★									



工程編號		試驗日期	87.04.28		試驗者					
孔號	KC-PT-3	試樣編號	T-3		土樣分類	SM	比重	2.70		
土樣描述	C-9		液限		塑限		深度	21.0-21.80M		
試體序號	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
NO.			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	22.80	0.667	1.62	24.35	0.657	1.65	10.6	3.6178
2	⊕	2.00	24.17	0.653	1.63	23.47	0.634	1.65	19.9	1.7789
3	⊕	4.00	23.39	0.631	1.65	22.67	0.612	1.67	8.7	3.4712
4	*									

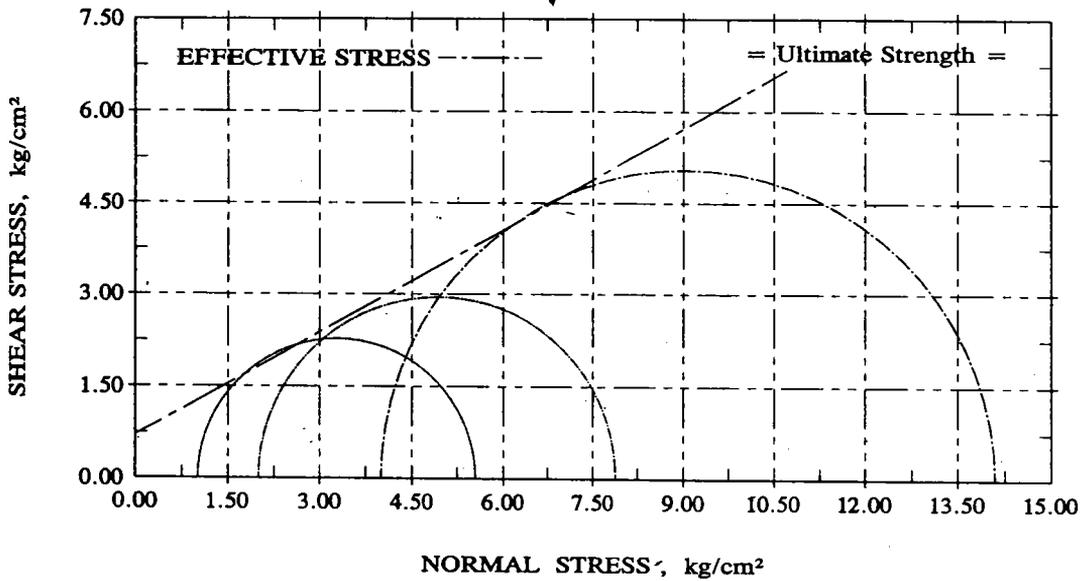
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	KC-9T-5	試驗日期	87.05.06	試驗者	
孔號	C-9	試樣編號	T-5	土樣分類	SM 比重 2.68
土樣描述	SM	液限	25.0	塑限	20.0 深度 33.0-33.80M

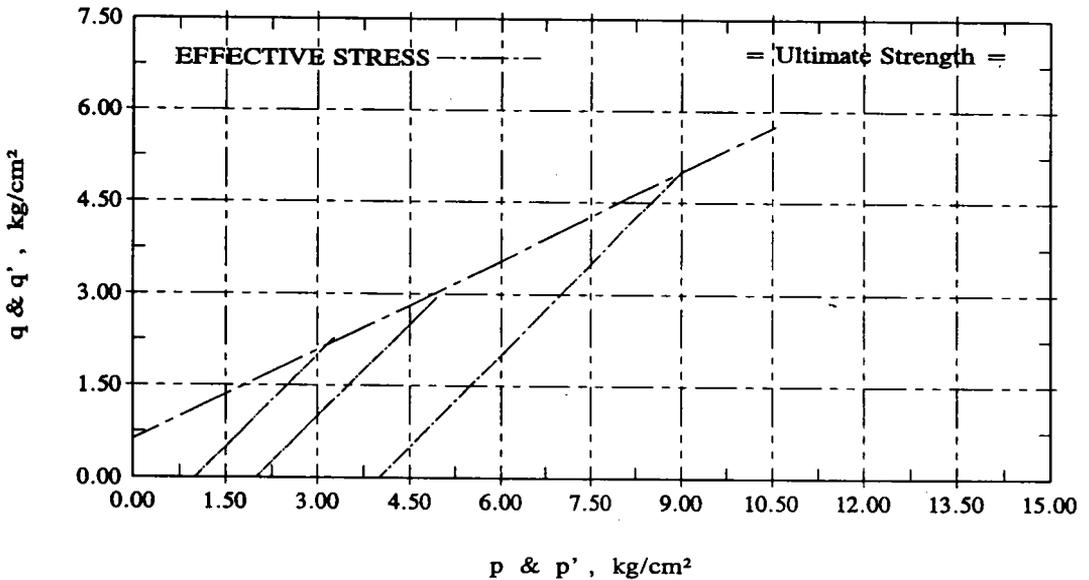
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.72 kg/cm ²	ϕ'	29.1°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



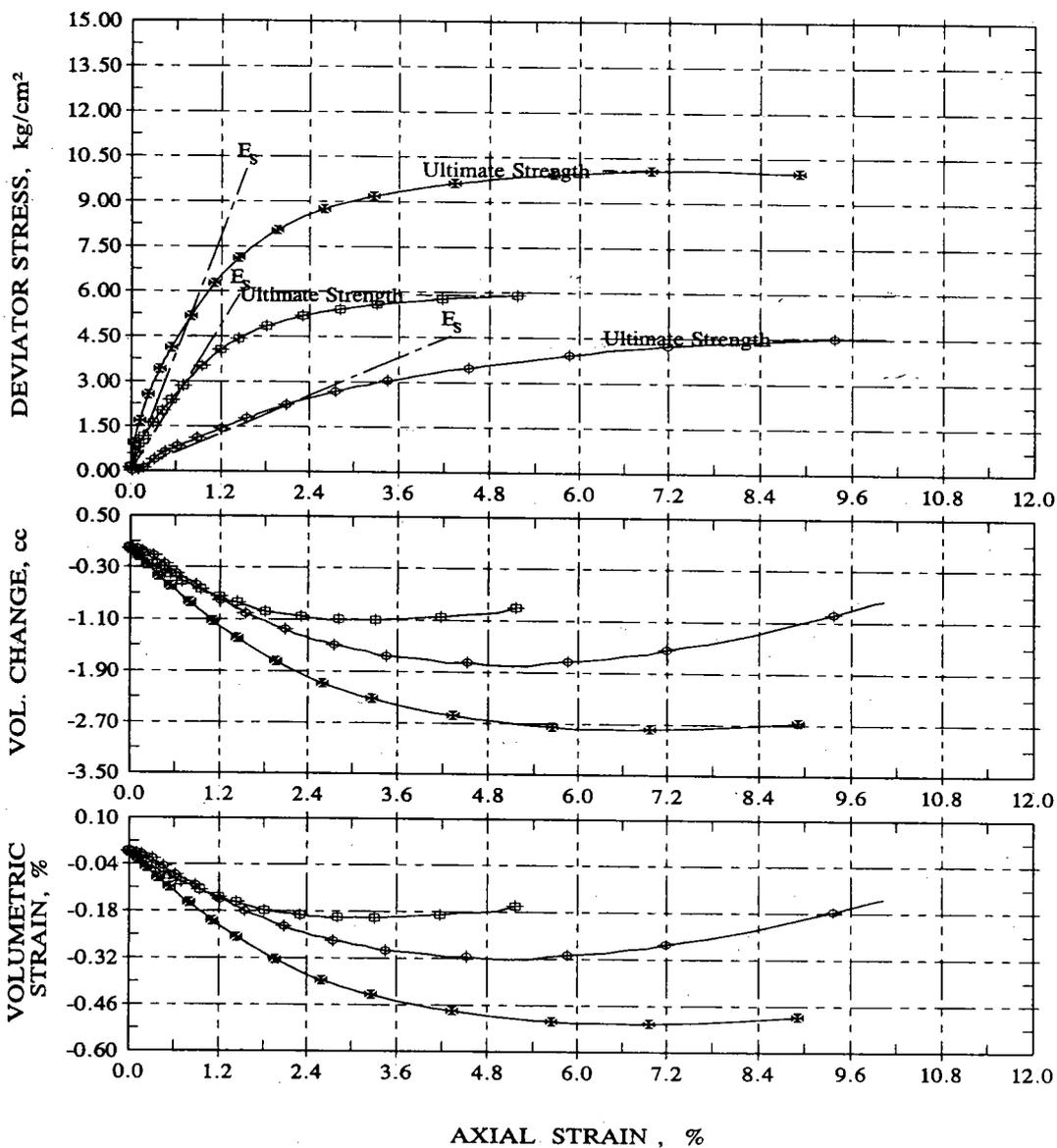
STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.63 kg/cm ²	ϕ'	25.9°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------



工程編號	KC-9T-5	試驗日期	87.05.06	試驗者	
孔號	C-9	試樣編號	T-5	土樣分類	SM
土樣描述	SM		液限	25.0	塑限
				20.0	深度
					33.0-33.80M

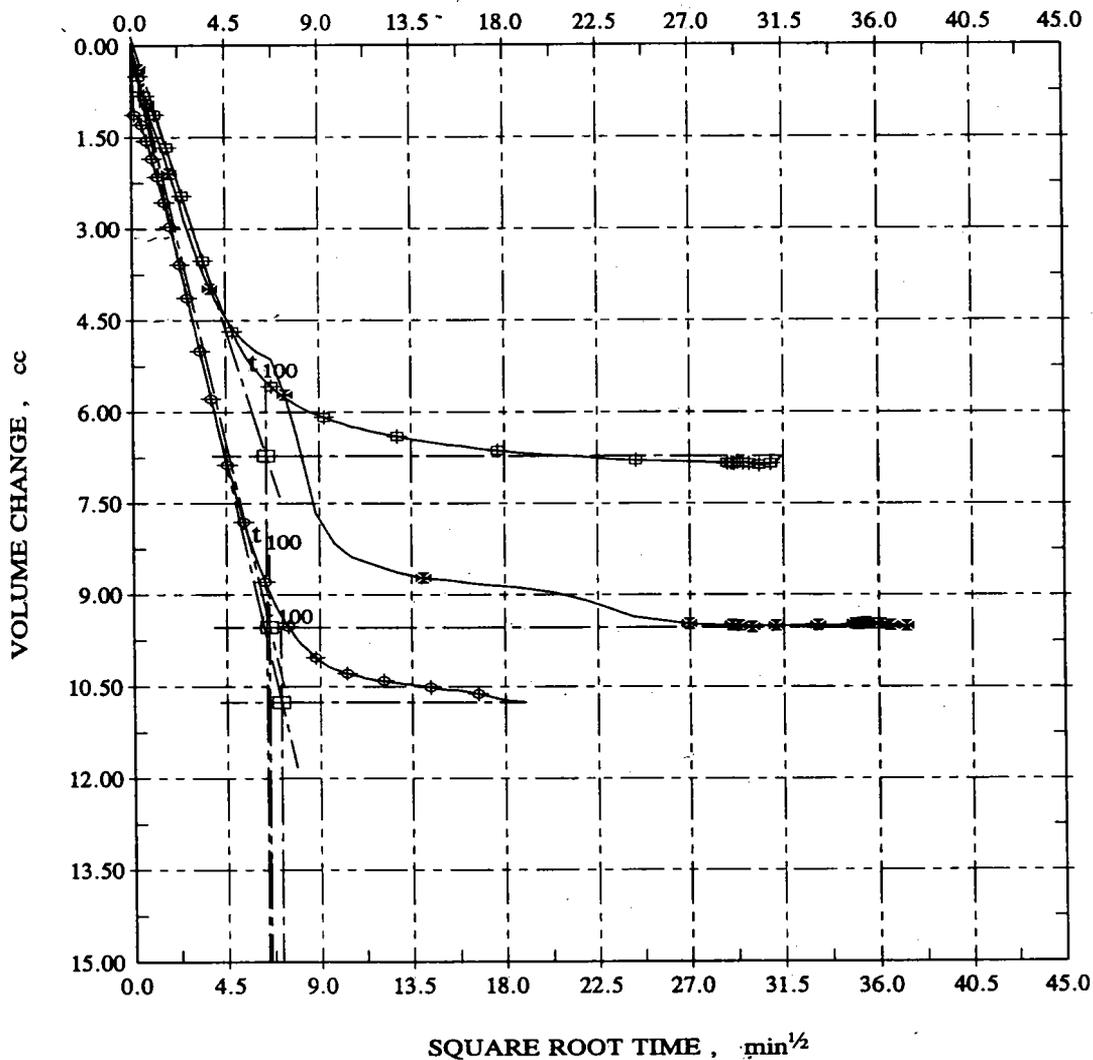
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E_s kg/cm ²
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	20.80	0.557	1.72	17.84	0.478	1.81	4.56	106.2
2	⊕	2.00	17.99	0.482	1.81	17.08	0.458	1.84	5.89	407.1
3	⊗	4.00	17.41	0.467	1.83	15.88	0.426	1.88	10.10	657.6
4	*									



工程編號	KC-9T-5	試驗日期	87.05.06	試驗者	
孔號	C-9	試樣編號	T-5	土樣分類	SM
土樣描述	SM		液限	25.0	塑限
				20.0	深度
					33.0 - 33.80M

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	20.80	0.557	1.72	17.91	0.480	1.81	3051.2	0.0126
2	⊕	2.00	17.99	0.482	1.81	17.17	0.460	1.84	2494.0	0.0142
3	⊗	4.00	17.41	0.467	1.83	16.14	0.433	1.87	2600.4	0.0122
4	*									

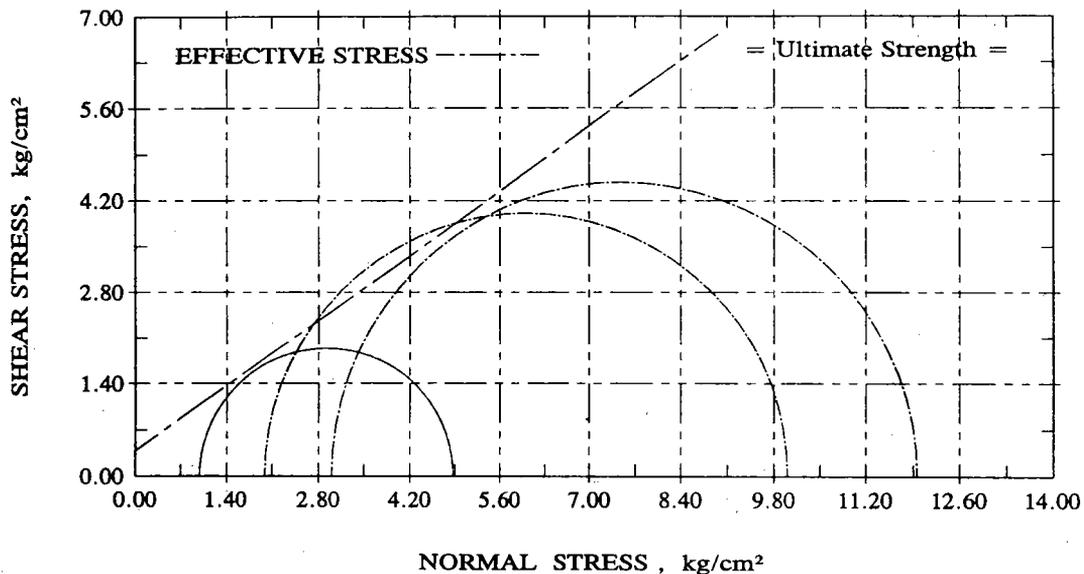
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	KC-10T-1	試驗日期	87.05.21		試驗者			
孔號	C-10	試樣編號	T-1	土樣分類	SM	比重	2.70	
土樣描述	SM		液限	-	塑限	N.P.	深度	8.0-8.80M

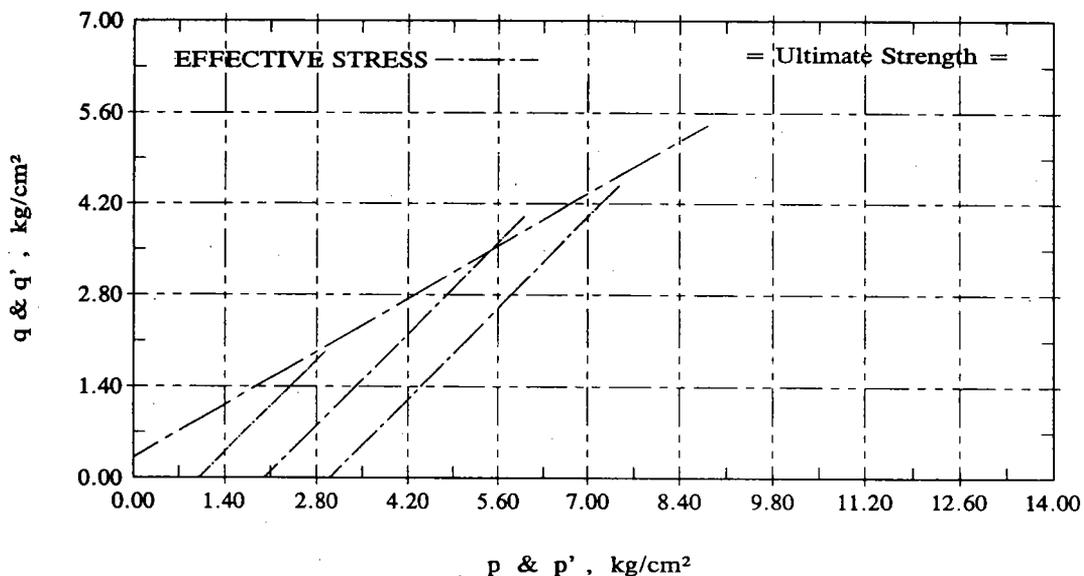
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	ϕ	C'	0.39 kg/cm ²	ϕ'	35.2°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

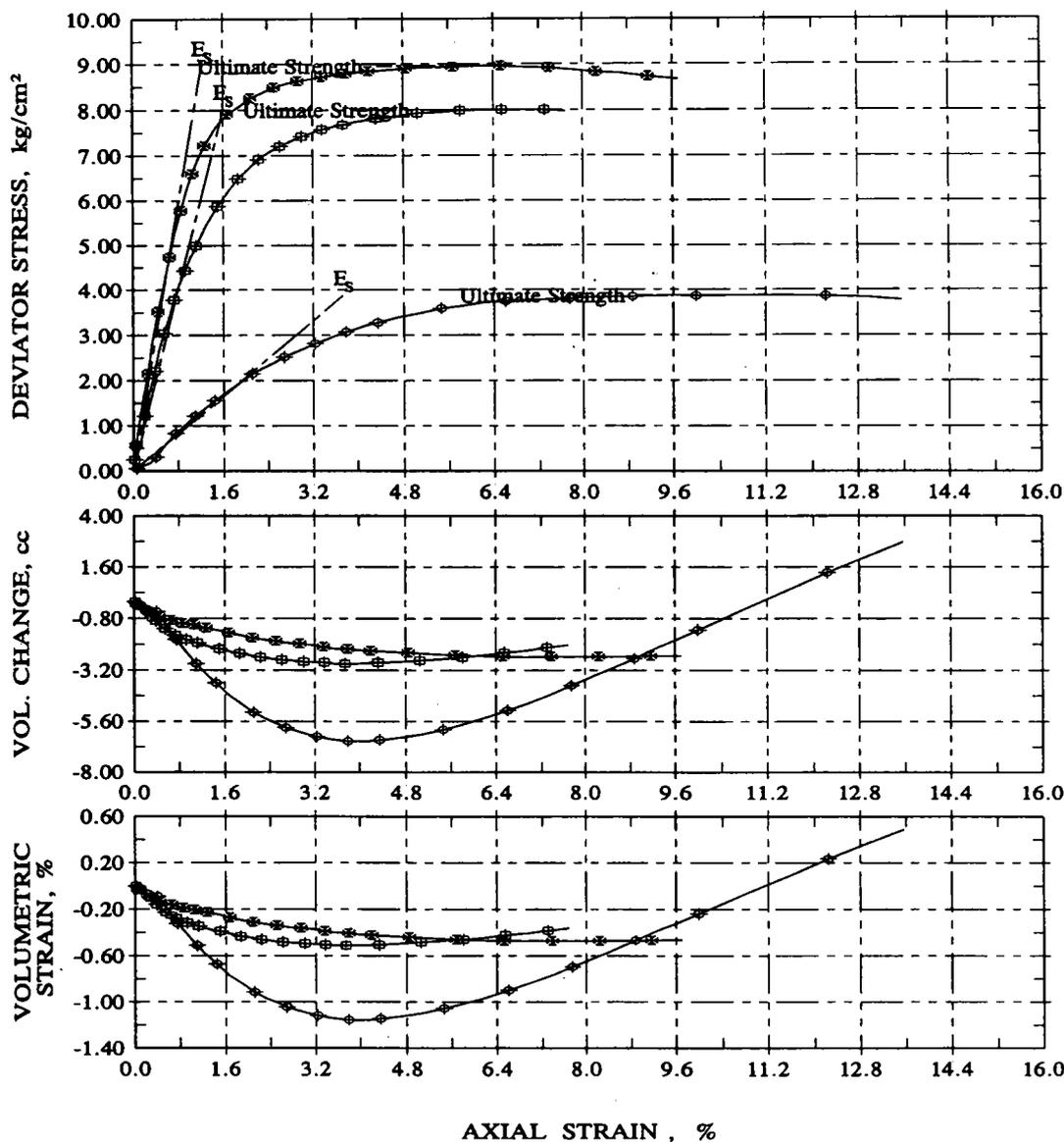


STRESS PATH

a	ϕ	a'	0.32 kg/cm ²	ϕ'	30.0°
---	--------	----	-------------------------	---------	-------

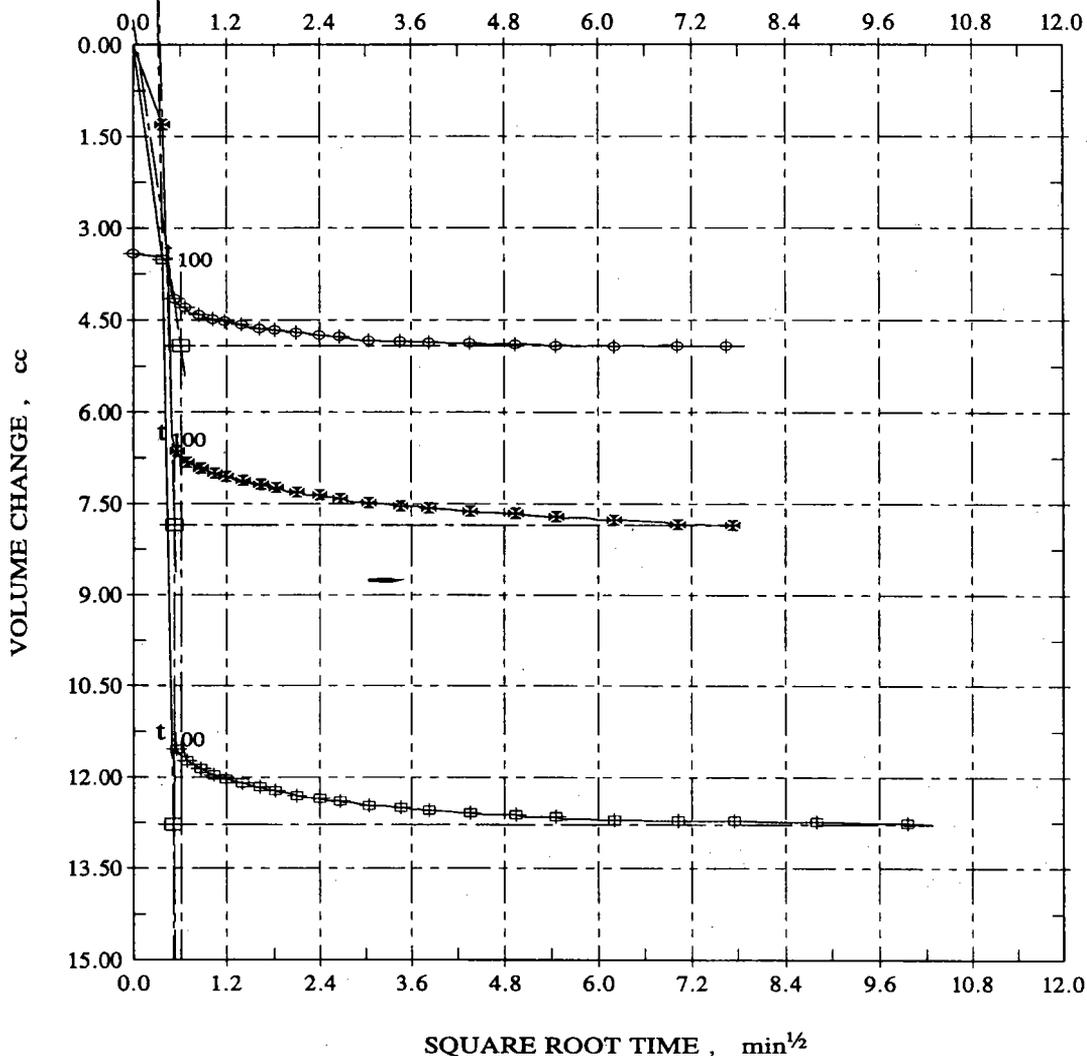


工程編號	KC-10T-1	試驗日期	87.05.21	試驗者						
孔號	C-10	試樣編號	T-1	土樣分類	SM					
土樣描述	SM		液限	-	塑限 N.P.					
				深度	8.0-8.80M					
試體序號	標記	σ_c	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	E_s
NO.		kg/cm ²	W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)	kg/cm ²	kg/cm ²
1	⊕	1.00	22.86	0.691	1.60	25.36	0.685	1.60	3.88	103.6
2	⊗	2.00	24.75	0.668	1.62	23.74	0.641	1.65	8.01	498.6
3	⊗	3.00	23.13	0.624	1.66	22.60	0.610	1.68	8.97	727.1
4	⊗									



工程編號	KC-10T-1	試驗日期	87.05.21		試驗者					
孔號	C-10	試樣編號	T-1		土樣分類	SM		比重	2.70	
土樣描述	SM		液限	-	塑限	N.P.	深度	8.0-8.80M		
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	22.86	0.691	1.60	25.06	0.677	1.61	22.5	0.4250
2	⊕	2.00	24.75	0.668	1.62	23.96	0.647	1.64	15.6	0.6208
3	⊗	3.00	23.13	0.624	1.66	22.87	0.618	1.67	16.6	0.6084
4	*									

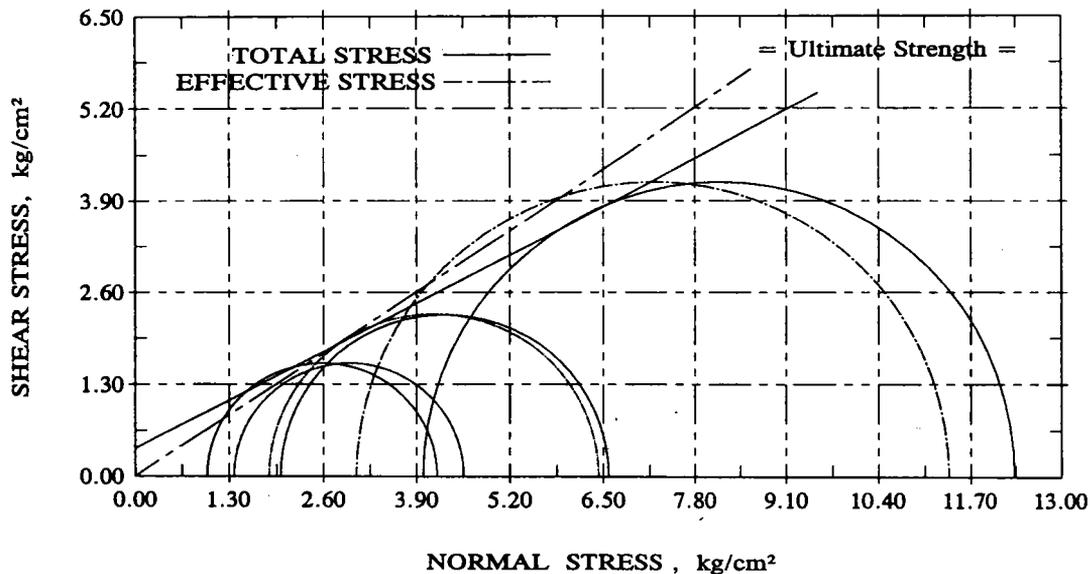
TIME - CONSOLIDATION CURVE



工程編號	KC-10T-3	試驗日期	87.06.03	試驗者	
孔號	C-10	試樣編號	T-3	土樣分類	CL
土樣描述	CL		液限	30.0	塑限
			22.0	深度	25.50-26.30M

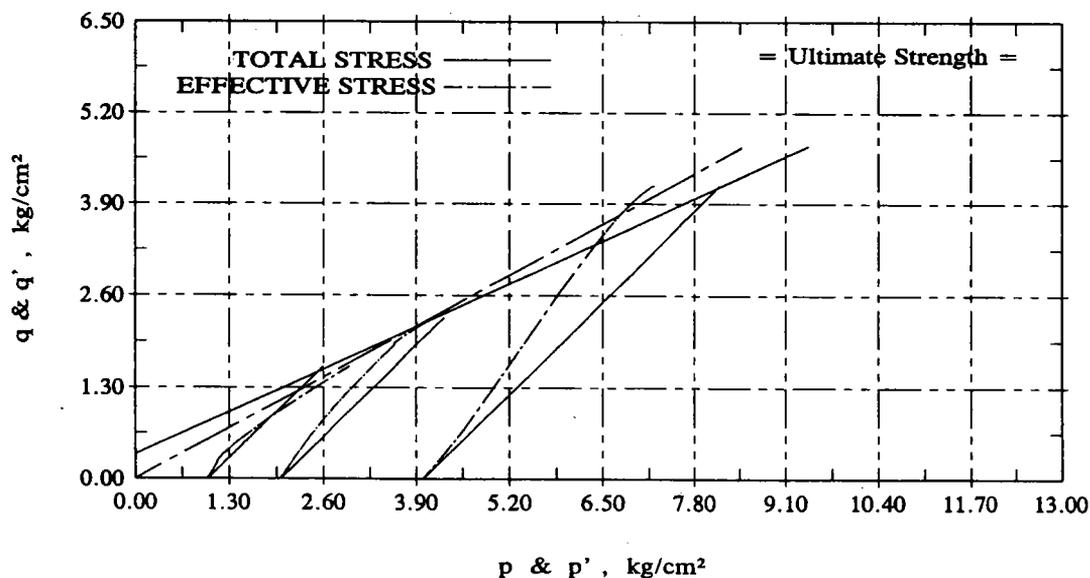
MOHR'S CIRCLES AT FAILURE & FAILURE ENVELOPE

C	0.39 kg/cm ²	ϕ	27.7 °	C'	0.00 kg/cm ²	ϕ'	33.8 °
---	-------------------------	--------	--------	----	-------------------------	---------	--------



STRESS PATH

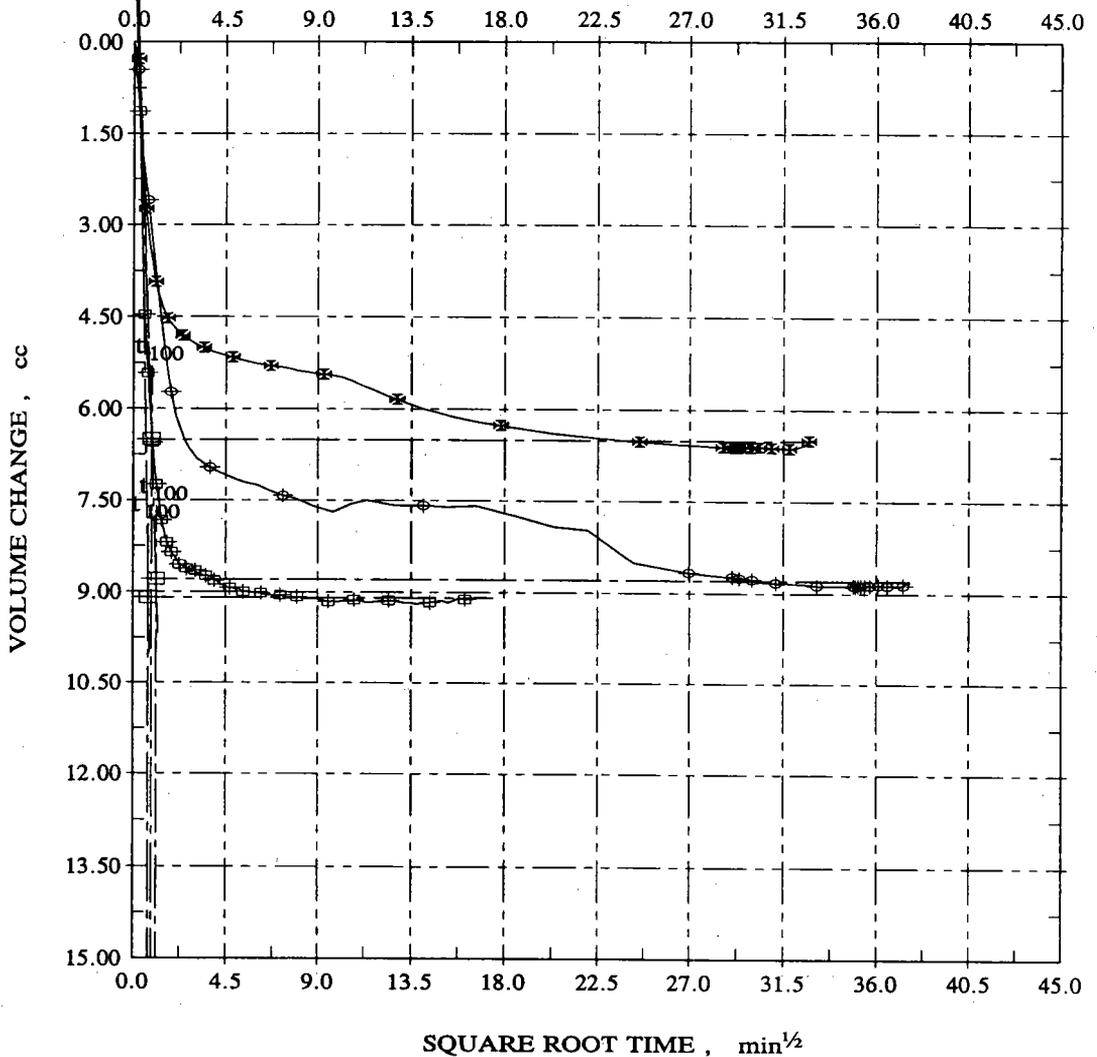
a	0.35 kg/cm ²	ϕ	25.0 °	a'	0.00 kg/cm ²	ϕ'	29.1 °
---	-------------------------	--------	--------	----	-------------------------	---------	--------



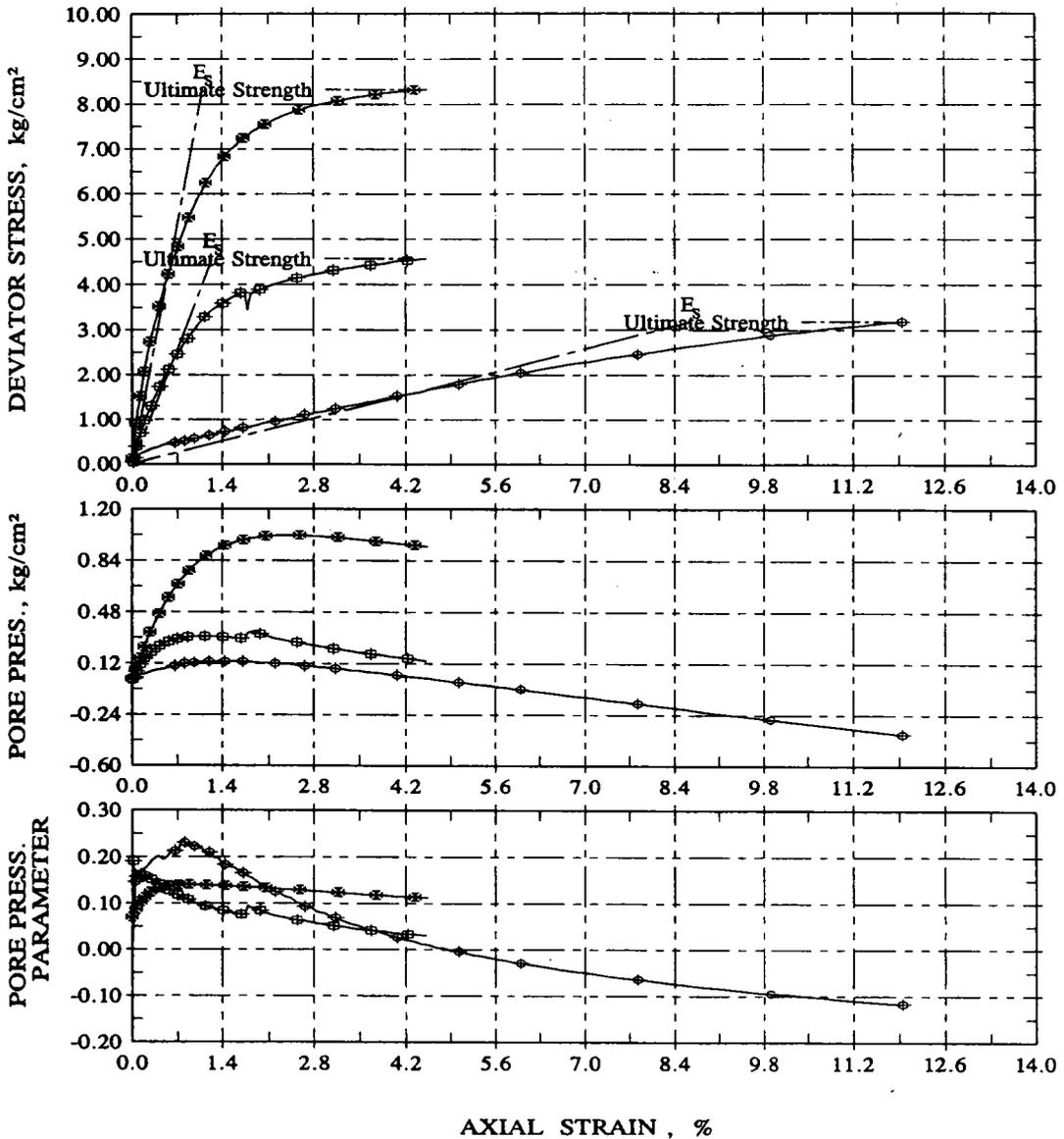
工程編號	KC-10T-3	試驗日期	87.06.03	試驗者	
孔號	C-10	試樣編號	T-3	土樣分類	CL
土樣描述	CL		液限	30.0	塑限
			22.0	深度	25.50-26.30M

試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			t ₁₀₀ sec	C _v cm ² /sec
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)		
1	⊕	1.00	36.80	0.990	1.35	29.67	0.798	1.50	80.1	0.1192
2	⊗	2.00	29.67	0.798	1.50	28.58	0.769	1.52	34.3	4.1633
3	⊗	4.00	28.58	0.769	1.52	27.81	0.748	1.54	49.4	0.6559
4	*									

TIME - CONSOLIDATION CURVE



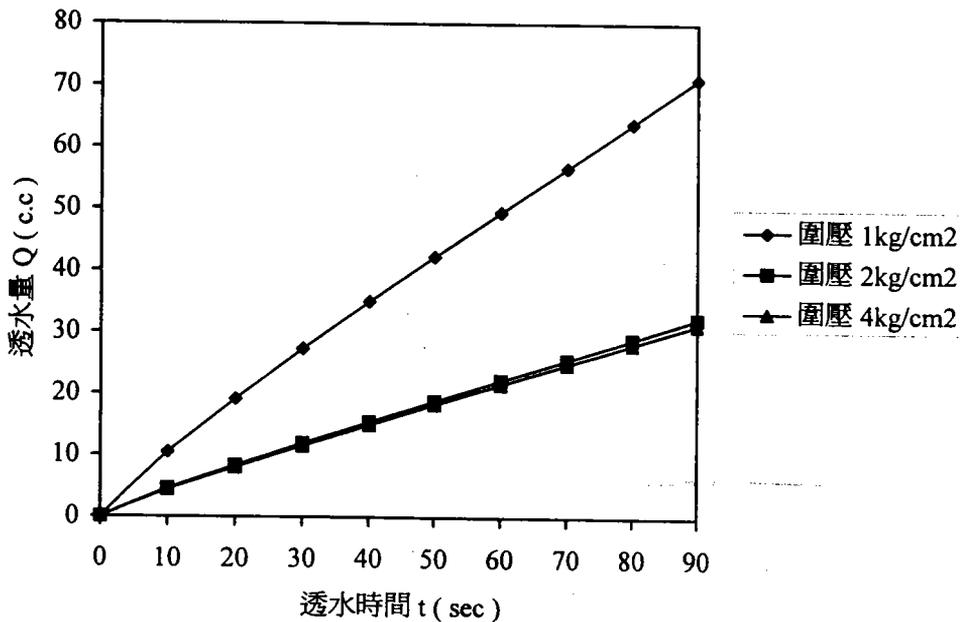
工程編號	KC-10T-3	試驗日期	87.06.03			試驗者					
孔號	C-10	試樣編號	T-3		土樣分類	CL		比重	2.69		
土樣描述	CL			液限	30.0	塑限	22.0	深度	25.50-26.30M		
試體序號 NO.	標記	σ_c kg/cm ²	壓密試驗前值			壓密試驗後值			$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kg/cm ²	E _s kg/cm ²	
			W(%)	e	rd(g/cm ³)	W(%)	e	rd(g/cm ³)			
1	⊕	1.00	36.80	0.990	1.35	29.67	0.798	1.50	3.20	37.0	
2	⊕	2.00	29.67	0.798	1.50	28.58	0.769	1.52	4.58	364.3	
3	⊗	4.00	28.58	0.769	1.52	27.81	0.748	1.54	8.34	752.1	
4	*										



碼頭編號	58 號碼頭	孔 號	BH - 12	試樣編號	T - 5	試驗日期	86/9/2
試體長度	14 公分	試體直徑	7.2 公分	含水比	25.00%	深 度	23.5 - 24.30M
土樣分類	SM	比 重	2.7	液 限		塑 限	

量測序號 (次)	透水量cc 時間(秒)	量管讀數	量管讀數	量管讀數	圍壓 1kg	圍壓 2kg	圍壓 4kg
		(c.c)	(c.c)	(c.c)	透水係數	透水係數	透水係數
NO.	t (sec)	圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²	圍壓 4kg/cm ²	K=cm/sec	K=cm/sec	K=cm/sec
1	0	0	0	0	0	0	0
2	10	10.49	4.57	4.41	0.7215	0.1572	0.0758
3	20	19.16	8.32	8.01	0.5963	0.129	0.0619
4	30	27.38	11.96	11.55	0.5654	0.1252	0.0609
5	40	35.07	15.49	14.96	0.5289	0.1214	0.0586
6	50	42.31	18.87	18.32	0.4980	0.1162	0.0578
7	60	49.53	22.25	21.61	0.4966	0.1162	0.0566
8	70	56.73	25.62	24.89	0.4952	0.1159	0.0564
9	80	63.93	28.98	28.16	0.4952	0.1155	0.0562
10	90	71.13	32.34	31.41	0.4952	0.1155	0.0559
垂直透水係數 Kv (cm/sec)					0.500	0.116	0.056

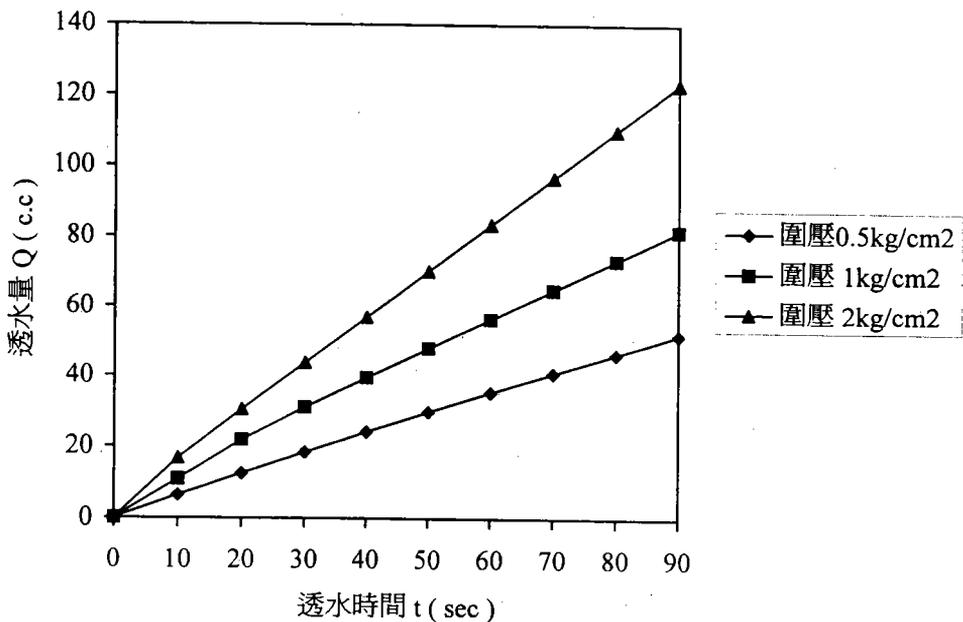
三軸壓密透水試驗



碼頭編號	58 號碼頭	孔 號	BH - 11	試樣編號	T - 3	試驗日期	86/9/1
試體長度	14 公分	試體直徑	7.2 公分	含水比	25.90%	深 度	14.2 - 15.0M
土樣分類	SM	比 重	2.68	液 限		塑 限	

量測序號 (次)	透水量cc 時間(秒)	量管讀數			圍壓0.5kg/cm ²	圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²
		(c.c)	(c.c)	(c.c)	透水係數	透水係數	透水係數
NO.	t (sec)	圍壓0.5kg/cm ²	圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²	K=cm/sec	K=cm/sec	K=cm/sec
1	0	0	0	0	0	0	0
2	10	6.39	10.96	16.82	0.8790	0.7538	0.5784
3	20	12.51	21.92	30.46	0.8419	0.7538	0.4691
4	30	18.43	31.00	43.72	0.8143	0.6245	0.4560
5	40	24.17	39.52	56.97	0.7896	0.5860	0.4557
6	50	29.78	47.97	70.22	0.7717	0.5812	0.4557
7	60	35.34	56.41	83.46	0.7648	0.5805	0.4553
8	70	40.85	64.85	96.70	0.7579	0.5805	0.4553
9	80	46.35	73.29	109.94	0.7566	0.5805	0.4553
10	90	51.85	81.72	123.17	0.7566	0.5798	0.4550
垂直透水係數 Kv (cm/sec)					0.76	0.58	0.46

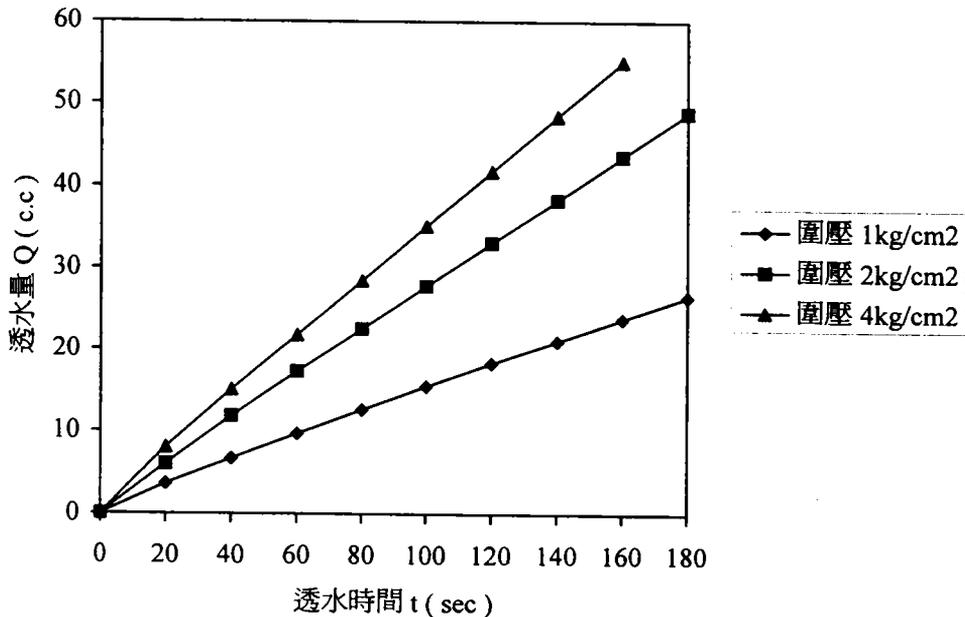
三軸壓密透水試驗



碼頭編號	39 號碼頭	孔 號	BH - 10	試樣編號	T - 2	試驗日期	86/8/31
試體長度	13.7 公分	試體直徑	7.2 公分	含水比	15.21%	深 度	15.80-16.60M
土樣分類	SM	比 重	2.7	液 限		塑 限	

量測序號 (次)	透水量cc 時間(秒)	量管讀數	量管讀數	量管讀數	圍壓 1kg	圍壓 2kg	圍壓 4kg
		(c.c)	(c.c)	(c.c)	透水係數	透水係數	透水係數
NO.	t (sec)	圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²	圍壓 4kg/cm ²	K=cm/sec	K=cm/sec	K=cm/sec
1	0	0	0	0	0	0	0
2	20	3.64	6.03	8.03	0.1225	0.1015	0.0676
3	40	6.66	11.81	15.03	0.1016	0.0973	0.0589
4	60	9.65	17.25	21.80	0.1006	0.0915	0.0570
5	80	12.58	22.52	28.48	0.0986	0.0887	0.0562
6	100	15.44	27.80	35.15	0.0962	0.0888	0.0561
7	120	18.28	33.08	41.81	0.0956	0.0888	0.0560
8	140	21.07	38.35	48.47	0.0936	0.0887	0.0560
9	160	23.83	43.61	55.12	0.0926	0.0885	0.0559
10	180	26.57	48.87		0.0922	0.0885	
垂直透水係數 Kv (cm/sec)					0.09	0.088	0.056

三軸壓密透水試驗



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

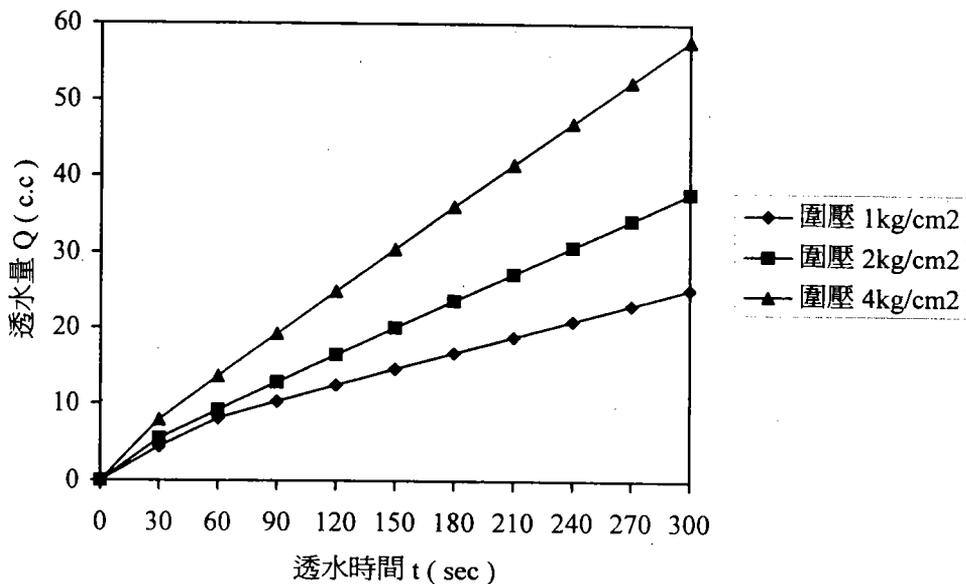
三軸壓密透水
定水頭試驗

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	36 號碼頭	孔 號	BH - 9	試樣編號	T - 3	試驗日期	86/8/30
試體長度	14.2 公分	試體直徑	7.2 公分	含水比	20.0%	深 度	18.0 - 18.75M
土樣分類	SM	比 重	2.69	液 限		塑 限	

量測序號	透水量cc	量管讀數	量管讀數	量管讀數	圍壓 1kg	圍壓 2kg	圍壓 4kg
(次)	時間(秒)	(c.c)	(c.c)	(c.c)	透水係數	透水係數	透水係數
NO.	t (sec)	圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²	圍壓 4kg/cm ²	K=cm/sec	K=cm/sec	K=cm/sec
1	0	0	0	0	0	0	0
2	30	4.38	5.41	7.87	0.1019	0.0629	0.0458
3	60	8.06	9.15	13.60	0.0856	0.0435	0.0333
4	90	10.27	12.82	19.24	0.0514	0.0427	0.0328
5	120	12.43	16.45	24.87	0.0502	0.0422	0.0327
6	150	14.58	20.07	30.48	0.0500	0.0421	0.0326
7	180	16.72	23.65	36.08	0.0498	0.0416	0.0326
8	210	18.85	27.20	41.53	0.0495	0.0413	0.0317
9	240	20.97	30.75	46.97	0.0493	0.0413	0.0316
10	270	23.09	34.28	52.41	0.0493	0.0410	0.0316
11	300	25.21	37.80	57.84	0.0493	0.0409	0.0316
垂直透水係數 Kv (cm/sec)					0.049	0.041	0.032

三軸壓密透水試驗



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

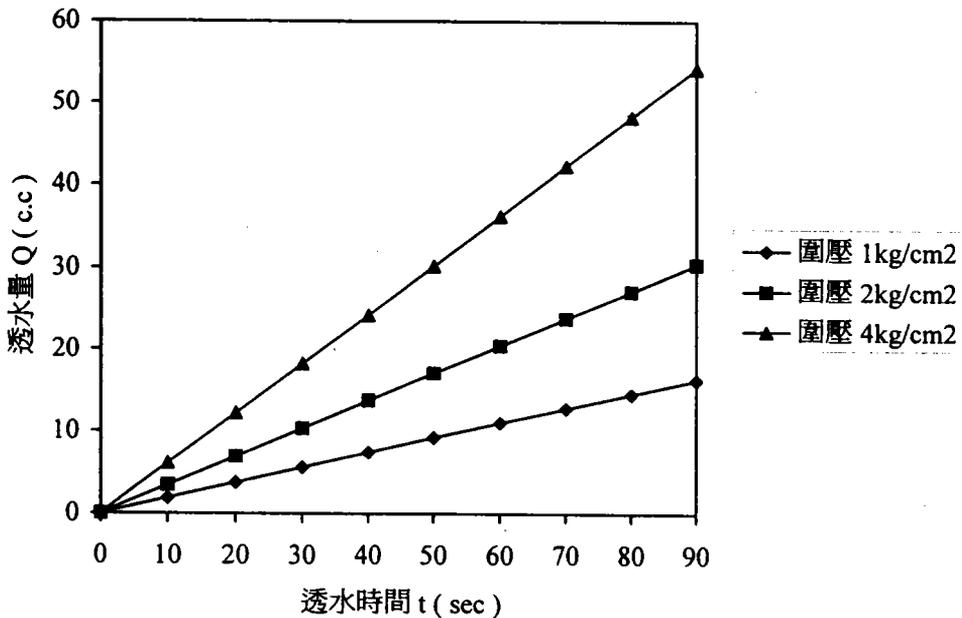
三軸壓密透水
定水頭試驗

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	18 號碼頭	孔 號	BH - 8	試樣編號	T - 2	試驗日期	86/8/29
試體長度	14 公分	試體直徑	7.2 公分	含水比	24.08%	深 度	19.0 - 19.80M
土樣分類	SM	比 重	2.7	液 限		塑 限	

量測序號 (次) NO.	透水量 cc 時間(秒) t (sec)	量管讀數	量管讀數	量管讀數	圍壓 1kg	圍壓 2kg	圍壓 4kg
		(c.c)	(c.c)	(c.c)	透水係數 K=cm/sec	透水係數 K=cm/sec	透水係數 K=cm/sec
		圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²	圍壓 4kg/cm ²			
1	0	0	0	0	0	0	0
2	10	1.88	3.42	6.11	0.0216	0.0196	0.0175
3	20	3.73	6.86	12.17	0.0212	0.0197	0.0174
4	30	5.57	10.29	18.22	0.0211	0.0197	0.0173
5	40	7.40	13.71	24.23	0.0210	0.0196	0.0172
6	50	9.22	17.08	30.24	0.0209	0.0193	0.0172
7	60	11.03	20.45	36.28	0.0207	0.0193	0.0173
8	70	12.78	23.80	42.30	0.0201	0.0192	0.0173
9	80	14.53	27.15	48.28	0.0201	0.0192	0.0171
10	90	16.27	30.50	54.26	0.0199	0.0192	0.0171
垂直透水係數 Kv (cm/sec)					0.02	0.019	0.017

三軸壓密透水試驗



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

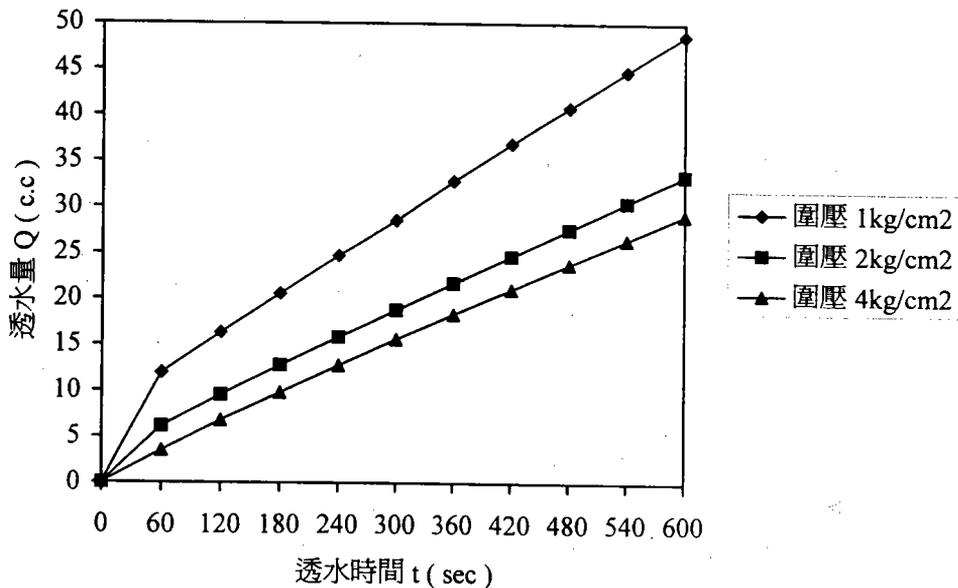
三軸壓密透水
定水頭試驗

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	17號碼頭	孔號	BH-7	試樣編號	T-3	試驗日期	86/8/27
試體長度	14.3公分	試體直徑	7.3公分	含水比	30.95%	深度	22.50-23.20M
土樣分類	SM	比重	2.71	液限		塑限	

量測序號 (次)	透水量cc	量管讀數	量管讀數	量管讀數	圍壓 1kg	圍壓 2kg	圍壓 4kg
	時間(秒)	(c.c)	(c.c)	(c.c)	透水係數	透水係數	透水係數
NO.	t (sec)	圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²	圍壓 4kg/cm ²	K=cm/sec	K=cm/sec	K=cm/sec
1	0	0	0	0	0	0	0
2	60	11.98	6.14	3.50	0.1403	0.3590	0.0102
3	120	16.36	9.57	6.80	0.1916	0.0560	0.0097
4	180	20.57	12.77	9.83	0.2409	0.0748	0.0089
5	240	24.74	15.84	12.78	0.2897	0.0927	0.0086
6	300	28.55	18.79	15.63	0.3343	0.1100	0.0083
7	360	32.85	21.73	18.37	0.3846	0.1272	0.0080
8	420	36.91	24.66	21.09	0.4322	0.1444	0.0080
9	480	40.85	27.59	23.79	0.4783	0.1615	0.0079
10	540	44.78	30.52	26.49	0.5243	0.1787	0.0079
11	600	48.70	33.45	29.19	0.5702	0.1958	0.0079
垂直透水係數 Kv (cm/sec)					0.57	0.196	0.79*10 ⁻²

三軸壓密透水試驗



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

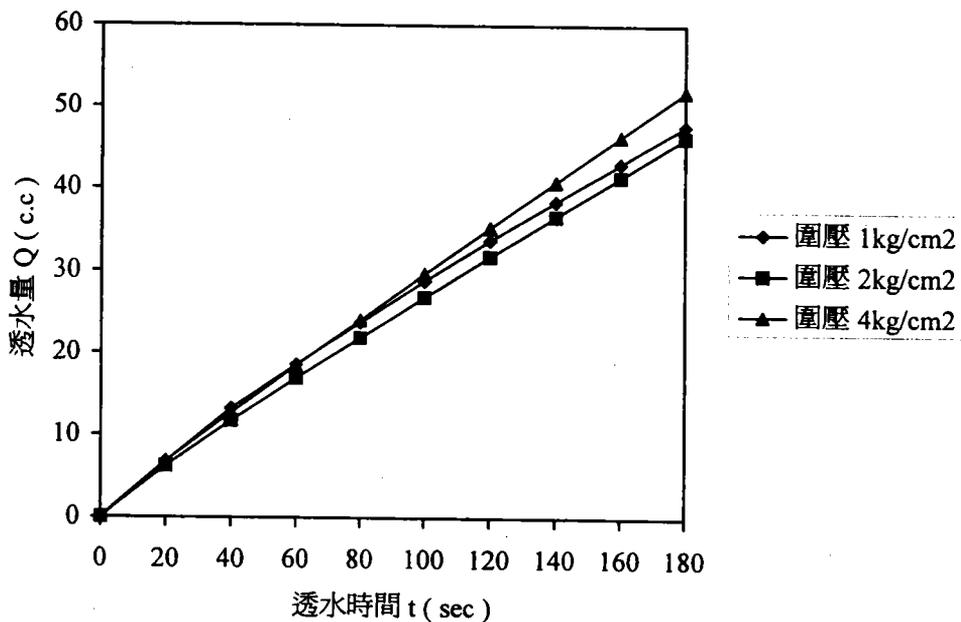
三軸壓密透水
定水頭試驗

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	3 號碼頭	孔 號	BH - 5	試樣編號	T - 3	試驗日期	86/8/27
試體長度	14.2 公分	試體直徑	7.2 公分	含水比	25.67%	深 度	22.0 - 22.80M
土樣分類	SM	比 重	2.69	液 限		塑 限	

量測序號 (次)	透水量cc 時間(秒)	量管讀數	量管讀數	量管讀數	圍壓 1kg	圍壓 2kg	圍壓 4kg
		(c.c)	(c.c)	(c.c)	透水係數	透水係數	透水係數
NO	t (sec)	圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²	圍壓 4kg/cm ²	K=cm/sec	K=cm/sec	K=cm/sec
1	0	0	0	0	0	0	0
2	20	6.74	6.19	6.80	0.2351	0.1080	0.0593
3	40	13.26	11.74	12.72	0.2274	0.9680	0.0516
4	60	18.63	16.93	18.47	0.1873	0.0905	0.0501
5	80	23.86	21.95	24.14	0.1824	0.0876	0.0494
6	100	28.92	26.92	29.75	0.1765	0.0876	0.0489
7	120	33.79	31.83	35.32	0.1699	0.0856	0.0486
8	140	38.46	36.67	40.86	0.1629	0.0844	0.0483
9	160	43.10	41.47	46.40	0.1618	0.0837	0.0483
10	180	47.74	46.27	51.94	0.1618	0.0837	0.0483
垂直透水係數 Kv (cm/sec)					0.162	0.084	0.048

三軸壓密透水試驗



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

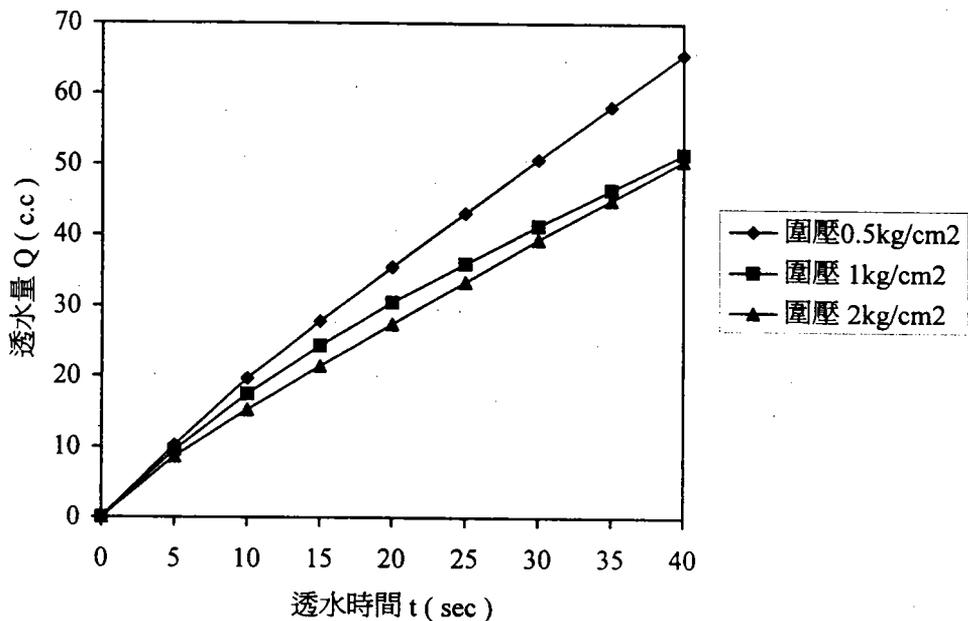
IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

三軸壓密透水
定水頭試驗

工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	1號碼頭	孔 號	BH-3	試樣編號	T-1	試驗日期	86/8/25
試體長度	14 公分	試體直徑	7.2 公分	含水比	22.76%	深 度	8.0-8.80m
土樣分類	SM	比 重	2.67	液 限		塑 限	
量測序號	透水量cc	量管讀數	量管讀數	量管讀數	圍壓0.5kg/cm ²	圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²
(次)	時間(秒)	(c.c)	(c.c)	(c.c)	透水係數	透水係數	透水係數
NO	t (sec)	圍壓0.5kg/cm ²	圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²	K=cm/sec	K=cm/sec	K=cm/sec
1	0	0	0	0	0	0	0
2	5	10.25	9.56	8.67	2.6301	1.1926	0.5262
3	10	19.69	17.49	15.23	2.1817	0.9024	0.4409
4	15	27.83	24.39	21.44	1.8983	0.8542	0.4182
5	20	35.56	30.52	27.46	1.6865	0.8281	0.3934
6	25	43.14	36.04	33.46	1.6562	0.8254	0.3783
7	30	50.72	41.35	39.44	1.6562	0.8226	0.3700
8	35	58.21	46.46	45.01	1.6535	0.7662	0.3480
9	40	65.69	51.56	50.57	1.6507	0.7648	0.3453
10	45	60.56	56.12	51.83	1.6479	0.7634	0.3446
垂直透水係數 Kv (cm/sec)					1.65	0.76	0.34

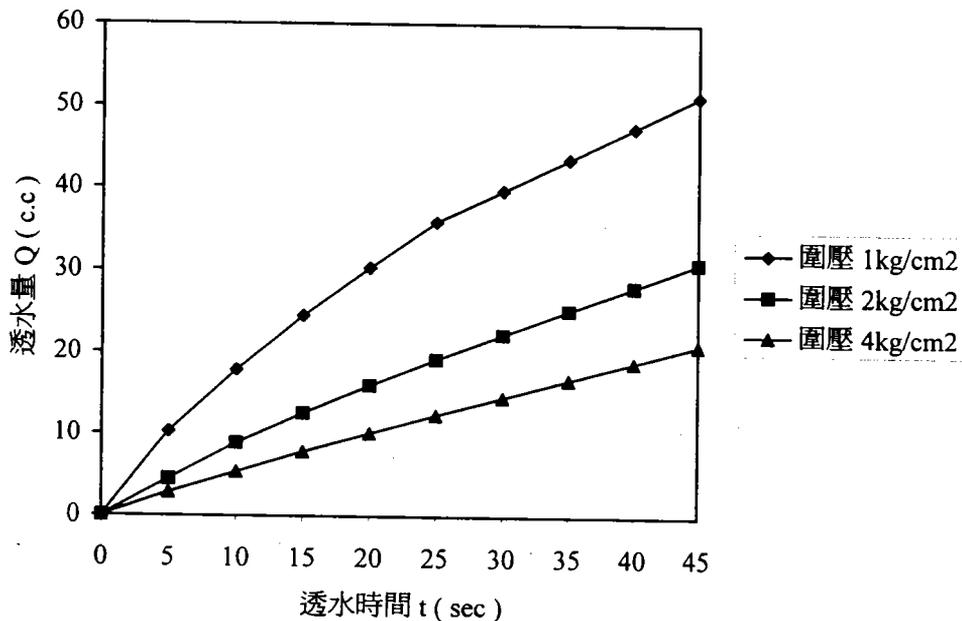
三軸壓密透水試驗



碼頭編號	新濱碼頭	孔 號	BH - 2	試樣編號	T - 3	試驗日期	86/8/25
試體長度	14 公分	試體直徑	7.2 公分	含水比	20.38%	深 度	25.0 - 25.80M
土樣分類	SM	比 重	2.7	液 限		塑 限	

量測序號 (次)	透水量cc 時間(秒)	量管讀數	量管讀數	量管讀數	圍壓 1kg	圍壓 2kg	圍壓 4kg
		(c.c)	(c.c)	(c.c)	透水係數	透水係數	透水係數
NO.	t (sec)	圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²	圍壓 4kg/cm ²	K=cm/sec	K=cm/sec	K=cm/sec
1	0	0	0	0	0	0	0
2	5	10.30	4.48	2.86	1.4472	0.3147	0.1005
3	10	17.86	8.90	5.37	1.0622	0.3105	0.0882
4	15	24.55	12.54	7.81	0.9400	0.2557	0.0857
5	20	30.35	15.99	10.12	0.8149	0.2424	0.0811
6	25	35.88	19.23	12.36	0.7770	0.2276	0.0787
7	30	39.74	22.29	14.55	0.5424	0.2150	0.0769
8	35	43.60	25.29	16.72	0.5424	0.2108	0.0762
9	40	47.46	28.12	18.88	0.5424	0.1988	0.0759
10	45	51.31	30.95	21.04	0.5409	0.1988	0.0759
垂直透水係數 Kv (cm/sec)					0.54	0.20	0.07

三軸壓密透水試驗



台灣省政府交通處
港灣技術研究所

三軸壓密透水
定水頭試驗

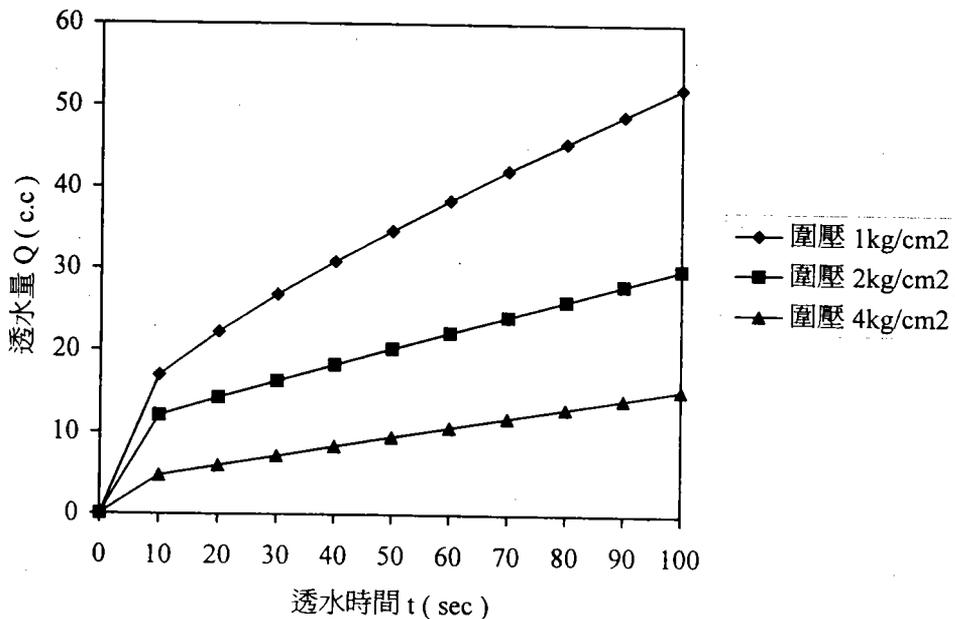
IHMT INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY

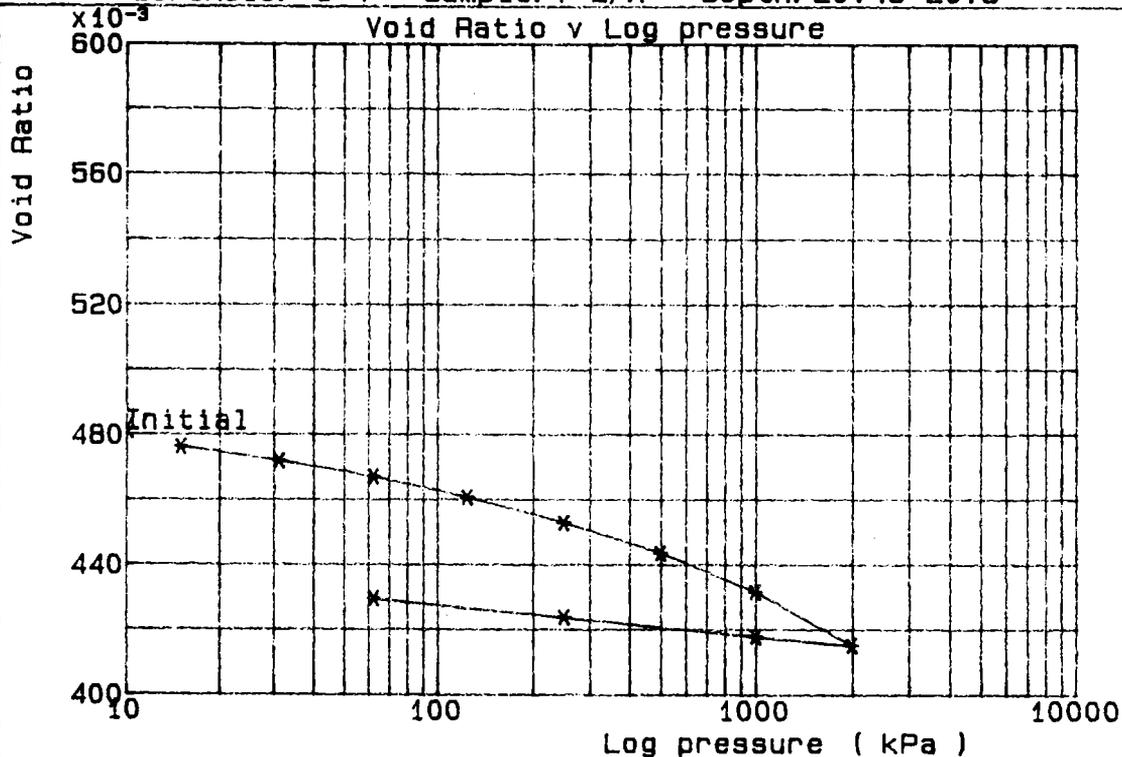
工程名稱 高雄老舊碼頭地質調查

碼頭編號	新濱碼頭	孔 號	BH - 1	試樣編號	T - 3	試驗日期	86/8/30
試體長度	14 公分	試體直徑	7.2 公分	含水比	32.02%	深 度	25.0 - 25.80M
土樣分類	SM	比 重	2.7	液 限		塑 限	

量測序號 (次)	透水量cc 時間(秒)	量管讀數			圍壓 1kg	圍壓 2kg	圍壓 4kg
		(c.c)	(c.c)	(c.c)	透水係數	透水係數	透水係數
NO.	t (sec)	圍壓 1kg/cm ²	圍壓 2kg/cm ²	圍壓 4kg/cm ²	K=cm/sec	K=cm/sec	K=cm/sec
1	0	0	0	0	0	0	0
2	10	17.02	12.12	4.74	0.3604	0.0746	0.0215
3	20	22.26	14.29	5.99	0.3157	0.0695	0.0205
4	30	26.85	16.31	7.18	0.2786	0.0677	0.0203
5	40	30.90	18.28	8.36	0.2648	0.0677	0.0201
6	50	34.75	20.25	9.53	0.2572	0.0671	0.0201
7	60	38.49	22.20	10.70	0.2504	0.0671	0.0199
8	70	42.13	24.15	11.86	0.2325	0.0671	0.0199
9	80	45.51	26.10	13.02	0.2325	0.0671	0.0199
10	90	48.89	28.05	14.18	0.2325	0.0671	0.0199
11	100	52.27	30.00	15.34	0.2304	0.0671	0.0199
垂直透水係數 Kv (cm / sec)					0.23	0.067	0.02

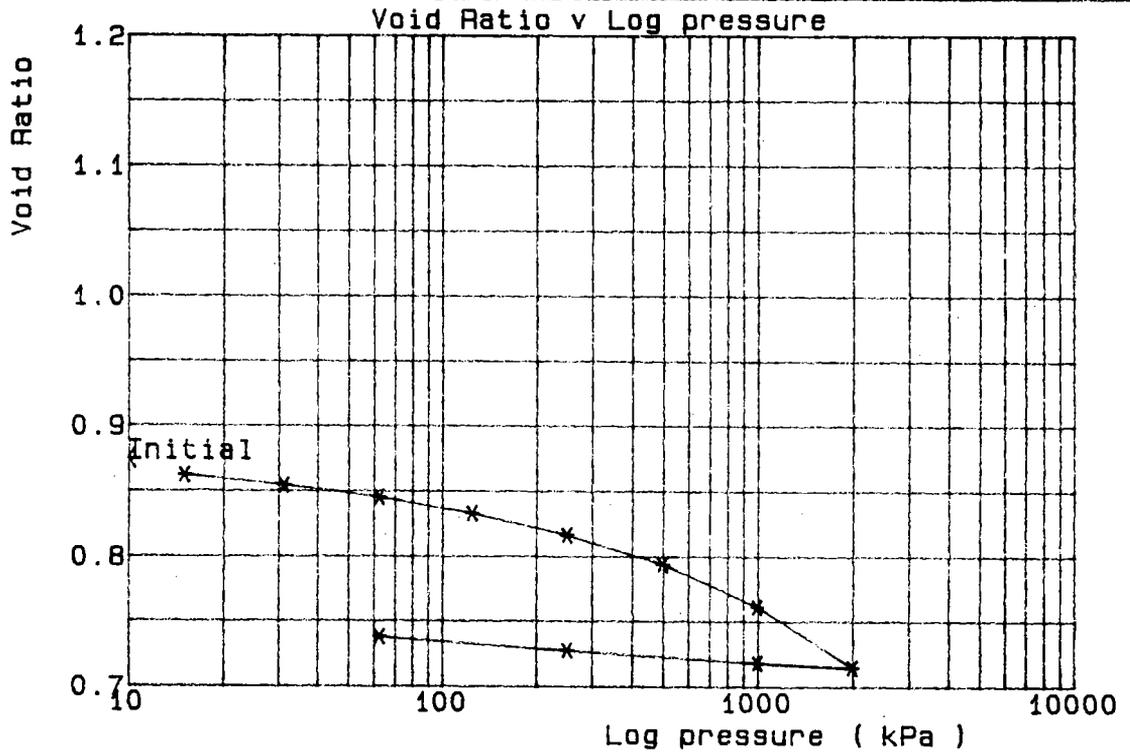
三軸壓密透水試驗





			Pressure kPa	Laboratory Coefficients	
				a_v sqm/MN	c_v sqm/yr
Sample dimensions			2	0.278	
Initial height 20.00 mm			15	0.121	0.07
Area 3166.9sq.mm			31	0.056	0.07
Particle density (measured)			62	0.080	3.23
2.69			124	0.044	
	Initial Values	Final Values	248	0.012	0.54
			496	0.007	2.55
Moisture Content %	14.5	17.6	991	0.009	3.24
Bulk Density Mg/cum	2.14	2.21	1982	0.000	9.91
Dry Density Mg/cum	1.87	1.88	991	0.004	
Void Ratio e	0.482	0.430	248	0.011	
Saturation%	81.0	110.3	62		

I.H.M.T.



			Pressure kPa	Laboratory Coefficients	
				m_v sqm/MN	c_v sqm/yr
Sample dimensions			2		
Initial height	20.00 mm		15	0.313	31.13
Area	3166.9sq.mm		31	0.129	0.86
			62	0.088	0.07
Particle density (measured)			124	0.052	0.26
2.73			248	0.027	0.26
	Initial Values	Final Values	496	0.024	0.48
			991	0.023	0.86
Moisture Content %	31.7	21.7	1982	0.023	
			991	0.000	8.01
Bulk Density Mg/cum	1.87	1.91	248	0.005	
			62	0.011	13.19
Dry Density Mg/cum	1.42	1.57			
Void Ratio e	0.874	0.738			
Saturation%	99.1	80.2			

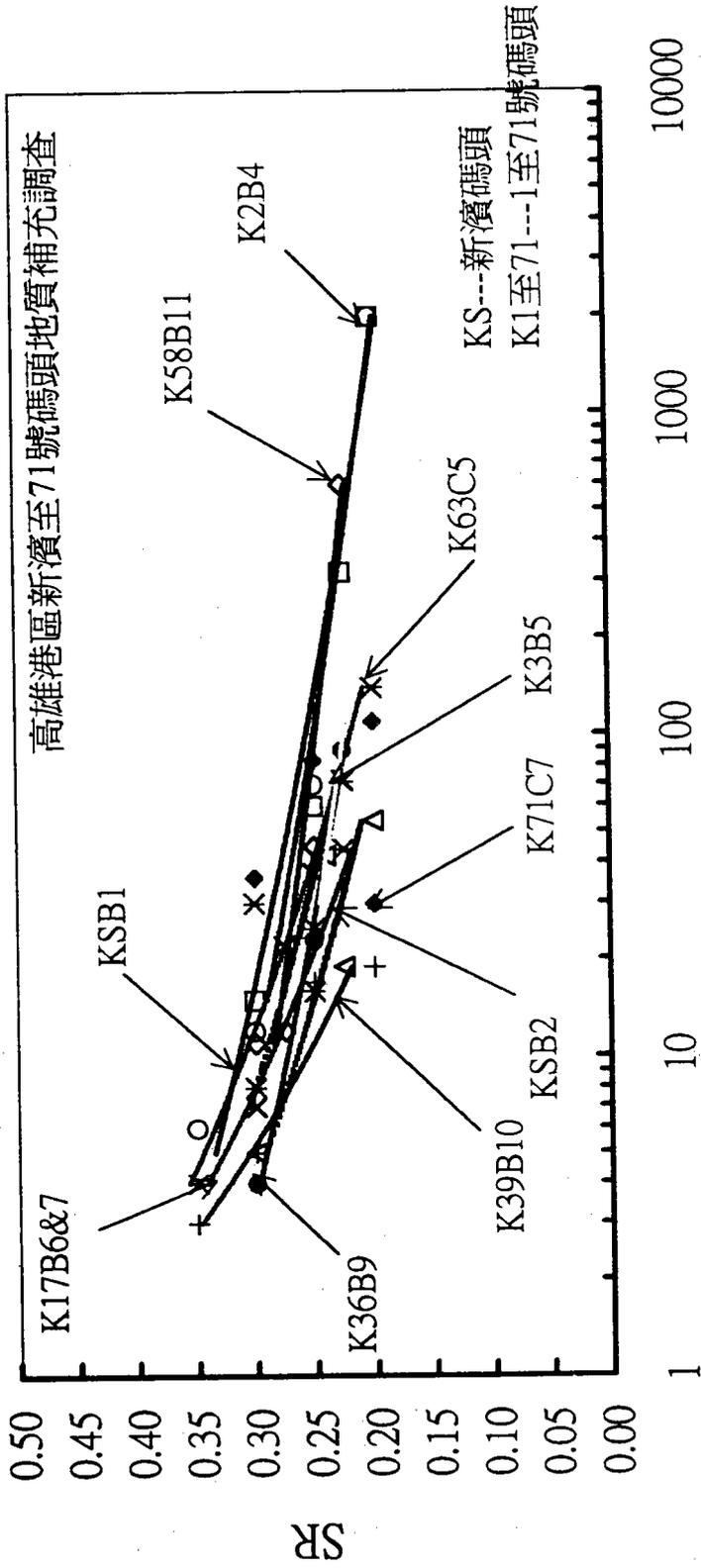
I.H.M.T.

高雄港區新濱至 72 號碼頭地質調查—動態試驗結果

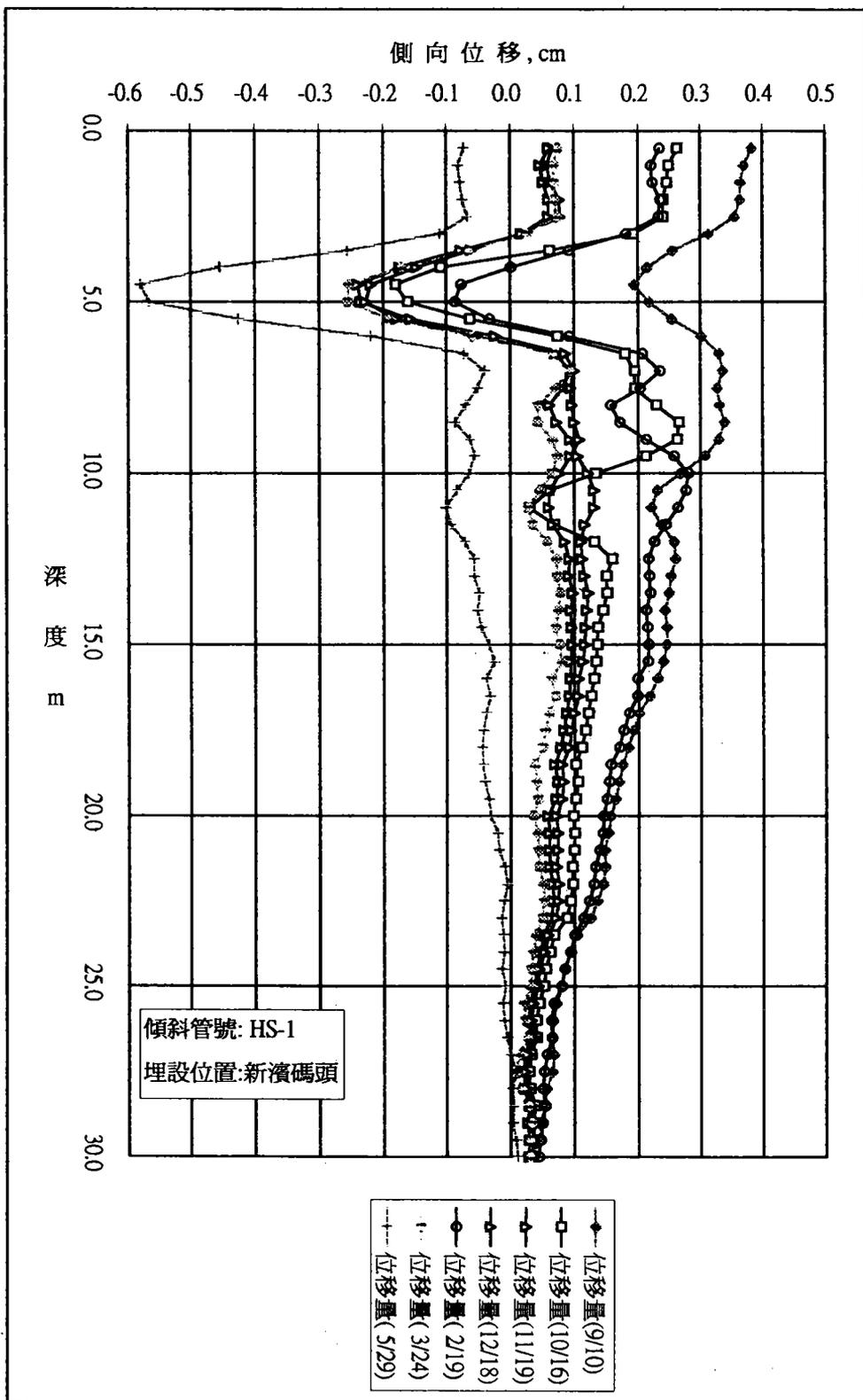
試驗編號	深度 EL - m	參考 N 值	r_{ar} g/cm ³	W_r %	FC % 細粒含量	G_s	Ni	SR	土壤分類
KSB1T11	-14.94	15	1.750	21.25	15	2.68	2000	0.200	SM 沉泥質細砂
KSB1T12	-15.08	15	1.731	22.63	20	2.69	70	0.250	SM 沉泥質細砂
KSB1T13	-15.22	15	1.752	18.42	15	2.68	12	0.300	SM 沉泥質細砂
KSB1T14	-15.36	15	1.694	22.77		2.67	6	0.350	SM 沉泥質細砂
KSB2T21	-19.03	22				2.67	54	0.200	SM 沉泥質細砂
KSB2T22	-19.17	22	1.499	31.00	12	2.68	19	0.225	SM 沉泥質細砂
KSB2T23	-19.31	22	1.517	30.01	18	2.67	42	0.240	SM 沉泥質細砂
KSB1T23	-19.21	24	1.480	29.56	35	2.68	5	0.300	SM 沉泥質細砂
K2B4T11	-14.22	12	1.701	22.41	3	2.68	2000	0.200	SM 沉泥質細砂含貝屑
K2B4T12	-14.35	12	1.701	22.41		2.69	320	0.225	SM 沉泥質細砂含貝屑
K2B4T13	-14.49	12	1.701	22.41		2.70	60	0.250	SM 沉泥質細砂含貝屑
K2B4T22	-16.15	12	1.576	27.03	12	2.70	15	0.300	SM 沉泥質細砂含貝屑
K3B5T11	-12.57	11	1.853	16.96		2.68	72	0.225	SM 沉泥質中粗砂含貝屑
K3B5T12	-12.71	11	1.892	17.13	4	2.69	37	0.250	SM 沉泥質中粗砂含貝屑
K3B5T13	-12.85	11	1.834	17.14	8	2.70	7	0.300	SM 沉泥質中粗砂含貝屑
K3B5T14	-12.99	11	1.849	18.24		2.70	22	0.275	SM 沉泥質中粗砂含貝屑
K17B6T11	-15.76	13	1.594	26.04	23	2.68	44	0.225	SM 沉泥質細砂
K17B6T12	-15.90	13	1.608	21.46	32	2.69	16	0.250	SM 沉泥質細砂
K17B7T11	-13.46	11	1.555	27.66		2.70	8	0.300	SM 沉泥質細砂
K17B7T12	-13.60	11	1.540	27.81	2	2.71	4	0.350	SM 沉泥質細砂
K36B9T12	-8.36	8	1.784	19.26	7	2.71	4	0.300	SM 沉泥質細砂含貝屑
K36B9T13	-8.50	8	1.843	18.57	4	2.71	23	0.250	SM 沉泥質細砂含貝屑
K36B9T14	-8.64	8	1.654	23.49	8	2.71	90	0.225	SM 沉泥質細砂含貝屑
K39B10T51	-27.15	32	1.510	29.69		2.71	3	0.350	SM 沉泥質細砂
K39B10T52	-27.29	32	1.482	29.92		2.71	5	0.300	SM 沉泥質細砂
K39B10T53	-27.43	32	1.516	28.20		2.71	17	0.250	SM 沉泥質細砂
K39B10T54	-27.57	32	1.770	20.05		2.72	19	0.200	SM 沉泥質細砂
K58B11T11	-6.16	7	1.387	30.70	9	2.71	600	0.225	SM 沉泥質中粗砂含貝屑
K58B11T12	-6.30	7	1.451	30.29	7	2.70	45	0.250	SM 沉泥質中粗砂含貝屑
K58B11T13	-7.44	7	1.774	17.89	7	2.71	12	0.275	SM 沉泥質中粗砂含貝屑
K58B11T14	-6.58	7	1.777	18.58	11	2.71	11	0.300	SM 沉泥質中粗砂含貝屑
K63C5T50	-13.97		1.835	16.73	25	2.72	140	0.200	SM 沉泥質細砂
K63C5T51	-14.11		1.882	15.84	28	2.72	25	0.250	SM 沉泥質細砂含沉泥質粘土
K63C5T52	-14.25		1.858	16.05	23	2.73	30	0.300	SM 沉泥質細砂含沉泥質粘土
K63C5T53	-14.39		1.896	14.53	22	2.74	4	0.350	SM 沉泥質細砂含沉泥質粘土
K71C7T10	-8.87		1.567	23.99	11	2.74	110	0.200	SM 沉泥質細砂含沉泥質粘土
K71C7T31	-17.52		1.501	29.10	21	2.73	30	0.200	SM 沉泥質細砂含沉泥質粘土
K71C7T32	-17.67		1.565	25.95	22	2.72	83	0.250	SM 沉泥質細砂含沉泥質粘土
K71C7T33	-17.82		1.614	23.75	25	2.73	36	0.300	SM 沉泥質細砂含沉泥質粘土

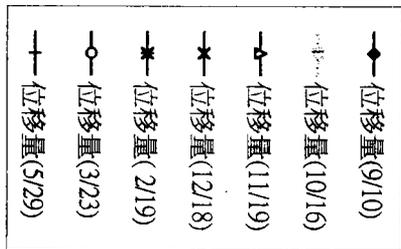
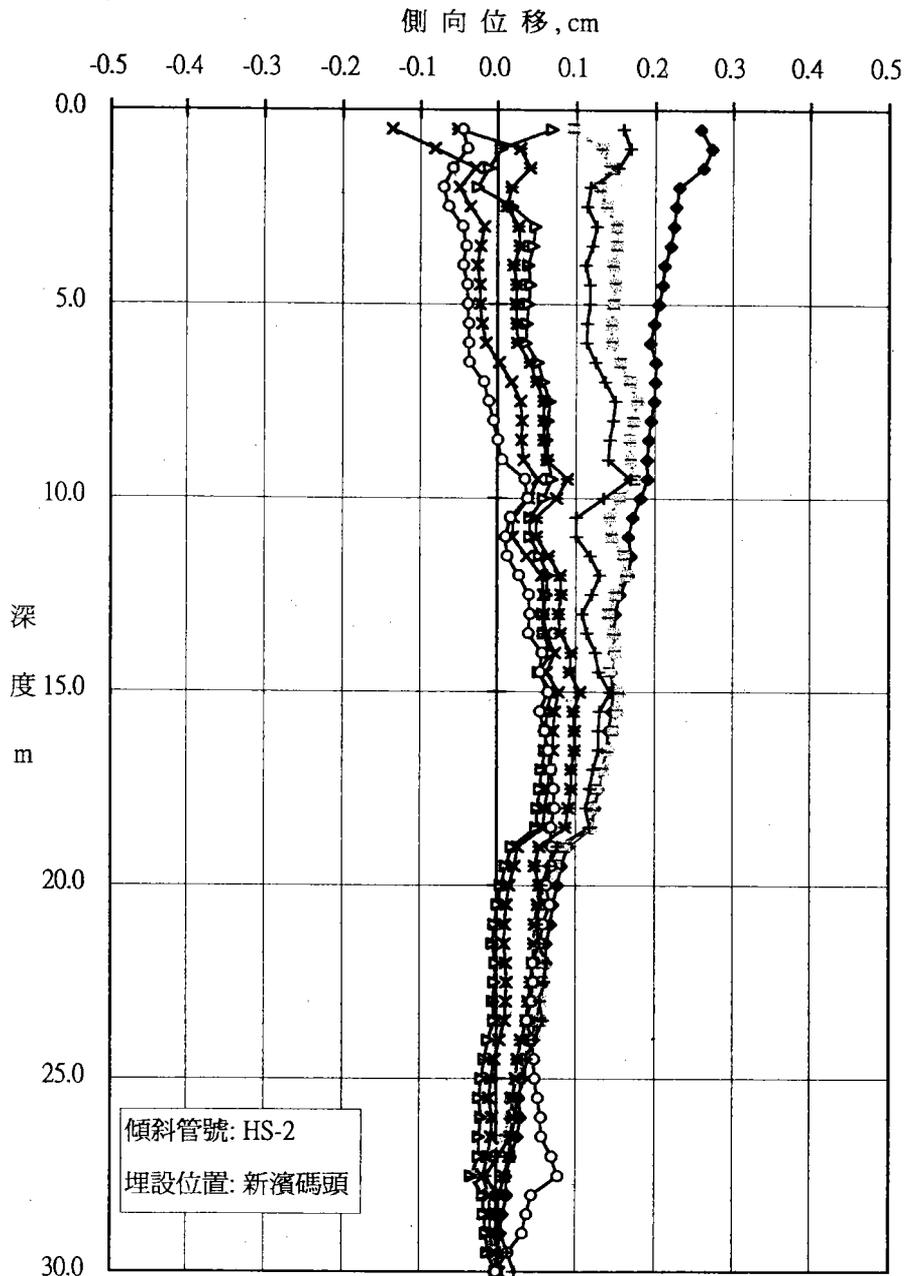
註： KS----新濱碼頭 K1 至 K71-----1 號至 71 號碼頭

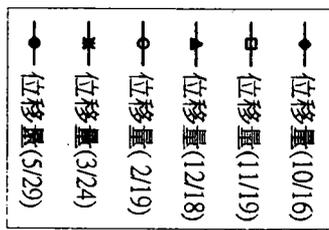
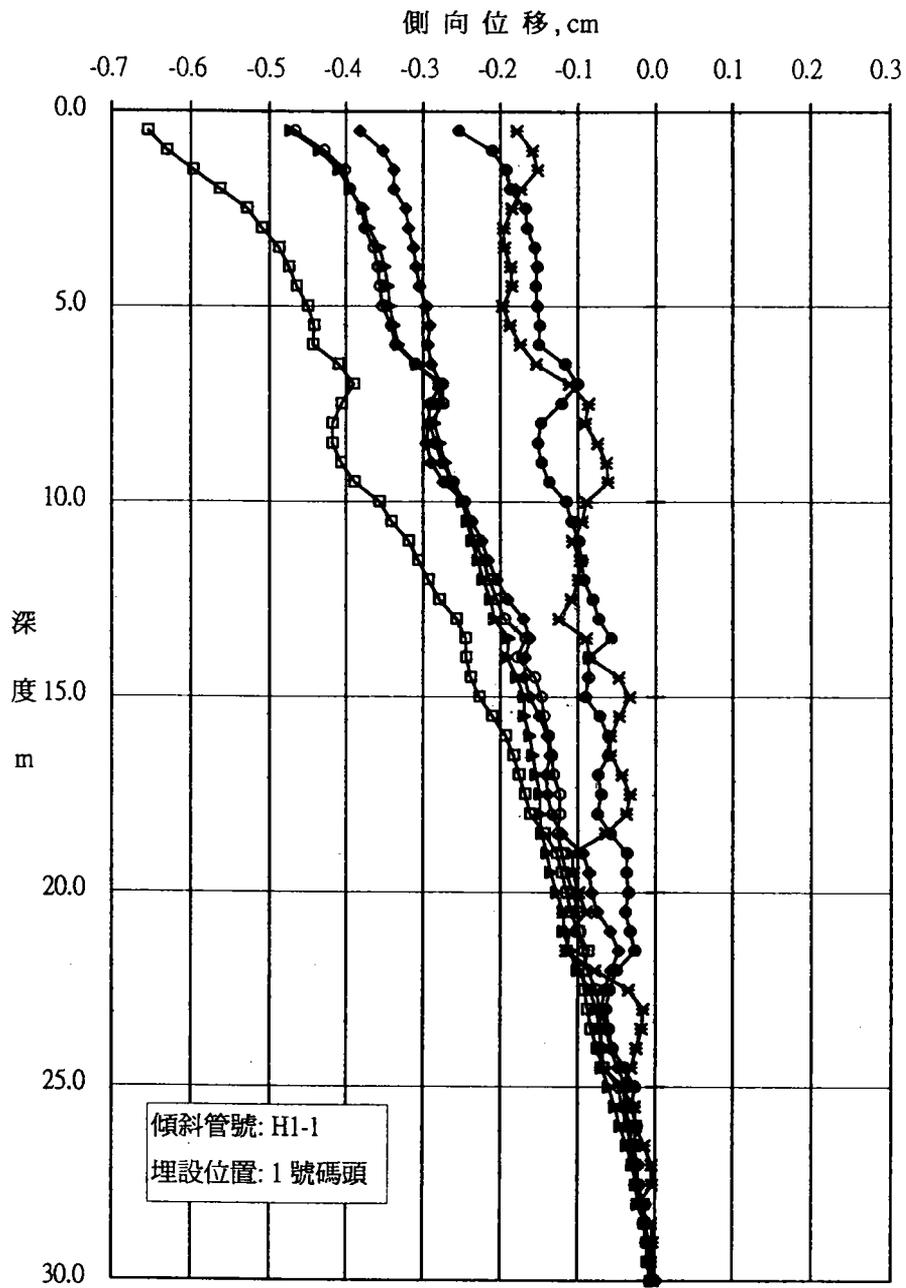
Cyclic Triaxial Test Result (Kaohssiung Harbor Area)

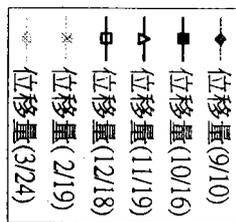
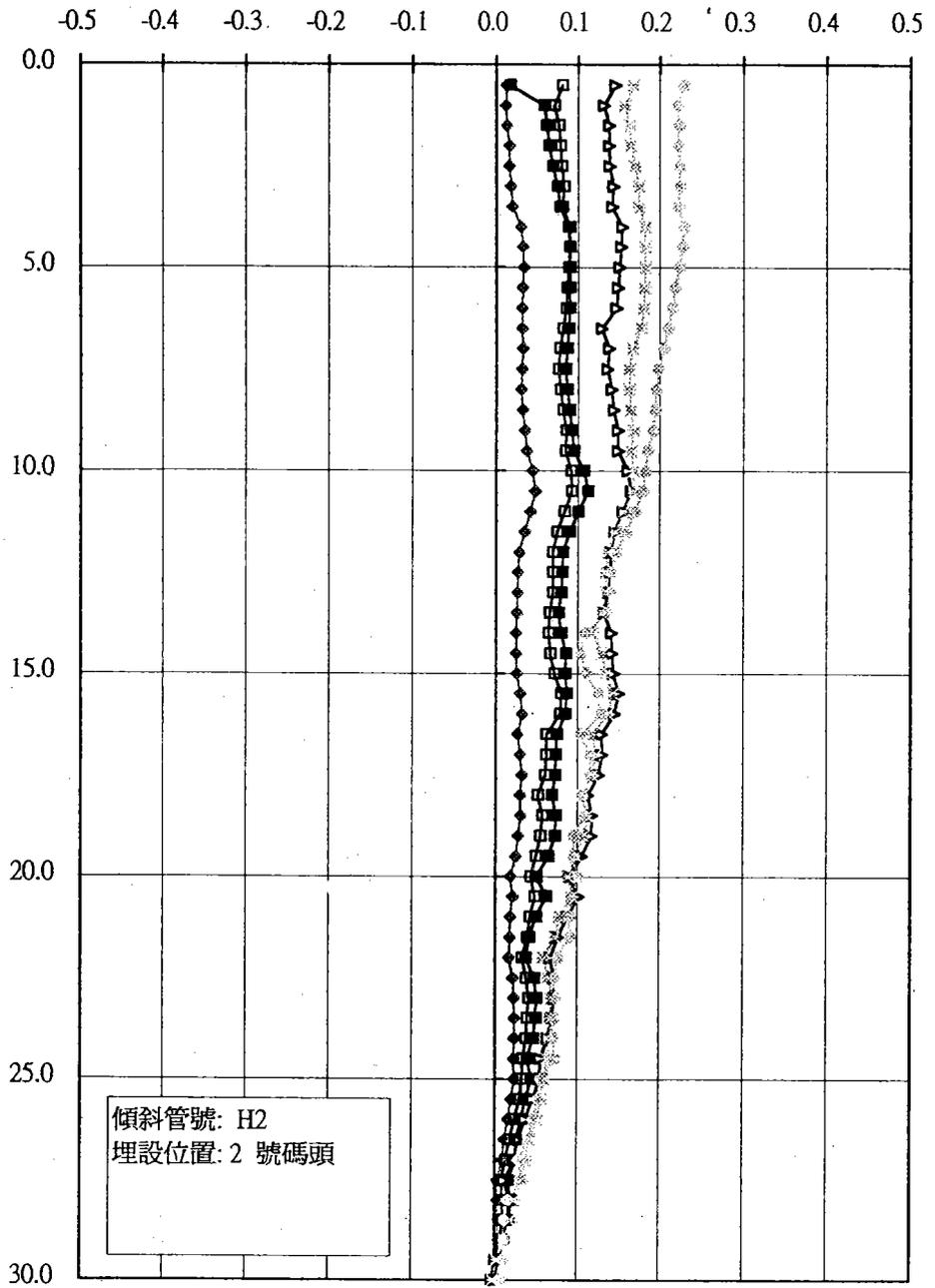


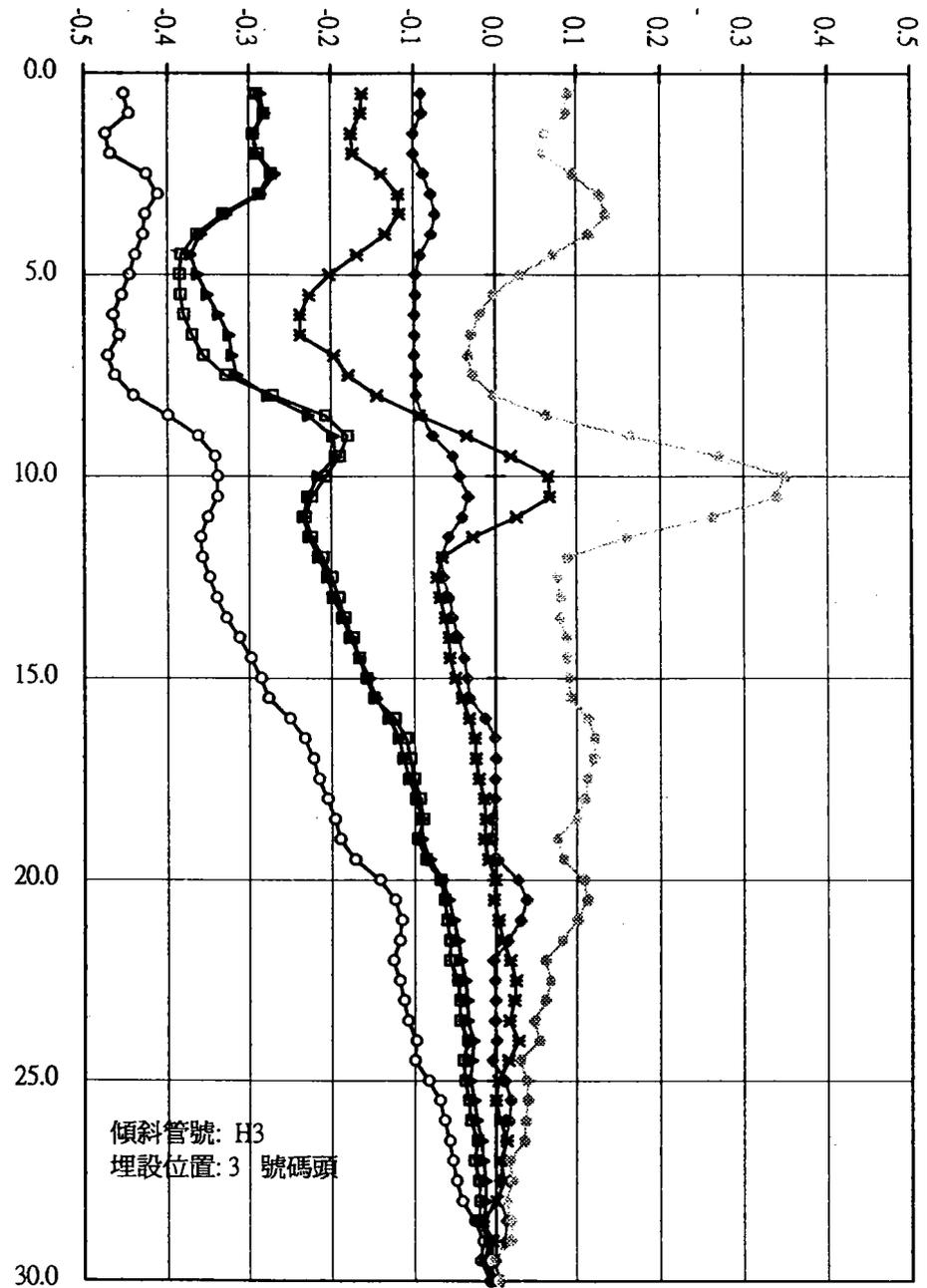
Test By: 蘇吉立



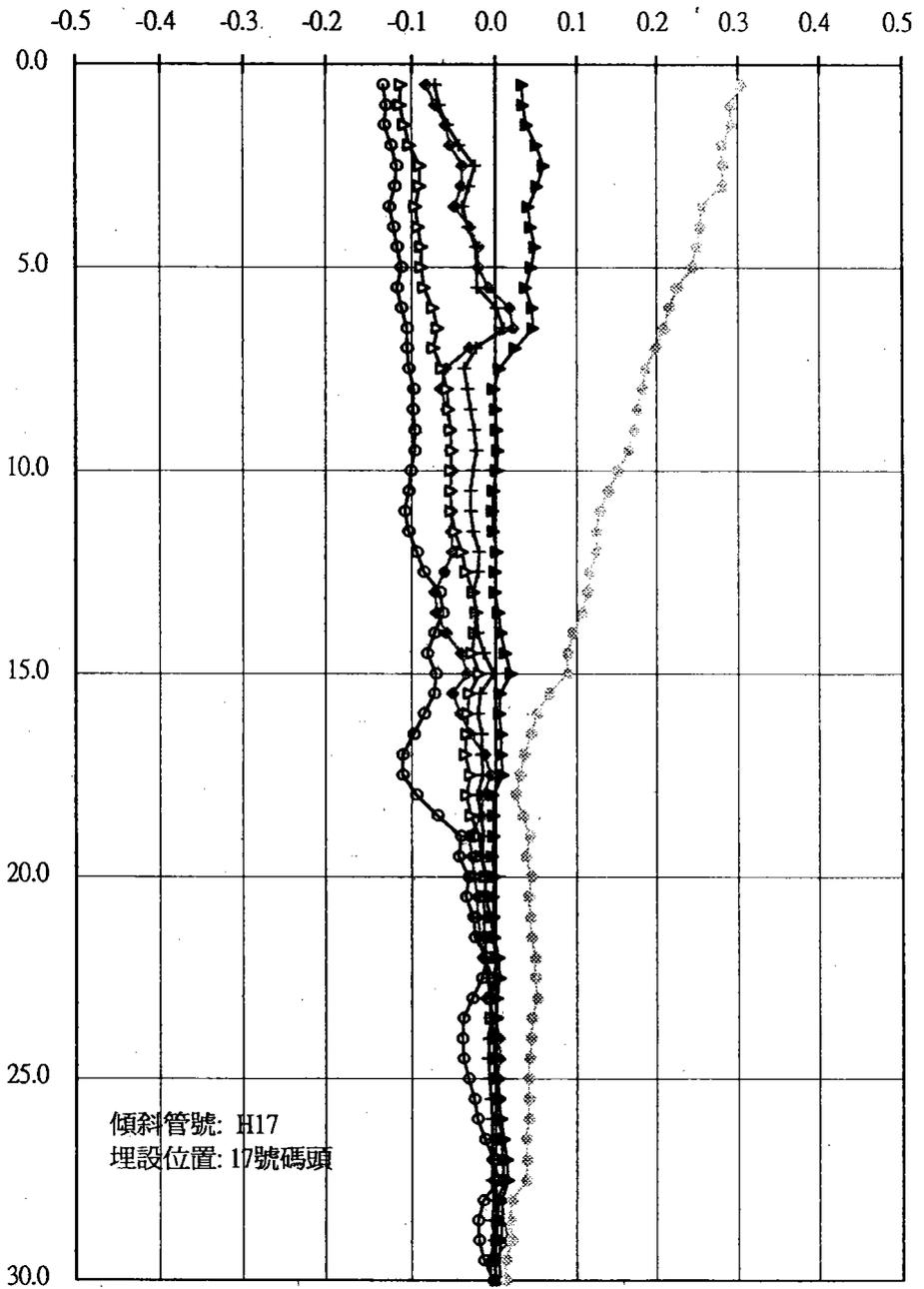




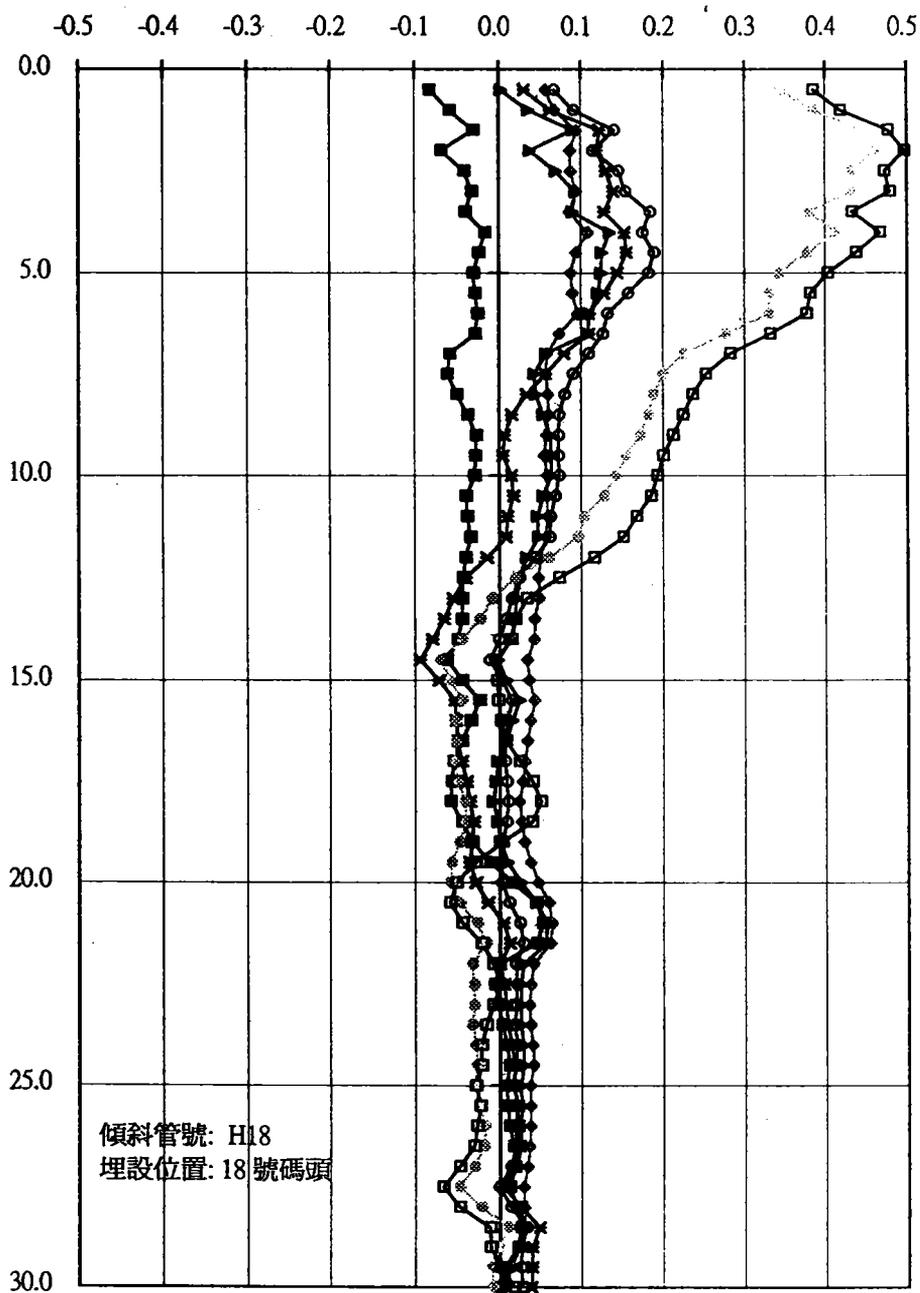




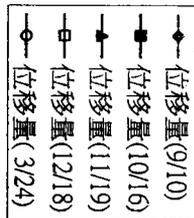
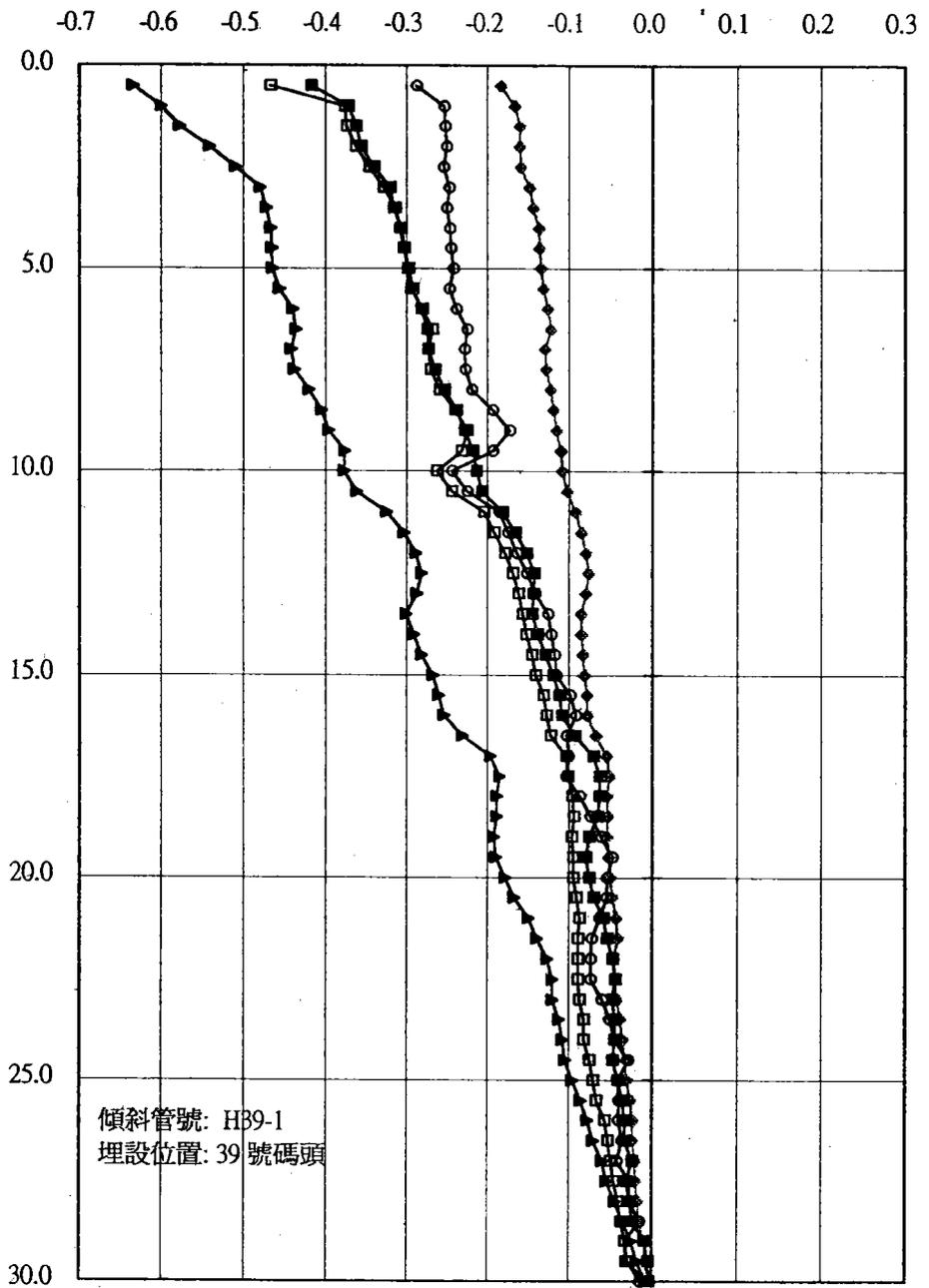
- ◆ 位移量(10/16)
- 位移量(11/19)
- ▲ 位移量(12/18)
- 位移量(2/19)
- ★ 位移量(4/28)
- * 位移量(5/29)

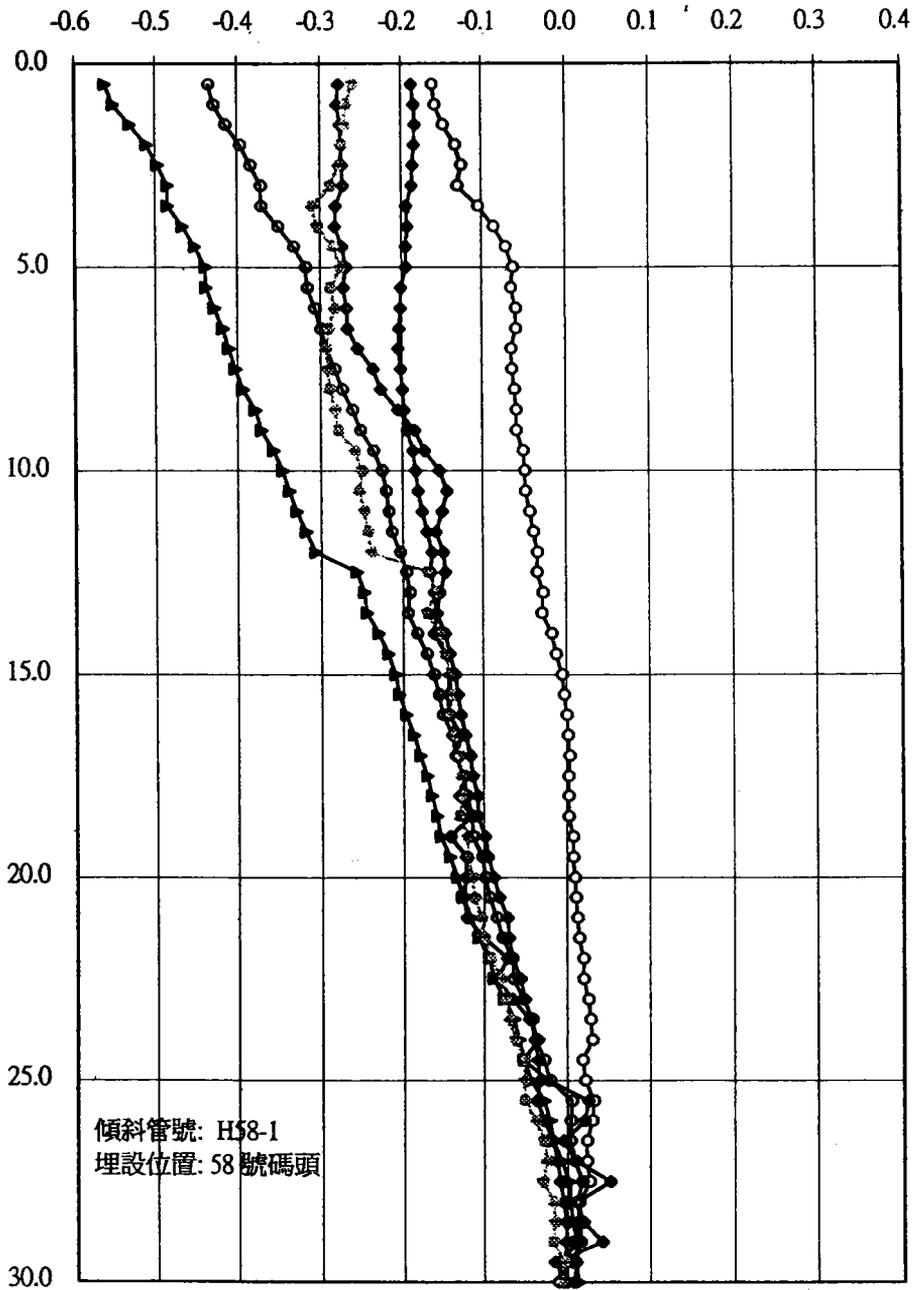


- 位移量(10/16)
- ▲ 位移量(11/19)
- △ 位移量(12/18)
- 位移量(2/19)
- 位移量(3/24)
- 位移量(5/27)



- ◆— 位移量(9/10)
- 位移量(10/16)
- ▲— 位移量(11/19)
- 位移量(12/18)
- *— 位移量(2/19)
- ◇— 位移量(5/27)
- 位移量(4/28)





- ◆ 位移量(10/16)
- 位移量(11/19)
- ▲ 位移量(12/18)
- 位移量(2/19)
- ◆ 位移量(3/24)
- 位移量(5/28)

