

## 基本研究一研究計畫(二)

執行期間：中華民國八十一年七月一日至八十二年六月三十日

計畫名稱：棧橋式碼頭設計自動化之研究

計畫主持人：組長 王慶福

協同主持人：助理 張國泉

參與研究人員：副研究員 單誠基

助理研究員 劉文雄

助理研究員 王克尹

# 摘 要

棧橋式碼頭在一般碼頭型式中使用頻率甚高，由於棧橋分段之大小及基樁之佈置以及斜坡坡度等，對工程造價均有影響，因此本研究除對棧橋式碼頭基本設計方法作一探討外，並針對某一特定設計條件下各種常用的結構模式做有系統的分析與比較，以求解最適之棧橋配置，並希望能供國內港灣工程從業人員參考，使設計工作能達到安全經濟的目的。

# 目 錄

|                     |    |
|---------------------|----|
| 一、前言 .....          | 1  |
| 二、以往之研究 .....       | 2  |
| 三、棧橋碼頭之基本設計 .....   | 3  |
| 四、程式應用 .....        | 33 |
| 五、結論與建議 .....       | 44 |
| 附錄 棧橋碼頭電腦輸出報表 ..... | 46 |

# 一、前言

碼頭為船舶繫靠設施中最主要之設備，其種類繁多，一般較常使用的有沈箱式碼頭、棧橋式碼頭，板樁式碼頭及混凝土塊式碼頭，每種各有其特點。因此在選擇構造型式時，除應考慮其結構特性外，亦應依自然條件、使用條件、施工條件、工期和工程費等加以比較檢討而作最適當選擇。為配合海洋科技中程發展計劃，加強港灣工程研究之重點項目－港灣結構物設計自動化之研究，本所繼前次完成沈箱式防波堤及碼頭設計自動化研究後，本年度針對在碼頭中使用頻率相當高之棧橋式碼頭進行基本設計研究，以了解棧橋單元之大小，基樁之間隔佈置以及斜坡坡度及形狀等，對基樁斷面應力的影響，以求解最安全經濟的棧橋配置，最後亦期能建立一標準格式之設計流程，作為今後從事棧橋設計者共同之依據。

## 二、以往之研究

國內港灣界多少均已實施棧橋碼頭設計之自動化，然因設計過程中分析方法之不同，可以區分為二種。一種是以中華顧問為主的有限元素法，該方法是將棧橋式碼頭的樁和樑視為一空間剛架，將剛架分割成有限的元素，考慮前後兩個節點。以變位為問題中的未知數，再以假設的變位函數於元素與元素間獲得諧和條件，然後利用平衡條件以求得方程式。解此方程式，求得變位，據以求得力素。此方法的優點是採用 3-D 分析，適用於各種幾何形狀，多變化的材料性質以及各種荷重情況，並可做動力分析，所求的解答為正解。缺點是無法手算僅能使用電腦進行分析，且因軟體購自國外價格不便宜非一般設計人員所能負擔。

另一種是依據省交通處編印之「港灣結構物設計基準」的設計方法，此設計方法基本上為一分配係數的近似解法，適用於幾何形狀單純，鋼筋混凝土樑版之勁度遠大於樁之勁度情況下使用，因係採用平面剛架解析雖有誤差但計算較簡單，可以手算完成，若能將其發展為方程式，使用起來更方便，可以節省人力時間，提高設計工作效率。但須注意的是設計基準有其限制與誤差並不可能滿足所有的設計條件，故不能盲目依據基準，而致產生不適當的設計，所以必須徹底了解基準之適用性。

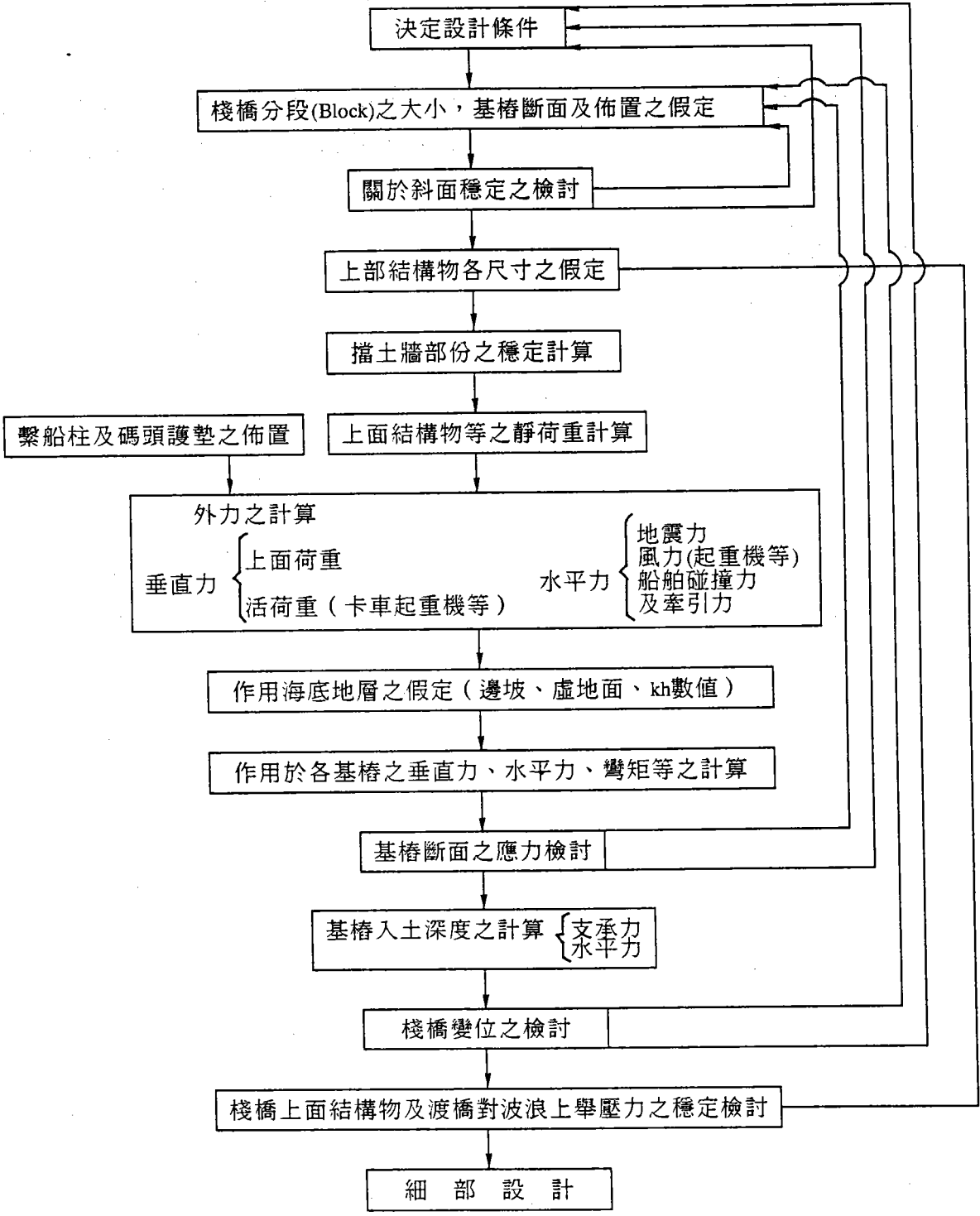
## 三、棧橋碼頭之基本設計

本研究設計方法以台灣省政府交通處所編「港灣結構物設計基準」為依據，求出各種狀況下之作用外力，並計算棧橋碼頭各樁之斷面力，以檢核各樁應力、承載力等是否超出允許範圍，最後決定適當的棧橋斷面配置。

### 3-1 設計流程

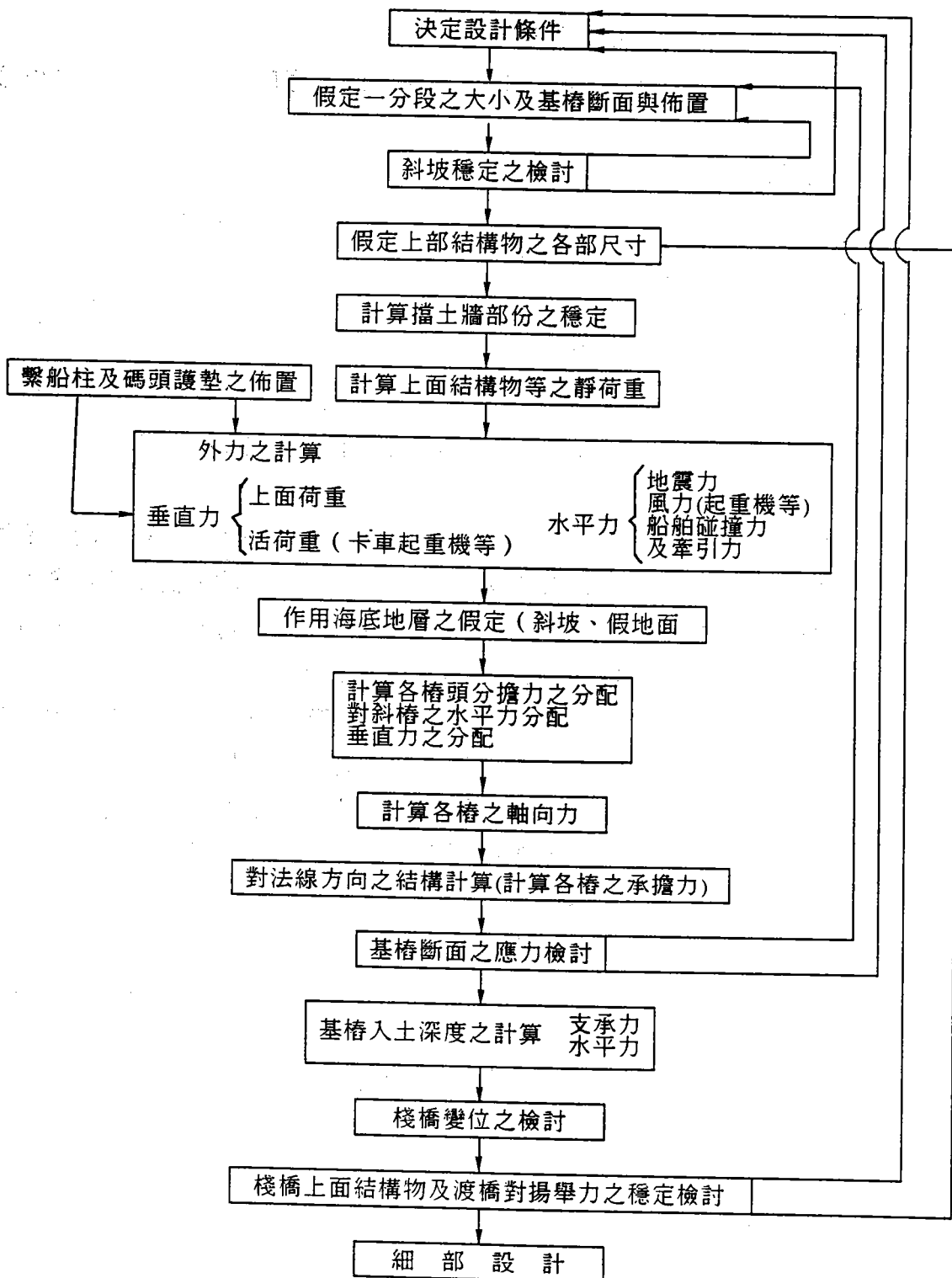
#### 1. 直樁棧橋碼頭

直樁棧橋式碼頭通常按下列次序設計：



## 2. 斜樁棧橋碼頭

斜樁橋式碼頭之設計次序如下：



## 3—2 佈置及設計施工有關之各項因素

### (一)直樁之情形

#### 1. 棧橋分段之長度及基樁之佈置

棧橋分段之長度，基樁間隔及樁排間隔，應就下列各項加以考慮後予以決定。

- (1)碼頭岸肩寬度。
- (2)通棧位置。
- (3)海底地層之穩定，尤其斜坡之穩定。
- (4)擋土護岸。
- (5)澆鑄混凝土能力之施工問題。

棧橋分段之長度受澆鑄混凝土能力所約束，又基樁上面物如係場鑄鋼筋混凝土時，因澆鑄混凝土施工之關係，基樁間隔約為5m～6m。

#### (6)活載重，尤其是碼頭起重機有關之各種因素。

碼頭岸肩上如有計劃軌道式之起重機及載運機時，基樁之間隔及樁排之間隔，亦受起重機之軌距與載重情形等所約束而須詳細考慮安排。在萬噸級以上之碼頭，如有使用起重機之計劃，基樁間隔約5m，碼頭斷面方向之樁排以3排～4排較為適宜。

棧橋的分段愈長，對抵抗船舶之碰撞力及牽引力愈有效果，但對不均勻沈陷則不利。基樁之間隔及樁排之間隔，須與基樁斷面形式，同時就工程費方面作各種比較，並就施工方面之問題加以檢討後，予以決定。若在使用上必須對棧橋之變位有所限制時，應在不使變位變成太大原則下，決定基樁直徑及間隔。

#### 2. 基樁上面結構物設計施工之有關因素

關於棧橋基樁上面結構之設計施工，應對下列各項因素加以考慮後予以決定。

- (1)基樁間隔、樁排間隔及基樁之形狀與尺寸。
- (2)活荷重之情形。
- (3)潮位。
- (4)模板及支撐等施工上之問題。
- (5)地層之良否。
- (6)繫船柱之佈置。

(7)護墊之形狀、尺寸及其佈置。

棧橋碼頭基樁上面結構物，普通以採用場鑄鋼筋混凝土方法施工較為普遍。惟預鑄梁板可縮短工期亦可採用。一般萬噸級碼頭上有起重機荷重基樁上面結構物之各部份標準尺寸舉例如下：

碼頭面厚度：10cm

面版厚度：25cm

大樑高度：100cm

大樑寬度：約與基樁寬度相同

伸出部份：由支承基樁中心算起2m。

小型碼頭按載重情形，將大樑之高度及面版之厚度略予減少。但是在碼頭上如有行駛活動起重機時，應加以注意。

基樁上面結構物採用場鑄混凝土結構以外之結構（如預鑄混凝土構材或鋼樑等）時，亦須依據上述標準尺寸加以檢討，尤其採用鋼樑時，對其焊接及銹蝕等亦須加以考慮。

### 3. 附屬設備之佈置

- (1)對作用於棧橋外之外力，如護墊及繫船柱之影響，應作妥善佈置以防止偏心外力集中於棧橋某一分段。
- (2)對可能有小船靠岸之棧橋，應設置防止小船侵入棧橋或護墊下面之設施。

## (二)斜樁之情形

### 1. 棧橋分段之大小及基樁之佈置

斜樁棧橋分段之大小及基樁之佈置，可依照直樁「棧橋分段之大小及基樁之佈置」辦理。一般大型斜樁橋式碼頭，其斷面方向之基樁佈置方法以直樁一列，斜樁一組或二組為多。基樁間隔或斜樁中心間隔，因荷重情形及施工關係，普通以4m～6m為多。又斜樁之坡度，從抵抗水平力觀點而言，採用緩坡度為佳，然因與其他基樁之位置關係及打樁設備等施工之約束，普通採用5：1～3：1較多。

### 2. 基樁上面結構物之各部尺寸

基樁上面結構物之各部尺寸可依照直樁「基樁上面結構物」所述各節辦理。斜樁橋式碼頭基樁上面結構物之大樑寬度，按斜樁頭與直樁頭排列型式而有不同，普通比直樁之寬度為大。

### 3. 附屬設備之佈置

附屬設備之佈置可依照直樁「附屬設備之佈置」所述各節辦理。

### 3-3 設計用外力及荷重

作用於棧橋之外力及荷重包括：

1. 垂直力：(1)上部結構靜重(2)積載荷重(3)活荷重、列車荷重、汽車荷重、裝卸機械荷重、人群荷重④船舶牽引力(5)上舉力。
2. 水平力：(1)作用於上部結構之地震力(2)作用於積載荷重之地震力(3)作用於活荷重之地震力(4)作用於活荷重之風力(5)船舶牽引力(6)船舶碰撞力。

茲分述如下：

#### 1. 上部結構靜重

計算靜荷重所用之材料單位體積重量如表3-1，已知重量之材料用其數值即可。

表3-1 材料之單位體積重量

(單位:t/m<sup>3</sup>)

| 材 料          | 單位體積重量 |
|--------------|--------|
| 鋼            | 7.85   |
| 鑄 鋼          | 7.85   |
| 鑄 鐵          | 7.25   |
| 無筋混凝土        | 2.30   |
| 鋼筋混凝土        | 2.45   |
| 木 材          | 0.80   |
| 瀝青鋪裝         | 2.20   |
| 石 材          | 2.60   |
| 砂、小石子、塊石（乾）  | 1.60   |
| 砂、小石子、塊石（濕）  | 2.00   |
| 砂、小石子、塊石（水中） | 1.00   |

計算基樁上面鋼筋混凝土結構物之靜荷重時，須先假定各部份尺寸，並計算體積後再乘以靜荷重所列之單位體積重量即可求得基樁上面結構物之靜荷重。

但因棧橋之穩定，係採用試算方法計算，且基樁上面結構物所用之構材，並非在初步設計時決定，而是在細部設計時才作最後確定，因此基樁上面結構物之靜荷重在設計基樁時可先依經驗假設為  $1.7\text{T}/\text{m}^2$ 。本項假設是依據日本各港棧橋碼頭平均數字而來，在設計精度方面而言，足夠當作設計之依據。

## 2. 積載荷重

### (1) 平時載重

平時載重須對貨物種類、包裝、數量、處理方法及放置時間等慎重加以考慮後予以決定。普通計算整個結構物之安全時，將碼頭面、通棧及倉庫籌劃為一區，其允許載重取其平均數值，例如雜貨碼頭以  $0.5\text{t}/\text{m}^2 \sim 3\text{t}/\text{m}^2$  為多。計算構材時，採直接作用於構材之荷重，普通以  $1\text{t}/\text{m}^2 \sim 3\text{t}/\text{m}^2$  為準。

普通倉庫允許載重及散裝貨物之單位體積重量如表 3-2 及 3-3。

表3-2 普通倉庫載重

| 名 稱         | 捆 裝 狀 態 | 單位面積每日<br>之 載 重                   | 普通堆積高度    |
|-------------|---------|-----------------------------------|-----------|
| 米 穀 類       | 麻袋、草袋、袋 | $2.0 \sim 3.5\text{t}/\text{m}^2$ | 3.0~5.0 m |
| 油 類         | 罐、箱     | $2.0 \sim 3.5$                    | 3.5~5.0   |
| 綿花、羊毛       | 布 包     | $1.0 \sim 2.0$                    | 3.0~4.0   |
| 生系、系類       | 布 包     | $1.0 \sim 2.0$                    | 3.0~4.0   |
| 水 泥         | 袋       | $3.0 \sim 3.5$                    |           |
| 金屬以及其製品     |         | $2.0 \sim 3.5\text{t}/\text{m}^2$ | 0.5~2.5 m |
| 肥 料         | 草 袋     | $2.0 \sim 2.5$                    | 2.5~5.0   |
| 砂糖、飲料、罐頭等食品 |         | $1.0 \sim 3.0$                    | 2.0~4.5   |
| 針織品及其製品     | 布包、木箱   | $1.0 \sim 2.5$                    | 1.5~4.0   |
| 紙、紙漿及其製品    | 板條包     | $1.0 \sim 2.5$                    | 1.5~4.0   |
| 礦物、藥品       | 罐箱包     | $1.5 \sim 3.5$                    | 2.0~4.5   |
| 機械、器具及雜品    | 箱       | $2.5 \sim 1.5$                    | 1.5~4.0   |

註：①每單位面積之載重即為除去通道外，載重區域之每單位面積所載之重量。

②通棧以處理貨物及臨時儲放貨物為目的，故其單位面積載重可比上表數值為小。

③單位面積之載重與堆高數值，按各貨物之種類而有差別，其上限、下限之數值，不一定相對應。

表3-3 散裝貨之單位體積重量  
(單位:t/m<sup>3</sup>)

| 名 稱      | 重 量     |
|----------|---------|
| 焦 炭      | 0.50    |
| 煤 (塊)    | 0.9~1.0 |
| 煤 (粉)    | 1.0~1.1 |
| 鐵礦石      | 2.0~3.0 |
| 水 泥      | 1.50    |
| 砂、小卵石、塊石 | 1.90    |

### (2)不均佈荷重

普通對整個結構物之安全，以碼頭面、通棧及倉庫等視為一區域，將不均佈荷重折為均佈荷重後，予以計算。但如係巨大之集中荷重時，不得折算為均佈荷重，仍須以集中荷重加以檢討。

### (3)地震時之載重

設計時須考慮地震發生時，於某地點是否有某種荷重存在，應慎重加以考慮後，決定地震時之載重。

荷重之大小及包裝情形等大致一定時，則地震時載重與平時載重相同，例如礦石碼頭或煤炭碼頭，其礦石或煤炭經常堆積於露天堆貨場，故地震時之載重應與平時載重相同，又如護岸經常不放置貨物，故不論平時與地震時載重均可視為零。

船隻靠岸後，在裝卸時間內，碼頭上有相當載重。但不裝卸時，碼頭上之載重大小及載重情形，隨時間而大有變動。設計時須考慮地震發生時，在某地點是否有某種荷重存在，其大小如何？應用或然率方法檢討後，決定地震時之載重。然目前此種或然率理論方法尚未成立，故須由設計人員作慎重考慮後，決定地震時之載重。在普通碼頭之地震時載重，採取平時之1/2為多。

### 3.活荷重

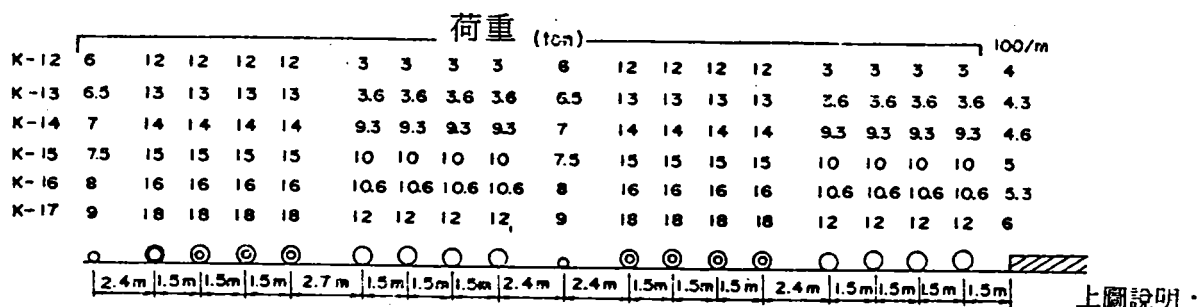
活荷重包括火車荷重、汽車荷重、牽引機連拖車荷重、車載起重機荷重、有軌起重機荷重、貨櫃裝卸機荷重及行人荷重，普通對活荷重所引起

之衝擊荷重、剎車荷重、開車荷重、離心力荷重，均不加以考慮。

### (1)火車荷重

火車荷重普通是依鐵路建造規章的活荷重為標準，在K荷重及S荷重中，採用對結構物最大之影響者。

依據日本鐵路建造規定進出碼頭火車活荷重之標準如圖3-1所示，普通以KS-12至KS-15為標準。



記號 荷重(t)

- S-12    14.6   14.6   (I)上圖所列荷重係表示停車時，車輪對鐵軌所加之壓力。
- S-13    15.8   15.8   (II)圖中◎為表示動輪，行車時動輪之離心力為停車時壓力之15%。
- S-14    17.1   17.1   (III)車輛之彈簧下面重量，相當於總重量之25%。
- S-15    18.3   18.3   (IV)考慮K-18與S-18之標準活荷重稱為KS-18。
- S-16    19.5   19.5   (V)其他亦照此辦理。
- S-18    22.0   22.0

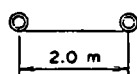


圖3-1 鐵路標準活荷重

### (2)汽車荷重

汽車荷重須依據公路橋樑設計規範辦理。當以汽車荷重為標準時，則行人荷重不必考慮。道路橋樑設計規範所規定之汽車荷重則如圖3-2與表3-4及圖3-3與表3-5所示。

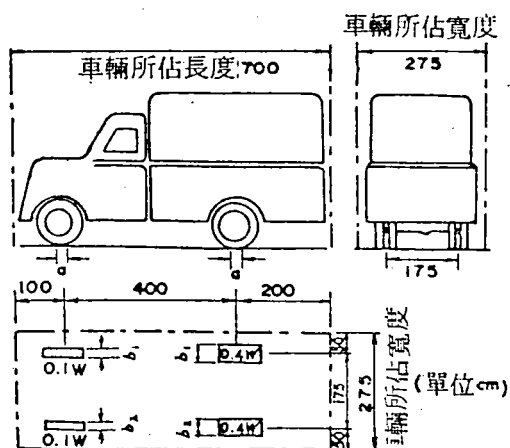


圖 3-2 T 荷重

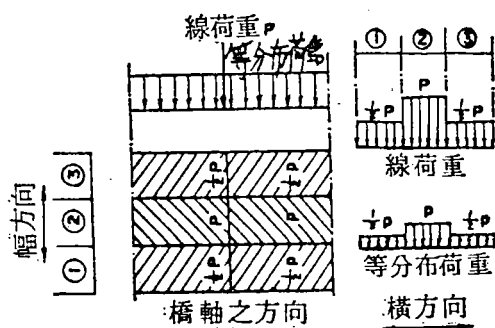


圖 3-3 L 荷重

表3-4 T 荷 重

| 橋之等級  | 荷 重  | 總重量<br>W(t) | 前輪荷重<br>0.1W(kg) | 後輪荷重<br>0.4W(kg) | 前輪輪寬<br>$b_1$ (cm) | 後輪輪寬<br>$b_2$ (cm) | 車輪接地長<br>a(cm) |
|-------|------|-------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| 一 等 橋 | T-20 | 20          | 2,000            | 8,000            | 12.5               | 50                 | 20             |
| 二 等 橋 | T-14 | 14          | 1,400            | 5,600            | 12.5               | 50                 | 20             |

表3-5 L 荷 重

| 橋之等級  | 荷 重  | 主 荷 重                |           |       | 副 荷 重                |
|-------|------|----------------------|-----------|-------|----------------------|
|       |      | 線 荷 重<br><br>P(kg/m) | 等 分 布 荷 重 |       | 主 荷<br><br><br>重之50% |
|       |      |                      | l≤ 80     | l> 80 |                      |
| 一 等 橋 | L-20 | 5,000                | 350       | 430-1 |                      |
| 二 等 橋 | L-14 | 一 等 橋 之 70 %         |           |       |                      |

### (3)牽引車連拖車之荷重

將預計使用之牽引車與拖車連結後，所發生最大之車輪荷重，即為牽引車連拖車之設計用荷重。

應就預計使用之牽引車與拖車，用一切組合方式連結後所發生之荷重，加以檢討後取其最大者，作為設計荷重。然為簡便起見，由預計使用之拖車中，選其裝載後可發生最大車輪荷重之拖車，再由可能與該車連結之牽引車中，擇其與該拖車連結後，可產生最大車輪荷重之牽引車，將二者配合連結後所產生之荷重，視為設計荷重亦可。

#### (4)裝卸機械荷重

裝卸機械荷重可分為車載起重機及貨櫃裝卸機等移動式裝卸荷重，與有軌裝卸機荷重及固定式裝卸機荷重。車載起重機為膠輪起重機、卡車起重機及履帶起重機之總稱。而貨櫃裝卸機為船上貨櫃裝卸時所使用的裝卸機械，即跨載機、貨櫃移動機、堆高機及側載機等之總稱。移動式裝卸機其他尚有堆高機及前置式堆高機。

設計荷重之決定如下：

- ①移動式裝卸機荷重是將預計使用之起重車最大車輪荷重或履帶之最大接地壓力，當作設計用之車載起重機荷重。
- ②有軌起重機在計算整個結構物安全時，可用全重量或作用於構造前柱之重量。計算構材時，可用最大輪荷重。
- ③固定式裝卸機荷重則用最大荷重。

#### (5)群眾荷重

群眾荷重以  $0.5\text{t/m}^2$  為標準。設計客船用浮碼頭及棧橋時，以上述人群荷重為標準，然對特殊的設施而言，視其設施的利用狀況，亦可將上述荷重的數值予以降低。

### 4.地震力

由於台灣屬地震活動頻繁地區，地震力往往是決定棧橋碼頭安定與否之重要外力，基準的耐震設計係採用震度法，此法是將棧橋碼頭承受之地震力以相當之靜水平力量換時，棧橋碼頭對此掙水平力安全設計的方法。

#### (1)地震力之計算

設計耐震結構物時，地震力視為靜重及載重與設計震度之乘積，作用於水平方向。活荷重為有軌起重機之荷重時，作用於起重機之地震力中，僅就對結構物有影響者加以考慮。

#### (2)決定設計震度之方法

設計震度須按地區、地層及結構物之重要性，依照下述方式決定之。

設計震度＝地區震度×地盤分類係數×重要係數

但設計震度僅考慮水平震度。

決定結構物設計震度之因素為地震發生地區之危險度，地層之良否，結構物之力學特性及結構物之重要性等。但其中結構物之力學特性，因大部份港灣結構物之固有震動週期較短，其減衰較大，故不必加以考慮。然直樁棧橋或高聳建築物都須依照應用動力學解析之耐震設計法或修正之震度規範加以設計。

#### ①地域別震度

台灣地區地域別震度以表3－6之值為準。地震分區圖如圖3－4

表3-6 台灣區地域別震度表

|             |                                                                                                                                                                          |      |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 強度地震<br>地 區 | ①新城、花蓮、壽豐、鳳林、瑞穗之間地區<br>②鵝鑾鼻、恒春之間地區。<br>③苗栗、銅鑼、三義、豐原之間地區。<br>④斗六、虎尾、斗南、大林、民雄、嘉義、後壁、新營、白河、關子嶺、吳鳳、梅山之間地區。                                                                   | 0.15 |
| 中度地震<br>地 區 | ①沿蘇澳、南方澳、天祥、玉里、新港、台東之間地區<br>②大武、楓港、枋寮之間地區。<br>③環繞信義、集集、名間、溪洲、北港、朴子、學甲、台南、新化、玉井、瑪雅之間地區。<br>④環繞新竹、竹南、後龍、苑裡、大甲、清水、彰化、台中、東勢、卓蘭、大湖、獅潭、竹東之間地區。<br>⑤基隆、台北、板橋、桃園、中壢之間地區。<br>⑥蘭嶼。 | 0.10 |
| 輕度地震<br>地 區 | 強度地震及中度地震以外地區。                                                                                                                                                           | 0.05 |

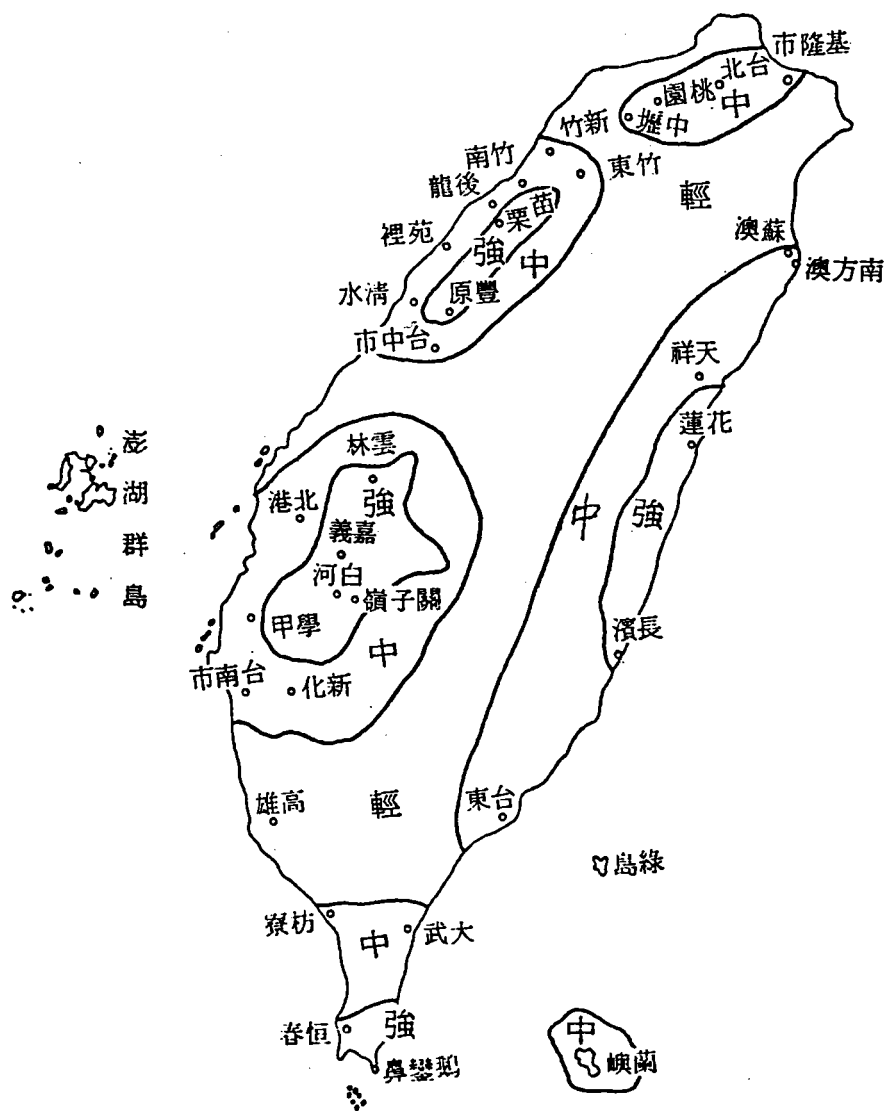


圖 3-4 臺灣區地震分區圖

## ②地盤係數

地盤分類係數以表3-7之值為標準

表3-7 地盤分類係數

| 地盤別 | 第一種地盤 | 第二種地盤 | 第三種地盤 |
|-----|-------|-------|-------|
| 係 數 | 0.8   | 1.0   | 1.2   |

地盤分類按沖積層、洪積層之厚度及其他因素等決定如表3-8所示

表3-8 地盤分類

| 第四紀層厚度 | 砂礫層 | 一般之砂、黏土地盤 | 軟弱地盤 |
|--------|-----|-----------|------|
| 5m以下   | 第一種 | 第一種       | 第二種  |
| 5~25m  | 第一種 | 第二種       | 第三種  |
| 25m以上  | 第二種 | 第三種       | 第三種  |

## ③重要度係數

重要度係數按結構物之重要程度而定，其範圍為 0.5 ~ 1.5。

結構物之重要程度，可參照下列事項決定之。

- 結構物破壞後對四周居民生活之影響。
- 結構物因破壞而失去效用後，對四周城市之震災復舊影響。
- 復修結構物所需經費及期間。

## (3)假震度

對水中土壤之震度，應由下式所求之假震度

$$K' = \frac{r}{r-1} K$$

上式中  $K'$  = 在水中之假震度

$K$  = 在空氣中之震度

$r$  = 飽和土壤在空氣中單位體積重量 ( $t/m^3$ )

## 5. 船舶牽引力

(1)作用於繫船柱之牽引力如表 3.9 所示

表3-9 船舶之牽引力

| 船舶之總噸數         | 作用於直柱之牽引力 | 作用於曲柱之牽引力 |
|----------------|-----------|-----------|
| 200~500        | 15        | 15        |
| 500~1,000      | 25        | 25        |
| 1,000~2,000    | 35        | 25        |
| 2,000~3,000    | 35        | 35        |
| 3,000~5,000    | 50        | 35        |
| 5,000~10,000   | 75        | 50(25)    |
| 10,000~15,000  | 100       | 70(35)    |
| 15,000~20,000  | 100       | 70(35)    |
| 20,000~50,000  | 150       | 100(50)   |
| 50,000~100,000 | 200       | 100(50)   |

直柱係設置船席兩端附近，離碼頭線相當距離之處，於颱風時繫船用者。曲柱則為平時船舶之停泊繫纜及靠碼頭使用，故設置於碼頭線附近。在船席位置固定之碼頭中間僅為纜橫索用之曲柱，若不考慮纜兩條索以上時，採用括弧內之數值。

(2)作用於直柱之牽引力，若遇水平方向與垂直方向同時作用時，表 3.9 為水平方向之作用力，垂直方向則為表 3.9 所列值之 1/2。作用於曲柱之牽引力，表 3.9 所列之值為作用於任何方向。

## 6. 船舶碰撞力

### (1)船舶靠岸動能

靠岸時之有效能量，可依下式計算

$$E_r = \left[ \frac{W_s V^2}{(2g)} \right] \times C_e \times C_m \times C_s \times C_c$$

式中  $E_r$  = 船舶之有效靠岸能量 (tm)

$g$  = 重力加速度， $g = 9.8 \text{ m/sec}^2$

$W_s$  = 船舶排水量

$V$  = 船舶之靠岸速度 (m/sec)

$C_e$  = 偏心係數

$C_m$  = 質量係數

$C_s$  = 柔軟性係數 (標準為 1.0)

$C_e$  = 船席形狀係數 (標準為 1.0)

$W_s$ 、 $C_s$ 、 $C_e$ 等值之決定以下述原則為準：

①船舶之重量噸與排水噸之關係如下：

貨船  $\log D.T = 0.404 + 0.932 \log D.W$

油輪  $\log D.T = 0.326 + 0.950 \log D.W$

但須  $D.T \geq 1.000$

②柔軟性係數  $C_s$ 為船舶動能與船舶外殼之變形所吸收動能之比，通常船舶變形所吸收之動能甚小，因此  $C_s$ 之值為 1.0。

③船舶停靠時，周圍水面對碼頭的影響與船席的形狀係數有關，因此須慎重決定船席形狀係數。

(2)靠岸速度

船舶靠岸速度須考慮船舶的大小，載貨狀況、碼頭之位置及構造、氣象、海象、拖船之有無、大小等以實測值及以往靠岸速度之實測資料慎重決定之。

(3)偏心係數

船舶靠岸時之偏心係數須考慮操船狀況，船舶之大小及防舷材之配置等，以下式計算之：

$$C_e = 1 / [ 1 + (l/r)^2 ]$$

$l$  為從平行於碼頭線之接觸點至船舶重心之距離 (m)

$r$  為通過船舶重心垂直軸之水平回轉半徑 (m)

(4)假設質量係數

假設質量係數之標準值可由下式求得

$$C_m = 1 + ( \pi / 2 C_b ) ( d / \beta )$$

$C_b$  = 阻擋係數 [ =  $W_s / (LBdW_o)$  ]

$d$  = 吃水 (m)

$B$  = 船寬 (m)

$L$  = 船長 (m)

$W_o$  = 海水之單位體積重量 ( $t/m^3$ )

### 3-4 海底地層之假定

#### 1. 斜坡之決定

在斜坡後面建造擋土護岸時，應儘量避免建於穩定的斜坡線之外側，即如圖 3-5 所示仰角為  $\alpha$  之斜坡線之外。

$$\alpha = \phi - \varepsilon$$

上式中

$\alpha$  = 斜坡與水平面所形成之傾斜角(°)。

$\phi$  = 構成斜坡之主要材料之內摩擦角。

$\varepsilon$  = 震度  $K_h$ (水中之水平震度)時  $\varepsilon = \tan^{-1} K_h$

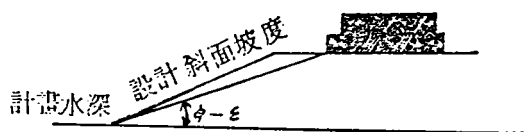


圖 3-5 斜面上擋土結構物位置

- (1) 斜坡之穩定，如係軟弱地層時，對圓弧滑動亦須加以檢討，但因普通棧橋式碼頭斜坡，由軟弱粘土層構成者非常少，大部分由砂質土或塊石所構成，故訂定上述標準。如斜坡係硬質土層或岩盤時，則上述標準不能適用。
- (2) 上述穩定界定係假定由單純材料構成之斜坡，並以地震時之直線滑動面之穩定所求出之數值，將穩定界限值與各數值之關係，繪成如圖 3-6 所示。

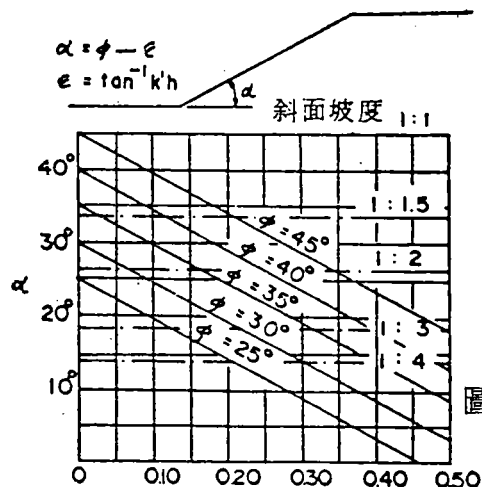


圖 3-6 內摩擦角與穩定坡度

(3)上面所提  $\alpha = \phi - \varepsilon$  界限，係表示結構物須建在坡頂後面(參照圖3-5)，而實際設計斷面之邊坡，普通比  $\alpha$  為陡。例如以塊石築造擋土護岸基礎及鋪斜坡時，其坡度以 1:2 為多。縱使在平時，亦將擋土護岸前平地儘量多留以防因沖刷及局部崩塌而影響擋土護岸之坡腳。

## 2. 假想地表面

斜坡相當陡而計算基樁之側向抵抗及支承力時，各基樁之假想地層係假定在各基樁之線上位置，前面水深與實際斜面之 1/2 高度處。如圖 3-7。

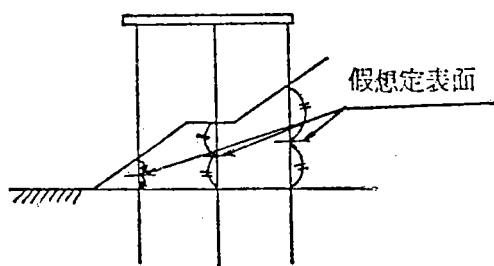


圖 3-7 假想地表面

目前設計直樁棧橋所使用之基樁側向抵抗計算法，其海底面原應為平坦。假如棧橋式碼頭，須將基樁打入斜坡海底，則計算基樁之側向抵抗時，應將原來之計算法加以修正。至於如何修正，日本港灣技術研究所，依據實驗結果，曾提案一種修正方法。如將此種修正方法直接應用時，打入斜坡內之基樁，荷重由海側作用時與由陸側作用時，側向之抵抗力之數值各不相同。故與棧橋迴轉問題相同，須就各基樁由各方向之荷重所引起之現象，一一加以計算，實際上非常繁雜。為使計算簡化起見，則用如上面所述之簡便法。

## 3. 計算棧橋之水平抵抗時所用之側向地層反力係數。

計算棧橋基樁之水平抵抗力時所用之土壤側向地層反力係數( $K_h$ 數值)，原則上依據側向載重試驗之結果。但如未作試驗時，則用下式計算亦可。

$$K_h = 0.15N \dots\dots\dots (3-1)$$

上式中

$K_h$  = 側向地層反力係數 ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ )

$N$  = 至地層之  $1/\beta$  附近止之  $N$  值。

- (1) 與棧橋基樁之情形相似，關於將側向荷重作用於基樁，使其達到降伏點附近為止之側向地層反力係數，已有若干實測例，且亦與  $N$  值有關係，然在現階段尚無法由  $N$  值推算正確之地層反力係數，故須用實測方法求之。如因工程不大或工期甚迫而無充裕時間作實測時，可由基樁之側向抵抗力試驗結果，所倒求之數值中，取其下限值與中央值之中間值，作為計算之依據。
- (2) (3-1) 公式中  $K_h$  值係在側向抵抗試驗時，與基樁之應力  $1,000\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 1,500\text{kg}/\text{cm}^2$  相對應之數值。

#### 4. 基樁之假想固定點

在直樁棧橋，於海底地層中，假定固定點計算剛架時，基樁之假想固定點，可視為在假想地面下  $1/\beta$  之處。

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K_h D}{4EI}} \quad (\text{cm}^{-1})$$

$K_h$  = 側向地層反力係數 ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ )

$D$  = 基樁之直徑或寬度 ( $\text{cm}$ )

$EI$  = 基樁之彎曲勁度 ( $\text{kg}\cdot\text{cm}^2$ )

### 3-5 基樁之作用力與斷面之決定

#### (一) 直樁之情形

##### 1. 各基樁之作用力

(1) 分配於各基樁頭之水平力，可用下式求之。

a. 無需考慮棧橋單元之迴轉時，由下式計算

$$H_i = \frac{K_{Hi}}{\sum_i K_{Hi}} H \quad \dots\dots\dots (3-2)$$

b. 有考慮棧橋分段迴轉之必要時，棧橋之分段對棧橋法線之直角方向有對稱軸如圖 3-8，且水平力之作用方向與對稱軸成平行時之水平力可

用下式求之。

$$H_i = \frac{K_{Hi}}{\sum_i K_{Hi}} H + \frac{K_{Hi} X_i}{\sum K_{Hi} X_i^2} eH \dots\dots\dots (3-3)$$

上列兩式中：

$H_i$  = 分配給第  $i$  支基樁之水平力 (t)

$K_{Hi} = \frac{12EI_i}{(h_i + 1/\beta_i)^3}$  (t/m) 側方向之彈簧係數。

$h_i$  = 自基樁頭至假想地面之長度。

$\frac{1}{\beta_i}$  = 「基樁之假想固定點」處所述自假想地面之深度 (m)

$EI_i$  = 第  $i$  支基樁之彎曲勁度 (t·m<sup>2</sup>)

$H$  = 作用於單元之水平力 (T)

$e$  = 棧橋分段之對稱軸與水平力作用線間之距離 (m)

$X_i$  = 自棧橋分段之對稱軸至第  $i$  支基樁之距離 (m)

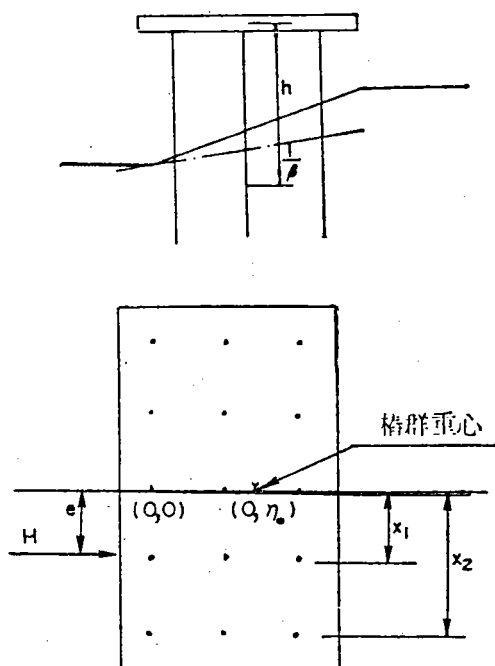


圖 3-8 樁群重心與各樁之距離

(2) 棧橋整體之位移量及基樁之位移量，可各用下列 (3-4) ~ (3-5) 公式分別求之

棧橋之水平位移量 ( $\Delta$ )，用下式求之

$$\Delta = \frac{H}{\sum_i K_{Hi}} \dots\dots\dots (3-4)$$

棧橋之迴轉量 ( $\alpha$ )，用下式求之

$$\alpha = \frac{eH}{\sum_i K_{Hi} X_i^2} \dots\dots\dots (3-5)$$

各基樁頭之位移量 ( $\Delta_i$ )，可用下式求之

$$\Delta_i = \frac{H}{\sum_i K_{Hi}} + \frac{X_i}{\sum_i K_{Hi} X_i^2} eH = \Delta + \alpha X_i \dots\dots\dots (3-6)$$

(3)各基樁頭之力矩，可用下式求之。

$$M_i = \frac{1}{2} \left( h_i + \frac{1}{\beta_i} \right) H_i \dots\dots\dots (3-7)$$

上式中： $M_i$  = 各基樁頭之力矩 (T-m)

(3-2) ~ (3-7) 公式在下列假定條件下，可以成立。

- 假定 1. 因支點下沈引起版之構材角與基樁構材角相比，面版之轉向無需考慮。
- 假定 2. 面版之勁度比基樁之勁度高出甚多，在基樁頭發生之節點迴轉角無需考慮。面版之勁度普通為  $E_c I_c / l = 2.1 \times 10^5 / l$  (T-M)，與基樁勁度相比 10 倍 ~ 15 倍。
- 假定 3. 基樁單位長度之地層反力，約略與地層之側向位移  $Y$  成比例。即  $P = E_s Y$ 。
- 假定 4. 棧橋之單元，在與棧橋法線成直角方向，保持有對稱軸。
- 假定 5. 水平力之作用方向與對稱軸平行。
- 假定 6. 棧橋法線方向之位移不計。

須注意的是，棧橋各單元因受船舶碰撞力引起之水平偏心荷重及作用於法線方向之地震力而發生迴轉現象，由 (3-3) ~ (3-6) 公式所得值，僅為近似值，且未將臨接單元之影響計算在內。又棧橋單元之迴轉量，如受鄰接單元之限制時，其數值比由 (3-5) 公式者更小。受鄰接單元之影響程度，按分段間之伸縮縫結構而不同。故設計時，上述單元之迴轉量應考慮水平偏心荷重之大小及棧橋結構後，方可作決

定。

上列各公式對棧橋所計起之基樁本身之扭力抵抗，均未加考慮。

(4)各基樁之軸力，可由下式求之(參考圖 3-9)

$$P_i = hP_i + vP_i$$

上式中： $P_i$  = 第  $i$  支基樁之軸力 (t)

$vP_i$  = 由垂直荷重引起之第  $i$  支基樁之軸力 (t)

$hP_i$  = 由水平力引起之第  $i$  支基樁之軸力 (t)

$$hP_i = S_{i,i-1} + S_{i,i+1} = \frac{M_{i-1,i} + M_{i,i-1} - M_{i,i+1} - M_{i+1,i}}{l}$$

$S_{i,i-1}$  = 在第  $i$  支基樁頭左側之梁剪力 (t)

$S_{i,i+1}$  = 在第  $i$  支基樁頭右側之梁剪力 (t)

$M_{i-1,i}$  = 在第  $(i-1)$  支基樁頭右側之梁彎矩 (t-m)

$M_{i,i-1}$  = 在第  $i$  支基樁左側之梁彎矩 (t-m)

$M_{i,i+1}$  = 在第  $i$  支基樁頭右側之梁彎矩

$M_{i+1,i}$  = 在第  $(i+1)$  支基樁頭左側之梁彎矩 (t-m)

$l$  = 梁之跨徑 (m)，基樁之間隔。

又如基樁頭之力矩當作  $M_i$  時，在中間支點上之  $M_{i,i-1}$  及  $M_{i,i+1}$  可由下式求之。在兩端支點者，則可直接採取基樁頭力矩  $M_i$ 。

$$M_{i,i-1} = aM_i$$

$$M_{i,i+1} = bM_i$$

上式中：

兩跨徑時則  $a = 0.60$ ， $b = 0.60$

三跨徑時，在第二支基樁頭  $a = 0.50$ ， $b = 0.70$

在第三支基樁頭則  $a = 0.70$ ， $b = 0.50$

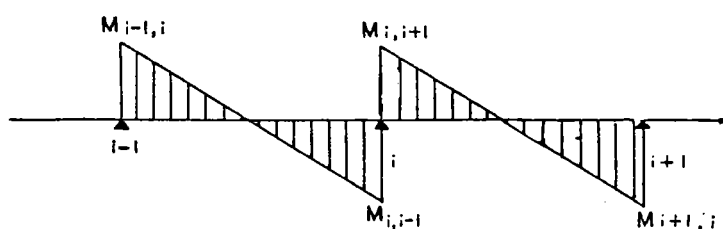


圖 3-9 樁頭力矩之分佈

將基樁頭力矩分配給梁，有下列三種方法

- (a) 僅考慮梁之彎矩方法。
- (b) 僅考慮基樁之彈性下沈方法。
- (c) 考慮梁之彎矩及基樁之彈性下沈方法。

上列 (a) 及 (b) 為不考慮梁之勁度或基樁勁度之近似解法，亦為至今所常用之方法。此兩種方法之最大優點為計算簡單。(c) 方法係由梁之彎曲變形與因基樁之彈性下沈引起之變形之比 ( $\alpha = Wl^3/12Eclc$ ，式中： $l$  = 跨徑長度， $w$  = 基樁之彈性下沈係數， $Eclc$  = 梁之勁度)。梁之勁度和基樁之勁度均需考慮，以作為判斷之依據。用此方法計算時，可得準確之結果。基樁頭之力矩對梁之分配數值，係依據上述 (c) 方法，經應用於數處棧橋式碼頭後所求得者，且在地層發生沈陷時，仍能保持安全起見，將基樁力矩增加 20%，在本文所示數值可適用於與法線成直角方向，有 2~3 跨徑而且  $0.5 < \alpha < 2.0$  之棧橋式碼頭。遇有其他情形，須先解表 3-10 聯立方程式後，再用下求之。

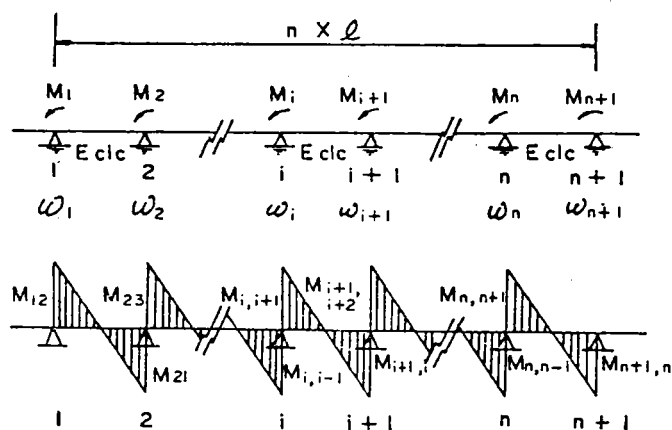


圖 3-10 樑之軸力計算圖

$$M_{i,i+1} = 2\phi_i + \phi_{i+1} + \phi_{i,i+1}$$

上式中

$M_{i,i+1}$  = 在第  $i$  支點之  $(i+1)$  支點側之力矩 (參考圖 3-10)

$\phi_i$  = 在第  $i$  支點之節點角,  $\phi_i = 2EI\theta_i/l$

$\theta_i$  = 在第  $i$  支點之撓角

$\phi_{i,i+1}$  = 第  $i - (i+1)$  梁之構材角,  $\phi_{i,i+1} = 6EIR_{i,i+1}/l$

$R_{i,i+1}$  = 第  $i - (i+1)$  跨徑之構材迴轉角。

表 3-10 計算力矩之聯立方程式係數表

| 節點<br>構材              | $\varphi_1$ | $\varphi_2$                         | $\varphi_3$                         | ... | $\varphi_{i-1}$ | $\varphi_i$                              | $\varphi_{i+1}$                         | $\varphi_{i+2}$ | ... | $\varphi_{n-2}$ | $\varphi_{n-1}$                          | $\varphi_n$                             | $\varphi_{12}$                      | $\varphi_{23}$ | $\varphi_{34}$ | $\varphi_{i-1,i}$                            | $\varphi_{i,i+1}$                       | $\varphi_{i+1,i+2}$ | ... | $\varphi_{n-2,n-1}$                          | $\varphi_{n-1,n}$                       | 定數項   |
|-----------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----|-----------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|-----|-----------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------|-----|----------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|
| 節點<br>方<br>程<br>式     | 1           | 2.0                                 | 1.0                                 |     |                 |                                          |                                         |                 |     |                 |                                          |                                         | 1.0                                 |                |                |                                              |                                         |                     |     |                                              |                                         | $M_1$ |
|                       | 2           | 1.0                                 | 4.0                                 | 1.0 |                 |                                          |                                         |                 |     |                 |                                          |                                         | 1.0                                 | 1.0            |                |                                              |                                         |                     |     |                                              |                                         | $M_2$ |
|                       | ...         |                                     |                                     |     |                 |                                          |                                         |                 |     |                 |                                          |                                         |                                     |                |                |                                              |                                         |                     |     |                                              |                                         | ...   |
|                       | i           |                                     |                                     |     |                 | 1.0                                      | 4.0                                     | 1.0             |     |                 |                                          |                                         |                                     |                |                |                                              | 1.0                                     | 1.0                 |     |                                              |                                         | $M_i$ |
|                       | ...         |                                     |                                     |     |                 |                                          |                                         |                 |     |                 |                                          |                                         |                                     |                |                |                                              |                                         |                     |     |                                              |                                         | ...   |
|                       | n-1         |                                     |                                     |     |                 |                                          |                                         |                 |     |                 | 1.0                                      | 4.0                                     | 1.0                                 |                |                |                                              |                                         |                     |     |                                              | 1.0                                     | 1.0   |
| n                     |             |                                     |                                     |     |                 |                                          |                                         |                 |     | 1.0             | 2.0                                      |                                         |                                     |                |                |                                              |                                         |                     |     |                                              | 1.0                                     | $M_n$ |
| 剪<br>力<br>方<br>程<br>式 | 1-2         | $\frac{1.5}{W_1} + \frac{1.5}{W_2}$ | $\frac{1.5}{W_1} - \frac{1.5}{W_2}$ |     |                 |                                          |                                         |                 |     |                 |                                          |                                         | $\frac{1}{W_1} + \frac{1}{W_2} + N$ | -1.0           |                |                                              |                                         |                     |     |                                              |                                         | 0     |
|                       | ...         |                                     |                                     |     |                 |                                          |                                         |                 |     |                 |                                          |                                         |                                     |                |                |                                              |                                         |                     |     |                                              |                                         | ...   |
|                       | i-(i+1)     |                                     |                                     |     |                 | $-\frac{1.5}{W_i} + \frac{1.5}{W_{i+1}}$ | $\frac{1.5}{W_i} - \frac{1.5}{W_{i+1}}$ |                 |     |                 |                                          |                                         |                                     |                |                | $-\frac{1.0}{W_i} + \frac{1.0}{W_{i+1}} + N$ | $\frac{1.0}{W_i} - \frac{1.0}{W_{i+1}}$ |                     |     |                                              |                                         | 0     |
|                       | ...         |                                     |                                     |     |                 |                                          |                                         |                 |     |                 |                                          |                                         |                                     |                |                |                                              |                                         |                     |     |                                              |                                         | ...   |
| (n-1)-n               |             |                                     |                                     |     |                 |                                          |                                         |                 |     |                 | $-\frac{1.5}{W_{n-1}} + \frac{1.5}{W_n}$ | $\frac{1.5}{W_{n-1}} - \frac{1.5}{W_n}$ |                                     |                |                |                                              |                                         |                     |     | $-\frac{1.0}{W_{n-1}} + \frac{1.0}{W_n} + N$ | $\frac{1.0}{W_{n-1}} - \frac{1.0}{W_n}$ | 0     |

茲將上表符號說明如下：

$M_i$  = 第  $i$  支樁頭力矩 (t - m)

$\omega_i$  = 第  $i$  支樁之彈性下沉係數 (t/m)

$$\omega_i = \frac{A_s E_s}{L_i}$$

$E_s$  = 楊氏係數 (t/m<sup>2</sup>)

$A_s$  = 基樁之斷面積 (m<sup>2</sup>)

$L_i$  = 有軸力作用之基樁長度 (m)

$$N = \frac{l^3}{12 E_c I_c}$$

$E_c I_c$  = 樁之彎曲勁度 (t - m<sup>2</sup>)

$l$  = 跨徑 (m)

以上聯立方程式係假設樁的勁度相等，長度亦相等而計算。

## 2. 基樁斷面之應力

棧橋基樁之斷面應力，可將基樁當作承受軸向力及彎矩用下式計算。

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{Z} \text{ 上式：}$$

$\sigma$  = 基樁之斷面應力 (kg / cm<sup>2</sup>)

$A$  = 基樁斷面積 (cm<sup>2</sup>)

$P$  = 基樁軸方向之力 (kg)

$Z$  = 基樁之斷面係數 (cm<sup>3</sup>)

$M$  = 基樁之彎矩 (kg-cm)

普通作用於棧橋基樁之剪力非常微小，故除非有特別荷重外，不必加以檢討，但應預計打樁時的情況，對打樁時之衝擊應力及打樁時的挫屈等，亦須加以檢討，如係鋼筋混凝土基樁時，對搬運時之應力亦須加以檢討。

## (二) 斜樁之情形

### 1. 分配給各斜樁頭之水平力

(1) 在斜樁結構中，水平力均由斜樁分擔。

(2) 各斜樁之斷面，斜樁之坡度不同時，分配給各斜樁樁頭之水平力，可由下列兩公式求之

① 可視為完全之支承樁時：

a. 無需改慮棧橋之分段迴轉時

$$H_i = \frac{C_i}{\sum_i C_i} H \dots\dots\dots (3-8)$$

b. 需要考慮棧橋之分段迴轉時

$$H_i = \frac{C_i}{\sum_i C_i} H + \frac{C_i X_i}{\sum_i C_i X_i} eH \dots\dots\dots (3-9)$$

$$C_i = \frac{\sin^2(\theta_{i1} - \theta_{i2})}{\frac{l_{i1}}{A_{i1}E_{i1}} \cos^2 \theta_{i2} + \frac{l_{i2}}{A_{i2}E_{i2}} \cos^2 \theta_{i1}}$$

$e$  = 斜樁中心線與作用水平力之距離 (m)

$X_i$  = 各斜樁中心線之距離 (m)

$l_i$  = 基樁之全長度 (m)

但拉力作用時，則用摩擦樁之  $l$ 。

$\theta_{i1}, \theta_{i2}$  = 各樁與垂直方向所成之角度 ( $^\circ$ )，字尾  $i$  係表示第  $i$  號之樁，字尾 1.2 係表示關於一組斜樁之各樁。又斜樁之中心

線由  $\frac{\sum_i C_i \xi_i}{\sum_i C_i}$  求之， $\xi_i$  為任意座標原點至各斜樁法線方

向之座標，普通棧橋因有對稱軸，此軸即為中心線。

## ② 可視為完全之摩擦樁時

a. 砂質土

可由 (3-8)(3-9) 兩公式求之，然應以  $\frac{2l + \lambda_i}{3}$  代替  $l_i$ 。

b. 粘性土

可用 (3-8) 及 (3-9) 兩公式求之。然應以  $\frac{l_i + \lambda_i}{2}$  代替  $l_i$ 。

$\lambda_i$  = 無法有效發揮周面摩擦力之長度 (m)

$l_i$  = 基樁全長 (m)

(3) 各斜樁之斷面，斜樁坡度及長度均為相同時，分配給各斜樁之水平力，可用下列公式求之。

① 無需考慮棧橋單元迴轉時：

$$H_i = \frac{1}{n} H$$

② 需要考慮棧橋單元迴轉時：

$$H_i = \frac{1}{n} H + \frac{X_i}{\sum_i X_i^2} eH$$

$n$  = 斜樁之數量

## 2. 分配給各樁頭之垂直荷重

因各垂直荷重而作用於基樁之壓樁力，即為由在基樁位置所支承之簡支梁所算之支點反力。

為簡化起見，由垂直荷重引起之基樁壓力，使用簡支承支點之反力。將簡支樑之支點反力與將棧橋之基樁及其上部構造物之關係，假定為連續樑時之支點反力，加以比較結果，則如表 3-11 所示。該表係表示將荷重當為集中荷重時，簡支樑支點反力之影響線與連續樑支點反力之影響線間之相差。由此表知在壓力方面相差為 0.23 在拉力方面為 0.16：

表3-11 簡支梁之反力與連續梁反力之比較

| 連續樑之徑間 | 簡支樑支點反力與連續樑支點反力之影響線之差 |         |
|--------|-----------------------|---------|
|        | 壓 力                   | 拉 力     |
| 2 徑間   | +0.10~-0.19           | 0~-0.10 |
| 3 徑間   | +0.10~-0.23           | 0~-0.15 |
| 4 徑間   | +0.10~-0.23           | 0~-0.16 |
| 無限連續樑  | 0~-0.15               | 0~-0.14 |

## 3. 各基樁之壓力及拉力

斜樁二支樁之軸向力，可由公式 (4-19) 求之

$$P_1 = \frac{V_i \sin \theta_2 + H_i \cos \theta_2}{\sin(\theta_1 - \theta_2)}$$

$$P_2 = \frac{V_i \sin \theta_1 - H_i \cos \theta_1}{\sin(\theta_1 - \theta_2)}$$

式中  $P_1, P_2$  = 作用於各樁之壓入力，負值時為上拔力 (t)。

$\theta_1, \theta_2$  = 各樁之傾斜角度 (°)。

$V_i$  = 組合樁之垂向反力 (t)

$H_i$  = 組合樁之水平反力 (t)

#### 4. 對法線方向之檢討

- (1) 在法線方向有斜樁時，與斷面方向相同，依照前述方法檢討。
- (2) 在法線方向無斜樁時，對法線方向與直樁式棧橋相同，很照本章直樁部份有關「海底地層之假定」及「基樁之作用力及斷面之決定」所述各節加以檢討為原則。

斜樁式棧橋除岸壁前端特別位置外，因受打設斜樁及施工機械等所限制，對岸壁法線方向，佈置斜樁承受荷重之例非常少。對法線方向之荷重，未佈置斜樁時，可用與直樁式棧橋同樣方法加以檢討應力。檢討此種應力時需假設海底面和固定點時，亦依照直樁式棧橋方法辦理。法線方向之水平力計有地震力，船舶牽引力及船舶碰撞力等。棧橋基樁上部結構物，雖每隔 20M～25M 設有伸縮縫，然因實際上水平方向之變位，能互相傳達。如牽引力及碰撞力等，對整個岸壁為不同時之苛重，不單獨在該單元內作用而向棧橋相鄰區間分散，因此基樁之應力，不至比當作斷面方向分析之斜樁應力更為危險。然而地震力係對整個棧橋同時作用，故須加以檢討。此時依據下述理由，震度可採用設計震度之 50 %。

前述對法線方向之荷重，整個棧橋結成一體予以抵抗，另一方面因地震時全棧橋上均有載重之可能性非常少，故考慮法線方向地震時比法線直角方向之地震可以降低。依據棧橋之振動實驗，棧橋與擋土護岸間之引橋有無，對棧橋之振動與振幅大有影響。法線直角方向之地震力，作用於直樁式棧橋時，引橋尚有塌下之可能，故全部期望引橋之減衰效果非當危險。然而斜樁式棧橋因其直角方向之位移非常小，即使法線方向位移，引橋亦不致塌下，因此對引橋之減衰效果，可以期待。

### 3－6 基樁之入土深度

#### 1. 對支承力之基樁入土深度之檢討

各直樁之軸方向入土深度當依照土壤之承載力核算，但是計算打入斜面海底之基樁支承力時，應將假想地表面以下之土層視為有效支承層，如

為摩擦樁時為防止不均勻沈陷起見，應儘量將各樁打至同樣深度。

## 2. 對基樁側向抵抗之入土深度檢討

各直樁之入土深度，由基樁之側向抵抗分析結果，以地面下  $3/\beta$  為準。但是此數值僅適用於假想地表面以下，以張氏方法之  $1/\beta$  當作假想固定點，而且對水平外力先作安定計算後方能使用。即上述張氏之方法係將基樁在土層中之長度當作無限長所作之解法，對在土層中有限長度之基樁適用範圍，須加以檢討並判斷結果，如基樁之入土深度有  $3/\beta$  以上時，有限長度之基樁視作無限長度之基樁計算，亦不致發生很大誤差。如將張氏方法之無限入土深度之基樁與有限入土深度之基樁二者之近似範圍再放寬少許，換言之，如將有限基樁之容許誤差範圍再放寬少許時，則上述之  $3/\beta$  可減至  $2/\beta$ 。然無論情形如何，在假想地面下之長度，應儘量避免比  $2/\beta$  更短。

縱使依照上述張氏方法，如果附有有限入土深度之境界條件之解法計算時，則不必依照本節所述方法辦理。

## 3 — 7 擋土護岸之設計

### 1. 橋式碼頭之擋土護岸有下列主要結構型式：

#### (1) 重力式結構

甲、沈箱式

乙、L 型塊式

丙、混凝土方塊式

丁、空心方塊式

#### (2) 板樁式結構

#### (3) 圓筒式結構

### 2. 橋式碼頭與擋土護岸之間，以簡支版連接，並在兩端留空間或填塞緩衝材料以避免作用於護岸之外力傳達至碼頭，同時亦可防止二者之沈陷發生連帶關係。

### 3-8 斜坡穩定之檢討

#### 1. 圓弧式滑動

普通地層及背填土係良好之砂質土時，因對弧式滑動較為安全，故不必加以核算，然對粘性土等軟弱地層，則必須加以核算。如滑動面經過基樁時，基樁亦可抵抗滑動，然其抵抗力如何，目前尚不明瞭，故為安全計，對基樁之抵抗力不加以計算。

#### 2. 直線式滑動

橋式碼頭之斜坡如係砂質土，應對地震時，經過坡趾之直線式滑動面之穩定加以核算，其安全率以 1.0 以上為準，重要結構物之設計尚可予以提高，本節所稱砂質土斜坡，係指自坡趾以上之斜面及護岸背後之全部填料由砂、砂礫、塊石等所構成者。參考圖 3-11。

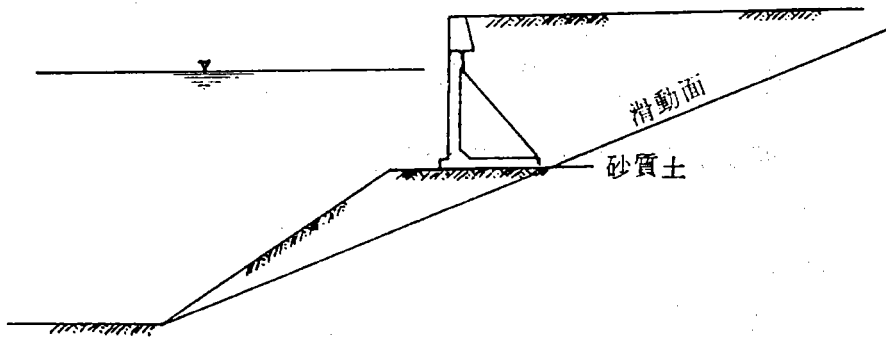


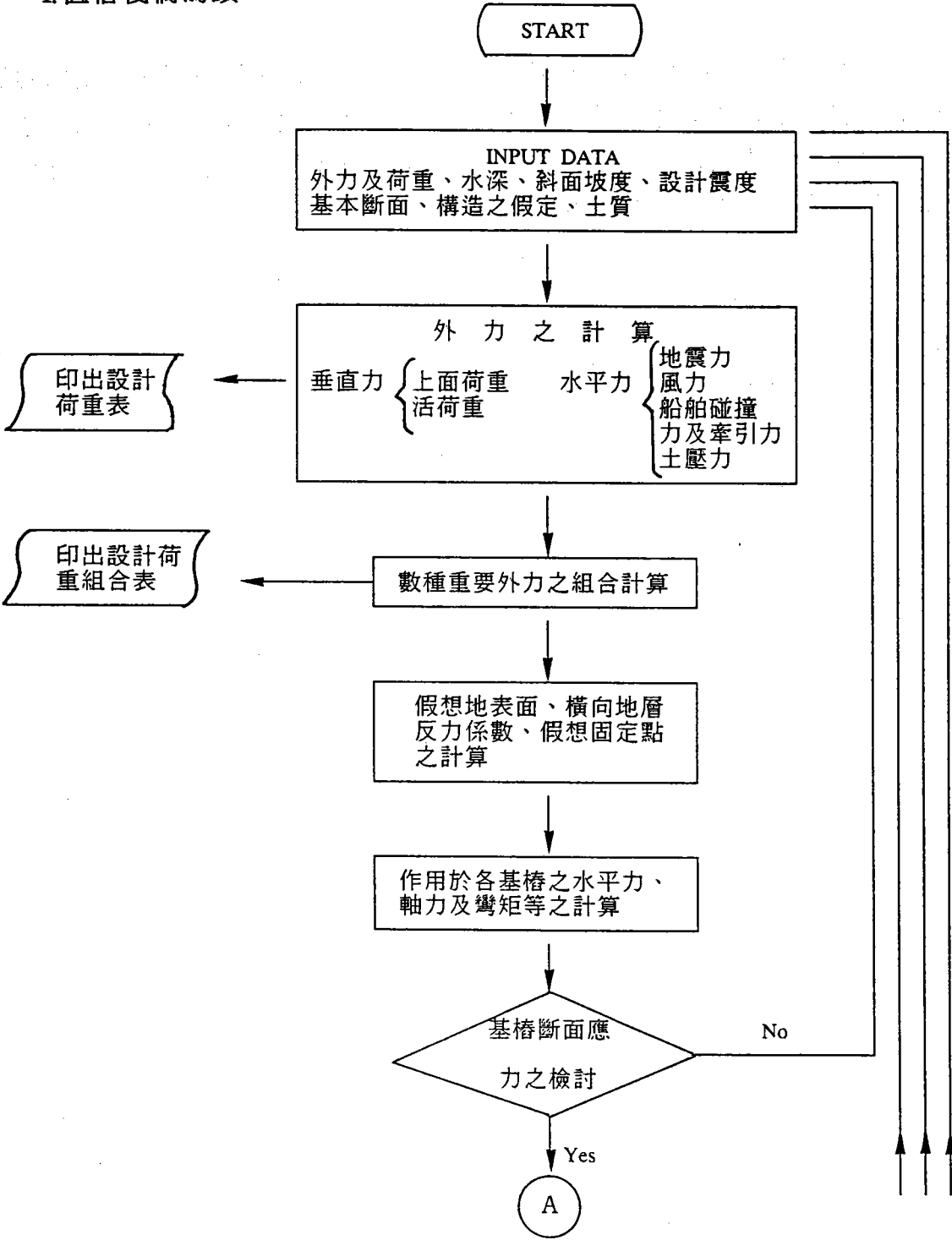
圖 3-11 直線滑動面

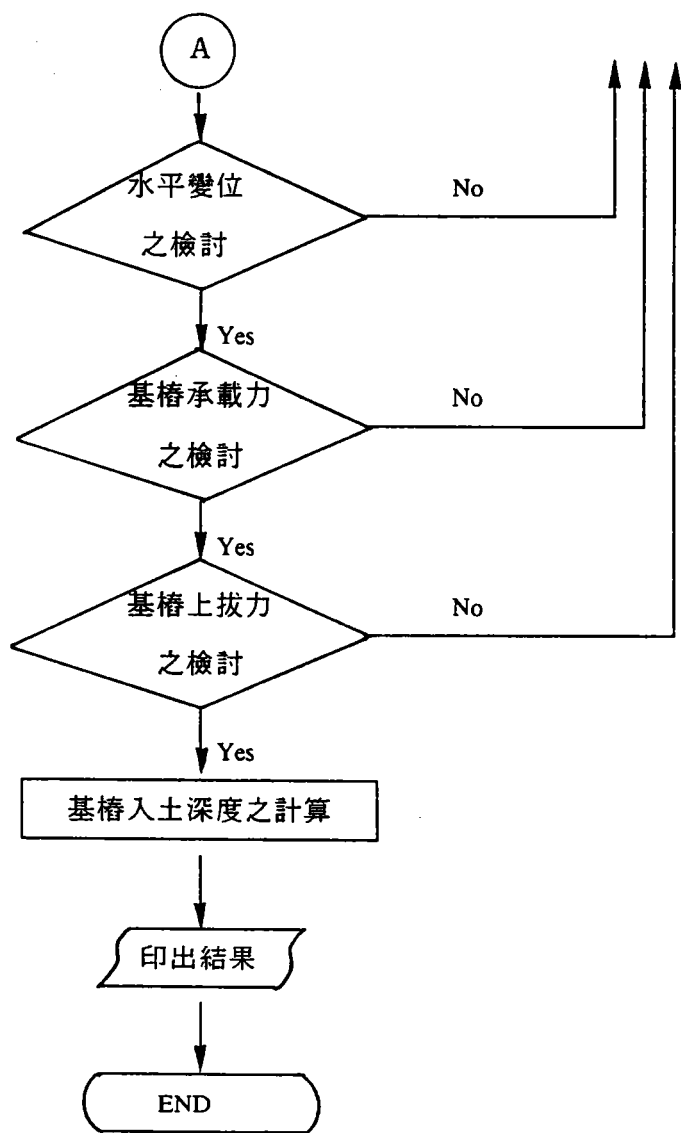
## 四、程式應用

本程式採用 BASIC 語言所寫成，分爲直樁棧橋碼頭及斜樁棧橋碼頭兩個程式，程式設計完全遵照「港灣構造物設計基準」之規定，並且以交談式之資料輸入與格式化之報表輸出方式，易於操作與資料之查核與修正，適合一般港灣工程從業人員參考使用。

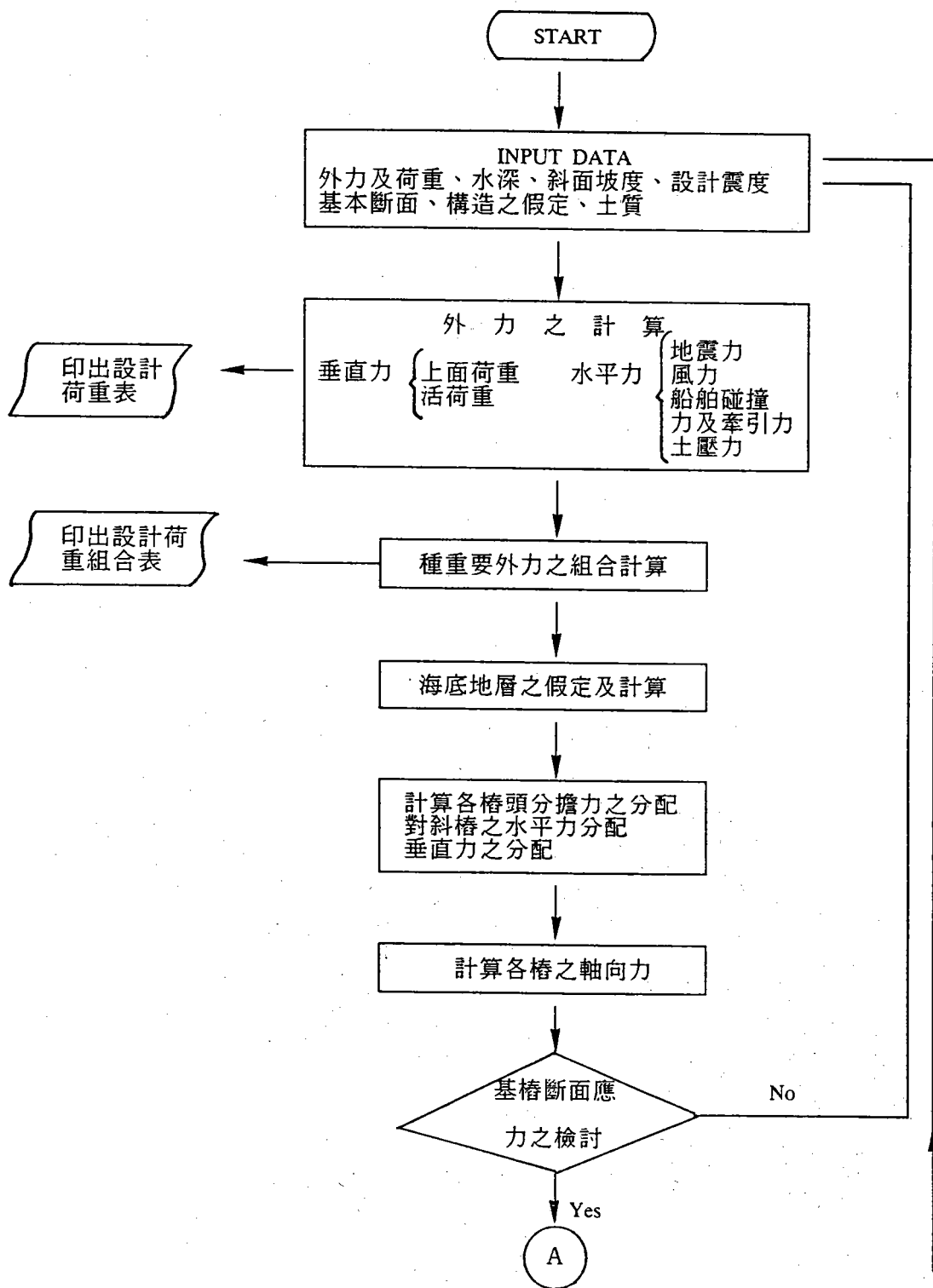
4-1 程式設計流程圖

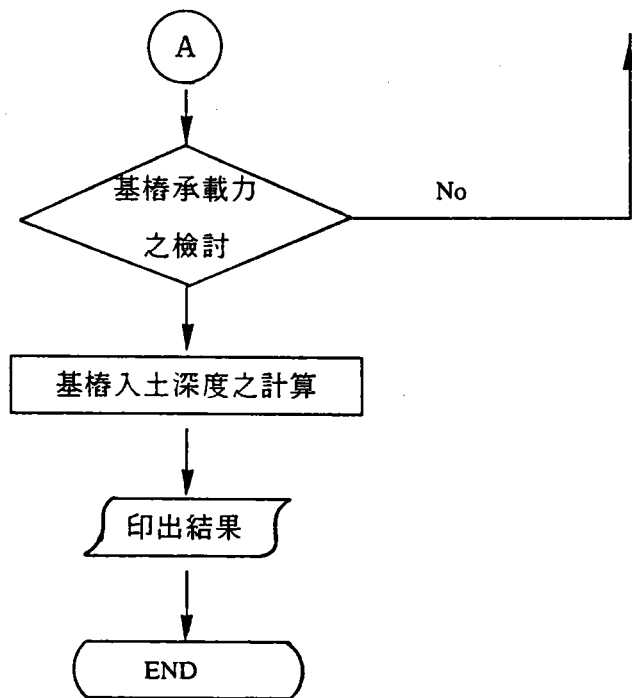
1. 直樁棧橋碼頭





## 2. 斜樁棧橋碼頭





## 4-2 實例

某港之棧橋式碼頭，其設計條件及斷面、構造之假定如下：

### 1. 設計條件

- (1) 對象船舶：30,000DWT
- (2) 船隻之靠岸速度：15cm / sec
- (3) 上部構造靜重：2t / m<sup>2</sup>
- (4) 積載荷重：平時 2t / m<sup>2</sup>，異常時 1t / m<sup>2</sup>
- (5) 活荷重：有軌起重機作業時垂直力 850t，水平力 90t，地震時垂直力 850t。
- (6) 設計水深：- 14.00m
- (7) 頂端高：+ 5m
- (8) 設計潮位：C.D.L ± 0.00m
- (9) 設計震度： $K_h = 0.15$   $K_v = 0$
- (10) 基礎地基之土質條件：N = 10
- (11) 鋼管容許應力強度：

直樁彎曲應力強度  $\sigma_{ba} = 1400\text{kg} / \text{cm}^2$

直樁軸方向壓縮應力強度  $\sigma_{sca} = 1400 - 8.4(l_k / i \sim 20)$

$$20 < l_k / i < 93$$

斜樁軸方向壓縮應力強度  $\sigma_i = 900\text{kg} / \text{cm}^2$

### 2. 基本斷面、構造之假定

設一單元之大小為長 15m，寬 27m，起重機軌道分置於兩側基樁跨距 25m(參考圖 4-1)。

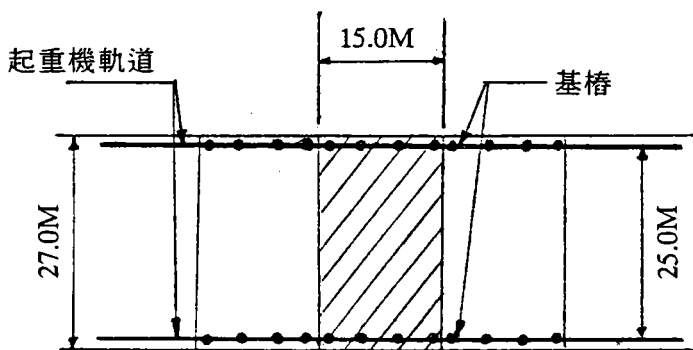


圖 4-1 碼頭單元面示意圖

起重機的荷重如圖 4－2 所示。

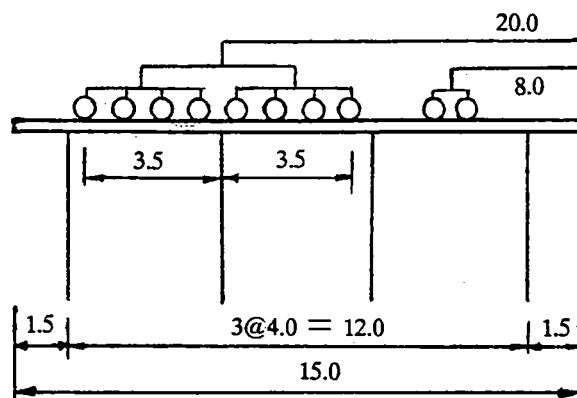
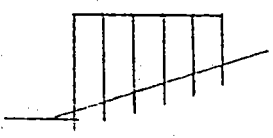
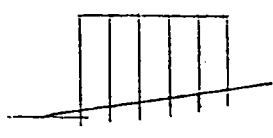
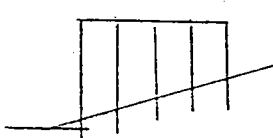
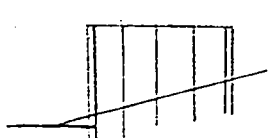


圖 4－2 起重機荷重示意圖（單位：公尺）

因基樁之配置不同以及斜坡度的變化選定六種結構模式(參考表4-1)進行比較設計，以求得最適之棧橋配置。

表4-1 六種棧橋結構配置說明

|   | 結構程式                                                                                | 跨距(m) | 斜坡坡度  | 說明                        |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------------------------|
| A |    | 5     | 1:2.3 | 採用6根直樁                    |
| B |    | 5     | 1:3   | 採用6根直樁<br>斜坡坡度為1:3        |
| C |    | 6.3   | 1:2.3 | 採用5根直樁                    |
| D |   | 6.3   | 1:2.3 | 兩側CRANE軌道下方<br>用兩根直樁補強    |
| E |  | 5     | 1:2.3 | 兩側CRANE軌道下<br>方改用斜樁組      |
| F |  | 6.3   | 1:2.3 | 兩側CRANE軌道下方設<br>直樁，斜樁組移中央 |

### 3. 電腦輸出報表(略)

### 4. 討論

上述六種結構模式經本程式分析結果，各基樁在常時以及地震時所受的內力如表4-2所示。

表4-2 六種棧橋結構基樁軸力及彎矩表

| 情況別   | 結構<br>模式 | 樁 軸 力 (T) |     |     |     |     |     |     |     | 樁 彎 矩 (T.M) |     |     |     |     |     |     |   |
|-------|----------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
|       |          | 1         | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 1           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8 |
| 常 時   | A        | 273       | 42  | 41  | 41  | 46  | 278 |     |     | 31          | 34  | 37  | 41  | 47  | 52  |     |   |
|       | B        | 274       | 43  | 41  | 41  | 46  | 278 |     |     | 34          | 38  | 40  | 43  | 46  | 51  |     |   |
|       | C        | 277       | 52  | 51  | 57  | 283 |     |     |     | 37          | 42  | 48  | 55  | 63  |     |     |   |
|       | D        | 139       | 139 | 52  | 51  | 54  | 142 | 142 |     | 25          | 25  | 28  | 32  | 37  | 43  | 43  |   |
|       | E        | 156       | 156 | 80  | 80  | 80  | 80  | 164 | 164 |             |     |     |     |     |     |     |   |
|       | F        | 134       | 134 | 101 | 76  | 76  | 101 | 134 | 134 |             |     |     |     |     |     |     |   |
| 地 震 時 | A        | 289       | 47  | 42  | 43  | 58  | 305 |     |     | 85          | 94  | 103 | 115 | 129 | 145 |     |   |
|       | B        | 293       | 48  | 42  | 42  | 56  | 304 |     |     | 96          | 102 | 111 | 120 | 129 | 142 |     |   |
|       | C        | 294       | 56  | 53  | 68  | 308 |     |     |     | 103         | 115 | 132 | 150 | 174 |     |     |   |
|       | D        | 148       | 148 | 54  | 52  | 62  | 157 | 157 |     | 69          | 69  | 79  | 90  | 103 | 119 | 119 |   |
|       | E        | 193       | 193 | 60  | 60  | 60  | 60  | 215 | 215 |             |     |     |     |     |     |     |   |
|       | F        | 134       | 134 | 76  | 163 | 163 | 76  | 134 | 134 |             |     |     |     |     |     |     |   |

為便於做經濟性之比較，茲將六種結構模式所使用基樁的樁徑、厚度、長度，以及僅含基樁材料費、打設費及斜坡塊石費的每公尺造價概算列於表 4-3。

表4-3 六種棧橋結構造價概估表

| 結構模式 | D(cm) | t(cm) | 總長度l(m) | 造價(NT\$/m) |
|------|-------|-------|---------|------------|
| A    | 110   | 2.0   | 182     | 790,000    |
| B    | 110   | 1.9   | 184     | 770,000    |
| C    | 110   | 2.2   | 153     | 720,000    |
| D    | 91.4  | 1.8   | 201     | 590,000    |
| E    | 80    | 1.2   | 217     | 440,000    |
| F    | 70    | 1.2   | 211     | 400,000    |

(造價計算係假設鋼管樁材料費 20,000 元 / T，基樁 D = 110cm 打樁費 4700 元 / m，D = 91.4cm 打樁費 2200 元 / m，D = 80cm 打樁費 2100 元 / m，D = 70cm 打樁費 2000 元 / m，若為斜樁則增加 10 % 費用，塊石以 1500 元 / m<sup>3</sup> 計價)

依據上述分析結果，將六種棧橋碼頭結構模式檢討比較如下：

- (1)A 型結構採用 6 根等跨度等樁徑 6 根直樁，斜坡坡度 1:2.3，造成靠近陸側的第 6 根直樁勁度特大，承受很大的地震力，再加上起重機之荷重，故結構須特別加強，因此造價最高。
- (2)B 型結構基樁配置與 A 型結構相同，但採用較平緩的 1:3 斜面坡度，使得各樁勁度較平均，應力亦較分散，設計荷重得以減小，雖因坡度較緩使得樁長增加，但整體而言仍較 A 型結構造價略低。
- (3)C 型結構採用 5 根等跨度等樁徑直樁，因跨度增加，使得各樁受力亦相對增加，然因樁數較少，且樁徑增加不多，故造價較 A、B 型均低。但應注意的是，因施工等因素限制跨度有一定限度。
- (4)由於起重機軌道位於第 1 及第 6 根基樁上方，使得這二根樁受力特大，D 型

- 結構於起重機軌道下方特特別加強一根直樁，以分擔起重機荷重，故可以有效地減少其餘各基樁樁徑，因此其造價在所有直樁棧橋碼頭中為最低者。
- (5)由 E、F 型斜樁棧橋碼頭結構與 A、B、C、D 型直樁棧橋碼頭結構軸力及彎矩表比較可知，斜樁結構僅以軸向力方式抵抗地震力，直樁結構則以軸向力及彎矩共同抵抗地震力，故在水平力的抵抗方式上以斜樁較為有效，故斜樁棧橋碼頭造價均比直樁棧橋碼頭為低。
- (6)E 型結構係將起重機軌道下方二根直樁改設斜樁組，由於地震力為水平方向作用力，斜樁可以增加結構水平方向勁度並有效承受水平力，故樁徑減少造價降低，但須注意的是，斜樁打設技術上較為複雜，故施工性較直樁結構困難。
- (7)由於 E 型結構起重機軌道下方斜樁組地震時不但要承受起重機荷重，而且要負擔地震力，因此負荷甚大，F 型結構將斜樁移至中央，軌道下方僅設直樁，使得地震應力有大幅分散之現象，故樁徑可以減少，其造價為所有結構中最低者。
- (8)經考量安全、造價等因素，在此設計條件下以 F 型結構模式為最適之棧橋配置。

## 五、結論與建議

1. 本研究已能達到，只要輸入設計條件，則能很迅速地進行計算提供滿足設計條件之斷面，可以節省設計人力、時間外，最重要的是因設計者不用再花冗長的時間從事計算工作，故可以展現活潑設計理念，針對各種不同結構模式進行分析比較，以求得最適之棧橋配置，同時達成安全及經濟的設計目標。
2. 國內目前依基準設計方法之工程實例不多，使得程式測試的機會有限，雖已與日本港灣顧問公司完成的設計書比較結果並無差異，但為求程式之一般性及實用性，日後仍應多蒐集有關資料多予以測試，以使程式設計能臻於完美。
3. 本研究雖以棧橋式碼頭設計之自動化為主，但自動化之流程係以現行設計基準為依據，在研究之過程中，發現不少現行設計基準不合理之處，而一些設計方法，如有限元素法、動力分析法亦亟待引進，雖然限於時間、人力此次無法深入研究，希望日後能再予加強。
4. 本研究為港灣構造物設計自動化研究中之一環，目前限於時間僅能做到基本設計階段，至於細部設計(梁之配筋設計以及樁頭接合設計等)，亦有待日後進一步之研究。

## 參考文獻

1. 台灣省政府交通處：港灣構造物設計標準。
2. 日本港灣協會：港灣の施設の技術上の基準同解説。
3. 台中港務局：台中港負 10 公尺棧橋式碼頭比較設計。
4. 中華顧問工程司：高雄港過港隧道連絡橋銜接段棧橋式貨櫃碼頭工程設計計算書。
5. 日本港灣顧問公司：松浦火力發電所計劃外部港灣施設の比較検討書。
6. 湯慶洲：PC BASIC 程式設計。

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* 直 樁 棧 橋 碼 頭 之 基 本 設 計 \*  
 \* CASE :1 \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\* 設計荷重表 \*\*\*

| I | 種 類                     | I | 鉛 直 力  | I | 水 平 力  | I |
|---|-------------------------|---|--------|---|--------|---|
| I | 1) FENDER FORCE         | I |        | I | 72.00  | I |
| I | 2) BITT FORCE           | I | 50.00  | I | 100.00 | I |
| I | 3A) CRANE LOAD (NOR)    | I | 850.00 | I | 90.00  | I |
| I | 3B) CRANE LOAD (EQA)    | I | 850.00 | I | 127.50 | I |
| I | 4A) SUR LOAD (NOR)      | I | 810.00 | I |        | I |
| I | 4B) SUR LOAD (UNNOR)    | I | 405.00 | I |        | I |
| I | 4C) SUR LOAD (EQA)      | I | 405.00 | I | 60.75  | I |
| I | 5A) DEAD LOAD (NOR, UN) | I | 810.00 | I |        | I |
| I | 5B) DEAD LOAD (EQA)     | I | 810.00 | I | 121.50 | I |
| I | 6A) SOIL PRE. (NOR)     | I |        | I | 0.00   | I |
| I | 6B) SOIL PRE. (EQA)     | I |        | I | 0.00   | I |

\*\*\* 設計荷重組合表 \*\*\*

| I | 荷重組合                    | I | 鉛 直 力   | I | 水 平 力   | I |
|---|-------------------------|---|---------|---|---------|---|
| I | 常 時                     |   |         |   |         | I |
| I | 1A) DL+CRV1+CRH1+SO1    | I | 1660.00 | I | 90.00   | I |
| I | 1B) DL+CRV1-CRH1        | I | 1660.00 | I | -90.00  | I |
| I | 2) DL+SR1+SO1           | I | 1620.00 | I | 0.00    | I |
| I | 異 常 時                   |   |         |   |         | I |
| I | 3) DL+SR2+FEN           | I | 1215.00 | I | -72.00  | I |
| I | 4) DL+SR2+BITV+BITH+SO1 | I | 1165.00 | I | 100.00  | I |
| I | 5A) DL+CR2+EQ1+EQ3+SO2  | I | 1660.00 | I | 249.00  | I |
| I | 5B) DL+CR2-EQ1-EQ3      | I | 1660.00 | I | -249.00 | I |
| I | 6A) DL+SR2+EQ1+EQ2+SO2  | I | 1215.00 | I | 182.25  | I |

```

-----
I 6B)DL+SR2-EQ1-EQ2          I    1215.00      I    -182.25      I
-----
I    (水平力方向: +.由陸向海    -.由海向陸)          I
-----

```

\*\*\* 各樁尺寸,彈性係數及入土深度表

\*\*\*

| NAME    | P 1    | P 2    | P 3    | P 4    | P 5       | P 6    |
|---------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|
| D(M)    | 1      | 6      | 11     | 16     | 21        | 26     |
| H(M)    | .4     | 2.6    | 4.8    | 7      | 9.100001  | 11.3   |
| BE.(M)  | -13.8  | -12.7  | -11.6  | -10.5  | -9.399999 | -8.3   |
| TE.(M)  | 5      | 5      | 5      | 5      | 5         | 5      |
| LS(M)   | 18.8   | 17.7   | 16.6   | 15.5   | 14.4      | 13.3   |
| D(CM)   | 110    | 110    | 110    | 110    | 110       | 110    |
| T(CM)   | 2      | 2      | 2      | 2      | 2         | 2      |
| A(CM^2) | 678.6  | 678.6  | 678.6  | 678.6  | 678.6     | 678.6  |
| Z(CM^3) | 17995  | 17995  | 17995  | 17995  | 17995     | 17995  |
| I(CM^4) | 989715 | 989715 | 989715 | 989715 | 989715    | 989715 |
| R(CM)   | 38.2   | 38.2   | 38.2   | 38.2   | 38.2      | 38.2   |
| S       | 1.5    | 1.5    | 1.5    | 1.5    | 1.5       | 1.5    |
| B(M)    | 4.7    | 4.7    | 4.7    | 4.7    | 4.7       | 4.7    |
| LS+B(M) | 23.5   | 22.4   | 21.3   | 20.2   | 19.1      | 18     |
| STF     | 192.2  | 221.9  | 258.1  | 302.6  | 357.9     | 427.7  |
| R.L.(M) | -28    | -26.9  | -25.8  | -24.7  | -23.6     | -22.5  |
| DL(T)   | 28     | 40     | 40     | 40     | 40        | 28     |

說明:

D:樁之水平距離(M)  
 H:樁與斜面交點之高度(M)  
 BE:假想海底面之高程(M)  
 TE:棧橋頂端之高程(M)  
 LS:樁之突出長度(M)  
 D:樁徑(CM)  
 T:樁厚度(CM)  
 A:樁斷面積(CM^2)  
 Z:樁斷面係數(CM^3)  
 I:樁斷面二次矩(CM^4)  
 R:樁回轉半徑(CM)  
 S:水平地盤反力係數(KG/CM^3)  
 B:假想固定點深度(M)  
 STF:樁側方向之勁度(T/M)  
 RL:樁底之高程(M)  
 DL:樁負荷之靜重(T)

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (1A) \*\*\*

|         |          |        |       |        |        |        |
|---------|----------|--------|-------|--------|--------|--------|
| H(T)    | : 24     | 24     | 24    | 24     | 24     | 24     |
| PH(T)   | : 2.6    | 3      | 3.5   | 4.1    | 4.9    | 5.8    |
| M(TM)   | : 30.6   | 33.6   | 37.3  | 41.4   | 46.8   | 52.2   |
| PX(T)   | : 9.5    | -2.4   | .8    | .9     | 6.3    | -15.1  |
| PY(T)   | : 263    | 40     | 40    | 40     | 40     | 263    |
| P(T)    | : 272.5  | 37.6   | 40.8  | 40.9   | 46.3   | 247.9  |
| C       | : 401.6  | 55.4   | 60.1  | 60.3   | 68.2   | 365.3  |
| FA      | : 1154.6 | 1178.8 | 1203  | 1227.2 | 1251.4 | 1275.5 |
| B       | : 170    | 186.7  | 207.3 | 230.1  | 260.1  | 290.1  |
| FB      | : 1400   | 1400   | 1400  | 1400   | 1400   | 1400   |
| FS1     | : .47    | .18    | .2    | .21    | .24    | .49    |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.   |
| DEF(CM) | : 1.3    | 1.3    | 1.3   | 1.3    | 1.3    | 1.3    |
| RU1(T)  | : 455.9  | 455.9  | 455.9 | 455.9  | 455.9  | 455.9  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (1B) \*\*\*

|         |          |        |       |        |        |        |
|---------|----------|--------|-------|--------|--------|--------|
| H(T)    | : -24    | -24    | -24   | -24    | -24    | -24    |
| PH(T)   | : -2.6   | -3     | -3.5  | -4.1   | -4.9   | -5.8   |
| M(TM)   | : -30.5  | -33.6  | -37.3 | -41.4  | -46.8  | -52.2  |
| PX(T)   | : -9.5   | 2.4    | -.8   | -.9    | -6.3   | 15.1   |
| PY(T)   | : 263    | 40     | 40    | 40     | 40     | 263    |
| P(T)    | : 253.5  | 42.4   | 39.2  | 39.1   | 33.7   | 278.1  |
| C       | : 373.6  | 62.5   | 57.8  | 57.6   | 49.7   | 409.8  |
| FA      | : 1154.6 | 1178.8 | 1203  | 1227.2 | 1251.4 | 1275.5 |
| B       | : 169.5  | 186.7  | 207.3 | 230.1  | 260.1  | 290.1  |
| FB      | : 1400   | 1400   | 1400  | 1400   | 1400   | 1400   |
| FS1     | : .44    | .19    | .2    | .21    | .23    | .53    |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.   |
| DEF(CM) | : -1.3   | -1.3   | -1.3  | -1.3   | -1.3   | -1.3   |
| RU1(T)  | : 455.9  | 455.9  | 455.9 | 455.9  | 455.9  | 455.9  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (5A) \*\*\*

|         |          |           |        |        |        |         |
|---------|----------|-----------|--------|--------|--------|---------|
| H(T)    | : -66.4  | -66.4     | -66.4  | -66.4  | -66.4  | -66.4   |
| PH(T)   | : -7.2   | -8.399999 | -9.7   | -11.4  | -13.5  | -16.1   |
| M(TM)   | : -84.6  | -94.1     | -103.3 | -115.1 | -128.9 | -144.9  |
| PX(T)   | : -26.3  | 6.6       | -2.1   | -2.6   | -17.5  | 41.9    |
| PY(T)   | : 263    | 40        | 40     | 40     | 40     | 263     |
| P(T)    | : 236.7  | 46.6      | 37.9   | 37.4   | 22.5   | 304.9   |
| C       | : 348.8  | 68.7      | 55.9   | 55.1   | 33.2   | 449.3   |
| FA      | : 1731.9 | 1768.2    | 1804.5 | 1840.8 | 1877.1 | 1913.25 |
| B       | : 470.1  | 522.9001  | 574    | 639.6  | 716.3  | 805.2   |
| FB      | : 2100   | 2100      | 2100   | 2100   | 2100   | 2100    |
| FS1     | : .43    | .29       | .3     | .33    | .36    | .62     |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.      | O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.    |
| DEF(CM) | : -3.5   | -3.5      | -3.5   | -3.5   | -3.5   | -3.5    |
| RU1(T)  | : 759.9  | 759.9     | 759.9  | 759.9  | 759.9  | 759.9   |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.      | O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.    |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (5B) \*\*\*

|       |        |          |       |       |       |       |
|-------|--------|----------|-------|-------|-------|-------|
| H(T)  | : 66.4 | 66.4     | 66.4  | 66.4  | 66.4  | 66.4  |
| PH(T) | : 7.2  | 8.399999 | 9.7   | 11.4  | 13.5  | 16.1  |
| M(TM) | : 84.6 | 94.1     | 103.3 | 115.1 | 128.9 | 144.9 |

|         |          |          |        |        |        |         |
|---------|----------|----------|--------|--------|--------|---------|
| PX(T)   | : 26.3   | -6.6     | 2.1    | 2.6    | 17.5   | -41.9   |
| PY(T)   | : 263    | 40       | 40     | 40     | 40     | 263     |
| P(T)    | : 289.3  | 33.4     | 42.1   | 42.6   | 57.5   | 221.1   |
| C       | : 426.3  | 49.2     | 62     | 62.8   | 84.7   | 325.8   |
| FA      | : 1731.9 | 1768.2   | 1804.5 | 1840.8 | 1877.1 | 1913.25 |
| B       | : 470.1  | 522.9001 | 574    | 639.6  | 716.3  | 805.2   |
| FB      | : 2100   | 2100     | 2100   | 2100   | 2100   | 2100    |
| FS1     | : .47    | .28      | .31    | .34    | .39    | .55     |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.     | O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.    |
| DEF(CM) | : 3.5    | 3.5      | 3.5    | 3.5    | 3.5    | 3.5     |
| RU1(T)  | : 759.9  | 759.9    | 759.9  | 759.9  | 759.9  | 759.9   |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.     | O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.    |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (2) \*\*\*

|         |          |        |       |        |              |        |
|---------|----------|--------|-------|--------|--------------|--------|
| H(T)    | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0            | 0      |
| PH(T)   | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0            | 0      |
| M(TM)   | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0            | 0      |
| PX(T)   | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0            | 0      |
| PY(T)   | : 56     | 80     | 80    | 80     | 80           | 56     |
| P(T)    | : 56     | 80     | 80    | 80     | 80           | 56     |
| C       | : 82.5   | 117.9  | 117.9 | 117.9  | 117.9        | 82.5   |
| FA      | : 1154.6 | 1178.8 | 1203  | 1227.2 | 1251.4       | 1275.5 |
| B       | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0            | 0      |
| FB      | : 1400   | 1400   | 1400  | 1400   | 1400         | 1400   |
| FS1     | : .07    | .1     | .1    | .1     | 9.000001E-02 | .06    |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.         | O.K.   |
| DEF(CM) | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0            | 0      |
| RU1(T)  | : 455.9  | 455.9  | 455.9 | 455.9  | 455.9        | 455.9  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.         | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (6A) \*\*\*

|         |          |        |        |          |          |         |
|---------|----------|--------|--------|----------|----------|---------|
| H(T)    | : 48.6   | 48.6   | 48.6   | 48.6     | 48.6     | 48.6    |
| PH(T)   | : 5.3    | 6.1    | 7.1    | 8.399999 | 9.899999 | 11.8    |
| M(TM)   | : 62.3   | 68.3   | 75.6   | 84.8     | 94.5     | 106.2   |
| PX(T)   | : 19.3   | -4.9   | 1.6    | 1.9      | 12.8     | -30.7   |
| PY(T)   | : 42     | 60     | 60     | 60       | 60       | 42      |
| P(T)    | : 61.3   | 55.1   | 61.6   | 61.9     | 72.8     | 11.3    |
| C       | : 90.3   | 81.2   | 90.8   | 91.2     | 107.3    | 16.7    |
| FA      | : 1731.9 | 1768.2 | 1804.5 | 1840.8   | 1877.1   | 1913.25 |
| B       | : 346.2  | 379.5  | 420.1  | 471.2    | 525.1    | 590.2   |
| FB      | : 2100   | 2100   | 2100   | 2100     | 2100     | 2100    |
| FS1     | : .22    | .23    | .25    | .27      | .31      | .29     |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.     | O.K.     | O.K.    |
| DEF(CM) | : 2.6    | 2.6    | 2.6    | 2.6      | 2.6      | 2.6     |
| RU1(T)  | : 759.9  | 759.9  | 759.9  | 759.9    | 759.9    | 759.9   |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.     | O.K.     | O.K.    |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (6B) \*\*\*

|       |          |        |        |           |           |         |
|-------|----------|--------|--------|-----------|-----------|---------|
| H(T)  | : -48.6  | -48.6  | -48.6  | -48.6     | -48.6     | -48.6   |
| PH(T) | : -5.3   | -6.1   | -7.1   | -8.399999 | -9.899999 | -11.8   |
| M(TM) | : -62.3  | -68.3  | -75.6  | -84.8     | -94.5     | -106.2  |
| PX(T) | : -19.3  | 4.9    | -1.6   | -1.9      | -12.8     | 30.7    |
| PY(T) | : 42     | 60     | 60     | 60        | 60        | 42      |
| P(T)  | : 22.7   | 64.9   | 58.4   | 58.1      | 47.2      | 72.7    |
| C     | : 33.5   | 95.6   | 86.1   | 85.6      | 69.6      | 107.1   |
| FA    | : 1731.9 | 1768.2 | 1804.5 | 1840.8    | 1877.1    | 1913.25 |
| B     | : 346.2  | 379.5  | 420.1  | 471.2     | 525.1     | 590.2   |

|          |         |       |       |       |       |       |
|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| FB       | : 2100  | 2100  | 2100  | 2100  | 2100  | 2100  |
| FS1      | : .18   | .23   | .25   | .27   | .29   | .34   |
| CHECK1!! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| DEF(CM)  | : -2.6  | -2.6  | -2.6  | -2.6  | -2.6  | -2.6  |
| RU1(T)   | : 759.9 | 759.9 | 759.9 | 759.9 | 759.9 | 759.9 |
| CHECK2!! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

說明:

H:作用水平力 (T)  
 PH:樁之作用水平力 (T)  
 M:樁頭彎矩 (T-M)  
 PX:水平力產生之樁軸力 (T)  
 PY:垂直力產生之樁軸力 (T)  
 P:樁軸力 (T)  
 C:樁之軸壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FA:樁之容許壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 B:樁之彎曲應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FB:樁之容許彎曲壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FS1:樁應力之安全係數  
 CHECK1:樁應力之檢核  
 DEF:水平變位 (CM)  
 RU1:樁之承載力 (T)  
 CHECK2:樁之承載力檢核

| ***     | 各種荷重組合下樁之最大荷重 (1) |    |     |     | *** |     |
|---------|-------------------|----|-----|-----|-----|-----|
|         | P1                | P2 | P3  | P4  | P5  | P6  |
| (1) 常時  |                   |    |     |     |     |     |
| 軸力      | 273               | 42 | 41  | 41  | 46  | 278 |
| 彎矩      | 31                | 34 | 37  | 41  | 47  | 52  |
| (1) 異常時 |                   |    |     |     |     |     |
| 軸力      | 289               | 47 | 42  | 43  | 58  | 305 |
| 彎矩      | 85                | 94 | 103 | 115 | 129 | 145 |

\*\*\*\*\*  
 \* 結 束 ! \*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* 直 樁 棧 橋 碼 頭 之 基 本 設 計 \*  
 \* CASE : 2 \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\* 設計荷重表 \*\*\*

| I | 種 類                     | I | 鉛 直 力  | I | 水 平 力  | I |
|---|-------------------------|---|--------|---|--------|---|
| I | 1) FENDER FORCE         | I |        | I | 72.00  | I |
| I | 2) BITT FORCE           | I | 50.00  | I | 100.00 | I |
| I | 3A) CRANE LOAD (NOR)    | I | 850.00 | I | 90.00  | I |
| I | 3B) CRANE LOAD (EQA)    | I | 850.00 | I | 127.50 | I |
| I | 4A) SUR LOAD (NOR)      | I | 810.00 | I |        | I |
| I | 4B) SUR LOAD (UNNOR)    | I | 405.00 | I |        | I |
| I | 4C) SUR LOAD (EQA)      | I | 405.00 | I | 60.75  | I |
| I | 5A) DEAD LOAD (NOR, UN) | I | 810.00 | I |        | I |
| I | 5B) DEAD LOAD (EQA)     | I | 810.00 | I | 121.50 | I |
| I | 6A) SOIL PRE. (NOR)     | I |        | I | 0.00   | I |
| I | 6B) SOIL PRE. (EQA)     | I |        | I | 0.00   | I |

\*\*\* 設計荷重組合表 \*\*\*

| I | 荷重組合                    | I | 鉛 直 力   | I | 水 平 力   | I |
|---|-------------------------|---|---------|---|---------|---|
| I | 常 時                     |   |         |   |         | I |
| I | 1A) DL+CRV1+CRH1+SO1    | I | 1660.00 | I | 90.00   | I |
| I | 1B) DL+CRV1-CRH1        | I | 1660.00 | I | -90.00  | I |
| I | 2) DL+SR1+SO1           | I | 1620.00 | I | 0.00    | I |
| I | 異 常 時                   |   |         |   |         | I |
| I | 3) DL+SR2+FEN           | I | 1215.00 | I | -72.00  | I |
| I | 4) DL+SR2+BITV+BITH+SO1 | I | 1165.00 | I | 100.00  | I |
| I | 5A) DL+CR2+EQ1+EQ3+SO2  | I | 1660.00 | I | 249.00  | I |
| I | 5B) DL+CR2-EQ1-EQ3      | I | 1660.00 | I | -249.00 | I |
| I | 6A) DL+SR2+EQ1+EQ2+SO2  | I | 1215.00 | I | 182.25  | I |

|                          |   |         |   |         |   |
|--------------------------|---|---------|---|---------|---|
| I 6B) DL+SR2-EQ1-EQ2     | I | 1215.00 | I | -182.25 | I |
| I (水平力方向: +.由陸向海 -.由海向陸) |   |         |   |         |   |

\*\*\* 各樁尺寸, 彈性係數及入土深度表

\*\*\*

| NAME    | P 1    | P 2    | P 3    | P 4    | P 5    | P 6       |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| D(M)    | 1      | 6      | 11     | 16     | 21     | 26        |
| H(M)    | .3     | 2      | 3.7    | 5.3    | 7      | 8.7       |
| BE.(M)  | -13.8  | -13    | -12.1  | -11.3  | -10.5  | -9.600001 |
| TE.(M)  | 5      | 5      | 5      | 5      | 5      | 5         |
| LS(M)   | 18.8   | 18     | 17.1   | 16.3   | 15.5   | 14.6      |
| D(CM)   | 110    | 110    | 110    | 110    | 110    | 110       |
| T(CM)   | 1.9    | 1.9    | 1.9    | 1.9    | 1.9    | 1.9       |
| A(CM^2) | 645.3  | 645.3  | 645.3  | 645.3  | 645.3  | 645.3     |
| Z(CM^3) | 17142  | 17142  | 17142  | 17142  | 17142  | 17142     |
| I(CM^4) | 942811 | 942811 | 942811 | 942811 | 942811 | 942811    |
| R(CM)   | 38.2   | 38.2   | 38.2   | 38.2   | 38.2   | 38.2      |
| S       | 1.5    | 1.5    | 1.5    | 1.5    | 1.5    | 1.5       |
| B(M)    | 4.7    | 4.7    | 4.7    | 4.7    | 4.7    | 4.7       |
| LS+B(M) | 23.5   | 22.7   | 21.8   | 21     | 20.2   | 19.3      |
| STF     | 183.1  | 203.1  | 229.3  | 256.5  | 288.3  | 330.5     |
| R.L.(M) | -27.8  | -27    | -26.1  | -25.3  | -24.5  | -23.6     |
| DL(T)   | 28     | 40     | 40     | 40     | 40     | 28        |

說明:

D: 樁之水平距離 (M)  
 H: 樁與斜面交點之高度 (M)  
 BE: 假想海底面之高程 (M)  
 TE: 棧橋頂端之高程 (M)  
 LS: 樁之突出長度 (M)  
 D: 樁徑 (CM)  
 T: 樁厚度 (CM)  
 A: 樁斷面積 (CM^2)  
 Z: 樁斷面係數 (CM^3)  
 I: 樁斷面二次矩 (CM^4)  
 R: 樁回轉半徑 (CM)  
 S: 水平地盤反力係數 (KG/CM^3)  
 B: 假想固定點深度 (M)  
 STF: 樁側方向之勁度 (T/M)  
 RL: 樁底之高程 (M)  
 DL: 樁負荷之靜重 (T)

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (1A) \*\*\*

|         |          |        |       |        |        |       |
|---------|----------|--------|-------|--------|--------|-------|
| H(T)    | : 24     | 24     | 24    | 24     | 24     | 24    |
| PH(T)   | : 2.9    | 3.3    | 3.7   | 4.1    | 4.6    | 5.3   |
| M(TM)   | : 34.1   | 37.5   | 40.3  | 43.1   | 46.5   | 51.1  |
| PX(T)   | : 10.6   | -2.8   | .6    | .6     | 5.9    | -14.9 |
| PY(T)   | : 263    | 40     | 40    | 40     | 40     | 263   |
| P(T)    | : 273.6  | 37.2   | 40.6  | 40.6   | 45.9   | 248.1 |
| C       | : 424    | 57.6   | 62.9  | 62.9   | 71.1   | 384.5 |
| FA      | : 1154.6 | 1172.2 | 1192  | 1209.6 | 1227.2 | 1247  |
| B       | : 198.9  | 218.8  | 235.1 | 251.4  | 271.3  | 298.1 |
| FB      | : 1400   | 1400   | 1400  | 1400   | 1400   | 1400  |
| FS1     | : .51    | .21    | .22   | .23    | .25    | .52   |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.  |
| DEF(CM) | : 1.5    | 1.5    | 1.5   | 1.5    | 1.5    | 1.5   |
| RU1(T)  | : 455.9  | 455.9  | 455.9 | 455.9  | 455.9  | 455.9 |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.  |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (1B) \*\*\*

|         |          |        |       |        |        |       |
|---------|----------|--------|-------|--------|--------|-------|
| H(T)    | : -24    | -24    | -24   | -24    | -24    | -24   |
| PH(T)   | : -2.9   | -3.3   | -3.7  | -4.1   | -4.6   | -5.3  |
| M(TM)   | : -34.1  | -37.5  | -40.3 | -43    | -46.5  | -51.1 |
| PX(T)   | : -10.6  | 2.8    | -.6   | -.6    | -5.9   | 14.9  |
| PY(T)   | : 263    | 40     | 40    | 40     | 40     | 263   |
| P(T)    | : 252.4  | 42.8   | 39.4  | 39.4   | 34.1   | 277.9 |
| C       | : 391.1  | 66.3   | 61.1  | 61.1   | 52.8   | 430.7 |
| FA      | : 1154.6 | 1172.2 | 1192  | 1209.6 | 1227.2 | 1247  |
| B       | : 198.9  | 218.8  | 235.1 | 250.8  | 271.3  | 298.1 |
| FB      | : 1400   | 1400   | 1400  | 1400   | 1400   | 1400  |
| FS1     | : .48    | .21    | .22   | .23    | .24    | .56   |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.  |
| DEF(CM) | : -1.5   | -1.5   | -1.5  | -1.5   | -1.5   | -1.5  |
| RU1(T)  | : 455.9  | 455.9  | 455.9 | 455.9  | 455.9  | 455.9 |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.  |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (5A) \*\*\*

|         |          |        |       |        |        |        |
|---------|----------|--------|-------|--------|--------|--------|
| H(T)    | : 66.4   | 66.4   | 66.4  | 66.4   | 66.4   | 66.4   |
| PH(T)   | : 8.2    | 9      | 10.2  | 11.4   | 12.8   | 14.7   |
| M(TM)   | : 96.4   | 102.2  | 111.2 | 119.7  | 129.3  | 141.9  |
| PX(T)   | : 29.5   | -8.2   | 1.8   | 1.8    | 16.4   | -41.3  |
| PY(T)   | : 263    | 40     | 40    | 40     | 40     | 263    |
| P(T)    | : 292.5  | 31.8   | 41.8  | 41.8   | 56.4   | 221.7  |
| C       | : 453.3  | 49.3   | 64.8  | 64.8   | 87.4   | 343.6  |
| FA      | : 1731.9 | 1758.3 | 1788  | 1814.4 | 1840.8 | 1870.5 |
| B       | : 562.4  | 596.2  | 648.7 | 698.3  | 754.3  | 827.8  |
| FB      | : 2100   | 2100   | 2100  | 2100   | 2100   | 2100   |
| FS1     | : .53    | .31    | .35   | .37    | .41    | .58    |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.   |
| DEF(CM) | : 4.2    | 4.2    | 4.2   | 4.2    | 4.2    | 4.2    |
| RU1(T)  | : 759.9  | 759.9  | 759.9 | 759.9  | 759.9  | 759.9  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (5B) \*\*\*

|       |         |        |        |        |        |        |
|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| H(T)  | : -66.4 | -66.4  | -66.4  | -66.4  | -66.4  | -66.4  |
| PH(T) | : -8.2  | -9     | -10.2  | -11.4  | -12.8  | -14.7  |
| M(TM) | : -96.3 | -102.1 | -111.2 | -119.7 | -129.3 | -141.9 |

|         |          |          |       |        |        |        |
|---------|----------|----------|-------|--------|--------|--------|
| PX(T)   | :-29.5   | 8.100001 | -1.8  | -1.8   | -16.4  | 41.3   |
| PY(T)   | : 263    | 40       | 40    | 40     | 40     | 263    |
| P(T)    | : 233.5  | 48.1     | 38.2  | 38.2   | 23.6   | 304.3  |
| C       | : 361.8  | 74.5     | 59.2  | 59.2   | 36.6   | 471.6  |
| FA      | : 1731.9 | 1758.3   | 1788  | 1814.4 | 1840.8 | 1870.5 |
| B       | : 561.8  | 595.6    | 648.7 | 698.3  | 754.3  | 827.8  |
| FB      | : 2100   | 2100     | 2100  | 2100   | 2100   | 2100   |
| FS1     | : .48    | .33      | .34   | .37    | .38    | .65    |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.     | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.   |
| DEF(CM) | :-4.2    | -4.2     | -4.2  | -4.2   | -4.2   | -4.2   |
| RU1(T)  | : 759.9  | 759.9    | 759.9 | 759.9  | 759.9  | 759.9  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.     | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (2) \*\*\*

|         |          |        |       |        |        |       |
|---------|----------|--------|-------|--------|--------|-------|
| H(T)    | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0     |
| PH(T)   | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0     |
| M(TM)   | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0     |
| PX(T)   | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0     |
| PY(T)   | : 56     | 80     | 80    | 80     | 80     | 56    |
| P(T)    | : 56     | 80     | 80    | 80     | 80     | 56    |
| C       | : 86.8   | 124    | 124   | 124    | 124    | 86.8  |
| FA      | : 1154.6 | 1172.2 | 1192  | 1209.6 | 1227.2 | 1247  |
| B       | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0     |
| FB      | : 1400   | 1400   | 1400  | 1400   | 1400   | 1400  |
| FS1     | : .08    | .11    | .1    | .1     | .1     | .07   |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.  |
| DEF(CM) | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0     |
| RU1(T)  | : 455.9  | 455.9  | 455.9 | 455.9  | 455.9  | 455.9 |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   | O.K.  |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (6A) \*\*\*

|         |          |        |       |          |          |        |
|---------|----------|--------|-------|----------|----------|--------|
| H(T)    | : 48.6   | 48.6   | 48.6  | 48.6     | 48.6     | 48.6   |
| PH(T)   | : 6      | 6.6    | 7.5   | 8.399999 | 9.399999 | 10.8   |
| M(TM)   | : 70.5   | 74.9   | 81.8  | 88.2     | 94.9     | 104.2  |
| PX(T)   | : 21.6   | -5.9   | 1.3   | 1.3      | 12       | -30.3  |
| PY(T)   | : 42     | 60     | 60    | 60       | 60       | 42     |
| P(T)    | : 63.6   | 54.1   | 61.3  | 61.3     | 72       | 11.7   |
| C       | : 98.6   | 83.8   | 95    | 95       | 111.6    | 18.1   |
| FA      | : 1731.9 | 1758.3 | 1788  | 1814.4   | 1840.8   | 1870.5 |
| B       | : 411.3  | 436.9  | 477.2 | 514.5    | 553.6    | 607.9  |
| FB      | : 2100   | 2100   | 2100  | 2100     | 2100     | 2100   |
| FS1     | : .25    | .26    | .28   | .3       | .32      | .3     |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.     | O.K.     | O.K.   |
| DEF(CM) | : 3.1    | 3.1    | 3.1   | 3.1      | 3.1      | 3.1    |
| RU1(T)  | : 759.9  | 759.9  | 759.9 | 759.9    | 759.9    | 759.9  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.     | O.K.     | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (6B) \*\*\*

|       |          |        |       |           |           |        |
|-------|----------|--------|-------|-----------|-----------|--------|
| H(T)  | :-48.6   | -48.6  | -48.6 | -48.6     | -48.6     | -48.6  |
| PH(T) | :-6      | -6.6   | -7.5  | -8.399999 | -9.399999 | -10.8  |
| M(TM) | :-70.5   | -74.9  | -81.7 | -88.2     | -94.9     | -104.2 |
| PX(T) | :-21.6   | 5.9    | -1.3  | -1.3      | -12       | 30.3   |
| PY(T) | : 42     | 60     | 60    | 60        | 60        | 42     |
| P(T)  | : 20.4   | 65.9   | 58.7  | 58.7      | 48        | 72.3   |
| C     | : 31.6   | 102.1  | 91    | 91        | 74.4      | 112    |
| FA    | : 1731.9 | 1758.3 | 1788  | 1814.4    | 1840.8    | 1870.5 |
| B     | : 411.3  | 436.9  | 476.6 | 514.5     | 553.6     | 607.9  |

|         |         |       |       |       |       |       |
|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| FB      | : 2100  | 2100  | 2100  | 2100  | 2100  | 2100  |
| FS1     | : .21   | .27   | .28   | .3    | .3    | .35   |
| CHECK1! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| DEF(CM) | : -3.1  | -3.1  | -3.1  | -3.1  | -3.1  | -3.1  |
| RU1(T)  | : 759.9 | 759.9 | 759.9 | 759.9 | 759.9 | 759.9 |
| CHECK2! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

說明：

H:作用水平力 (T)  
 PH:樁之作用水平力 (T)  
 M:樁頭彎矩 (T-M)  
 PX:水平力產生之樁軸力 (T)  
 PY:垂直力產生之樁軸力 (T)  
 P:樁軸力 (T)  
 C:樁之軸壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FA:樁之容許壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 B:樁之彎曲應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FB:樁之容許彎曲壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FS1:樁應力之安全係數  
 CHECK1:樁應力之檢核  
 DEF:水平變位 (CM)  
 RU1:樁之承載力 (T)  
 CHECK2:樁之承載力檢核

|         |                   |     |     |     |     |     |     |
|---------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ***     | 各種荷重組合下樁之最大荷重 (2) |     |     |     |     |     | *** |
|         | P1                | P2  | P3  | P4  | P5  | P6  |     |
| (1) 常時  |                   |     |     |     |     |     |     |
| 軸力      | 274               | 43  | 41  | 41  | 46  | 278 |     |
| 彎矩      | 34                | 38  | 40  | 43  | 46  | 51  |     |
| (1) 異常時 |                   |     |     |     |     |     |     |
| 軸力      | 293               | 48  | 42  | 42  | 56  | 304 |     |
| 彎矩      | 96                | 102 | 111 | 120 | 129 | 142 |     |

\*\*\*\*\*  
 \* 結 束 ! \*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* 直 樁 棧 橋 碼 頭 之 基 本 設 計 \*  
 \* CASE :3 \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\* 設 計 荷 重 表 \*\*\*

| I | 種 類                     | I | 鉛 直 力  | I | 水 平 力  | I |
|---|-------------------------|---|--------|---|--------|---|
| I | 1) FENDER FORCE         | I |        | I | 72.00  | I |
| I | 2) BITT FORCE           | I | 50.00  | I | 100.00 | I |
| I | 3A) CRANE LOAD (NOR)    | I | 850.00 | I | 90.00  | I |
| I | 3B) CRANE LOAD (EQA)    | I | 850.00 | I | 127.50 | I |
| I | 4A) SUR LOAD (NOR)      | I | 810.00 | I |        | I |
| I | 4B) SUR LOAD (UNNOR)    | I | 405.00 | I |        | I |
| I | 4C) SUR LOAD (EQA)      | I | 405.00 | I | 60.75  | I |
| I | 5A) DEAD LOAD (NOR, UN) | I | 810.00 | I |        | I |
| I | 5B) DEAD LOAD (EQA)     | I | 810.00 | I | 121.50 | I |
| I | 6A) SOIL PRE. (NOR)     | I |        | I | 0.00   | I |
| I | 6B) SOIL PRE. (EQA)     | I |        | I | 0.00   | I |

\*\*\* 設 計 荷 重 組 合 表 \*\*\*

| I | 荷 重 組 合                 | I | 鉛 直 力   | I | 水 平 力   | I |
|---|-------------------------|---|---------|---|---------|---|
| I | 常 時                     |   |         |   |         | I |
| I | 1A) DL+CRV1+CRH1+SO1    | I | 1660.00 | I | 90.00   | I |
| I | 1B) DL+CRV1-CRH1        | I | 1660.00 | I | -90.00  | I |
| I | 2) DL+SR1+SO1           | I | 1620.00 | I | 0.00    | I |
| I | 異 常 時                   |   |         |   |         | I |
| I | 3) DL+SR2+FEN           | I | 1215.00 | I | -72.00  | I |
| I | 4) DL+SR2+BITV+BITH+SO1 | I | 1165.00 | I | 100.00  | I |
| I | 5A) DL+CR2+EQ1+EQ3+SO2  | I | 1660.00 | I | 249.00  | I |
| I | 5B) DL+CR2-EQ1-EQ3      | I | 1660.00 | I | -249.00 | I |
| I | 6A) DL+SR2+EQ1+EQ2+SO2  | I | 1215.00 | I | 182.25  | I |

|                     |                           |         |   |         |   |
|---------------------|---------------------------|---------|---|---------|---|
| I 6B)DL+SR2-EQ1-EQ2 | I                         | 1215.00 | I | -182.25 | I |
| I                   | (水平力方向: +.由陸向海    -.由海向陸) |         |   |         | I |

\*\*\*                      各樁尺寸,彈性係數及入土深度表

\*\*\*

|         |           |         |         |          |         |
|---------|-----------|---------|---------|----------|---------|
| NAME    | : P 1     | P 2     | P 3     | P 4      | P 5     |
| D(M)    | : 1       | 7.3     | 13.5    | 19.8     | 26      |
| H(M)    | : .4      | 3.2     | 5.9     | 8.600001 | 11.3    |
| BE.(M)  | : -13.8   | -12.4   | -11     | -9.7     | -8.3    |
| TE.(M)  | : 5       | 5       | 5       | 5        | 5       |
| LS(M)   | : 18.8    | 17.4    | 16      | 14.7     | 13.3    |
| D(CM)   | : 110     | 110     | 110     | 110      | 110     |
| T(CM)   | : 2.2     | 2.2     | 2.2     | 2.2      | 2.2     |
| A(CM^2) | : 745.1   | 745.1   | 745.1   | 745.1    | 745.1   |
| Z(CM^3) | : 19686   | 19686   | 19686   | 19686    | 19686   |
| I(CM^4) | : 1082729 | 1082729 | 1082729 | 1082729  | 1082729 |
| R(CM)   | : 38.1    | 38.1    | 38.1    | 38.1     | 38.1    |
| S       | : 1.5     | 1.5     | 1.5     | 1.5      | 1.5     |
| B(M)    | : 4.8     | 4.8     | 4.8     | 4.8      | 4.8     |
| LS+B(M) | : 23.6    | 22.2    | 20.8    | 19.5     | 18.1    |
| STF     | : 207.6   | 249.4   | 303.2   | 368      | 460.1   |
| R.L.(M) | : -28.3   | -26.9   | -25.5   | -24.2    | -22.8   |
| DL(T)   | : 33.2    | 50.4    | 50.4    | 50.4     | 33.2    |

說明:

D:樁之水平距離(M)  
 H:樁與斜面交點之高度(M)  
 BE:假想海底面之高程(M)  
 TE:棧橋頂端之高程(M)  
 LS:樁之突出長度(M)  
 D:樁徑(CM)  
 T:樁厚度(CM)  
 A:樁斷面積(CM^2)  
 Z:樁斷面係數(CM^3)  
 I:樁斷面二次矩(CM^4)  
 R:樁回轉半徑(CM)  
 S:水平地盤反力係數(KG/CM^3)  
 B:假想固定點深度(M)  
 STF:樁側方向之勁度(T/M)  
 RL:樁底之高程(M)  
 DL:樁負荷之靜重(T)

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (1A) \*\*\*

|         |          |        |        |        |        |
|---------|----------|--------|--------|--------|--------|
| H(T)    | : 24     | 24     | 24     | 24     | 24     |
| PH(T)   | : 3.1    | 3.8    | 4.6    | 5.6    | 7      |
| M(TM)   | : 36.6   | 42.2   | 47.8   | 54.6   | 63.4   |
| PX(T)   | : 9.2    | -2     | 1      | 6.3    | -14.4  |
| PY(T)   | : 268.2  | 50.4   | 50.4   | 50.4   | 268.2  |
| P(T)    | : 277.4  | 48.4   | 51.4   | 56.7   | 253.8  |
| C       | : 372.3  | 65     | 69     | 76.1   | 340.6  |
| FA      | : 1153.5 | 1184.4 | 1215.2 | 1243.9 | 1274.8 |
| B       | : 185.9  | 214.4  | 242.8  | 277.4  | 322.1  |
| FB      | : 1400   | 1400   | 1400   | 1400   | 1400   |
| FS1     | : .46    | .21    | .23    | .26    | .5     |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   |
| DEF(CM) | : 1.4    | 1.4    | 1.4    | 1.4    | 1.4    |
| RU1(T)  | : 455.9  | 455.9  | 455.9  | 455.9  | 455.9  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (1B) \*\*\*

|         |          |        |        |        |        |
|---------|----------|--------|--------|--------|--------|
| H(T)    | : -24    | -24    | -24    | -24    | -24    |
| PH(T)   | : -3.1   | -3.8   | -4.6   | -5.6   | -7     |
| M(TM)   | : -36.6  | -42.2  | -47.8  | -54.6  | -63.3  |
| PX(T)   | : -9.2   | 2      | -1     | -6.3   | 14.4   |
| PY(T)   | : 268.2  | 50.4   | 50.4   | 50.4   | 268.2  |
| P(T)    | : 259    | 52.4   | 49.4   | 44.1   | 282.6  |
| C       | : 347.6  | 70.3   | 66.3   | 59.2   | 379.3  |
| FA      | : 1153.5 | 1184.4 | 1215.2 | 1243.9 | 1274.8 |
| B       | : 185.9  | 214.4  | 242.8  | 277.4  | 321.5  |
| FB      | : 1400   | 1400   | 1400   | 1400   | 1400   |
| FS1     | : .43    | .21    | .23    | .25    | .53    |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   |
| DEF(CM) | : -1.4   | -1.4   | -1.4   | -1.4   | -1.4   |
| RU1(T)  | : 455.9  | 455.9  | 455.9  | 455.9  | 455.9  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (5A) \*\*\*

|         |           |        |        |         |        |
|---------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| H(T)    | : 66.4    | 66.4   | 66.4   | 66.4    | 66.4   |
| PH(T)   | : 8.7     | 10.4   | 12.7   | 15.4    | 19.2   |
| M(TM)   | : 102.7   | 115.4  | 132.1  | 150.2   | 173.8  |
| PX(T)   | : 25.5    | -5.8   | 2.8    | 17.1    | -39.5  |
| PY(T)   | : 268.2   | 50.4   | 50.4   | 50.4    | 268.2  |
| P(T)    | : 293.7   | 44.6   | 53.2   | 67.5    | 228.7  |
| C       | : 394.2   | 59.9   | 71.4   | 90.6    | 306.9  |
| FA      | : 1730.25 | 1776.6 | 1822.8 | 1865.85 | 1912.2 |
| B       | : 521.7   | 586.2  | 671    | 763     | 882.9  |
| FB      | : 2100    | 2100   | 2100   | 2100    | 2100   |
| FS1     | : .48     | .31    | .36    | .41     | .58    |
| CHECK1! | : O.K.    | O.K.   | O.K.   | O.K.    | O.K.   |
| DEF(CM) | : 3.9     | 3.9    | 3.9    | 3.9     | 3.9    |
| RU1(T)  | : 759.9   | 759.9  | 759.9  | 759.9   | 759.9  |
| CHECK2! | : O.K.    | O.K.   | O.K.   | O.K.    | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (5B) \*\*\*

|       |          |        |        |        |        |
|-------|----------|--------|--------|--------|--------|
| H(T)  | : -66.4  | -66.4  | -66.4  | -66.4  | -66.4  |
| PH(T) | : -8.7   | -10.4  | -12.7  | -15.4  | -19.2  |
| M(TM) | : -102.7 | -115.4 | -132.1 | -150.1 | -173.8 |

|         |           |        |        |         |        |
|---------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| PX(T)   | : -25.5   | 5.8    | -2.8   | -17.1   | 39.5   |
| PY(T)   | : 268.2   | 50.4   | 50.4   | 50.4    | 268.2  |
| P(T)    | : 242.7   | 56.2   | 47.6   | 33.3    | 307.7  |
| C       | : 325.7   | 75.4   | 63.9   | 44.7    | 413    |
| FA      | : 1730.25 | 1776.6 | 1822.8 | 1865.85 | 1912.2 |
| B       | : 521.7   | 586.2  | 671    | 762.5   | 882.9  |
| FB      | : 2100    | 2100   | 2100   | 2100    | 2100   |
| FS1     | : .44     | .32    | .35    | .39     | .64    |
| CHECK1! | : O.K.    | O.K.   | O.K.   | O.K.    | O.K.   |
| DEF(CM) | : -3.9    | -3.9   | -3.9   | -3.9    | -3.9   |
| RU1(T)  | : 759.9   | 759.9  | 759.9  | 759.9   | 759.9  |
| CHECK2! | : O.K.    | O.K.   | O.K.   | O.K.    | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (2) \*\*\*

|         |          |        |        |        |        |
|---------|----------|--------|--------|--------|--------|
| H(T)    | : 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| PH(T)   | : 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| M(TM)   | : 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| PX(T)   | : 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| PY(T)   | : 33.2   | 33.2   | 100.8  | 100.8  | 33.2   |
| P(T)    | : 33.2   | 33.2   | 100.8  | 100.8  | 33.2   |
| C       | : 44.6   | 44.6   | 135.3  | 135.3  | 44.6   |
| FA      | : 1153.5 | 1184.4 | 1215.2 | 1243.9 | 1274.8 |
| B       | : 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| FB      | : 1400   | 1400   | 1400   | 1400   | 1400   |
| FS1     | : .04    | .04    | .11    | .11    | .03    |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   |
| DEF(CM) | : 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| RU1(T)  | : 455.9  | 455.9  | 455.9  | 455.9  | 455.9  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (6A) \*\*\*

|         |           |        |        |         |        |
|---------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| H(T)    | : 48.6    | 48.6   | 48.6   | 48.6    | 48.6   |
| PH(T)   | : 6.4     | 7.6    | 9.3    | 11.3    | 14.1   |
| M(TM)   | : 75.5    | 84.4   | 96.7   | 110.2   | 127.6  |
| PX(T)   | : 18.7    | -4.3   | 2      | 12.6    | -29    |
| PY(T)   | : 24.9    | 75.6   | 75.6   | 75.6    | 24.9   |
| P(T)    | : 43.6    | 71.3   | 77.6   | 88.2    | -4.1   |
| C       | : 58.5    | 95.7   | 104.1  | 118.4   | -5.5   |
| FA      | : 1730.25 | 1776.6 | 1822.8 | 1865.85 | 1912.2 |
| B       | : 383.5   | 428.7  | 491.2  | 559.8   | 648.2  |
| FB      | : 2100    | 2100   | 2100   | 2100    | 2100   |
| FS1     | : .22     | .26    | .29    | .33     | .31    |
| CHECK1! | : O.K.    | O.K.   | O.K.   | O.K.    | O.K.   |
| DEF(CM) | : 2.9     | 2.9    | 2.9    | 2.9     | 2.9    |
| RU1(T)  | : 759.9   | 759.9  | 759.9  | 759.9   | 759.9  |
| CHECK2! | : O.K.    | O.K.   | O.K.   | O.K.    | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (6B) \*\*\*

|       |           |        |        |         |        |
|-------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| H(T)  | : -48.6   | -48.6  | -48.6  | -48.6   | -48.6  |
| PH(T) | : -6.4    | -7.6   | -9.3   | -11.3   | -14.1  |
| M(TM) | : -75.5   | -84.4  | -96.7  | -110.2  | -127.6 |
| PX(T) | : -18.7   | 4.3    | -2     | -12.6   | 29     |
| PY(T) | : 24.9    | 75.6   | 75.6   | 75.6    | 24.9   |
| P(T)  | : 6.2     | 79.9   | 73.6   | 63      | 53.9   |
| C     | : 8.3     | 107.2  | 98.8   | 84.6    | 72.3   |
| FA    | : 1730.25 | 1776.6 | 1822.8 | 1865.85 | 1912.2 |
| B     | : 383.5   | 428.7  | 491.2  | 559.8   | 648.2  |

|         |         |       |       |       |       |
|---------|---------|-------|-------|-------|-------|
| FB      | : 2100  | 2100  | 2100  | 2100  | 2100  |
| FS1     | : .19   | .26   | .29   | .31   | .35   |
| CHECK1! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| DEF(CM) | : -2.9  | -2.9  | -2.9  | -2.9  | -2.9  |
| RU1(T)  | : 759.9 | 759.9 | 759.9 | 759.9 | 759.9 |
| CHECK2! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

說明：

H:作用水平力 (T)  
 PH:樁之作用水平力 (T)  
 M:樁頭彎矩 (T-M)  
 PX:水平力產生之樁軸力 (T)  
 PY:垂直力產生之樁軸力 (T)  
 P:樁軸力 (T)  
 C:樁之軸壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FA:樁之容許壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 B:樁之彎曲應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FB:樁之容許彎曲壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FS1:樁應力之安全係數  
 CHECK1:樁應力之檢核  
 DEF:水平變位 (CM)  
 RU1:樁之承載力 (T)  
 CHECK2:樁之承載力檢核

| ***    | 各種荷重組合下樁之最大荷重 (3) |     |     |     |     | *** |
|--------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | P1                | P2  | P3  | P4  | P5  |     |
| (1)常時  |                   |     |     |     |     |     |
| 軸力     | 277               | 52  | 51  | 57  | 283 |     |
| 彎矩     | 37                | 42  | 48  | 55  | 63  |     |
| (1)異常時 |                   |     |     |     |     |     |
| 軸力     | 294               | 56  | 53  | 68  | 308 |     |
| 彎矩     | 103               | 115 | 132 | 150 | 174 |     |

\*\*\*\*\*  
 \* 結 束 ! \*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* 直 樁 棧 橋 碼 頭 之 基 本 設 計 \*  
 \* CASE :4 \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\* 設計荷重表 \*\*\*

| I 種 類                     | I 鉛 直 力  | I 水 平 力  | I |
|---------------------------|----------|----------|---|
| I 1) FENDER FORCE         | I        | I 72.00  | I |
| I 2) BITT FORCE           | I 50.00  | I 100.00 | I |
| I 3A) CRANE LOAD (NOR)    | I 850.00 | I 90.00  | I |
| I 3B) CRANE LOAD (EQA)    | I 850.00 | I 127.50 | I |
| I 4A) SUR LOAD (NOR)      | I 810.00 | I        | I |
| I 4B) SUR LOAD (UNNOR)    | I 405.00 | I        | I |
| I 4C) SUR LOAD (EQA)      | I 405.00 | I 60.75  | I |
| I 5A) DEAD LOAD (NOR, UN) | I 810.00 | I        | I |
| I 5B) DEAD LOAD (EQA)     | I 810.00 | I 121.50 | I |
| I 6A) SOIL PRE. (NOR)     | I        | I 0.00   | I |
| I 6B) SOIL PRE. (EQA)     | I        | I 0.00   | I |

\*\*\* 設計荷重組合表 \*\*\*

| I 荷重組合                    | I 鉛 直 力   | I 水 平 力   | I |
|---------------------------|-----------|-----------|---|
| I 常 時                     |           |           | I |
| I 1A) DL+CRV1+CRH1+SO1    | I 1660.00 | I 90.00   | I |
| I 1B) DL+CRV1-CRH1        | I 1660.00 | I -90.00  | I |
| I 2) DL+SR1+SO1           | I 1620.00 | I 0.00    | I |
| I 異 常 時                   |           |           | I |
| I 3) DL+SR2+FEN           | I 1215.00 | I -72.00  | I |
| I 4) DL+SR2+BITV+BITH+SO1 | I 1165.00 | I 100.00  | I |
| I 5A) DL+CR2+EQ1+EQ3+SO2  | I 1660.00 | I 249.00  | I |
| I 5B) DL+CR2-EQ1-EQ3      | I 1660.00 | I -249.00 | I |
| I 6A) DL+SR2+EQ1+EQ2+SO2  | I 1215.00 | I 182.25  | I |

|                          |   |         |   |         |   |
|--------------------------|---|---------|---|---------|---|
| I 6B)DL+SR2-EQ1-EQ2      | I | 1215.00 | I | -182.25 | I |
| I (水平力方向: +.由陸向海 -.由海向陸) |   |         |   |         | I |

\*\*\* 各樁尺寸,彈性係數及入土深度表 \*\*\*

| NAME    | P 1    | P 2    | P 3    | P 4      | P 5    |
|---------|--------|--------|--------|----------|--------|
| D(M)    | 1      | 7.3    | 13.5   | 19.8     | 26     |
| H(M)    | .4     | 3.2    | 5.9    | 8.600001 | 11.3   |
| BE.(M)  | -13.8  | -12.4  | -11    | -9.7     | -8.3   |
| TE.(M)  | 5      | 5      | 5      | 5        | 5      |
| LS(M)   | 18.8   | 17.4   | 16     | 14.7     | 13.3   |
| D(CM)   | 91.4   | 91.4   | 91.4   | 91.4     | 91.4   |
| T(CM)   | 1.8    | 1.8    | 1.8    | 1.8      | 1.8    |
| A(CM^2) | 506.9  | 506.9  | 506.9  | 506.9    | 506.9  |
| Z(CM^3) | 11141  | 11141  | 11141  | 11141    | 11141  |
| I(CM^4) | 509346 | 509346 | 509346 | 509346   | 509346 |
| R(CM)   | 31.7   | 31.7   | 31.7   | 31.7     | 31.7   |
| S       | 1.5    | 1.5    | 1.5    | 1.5      | 1.5    |
| B(M)    | 4.2    | 4.2    | 4.2    | 4.2      | 4.2    |
| LS+B(M) | 23     | 21.6   | 20.2   | 18.9     | 17.5   |
| STF     | 211    | 127.4  | 155.7  | 190.1    | 479    |
| R.L.(M) | -26.4  | -25    | -23.6  | -22.3    | -20.9  |
| DL(T)   | 33.2   | 50.4   | 50.4   | 50.4     | 33.2   |

說明:

D:樁之水平距離(M)  
 H:樁與斜面交點之高度(M)  
 BE:假想海底面之高程(M)  
 TE:棧橋頂端之高程(M)  
 LS:樁之突出長度(M)  
 D:樁徑(CM)  
 T:樁厚度(CM)  
 A:樁斷面積(CM^2)  
 Z:樁斷面係數(CM^3)  
 I:樁斷面二次矩(CM^4)  
 R:樁回轉半徑(CM)  
 S:水平地盤反力係數(KG/CM^3)  
 B:假想固定點深度(M)  
 STF:樁側方向之勁度(T/M)  
 RL:樁底之高程(M)  
 DL:樁負荷之靜重(T)

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (1A) \*\*\*

|         |          |        |       |        |        |
|---------|----------|--------|-------|--------|--------|
| H(T)    | : 24     | 24     | 24    | 24     | 24     |
| PH(T)   | : 2.2    | 2.6    | 3.2   | 3.9    | 4.95   |
| M(TM)   | : 25.3   | 28.1   | 32.3  | 36.9   | 43.3   |
| PX(T)   | : 5.1    | -1.5   | .7    | 4.3    | -8.3   |
| PY(T)   | : 134.1  | 50.4   | 50.4  | 50.4   | 134.1  |
| P(T)    | : 139.2  | 48.9   | 51.1  | 54.7   | 125.8  |
| C       | : 274.6  | 96.5   | 100.8 | 107.9  | 248.2  |
| FA      | : 1069.8 | 1106.9 | 1144  | 1178.5 | 1215.6 |
| B       | : 227.1  | 252.2  | 289.9 | 331.2  | 388.7  |
| FB      | : 1400   | 1400   | 1400  | 1400   | 1400   |
| FS1     | : .42    | .27    | .3    | .33    | .48    |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   |
| DEF(CM) | : 1.9    | 1.9    | 1.9   | 1.9    | 1.9    |
| RU1(T)  | : 314.8  | 314.8  | 314.8 | 314.8  | 314.8  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (1B) \*\*\*

|         |          |        |       |        |        |
|---------|----------|--------|-------|--------|--------|
| H(T)    | : -24    | -24    | -24   | -24    | -24    |
| PH(T)   | : -2.2   | -2.6   | -3.2  | -3.9   | -4.95  |
| M(TM)   | : -25.3  | -28.1  | -32.3 | -36.9  | -43.3  |
| PX(T)   | : -5.1   | 1.5    | -.7   | -4.3   | 8.3    |
| PY(T)   | : 134.1  | 50.4   | 50.4  | 50.4   | 134.1  |
| P(T)    | : 129    | 51.9   | 49.7  | 46.1   | 142.4  |
| C       | : 254.5  | 102.4  | 98    | 90.9   | 280.9  |
| FA      | : 1069.8 | 1106.9 | 1144  | 1178.5 | 1215.6 |
| B       | : 227.1  | 252.2  | 289.9 | 331.2  | 388.7  |
| FB      | : 1400   | 1400   | 1400  | 1400   | 1400   |
| FS1     | : .4     | .27    | .29   | .31    | .51    |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   |
| DEF(CM) | : -1.9   | -1.9   | -1.9  | -1.9   | -1.9   |
| RU1(T)  | : 314.8  | 314.8  | 314.8 | 314.8  | 314.8  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (5A) \*\*\*

|         |          |         |          |         |        |
|---------|----------|---------|----------|---------|--------|
| H(T)    | : 66.4   | 66.4    | 66.4     | 66.4    | 66.4   |
| PH(T)   | : 6      | 7.3     | 8.899999 | 10.9    | 13.65  |
| M(TM)   | : 69     | 78.8    | 89.9     | 103     | 119.45 |
| PX(T)   | : 14.1   | -3.8    | 1.9      | 11.8    | -23    |
| PY(T)   | : 134.1  | 50.4    | 50.4     | 50.4    | 134.1  |
| P(T)    | : 148.2  | 46.6    | 52.3     | 62.2    | 111.1  |
| C       | : 292.4  | 91.9    | 103.2    | 122.7   | 219.2  |
| FA      | : 1604.7 | 1660.35 | 1716     | 1767.75 | 1823.4 |
| B       | : 619.3  | 707.3   | 806.9    | 924.5   | 1072.2 |
| FB      | : 2100   | 2100    | 2100     | 2100    | 2100   |
| FS1     | : .48    | .39     | .44      | .51     | .63    |
| CHECK1! | : O.K.   | O.K.    | O.K.     | O.K.    | O.K.   |
| DEF(CM) | : 5.4    | 5.4     | 5.4      | 5.4     | 5.4    |
| RU1(T)  | : 524.6  | 524.6   | 524.6    | 524.6   | 524.6  |
| CHECK2! | : O.K.   | O.K.    | O.K.     | O.K.    | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (5B) \*\*\*

|       |         |       |           |       |         |
|-------|---------|-------|-----------|-------|---------|
| H(T)  | : -66.4 | -66.4 | -66.4     | -66.4 | -66.4   |
| PH(T) | : -6    | -7.3  | -8.899999 | -10.9 | -13.65  |
| M(TM) | : -69   | -78.8 | -89.9     | -103  | -119.45 |

|          |          |         |       |         |        |
|----------|----------|---------|-------|---------|--------|
| PX(T)    | :-14.1   | 3.8     | -1.9  | -11.8   | 23     |
| PY(T)    | : 134.1  | 50.4    | 50.4  | 50.4    | 134.1  |
| P(T)     | : 120    | 54.2    | 48.5  | 38.6    | 157.1  |
| C        | : 236.7  | 106.9   | 95.7  | 76.1    | 309.9  |
| FA       | : 1604.7 | 1660.35 | 1716  | 1767.75 | 1823.4 |
| B        | : 619.3  | 707.3   | 806.9 | 924.5   | 1072.2 |
| FB       | : 2100   | 2100    | 2100  | 2100    | 2100   |
| FS1      | : .44    | .4      | .44   | .48     | .68    |
| CHECK1!: | O.K.     | O.K.    | O.K.  | O.K.    | O.K.   |
| DEF(CM): | -5.4     | -5.4    | -5.4  | -5.4    | -5.4   |
| RU1(T)   | : 524.6  | 524.6   | 524.6 | 524.6   | 524.6  |
| CHECK2!: | O.K.     | O.K.    | O.K.  | O.K.    | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承载力檢核表 (2) \*\*\*

|          |          |        |       |        |        |
|----------|----------|--------|-------|--------|--------|
| H(T)     | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0      |
| PH(T)    | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0      |
| M(TM)    | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0      |
| PX(T)    | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0      |
| PY(T)    | : 33.2   | 33.2   | 100.8 | 100.8  | 33     |
| P(T)     | : 33.2   | 33.2   | 100.8 | 100.8  | 33     |
| C        | : 65.5   | 65.5   | 198.9 | 198.9  | 65.1   |
| FA       | : 1069.8 | 1106.9 | 1144  | 1178.5 | 1215.6 |
| B        | : 0      | 0      | 0     | 0      | 0      |
| FB       | : 1400   | 1400   | 1400  | 1400   | 1400   |
| FS1      | : .06    | .06    | .17   | .17    | .05    |
| CHECK1!: | O.K.     | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   |
| DEF(CM): | 0        | 0      | 0     | 0      | 0      |
| RU1(T)   | : 314.8  | 314.8  | 314.8 | 314.8  | 314.8  |
| CHECK2!: | O.K.     | O.K.   | O.K.  | O.K.   | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承载力檢核表 (6A) \*\*\*

|          |          |          |       |         |        |
|----------|----------|----------|-------|---------|--------|
| H(T)     | : 48.6   | 48.6     | 48.6  | 48.6    | 48.6   |
| PH(T)    | : 4.4    | 5.3      | 6.5   | 7.9     | 10     |
| M(TM)    | : 50.6   | 57.2     | 65.7  | 74.7    | 87.5   |
| PX(T)    | : 10.3   | -2.8     | 1.4   | 8.7     | -16.9  |
| PY(T)    | : 24.9   | 75.6     | 75.6  | 75.6    | 24.9   |
| P(T)     | : 35.2   | 72.8     | 77    | 84.3    | 8      |
| C        | : 69.4   | 143.6    | 151.9 | 166.3   | 15.8   |
| FA       | : 1604.7 | 1660.35  | 1716  | 1767.75 | 1823.4 |
| B        | : 454.2  | 513.4001 | 589.7 | 670.5   | 785.4  |
| FB       | : 2100   | 2100     | 2100  | 2100    | 2100   |
| FS1      | : .26    | .33      | .37   | .41     | .38    |
| CHECK1!: | O.K.     | O.K.     | O.K.  | O.K.    | O.K.   |
| DEF(CM): | 3.9      | 3.9      | 3.9   | 3.9     | 3.9    |
| RU1(T)   | : 524.6  | 524.6    | 524.6 | 524.6   | 524.6  |
| CHECK2!: | O.K.     | O.K.     | O.K.  | O.K.    | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承载力檢核表 (6B) \*\*\*

|       |          |          |       |         |        |
|-------|----------|----------|-------|---------|--------|
| H(T)  | :-48.6   | -48.6    | -48.6 | -48.6   | -48.6  |
| PH(T) | :-4.4    | -5.3     | -6.5  | -7.9    | -10    |
| M(TM) | :-50.6   | -57.2    | -65.6 | -74.7   | -87.5  |
| PX(T) | :-10.3   | 2.8      | -1.4  | -8.7    | 16.9   |
| PY(T) | : 24.9   | 75.6     | 75.6  | 75.6    | 24.9   |
| P(T)  | : 14.6   | 78.4     | 74.2  | 66.9    | 41.8   |
| C     | : 28.8   | 154.7    | 146.4 | 132     | 82.5   |
| FA    | : 1604.7 | 1660.35  | 1716  | 1767.75 | 1823.4 |
| B     | : 454.2  | 513.4001 | 588.8 | 670.5   | 785.4  |

|         |         |       |       |       |       |
|---------|---------|-------|-------|-------|-------|
| FB      | : 2100  | 2100  | 2100  | 2100  | 2100  |
| FS1     | : .23   | .34   | .37   | .39   | .42   |
| CHECK1! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| DEF(CM) | : -3.9  | -3.9  | -3.9  | -3.9  | -3.9  |
| RU1(T)  | : 524.6 | 524.6 | 524.6 | 524.6 | 524.6 |
| CHECK2! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

說明：

H:作用水平力 (T)  
 PH:樁之作用水平力 (T)  
 M:樁頭彎矩 (T-M)  
 PX:水平力產生之樁軸力 (T)  
 PY:垂直力產生之樁軸力 (T)  
 P:樁軸力 (T)  
 C:樁之軸壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FA:樁之容許壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 B:樁之彎曲應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FB:樁之容許彎曲壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FS1:樁應力之安全係數  
 CHECK1:樁應力之檢核  
 DEF:水平變位 (CM)  
 RU1:樁之承載力 (T)  
 CHECK2:樁之承載力檢核

| ***     | 各種荷重組合下樁之最大荷重 (4) |     |    |    | *** |     |     |
|---------|-------------------|-----|----|----|-----|-----|-----|
|         | P1                | P2  | P3 | P4 | P5  | P6  | P7  |
| (1) 常時  |                   |     |    |    |     |     |     |
| 軸力      | 139               | 139 | 52 | 51 | 54  | 142 | 142 |
| 彎矩      | 25                | 25  | 28 | 32 | 37  | 43  | 43  |
| (1) 異常時 |                   |     |    |    |     |     |     |
| 軸力      | 148               | 148 | 54 | 52 | 62  | 157 | 157 |
| 彎矩      | 69                | 69  | 79 | 90 | 103 | 119 | 119 |

\*\*\*\*\*  
 \* 結 束 ! \*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
 \* 斜 樁 棧 橋 碼 頭 之 基 本 設 計 \*  
 \* CASE :5 \*  
 \* \*\*\*\*\*

\*\*\* 設計荷重表 \*\*\*

| I | 種 類                     | I | 鉛 直 力  | I | 水 平 力  | I |
|---|-------------------------|---|--------|---|--------|---|
| I | 1) FENDER FORCE         | I |        | I | 72.00  | I |
| I | 2) BITT FORCE           | I | 50.00  | I | 100.00 | I |
| I | 3A) CRANE LOAD (NOR)    | I | 850.00 | I | 90.00  | I |
| I | 3B) CRANE LOAD (EQA)    | I | 850.00 | I | 127.50 | I |
| I | 4A) SUR LOAD (NOR)      | I | 810.00 | I |        | I |
| I | 4B) SUR LOAD (UNNOR)    | I | 405.00 | I |        | I |
| I | 4C) SUR LOAD (EQA)      | I | 405.00 | I | 60.75  | I |
| I | 5A) DEAD LOAD (NOR, UN) | I | 810.00 | I |        | I |
| I | 5B) DEAD LOAD (EQA)     | I | 810.00 | I | 121.50 | I |
| I | 6A) SOIL PRE. (NOR)     | I |        | I | 0.00   | I |
| I | 6B) SOIL PRE. (EQA)     | I |        | I | 0.00   | I |

\*\*\* 設計荷重組合表 \*\*\*

| I | 荷重組合                    | I | 鉛 直 力   | I | 水 平 力   | I |
|---|-------------------------|---|---------|---|---------|---|
| I | 常 時                     |   |         |   |         | I |
| I | 1A) DL+CRV1+CRH1+SO1    | I | 1660.00 | I | 90.00   | I |
| I | 1B) DL+CRV1-CRH1        | I | 1660.00 | I | -90.00  | I |
| I | 2) DL+SR1+SO1           | I | 1620.00 | I | 0.00    | I |
| I | 異 常 時                   |   |         |   |         | I |
| I | 3) DL+SR2+FEN           | I | 1215.00 | I | -72.00  | I |
| I | 4) DL+SR2+BITV+BITH+SO1 | I | 1165.00 | I | 100.00  | I |
| I | 5A) DL+CR2+EQ1+EQ3+SO2  | I | 1660.00 | I | 249.00  | I |
| I | 5B) DL+CR2-EQ1-EQ3      | I | 1660.00 | I | -249.00 | I |
| I | 6A) DL+SR2+EQ1+EQ2+SO2  | I | 1215.00 | I | 182.25  | I |

|                      |                           |         |   |         |   |
|----------------------|---------------------------|---------|---|---------|---|
| I 6B) DL+SR2-EQ1-EQ2 | I                         | 1215.00 | I | -182.25 | I |
| I                    | (水平力方向: +.由陸向海    -.由海向陸) |         |   |         | I |

\*\*\* 各樁尺寸,彈性係數及入土深度表

\*\*\*

| NAME    | : P 1    | P 2    | P 3    | P 4    | P 5    | P 6       | P 7    | P 8    |
|---------|----------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|
| IND.    | : 2      | 2      | 1      | 1      | 1      | 1         | 2      | 2      |
| BX(M)   | : 1      | 1      | 6      | 11     | 16     | 21        | 26     | 26     |
| BZ(M)   | : 5      | 5      | 5      | 5      | 5      | 5         | 5      | 5      |
| PAN(M)  | : .25    | -.25   | 0      | 0      | 0      | 0         | .25    | -.25   |
| CX(M)   | : -4     | 5.5    | 6      | 11     | 16     | 21        | 22.4   | 29.2   |
| CZ(M)   | : -14.8  | -12.9  | -12.8  | -11.7  | -10.7  | -9.600001 | -9.3   | -7.9   |
| PL(M)   | : 20.4   | 18.5   | 17.8   | 16.7   | 15.7   | 14.6      | 14.7   | 13.3   |
| D(CM)   | : 80     | 80     | 80     | 80     | 80     | 80        | 80     | 80     |
| T(CM)   | : 1.2    | 1.2    | 1.2    | 1.2    | 1.2    | 1.2       | 1.2    | 1.2    |
| A(CM^2) | : 297.1  | 297.1  | 297.1  | 297.1  | 297.1  | 297.1     | 297.1  | 297.1  |
| Z(CM^3) | : 5766   | 5766   | 5766   | 5766   | 5766   | 5766      | 5766   | 5766   |
| I(CM^4) | : 230633 | 230633 | 230633 | 230633 | 230633 | 230633    | 230633 | 230633 |
| R(CM)   | : 27.9   | 27.9   | 27.9   | 27.9   | 27.9   | 27.9      | 27.9   | 27.9   |
| S       | : 1.5    | 1.5    | 1.5    | 1.5    | 1.5    | 1.5       | 1.5    | 1.5    |
| C(T/M)  | : 3773.8 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0         | 5242.9 | 0      |
| R.L.(M) | : 31.1   | 29.2   | 28.5   | 27.4   | 26.4   | 25.3      | 25.4   | 24     |

說明:

IND: 1.直樁 2.斜樁  
 BX: 樁頂之水平距離 (M)  
 BZ: 樁頂之高程 (M)  
 PAN: 樁之斜率  
 CX: 樁與斜面交點之水平距離 (M)  
 CZ: 樁與斜面交點之高程 (M)  
 PL: 樁之全長 (M)  
 D: 樁徑 (CM)  
 T: 樁厚度 (CM)  
 A: 樁斷面積 (CM^2)  
 Z: 樁斷面係數 (CM^3)  
 I: 樁斷面二次矩 (CM^4)  
 R: 樁回轉半徑 (CM)  
 S: 水平地盤反力係數 (KG/CM^3)  
 C: 斜樁之勁度 (T/M)  
 RL: 樁之總長 (M)

| *** 各樁應力及承載力檢核表 (1A) *** |         |       |       | ***   |       |       |       |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H(T)                     | : 24    | 24    | 24    | 24    | 24    | 24    | 24    |
| AH(T)                    | : 10    | 0     | 0     | 0     | 0     | 14    | 0     |
| AV(T)                    | : 263   | 0     | 40    | 40    | 40    | 263   | 0     |
| R(T)                     | : 156.2 | 114.9 | 40    | 40    | 40    | 164.4 | 106.7 |
| C                        | : 525.7 | 386.7 | 134.6 | 134.6 | 134.6 | 553.3 | 359.1 |
| FA                       | : 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   |
| FS1                      | : .58   | .43   | .15   | .15   | .15   | .61   | .4    |
| CHECK1!:                 | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)                   | : 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 |
| CHECK2!:                 | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

| *** 各樁應力及承載力檢核表 (1B) *** |         |       |       | ***   |       |       |       |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H(T)                     | : -24   | -24   | -24   | -24   | -24   | -24   | -24   |
| AH(T)                    | : -10   | 0     | 0     | 0     | 0     | -14   | 0     |
| AV(T)                    | : 263   | 0     | 40    | 40    | 40    | 263   | 0     |
| R(T)                     | : 114.9 | 156.2 | 40    | 40    | 40    | 106.7 | 164.4 |
| C                        | : 386.7 | 525.7 | 134.6 | 134.6 | 134.6 | 359.1 | 553.3 |
| FA                       | : 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   |
| FS1                      | : .43   | .58   | .15   | .15   | .15   | .4    | .61   |
| CHECK1!:                 | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)                   | : 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 |
| CHECK2!:                 | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

| *** 各樁應力及承載力檢核表 (5A) *** |         |       |       | ***   |       |       |       |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H(T)                     | : 66.4  | 66.4  | 66.4  | 66.4  | 66.4  | 66.4  | 66.4  |
| AH(T)                    | : 27.8  | 0     | 0     | 0     | 0     | 38.6  | 0     |
| AV(T)                    | : 263   | 0     | 40    | 40    | 40    | 263   | 0     |
| R(T)                     | : 192.9 | 78.2  | 40    | 40    | 40    | 215.1 | 56    |
| C                        | : 649.3 | 263.2 | 134.6 | 134.6 | 134.6 | 724   | 188.5 |
| FA                       | : 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  |

|          |         |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| FS1      | : .48   | .19   | .1    | .1    | .1    | .1    | .54   | .14   |
| CHECK1!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)   | : 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 |
| CHECK2!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

\*\*\* 各樁應力及承载力檢核表 (5B) \*\*\*

|          |         |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H(T)     | : -66.4 | -66.4 | -66.4 | -66.4 | -66.4 | -66.4 | -66.4 | -66.4 |
| AH(T)    | : -27.8 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | -38.6 | 0     |
| AV(T)    | : 263   | 0     | 40    | 40    | 40    | 40    | 263   | 0     |
| R(T)     | : 78.2  | 192.9 | 40    | 40    | 40    | 40    | 56    | 215.1 |
| C        | : 263.2 | 649.3 | 134.6 | 134.6 | 134.6 | 134.6 | 188.5 | 724   |
| FA       | : 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  |
| FS1      | : .19   | .48   | .1    | .1    | .1    | .1    | .14   | .54   |
| CHECK1!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)   | : 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 |
| CHECK2!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

\*\*\* 各樁應力及承载力檢核表 (2) \*\*\*

|          |         |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H(T)     | : 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| AH(T)    | : 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| AV(T)    | : 56    | 0     | 80    | 80    | 80    | 80    | 56    | 0     |
| R(T)     | : 28.9  | 28.9  | 80    | 80    | 80    | 80    | 28.9  | 28.9  |
| C        | : 97.3  | 97.3  | 269.3 | 269.3 | 269.3 | 269.3 | 97.3  | 97.3  |
| FA       | : 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   |
| FS1      | : .11   | .11   | .3    | .3    | .3    | .3    | .11   | .11   |
| CHECK1!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)   | : 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 | 241.2 |
| CHECK2!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

\*\*\* 各樁應力及承载力檢核表 (6A) \*\*\*

|      |        |      |      |      |      |      |      |      |
|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| H(T) | : 48.6 | 48.6 | 48.6 | 48.6 | 48.6 | 48.6 | 48.6 | 48.6 |
|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|

|               |         |       |       |       |       |       |       |        |
|---------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| AH(T)         | : 20.3  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 28.3  | 0      |
| AV(T)         | : 42    | 0     | 60    | 60    | 60    | 60    | 42    | 0      |
| R(T)          | : 63.5  | -20.2 | 60    | 60    | 60    | 60    | 80    | -36.7  |
| C             | : 213.7 | -68   | 202   | 202   | 202   | 202   | 269.3 | -123.5 |
| FA            | : 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350   |
| FS1           | : .16   | -.05  | .15   | .15   | .15   | .15   | .2    |        |
| -9.000001E-02 |         |       |       |       |       |       |       |        |
| CHECK1!:      | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.   |
| RU1(T)        | : 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9  |
| CHECK2!:      | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.   |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (6B) \*\*\*

|          |         |       |       |       |       |       |               |       |
|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|
| H(T)     | :-48.6  | -48.6 | -48.6 | -48.6 | -48.6 | -48.6 | -48.6         | -48.6 |
| AH(T)    | :-20.3  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | -28.3         | 0     |
| AV(T)    | : 42    | 0     | 60    | 60    | 60    | 60    | 42            | 0     |
| R(T)     | :-20.2  | 63.5  | 60    | 60    | 60    | 60    | -36.7         | 80    |
| C        | :-68    | 213.7 | 202   | 202   | 202   | 202   | -123.5        | 269.3 |
| FA       | : 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350          | 1350  |
| FS1      | :-.05   | .16   | .15   | .15   | .15   | .15   | -9.000001E-02 | .2    |
| CHECK1!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.          | O.K.  |
| RU1(T)   | : 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9 | 401.9         | 401.9 |
| CHECK2!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.          | O.K.  |

說明:

H:作用水平力 (T)  
 AH:樁之水平作用力 (T)  
 AV:樁之垂直作用力 (T)  
 R:樁軸力 (T)  
 C:樁之軸壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FA:樁之容許壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FS1:樁應力之安全係數  
 CHECK1:樁應力之檢核  
 RU1:樁之承載力 (T)  
 CHECK2:樁之承載力檢核

| *** 各種荷重組合下樁之最大荷重 (5) |     | *** |    |    |    |    |     |     |
|-----------------------|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|
|                       | P1  | P2  | P3 | P4 | P5 | P6 | P7  | P8  |
| (1) 常時軸力              | 156 | 156 | 80 | 80 | 80 | 80 | 164 | 164 |
| 彎矩                    | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   |
| (1) 異常時軸力             | 193 | 193 | 60 | 60 | 60 | 60 | 215 | 215 |
| 彎矩                    | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  |     |     |

\*\*\*\*\*  
 \* 結 束 ! \*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*  
\* 斜 樁 棧 橋 碼 頭 之 基 本 設 計 \*  
\* CASE : 6 \*  
\*  
\*\*\*\*\*

\*\*\* 設計荷重表 \*\*\*

| I | 種 類                     | I | 鉛 直 力  | I | 水 平 力  | I |
|---|-------------------------|---|--------|---|--------|---|
| I | 1) FENDER FORCE         | I |        | I | 72.00  | I |
| I | 2) BITT FORCE           | I | 50.00  | I | 100.00 | I |
| I | 3A) CRANE LOAD (NOR)    | I | 850.00 | I | 90.00  | I |
| I | 3B) CRANE LOAD (EQA)    | I | 850.00 | I | 127.50 | I |
| I | 4A) SUR LOAD (NOR)      | I | 810.00 | I |        | I |
| I | 4B) SUR LOAD (UNNOR)    | I | 405.00 | I |        | I |
| I | 4C) SUR LOAD (EQA)      | I | 405.00 | I | 60.75  | I |
| I | 5A) DEAD LOAD (NOR, UN) | I | 810.00 | I |        | I |
| I | 5B) DEAD LOAD (EQA)     | I | 810.00 | I | 121.50 | I |
| I | 6A) SOIL PRE. (NOR)     | I |        | I | 0.00   | I |
| I | 6B) SOIL PRE. (EQA)     | I |        | I | 0.00   | I |

\*\*\* 設計荷重組合表 \*\*\*

| I | 荷重組合                    | I | 鉛 直 力   | I | 水 平 力   | I |
|---|-------------------------|---|---------|---|---------|---|
| I | 常 時                     |   |         |   |         | I |
| I | 1A) DL+CRV1+CRH1+SO1    | I | 1660.00 | I | 90.00   | I |
| I | 1A) DL+CRV1-CRH1        | I | 1660.00 | I | -90.00  | I |
| I | 2) DL+SR1+SO1           | I | 1620.00 | I | 0.00    | I |
| I | 異 常 時                   |   |         |   |         | I |
| I | 3) DL+SR2+FEN           | I | 1215.00 | I | -72.00  | I |
| I | 4) DL+SR2+BITV+BITH+SO1 | I | 1165.00 | I | 100.00  | I |
| I | 5A) DL+CR2+EQ1+EQ3+SO2  | I | 1660.00 | I | 249.00  | I |
| I | 5B) DL+CR2-EQ1-EQ3      | I | 1660.00 | I | -249.00 | I |
| I | 6A) DL+SR2+EQ1+EQ2+SO2  | I | 1215.00 | I | 182.25  | I |

I 6A)DL+SR2-EQ1-EQ2 I 1215.00 I -182.25 I  
 I (水平力方向: +.由陸向海 -.由海向陸) I

\*\*\* 各樁尺寸,彈性係數及入土深度表

| NAME    | P 1                | P 2    | P 3    | P 4    | P 5    | P 6       | P 7       | P 8    |
|---------|--------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|--------|
| IND.    | 1                  | 1      | 1      | 2      | 2      | 1         | 1         | 1      |
| BX(M)   | 1                  | 2.5    | 7.3    | 13.5   | 13.5   | 19.8      | 24.5      | 26     |
| BZ(M)   | 5                  | 5      | 5      | 5      | 5      | 5         | 5         | 5      |
| PAN(M)  | 0                  | 0      | 0      | .25    | -.25   | 0         | 0         | 0      |
| CX(M)   | 1                  | 2.5    | 7.3    | 9.2    | 17.3   | 19.8      | 24.5      | 26     |
| CZ(M)   | -13.8<br>-8.600001 | -13.5  | -12.5  | -12.1  | -10.4  | -9.899999 | -8.899999 |        |
| PL(M)   | 18.8               | 18.5   | 17.5   | 17.6   | 15.9   | 14.9      | 13.9      | 13.6   |
| D(CM)   | 70                 | 70     | 70     | 70     | 70     | 70        | 70        | 70     |
| T(CM)   | 1.2                | 1.2    | 1.2    | 1.2    | 1.2    | 1.2       | 1.2       | 1.2    |
| A(CM^2) | 259.4              | 259.4  | 259.4  | 259.4  | 259.4  | 259.4     | 259.4     | 259.4  |
| Z(CM^3) | 4386               | 4386   | 4386   | 4386   | 4386   | 4386      | 4386      | 4386   |
| I(CM^4) | 153511             | 153511 | 153511 | 153511 | 153511 | 153511    | 153511    | 153511 |
| R(CM)   | 24.3               | 24.3   | 24.3   | 24.3   | 24.3   | 24.3      | 24.3      | 24.3   |
| S       | 1.5                | 1.5    | 1.5    | 1.5    | 1.5    | 1.5       | 1.5       | 1.5    |
| C(T/M)  | 0                  | 0      | 0      | 3826.1 | 0      | 0         | 0         | 0      |
| R.L.(M) | 28.8               | 28.5   | 27.5   | 27.6   | 25.9   | 24.9      | 23.9      | 23.6   |

說明:

IND:1.直樁 2.斜樁  
 BX:樁頂之水平距離(M)  
 BZ:樁頂之高程(M)  
 PAN:樁之斜率  
 CX:樁與斜面交點之水平距離(M)  
 CZ:樁與斜面交點之高程(M)  
 PL:樁之全長(M)  
 D:樁徑(CM)  
 T:樁厚度(CM)  
 A:樁斷面積(CM^2)  
 Z:樁斷面係數(CM^3)  
 I:樁斷面二次矩(CM^4)  
 R:樁回轉半徑(CM)  
 S:水平地盤反力係數(KG/CM^3)  
 C:斜樁之勁度(T/M)  
 RL:樁之總長(M)

| *** 各樁應力及承載力檢核表 (1A) *** |         |       |       | ***   |       |       |       |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H(T)                     | : 24    | 24    | 24    | 24    | 24    | 24    | 24    |
| AH(T)                    | : 0     | 0     | 0     | 24    | 0     | 0     | 0     |
| AV(T)                    | : 134.1 | 134.1 | 50.4  | 50.4  | 0     | 50.4  | 134.1 |
| R(T)                     | : 134.1 | 134.1 | 50.4  | 75.5  | -23.5 | 50.4  | 134.1 |
| C                        | : 517   | 517   | 194.3 | 291.1 | -90.6 | 194.3 | 517   |
| FA                       | : 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   |
| FS1                      | : .57   | .57   | .22   | .32   | -.1   | .22   | .57   |
| CHECK1!:                 | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)                   | : 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 |
| CHECK2!:                 | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

| *** 各樁應力及承載力檢核表 (1B) *** |         |       |       | ***   |       |       |       |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H(T)                     | : -24   | -24   | -24   | -24   | -24   | -24   | -24   |
| AH(T)                    | : 0     | 0     | 0     | -24   | 0     | 0     | 0     |
| AV(T)                    | : 134.1 | 134.1 | 50.4  | 50.4  | 0     | 50.4  | 134.1 |
| R(T)                     | : 134.1 | 134.1 | 50.4  | -23.5 | 75.5  | 50.4  | 134.1 |
| C                        | : 517   | 517   | 194.3 | -90.6 | 291.1 | 194.3 | 517   |
| FA                       | : 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   |
| FS1                      | : .57   | .57   | .22   | -.1   | .32   | .22   | .57   |
| CHECK1!:                 | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)                   | : 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 |
| CHECK2!:                 | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

| *** 各樁應力及承載力檢核表 (5A) *** |         |       |       | ***   |        |       |       |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| H(T)                     | : 66.4  | 66.4  | 66.4  | 66.4  | 66.4   | 66.4  | 66.4  |
| AH(T)                    | : 0     | 0     | 0     | 66.4  | 0      | 0     | 0     |
| AV(T)                    | : 134.1 | 134.1 | 50.4  | 50.4  | 0      | 50.4  | 134.1 |
| R(T)                     | : 134.1 | 134.1 | 50.4  | 162.9 | -110.9 | 50.4  | 134.1 |
| C                        | : 517   | 517   | 194.3 | 628   | -427.5 | 194.3 | 517   |
| FA                       | : 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350   | 1350  | 1350  |

|          |         |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| FS1      | : .38   | .38   | .14   | .47   | -.32  | .14   | .38   | .38   |
| CHECK1!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)   | : 307.7 | 307.7 | 307.7 | 307.7 | 307.7 | 307.7 | 307.7 | 307.7 |
| CHECK2!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (5B) \*\*\*

|          |         |       |       |        |       |       |       |       |
|----------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| H(T)     | : -66.4 | -66.4 | -66.4 | -66.4  | -66.4 | -66.4 | -66.4 | -66.4 |
| AH(T)    | : 0     | 0     | 0     | -66.4  | 0     | 0     | 0     | 0     |
| AV(T)    | : 134.1 | 134.1 | 50.4  | 50.4   | 0     | 50.4  | 134.1 | 134.1 |
| R(T)     | : 134.1 | 134.1 | 50.4  | -110.9 | 162.9 | 50.4  | 134.1 | 134.1 |
| C        | : 517   | 517   | 194.3 | -427.5 | 628   | 194.3 | 517   | 517   |
| FA       | : 1350  | 1350  | 1350  | 1350   | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  |
| FS1      | : .38   | .38   | .14   | -.32   | .47   | .14   | .38   | .38   |
| CHECK1!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.   | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)   | : 307.7 | 307.7 | 307.7 | 307.7  | 307.7 | 307.7 | 307.7 | 307.7 |
| CHECK2!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.   | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (2) \*\*\*

|          |         |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H(T)     | : 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| AH(T)    | : 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| AV(T)    | : 33.2  | 33.2  | 100.8 | 100.8 | 0     | 100.8 | 33.2  | 33.2  |
| R(T)     | : 33.2  | 33.2  | 100.8 | 52    | 52    | 100.8 | 33.2  | 33.2  |
| C        | : 128   | 128   | 388.6 | 200.5 | 200.5 | 388.6 | 128   | 128   |
| FA       | : 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   | 900   |
| FS1      | : .14   | .14   | .43   | .22   | .22   | .43   | .14   | .14   |
| CHECK1!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)   | : 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 | 184.6 |
| CHECK2!: | O.K.    | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (6A) \*\*\*

|      |        |      |      |      |      |      |      |      |
|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| H(T) | : 48.6 | 48.6 | 48.6 | 48.6 | 48.6 | 48.6 | 48.6 | 48.6 |
|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|

|         |         |       |       |       |        |       |       |       |
|---------|---------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| AH(T)   | : 0     | 0     | 0     | 48.6  | 0      | 0     | 0     | 0     |
| AV(T)   | : 24.9  | 24.9  | 75.6  | 75.6  | 0      | 75.6  | 24.9  | 24.9  |
| R(T)    | : 24.9  | 24.9  | 75.6  | 139.2 | -61.2  | 75.6  | 24.9  | 24.9  |
| C       | : 96    | 96    | 291.4 | 536.6 | -235.9 | 291.4 | 96    | 96    |
| FA      | : 1350  | 1350  | 1350  | 1350  | 1350   | 1350  | 1350  | 1350  |
| FS1     | : .07   | .07   | .22   | .4    | -.17   | .22   | .07   | .07   |
| CHECK1! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.   | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)  | : 307.7 | 307.7 | 307.7 | 307.7 | 307.7  | 307.7 | 307.7 | 307.7 |
| CHECK2! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.   | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

\*\*\* 各樁應力及承載力檢核表 (6B) \*\*\*

|         |         |       |       |        |       |       |       |       |
|---------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| H(T)    | : -48.6 | -48.6 | -48.6 | -48.6  | -48.6 | -48.6 | -48.6 | -48.6 |
| AH(T)   | : 0     | 0     | 0     | -48.6  | 0     | 0     | 0     | 0     |
| AV(T)   | : 24.9  | 24.9  | 75.6  | 75.6   | 0     | 75.6  | 24.9  | 24.9  |
| R(T)    | : 24.9  | 24.9  | 75.6  | -61.2  | 139.2 | 75.6  | 24.9  | 24.9  |
| C       | : 96    | 96    | 291.4 | -235.9 | 536.6 | 291.4 | 96    | 96    |
| FA      | : 1350  | 1350  | 1350  | 1350   | 1350  | 1350  | 1350  | 1350  |
| FS1     | : .07   | .07   | .22   | -.17   | .4    | .22   | .07   | .07   |
| CHECK1! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.   | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |
| RU1(T)  | : 307.7 | 307.7 | 307.7 | 307.7  | 307.7 | 307.7 | 307.7 | 307.7 |
| CHECK2! | : O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.   | O.K.  | O.K.  | O.K.  | O.K.  |

說明:

H:作用水平力 (T)  
 AH:樁之水平作用力 (T)  
 AV:樁之垂直作用力 (T)  
 R:樁軸力 (T)  
 C:樁之軸壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FA:樁之容許壓應力 (KG/CM<sup>2</sup>)  
 FS1:樁應力之安全係數  
 CHECK1:樁應力之檢核  
 RU1:樁之承載力 (T)  
 CHECK2:樁之承載力檢核

| ***           | 各種荷重組合下樁之最大荷重 (6) |          |          |          |          |          |          |          | *** |
|---------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|
|               | P1                | P2       | P3       | P4       | P5       | P6       | P7       | P8       |     |
| (1)常時<br>軸力矩  | 134<br>0          | 134<br>0 | 101<br>0 | 76<br>0  | 76<br>0  | 101<br>0 | 134<br>0 | 134<br>0 |     |
| (1)異常時<br>軸力矩 | 134<br>0          | 134<br>0 | 76<br>0  | 163<br>0 | 163<br>0 | 76<br>0  | 134<br>0 | 134<br>0 |     |

\*\*\*\*\*  
 \*       結 束 !       \*  
 \*\*\*\*\*