

89-45-267

MOTC-IOT-E-B-88-007

碼頭平面配置與相關港埠設施 設計程序準則之研擬 —液體散貨碼頭部份—

著者：曾志煌、徐順憲、邱雅莉、蕭清木、陳素惠、郭柏君

交通部運輸研究所
榕聲工程顧問股份有限公司
合作辦理

中華民國八十九年八月

碼頭平面配置與相關港埠設施設計程序準則之研擬

—液體散貨碼頭部份—

著者：曾志煌、蕭清木、邱雅莉、徐順憲、陳素惠、郭柏君

出版機關：交通部運輸研究所

地址：台北市敦化北路 240 號

網址：www.iot.gov.tw

電話：(02)23496789

出版年月：中華民國八十九年八月

印刷者：萬達打字印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 170 冊

工本費：300 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496882

三民書局：台北市重慶南路一段 61 號 2 樓・電話：(02)23617511

正中書局：台北市衡陽路 20 號 3 樓・電話：(02)23821394

五南文化廣場：台中市中山路 2 號地下 1 樓・電話：(04)2260330

新進圖書廣場：彰化市光復路 177 號・電話：(04)7252792

青年書局：高雄市青年一路 141 號・電話：(07)3324910

GPN：009104890433

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：碼頭平面配置與相關港埠設施設計程序準則之研擬—液體散貨碼頭部份			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號 009104890433		運輸研究所出版品編號 89-45-267
本所主辦單位：運輸工程組 主管：曾志煌 計畫主持人：曾志煌 研究人員：邱雅莉 聯絡電話：(02)2349-6828 傳真號碼：(02)2545-0427	合作研究單位：榕聲工程顧問有限公司 計畫主持人：蕭清木 研究人員：徐順憲、陳素惠、郭柏君、蕭雲野 地址：台北市信義路四段 168 號 3 樓之 1 聯絡電話：(02)2702-4252		研究期間 自 88 年 5 月 至 89 年 5 月
關鍵詞：液體散貨碼頭、碼頭設施、碼頭配置			
<p>摘要：</p> <p>近年來政府積極獎勵民間投資港埠建設，許多石化業者積極地投入石化品專用碼頭之興建。由於石化工業相關原料與製品多少具有某種程度之危險性，相關設施在設計與規劃上必須有特殊之考量。而液體散貨除上述之石化品原料外尚包括其他危險性較低之化學品及不具危險性之動植物油脂及食品原料，其對碼頭之設施需求及安全要求亦不盡相同。本研究針對此類碼頭之相關設施需求進行規劃，並研擬碼頭設計程序與準則，以供作為日後液體散貨碼頭設計與配置之參考。</p> <p>液體散貨碼頭之配置主要分為碼頭區及貯槽區，碼頭區之設施主要為碼頭結構體、裝卸設施及消防設施；貯槽區之相關設施主要為儲槽、防液堤、場內道路、灌裝場、管理中心、消防設施、停車場、廢水滯留池等設施。相關設施配置之主要考量因素包括基地面積、載運船型、作業型態、貨種及吞吐量、消防及安全規定、所在區位之環境等。本研究亦針對上述相關配置考量因素加以說明，並以一般液體散貨碼頭為主，分析其作業能量及用地需求並提出相關設施配置之參考尺寸。</p> <p>液體散貨碼頭之設計除結構本身之安全考量外，配合裝卸特性須特別加以考量之要素包括預埋管線預留、碼頭面版載重較小、裝/卸料臂裝設、船型變化大、消防及照明設施、污染防治措施、貯槽區沉陷預防等，而重力式碼頭、板樁式碼頭、棧橋式碼頭、繫靠船台及外海卸/裝油浮筒經評估為較適合之液體散貨碼頭結構型式，本研究即針對各種碼頭結構型式研擬其設計流程及審查明細表，作為相關設計及審核之參考。</p>			
出版日期	頁數	工本費	本出版品取得方式
89 年 08 月	210	300	凡屬機密或限閱性出版品均不對外公開。一般性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費償購。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/>限閱 <input type="checkbox"/>密 <input type="checkbox"/>機密 <input type="checkbox"/>極機密 <input type="checkbox"/>絕對機密</p> <p>（解密【限】條件：<input type="checkbox"/> 年 月 日解密，<input type="checkbox"/>公布後解密，<input type="checkbox"/>附件抽存後解密， <input type="checkbox"/>工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/>另行檢討後辦理解密）</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>普通</p>			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: An Introduction to The Terminal Layouts & Design Procedure of Liquid bulk Terminal			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 009104890433	IOT SERIAL NUMBER 89-45-267	
DIVISION: Transportation Engineering DIVISION CHIEF: Tseng, James C.H. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Tseng, James C.H. PROJECT STAFF: Yali Chiu PHONE: 8862-23496828 FAX: 8862-25450427		PROJECT PERIOD FROM May 1999 TO May 2000	
RESEARCH AGENCY: James Shyu & Associates PRINCIPAL INVESTIGATOR: H.M. Hsiao PROJECT STAFF: James Shyu, S.H. Chen, B.J. Kao, U.Y. Hsiao ADDRESS: 3F-1, 168, Hsin-Yi Road Sec. 4, Taipei PHONE: 8862-27024252 FAX: 8862-27024271			
KEY WORDS: Liquid bulk Terminal, Terminal Facilities, Terminal Layout			
ABSTRACT: <p>In recent years, the government encourages the private sectors to make their investment in construction of the port facilities, and many petrochemical competitors are dedicated to the construction of the liquid bulk terminal. Liquid bulk includes not only the petrochemical raw material but also the chemical products with low danger, such as grease of the livestock and harmless raw material of food. Each kind of liquid bulk has different demand on the terminal facilities and standard of safety. The main purpose of this study is to develop a standard procedure for the layout and structure design of the liquid bulk terminal.</p> <p>The liquid bulk terminal could be divided into Apron and the tank farm. The main facilities in the Apron include wharf structure, loading/unloading facilities and fire fighting facilities, etc., and the relative facilities in the tank farm include storage tank, impounding dike, roads, filling plant, management center, fire fighting facilities, parking lots and detention pond of sewage water, etc. Base area, berthing ship, operating style, the varieties and capacity of the liquid bulk, regulations of fire fighting and environmental factors are the key factors for the layout of the liquid bulk terminal. This study focuses on the analysis of the factors mentioned above, and analyzes the annual capacity and the demand of land area for the general liquid bulk terminal. The dimensions of the general liquid bulk terminal are also proposed for the references of the planner.</p> <p>In the design of the liquid bulk terminal structures, structural safety should be the first priority and some special considerations which are the space preservation for pipeline, the loading on the wharf structure, installation of the loading/unloading arm, large variation on the berthing vessels, fire fighting and illumination requirement, prevention of environmental pollution and prevention of settlement in the storage tank zone, etc. should also be taken. After evaluation, gravity type, sheet pile, trestle type, dolphin, and mooring buoy are regarded as suitable structure types for liquid bulk terminal. The flowcharts and checklists for the design work of these five structure types of berths are given in the report as references for the design and review work.</p>			
DATE OF PUBLICATION August 2000	NUMBER OF PAGES 210	PRICE 300	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

碼頭平面配置與相關港埠設施設計程序準則之研擬

— 液體散貨碼頭部份 —

目 錄

表目錄	V
圖目錄	VII
第一章 緣起	1-1
1.1 研究緣起	1-1
1.2 研究內容	1-1
1.3 研究流程	1-3
第二章 液體散貨船船型特性分析	2-1
2.1 液體散貨之種類	2-1
2.1.1 按運輸船舶分類	2-1
2.1.2 按貨品危險性分類	2-6
2.2 液體散貨船舶尺寸分析	2-6
2.2.1 各類船舶尺寸分析	2-6
2.2.2 化學品船之運輸發展	2-10
2.2.3 各貨種代表性之船型	2-11
2.2.4 碼頭長度及水深需求	2-11
2.3 國內液體散貨之運輸現況	2-12
2.3.1 國內港埠之液體散貨碼頭	2-12
2.3.2 國內港埠之液體散貨年裝卸量	2-12
2.3.3 液體散貨單一航次裝卸量分析	2-14
2.3.4 未來國內液體散貨之運輸情形推估	2-18
第三章 液體散貨碼頭裝卸特性分析	3-1
第四章 液體散貨碼頭後線儲槽配置分析	4-1
4.1 影響儲槽配置之主要因素	4-1

4.2 儲槽之種類及說明-----	4-4
4.3 槽區內所需設置之相關設施-----	4-7
4.4 儲槽作業及配置所須依循或參考之法規-----	4-9
4.5 儲槽區之相關消防及安全規定-----	4-10
4.6 儲槽安全間距-----	4-13
4.7 儲槽區之道路配置-----	4-21
第五章液體散貨碼頭作業能量評估及用地需求-----	5-1
5.1 碼頭作業能量評估-----	5-1
5.1.1 船舶到泊狀況-----	5-1
5.1.2 前線裝卸能量-----	5-1
5.1.3 後線儲槽之週轉量-----	5-2
5.1.4 公用石化品碼頭之年卸載量評估-----	5-3
5.2 碼頭用地需求-----	5-3
第六章液體散貨碼頭之標準配置圖-----	6-1
6.1 液體散貨碼頭之諸元-----	6-1
6.2 碼頭儲槽區之諸元-----	6-2
6.3 一般液體散貨碼頭之配置圖-----	6-2
第七章液體散貨碼頭之設計要素-----	7-1
7.1 碼頭型式一般說明-----	7-1
7.2 液體散貨碼頭設計之特殊考量-----	7-6
7.3 選擇液體散貨碼頭型式之指標-----	7-14
7.4 適合作為液體散貨碼頭之結構型式分析-----	7-15
7.5 液體散貨碼頭之主要構件-----	7-19
7.6 液體散貨碼頭設計時所考量之外力-----	7-22
7.7 耐震設計規範探討-----	7-26
7.7.1 耐震設計採用之地震-----	7-26
7.7.2 現有耐震設計規範之相關規定-----	7-27

7.7.3 集集地震後相關規範之內容調整-----	7-28
7.7.4 相關規範修正後之影響及說明-----	7-29
7.8 砂質土壤液化探討-----	7-34
7.8.1 影響土壤液化之因素-----	7-35
7.8.2 地質調查-----	7-35
7.8.3 需進行液化評估之土層-----	7-36
7.8.4 砂質土壤液化潛能之評估與判定-----	7-36
7.8.5 極軟弱黏土層及沉泥層之判定-----	7-36
7.8.6 土壤液化安全係數之選擇-----	7-37
7.9 碼頭設計時之相關規範-----	7-38
7.9.1 碼頭土木設計參考規範或資料-----	7-38
7.9.2 材料規範-----	7-38
第八章液體散貨碼頭設計流程及相關考量-----	8-1
8.1 重力式碼頭-----	8-1
8.2 板樁式碼頭-----	8-6
8.3 棧橋式碼頭-----	8-8
8.3.1 直樁棧橋式碼頭-----	8-8
8.3.2 斜樁棧橋式碼頭-----	8-11
8.4 繫、靠船台-----	8-12
8.5 外海卸/裝油浮筒-----	8-16
8.6 附屬設施-----	8-20
第九章液體散貨碼頭設計之審查明細表研擬-----	9-1
第十章結論與建議-----	10-1
10.1 結論-----	10-1
10.2 建議-----	10-4
附錄一 參考文獻	
附錄二 期中報告專家學者審查意見與答覆內容	

附錄三 期末報告專家學者審查意見與答覆內容

附錄四 國外液體散貨碼頭相關資料

附錄五 簡報資料

表目錄

表2.1 LNG與LPG比較表	2-2
表2.2 危險物品分類表	2-7
表2.3 各類船舶標準尺寸	2-8
表2.4 LPG船舶尺寸	2-8
表2.5 大型LNG船舶尺寸	2-9
表2.6 未來大型LNG船舶尺寸	2-9
表2.7 化學品船噸位分佈	2-11
表2.8 各類液體散貨輪代表性船型一覽表	2-11
表2.9 台灣各國際港液體散貨碼頭設施	2-13
表2.10 台灣各國際港歷年液體散貨進出港吞吐量	2-14
表2.11 台中港化學物品裝卸量統計表	2-15
表3.1 液體散貨裝卸方式一覽	3-3
表4.1 防液堤與儲槽壁板之距離規定	4-11
表4.2 液體儲槽與周圍空地之寬度規定	4-12
表4.3 儲槽間距離規定	4-15
表4.4 儲槽與周界之最小距離(NFPA30)	4-16
表4.5 引用表4.4時之參考資料(NFPA30)	4-17
表4.6 重大危害設施儲槽與開發區分隔距離	4-18
表4.7 儲油槽壁板與住宅、公共場所等之間距	4-20
表4.8 儲槽與其他製程單元之距離	4-20
表4.9 儲槽與廠區內道路之距離規定	4-20
表4.10 廠內道路寬度參考值	4-21
表6.1 液體散貨碼頭尺寸建議	6-1
表6.2 液體散貨碼頭儲槽區尺寸建議	6-2
表7.1 碼頭結構型式分類	7-5
表7.2 濾布物理性能規範	7-11

表7.3 土壤工程性質比較表 -----	7-12
表7.4 液體散貨碼頭型式適用範圍 -----	7-18
表7.5 液體散貨碼頭型式分類說明 -----	7-20
表7.6 船舶作用於繫船柱之拉力 -----	7-23
表7.7 曲柱配置參考表 -----	7-23
表7.8 材料之單位體積重量 -----	7-25
表7.9 碼頭土木設計參考規範或資料 -----	7-39
表9.1 液體散貨碼頭廠區配置審查表 -----	9-2
表9.2 碼頭基本設計條件審查表 -----	9-8
表9.3 重力式碼頭設計審查表 -----	9-9
表9.4 板樁式碼頭設計審查表 -----	9-10
表9.5 棧橋式碼頭設計審查表 -----	9-11
表9.6 基樁式繫、靠船台設計審查表 -----	9-12
表9.7 重力式繫、靠船台設計審查表 -----	9-13
表9.8 外海卸/裝油浮筒設計審查表 -----	9-14

圖目錄

圖1-1 本計畫研究流程	1-4
圖2-1 球型槽式LNG船	2-3
圖2-2 薄膜式LNG船	2-3
圖2-3 LPG船	2-4
圖2-4 原油船	2-4
圖2-5 Handymax液散船	2-5
圖2-6 化學品船(一)	2-5
圖2-7 化學品船(二)	2-5
圖3-1 管道作業方式	3-2
圖3-2 裝卸料臂作業方式	3-2
圖4-1 覆土式壓力儲槽 (ECT)	4-6
圖6-1 一般液體散貨碼頭標準配置圖	6-3
圖7-1 重力式碼頭斷面示意圖	7-2
圖7-2 棧橋式碼頭斷面示意圖	7-2
圖7-3 板樁式碼頭斷面示意圖	7-3
圖7-4 平版樁基式碼頭斷面示意圖	7-3
圖7-5 繫、靠船台斷面示意圖	7-4
圖7-6 繫船浮筒示意圖	7-4
圖7-7 碼頭型式評估流程圖	7-17
圖7-8 原台灣地區震區劃分圖	7-31
圖7-9 調整後之台灣地區震區劃分圖	7-32
圖7-10 台灣地區工址加速度係數分佈圖	7-33
圖7-11 土壤液化潛能分析流程圖	7-34
圖8-1 重力式碼頭設計流程	8-5
圖8-2 板樁式碼頭設計流程	8-7
圖8-3 直樁棧橋式碼頭設計流程	8-10

圖8-4 斜樁棧橋式碼頭設計流程 -----	8-13
圖8-5 繫、靠船台設計流程圖 -----	8-14
圖8-6 外海卸/裝油浮筒設計流程圖 -----	8-18
圖8-7 浮筒鍊條長度示意圖 -----	8-20

第一章 緣起

1.1 研究緣起

石油化學工業為一高科技及資本密集之產業，以往石化品之原料工廠（輕油煉解廠）大多設置於原油產區附近，近年來由於大型散貨輪之運輸成本逐漸降低，新建的石化品原料工廠多有設置於消費者集中地區或二次、三次加工業者集中地區之趨勢。為此，石化原料廠可能會在適當之港口設置地區配銷或轉運中心，方便石化原料或成品之運送，以降低成本，在可預期的未來，液體散貨碼頭之需求將有逐漸增加之趨勢。

近年來政府積極獎勵民間投資港埠建設，許多石化業者為因應未來市場發展趨勢，亦積極地投入石化品專用碼頭之興建。由於石化工業相關原料與製品多少具有某種程度之危險性，貨種屬性特殊，其運輸設備及貯藏設施在設計與規劃上必須有特殊之考量。而液體散貨除上述之石化品原料外尚包括其他危險性較低之化學品及不具危險性之動植物油脂及食品原料，其對碼頭之設施需求及安全要求亦不盡相同。因此，本研究針對此類碼頭之相關設施需求進行規劃，並研擬碼頭設計程序與準則，以供作為日後液體散貨碼頭設計與配置之參考，增加碼頭使用之軟體及相關設施於各碼頭間之相容性與移轉性，以藉此提高碼頭之作業效率及其安全性。

1.2 研究內容

本計畫之研究內容包括：

1. 碼頭平面配置部份：

(1) 液體散貨船船型特性分析

液體散貨碼頭裝卸之貨種主要為石化原料、石化製品以及食品相關製品等，由於不同貨種之特性差異極大，船型亦隨之有極大之差異。本研究即針對各貨種之船型特性及國內液體散貨之

運輸現況及未來需求等加以分析。

(2) 液體散貨碼頭裝卸特性分析

液體散貨之裝卸以管道為主，僅少部分以桶裝或以筒槽之方式利用貨櫃輪或散雜貨輪運輸。在液散碼頭之碼頭面以及後線貯槽區多埋設有輸送管線，在連接船上出料口處亦多設置有定點式之卸料臂，並以船上之幫浦為動力進行船隻與貯槽間之輸送作業。本研究即針對液體散貨碼頭裝卸之特性加以分析說明。

(3) 液體散貨碼頭後線儲槽配置分析

儲槽種類依形狀及操作壓力而不同，其在容量與槽體設計上之考量皆不盡相同。由於液體散貨以危險品為多，因此在防災方面須有較周全之考量。本研究先針對影響儲槽配置之主要因素、儲槽種類及槽區內之相關設施、儲槽作業及配置之相關法規、儲槽區之相關消防及安全、道路配置規定及儲槽安全間距等加以分析後，並提出符合相關安全規定考量之儲槽配置例以供參考。

(4) 液體散貨碼頭作業能量評估及用地需求

液體散貨碼頭之後線土地需求必須視貯槽之功能而定，若後線土地僅單純作為倉儲裝卸之槽區，則所需之土地面積較小，而若貯槽係與工廠之貯槽連線作業，作為廠區生產設備之一部分，或作為地區之配銷與轉運中心，則其貯槽容量與土地需求將隨之增加。本研究將碼頭作業能量評估分為船舶到泊狀況、前線裝卸能量及後線儲槽之週轉量等三個環節加以評估。

(5) 液體散貨碼頭之標準配置圖

本研究綜合考慮碼頭需求、儲槽區規劃以及各類相關設施之佈置，提出標準化之碼頭配置建議，以期作為未來液體散貨碼頭規劃上之參考。

2. 碼頭結構設計部份：

(1) 液體散貨碼頭各項設施之標準設計流程

本研究考量碼頭建造時各種結構之特性，並按海底基礎狀況、工址水深、地震規模、波浪及潮差等自然條件，靠岸船舶之種類和大小、貨物之種類和數量及裝卸貨物處理型態等之使用條件、施工條件、工期及工程費等，作最適當之選擇。

(2) 液體散貨碼頭相關設施之作用外力及載重分析

本研究針對不同型式之液體散貨碼頭設計時所需考量之作用外力加以分析，並參考國內外之相關文獻提出各項作用外力之建議計算公式，作為設計者及審核者之參考。

(3) 液體散貨碼頭相關設施之細部配置建議事項

本研究針對液體散貨碼頭細部配置應考量之因素加以探討，包括作業安全性、污染防治措施、作業效率、碼頭設施之規格、碼頭與後線儲槽興建時之配合、各項設施之投資額及營運維護費及碼頭使用彈性等。

(4) 液體散貨碼頭設計之審查明細表研擬

本研究研擬液體散貨碼頭設計之審查明細表，作為設計者或審核單位進行設計審查時之參考，以避免疏漏。

1.3 研究流程

本研究分成兩部分同時進行。第一部份為液體散貨碼頭之佈置規劃，主要先就現有液體散貨碼頭作業程序與作業特性作初步之說明，由此進一步分析相關作業能量與設施需求，從而將液體散貨碼頭之配置規劃標準化；第二部分係針對液體散貨碼頭之結構設計進行研究，主要針對液體散貨碼頭之作業特性所衍生之載重加以分析，從結構觀點提出液體散貨碼頭設計及審查作業標準化之建議。本計畫研究流程如圖 1-1 所示。

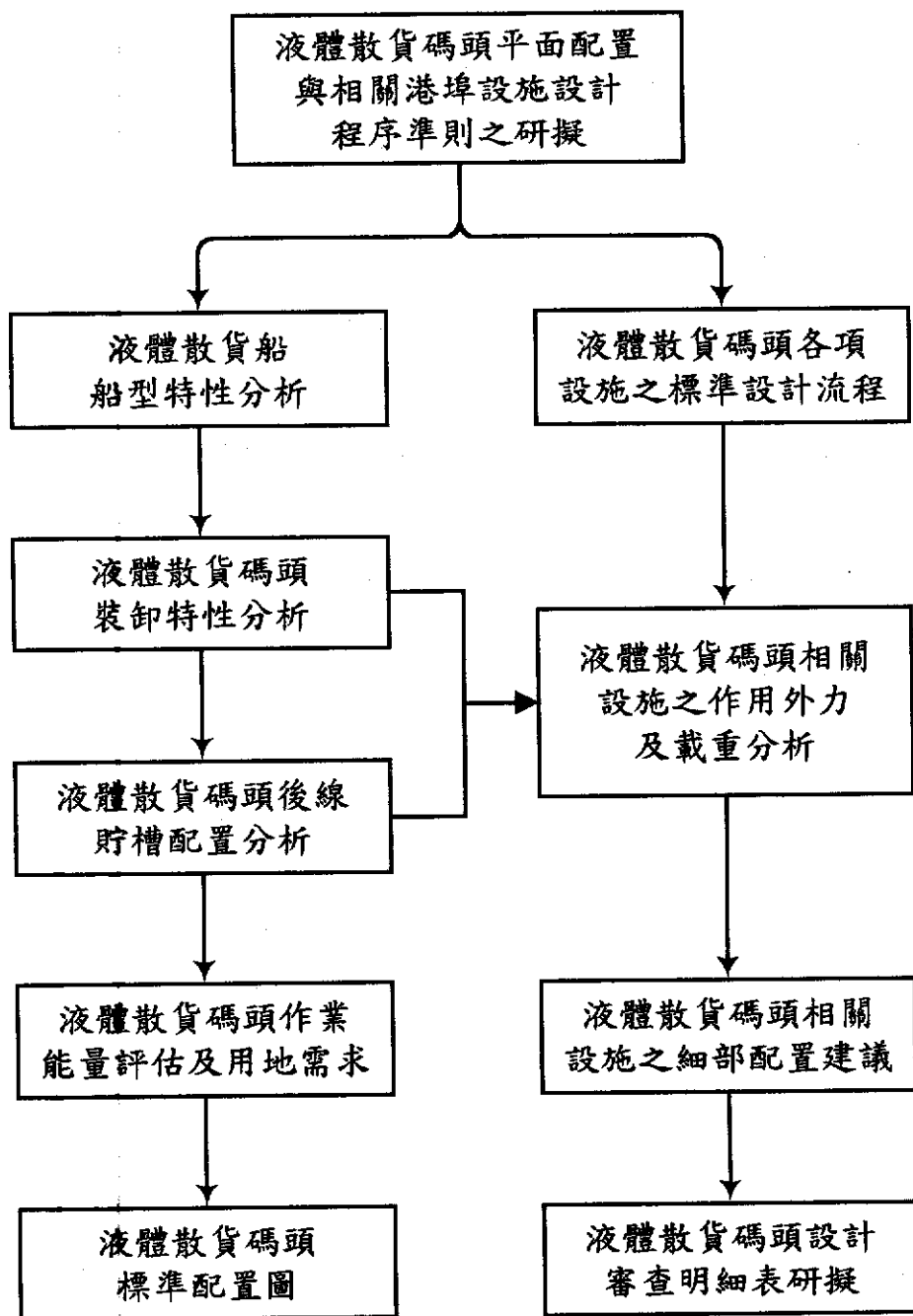


圖 1-1 本計畫研究流程

第二章 液體散貨船船型特性分析

2.1 液體散貨之種類

2.1.1 按運輸船舶分類

液體散貨之種類十分繁多，按運送船舶之特性主要可分為：

- ◆ 液化天然氣 (LNG)
- ◆ 液化石油氣 (LPG)
- ◆ 原油
- ◆ 成品油
- ◆ 一般液散貨

現分別說明如后：

1. 液化天然氣

液化天然氣簡稱 LNG (Liquefied Natural Gas)，係經淨化處理後再以超低溫(-160°)液化而成之天然氣，由於液化後之天然氣其體積可縮小為 $1/625$ ，故其運送及儲存均以液態進行。

天然氣之主要成份為甲烷、乙烷、丙烷及少量丁烷與氫氣，其燃燒後僅產生水蒸汽 (H_2O) 與二氧化碳 (CO_2)，不產生有害氣體，是目前舉世公認最乾淨的商用材料，其特性為：

- ◆ 液態的天然氣比水輕，比重約 0.47 (水為 1)。
- ◆ 氣態的天然氣比空氣輕，比重約 0.68 (空氣為 1)，所以萬一有洩漏時擴散快，較為安全。
- ◆ 天然氣燃燒濃度(與空氣之混合比)為 $4.5\sim 15\%$ ，燃燒性良好。

LNG均由專用之船舶進行運送，目前已營運之LNG船，依船上儲槽之不同，主要可分為 Moss-Rosenberg Spherical 之球型槽式(圖2-1)及 Gax-Transport Membrane 之薄膜槽式(圖2-2)等兩種。在同一裝載容量下，球形槽式比薄膜槽式承受較大之風力，因前者受風面較大，且LNG船吃水較淺，乾舷較其他船舶為高，排水量相對減小，不利操船，故LNG船在進出港口及靠卸作業等皆有較嚴格之限制。

2. 液化石油氣

液化石油氣簡稱LPG(Liquified Petroleum Gas)，是從原油提煉出來的，國內目前約71%為家庭用，即常見鋼瓶裝的瓦斯。它與LNG在製程、主要成份、溫度、比重及安全性上都略有不同，可以說是丙烷、丁烷的混合物，LNG與LPG比較如表2.1所示。液化石油氣本身其實是無色無臭的，但是因為它一旦洩漏容易聚集成災，因此業者通常在液化石油氣另外添加臭劑，使人容易察覺而提高警覺。LPG船如圖2-3所示。

表 2.1 LNG 與 LPG 比較表

項目	LNG	LPG
主要成分	甲烷	丙烷及丁烷混合
溫度	-160°C	丙烷：-42°C，丁烷：-4°C
比重	474kg/m ³	579kg/m ³
著火點溫度	595°C	470°C
安全性	較高	較低

註：本研究整理。

3. 原油

原油為所有石化產品之基本原料，基於經濟考量，每航次之運量須達10萬噸以上，故輸運原油之船舶噸位均較大，原油船如圖2-4所示。

4. 成品油

成品油包括汽油、柴油及燃料油等，屬於石化產品之一部份，由於成品油之市場去化速度較快，基於經濟考量再配合儲槽容量，每船次平均運量大都較一般液體散貨來得大，除了儲槽容量或碼頭水深受限地區，一般大都以便捷型(Handymax)之船舶作為主要之運輸船舶，如圖2-5所示。

5. 一般液體散貨

一般液體散貨包括化學品及食品原料等，其中化學品可分為有機化學品(石化產品)、無機化學品、動植物油及其他貨物等，其中以石

化產品為最主要之貨物；食品原料主要為食用油及糖蜜等。一般液體散貨輪如圖2-6~7所示。

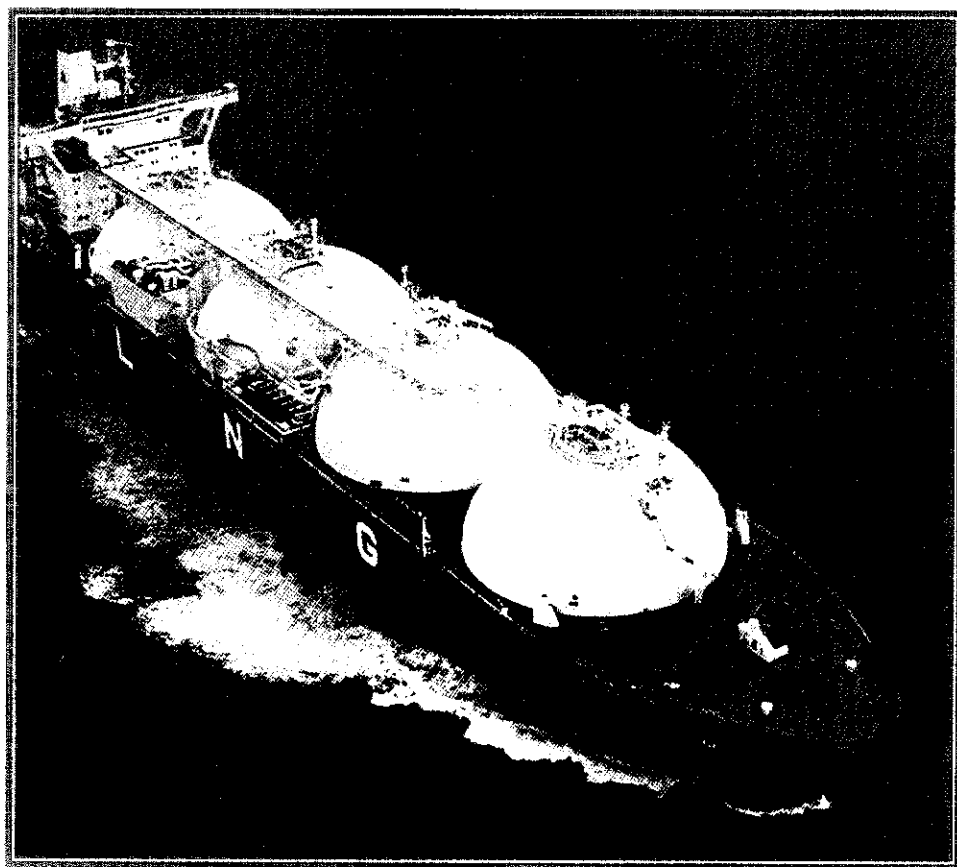


圖2-1 球型槽式LNG船

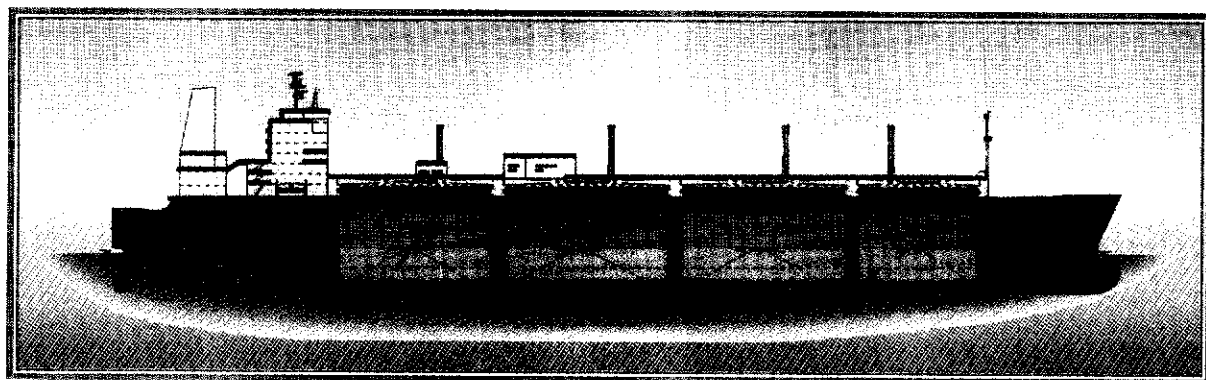


圖2-2 薄膜式LNG船

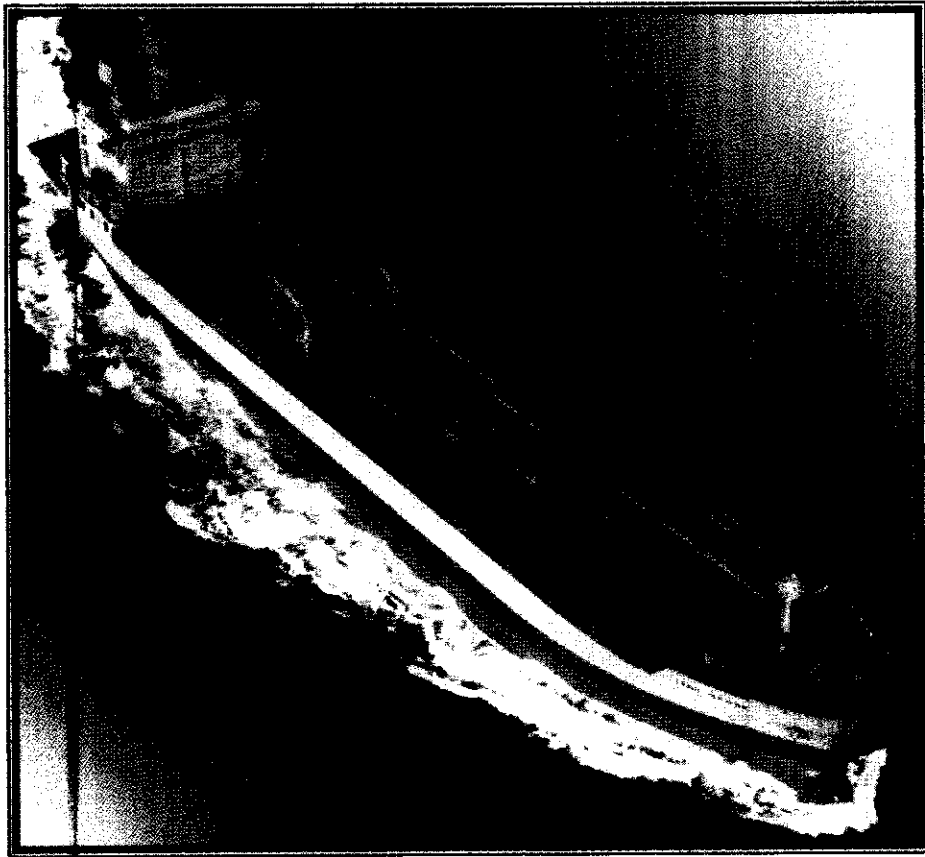


圖2-3 LPG 船

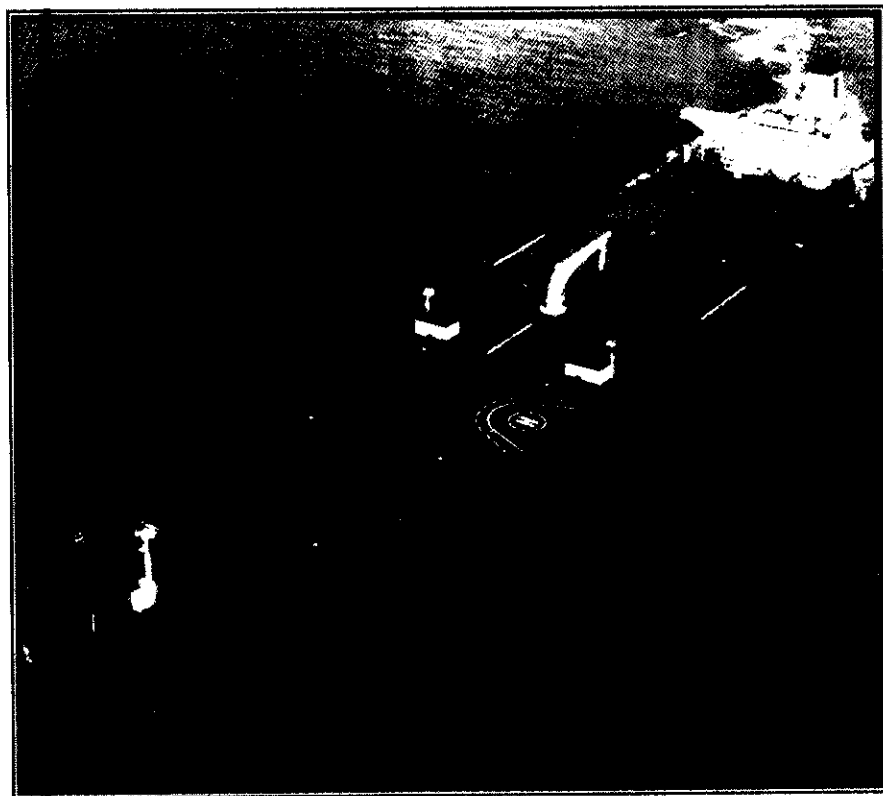


圖2-4 原油船

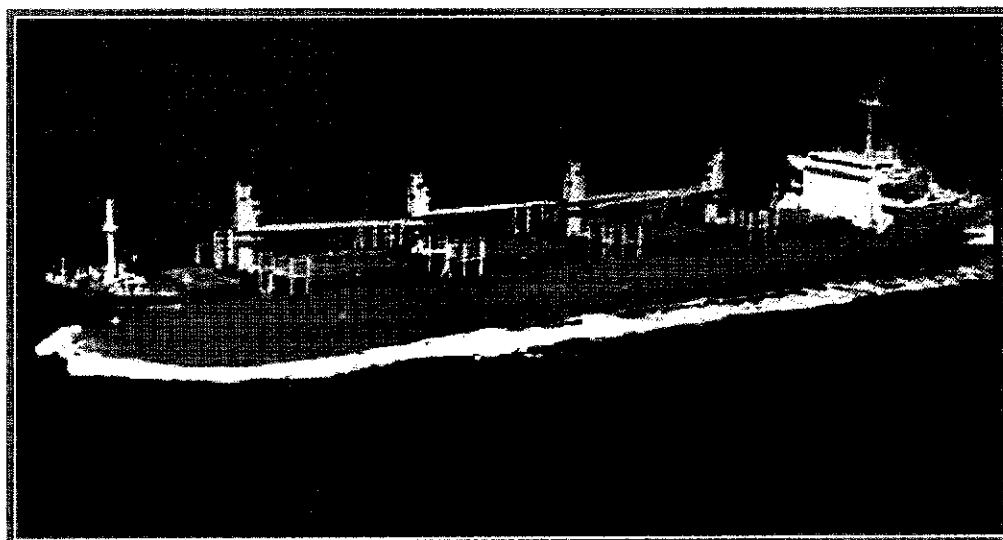


圖 2-5 Handymax 液散船

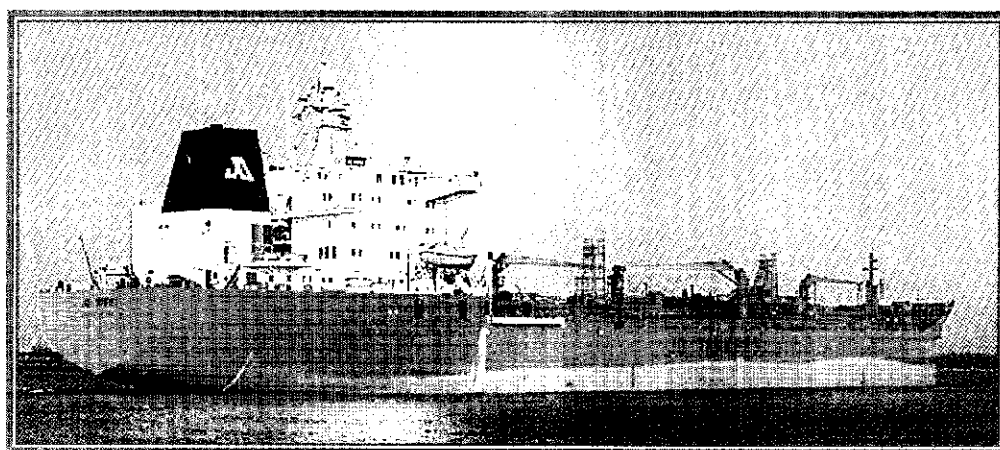


圖 2-6 化學品船 (一)

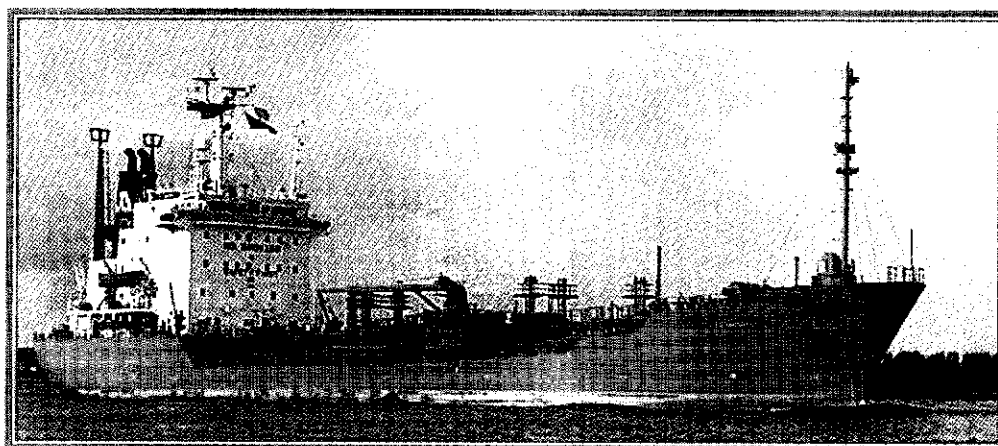


圖 2-7 化學品船 (二)

2.1.2 按貨品危險性分類

液體散貨可分為危險物品及非危險物品，危險物品可依中國國家標準 CNS 6864 Z5071 之分類分成九大類，如表 2.2 所示。由表可知，液體散貨除食品原料、動植物油等，大部份屬危險物品。

2.2 液體散貨船舶尺寸分析

2.2.1 各類船舶尺寸分析

依國際港埠協會(IAPH)之分類，油輪、油品輪及散貨輪之標準尺寸如表 2.3 所示，此一數據隨造船廠不同，部分諸元數據與實際船舶可能有±10%之偏差。一般而言，原油大都利用外海卸油浮筒卸載，鮮少進港，由於原油之需求大，為達經濟規模，油輪之載重噸平均值亦較大。

LPG 大都與一般船席隔離，惟亦有和一般化學品碼頭併存，表 2.4 為 LPG 船舶尺寸。

LNG 則大都利用專用船席或專用港卸載，表 2.5 為大型 LNG 船舶尺寸，LNG 之比重約為 0.45，故 LNG 船之吃水較同一貨艙容量之散貨輪小，表 2.6 為未來大型 LNG 船舶尺寸，即使貨艙容量加大，其船舶吃水及船寬設計並未有明顯變化，但以 Kvaerner Masa-Yards 而言，其船長已明顯加長。

成品油一般須配合煉油公司作業，其港內船席及儲槽大都兼具地區配銷中心之功能，考量市場競爭及經濟規模，所利用之船舶較大，碼頭及儲槽大都為專用，其餘大都利用傳統之碼頭及公共碼頭裝卸；液體散貨中以化學品之運輸量較大，其船舶數量也較多，因此以下就化學品船再作進一步之分析。

表 2.2 危險物品分類表

危險物 分類	所表示危險物之物類	物質名稱
第一類	爆炸物	
1.1組	有一齊爆炸危險之物質或物品	甘油炸藥、三硝基甲苯、黑色火藥、軍用彈藥
1.2組	有拋射危險，但不一齊爆炸之物質或物品	煙火、火箭、軍用彈藥
1.3組	會引起火災，並有輕微爆炸拋射危險之物質或物品	
1.4組	無重大危險之物質或物品	
1.5組	有一齊爆炸危險，但不敏感之物質或物品	
1.6組	有一齊爆炸危險，但極不敏感之物質或物品	
第二類	氣體	
2.1組	易燃氣體	氫氣、乙炔、丙烷、丁烷、環氧乙烷
2.2組	非易燃氣體	二氧化碳、氧氣、氮
2.3組	毒性氣體	氰化氫、四氧化二氮、光氣、氯
第三類	易燃液體	汽油、乙醇、甲苯、丙烯晴、苯、燃油、柴油、斯托達德溶劑、氯甲基甲醛醚
第四類	易燃固體；自燃物質；禁水性物質	
4.1組	易燃固體	赤磷、奈、三硝基甲苯
4.2組	自燃物質	油性棉屑、燒製成的纖維製品
4.3組	禁水性物質	金屬鈉、碳化鈣
第五類	氧化性物質；有機過氧化物	
5.1組	氧化性物質	硝酸、硝酸鉀與硝酸鈉、次氯酸鈣、過錳酸鉀、過硫酸銨、三氧化鉻、氯
5.2組	有機過氧化物	苯甲醯過氧化物、過氧化十二醯
第六類	毒性物質	
6.1組	毒性物質I及II分組	苯胺、四乙基鉛、巴拉松、氰化鈉、四氯化碳、氯仿(三氯甲烷)、丙烯晴、丙烯醯胺、六氯苯
6.2組	感染物質III分組	
第七類	放射性物質	碘、鈷、鈾、鈾
第八類	腐蝕性物質(固體或液體)	硫酸、硝酸、氫氯酸、氯化鐵溶液
第九類	其他危險物	

資料來源：CNS 6864 Z5071，本計畫整理。

表 2.3 各類船舶標準尺寸

船舶分類	載重噸 (DWT)	排水量 (公噸)	全 長 (M)	垂線長 (公尺)	船寬 (M)	吃水 (M)
油 輪	310,000	-	332.9	-	58.0	-
	250,000	-	338.0	-	51.8	20.6
	175,000	217,000	300.0	285.0	52.5	17.7
	150,000	186,000	285.0	270.0	49.5	16.9
	125,000	156,000	270.0	255.0	46.5	16.0
	100,000	125,000	250.0	236.0	43.0	15.1
	80,000	102,000	235.0	23.0	40.0	14.0
	70,000	90,000	225.0	213.0	38.0	13.0
	60,000	78,000	217.0	206.0	36.0	13.0
油 品 輪	50,000	66,000	210.0	200.0	32.2	12.6
	40,000	54,000	200.0	190.0	30.0	11.8
	30,000	42,000	188.0	178.0	28.0	10.8
	20,000	29,000	174.0	165.0	24.5	9.8
	10,000	15,000	145.0	137.0	19.0	7.8
	5,000	8,000	110.0	104.0	15.0	7.0
	3,000	4,900	90.0	85.0	13.0	6.0
散 貨 輪	60,000	74,000	220.0	210.0	33.5	12.8
	40,000	50,000	195.0	185.0	29.0	11.5
	20,000	26,000	160.0	152.0	23.5	9.3
	10,000	13,000	130.0	124.0	18.0	7.5

註：上述數據因造船廠不同可能有士10%之偏差。

資料來源：Approach Channels A Guide for Design, IAPH(1997)及本研究整理

表 2.4 LPG 船舶尺寸

貨艙容量(M³)	載重噸 (DWT)	船長		船寬(M)	吃水(M)
		LOA(M)	LBP(M)		
100,000	-	-	234	39.9	12.7
81,000	-	-	216	35.5	13.7
-	50,743	230	219	36.6	10.6
-	50,000	-	214	36.0	11.5
-	49,999	-	209	36.0	11.6
-	47,000	224	-	34.0	12.0
-	30,900	-	174.2	30.0	11.5

表 2.5 大型 LNG 船舶尺寸

貨艙容量(M ³)	全長(M)	船寬(M)	吃水(M)
137,000	276.0	46.0	10.8
137,000	290.0	46.0	10.8
136,400	290.0	46.0	10.8
135,000	290.0	48.1	11.3
130,000	280.1	41.6	11.0
130,000	268.0	43.0	11.0
125,800	287.5	43.3	11.0
125,000	272.0	47.0	11.4
125,000	285.0	44.0	11.5
125,000	293.0	41.6	11.5
125,000	270.4	42.7	11.0
125,000	270.0	44.8	11.5
125,000	275.0	42.6	12.9
125,000	266.0	41.6	11.0
125,000*	284.1	42.7	11.0
125,000*	275.0	42.6	12.9
125,000*	266.0	41.6	11.0

註：*為非球體貨艙船型。

表 2.6 未來大型 LNG 船舶尺寸

貨艙容量(M ³)	全長(M)	船寬(M)	吃水(M)	備註(資料來源)
168,000	330	48.1	11.2	Kvaerner Masa-Yards(Finland)
163,700*	292	45.2	11.6	Gaztransport & Technigaz
160,000	312	45.5	12.5	Feasibility Report, Port Facilities at Ras Laffan, Qatar
160,000	283	42.2	11.9	Gaztransport & Technigaz

註：*為非球體貨艙船型。

2.2.2 化學品船之運輸發展

1. 世界化學品海運量及船舶總噸位

化學品包括有機化學品(石化產品)、無機化學品、動植物油及其他貨物等，其中以石化產品為最主要之貨物。在1995年全球化學品運輸中，石化產品約3,950萬噸；無機化學品約1,400萬噸；動植物油約1,970萬噸；其他貨物約1,720萬噸，總計9,040萬噸，相當於全球石油海運量17億8,880萬噸之5.1%。

1985年，世界化學品運輸量為5,914萬噸，1990年為7,484萬噸，1995年為9,040萬噸，1985~1995年間，化學品運輸增長量達50%以上，可見化學品運輸是一個活躍的領域；然而化學品船總噸位並未隨運輸量同步增長，1985~1995年間，化學品船載重噸增長量約為43%，船舶總噸位的增加並未達到貨流量增加的程度。

此係受市場需求變化所引致之結果，以佔化學品運輸最大宗之石化產品為例，當第一、二次石油危機克服後，世界經濟順利恢復，石化品需求提升，船舶需求強勁，1980~1986年間新造船舶之總載重噸，相當於1980年化學船總載重噸位之46%。此後，受到世界經濟停滯，化學品船市場需求低迷，1995年上半年市場需求雖較1993年上揚70%以上，但隨著1995年第二季後新造船投入營運，化學品船市場再度疲軟，故市場景氣循環為影響散貨輪運輸之最主要原因。

2. 化學品船噸位分佈

依據德國布萊梅航運經濟與物流研究所(ISL)之統計，至1997年初化學品船計1,317艘(300噸位以上船舶總計)之總噸位為838萬噸，各級載重噸之船舶數分佈如表2.7所示，由表中可看出化學品船之載重噸皆小於80,000噸，整體船舶平均載重噸為6,363噸，其中小於5,000載重噸之化學品船為915艘，約佔69.5%，5,000載重噸為化學品船之主要分界點。

表 2.7 化學品船噸位分佈

載重噸 (DWT)	艘 數	噸 位(DWT)
4,999以下	915	1,583,000
5,000 - 9,999	187	1,368,000
10,000 - 39,999	205	4,976,000
40,000 - 79,999	10	453,000
總 計	1,317	8,380,000

2.2.3 各貨種代表性之船型

液體散貨輪之船型變化十分大，由超大型油輪(VLCC)，小至 2,000 噸以下之石化輪，惟各貨種仍有其較俱代表性之船型，現列如表 2.8 所示。

表 2.8 各類液體散貨輪代表性船型一覽表

貨種	一般船型範圍 (DWT)	代表性船型 (DWT)	尺寸 (L x B x Draft)	備註
原油	100,000~250,000	250,000	338x51.8x20.6	Suezmax
LNG	60,000~168,000M ³	135,000 M ³	290x48.1x11.3	
LPG	4,000~100,000 M ³	87,000 M ³	230x36.6x10.6	
成品油	3,000~60,000	40,000	210x32.2x12.6	Handymax
化學品	3,000~60,000	5,000	110x15.0x7.0	
一般液 散貨	3,000~60,000	5,000	110x15.0x7.0	

2.2.4 碼頭長度及水深需求

碼頭長度及水深，除考慮船舶型式、大小外，並需考量預留適當之淤積深度，以滿足計畫靠泊液散輪能安全且順利使用為原則。一般碼頭之長度可考量靠泊最大型船舶全長(LOA)並考量繫纜需求決定，初步規劃時，可取最大船舶全長與船寬之加總作為碼頭長度；碼頭水

深依日本港灣設計準則之建議：碼頭水深應為最大滿載吃水深之 1.1 倍，惟尚須配合考量港池淤積深度。

2.3 國內液體散貨之運輸現況

2.3.1 國內港埠之液體散貨碼頭

如前所述，原油多利用外海浮筒進行卸載，中油目前在高雄大林及桃園沙崙外海均設有卸油浮筒，另在深澳及永安設置 LPG 專用碼頭及 LNG 進口接收站，其他國際商港之液體散貨碼頭設施如表 2.9 所示，基隆港之專用油品碼頭僅兩座，但目前仍有部份化學船靠泊東岸散雜貨碼頭進行裝卸。台中港目前計有 8 座液散碼頭(包括西五號碼頭)，集中於屬危險品之西碼頭區。相對於台中港化學品碼頭之集中管理，高雄港之液散碼頭分佈則較為零散，港務局計畫將危險品碼頭集中至大林商港區，惟目前仍未具體實施。花蓮港目前並未設置專用油品碼頭，中油公司於#4 及#19 號碼頭預埋輸油管線，銜接至#4 號碼頭後線中油公司興建之儲槽區，目前裝卸之液體散貨主要為化學製品，包括成品油及燃料油等。

2.3.2 國內港埠之液體散貨年裝卸量

國內目前除中油公司利用專用之碼頭或接收站進口液體散貨外，其餘皆利用各國際港進行裝卸，目前台塑麥寮專用港已開始營運，其主要裝卸貨種以石化原料及成品為主，另東鼎公司所籌設之觀塘工業專用港亦已通過環境影響評估工作進入實質計畫階段，其裝卸貨種除 LNG 外，尚包括 LPG、油品等液體散貨。中油公司 1998 年進口原油 23,970 萬桶及 LNG 398 萬噸，其他國際港歷年液體散貨裝卸量如表 2.10 所示(包括中油進口之油料 1,100 萬噸)，麥寮港第一期預計吞吐量可達 6,000 萬噸，觀塘港計畫運量亦達 2,140 萬噸，對未來國內液體散貨市場之生態將有相當大之影響。

表 2.9 台灣各國際港液體散貨碼頭設施

港埠別	碼頭編號	長度(M)	水深(M)	碼頭及後線土地說明	
基隆港	西33	210	-11.5	油類碼頭	
	西33B	95.8	-6.5	油類碼頭	
台中港	#2	250	-13	暫供中油優先靠泊	
	#3	250	-13	台中油品及台灣糖蜜公司租用	儲槽計42座
	#4	200	-11	台灣糖蜜、眾信實業、南榮實業及東海實業公司租用	儲槽計54座
	西一	250	-13	億昇倉儲、宏恕倉儲及長春石化公司租用	儲槽計40座
	西二	250	-14	匯僑貿易、永聖倉儲及和勝倉儲公司租用	儲槽計71座
	西三	250	-14	中油公司租用	儲槽計8座
	西四				
	西五	250	-14	匯僑貿易公司租用	預計88年底完工
高雄港	#27	222.3	-9.8~-11.3	華廈公司租用	面積6,357.69M ²
	#28	235.97	-10.8~-11.9	台塑公司租用	面積2,116.89M ²
	#29	149.91	-10.5~-11.7		面積6,611M ²
	#56	200	-10.5	奇美、李長榮及絃洋等三家租用	
	#57	183.6	-10.5		
	#59	164	-2.0~-10.5	中油合建碼頭	
	#60	150.75	-5.6~-7.0	中油公司租用	面積127,490M ²
	#61	230	-10.6~-11.5		面積127,490M ²
	#62	230	-10.2~-11.5		面積127,490M ²
	#103	270	-9.1~-11.6	中油合建碼頭	
	#104	251.67	-14.1~-16.5		
	#105	300.17	-13.5~-15.9		
花蓮港	#4	160	-8.5	中油預埋管道裝卸	
	#19	310	-14	中油預埋管道裝卸	

註：本計畫整理。

表 2.10 台灣各國際港歷年液體散貨進出港吞吐量

年份	基隆港(註2)	台中港(註3)	高雄港(註4)	花蓮港(註5)
1990	3,422,569	5,588,210	26,163,923	443,076
1991	4,070,368	8,191,678	24,056,568	329,014
1992	3,674,434	8,358,367	26,391,874	358,157
1993	4,849,885	8,765,307	24,739,279	296,400
1994	5,036,786	10,188,388	25,326,098	401,860
1995	4,662,078	12,166,526	25,325,600	399,400
1996	3,987,817	12,935,491	31,881,241	357,353
1997	3,979,022	11,756,850	36,658,749	431,901
1998	4,365,749	11,992,067	39,534,513	460,920

註：1.單位：公噸

2.以基隆港統計要覽為依據，將表20所列之管道貨-水泥貨加總所得。

3.以台中港統計年報為依據，將表14所列之管道貨-表11之水泥貨+表11之汽、柴、燃料油等加總所得。

4.高雄港統計年報，表4及表5液體貨之加總所得。

5.以花蓮港統計要覽表6進港油輪之貨量為依據。

2.3.3 液體散貨單一航次裝卸量分析

原油船、LNG 及 LPG 船舶因貨種較為單純且為專用輪，其單一航次運量和船舶之載運能量較為接近，但其他液體散貨船則較為複雜，為瞭解其船舶裝卸特性，本計畫蒐集台中港 1997 年 1~4 月、1998 年 1 月~1999 年 7 月之各類化學品裝卸資料並整理如表 2.11 所示，由表中可看出，除柴油、汽油及燃料油等成品油之平均裝運量較大外（高級柴油 44,019 噸/艘次；高級汽油 23,583 噸/艘次；燃料油 33,774 噸/艘次），其餘化學品油之平均裝運量均小於 5,000 噸/艘次，顯示國際商港內之公用倉儲型液散碼頭所靠泊船舶之尺寸大都為小型船舶，以配合儲槽容量及市場機制。

表 2.11 台中港化學物品裝卸量統計表
(資料時間：1997 年 1~4 月、1998 年 1 月~1999 年 7 月)

產 品 名 稱	艘 次	總 裝 運 量	平均裝運量
普通柴油	10	104,700	10,470
燃料油	202	6,822,435	33,774
汽油添加劑	3	1,933	644
液鹼(苛性鈉)	101	435,539	4,312
硫磺(液硫)	86	135,894	1,580
石碳酸(酚)PH	25	32,494	1,300
甲醇(木精)	57	175,866	3,085
正丁醇	15	69,302	4,620
丙酮 ACE	5	2,478	496
醋酸乙烯 VAM	61	146,497	2,402
丙烯精	4	9,196	2,299
乙二醇甲醚(甲氧基乙)	1	2,255	2,255
甲苯	61	147,044	2,411
二甲苯	25	32,495	1,300
溶劑	135	494,147	3,660
偏苯三甲酸異辛酯	1	300	300
三乙醇胺	-	-	-
異丁醇 IBA	1	2,940	2,940
直鍊式高碳醇	1	500	500
2-甲基丙烯酸甲酯	8	3,843	480
石油精，揮發油，粗汽油	1	3,653	3,653
丙烯醇(蒜醇)	10	9,903	990
環氧丙烷 P0	12	19,935	1,661
氯仿(三氯甲烷)	-	-	-
環氧氯丙烷(表氯醇)	14	13,190	942
二甘醇(雙羥基乙醚)	9	7,113	790
異丙醇(二甲基甲醇)	9	7,323	814
冰醋酸(乙酸) GAA	40	64,890	1,622
聚丙二醇 PG	4	2,963	741
二辛醇(二乙基己醇)	82	212,040	2,586
乙二醇 MEG	1	735	735
可塑劑	2	4,064	2,032

表 2.11 台中港化學物品裝卸量統計表(續)

產品名稱	艘次	總裝運量	平均裝運量
正辛醇	2	8,513	4,257
二異氰酸甲酯(TDI)	19	16,704	879
醋酸2-乙氧基乙酯	4	3,370	843
乙二醇丁醚(丁基羅美)	2	990	495
氯氣酸(氯化氫水溶液)	1	22	22
乙酸乙酯(醋酸乙酯)	12	12,583	1,049
正丙醇	1	150	150
環氧樹脂 EPOXY	17	27,576	1,622
聚醚多元醇 PPG	1	158	158
白油	11	14,063	1,278
二甲基代甲醯胺(DMF)	59	64,055	1,086
二氯(代)甲烷	1	2,099	2,099
四氯化碳	2	2,510	1,255
丁二烯 BTB	14	18,092	1,292
苯二甲酸二辛酯(笑酸)	45	60,871	1,353
高級柴油	27	1,188,500	44,019
高級汽油	15	353,749	23,583
丙烯酸異辛酯(丙稀酸)	-	-	-
笑酸二癸酯	1	400	400
硝基苯胺(2-硝基苯胺)	1	13	13
無鉛汽油(92,95,98)	95	2,907,746	30,608
礦物油	-	-	-
界面活化劑	1	805	805
1,4-二氯丁烷	2	6,115	3,058
二環氧丙醚(縮水甘油)	-	-	-
苯乙烯(SM)	101	304,317	3,013
笑酸二千肅(DINP)	6	4,025	671
茴香素(異丙苯)	2	2,069	1,035
乙酸丁酯(醋酸正丁酯)	44	41,897	952
環己烷	16	38,985	2,437
硝酸	3	5,152	1,717
潤滑油	33	72,796	2,206

表 2.11 台中港化學物品裝卸量統計表(續)

產 品 名 稱	艘 次	總 裝 運 量	平均裝運量
丙烯乙二醇(丙二醇)	11	10,295	936
對二甲苯(PX)	188	786,596	4,184
4-甲基戊酮(異丁乙酮)	9	5,080	564
異辛醇	2	4,725	2,363
鄰甲酚	5	1,553	311
1,4丁二醇	22	12,884	586
乙二醇-乙醚(2-乙氧基)	1	299	299
二甲基丙二醇(辛戊二)	3	1,360	453
氯乙烯(VCM)	50	100,756	2,015
異癸醇 IDA	9	8,951	995
異壬醇	11	13,994	1,272
己內醯胺	48	60,234	1,255
醋酸乙醯酯	6	18,508	3,085
二氯乙烷	6	30,000	5,000
丁酮(甲、丙酮)	2	1,624	812
辛醇	-	-	-
癸酸二辛酯(DOP)	4	3,865	966
丙烯酸丁酯	1	310	310
環己酮	1	501	501
蠟油	2	2,821	1,411

註：1. 資料蒐集時間為1997年1~4月、1998年1月~1999年7月。

2. 「-」表資料蒐集時間內無該項化學品裝卸記錄。

2.3.4 未來國內液體散貨之運輸情形推估

國內目前之液體散貨運輸除化學品、動植物油及食品原料外，大都為中油公司之進/出港貨品，由於石油產品已逐漸開放且中油公司即將民營化及台塑六輕已部份量產，未來市場將進入戰國時期，且台塑六輕之廠區及港區合而為一，產品之運輸及倉儲成本最低，對中油公司營運形成相當大之威脅，惟目前中油仍為國內油品之唯一供應者，在油品之通路上佔有相當大之優勢，惟未來開放進口之後，中油、台塑及進口業者將形成激烈之競爭，對港口之液散碼頭需求亦產生相當大之影響，現說明如下：

1. 目前之運輸現況

中油公司：

- ◆ 利用高雄及桃園外海浮筒進口原油
- ◆ 進口成品油或其他石化品補充國內煉製量不足部份
- ◆ 利用高雄港、台中港之專用碼頭及基隆、花蓮、金門、澎湖之港埠設施作全省之油品配銷，包括台中、基隆、花蓮及離島地區。

民間企業：

- ◆ 利用高雄港、台中港之碼頭及儲槽進口國內所需之石化原料、動植物油及食品原料。

2. 未來之運輸情形推估

中油公司：

- ◆ 利用高雄及桃園外海浮筒進口原油
- ◆ 利用高雄港、台中港之專用碼頭及基隆、花蓮、金門、澎湖之港埠設施作全省之油品配銷，包括台中、基隆、花蓮及離島地區。
- ◆ 利用高雄港及北部地區之港埠設施(目前尚未擁有)將國內無法去化之油品及石化品輸出至鄰近國家。

台塑企業：

- ◆ 利用麥寮港進口原油及石化原料。
- ◆ 利用麥寮港、台北港之儲槽及其他港埠設施作全省之油品及石化

原料之配銷。

- ◆ 利用麥寮港將國內無法順利去化之油品及石化品輸出至鄰近國家。

民間企業：

- ◆ 利用國內現有之公共船席及儲槽進口油品及石化原料及成品。

3. 未來之成品油運輸量推估

根據台塑集團之「六輕計畫與經濟發展」，未來六輕投產之後，其年煉原油2,100萬公噸，每日煉油量達45萬桶；依據中國石油公司網站資料，中油高雄廠、桃園廠及大林埔廠三廠每日合計煉原油量高達77萬桶，故國內之年煉油能量將超過4,000萬噸，遠大於國內之需求量，由於麥寮為專用港，因此原油運輸所增加之需求可由麥寮港吸收，惟全省油品配銷仍須依賴環島航運及鄰近港埠之儲槽，未來國內成品油之運量推估如下：

- ◆ 如中油及台塑均全力投產則國內原油煉製量超過4,000萬公噸，再加上開放進口，根據台塑石化於89年6月8日工商時報表示，台塑石化未來將有超過400萬公噸之汽柴油外銷，若在加上其他石化相關產品，故預估未來國內將有超過1,000萬噸之成品須外銷至鄰近國家，其中中油高雄總廠及台塑可利用專用碼頭或專用港輸出，中油桃園廠則必須在廠區附近另覓新的港埠設施作為油品輸出之作業基地。
- ◆ 油品開放進口後由於煉油廠本身並未完全掌控所有之油品零售通路，加油站業者仍可自行進口油品至國內銷售，對液散碼頭之需求增加，業者可能投資液散碼頭以爭取自行進口之商機，由於國際油價較國內為低，且目前東南亞地區之產能過剩，自行進口尚有生存之空間，惟此舉將對中油及台塑煉油廠之成品產生排擠效益，如中油及台塑考量生產經濟規模仍維持原產能，則有部份成品須外銷至鄰近國家或生產線必須作適當之調整。
- ◆ 國內目前可供設置液散碼頭之港口包括台中港西碼頭區、台北

港，而以市場需求及港口區位考量，未來台北港之液散碼頭將為各家必爭之地，台塑目前已取得儲槽興建及碼頭優先靠泊之權利，進口業者及中油公司為進口油品及產品調度，對北部地區之液散碼頭有一定之需求，因此液散碼頭未來在國內仍有持續增建之空間。

第三章 液體散貨碼頭裝卸特性分析

液體散貨由於利用管線進行裝卸，因此並不一定必須靠泊港內之船席，即使靠泊港內船席也不需利用岸上之裝卸機具進行裝卸，碼頭工人祇須將船上之管線出口和碼頭管溝內之管線透過軟管(圖 3-1)或裝卸料臂(圖 3-2)加以連接，再利用船上或岸上之動力即可進行裝卸作業，其間並不須碼頭工人在碼頭上協助裝卸作業，裝卸效率較高，再加上除成品油外，一般裝載量不大，船舶滯港時間較短，現將液體散貨之裝卸特性條列如下：

- ◆ 利用管線裝卸，其碼頭型式變化較大
- ◆ 裝卸效率較高
- ◆ 裝卸危險性較高
- ◆ 承載危險品之船舶，在港內靠泊時有較嚴格之規定
- ◆ 作業時碼頭面版上之載重較低
- ◆ 以快速解纜鉤取代傳統之繫船柱

現分別說明如下：

1. 利用管線裝卸，可用碼頭或繫泊設施型式較多

液體散貨雖皆以管線進行裝卸作業，惟因貨種之不同，裝卸之方式亦有所不同，如表3.1所示。

2. 裝卸效率較高

液體散貨輪之裝卸載時間一般大都小於24小時，再加上裝卸時係以船上或岸上動力連續裝卸，其間並未涉及工作人員之效率或休息時間，因此裝卸效率較高，且卸載後之船舶，經常空船離港而裝船之船舶亦以空船進港，並未進行卸載，一般僅有裝或卸之動作發生，故裝卸效率較高，滯港時間也較短。

3. 裝卸危險性較高

液體散貨輪進行裝卸時，管線內之液體散貨係處於壓力狀況下，亦即如作業不慎發生接頭鬆脫、管線破損時管線內之液體可能以較高



圖3-1 管道作業方式



圖3-2 裝卸料臂作業方式

表 3.1 液體散貨裝卸方式一覽

貨 種	裝卸碼頭	儲槽地點	碼頭結構型式
原油	外海浮筒為主或 專用船席	內陸儲槽或 港內儲槽	浮筒或離岸式墩座
LNG	專用港或 隔絕之專用船席	港內儲槽	離岸式棧橋及墩座
LPG	港內專用船席或 公共船席	港內儲槽	離岸式棧橋及墩座
成品油	港內船席	內陸儲槽或 碼頭後線儲槽	傳統式碼頭結構
化學品	港內船席	碼頭後線儲槽	傳統式碼頭結構
動植物油、食品	港內船席	碼頭後線儲槽	傳統式碼頭結構

註：本計畫整理。

速度溢散至碼頭面、海面或後線儲槽區，如所裝卸之貨種為具爆炸性之危險品，則其危險性更高，因此整個裝卸作業須依照相關之程序辦理並填報各種相關表格以確保作業安全。

4. 承載危險品之船舶，在港內靠泊時有較嚴格之規定

液體散貨中化學輪之比例相當高，承載危險品之機率亦較大，依國際商港港務管理規則第32條及第33條對承載危險品之船舶在港內靠泊有明確之規定其條文如下：

第三十二條：

- ◆ 停泊應遠離他船，日間懸掛紅旗，夜間懸掛紅燈於最明顯易見之處。
- ◆ 除非經商港管理機構特許，否則不得在日出前及日落後入出港。

第三十三條：

- ◆ 繫泊時，船首應朝向港外方向，並不得下錨。如果因風力、流速而必須下錨時，應於靠妥後立即將錨收起。如錨鏈放出較多，不完全收回時，應將其中之接環露出甲板上，以便隨時可以拔開。

靠泊後，應備強度足數40噸長度拖曳本船之拖纜兩條，並將拖纜之眼環，分別垂置船首及船尾外舷達於水面，纜之一端繫牢於船內繫纜樁上，以防止萬一發生事故時，可以緊急將裝載危險物品之船舶拖離港區，以維護港區安全。

5. 作業時碼頭面版上之載重較低

液體散貨裝卸時大都在碼頭面版上鋪設軟管與船上之管線連接或利用原先預埋於面版管溝內之管線透過卸料臂與船上管線連接進行裝卸作業，整個作業過程中並不須使用活動式之裝卸機具或利用卡車進行船邊提貨作業，面版上幾無較大之活載重，因此除非液散碼頭亦保留作為裝卸其他貨種之彈性，否則碼頭面之設計載重物較其他貨種之碼頭為低，因此離岸式碼頭亦可考慮作為液散碼頭之結構型式以節省工程費。

6. 以快速解纜鉤取代傳統之繫船柱

液體散貨碼頭如所卸載之貨種為具危險性之物品時，為方便船舶或碼頭發生意外時，船舶能由留守船上之人員主控快速脫離作業碼頭，可考慮以快速解纜鉤取代傳統之繫船柱，進一步保障作業之安全性。

第四章 液體散貨碼頭後線儲槽配置分析

4.1 影響儲槽配置之主要因素

影響儲槽配置之主要因素如下：

- ◆ 基地面積
- ◆ 作業型態
- ◆ 貨種及吞吐量
- ◆ 消防及安全規定
- ◆ 碼頭水深及長度
- ◆ 環境因素

現分別說明如后：

1. 基地面積

碼頭後線可供興建儲槽區之面積為整個儲槽規劃之最大限制條件，由於液體散貨以船邊提貨方式裝卸載並不常見且不符作業經濟效益及安全規定，因此儲槽後線之基地面積與船舶之裝載量有十分密切之關係，即後線興建之儲槽容量必須大於單一船運量且必須保留適當餘裕，否則碼頭之尺寸須作適當調整或另行興建直通港區外內陸儲槽之管線。

2. 作業型態

基本上利用碼頭運輸之液體散貨，按碼頭與生產工廠之距離、儲槽之型式又可分為：

- ◆ 供產業專用之儲槽
- ◆ 提供倉儲功能之公用儲槽
- ◆ 提供倉儲及配銷功能之儲槽

現說明如下：

(1) 供產業專用之儲槽

此類碼頭之後線緊鄰生產工廠，後線儲槽可作為廠區儲存設備之一部份，平時亦僅裝卸企業體本身所需之原料或成品，並不

對外營業提供其他業者作為倉儲之用，外海浮筒、工業港之碼頭或碼頭後線鄰近地區有廣大腹地提供建廠用之商港，皆有此類型式之碼頭及槽區，此類投資之回收主要為原料或成品內陸運輸成本之節省及碼頭邊之儲槽亦作為廠區原料或成品之儲存設施所節省之費用。

(2) 提供倉儲功能之公用儲槽

此類儲槽以台中港之西碼頭區之危險品碼頭區為代表，同一座碼頭後線並不限僅有一家倉儲公司，倉儲公司主要係以服務港區鄰近之產業為主，除替客戶卸載外，並將液體散貨儲存於後線之儲槽內，此類投資之回收為裝卸費用及儲槽之倉租。

(3) 提供倉儲及配銷功能之儲槽

此類儲槽之功能除可作為倉儲設施外，並提供配銷功能，如未來台北港台塑企業所建之儲槽即可作為台塑企業北部地區油品之配銷中心。另台中港之西碼頭區未來亦可作為區域配銷中心，利用大型船舶及大型之儲槽進口大量之特殊石化品，以節省海上運費，再以較小型之船舶將此類貨種運往水深受限，大型船舶無法進出之港口。

3. 貨種及吞吐量

基於安全、消防、經濟等考量，不同型式儲槽其安全間距、筒徑、儲量皆不相同，因此同樣之基地面積容納不同貨種時，其容量將有所不同，而貨種滯留在儲槽內之時間也與儲槽之週轉率及年吞吐量息息相關，亦即與儲槽之作業型態及定位有密切之關係。

4. 消防及安全規定

不同貨種之相關安全及消防規定並不相同，對儲槽之筒徑、容量、安全距離皆有影響，進而影響到儲槽之配置及總容量，後面之章節中將再詳細加以說明。

5. 碼頭水深及長度

一般碼頭後線儲槽區與碼頭岸肩相連接之長度相同，並將此一長度

定義為碼頭後線儲槽區之寬度(因儲槽區縱深較長)，而儲槽之容量須與船舶之載運量互相匹配，較長之碼頭雖可同時容納兩艘小型船舶同時泊靠，因碼頭水深配合長度亦相對加深以容納大型船舶，惟對整體建設之經濟性仍有負面影響，因此儲槽面積及碼頭尺寸仍須有適當之搭配。

6. 環境因素

(1) 地形

設廠用地地形有高低差別時，為減低易燃液體被燃燒之可能性，管理中心或其他有火源之區域之高程應儘量高於儲槽區、灌裝區、分裝區或其他大量可燃物貯存區，而廢水滯留區則應置於廠區地勢最低處。

(2) 風向

廠區管理中心及人員操作區之設置應考慮主要季風風向，以避免或降低因儲槽外洩或其他意外事故，而影響到人員之安全。

(3) 地震

由於碼頭後線大都為土壤液化潛能較高之新生地，因此在基礎設計時應考慮土壤液化潛能，必要時應進行地質改良，以防止地震時發生災損。

(4) 基礎承载力

碼頭後線如為新近完工之新生地，在沉陷尚未穩定前，地盤尚不夠穩固，應考慮在地基軟弱部份加以補強，以降低不均勻沉陷，避免在地震發生時，因地基不均勻下陷而造成儲槽傾斜，導致結構破壞。

(5) 儲槽之附屬配管

地震發生時，由於槽體本身及配管間之共振作用，其所產生之強大應力往往導致配管間結構較弱之部位發生破裂或折斷，例如鑄鐵閥製品及連接管之絲口接頭或凸緣根部等。因此，配管採用撓曲性軟管聯結器，或將配管設計成 Ω 型以避免地震影響。

(6) 防液堤

目前防液堤按規範規定，大多採用RC結構，地震發生較易發生堤壁龜裂，導致防液堤部份功能喪失。須考量埋設鐵板或延展性較大的材質於堤身中，以確保液體不致外洩。

4.2 儲槽之種類及說明

儲槽依其操作壓力及型式主要可分為以下四種：

- ◆ 常壓儲槽
- ◆ 低壓儲槽
- ◆ 高壓儲槽
- ◆ 冷凍儲槽

現分別說明如下：

1. 常壓儲槽

常壓儲槽(atmospheric tank)係指其操作壓力大約為大氣壓，其槽體頂部設計必需能承受0.5psig的壓力。

常壓儲槽雖然其操作壓力祇是略高於大氣壓力，但設計上，仍應有充分的排氣裝置，以避免在裝卸時造成高度的真空或壓力，導致槽頂變形，甚或超過設計壓力。

2. 低壓儲槽

此類型式之儲槽大都為直立式圓筒形儲槽，依據API之標準可在略高於常壓的情況下操作，亦可設計使其操作壓力高達15psig。

3. 高壓儲槽

高壓儲槽(high pressure tank)使用於操作壓力超過15psig者，類型分為：球形儲槽、扁球形儲槽及圓筒形儲槽等。

4. 冷凍儲槽

冷凍儲槽大都以絕緣方式貯存，利用低溫將氣體液化之液體散貨，其液化氣體之溫度介於0°C~-196°C，其絕緣材料可採用特殊材質之隔膜或混凝土。

一般在石化廠或外界所見，常壓下貯存之可燃性液體及高壓貯存之液化氣體多以球型槽貯存為主，但近幾年來，尤其在歐洲，1971年德國開始採用覆土式圓筒形壓力容器（詳圖 4-1）儲存 LPG 與 PROPANE，而爆炸性及危險性流體之採用 ECT 儲槽已日漸增多，因其特性可符合較嚴格之安全要求，台塑麥寮廠亦自德國引進 ECT 儲槽。ECT 儲槽可置放於壕溝中或地面上但需覆土，如此可隔絕外界對儲槽之影響，諸如火災造成之高溫或附近爆炸造成之動壓等，因此比傳統性之儲槽更符合安全之考量。ECT 儲槽一般均在工廠內製造完成後再運送至現場安裝，以管控其銲接品質。由於國內目前僅台塑麥寮廠興建 ECT 儲槽，鑑於 ECT 儲槽之應用日漸增多，本研究將針對 ECT 儲槽之優點、適用範圍及法規依據等加以說明，以供相關業界之參考。

1. ECT儲槽之優點

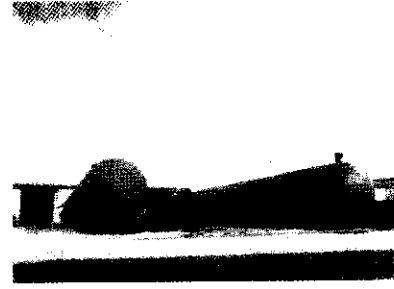
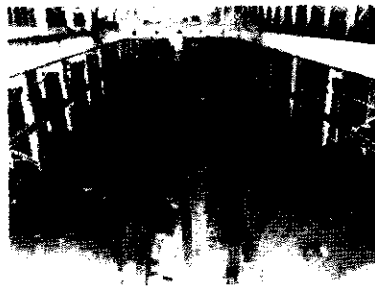
由於ECT儲槽具有下列優點，在歐洲被大量採用，尤其德國自1991年起對容量大於3噸之液化石油氣，一律採用ECT儲槽取代球槽之設計，ECT儲槽之優點如下：

- ◆ ECT覆土達0.6~1.0M厚，貯存在砂土下十分安全，可以避免液化石油氣揮發膨脹等異常爆炸之情形。
- ◆ 埋設於地下兩槽安全間距大於一公尺即可，可較傳統儲槽安全間距節省更多貯放面積，可有效運用有限之土地資源。
- ◆ ECT採軟性砂土平均受力之設計（柔性基礎），地耐力要求10~12MT/M²即足夠，對地質較差的地區，比球槽須打樁作共同RC基礎座之建造安全經濟。
- ◆ ECT因埋設於砂土之下，不怕颱風地震或人為之破壞，較具有安全性。
- ◆ ECT埋設於砂土之下，消防用水可有效減少，只要考慮管線及露在砂土表面部份之消防滅火設施即可。
- ◆ ECT覆土後可以加強綠化，符合環保要求。



台灣企業六輕工業園區

台灣重工公司參廠



噴珠 -> 切割 -> 成型 -> 單瓣組焊 多瓣組焊 -> 零件組焊 -> 整槽完成

試壓



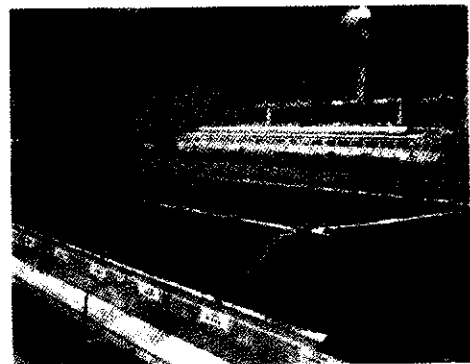
ECT 96 SETS (ASME U2)	
1) 300M ³	4.0mDX25.5mL, 1 ST
2) 500M ³	4.0mDX45.5mL, 3 ST
3) 1,000M ³	6.5mDX32.5mL, 10 ST
4) 2,000M ³	6.5mDX62.7mL, 5 ST
5) 3,000M ³	7.3mDX74.3mL, 55 ST
6) 4,000M ³	8.0mDX82.3mL, 22 ST

包覆

運搬安裝



ECT 已安裝於砂床上，並進行覆土作業



ECT 砂床覆土植生完成

圖4-1 覆土式壓力儲槽 (ECT)

- ◆ ECT外覆熱熔性柏油防蝕膠帶（Bitumen Coating），並作陰極防蝕定期監測，保養容易。
- ◆ 配合良好之儲槽設計製作及檢測紀錄，可有系統的進行定期儲槽開放檢查，而開放檢查是由槽內以超音波測厚，檢查容易；輔以定期沉陷監測則更完備。
- ◆ 除非運輸條件之特殊限制，ECT可以在工廠內預製、組銲、施工、防蝕包覆，再運到現場安裝，品質容易確保，並可避免球槽建造時高空作業之危險性。

2. ECT適用範圍

適用於常溫下儲存之液化石油氣（如丙烯、丙烷、丁烯、丁烷、丁二烯...等）或液氮等高壓液態物質。

3. 相關之法規

ECT儲槽本體安全及定期檢查規定目前係以德國法規為主，包括：

- ◆ Order on Pressure Vessels
- ◆ Gas Pressure Vessels and Filling Plants

槽體之設計製作：

- ◆ 德國AD-Merkblatt
- ◆ 德國TRB 801. Nr. 25
- ◆ 英國British Code 5500
- ◆ ASME SECTION VIII Div.2

4.3 槽區內所需設置之相關設施

一般碼頭後線之槽區依其設置目的及作業方式之不同，相關之設施亦不盡相同，惟差異性有限，以下針對作為公共倉儲轉運功能之槽區加以說明，碼頭後線之槽區所需之相關設施如下：

- ◆ 儲槽區
- ◆ 防液堤
- ◆ 場內道路

- ◆ 灌裝場
- ◆ 管理中心
- ◆ 消防設施
- ◆ 停車場
- ◆ 廢水滯留池
- ◆ 監控及警報設施
- ◆ 其他設施

現說明如下：

1. 儲槽區

儲槽區應緊鄰碼頭以縮短管路之運送距離並遠離重要構造物及人口集中地區，相關之規定及設置準則詳4.5節之說明。

2. 防洩堤

防洩堤為防止儲槽破裂或連接之管路故障導致所貯存之流體外漏時之阻隔設施，其相關規定詳4.5節之說明。

3. 場內道路

場內道路之主要功能係作為維修通道及發生緊急事故時救難車輛通行之用，其相關規定詳4.7節之說明。

4. 灌裝場

灌裝場為廠商以專用之罐裝車來槽區提貨之裝載中心，灌裝場之管線和槽區之儲槽可直接連通，因此裝載卡車不必進入槽區之其他區域即可在灌裝場進行裝載作業。

5. 管理中心

管理中心為槽區行政人員及場區作業人員之作業基地，由於槽區所需之工作人員不多，因此管理中心大多為低樓層之建築，所佔之面積有限，一般都位於槽區之入口處以防止訪客進入儲槽區或灌裝場等危險較高之作業區。

6. 消防設施

由於儲槽內經常會貯儲液體危險品，因此消防設施為十分重要之設

施，此一部份之細節詳4.5節之說明。

7. 停車場

槽區內之停車需求包括員工停車位，訪客停車位及裝載卡車之等待線等，卡車之停車等待線一般設置在灌裝場旁，員工及訪客停車場則設置在管理中心附近。

8. 廢水滯留池

儲槽進行洗槽所排放之廢水、管線破損洩露或灌裝時遺留地面之化學品須加以處理後方可按規定排放，槽區內並不適宜設置污水處理設施，因此槽區內須設置廢水滯留池，收集槽區內之作業廢水後，再外運委由專業廠家處理。

9. 監控及警報設施

監控系統大致可分為人為監控及自動感應兩種方式，其裝設之目的乃在於提升碼頭裝卸效率及儲槽作業安全性，藉由監控設備對於危險狀況的提早發現及警報設施之警示告知，期能降低液體散貨之裝卸與儲存過程中可能發生之危險性以及災害發生時之損害程度。

10. 其他設施

為處理某些特殊貨種，在槽區內須設置較為特殊之設施，如海水加熱系統、廢氣燃燒塔、回收氣設施等。

4.4 儲槽作業及配置所須依循或參考之法規

裝卸作業：

- ◆ 船舶危險品裝載規則
- ◆ 國際商港港務管理規則
- ◆ 國際商港棧埠管理規則
- ◆ 美國國家消防協會NFPA

儲槽配置：

- ◆ 美國國家消防協會NFPA
- ◆ 美國機械工程師協會ASME

- ◆ 美國石油協會API
- ◆ 中國國家標準CNS

4.5 儲槽區之相關消防及安全規定

有關儲槽區相關安全設施如防液堤、儲槽安全附屬設備及消防設備，經參考各相關文獻後，綜合整理如下：

1. 防液堤有關之規定

- (1) 防液堤之容積至少應為該儲槽之容積之110%，但二座以上儲槽共用防液堤之容積，應為較大儲槽容積之110%以上。
- (2) 防液堤應為鋼筋混凝土或土堤構造，高度0.5公尺以上。
- (3) 設於共用防液堤內之儲槽不得超過10座(容量200公秉以下儲槽，儲存物質之閃火點(閉杯)在60°C以上，未滿200°C為20座)。
- (4) 設於共用防液堤內之儲槽，均應依表4.1之規定寬度面對區內道路。但儲存料之閃火點在200°C以上或防火堤內儲槽之容量為200公秉以下之儲槽面對不妨害消防活動之道路或空地者不受此限制。
- (5) 防液堤應依儲槽之直徑與儲槽壁板保持規定距離，但儲存閃火點200°C以上物質的儲槽不受限制。
- (6) 防液堤之內部面積不得超出80,000平方公尺。
- (7) 防液堤內部，不得有與該儲槽無關之任何管線。
- (8) 配管不得貫通防液堤等。但採取不傷及防液堤等之必要措施(如二重堤)者不在此限。
- (9) 防液堤應設排放內部積水之排水口設備，其操作閥須設在防液堤外部，且容易辨認開關狀況之閥。
- (10) 容量10,000公噸以上儲槽之防液堤，其內部應裝設儲槽外洩自動檢知器兼，通知設於可採取緊急措施場所之警報器發出警報之設備。
- (11) 高度1公尺以上之防液堤，每約30公尺應設進出防液堤之階梯。

(12) 防液堤內之儲槽為一座以上，其總容量在10,000公秉以上，應以符合下列之第二道防液堤加圍：

- ① 高度須0.3公尺以上，其內容積為該槽區內最大儲槽之容量以上。
- ② 進出第二防液堤之道路，通過第二防液堤部份應為1/10斜度之道路。
- ③ 貫穿第二防液堤之排水溝，在貫穿處應設閘門或同等功能之設備。

表 4.1 防液堤與儲槽壁板之距離規定

儲槽之直徑	與壁板應保持之距離
未滿15公尺	儲槽高度之1/3以上距離
15公尺以上	儲槽高度之1/2以上距離

資料來源：參考「台中港西碼頭區安全管理與稽核制度建立評估報告」。

2. 儲槽之幫浦設備(包括馬達)有關規定

- (1) 幫浦設備之周圍應保留3尺以上之寬度之空地，但設有防火上有效之隔離者，不受限制。
- (2) 幫浦設備與儲槽之間，應保持該儲槽應保持空地寬度之1/3以上距離。
- (3) 幫浦設備應固定於堅固基礎之上面。
- (4) 幫浦房應以不燃性材料建造，且屋頂應為輕質不燃性構造。
- (5) 幫浦房之門窗應裝設第一種或第二種防火門窗(鐵拉門)，使用之玻璃應為夾金屬絲網玻璃。
- (6) 幫浦房之地面應為不受危險物浸透之構造，其周圍需以0.15公尺高度之矮牆加圍。
- (7) 幫浦房之地面應有適當傾斜及集液坑。
- (8) 幫浦房應有處理危險物所必要之採光、照明及通風換氣之設備。
- (9) 可能滯留可燃性蒸氣之幫浦房，應有將蒸氣排放於屋外高處之

設備。

- (10) 設於幫浦房以外場所之幫浦設備，其地面應為不受危險性液體浸透之構造，且周圍3公尺範圍需以0.15公尺以上高度矮牆加圍，地面應有適當傾斜及集液坑(幫浦洩漏液體為油質者，集液坑應有油水分離之功能，如API或CPI等)設備。
- (11) 處理閃火點未滿 21°C 液體之幫浦設備，應於易見處設置儲槽之幫浦設備及防火要點之標識。

3. 特定危險物儲槽有關之規定

- (1) 二硫化碳儲槽，應設置在底壁為0.2公尺以上厚度不漏水之鋼筋混凝土構造水池內，形成整座儲槽在水面下之狀態。
- (2) 儲存固體禁水性物質之屋外儲槽，應設防水性之不燃性構造覆圍設備。
- (3) 烷基鋁或烷基鋰化合物儲槽應有氮封設備，其周圍應設置存料洩漏擴散之局限設備及可將其回收於安全地點儲槽之設備。
- (4) 乙醛及環氧丙稀儲槽設備不得使用鎂、銅、水銀、銀或含有此等成分之合金製造，儲槽應裝設冷卻或保冷裝置保持適當溫度。
- (5) 儲存閃火點 130°C 以上液體儲槽，對作業場所之地界得保持安全距離，儲槽周圍應保留空地之寬度規定如表4.2。

表 4.2 液體儲槽與周圍空地之寬度規定

儲槽容積(公秉)	存料之閃火點($^{\circ}\text{C}$)	周圍空地之寬度
12,000以下	130以上未滿200	3公尺以上
240,00以下	200以上	
超出12,000至未滿24,000	130以上未滿200	5公尺以上
超出24,000至未滿48,000	200以上	
超出24,000	130以上未滿200	儲槽之直徑、高度、長度其中較大尺寸1/3以上，但不得小於5公尺
超出48,000	200以上	

資料來源：參考「台中港西碼頭區安全管理與稽核制度建立評估報告」。

4. 儲槽消防器材有關規定

- (1) 具有閃火點液體之儲槽，應每座配置8公斤型手提乾粉滅火器二具以上。
- (2) 儲槽之防液堤外部5公尺以上點應設置消防水栓等設備，形成以有效半徑35公尺可保護該防液堤內全部地面之狀態。
- (3) 閃火點未滿130°C液體儲槽，其液體表面積40平方公尺以上或儲槽高度6公尺以上者，設置有效的固定型泡沫滅火設備及壁板之灑水冷卻管設備(水環設備灑水量為每一平方公尺21/min以上)。
- (4) 儲槽之泡沫滅火設備，其防液堤外至泡沫發生器之管線，應以一條連接二個下泡沫發生器。
- (5) 儲槽之灑水冷卻設備(水環設備)應設於壁板頂端及每一風樑(補強環)下面。此設備得分為4節以下，各連接專用送水管至防液堤外部。

4.6 儲槽安全間距

1. 儲槽安全距離

儲槽彼此之間、儲槽區與儲槽區之間或儲槽與製程之間的距離當然越大越好。儲槽一旦失火，其鄰近的儲槽如果不被點燃，也可能遭受輻射熱的損害。工業風險保險業(Industrial Risk Insurers, IRI)與美國消防協會(National Fire Protection Association, NFPA)均曾對儲槽彼此之間的距離作出建議。但IRI所訂出之間距是根據選出的少數意外案例，而不是根據操作或火災損害的科學計算方法。因此一般而言，他們所訂出的間距較為保守。

工業局曾參考IRI、NFPA與一些大公司的儲槽間距規範，訂出參考值。台中港亦曾進行相關研究，並比較NFPA與IRI規範，取其最小值者為港區儲槽間距準則，如表4.3所示。就廠商而言，間距縮小在建構上可採用較短管線與較少管線支架，達到節省材料的目的。

2. 儲槽區與周界之距離

儲槽區與周界之距離可依地質特性及儲槽之特殊需求加以界定，本計畫建議採用NFPA30之不穩定化學物儲槽標準作為儲槽與周界之最小距離之參考值，詳如表4.4及表4.5所示。

3. 儲槽與開發區之距離

儲槽與開發區之距離可參考表4.6，開發區可劃分為下列三類：

- ◆ A類—住宅區，包括一般住宅、旅館、客棧、購物中心。
- ◆ B類—工業區，包括工廠(高密度員工者除外)、倉庫。
- ◆ C類—敏感區，包括學校、醫院、養老院等。

表4.6之分隔距離內，不得有C類之開發；三分之二距離內，不得有A類之開發。至於B類之開發，不受上述分隔距離之限制。

4. 其他距離限制

在「公共危險物品及高壓氣體各類事業之分類及安全管理辦法」中訂定儲槽對住宅、公共場所、古蹟、公路及電線等各項設施之最小安全間距，詳如表4.7所示。

表4.8列出儲槽與壓縮機(compressor)、廢氣燃燒塔(flare)、容器(vessel)、動火設備(fired equipment)或控制室(control room)之距離。

表4.9為儲槽與廠區內道路之距離規範。

表 4.3 儲槽間距離規定

單位：公尺

設施名稱			工業局建議值	IRI與NFPA規範	港區規範
常壓貯槽	浮頂式	小於1000KL	1/3D	IRI為1/2D；NFPA為1/3D(D<45)、1/2D(D>45)	1/3D
		1000~25000KL	1/3~1/2D	IRI為D；NFPA為1/3D(D<45)、1/2D(D>45)	1/3D
		25000~50000KL	1/2~2/3D	IRI為D；NFPA為1/3D(D<45)、1/2D(D>45)	1/3D
		大於50000KL	1/2~3/4D	IRI為D；NFPA為1/3D(D<45)、1/2D(D>45)	1/3D
	固定式	小於1000KL	1/3D	IRI為1/2D；NFPA為2/3D(D<45)、1/2D(D>45)	1/3D
		Class I 1000~25000KL	1/2~2/3D	IRI為D；NFPA為1/3D(D<45)、2/3D(D>45)	1/3D
		Class II & III 25000~25000KL	1/3~1/2D	IRI為1/2D；NFPA為1/3D(D<45)、2/3D(D>45)	1/3D
		Class II & III 大於25000KL	1/2~2/3D	IRI為1/2D(V介於1590~47700KL)；NFPA為1/3D(D<45)、2/3D(D>45)	1/3D
壓力儲槽			D但不小於30	IRI為2/3D，但不可小於30；台塑為D，但在30~60之間	2/3D但不小於30
冷凍儲槽(圓頂)			D但不小於30	IRI為2D，但不可小於60；台塑為D，但在30~60之間。	D但不小於30

註：D為較大儲槽直徑

資料來源：參考「台中港西碼頭區安全管理與稽核制度建立評估報告」。

表 4.4 儲槽與周界之最小距離(NFPA30)

儲槽型式	防護方式	與既有或可確立之境界線的最小距離公尺，包括公共道路的對面	與任何公共道路的鄰側或同財產範圍內的重要建築物間之最小距離公尺
直立式或臥式儲槽，其緊急釋放壓力不超過2.5psig	儲槽裝置下列任何一種防護設備：合格的撒水、惰化、隔熱、冷凍系統，及阻絕措施	表4.5值，但 ≥ 7.5 公尺	≥ 7.5 公尺
	曝露防護 ^{註1}	表4.5值的2.5倍， ≥ 15 公尺	≥ 15 公尺
	無	表4.5值的5倍，但 ≥ 30 公尺	≥ 30 公尺
直立式或臥式儲槽，其緊急釋放壓力超過2.5psig	儲槽裝置下列任何一種防護設備：合格的撒水、惰化 ^{註2} 、隔熱、冷凍系統，及阻絕措施	表4.5值的2倍，但 ≥ 15 公尺	≥ 15 公尺
	曝露防護 ^{註1}	表4.5值的4倍， ≥ 30 公尺	≥ 30 公尺
	無	表4.5值的8倍，但 ≥ 45 公尺	≥ 45 公尺

註：1. *儲存液體隔鄰財產範圍內的結構物，可接受到隔鄰工廠自有消防單位或消防隊所提供的水柱冷卻謂之。

2. **參考 nfpa69，曝露防護系統標準。

3. 1 英呎=0.30 公尺

1psig=0.07kg/cm²=6.89kPa

資料來源：參考「台中港西碼頭區安全管理與稽核制度建立評估報告」。

表 4.5 引用表 4.4 時之參考資料(NFPA30)

儲槽容量(V) 立方公尺	與財產線間的最小距離公尺， 包括公共道路的對面 (公尺)	與任何公共道路的鄰側或同 財產範圍內的重要建築物間 之最小距離(公尺)
$V \leq 1.045$	1.5	1.5
$1.045 < V \leq 2.85$	3	1.5
$2.85 < V \leq 45.6$	4.5	1.5
$45.6 < V \leq 114$	6	1.5
$114 < V \leq 190$	9	3
$190 < V \leq 380$	15	4.5
$380 < V \leq 1900$	24	7.5
$1900 < V \leq 3800$	30	10.5
$3800 < V \leq 7600$	40.5	13.5
$7600 < V \leq 11400$	49.5	16.5
$V > 11400$	52.5	18

註：1 英尺=0.30 公尺

$$1 \text{ gal} = 3.8 \text{ L} = 0.0038 \text{ m}^3$$

資料來源：參考「台中港西碼頭區安全管理與稽核制度建立評估報告」。

表 4.6 重大危害設施儲槽與開發區分隔距離

物 質	最大儲槽尺寸(t)	距離(m)
LPG，例如丙烷(propane)、丁烷(butane)，其壓力>1.4bar(絕對)者	25~40	300
	41~80	400
	81~120	500
	121~300	600
	>300	1,000
	25以上，僅置於許多鋼瓶或小型儲槽內(容量在50噸以下)	100
LPG，例如丙烷(propane)、丁烷(butane)，其壓力≤1.4bar(絕對)者	50以上	1,000
光氣(Phosgene)	2以上	1,000
氯(Chlorine)	10~100	1,000
	>100	1,500
氟化氫(Hydrogen fluoride)	≥10	1,000
三氧化硫(Sulfur trioxide)	≥15	1000
丙烯腈(Acrylonitrile)	≥20	250
氰化氫(Hydrogen cyanide)	≥20	1,000
二硫化碳(Carbon disulphide)	≥20	250
硝酸銨(Ammonium nitrate)及其混合物，其氮含量>28%(重量計)	≥500	(註1)
液氧	≥500	500
二氧化硫(Sulphur dioxide)	≥20	1,000
溴(Bromine)	≥40	600
氨(無水氨)，或氨溶液其氨含量>50%(重量計)	≥100	1,000
氫(Hydrogen)	≥2	500
環氧乙烷(Ethylene oxide)	5~25	500
環氧化丙烯(Propylene oxide)		
—大氣儲槽	≥5	250
—壓力儲槽	5~25	500
MIC(Methy isocyanate)	1	1,000
. 以下為非特定特質		

表 4.6 重大危害設施儲槽與開發區分隔距離(續)

物 質	最大儲槽尺寸(t)	距離(m)
1. 氣體或任何氣體混合物，具易燃性且以氣體型態儲存者(低壓容器例外)	≥15	500
2. 物質或其混合物，具易燃性，一般以液體或混合液體型態貯存溫度大於沸點(1絕對bar壓力)，或以氣體型態貯存，其壓力大於1.4絕對bar者	25~40	300
	41~80	400
	81~120	500
	121~300	600
	>300	1,000
	≥25，僅置於鋼瓶或小儲槽中(容量在5噸以下)	1,000
3. 液化氣體或任何液化氣體混合物，具易燃性，其沸點小於0℃(1絕對bar壓力)，一般貯存於冷卻容器中，其壓力≤1.4bar(絕對者)	≥50	1,000
4. 非屬上述1~3之物質，其閃火點<21℃者	≥10,000	250

註：1. 袋裝硝酸氣，其貯存量為300噸(最大)，分隔距離為600m；非袋裝者，其分隔距離以下式計算之： $60[\text{貯存量(t)}/300]^{1/3}$ 。

2. 此表為英國重大危害設施諮詢委員會所建議。

資料來源：參考「台中港西碼頭區安全管理與稽核制度建立評估報告」。

表 4.7 儲油槽壁板與住宅、公共場所等之間距

單位：公尺

設施名稱	距 離	
住宅	15	
公共場所(可容納300人以上,如學校、醫院、影劇院、圖書館、體育館等)	30	
法定古蹟	50	
公路、鐵路(限於幹線)	重油及中質油料油槽	23
	輕質油料油槽	30
防液堤	油槽直徑未滿15公尺	1/3H
	油槽直徑15公尺以上	1/2H
架空電線	7,000伏特<電壓<35,000伏特	3
	電壓>35,000伏特	5

表 4.8 儲槽與其他製程單元之距離

單位：公尺

單元間距	IRI規範	石油公司平均值*	港區規範**
儲槽與壓縮機	250	126	155
儲槽與廢氣燃燒塔	300	158	179
儲槽與容器	250	100	150
儲槽與動火設備	300	108	131
控制室與儲槽	50	78	70

註：*參加石油公司內部規範之數值

**台中港區之建議值

表 4.9 儲槽與廠區內道路之距離規定

儲槽容量	儲存閃火點未滿70°C物質之儲槽	儲存閃火點70°C以上未滿200°C物質之儲槽
5,000公秉以下	6公尺以上	6公尺以上
超出5,000至10,000公秉	8公尺以上	
超出10,000至50,000公秉	12公尺以上	8公尺以上
超出50,000公秉	16公尺以上	

資料來源：參考「台中港西碼頭區安全管理與稽核制度建立評估報告」。

4.7 儲槽區之道路配置

1. 廠內道路

廠內道路應避免死路，道路寬度及有效空間以能讓移動性設備及緊急事故車輛通過為設計原則。槽車或超重機具通行之道路應考慮上方及側面之有效空間以避免撞擊管架、管路、儲槽及消防栓等，場內除經常使用之進出門外，應設有通往外界公共道路之緊急用門一處以上。表4.10為日本石化工業區災害防止法關於道路寬度之規定，可作為設廠道路規劃之參考。

2. 廠外道路

廠外道路設計當以救災為主要考量，路線儘量取直線且寬度至少達10公尺以上，此種考量除防止萬一災害擴大時，在任何地點都能容易迅速避難外，亦考慮平時人員及槽車運輸之便利性。

表 4.10 廠內道路寬度參考值

製造區面積，m ²	儲存面積，m ²	道路寬度*
小於20,000	小於10,000	6m以上
大於20,000~40,000	10,000~20,000	8m以上
大於40,000~60,000	20,000~40,000	10m以上
大於60,000	>40,000	12m以上

參考資料：日本石化工業區災害防止法

第五章 液體散貨碼頭作業能量評估及用地需求

5.1 碼頭作業能量評估

碼頭作業能量係指碼頭裝卸之量能，此一量能之大小影響碼頭營運績效之良窳，而影響液體散貨碼頭裝卸效率之因素可分成以下三個環節加以評估，包括：

- ◆ 船舶到泊狀況
- ◆ 前線裝卸能量
- ◆ 後線儲槽之週轉量

分別說明如后。

5.1.1 船舶到泊狀況

由於各液體散貨碼頭經營者所裝卸之貨種特性不同，將直接反映在平均每船之裝載規模與到泊艘次上。因此，依碼頭特性統計平均每船之裝卸能量與靠泊碼頭艘次，可視為實際碼頭能量之整體成果表現。據此作為碼頭能量計算基準，則碼頭能量之計算公式為：

$$\text{年處理量} = \text{平均每船裝卸量} \times \text{平均碼頭年靠泊船舶艘次}$$

由於液體散貨之裝卸作業大都可在 12 小時內完成，再加上裝載及卸載作業並不在同一港口發生，因此船舶滯港時間一般不超過 24 小時，船舶到泊狀況一般並非作業能量之瓶頸所在。

5.1.2 前線裝卸能量

由於液體散貨輪靠泊碼頭後，係由船上之幫浦作為動力將船上之液體散貨藉由連接槽區之管線，以軟管或卸料臂卸至儲槽內，因此卸載能量評估須視船上加壓幫浦之效能，及碼頭上配合裝卸之軟管或卸料臂之搭配而定。由於碼頭上軟管或卸料臂之管徑及數目，於碼頭設

計階段均須配合未來營運船舶之裝卸動力特性及儲槽特性加以配置，因此碼頭前線裝卸能量主要由船上之幫浦效能及卸料口數目決定，由於船上之動力設備及卸料口數目因船而異，因此進行能量評估時無法以一般碼頭上固定裝卸機具考慮機具數目與單一機具處理能力乘積之評估模式加以進行，須考慮船舶之裝卸特性進行能量評估，其公式如下：

$$\text{年處理量} = \text{淨效率} \times \text{實作比例} \times \text{船席使用率} \times \text{可工作天數} \times 24 \text{ 小時}$$

其中：

船席淨效率 = 船舶每小時之淨裝卸噸位

實作比例 = 船舶實作時間 / 船舶在席時間

船席使用率 = 船舶實際使用船席時間 / 船席全年可供使用時間

5.1.3 後線儲槽之週轉量

後線儲槽之週轉量，取決於儲槽容量及貨種之平均停留時間，其作業能量計算公式如下：

$$\begin{aligned} \text{年處理量} &= (\text{儲槽總容量} \times 365 \text{ 天}) / \text{總體貨種平均停留時間} \\ &= \text{儲槽總容量} \times \text{週轉率} \end{aligned}$$

由公式中可知，相同之碼頭後線場地，其能量主要受儲槽總容量與貨種停留時間之影響，作業能量與儲槽總容量成正比，與貨種停留時間成反比。貨種之平均停留時間係因貨種之不同而異，因此規劃上可依據以往之統計資料，配合市場供需狀況加以決定，而儲槽之總容量可依據以往之經驗統計處理量並配合貨種停留時間之統計資料進行規劃，至於儲槽尺寸大小之決定可依直徑與高度變更而配組，並配合法規規定之安全距離、防液堤之容積要求等，決定最經濟之尺寸。

5.1.4 公用石化品碼頭之年卸載量評估

一般石化輪之平均裝載量約為 5,000 噸，卸載時間以 12 小時計，再加上進出港各以 2 小時計，則整個作業約需 16 小時，碼頭使用率如以 70% 計時之年處理量：

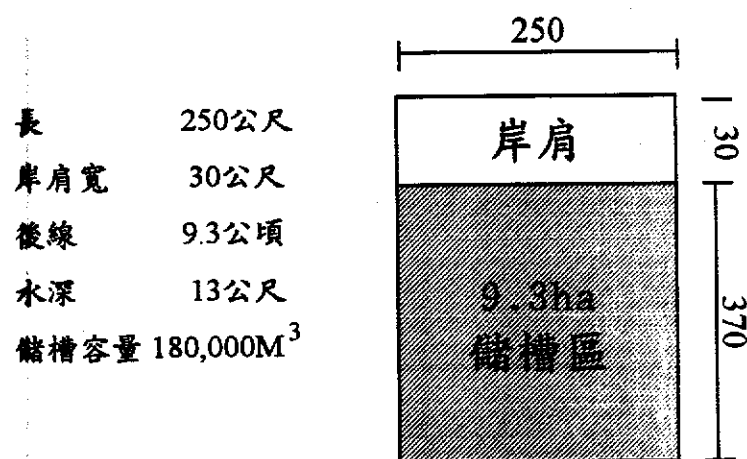
$$\begin{aligned}\text{年處理量} &= 5,000 \times \frac{350 \times 24 \times 0.7}{16} \\ &= 1,837,500\end{aligned}$$

由於不同貨種及貨主之貨品不得混裝之限制，如貨品在儲槽之滯留時間以 35 天計，則儲槽之總貯存量應不小於 $1,837,500 \div (365/35) = 176,000$ 噸，，實際之儲存量將大於此一數字，台中港西二號碼頭之後線建有 71 座儲槽，惟其實際營運量遠小於理論之年處理量，台中港西五號碼頭之碼頭長 250 公尺，搭配後線約 10 公頃之土地，其保證運量為 1,200,000 噸，在 10 公頃之土地上應可配置約 200,000m³ 之儲槽(90 個儲槽)，因此化學品之週轉率為影響後線儲槽能量之最重要因素，除非市場之需求量較大且後線儲槽量足夠時，碼頭之能量方可能成為作業能量之瓶頸。

5.2 碼頭用地需求

液體散貨因含有危險品之裝載，除食品類可和一般碼頭為鄰或共用外，未來石化品部份除工業港外，在商港內大都須設置專區集中管理以符合環保之要求，由於液體散貨輪之噸位隨運輸貨種之不同其差異性甚大，一般石化輪配合市場需求其平均載運量約為 5,000 噸，成品油則以 40,000 噸級之便捷型或 60,000 噸級之巴拿馬級限型為主，LPG 及 LNG 之噸位和巴拿馬極限型相似，惟其吃水較淺，原油輪則以外海浮筒或離岸或棧橋為主，本計畫係以港內之液體散貨碼頭為研究目標，為增加船席之使用彈性，未來港內液體散貨碼頭之尺寸以

40,000 噸級之便捷型運載船舶做為碼頭使用對象，其代表船型尺寸為船長 210 公尺、船寬 32.2 公尺及平均吃水深 12.6 公尺，依照 2.2.4 節之建議，以船舶全長與船寬總和作為碼頭設計長度，碼頭水深則為 1.1 倍最大滿載吃水深，同時考量液體散貨碼頭之年作業能量，故未來港內液體散貨碼頭之尺寸及後線用地需求建議如下：



此一配置可滿足大部份液體散貨之船舶運輸需求，而後線部份之土地應可設置 180,000m³ 之儲槽，後線儲槽除可作為船運之接收站外，並可滿足區域性石化品配銷之需求。

第六章 液體散貨碼頭之標準配置圖

液體散貨碼頭因其貨種、載運船型、土地面積、所在區位之環境與重要設施之距離、貯槽型式而有不同之配置，而其中貨種為影響配置之最重要因素，特殊之貨種如 LNG、LPG 等須利用低溫儲存之貨種之配置方式須滿足各業主之特定需求，屬特定用途之碼頭，且其貨品之輸送方式係以管線為主，並不需設置裝載中心供卡車提貨，此等貨種對於碼頭儲存場地及相關設施之需求和一般港區內之液散石化品碼頭並不相同，本計畫之說明將以一般液體散貨碼頭為主。

由第五章得知，液體散貨碼頭及其後線儲槽區在使用設計規劃上係依運載船舶與貨物種類搭配裝卸與儲槽設施作整體考量，故以下將依碼頭、碼頭後線儲槽區分別分析後，建議一液體散貨碼頭之標準配置圖。

6.1 液體散貨碼頭之諸元

港區內液體散貨碼頭依不同之貨種其建議之諸元如表 6.1 所示：

表 6.1 液體散貨碼頭尺寸建議

貨種	長	岸肩寬	水深	設計船型噸位	備註
1.一般石化品	200	25	-9	3,000-6,000D.W.T.	
2.成品油	250	30	-14	30,000-60,000D.W.T.	便捷型或 巴拿馬極限型
3.LPG	300	30	-12.5	87,000m ³	
4.LNG	390	30	-13	135,000m ³	大都採用離岸 墩座式碼頭

6.2碼頭儲槽區之諸元

表 6.2 液體散貨碼頭儲槽區尺寸建議

貨種	長	寬	可設置之 貯槽容量	備註
1.一般石化品	200	375	150,000m ³	
2.成品油	250	370	185,000m ³	

註：LPG、LNG儲槽如採離岸墩座式一般和碼頭並不相連

6.3一般液體散貨碼頭之配置圖

一般液體散貨碼頭由於船型變化較大，且後線儲槽之配置與容量與船舶之載運量亦須互相配合，碼頭結構部份因除成品油或特殊貨種外，一般化學輪之噸位極少超過 40,000 噸，因此港區一般公共化學品碼頭由經濟觀點考量應以便捷型之船舶作為設計船舶，惟在工程費相差不多且使用彈性可大幅增加之狀況下亦可採用巴拿馬極限型輪船作為設計船舶，在碼頭年作業能量以 1,800,000 噸考量下，後線儲槽之容量以全年週轉 10 次計，則約需 180,000 噸，以每公頃土地可興建 20,000 噸之儲槽，則約需 9 公頃以上之後線，其標準配置如圖 6-1 所示：

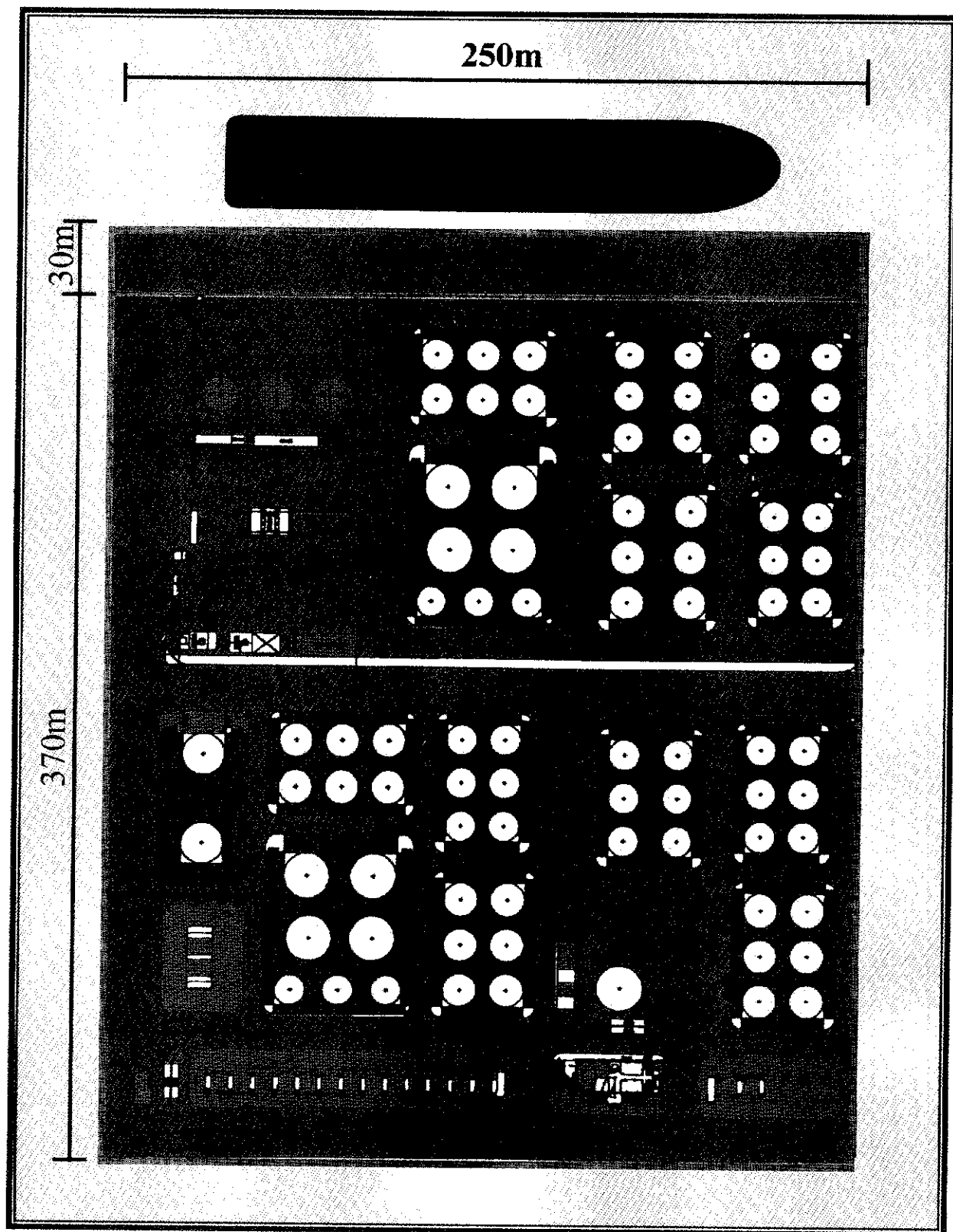


圖6-1 一般液體散貨碼頭標準配置圖

第七章 液體散貨碼頭之設計要素

目前碼頭設計國際間並無一標準之設計程序可資依循，因此碼頭之設計審查工作常因審查單位及設計者之認知差距過大而延宕，造成投資者及設計者之困擾，為此本計畫參考國內外相關規範並綜合以往之碼頭設計經驗，提出液體散貨碼頭之設計流程，並根據此一設計流程，研擬液體散貨碼頭設計之審查明細表。本章將先說明液體散貨碼頭所可能考慮之結構型式、主要構件、設計時須考量之外力、裝卸機具載重及相關規範整理。

7.1 碼頭型式一般說明

碼頭之型式繁多，依其結構特性及施工方法約略可分為：

- ◆ 重力式(gravity type)，(圖7-1)
- ◆ 棧橋式(trestle type)，(圖7-2)
- ◆ 板樁式(sheet pile type)，(圖7-3)
- ◆ 平版樁基式(relieving platform)，(圖7-4)
- ◆ 其他(繫、靠船台，繫船浮筒詳圖7-5、7-6)

各種型式碼頭又可區分如表7.1所示。

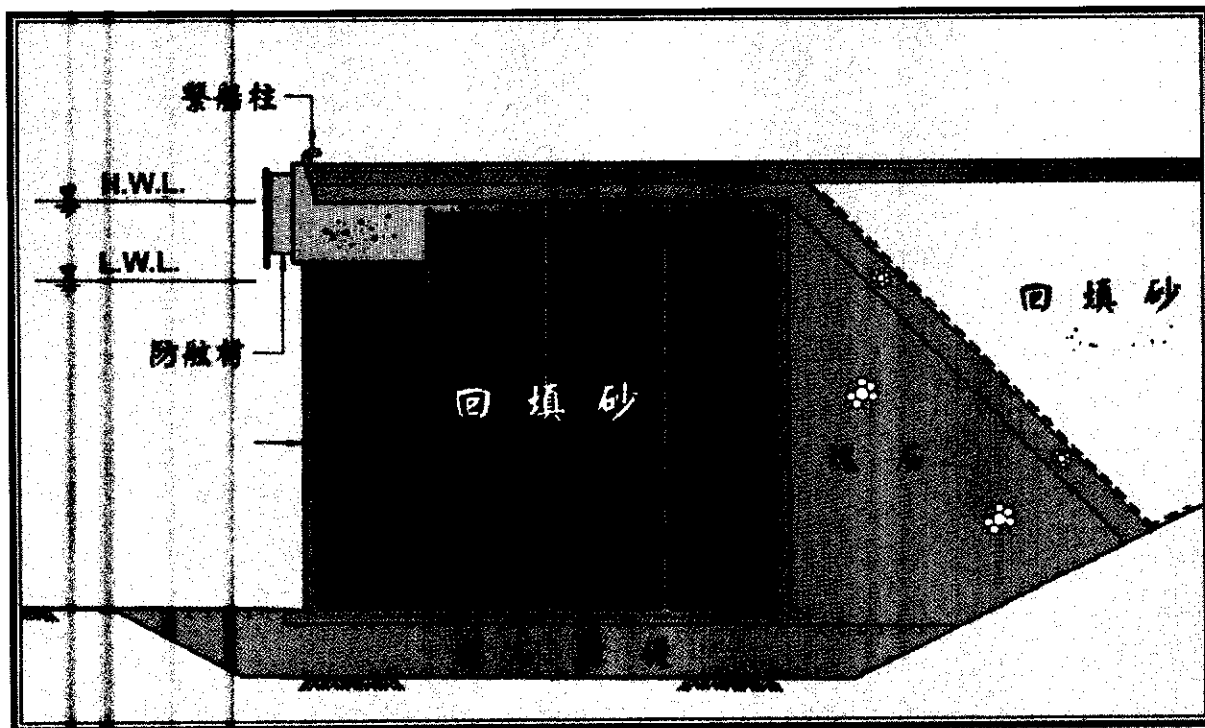


圖7-1 重力式碼頭斷面示意圖

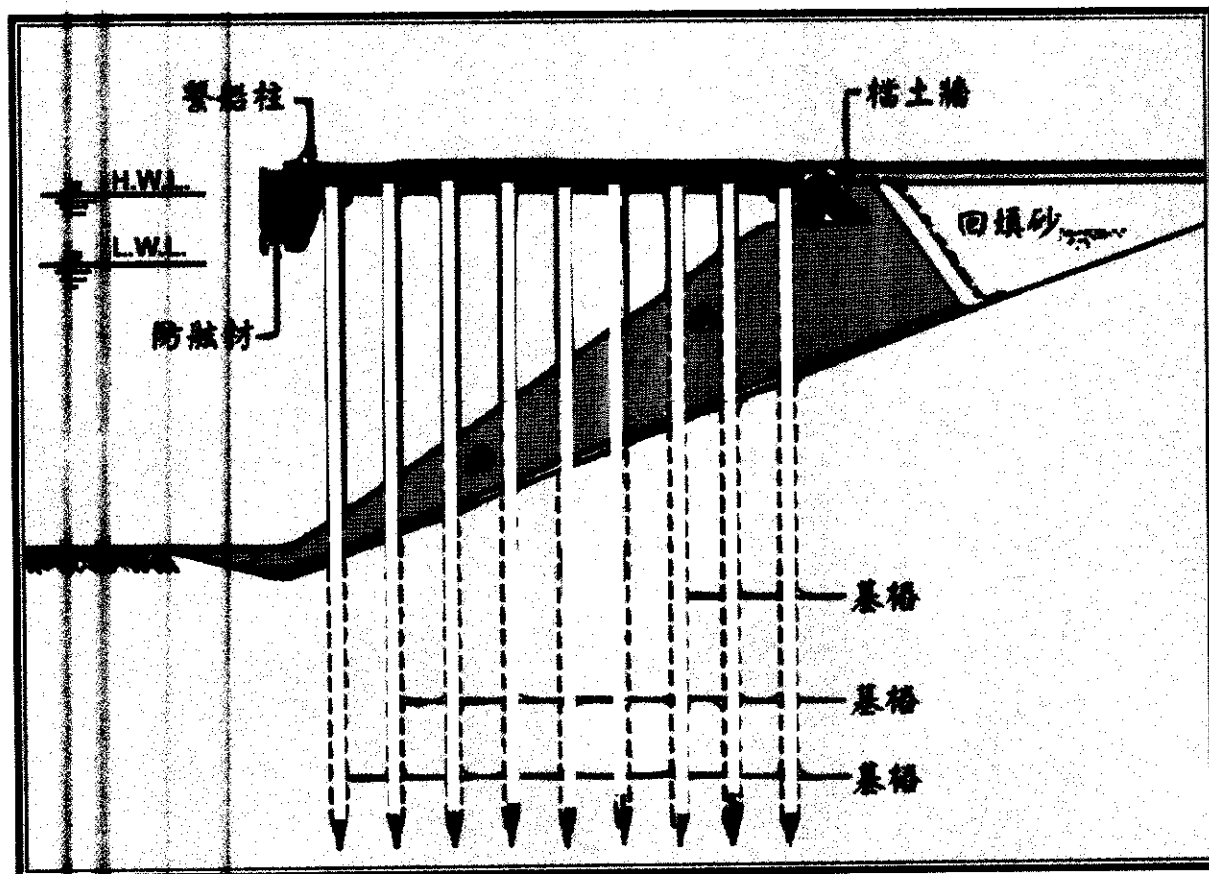


圖7-2 棧橋式碼頭斷面示意圖

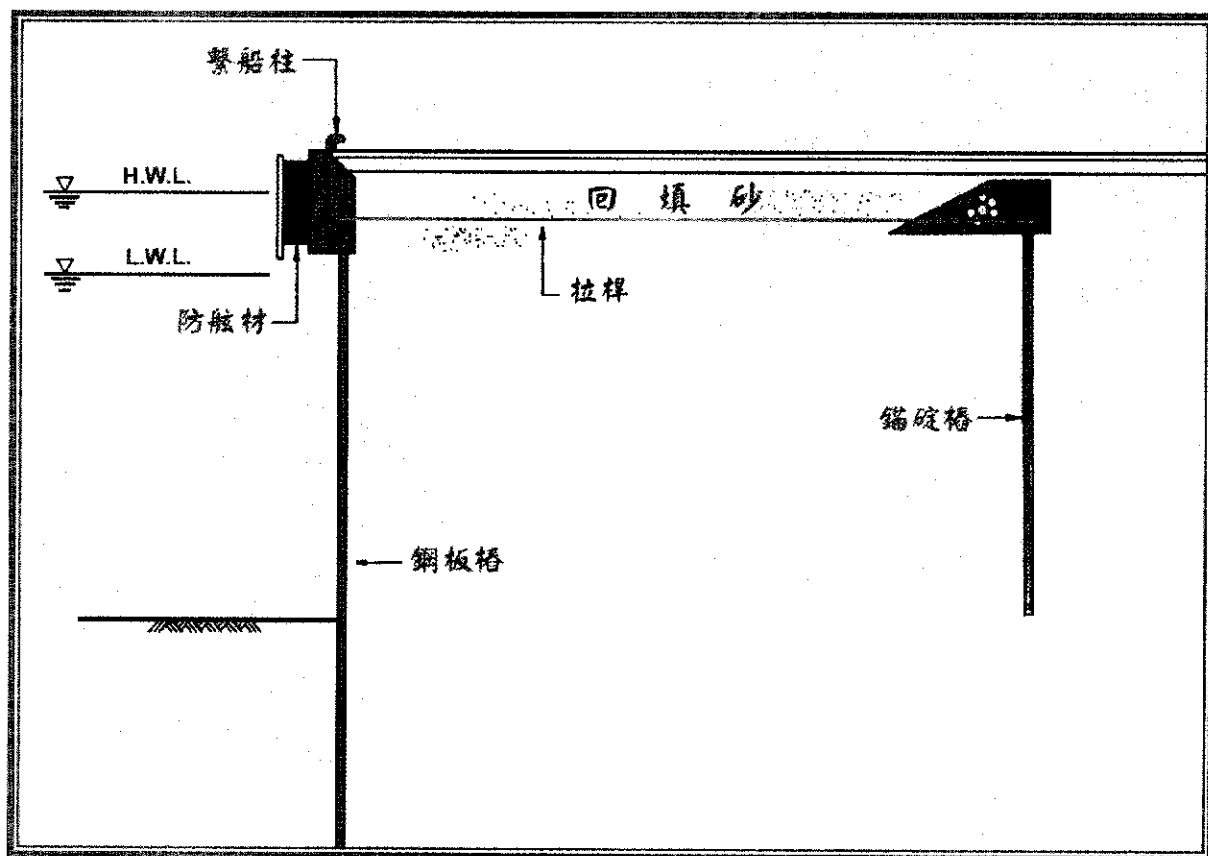


圖7-3 板樁式碼頭斷面示意圖

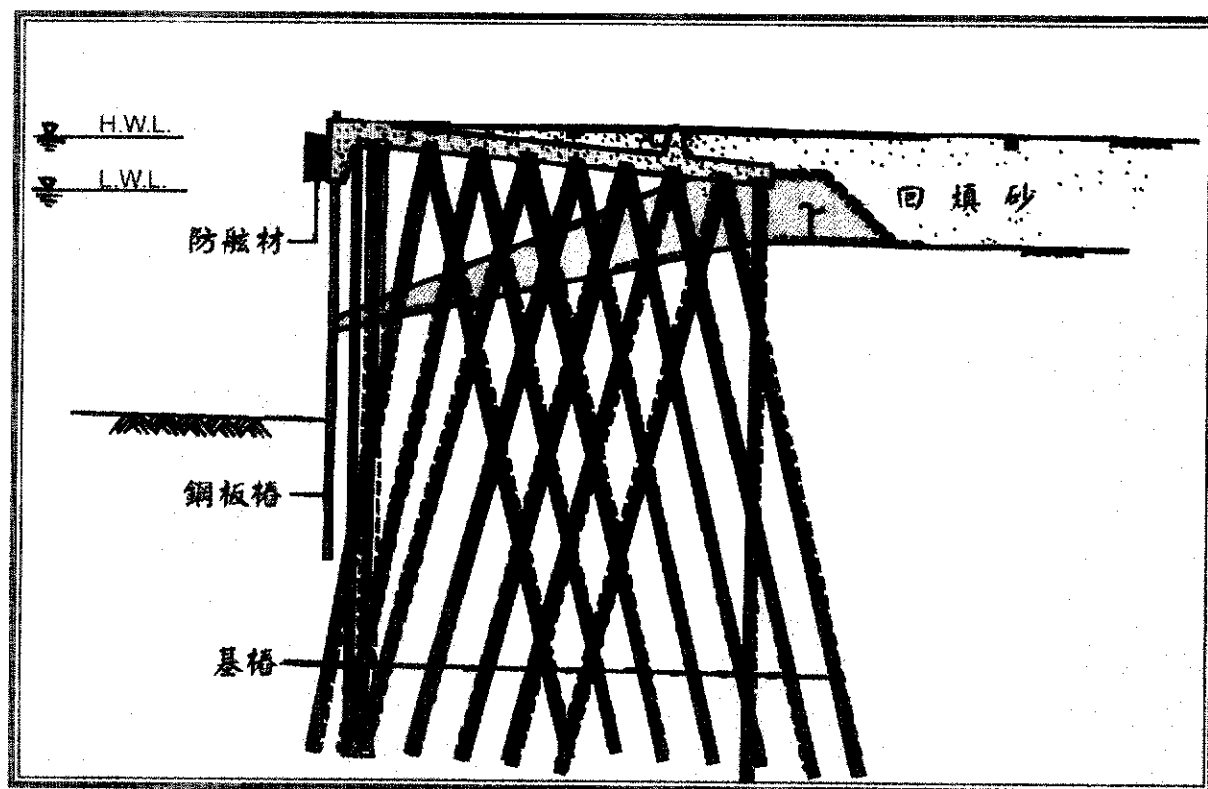


圖7-4 平版樁基式碼頭斷面示意圖

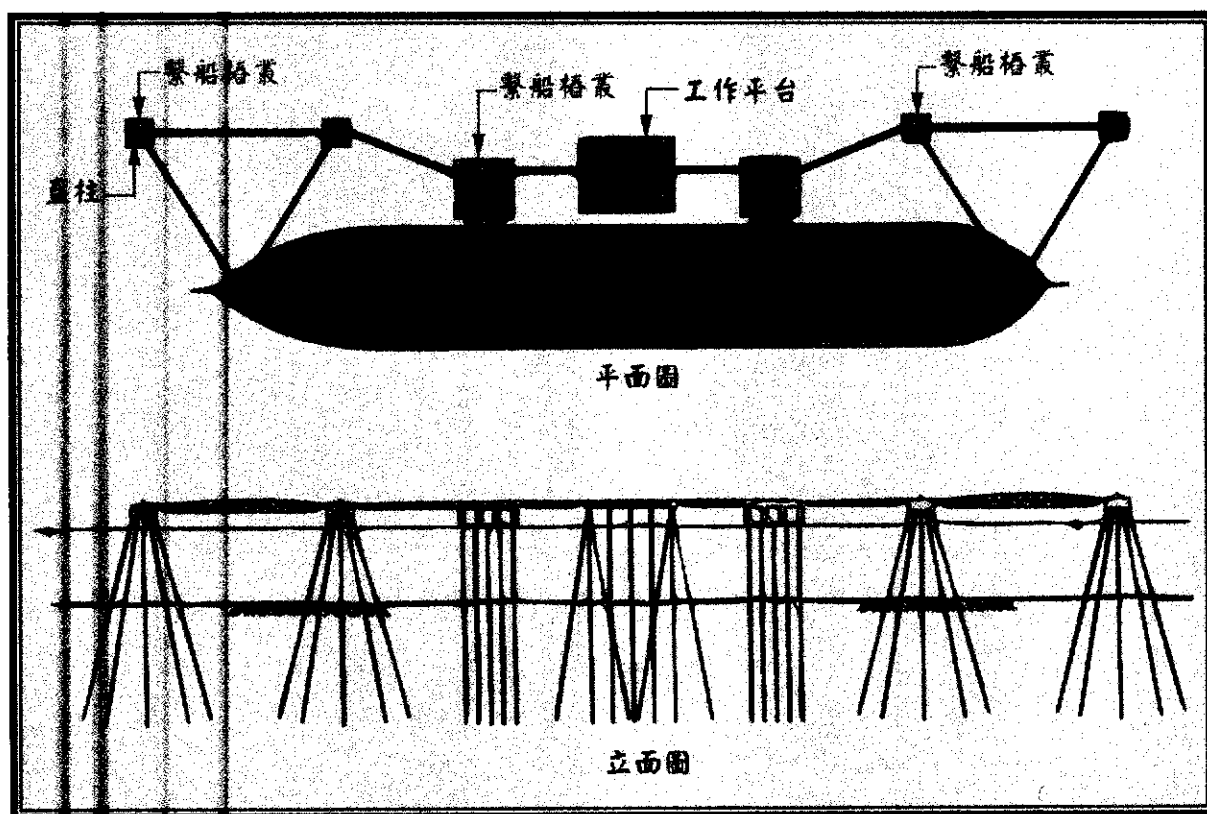


圖7-5 繫、靠船台斷面示意圖

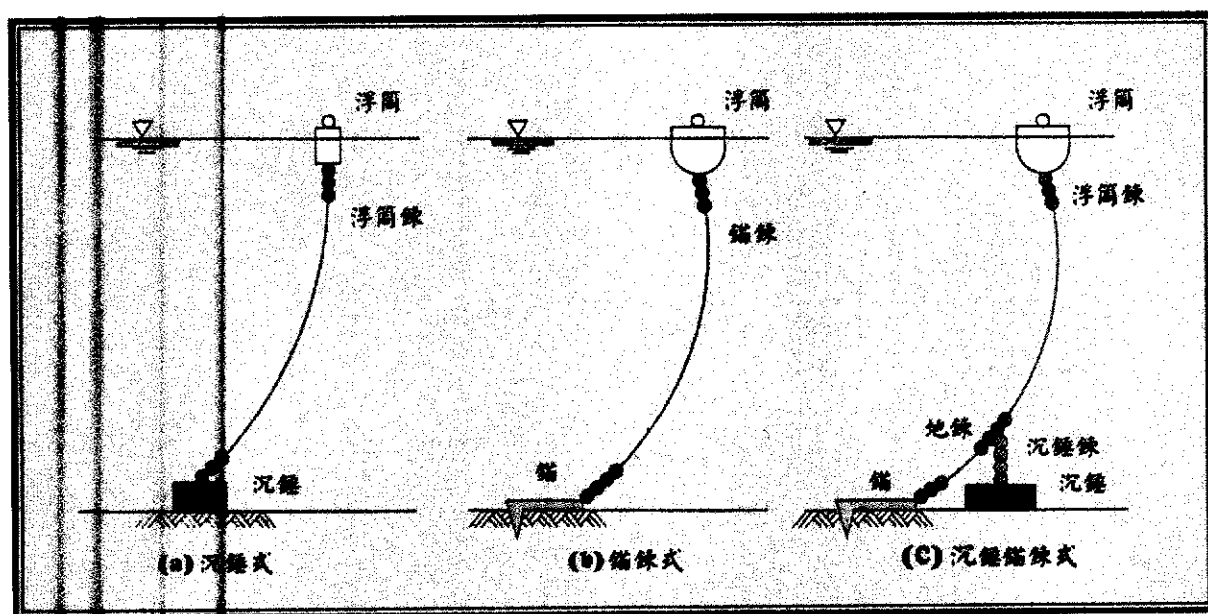


圖7-6 繫船浮筒示意圖

表 7.1 碼頭結構型式分類

碼頭結構型式	分類細目
重力式碼頭	沉箱式碼頭
	L型塊式碼頭
	空心方塊式碼頭
	方塊式碼頭
	場鑄混凝土式碼頭
板樁式碼頭	錨碇版式碼頭
	錨碇樁式碼頭
棧橋式碼頭	直樁棧橋式碼頭
	斜樁棧橋式碼頭
平版樁基式碼頭	
其他型式碼頭	直立消波式碼頭
	自立式板樁碼頭
	斜樁錨碇式板樁碼頭
	前斜樁式板樁碼頭
	雙重板樁式碼頭
	圓柱式或腳柱式棧橋碼頭
	橋墩式棧橋碼頭
	離岸式碼頭
	繫、靠船台
	浮碼頭
	繫船浮筒

港口所裝卸之貨種十分繁多，不同貨種所需之裝卸機具亦不相同，碼頭面版上所須設置或預留之設施亦有所區別，由於不同裝卸設施對土木構造物之需求不同，不同貨種最適用之碼頭型式將視機具、地質、海象等條件而變並無法一概而論，須個案單獨分析，方可得到最佳結果，以下將對液體散貨碼頭適用之碼頭型式加以說明。

7.2 液體散貨碼頭設計之特殊考量

液體散貨之裝卸以管線為主，與貨櫃及一般散雜貨裝卸方式不同，因此設計時其考量方式亦不盡相同，液體散貨碼頭之特性或裝卸特殊考量如下：

- ◆ 預埋管線之預留及使用彈性
- ◆ 碼頭面版上之載重較小
- ◆ 裝/卸料臂之裝設
- ◆ 船型變化大
- ◆ 消防及照明設施
- ◆ 污染防治措施
- ◆ 監視系統
- ◆ 貯槽區沈陷預防

現說明如下：

1. 預埋管線之預留及使用彈性

液體散貨之裝卸都以管線為主，因此在碼頭面及後線貯槽區內皆須預先埋設管線以便直接連接船上與槽區之管線進行液體散貨之輸送。碼頭設計之初須對未來之作業管線保留相當之彈性，管溝須配合碼頭工程一併施作，須在設計時即予以確定。

2. 碼頭面版上之活載重較小

由於液體散貨碼頭大都以管線壓送方式裝/卸貨，重車在碼頭上作業之機會不多，因此碼頭上之活載重較小。

3. 裝/卸料臂之裝設

一般液體散貨之裝卸大都以軟管與船上之管線相接之後，利用船上之動力裝置將其壓送至碼頭後線之貯槽內，碼頭上預埋管線與船上連接之方式可分為：

- ◆ 以較長之軟管連接管溝內與船上之管線
- ◆ 利用裝/卸料臂連接管溝內與船上之管線

如所輸送之液體散貨其使用之管徑較小，採用軟管直接連接尚可

行，如管徑較大或屬具危險性之貨種，則須利用裝/卸料臂作業以免發生危險。

液體散貨在碼頭之埋管型式可分為暗管及明管二種方式，碼頭上如無須考量船邊提貨作業方式，或作為車機之通道，通常採用明管型式，如繫、靠船台，反之則採用暗管埋設方式，一般非離岸式碼頭，如棧橋式、版樁式及重力式碼頭以採用暗管方式居多。暗管之埋設亦可分為管溝及覆蓋砂石級配層(Ballast)二種方式，其中採覆蓋砂石級配層設計之碼頭靜載重通常較高，於設計時須妥為考量。管線之裝設或修改以明管及覆蓋砂石級配層方式較容易，管溝由於受限於管溝既定之尺寸及位置，變更較為困難。管線在不同型式碼頭之裝設或修改，因考量碼頭之結構安全及施工性，以繫、靠船台、重力式或版樁式碼頭比棧橋式碼頭為佳。

4. 船型變化大

液體散貨之種類甚多，一般而言液散可分為危險品及非危險品兩種：

(1) 危險品

- ◆ LNG
- ◆ LPG
- ◆ 成品油(汽油、柴油、重油、機油等)
- ◆ 具危險性之石化品
- ◆ 揮發性之液體

(2) 非危險品

- ◆ 食用油
- ◆ 糖蜜
- ◆ 原油

貨種對碼頭結構型式之影響較小，惟不同貨種之輸送船舶每次裝/卸之噸數及船型大小可能有相當大之差異，對碼頭水深及泊靠設施如繫船柱、護舷之型式及間距則有相當大之影響。液體散貨隨著貨

種之不同，船型之變化相當大，原油輪由於體積龐大且吃水較深，一般大都以外海單點卸/裝油浮筒(SPM，屬繫船浮筒型式)進行裝卸作業，極少進入港口內。LNG及LPG由於須冷凍設備且船舶及碼頭大都為專用型式，其他貨種在同一碼頭卸載之機會不大，為顧及安全及降低碼頭造價，常採用繫、靠船台式碼頭設計。一般液散輪之噸位變化相當大(3,000~60,000 DWT)，船舶之尺寸相差甚大，如以大型船舶之吃水及繫泊狀況進行碼頭設計，當小型船舶靠時，吃水不會發生問題，但繫船柱及護舷之型式及間距對小型船舶可能造成困擾，因此設計時對船型之分佈及使用彈性須作詳細之評估，以免造成泊靠不便或造價偏高之後遺症。

5. 消防及照明設施

液散貨中有相當比例之貨種具有易燃之特性，在裝卸過程中較易發生危險，因此須配置完善之消防設施以防止災損之發生，碼頭之消防設施可併入後線之消防設施一併考量，以增加設施之使用效益。一般碼頭上並未裝置照明設施，以免妨礙夜間船舶之靠泊作業，惟為增加夜間作業之效率，液散碼頭考慮設置夜間照明設施時須特別考量防爆之照明設備，此等碼頭防爆照明設施大都設置於碼頭之後線，亦可併入後線考量。

6. 污染防治措施

液體散貨進行裝卸作業時如發生操作疏失，可能會有少部分洩漏至碼頭面上，若此等洩漏物流入港區水域內將造成港池之二次污染，如洩漏量偏大時亦可能造成污染事件，因此液散碼頭須設置完善之污水集流系統，將碼頭及後線槽區之污水集中至貯留池，再外運委由專業之處理公司處理，或設置污水管輸送至污水處理廠處理後再予排放。為防止污染物流入港池內，碼頭面版之坡度設計須採用逆向坡度，即碼頭法線之高程將高於後線土地之高程，當污染物滯留於碼頭面版上而恰逢降雨時，方不致使雨水將污染物沖入港池內；此外利用碼頭法線全線設置高約30公分，於繫船柱附近可降為20公

分左右之車擋作為防止污染物流入港池，可發揮截流功效。

7. 監視系統

遙控閉路電視系統(Closed Circuit Television, CCTV)是利用許多安裝在不同位置的攝影機，將所拍攝到的影像，傳輸到一個或多個監視器上，以利現場情況的了解。它幫助管理者不必親臨現場就可以同時遙控或監視多個監視點狀況，例如碼頭油輪、儲存區或裝卸現場等。

一般而言，經由影像時間的設定，使影像自動切換，以利安全警衛透過一台監視器，不斷地監視由不同角落的攝影機所傳回來的畫面，或是將同一個影像畫面，透過許多設於不同位置的監視器播放而提供給不同地方的人使用，均是CCTV監視系統的應用方法。

CCTV監視系統具有以下特點，因此應用在廠區的安全警備上，有相當良好的效果：

(1) 掃描攝影機

利用一“掣動控制器”預先投定攝影機使它可以有規律地在 350° 水平方向及 90° 垂直方向的範圍內進行掃描，以避免監視死角的產生。並可以與化學物外洩偵測器連動，在異常狀況發生時，立即將監測的視線調整預設的角度，幫助監控人員立刻掌握現場情況。

(2) 伸縮鏡頭

伸縮鏡頭可藉由遙控的方式連續變更焦距及影像倍率，並且維持在某特定焦點下，縮小或放大影像，有如望眼鏡一般。CCTV監視系統透過此種縮放(zoom)功能，可以針對目標影像做放大整理以瞭解其細節。此外，亦可在意外發生時，自動將預設好的位置立刻對焦，以確保所拍攝的影像清晰可辨。

(3) 夜間監視

CCTV監視系統另外一個強大功能即是夜間監視，它的感光監視範圍從照度10,000~0.001呎燭光(foot-candle)，即使在微們的月

光下，也照樣能發揮監視的功能。有一種特殊的攝影機，所謂的低光階電視攝影機(low light level TV, LLLTV)可用來進行夜間監視。此種功能可以使意圖偷盜或破壞廠區物件的不肖舉動無所遁形，並可辨視現場發生之煙霧。

CCTV監視系統，也可藉由紅外線投射燈的設置，使具感應紅外線能力的照相機在黑暗的環境中依然發揮如同白晝的拍攝效果，因此此項措施將可以使意圖偷盜或破壞廠區物件的不肖舉動無所遁形。

在照相機的維護措施上可安裝特別設計的護套，以因應各種氣候條件之變化。有些照相機甚至備有擋風玻璃並配上雨刷，以保持鏡頭的清晰。為了發揮最佳之拍攝畫面，而透過支撐架的安裝，可以將照相機安置在屋頂、高塔以及任何有需要監視的地方。

8. 貯槽區沈陷預防

一般碼頭之後線大都以浚挖水域及航道所得之砂源加以回填，其夯實程度可能較一般土壤為低，再加上碼頭與後線間之擋土設施係採水中施工，品質較為不易，容易有漏砂之情形發生。由於貯槽之載重較一般貨物為高，為避免因漏砂或不均勻沈陷造成貯槽基礎結構之局部破壞而導致洩漏情形發生，緊臨碼頭面版之貯槽通常以樁基加強其基礎之安全性。液散碼頭隨著碼頭型式之不同其後線擋土設施亦不相同，發生漏砂沈陷之原因及機率亦不相同，惟在設計時除考慮防止漏砂之設施外，對碼頭基礎之保護亦須特別加以注意，防止因碼頭淘刷而造成漏砂。另潮差較大地區之擋土設施在設計上亦應儘量避免採用預鑄式之構造物以避免因現場施工精度控制欠佳而造成漏砂情形。

如上所述，為防止後線回填區漏砂沉陷、土壤液化及增加地盤承载力，回填區規劃設計時須考量以下三點：

◆ 後線擋土設施與回填土壤間鋪設濾布

◆ 後線回填料

◆ 地質改良

說明如下：

(1) 後線擋土設施與回填土壤間鋪設濾布

為防止漏砂沉陷，碼頭後線擋土設施與回填砂間需加鋪濾布，濾布除了可防止回填土壤之流失外，並具有透水性，以排除殘留之水壓。因此濾布除須具足夠之強度外，並須具備防止細粒土壤流失及維持適當之透水性。濾布之物理性能及檢驗規範可參見CNS11228 A2183，以下僅列出物理性能之規範供參考。

表 7.2 濾布物理性能規範

項 目	單 位	說 明	類 別			
			I	II	III	IV
抗拉強力	Kgf(N)	抓 式 法	60(588)以上	80(784)以上	120(1176)以上	160(1568)以上
伸 長 率	%	(縱向與橫向)	40~100			
撕裂強力	Kgf(N)	梯 形 法 (縱向與橫向)	25(245)以上	35(343)以上	45(441)以上	55(539)以上
瑕 疵	點	每公尺容許扣 點數	6以下	5以下	3以下	2以下
透水係數	Cm/sec	定 水 位 高 為 10cm	1×10^{-2} 以上			

(2) 後線回填料

後線回填材料考量地盤承载力及沉陷等因素，一般不採用透水性差之黏土、沉泥或有機土壤，而以砂、礫石等粒狀土壤較為適宜。下表依統一土壤分類法之土壤分類定性比較各種土壤之工程性質，供回填規劃或設計時參酌。

表 7.3 土壤工程性質比較表

分類 符號	土壤典型名稱	夯實後之 滲透性	夯實並飽和 後之剪力強 度	夯實並飽和 後之壓 縮性	作為構築材 料的可使用 性
GW	優良級配礫石	透水	極佳	可不計	極佳
GP	不良級配礫石	極透水	佳	可不計	佳
GM	沉泥質礫石	半透水至不透水	佳	可不計	佳
GC	黏土質礫石	不透水	佳至普通	很低	佳
SW	優良級配砂	透水	極佳	可不計	極佳
SP	不良級配砂	透水	佳	很低	普通
SM	沉泥質砂	半透水至不透水	佳	低	普通
SC	黏土質砂	不透水	佳至普通	低	佳
ML	沉泥，沉泥質或黏 土質細砂	半透水至不透水	普通	中	普通
CL	沉泥質黏土	不透水	普通	中	佳至普通
OL	低塑性有機質沉泥 或有機質沉泥黏土	半透水至不透水	劣	中	普通
MH	無機沉泥	半透水至不透水	普通至劣	高	劣
CH	高塑性無機質黏土	不透水	劣	高	劣
OH	中至高塑性有機黏 土或有機沉泥	不透水	劣	高	劣

(3) 地質改良

如地盤軟弱，後線興建儲槽及相關設施時可考量將地質加以改善。一般軟弱土壤依經驗值，在距原地面3M以內，黏性土壤無圍壓縮強度(q_u)在 0.2kg/cm^2 以下，或N值在4以下，均可視為軟弱地盤。砂質土壤之N值在10以下者，亦可視為軟弱地盤。軟弱地盤土壤之含水量一般均甚高，因此抗剪力及承载力均極低。軟弱地盤之地質改良依地盤屬黏性土壤或砂質土壤之使用方法亦不相同，說明如下。

① 黏性土壤

a. 換土工法

當軟弱層不深時，除去此層而置換良質土壤之方法。

b. 預先加載工法

填土或利用地下水位降低，事先載壓使地盤自然壓密所生之下降，同時增加地盤之承载力。

c. 排水工法

如果地基為壓縮性大之厚黏土層，利用自然壓實法無法在短期內完成壓密，則必須採用排水工法加以處理。此法一般以砂樁排水法採用最廣，其他尚有利用紙帶代替砂樁之paper drain法，及與點井併用之砂樁真空法(Sand drain Vacuum method)等。

d. 土壤穩定處理

將石灰，石灰-飛灰，水泥或瀝青等注入地基土壤之空隙，使地層固結者。

② 砂質土壤

a. 振動壓實法

利用振動壓實改良地基土壤有下述各法，但對於含砂量80%以下之土壤，其效果不彰。

➤ 橫向振動壓實法

➤ 壓實樁法

➤ 壓實砂樁法

b. 爆炸壓實法

依適當間距埋設炸藥於砂質地基之適當深度，藉炸藥爆炸之衝擊力使地基壓實。

c. 降低水位法

利用點井法降低地層土壤中之地下水位以增加有效壓力，使地層壓實。

7.3 選擇液體散貨碼頭型式之指標

由於各種液體散貨碼頭之地質、氣象、海象、後線面積、運量需求、裝卸機具、載重、施工條件各有其特色，並不完全相同，須因地制宜個別考量每一座碼頭之需求，再依據評估指標進行評估後方可決定碼頭之最佳型式，一般而言評估液體散貨碼頭較佳結構型式之指標包括：

- ◆ 貨種
- ◆ 碼頭位址附近環境
- ◆ 設計船型之吃水需求
- ◆ 到達船舶之噸位分佈
- ◆ 地盤承载力及地質狀況
- ◆ 抗震能力
- ◆ 裝卸方式
- ◆ 港內之靜穩度
- ◆ 施工難易度
- ◆ 造價
- ◆ 工期
- ◆ 品管
- ◆ 未來之維護費用

由於各工址之條件並不一致，評估指標亦可區分為與碼頭結構型式及當地自然條件習習相關之第一類因子，亦即工程技術上是否可行之評估因子，以及與碼頭施工條件、工程費等和施工因素較為相關之第二類因子，經第一類因子評估不可行或不適用之碼頭型式在後續之評估時將不予採用。

第一類因子包括：

- ◆ 貨種
- ◆ 碼頭位址附近環境
- ◆ 設計船型之吃水需求
- ◆ 到達船舶之噸位分佈
- ◆ 地盤承载力及地質狀況
- ◆ 抗震能力
- ◆ 裝卸方式
- ◆ 港內靜穩度

第二類因子包括：

- ◆ 施工難易度
- ◆ 造價
- ◆ 工期
- ◆ 品管
- ◆ 未來之維護費用

由上述之說明可知碼頭型式之評估可分兩階段進行，其流程如圖 7-7 所示。

7.4 適合作為液體散貨碼頭之結構型式分析

液體散貨輪由於船型變化大，因此適用之碼頭型式將以船舶吃水為主要考量，例如吃水較淺者常考量鋼板樁或重力式碼頭，吃水稍深者可考量棧橋式碼頭，而吃水需求較深之原油輪一般大都採用外海卸/裝油浮筒(SPM)，另亦有考量工址岸線水深較淺浚深困難或基於危險

貨種消防安全之考量採用繫、靠船台之碼頭型式。由於碼頭型式繁多，可作為液體散貨碼頭之型式亦可能相當多，本計畫無法考量所有之需求，僅能以一般常見及較適合之碼頭型式加以說明，惟整個作業原則適用於大部份液體散貨碼頭。初步評估可能作為液體散貨碼頭之結構型式包括：

- ◆ 重力式
- ◆ 板樁式
- ◆ 棧橋式
- ◆ 繫、靠船台
- ◆ 外海卸/裝油浮筒

依工址現地之各項條件依前述之第一、二類評估因子進行評估即可獲知該工址較適用之碼頭型式，現將以上型式之碼頭針對各評估指標說明其適用範圍如表 7.4 所示。

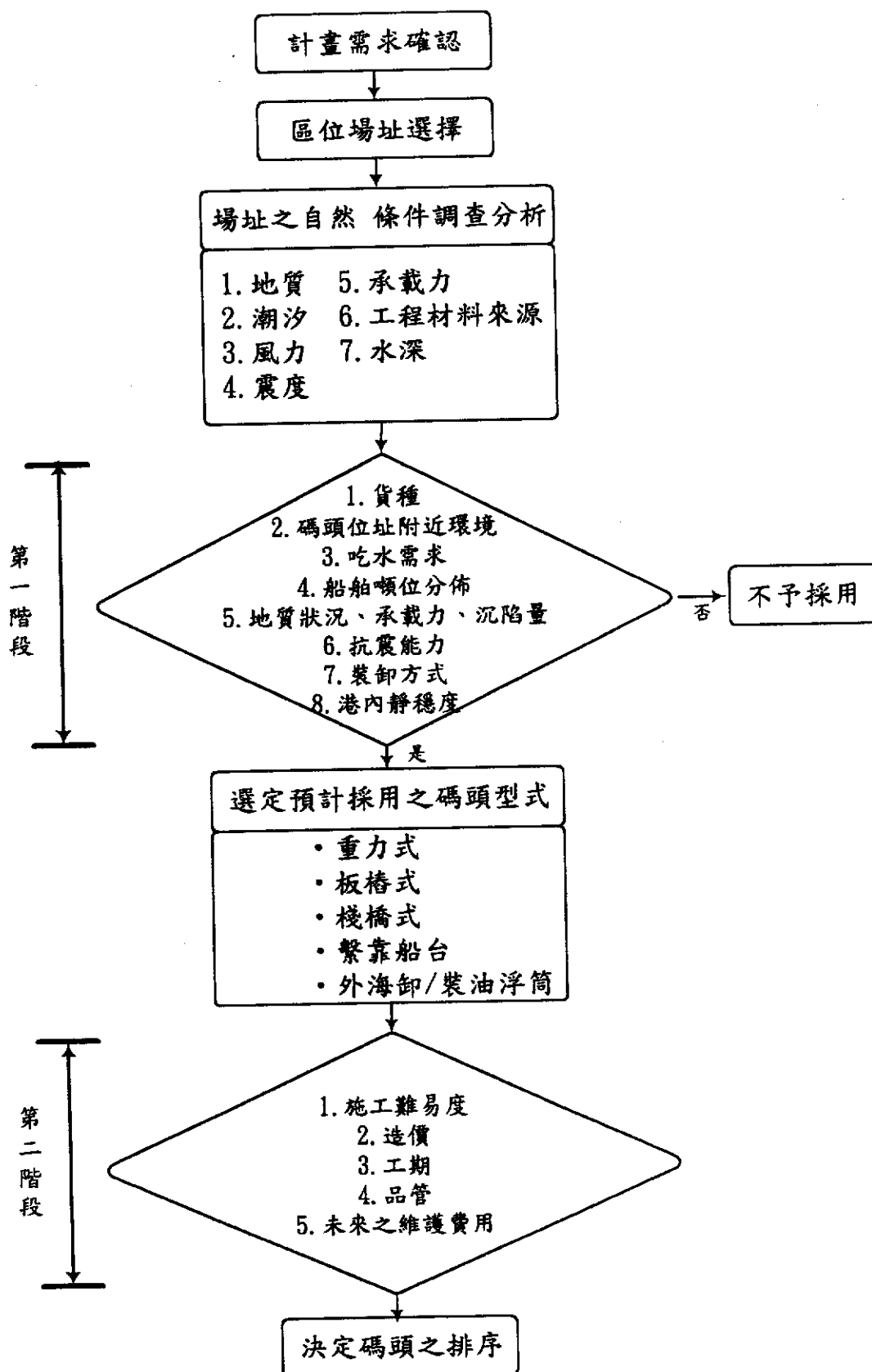


圖7-7 碼頭型式評估流程圖

表 7.4 液體散貨碼頭型式適用範圍

碼頭型式	適用範圍
重力式碼頭	<ol style="list-style-type: none"> 1.地盤堅硬，基樁打設困難之處。 2.地質堅硬無沉陷之虞之處。 3.水深較淺之碼頭(面版至底床之距離<15公尺)。 4.經費受限之地區。 5.施工機具條件受限之處。
板樁式碼頭	<ol style="list-style-type: none"> 1.砂質土壤 2.碼頭水深較淺處(面版至底床之距離<15公尺) 3.工期要求較短之處 4.碼頭前水域靜穩度較佳之處 5.經費受限之計畫 7.施工機具條件受限之處
棧橋式碼頭	<ol style="list-style-type: none"> 1.水深較大之碼頭 2.碼頭前水域靜穩度較差之處 3.震度較大之地區 4.土壤液化潛能較高之地區 5.施工機具較為充裕之處
繫、靠船台	<ol style="list-style-type: none"> 1.工址岸線水深較淺浚深困難或不符經濟原則之處 2.水域靜穩度較佳及地盤堅硬基樁打設困難之處可考量重力式之繫、靠船台，反之可考量棧橋式之繫、靠船台 3.施工機具較為充裕之處(特別是海上之施工船機) 4.貨種屬危險品須利用水域隔離裝卸區及貯槽區
外海卸/裝油浮筒	<ol style="list-style-type: none"> 1.吃水需求較深之油輪碼頭 2.經費受限之計畫

7.5 液體散貨碼頭之主要構件

液體散貨碼頭依其結構型式之不同，其主要構件亦不相同，惟可區分為以下六大類：

- ◆ 上部結構
- ◆ 下部結構
- ◆ 擋土設施
- ◆ 附屬設施
- ◆ 船席浚挖
- ◆ 後線貯槽區

現將 5 種可能作為液體散貨碼頭之碼頭型式依以上之分類加以說明如表 7.5 所示。

表7.5 液體散貨碼頭型式分類說明

結構型式	上部結構	下部結構	擋土設施	附屬設施	船席挖泥	後線儲槽區
重力式碼頭	<ul style="list-style-type: none"> • 混凝土鋪面或AC鋪面 • 實心之上部混凝土對船舶之抗撞性較佳 	<ul style="list-style-type: none"> • 拋石基礎 • 沈箱或方塊 • 不適用於地盤承载力較低之區域 • 直立壁反射波高較大 	<ul style="list-style-type: none"> • 重力式構造物本身即為擋土結構，惟潮差較大區域須注意後線回填區區漏砂情形 	<ul style="list-style-type: none"> • 防舷材、繫船柱、車擋、裝/卸料臂基礎、避雷、消防、接地、電器、管理監控系統、安全、服務設施 	<ul style="list-style-type: none"> • 須先將沈箱之區域全部挖除再回填，挖泥量較多 • 回填區域較大且回填厚度較大，沉陷量可能較大 	<ul style="list-style-type: none"> • 接近碼頭版面處為回填區，沈陷量控制不易
板樁式碼頭	<ul style="list-style-type: none"> • 混凝土鋪面或AC鋪面 • 對船舶之直接撞擊抵抗能力較低 	<ul style="list-style-type: none"> • 鋼板樁或鋼管板樁護岸+錨定設施 • 不適用於水深較大之處 • 反射波較大 • 須作防蝕處理 	<ul style="list-style-type: none"> • 鋼板樁本身即為擋土結構，如鋼板打設良好，漏砂機率不大 	<ul style="list-style-type: none"> • 防舷材、繫船柱、車擋、裝/卸料臂基礎、避雷、消防、接地、電器、管理監控系統、安全、服務設施 • 裝/卸料臂基礎通常須另外設置以基礎作為基礎 	<ul style="list-style-type: none"> • 先打樁後挖泥，可節省挖泥量及降低回填厚度，且回填至使用前已充份滾壓 	<ul style="list-style-type: none"> • 後線儲槽區與碼頭為相同之地層結構，不均勻之沉陷機率較低
繫、靠船台(重力式)	<ul style="list-style-type: none"> • 混凝土鋪面或AC鋪面 • 實心之上部結構對船舶之抗撞性較佳 	<ul style="list-style-type: none"> • 拋石基礎 • 沈箱或方塊 • 不適用於地盤承载力較低之區域 • 直立壁反射波高較大 	<ul style="list-style-type: none"> • 裝卸區與儲槽區通常以連絡橋相接 • 儲槽區視工程特性，考慮與裝卸區之銜接採用重力式、懸臂式或其他型式之擋土牆 	<ul style="list-style-type: none"> • 防舷材、繫船柱、車擋、裝/卸料臂基礎、避雷、消防、接地、電器、管理監控系統、安全、服務設施 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用水深較深之處興建繫、靠設施，僅需進行局部少量之挖泥故挖泥量很少 	<ul style="list-style-type: none"> • 後線儲槽區通常回填厚度均較小，沉陷量較容易控制

表7.5 液體散貨碼頭型式分類說明(續)

結構型式	上部結構	下部結構	擋土設施	附屬設施	船席挖泥	後線儲槽區
棧橋式碼頭	<ul style="list-style-type: none"> • 樑板結構或板樑+覆蓋層 • 施工精度需求較高且可能承受上揚力 • 面版下鎮空區域可降低反射波高 	<ul style="list-style-type: none"> • 直橋或直橋+斜橋 • 水下護坡拋石 • 須作防蝕處理 • 受水深之限制較少 • 受基礎承载力之限制較低 	<ul style="list-style-type: none"> • 面版後線間須以L型塊、懸臂樑作為擋土設施，並須設置防漏設施以防止漏砂情形發生 	<ul style="list-style-type: none"> • 防舷材、繫船柱、車擋、裝/卸料臂基礎、避雷、消防、接地、電器、管理監控系統、安全、服務設施 • 裝/卸料臂基礎和碼頭本體為一體成形的結構，結構完整性較佳 • 相關附屬設施所受之外力皆可傳達至碼頭本體 	<ul style="list-style-type: none"> • 面版下之砂土須挖除 	<ul style="list-style-type: none"> • 碼頭面版為剛性結構物，後線則為柔性結構，須另以結構物加以連接，以防止不均勻沉降發生時影響車輛通行
繫、靠船台(棧橋式)	<ul style="list-style-type: none"> • 樑板結構 • 施工精度需求較高且可能承受上揚力 • 面版下鎮空區域可降低反射波高 	<ul style="list-style-type: none"> • 直橋或直橋+斜橋 • 須作防蝕處理 • 受水深之限制較少 • 受基礎承载力之限制較低 	<ul style="list-style-type: none"> • 裝卸區與儲槽橋樑相通接 • 儲槽區視工程特點，考慮與裝卸重之銜接採用式或土力其他之橋 	<ul style="list-style-type: none"> • 防舷材、繫船柱、車擋、裝/卸料臂基礎、避雷、消防、接地、電器、管理監控系統、安全、服務設施 • 裝/卸料臂基礎和碼頭本體為一體成形的結構，結構完整性較佳 • 相關附屬設施所受之外力皆可傳達至碼頭本體 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用水深較深之處興建，僅需少量之挖泥故挖泥量很少 	<ul style="list-style-type: none"> • 後線儲槽區通常回填區域及回填厚度均較小，沉降量較容易控制
外海卸/裝油浮筒	<ul style="list-style-type: none"> • 浮筒 • 浮筒鍊或錨鍊 • 地鍊 	<ul style="list-style-type: none"> • 錨或沉鍊 	<ul style="list-style-type: none"> • 無 	<ul style="list-style-type: none"> • 繫船錨環 • 護舷設施 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用水深較深之處興建，通常無須挖泥 	<ul style="list-style-type: none"> • 後線儲槽區通常，離裝卸區很遠，其與見方式與裝卸區無直接關係，須獨立評估。

7.6 液體散貨碼頭設計時所考量之外力

液體散貨碼頭所受之外力除大型裝卸設備所引致之載重外，和一般碼頭所受之外力差異性不大，貨櫃碼頭設計時所考量之外力包括：

- ◆ 船舶撞擊力
- ◆ 船舶繫纜力
- ◆ 作用於浮體之外力
- ◆ 土壓力
- ◆ 水壓力
- ◆ 地震力
- ◆ 結構體本身之自重
- ◆ 裝載載重
- ◆ 裝卸車機荷重
- ◆ 風力作用於裝卸機具後傳送至碼頭主體結構之外力
- ◆ 波浪力
- ◆ 水流所產生之作用力

各外力之說明如下：

1. 船舶撞擊力

一般碼頭設計時係假設船舶以與碼頭法線夾 10° 之角度以 0.15m/s 之速度直接撞擊碼頭防舷材進行分析，在沒有地震之區域，船舶撞擊力為主要之水平作用力，地震震度較大地區，船舶撞擊力僅作為防舷材設計之依據，碼頭本體結構仍以地震力為主，一般船舶之撞擊力可由防舷材吸收能量及反力特性求得。

防撞設施之配置應使其吸收船舶靠岸能量，而不使船體直接接觸繫船岸壁為原則進行，一般橡膠防舷材之設置間隔約為 $5\sim 20$ 公尺。

2. 船舶繫纜力

繫船柱中直柱主要供船舶於颱風時繫泊使用，配置於碼頭二端岸肩後側處。曲柱主要供船舶於常時繫泊使用，其沿碼頭法線方向，間隔適當距離配置。有關船舶作用於繫船柱之拉力及曲柱配置，可參

考表7.6、7.7。

表 7.6 船舶作用於繫船柱之拉力

船舶總噸數(T)	作用於直柱之拉力(T)	作用於曲柱之拉力(T)
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	70	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)

註：1.()內數值表示船席一定，位於船舶中間部分之繫船柱，其所繫倒纜不超過二條時，作用繫船柱之拉力。

2.作用於直柱之拉力，依船舶總噸數，水平方向作用力採用表中所示之值，垂直方向作用力則採用表中所示值之1/2。

3.作用於曲柱之拉力，依船舶總噸數，水平方向及垂直方向作用力均採用表中所示之值。

4.總噸數大於10萬噸之船舶，表中未明訂作用於繫船設施之拉力，應考量氣象、海象條件、船舶型式、靠岸狀況、繫泊設施之結構型式及作用於繫船設施拉力之實測資料等決定之。

5.總噸數小於200噸之小型船舶，作用於繫船柱之拉力，為方便設計使用，作用於直柱之拉力可採用15.0噸，作用於曲柱之拉力可採用5.0噸。

6.資料來源：交通部「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」

表 7.7 曲柱配置參考表

計畫靠泊船隻總噸位	最大配置間距(m)	最小配置數量(座)
小於 2,000	10~15	4
2,001~5,000	20	6
5,001~20,000	25	6
20,001~50,000	35	8
50,001~100,000	45	8

資料來源：交通部「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」

3. 作用於浮體之外力

作用於浮體之外力，除風、流、波浪等外，尚有起因於浮體自身搖動所致之外力，及因繫留設施拘束浮體運動所致之繫留力等。對於此些外力應採適宜之分析法或模型實驗估算之。

4. 土壓力

作用於碼頭之土壓力大多為主動土壓力，祇有在板樁式碼頭之海側海底下之土壤承受鋼板樁所產生之被動土壓力，土壓力之計算可參考相關之設計規範進行。

5. 水壓力

碼頭結構所承受之水壓力為潮位變化較大之區域，退潮時碼頭後線之水位宣洩不及所引起之內外水位差所引致之殘留水壓，碼頭背填料透水性良好時，殘留水壓之水位以平均低潮位(L.W.L.)至平均高潮位(H.W.L.)之1/3~2/3為準。

6. 地震力

一般性之港灣結構物須設計、建造使其至少能抵抗工址475年回歸期之地震，地震力計算參考「建築技術規則」或「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」地震力相關規則辦理。

7. 結構體本身之自重

計算自重所用之材料單位體積重量如表7.8，已知重量之材料用其數值即可。

8. 裝載載重

液體散貨碼頭面裝載載重，因液體散貨以管線輸送，於計算管線重量時，通常以滿管納入自重進行計算，因此裝載載重通常很小，惟為增加碼頭使用彈性，碼頭面版之裝載載重一般比照散雜貨碼頭之標準，為設計方便，液體散貨碼頭面裝載載重可取 $1\sim 2\text{T/M}^2$ 。

表 7.8 材料之單位體積重量

材 料	單 位 體 積 重 量(T/M ³)
鋼	7.85
鑄鋼	7.85
鑄鐵	7.25
無筋混凝土	2.3
鋼筋混凝土	2.45
木材	0.8
瀝青混凝土	2.3
石材	2.6
砂、小石子、塊石(乾)	1.6
砂、小石子、塊石(濕)	1.8
砂、小石子、塊石(飽和狀態)	2.0
砂、小石子、塊石(水中)	1.0

9. 裝卸車機荷重

液體散貨碼頭一般以管線進行液體散貨之輸送，有時亦可能以裝載車採船邊提貨方式進行運送，裝載車之荷重可依實際採用之車輛荷重估算或比照交通部「橋樑設計規範」之車輛或車道荷重進行相關之計算。

10. 風力作用於裝卸機具後傳送至碼頭主體結構之外力

有關作用於裝卸機具(例如裝/卸料臂)之風力需依據規範相關之風力計算公式進行，傳送至碼頭主體結構之外力則視為作用於碼頭面上加以考量。

11. 波浪力

設置於港內之液體散貨碼頭由於受到充分之遮蔽，其示性波高大都小於0.5公尺，對碼頭本體之作用力有限，在分析時可忽略不計；設置於外海之液體散貨碼頭則需考量波浪力。設計波應依實測資料或波浪推算結果，採適當之統計分析流程，並考慮波浪於淺水域之

變形因素加以決定，作用於海中碼頭結構物之波浪力，須依結構物型式，採用適合之計算式(例如海中孤立之柱狀構件，一般採用Morrison公式)，必要時應以模型試驗加以驗證。

12. 水流所產生之作用力

水流可分為潮汐變化所引起之潮流及船舶或拖船之螺旋槳轉動所產生之水流，此等水流對碼頭結構之影響不大，但對斜坡上之拋石及底床砂質具有擾動作用，仍須加以注意。

7.7 耐震設計規範探討

九二一集集大地震是台灣百年罕見之天災，地震規模達芮氏規模7.3，造成全省多處房舍建物倒塌，中部地區部份道路橋樑等公共工程嚴重受損。台中港區於此次地震亦遭受波及，北碼頭區#1~#4及4A等五座碼頭部分碼頭結構、倉棧及卸儲設施遭受損壞，因此引起港灣工程界對耐震設計規範之關注。以下將針對耐震設計採用之地震加以說明，並針對目前修正之港灣構造物耐震設計規範提出相關之建議。

7.7.1 耐震設計採用之地震

地震之發生迄今尚無法準確的作長期預測，然而對結構物而言在預期的使用年限內，究竟會遭受到多大的地震作用？需就結構物所在地及其相關區域內地震活動的情形，依據震源規模的大小及發生頻率等因素作危害度分析。亦即需探究與工址相關區域內地震發生之頻率及規模，據以估算在結構物使用年限內可能發生某一等級地震之機率，並根據該結構物之重要性，訂定可接受該等級地震之危害度，作為耐震設計之考量。依據統計機率之觀念，可推得某一工程在其使用年限 T_d 年內，遭受大於規模 M_r (回歸期為 T_r)之危害度 R_d 如下式所示：

$$R_d = 1 - e^{(-T_d/T_r)} \quad (7.7-1)$$

由於港灣結構物設計使用年限一般採用 $T_d = 50$ 年，並以年超越機率

不超過10%來設計，即 $0.1=1-e^{(-50/T_r)}$ ，可推得回歸期 $T_r=475$ 年之設計地震在50年之壽齡內發生之機率約為10%，應為一可接受之風險。

7.7.2 現有耐震設計規範之相關規定

目前建築物耐震設計係以內政部 87.7.6 日台(86)內營字第八六七二九五號函訂頒之「建築物耐震設計規範及解說」為主要依據，港灣構造物則以交通部 86 年出版之「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明-」為參考依據，茲列出原有各規範地震力之計算式如下：

1. 內政部「建築物耐震設計規範及解說」

$$V=ZICW/(1.4\alpha_y F_u) \quad (7.7-2)$$

其中：

Z：震區水平加速度係數

I：用途係數

C：工址正規化水平加速度反應譜係數

W：建築物全部靜載重

α_y ：起始降伏地震力放大倍數

F_u ：結構系統地震力折減係數

2. 交通部「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明-」

◆ 剛性結構物之設計地震力

$$V=(Z/2)IW \quad (7.7-3)$$

其中：

Z：震區水平加速度係數

I：用途係數

W：建築物全部靜載重

◆ 非剛性結構物之設計地震力

$$V=ZICW/(1.2F_u) \quad (7.7-4)$$

其中：

- Z : 震區水平加速度係數
I : 用途係數
C : 工址正規化水平加速度反應譜係數
W : 建築物全部靜載重
Fu : 結構系統地震力折減係數

7.7.3 集集地震後相關規範之內容調整

九二一地震後上述二規範均有所修訂，其中內政部於 88.12.29 日以台(88)內營字第八八七八四七三號函修正，交通部則於 89.5.8 日以交技八十九字第 00 四六三五號函修正，內政部及交通部對原規範內容加以調整之部份臚列如下：

1. 內政部對原規範內容調整部份

- ◆ 「震區水平加速度係數」規定與解說
- ◆ 「各類地盤水平向正規化加速度反應譜係數與週期之關係」規定與解說
- ◆ 垂直地震力規定與解說
- ◆ 鋼筋混凝土構架規定與解說
- ◆ 台灣地區震區劃分圖
- ◆ 台灣地區工址加速度係數
- ◆ 中正紀念堂民國七十五年十一月十五日地震東西向加速度反應譜
- ◆ 各種地盤平均加速度反應譜

2. 交通部對原基準內容調整部份

- ◆ 「非剛性結構物之設計地震力」基準及說明部份
- ◆ 「工址水平加速度係數」說明部份
- ◆ 「起始降伏地震力放大倍數與結構系統地震力折減係數」說明部份
- ◆ 「設計地表加速度」說明部份
- ◆ 「加速度反應譜」說明部份

- ◆ 「地震時之動土壓」說明部份
- ◆ 「地震時之動水壓」說明部份
- ◆ 「載重組合」說明部份
- ◆ 各類地盤水平向正規化加速度反應譜係數C與周期T之關係表
- ◆ 台灣地區震區劃分圖

此次內政部及交通部耐震設計規範修正，最主要之修正項目為震區水平加速度係數 Z 、工址正規化水平加速度反應譜係數 C ，交通部之修正並將非剛性結構物之設計地震力計算式(7.7-4)中引進起始降伏地震力放大倍數 α_y ，其計算式修正為：

$$V = ZICW / (1.2\alpha_y F_u) \quad (7.7-5)$$

7.7.4 相關規範修正後之影響及說明

由於本研究對象主要係針對港灣構造物，因此以下將針對交通部耐震設計基準之修正進行探討。交通部此次耐震設計基準最主要之修正項目為震區水平加速度係數 Z 、工址正規化水平加速度反應譜係數 C 及起始降伏地震力放大倍數 α_y ，其中 α_y 值係配合內政部地震力規範所引進， C 值為反映長周期建物之抗震性較佳所作之修正，應較無爭議，惟 Z 值之修正幅度頗大，所造成之衝擊及爭議性較大，因此以下將對 Z 值之修正作進一步說明。

耐震設計係以抵抗 475 年回歸期之地震為設計目標，因此震區水平加速度係數 Z 須以工址回歸期 475 年之地震地表加速度根據地震危害度分析求得。原內政部之規範依地震危害度分析結果將台灣地區劃分為地震一甲區、地震一乙區、地震第二區及地震第三區，如圖 7-8 所示，其對應之加速度係數分別為 0.33、0.28、0.23 及 0.18，內政部修正後之規範則將台灣地區劃分為地震甲區及地震乙區，如圖 7-9 所示，其對應之加速度係數分別為 0.33 及 0.23。此一修正將原 Z 值大幅提高，大部份區域之提升幅度約 15.2%，最高可達 53.3%(例如原馬祖地區由原 0.15 提升為 0.23)， Z 值之提升亦造成設計地震力以同一

幅度對等提升，如此將造成未來工程興建費用大幅提高，可能造成業者之成本負擔及影響其國內之投資意願，不可不慎。由於傳統之耐震設計考量係以過去發生過最強烈的地震(或更保守的預測)作為設計地震。此一方法最大之缺點是完全不考慮地震發生率之差異。比如對同一地點而言，如兩個相同結構物有不同使用年限，顯然使用年限長者較短者遭受地震危害的可能性要高。另外，對不同地點而言，如果甲、乙二地曾發生之地震規模相同，但甲地較乙地發生的更頻繁，則二地設計地震力應有所不同。因此在工程設計上考慮地震發生率之差異，而以機率觀念為基礎之地震危害度分析，有絕對之必要性。此次震區之劃分圖，雖聲稱以地震危害度分析為基礎，納入九二一之相關地震，並推得台灣地區工址加速度係數之分佈，如圖 7-9 所示，並進一步以圖 7-10 為依據，並考慮以往發生大地震之地方，再配合行政區略作修正得到震區之劃分圖(圖 7-9)。惟圖 7-10 顯示台灣地區震區水平加速度係數 Z 之分佈約在 0.12~0.44 之間，只作二個分區 0.23 及 0.33 似欠周延，另部份區域震區水平加速度係數顯然比修正之水平加速度係數低，且差異亦不小，這些地區之水平加速度係數明顯有規定過高之現象，例如高雄市、屏東縣、台東縣、高雄縣、另金門、馬祖地區並無加速度係數之分析，冒然由原 0.2、0.15 均提升至 0.23 似欠缺理論依據。基於以上之分析及國家整體建設之考量，震區水平加速度係數似有再作進一步斟酌之必要，以切合理論之分析，並符合經濟之原則。

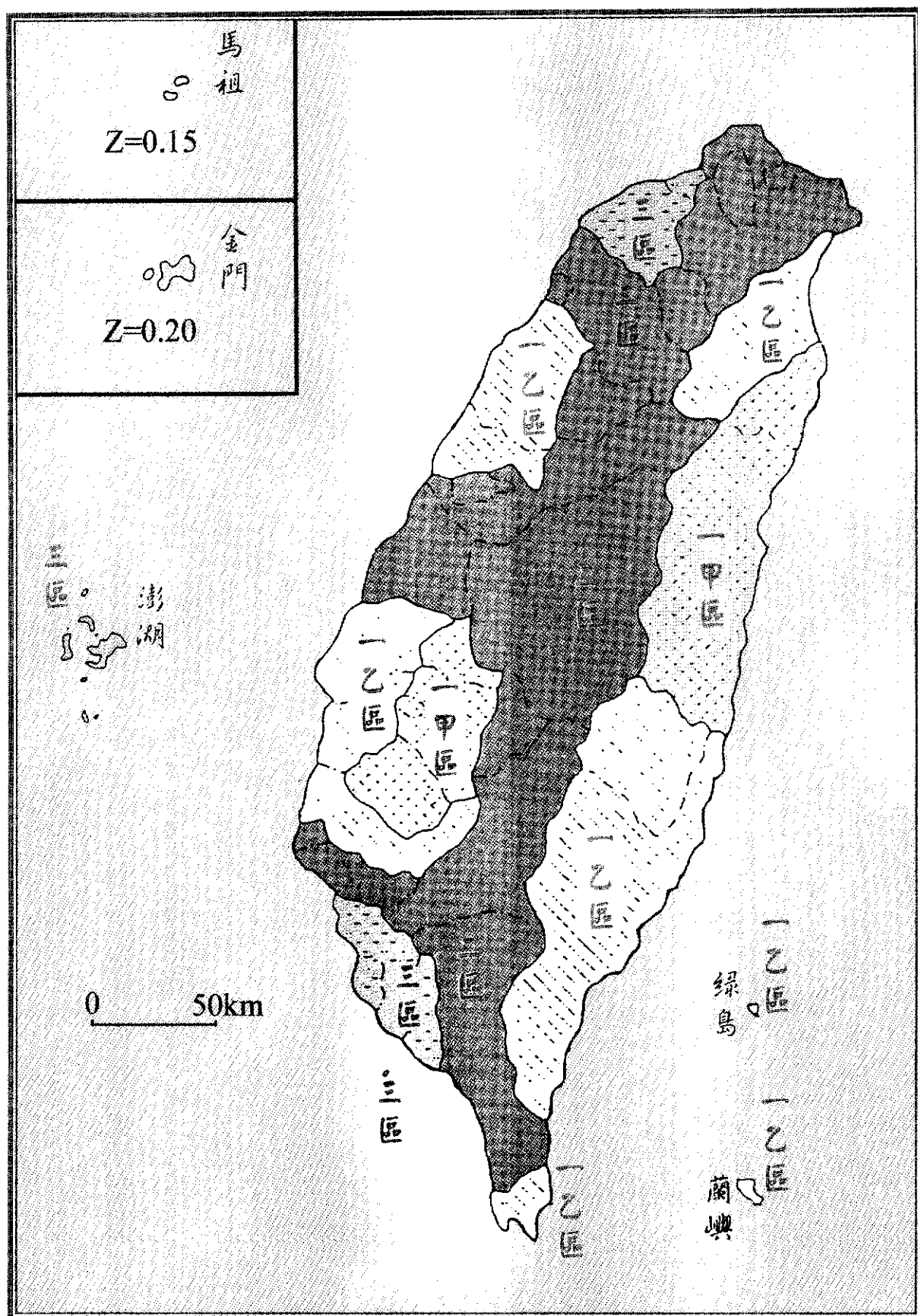


圖7-8 原台灣地區震區劃分圖

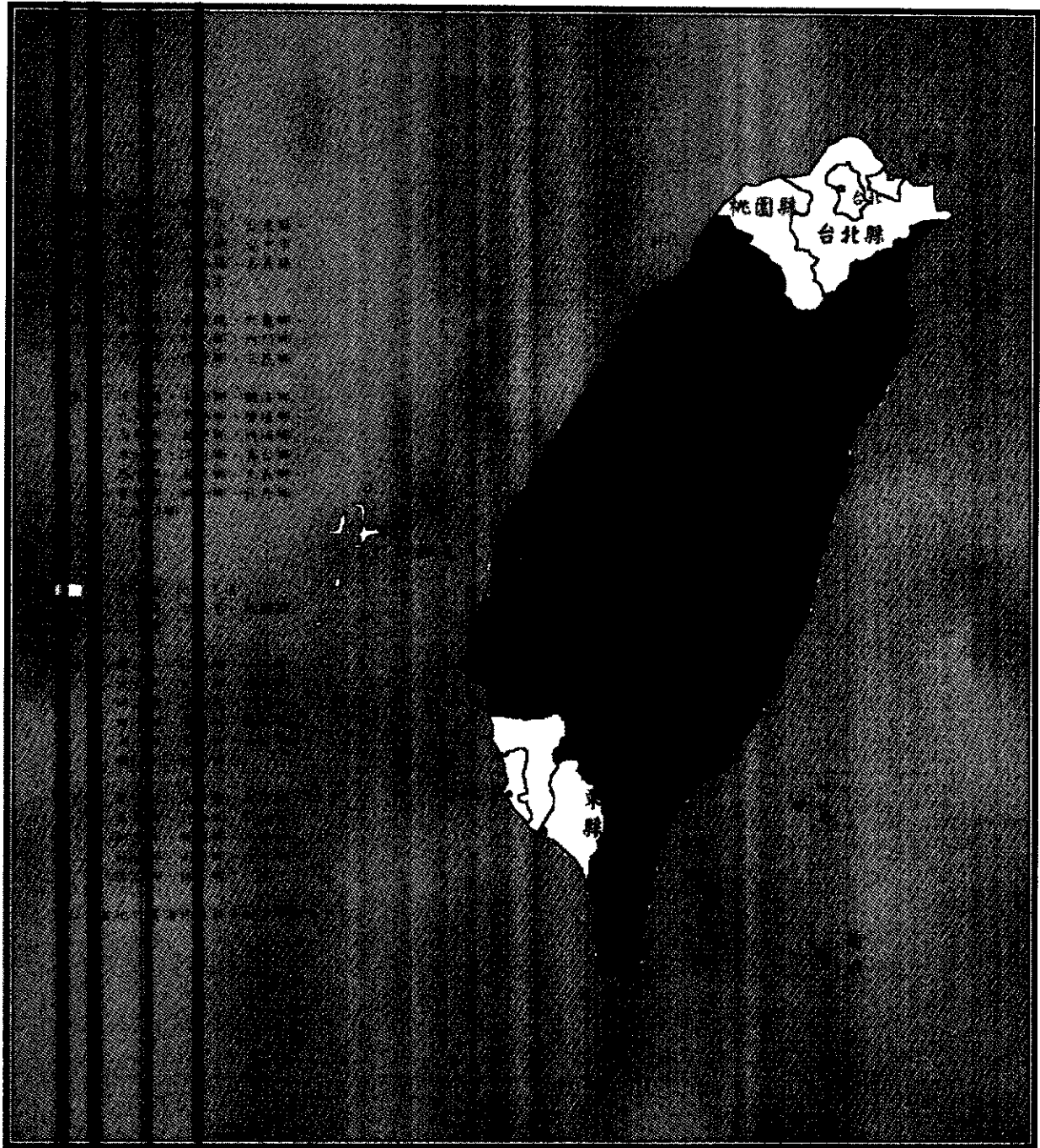


圖7-9 調整後之台灣地區震區劃分圖

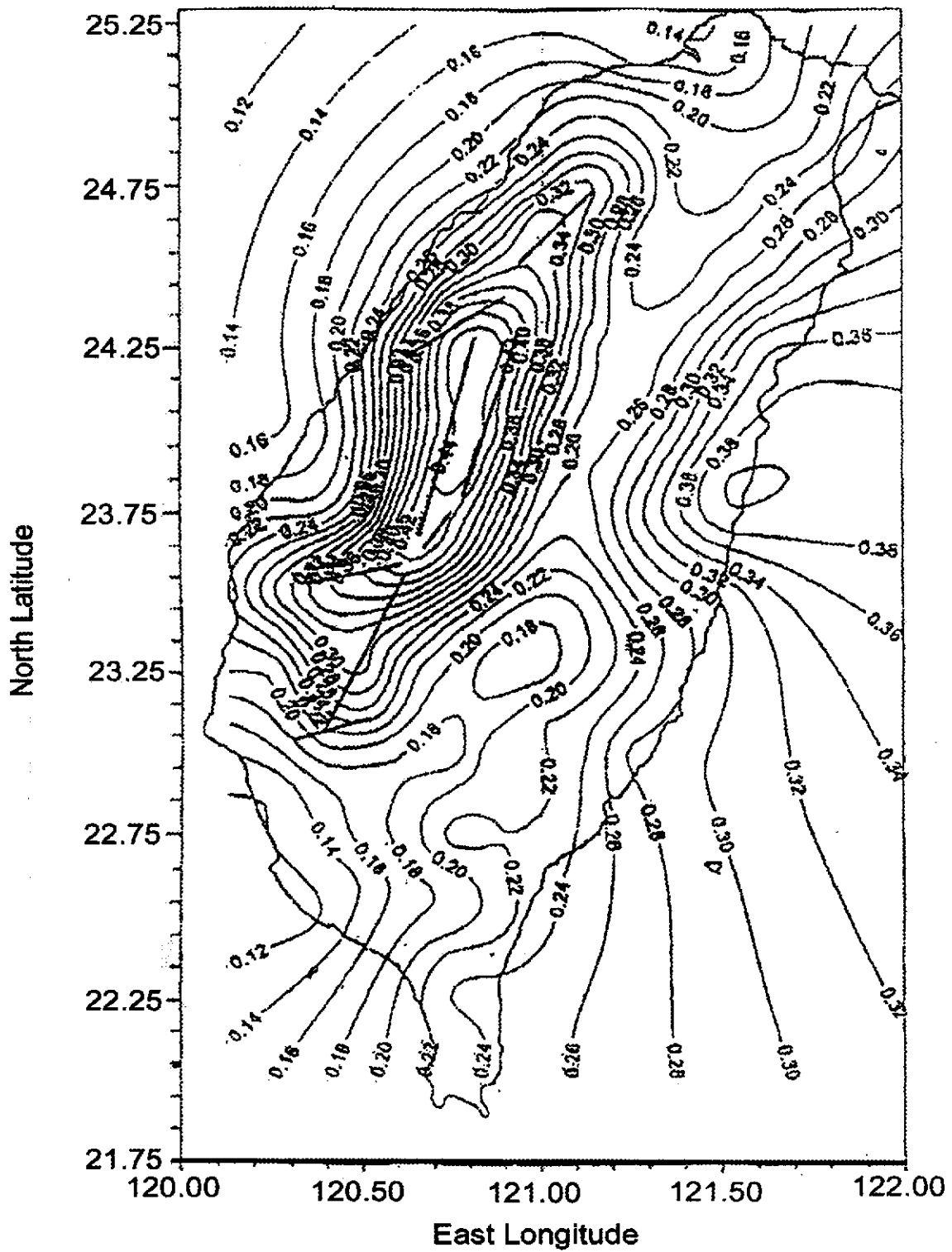


圖7-10 台灣地區工址加速度係數分佈圖

7.8 砂質土壤液化探討

飽和鬆散砂質土壤受地震作用後，使得土體孔隙水壓增加而造成有效應力減少將導致土壤喪失剪力阻抗而呈現液化態狀況，稱為砂質土壤之液化。

當砂質土壤液化後，使得港灣碼頭結構物可能產生斜或沉而造成災害。因此在結構物設計及施工時，應依照需要考慮基礎地盤發生液化現象之潛能。

液化潛能分析，建議依圖 7-11 所示流程進行。

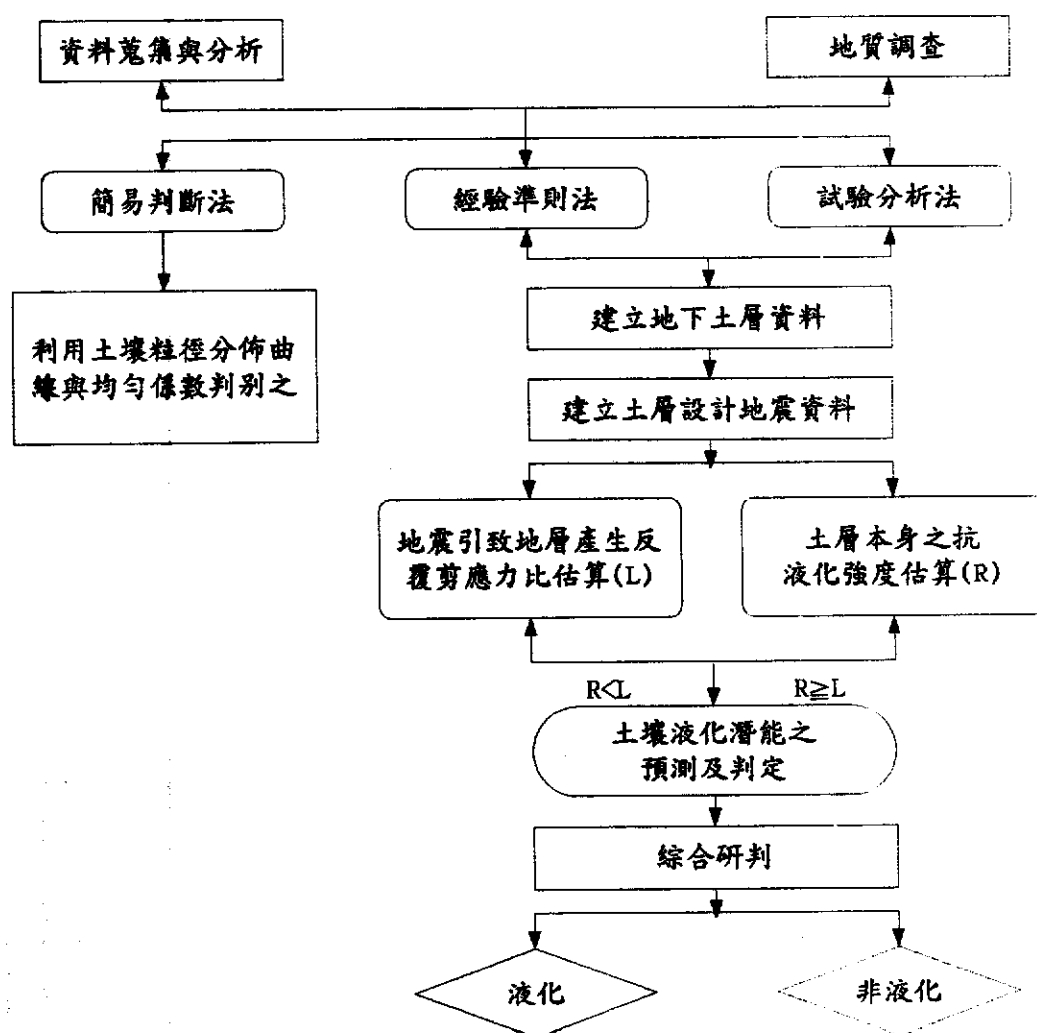


圖7-11 土壤液化潛能分析流程圖

7.8.1 影響土壤液化之因素

影響飽和砂土液化因素主要有土層特性、地下水及地震特性等，茲分述如下：

◆ 相對密度

土壤相對密度越大者，表示砂土愈緊密，因此越不容易液化。當相對密度 $D_r > 80\%$ 時，將極少發生液化的可能，一般而言當 $D_r < 70\%$ 之砂土，才有可能發生液化。

◆ 地表震動強度與延時

地震強度愈大者，即地表加速度愈大，土層剪應力亦即愈大，產生液化可能性愈高。若延時愈久，即地震規模愈大，則產生液化所需的剪應力愈小，亦即延時愈長愈易發生液化。

◆ 最初應力狀況

在離地表較深的土層由於有效圍壓增加，致使液化阻抗強度亦高，因此亦不易液化。

◆ 土層之地質年代特性

土層堆積年代愈久，則液化阻抗強度愈高。

◆ 土壤特性

砂土的特性如顆粒性質、級配、土粒結構均會影響液化發生。均勻分佈之中細粒砂性土壤或細粒沉泥質砂土最易發生液化，若以平均顆粒尺寸 D_{50} 表示，其範圍約 $0.7\text{mm} \sim 0.08\text{mm}$ 之間，級配均勻分佈之土壤較級配優良之土壤易於液化，細砂土亦較粗粒砂土易於液化。

◆ 土層排水情況

孔隙水壓力之消散速率，與土壤之滲透性、壓縮性與飽和度有關，與土壤液化之是否發生有密切關係。

7.8.2 地質調查

一般常用於土壤液化評估研討之調查項目，應包括：

1. 標準貫入試驗(SPT)及鑽桿能量檢測，圓錐貫入試驗(CPT)。

2. 未擾動土壤取樣。
3. 試驗室土壤動力性質試驗，包括動力三軸試驗、簡單剪力試驗等。
4. 現地土壤動態性質試驗，如P波、S波速度檢測等。
5. 透水係數及體積壓縮係數。
6. 地下水位。

工程師應依據實際土壤液化分析需要，選擇適當的位置、深度、調查項目及方法，加以進行。

7.8.3 需進行液化評估之土層

一般地質調查土層若符合以下條件之一時，則土層可能發生液化潛能，需參照下列液化評估方式作進一步之分析。

1. 地表下20m以內之沖積土層且地下水位在也表下10m以內。
2. 過#200篩細料含量FC(%)在35%以下。
3. FC(%)在35%以上，但黏土含量PC(%)在12%以下。
4. 塑性指數PI(%)在15%以下。

7.8.4 砂質土壤液化潛能之評估與判定

有關砂土層液化分析有多種方法，惟歸納之，不外採取下列三種方法：

- ◆ 簡易介斷法
- ◆ 經驗準則法
- ◆ 試驗分析法

工程師應根據港灣碼頭工程規模及重要性決定較適當之分析方法，若根據經驗法或較簡易的方法推估工地土層有液化潛能時，可採用較精密的液化分析方法再加以檢核確定，若仍有液化之可能時應即進行土層液化防治與處理。

7.8.5 極軟弱黏土層及沉泥層之判定

距原地表面 3m 以內之黏土層及沉泥層，由單軸壓縮試驗或現地

試驗推定其單壓強度為 0.2kgf/cm^2 以下時，則視為土壤液化潛能評估上之極軟弱土層。在地震來襲時受到強烈的擾動，致使其喪失大部份剪力強度，可視為容易液化之土壤。

7.8.6 土壤液化安全係數之選擇

土壤液化安全係數之選擇，宜考量港灣碼頭結構物地盤所選定之設計地震規模侑地表加速度，依據美國國家研究評議會(NRC)地震工程委員會，建議依下列方式選擇適當之安全係數：

1. 若對使用設計地震之地動資料視為合理，則安全係數採用1.33或1.35即已足夠。
2. 若對使用設計地震之地動資料視為趨於保守，則安全係數只要大於1即可。

另依 10.5 節判定為可能液化之砂質土層，對重要港灣結構物耐震設計用土壤參數之折減，工程師應進行相關試驗研究分析後審慎決定。

7.9碼頭設計時之相關規範

7.9.1 碼頭土木設計參考規範或資料

茲將相關參考規範列如表 7.9 示。

7.9.2 材料規範

碼頭工程所使用之材料和一般土木工程並無太大之差異性，其中部份碼頭工程要求較為特殊的為採用抗硫水泥(Type II 或 Type V)及防舷材須進行較複雜之材料試驗，一般碼頭工程可採用之規範包括：

- ◆ ACI
- ◆ ASTM
- ◆ BS
- ◆ CNS
- ◆ AASHTO
- ◆ JIS
- ◆ DIN
- ◆ EN

表 7.9 碼頭土木設計參考規範或資料

項 目	參考規範或資料
R . C . 構 造	CNS、ACI、ASTM
	交通部「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」
	中國土木水利工程學會「鋼筋混凝土設計手冊」
	內政部「建築技術規則」
	交通部「橋樑設計規範」
	日本港灣設計準則(英文版)
	Per Bruun「Port Engineering」
	中國土木水利工程學會「港灣及海域工程」
	台灣漁業技術顧問社印行之「港灣設計準則及實例」
	美國工兵團「Shore Protection Manual」
鋼 構	CNS、AISC、ASTM、AWS、BS、DIN、JIS
	交通部「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」
	內政部「建築技術規則」
	交通部「橋樑設計規範」
	日本港灣設計準則(英文版)
	中國土木水利工程學會「港灣及海域工程」
防 蝕 規 範	交通部「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」
道 路	AASHTO
	交通部道路設計規範
排水及擋土設施	行政院農委會水土保持規範

註：本計畫整理。

第八章 液體散貨碼頭設計流程及相關考量

碼頭設計流程係提供一設計程序以爲設計者設計之參酌依據，以下將針對重力式、板樁式、棧橋式、繫靠船台及外海卸/裝油浮筒等液體散貨碼頭結構型式提出其設計流程及相關設計考量。

8.1 重力式碼頭

1. 設計流程

重力式碼頭之設計考量須包括壁體安定計算及相關設施之細部設計，其設計流程詳圖8-1所示。

2. 安定計算

重力式碼頭之安定計算應檢討下列各項：

◆ 壁體滑動

重力式碼頭岸壁對於滑動，必須符合下式：

$$F \leq \frac{fW}{P}$$

式中

W=作用壁底全部之垂直合力(T)

P=作用壁體之水平合力(T)

f=壁底與基礎之摩擦係數

F=安全係數

安全係數標準：平常時1.2以上，異常時1.0以上。

◆ 壁體傾覆

重力式碼頭岸壁對於傾覆，必須符合下式：

$$F \leq \frac{Wt}{Ph}$$

式中

W=壁底之全部垂直力(T)

P=作用於壁體之總水平力(T)

t =壁體前趾與壁底全部垂直力作用點間之距離(M)

h =壁體底面至水平合力作用點之高(M)

F =安全係數

安全係數標準：平常時1.2以上，異常時1.0以上。

◆ 基礎承载力

重力式碼頭岸壁對於基礎之承捏壁，必須符合下式：

$$q_a \geq \frac{W}{B + H} + \gamma^1 H$$

式中

q_a =基礎之容許承载力(T/M²)

W =岸壁重量(T)

γ^1 =拋石之水中單位重量(T/M³)

H =拋石高度(m)

B =岸壁寬度(M)

◆ 圓弧滑動及沉陷

邊坡滑動破壞之安全因數，一般可用下式求之。

$$F = \frac{R \sum (CL + W' \cos d \tan \phi)}{\sum W_x + \sum Q_A} = \frac{\sum (cb + W' \cos^2 \alpha \tan \phi) \sec \alpha}{\sum W \sin \alpha + \frac{1}{R} \sum Q_A}$$

式中

F =安全因數

R =滑動圓之半徑(m)

c =土壤之粘著力(t/m²)

ϕ =土壤之內摩擦角(°)

L =分割片之底邊長(m)

b =分割片之寬度(m)

W' =分割片之有效重量(土壤重量與上加載重之和，水中部份之土壤取浸水單位體積重量)(t/m²)

W =分割片之全重量(土壤與水重量，加載重之和)(t/m)

α =分割片底邊之斜角($^{\circ}$)

x^1 =分割片重心與滑動圓弧心之水平距離(m)

Q =作用於滑動圓內土壤體之水平外力(水壓、地震力、波壓等)
(t/m)

a =外力 Q 對滑動圓圓心之力矩臂(m)

基礎沉陷乃因增加載重而發生，故應徹底調查土質，首先應經由實測地質資料計算推測其沉陷量，據所推裝之沉陷量提高構造物基礎高度，俾沉陷後可符合設計斷面，或調整構造物之頂高，以達預定高度。又因沉陷不均，易使接縫、上部結構、岸面鋪設等破壞，故應予注意。

3. 細部設計

重力式碼頭之細部設計，主要為下列各項：

- ◆ 壁體
- ◆ 背填
- ◆ 防止沖刷
- ◆ 防止漏沙設施
- ◆ 壁體接合之形狀及尺寸
- ◆ 上部結構
- ◆ 附屬設施
- ◆ 其他

(1) 壁體

壁體為構成重力式碼頭之主要部分，故須有充分之強度，以抵抗外力作用。

(2) 背填及防止漏沙設施

重力式碼頭若採用良質之石塊，碎石或礫石作為背填料時，可減小作用於碼頭壁體之土壓強度。背填石料宜採用形狀相互配合之級配石料以增加其效果，易於風化之石料則不可作為背填石料。背填料與壁體間須鋪設濾布以防漏砂，濾布之材質規範

可依CNS11228 A2183之規定辦理。

(3) 壁體接合部之形狀及尺寸

為增加壁體接合之整體性及防止方塊滑動壁體頂面與底面通常作成凹凸形契榫。

(4) 上部結構

於設計上部結構時，應考量各種附屬設施之安裝，必要時應預埋安裝附屬設施之基座。於進行上部結構設計時，須考慮作用於繫船柱，防舷材等之作用力。於進行結構安定檢討時，船舶之拉力及衝擊力可視為異常狀況處理。

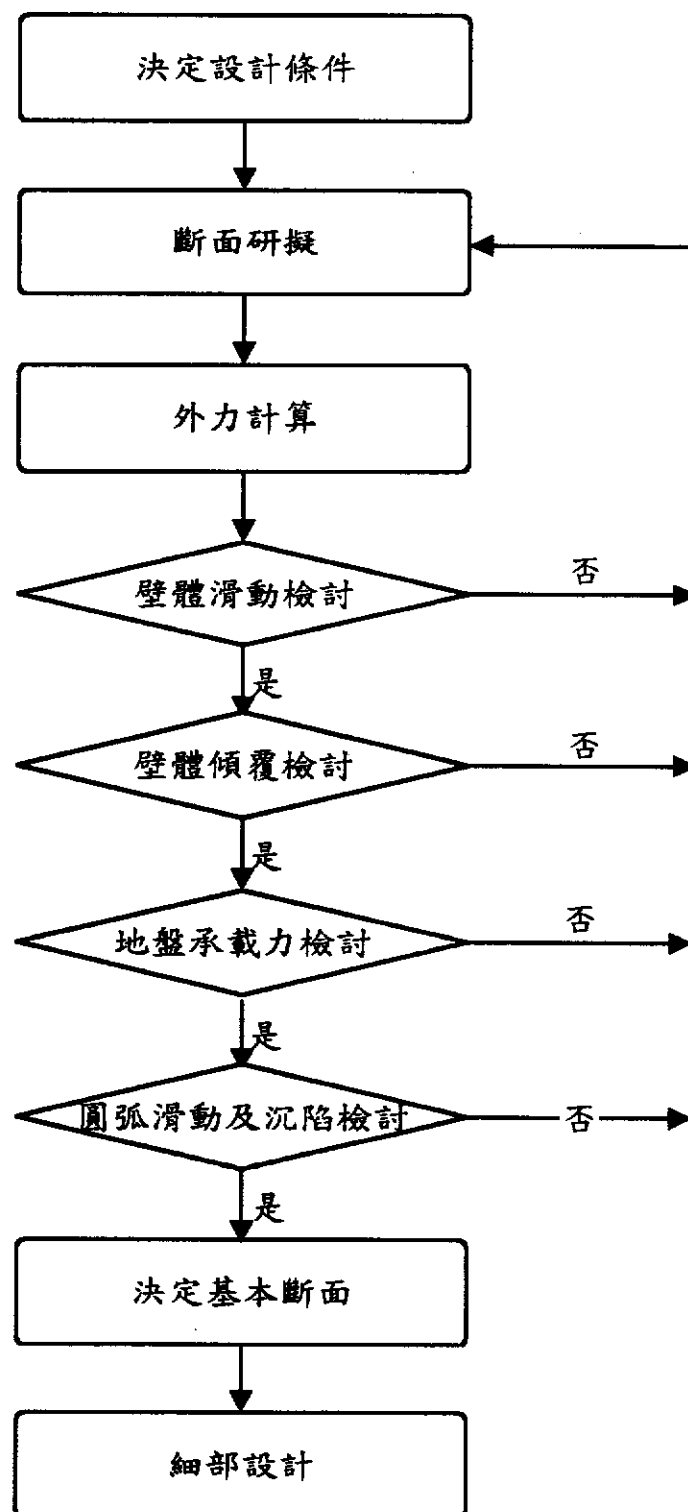


圖8-1 重力式碼頭設計流程

8.2板樁式碼頭

1. 設計流程

板樁式碼頭之設計考量須包括板樁、拉桿、圍樑、錨碇設施之設計，相關設施之細部設計及軟弱地盤上之圓弧滑動檢討，其設計流程詳圖8-2所示。

2. 板樁設計

板樁斷面之決定，應依計算外力所造成之最大彎矩，求得板樁所受應力應小於材料之容許應力。拉桿裝設位置應考量工程費及施工難易等而定。

3. 拉桿設計

拉桿斷面之決定，應依計算外力所造成之拉力，求得拉桿所受應力應小於材料之容許應力。

4. 圍樑設計

圍樑斷面之決定，應依計算外力所造成之最大彎矩，求得圍樑所受應力應小於材料之容許應力。

5. 錨碇設施設計

選擇錨碇設施型式時，應考慮各種錨碇設施型式特性，並比較相關條件後決定之。

錨碇設施設置位置及設計，依所採用之錨碇設施型式，採適宜分析方法決定並設計之。

6. 細部設計

板樁式碼頭之細部設計，主要為下列各項：

- ◆ 上部結構
- ◆ 板樁與拉桿及圍樑之連接
- ◆ 拉桿
- ◆ 錨碇設施與拉桿之連接
- ◆ 角隅部份

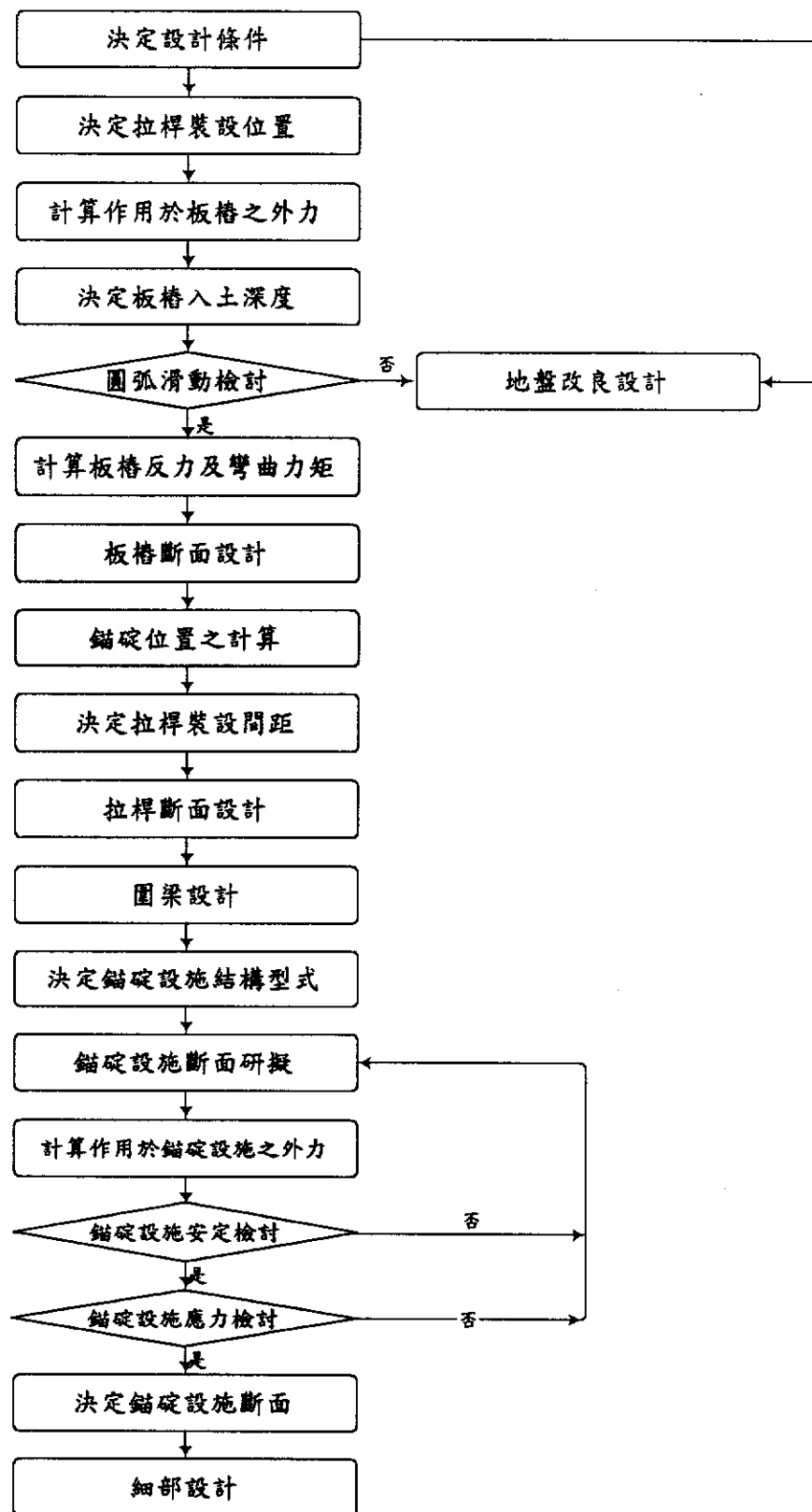


圖8-2 板樁式碼頭設計流程

◆ 防止沖刷設施

7. 圓弧滑動檢討

興建於軟弱地盤上之板樁式碼頭，應檢討板樁下端之圓弧滑動。

8.3 棧橋式碼頭

棧橋式碼頭結構須能承受自重及使用年限內之各種外力，使其不致遭受結構系統破壞，於設計上，一般可經由結構靜態分析(規則性結構可用地震靜力分析)得到各桿件之應力，但對不規則性結構物，則應進行地震動力分析。棧橋式碼頭包括直樁式及斜樁式兩二種，其設計考量說明如下。

8.3.1 直樁棧橋式碼頭

1. 設計流程

棧橋式碼頭之設計考量須包括棧橋單元大小配置、繫船柱及防舷材配置、海底面設計考量、基樁設計、擋土護岸設計、擋土護岸圓弧滑動檢討及相關設施之細部設計，直樁式棧橋碼頭之設計流程詳圖 8-3 所示，斜樁棧橋式碼頭之設計流程則參考下節說明。

2. 棧橋單元大小及基樁配置

棧橋單元大小、基樁間距及各樁排間隔，應考量下列各項條件後決定之。

- ◆ 碼頭岸肩寬度
- ◆ 鄰近結構體
- ◆ 海底之安定性
- ◆ 擋土設施
- ◆ 混凝土澆鑄等施工能力
- ◆ 上載載重大小及裝卸設備尺寸

3. 上部結構相關尺寸

棧橋式碼頭上部結構相關尺寸，應考慮下列各事項後決定之。

- ◆ 基樁間距、樁排間隔及樁之形狀、尺寸
- ◆ 上載載重(上載載重可概分為裝載載重及活載重兩種，裝載載重如碼頭、通棧、倉庫等裝載之散雜貨等重量，活載重如汽車、火車、裝卸機械及群眾等動態載重。)

- ◆ 潮位
- ◆ 模板及支撐等施工條件
- ◆ 地質條件
- ◆ 繫船柱配置
- ◆ 防舷材配置、尺寸及型式

4. 繫船柱及防舷材配置

繫船柱及防舷材之配置，應儘可能減小經由繫船柱及防舷材傳達之外力，以偏心外力作用於棧橋之單元。

5. 海底面設計相關事項

棧橋式碼頭擋土結構物，應興建於結構物前斜坡安定面後。

6. 基樁設計

棧橋由樁與上部結構所構成，樁與上部結構之連接可視為剛性，可假設各樁於海底某處為固定點，依剛性構架設計之。

7. 擋土護岸設計

擋土護岸設計，視其所採用結構型式，依相關規範設計。

8. 圓弧滑動檢討

棧橋碼頭擋土護岸，依斜面之安定規則檢討圓弧滑動安定。

9. 細部設計

(1) 上部結構設計應檢討之載重組合

① 平版及連接版

- ◆ 自重+裝載載重
- ◆ 自重+活載重
- ◆ 自重+上揚力

② 樑

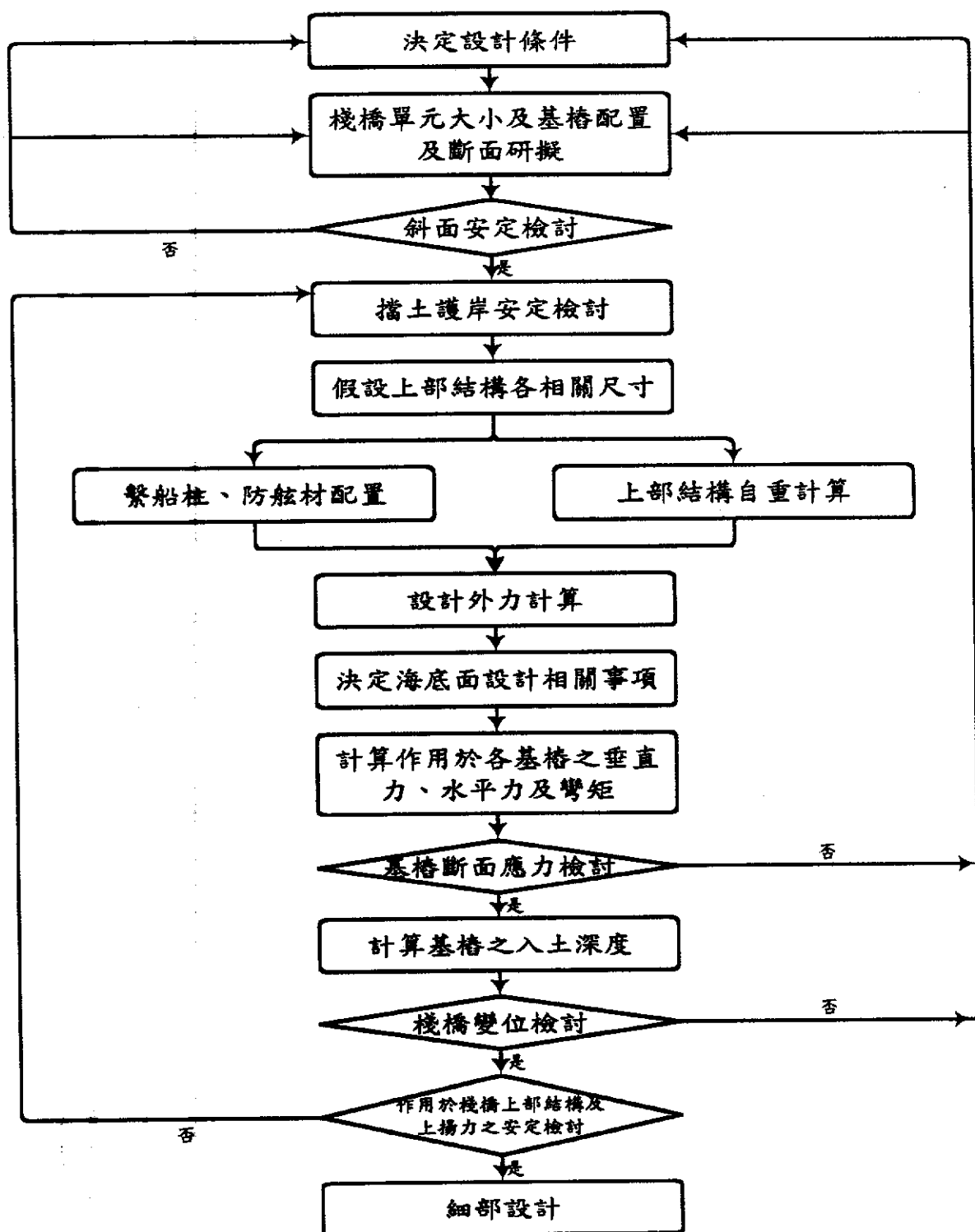


圖8-3 直樁棧橋式碼頭設計流程

- ◆ 自重+裝載載重
- ◆ 自重+活載重
- ◆ 自重+水平力所致樁頭彎矩之影響+考慮水平力時之上載載重
- ◆ 樁彈性沉陷之影響

(2) 樁頭設計

細部設計除考量版、樑之設計外，仍須對基樁樁頭與上部結構之連接加以設計，方能將上部結構所承受之外力，有效傳達至下部基礎。

8.3.2 斜樁棧橋式碼頭

斜樁棧橋式碼頭之設計考量大致與直樁棧橋式碼頭相同，以下僅針對斜樁棧橋式碼頭須特別考量之處加以說明。

1. 設計流程

詳圖8-4。

2. 作用力及斷面之決定

(1) 分配至各斜組樁樁頭之水平力

斜樁棧橋式碼頭，假設水平力由斜組樁承受，計算分配至各斜組樁樁頭之水平力。

(2) 分配至各基樁樁頭之垂直力

因垂直載重而分配至各基樁之垂直力，可假設基樁位置為支承之簡支樑，計算各支點之反力而得。

(3) 基樁軸力

作用於斜組樁各基樁之軸力，由計算所得之各斜組樁樁頭之水平力及垂直力加以考量計算之。

(4) 基樁應力

斜樁棧橋式碼頭基樁，可視為承受軸力之基樁或視為承受軸力及彎矩之基樁，計算各基樁應力。

3. 法線方向結構分析

斜樁棧橋式碼頭有沿法線方向斜組樁時，須加以檢討各基樁應力。

斜樁棧橋式碼頭無沿法線方向之斜組樁時，可視為直樁棧橋式碼頭，檢討各基樁應力。

8.4 繫、靠船台

1. 設計流程

繫、靠船台之斷面型式，一般為棧橋基樁或重力之型式，其設計流程詳圖8-5所示。

2. 繫、靠船台配置

進行繫靠船台配置時，應考量靠泊船舶尺寸、水深、風向、波向及水流等因素，並須留意不得妨礙其他船舶之停泊及航行。

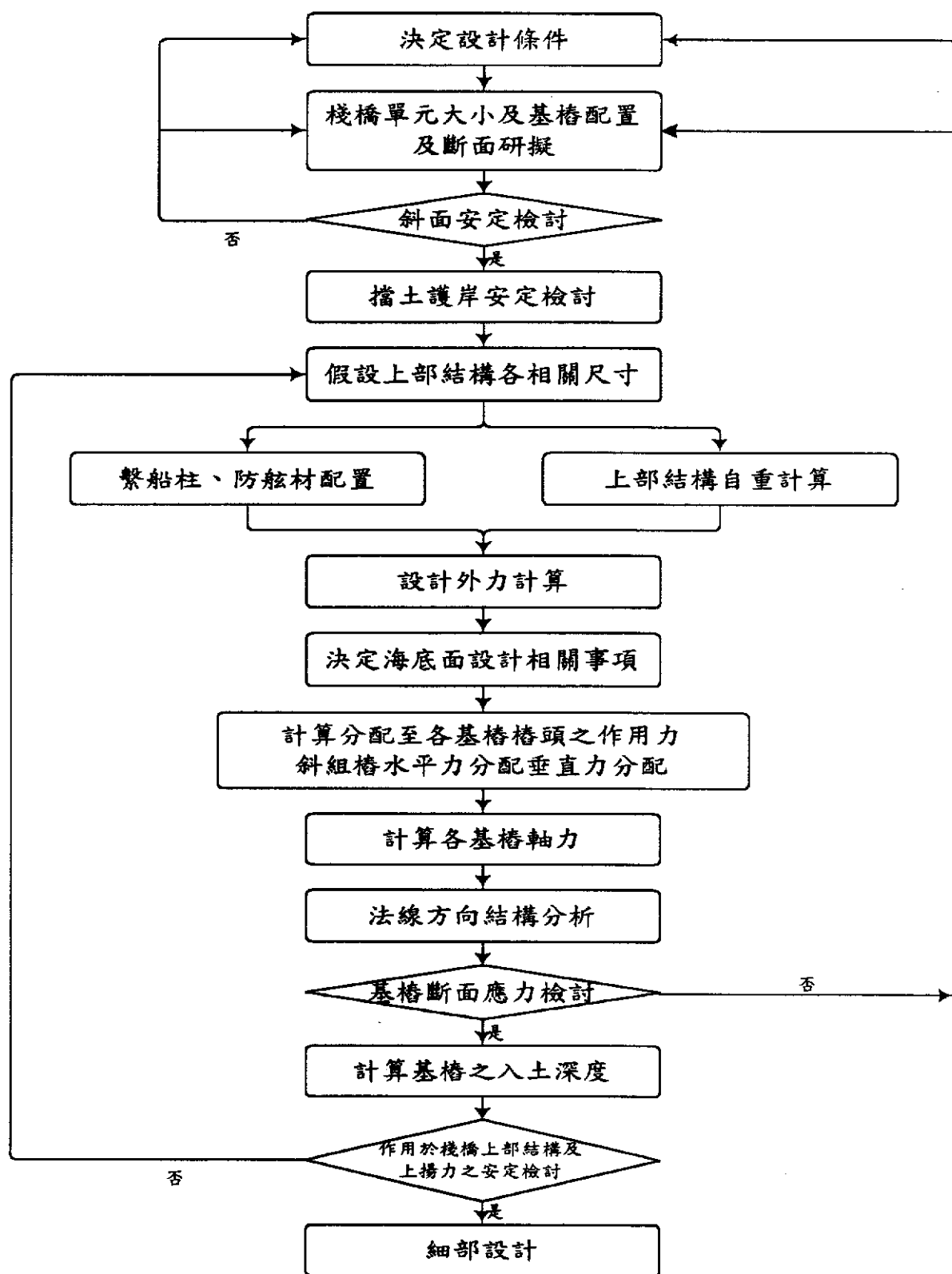


圖8-4 斜樁棧橋式碼頭設計流程

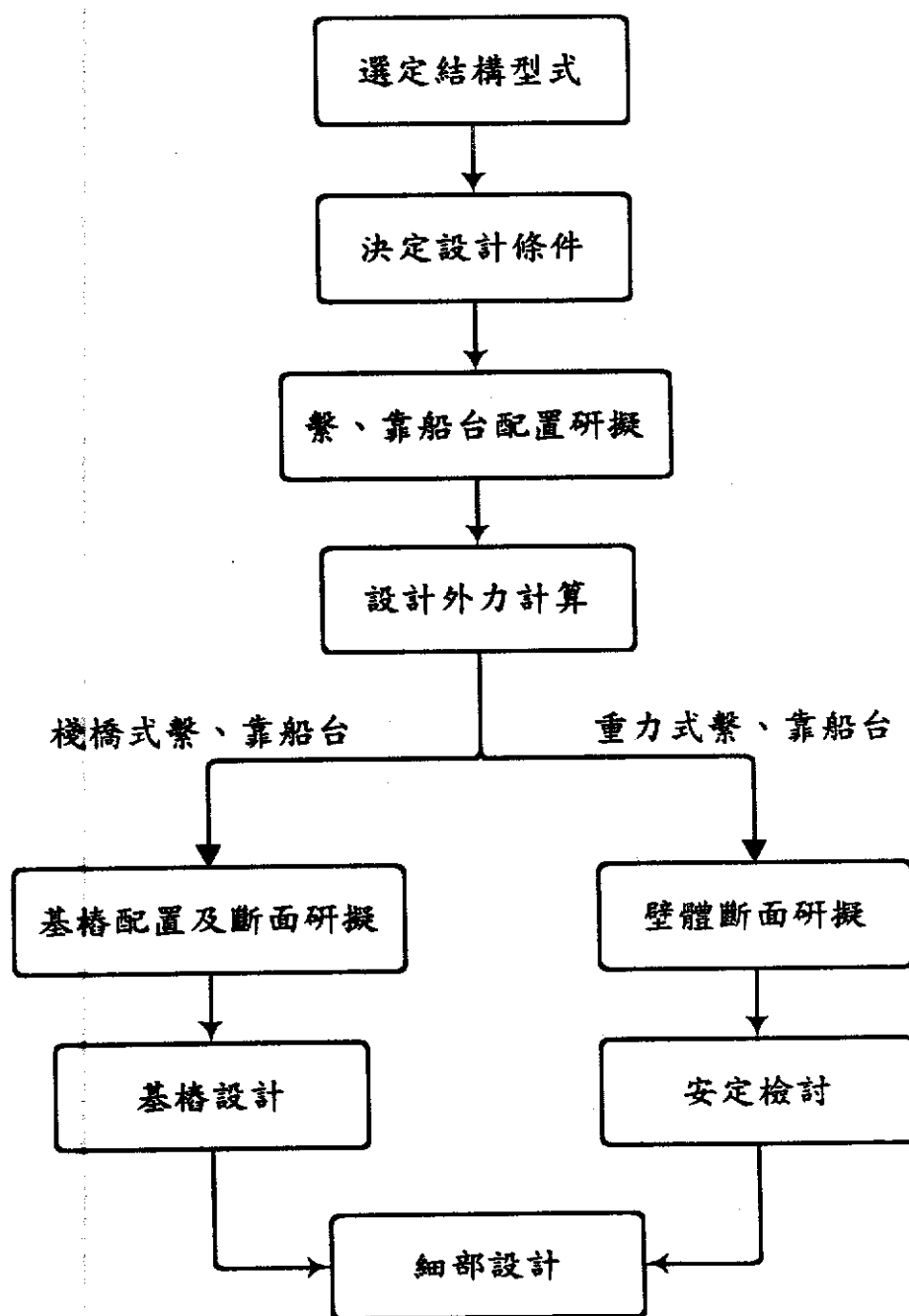


圖8-5 繫、靠船台設計流程圖

繫、靠船台宜興建於原海底水深與設計水深相近位置。

一般靠泊靠船台之船舶，均為較大型者，通常其船首及船尾長度約各佔船長 $1/8$ 部份之船舷為曲線，中央佔船長 $3/4$ 部份之船舷為直線。於配置靠船台時，應留意須使船舶能在直線船舷之範圍內靠泊靠船台。

一般而言，每座船席配置二座靠船台，左右各一座。然供大型船舶及小型船舶混用之碼頭，則每船席宜左右各建二座靠船台較為適當。

液體散貨碼頭須使用裝/卸料臂進行裝卸作業時，可於靠船台中間興建一工作平台，供設置裝/卸料臂之用。工作平台法線應較靠船台法線內凹，以避免直接承受船舶碰撞。

為使船舶容易停靠或離開靠船台，且減少靠泊船舶作用於靠船台之外力，靠船台之法線方向，應儘可能平行風向、波向及流向。但在風向與岸線方向不同之海岸興建繫、靠船台時，從水域利用之觀點而言，繫、靠船台之法線方向宜與海岸線平行為佳。

船舶靠泊繫纜用之繫船柱，如鄰近陸地則設置於陸地，否則另建繫船台設置繫船柱。設置繫船柱用之繫船台，應在靠泊船舶船頭船尾約 45° 之方向，離靠船台後側適當距離處設置。其數量可由船舶之拉力決定之。在靠船台上亦可設置繫船柱，供靠泊船舶繫纜或供小型船舶繫纜之用。

3. 基樁式繫、靠船台

基樁式繫、靠船台設計考量，可依棧橋式碼頭設計考量辦理，基樁式繫、靠船台設計，應檢討下列事項：

- ◆ 基樁應力(水平力、垂直力、扭轉力)
- ◆ 基樁入土深度
- ◆ 繫、靠船台撓曲量

4. 重力式繫、靠船台

重力式繫、靠船台設計考量，可依重力式碼頭設計考量辦理，重力

式繫、靠船台設計，應檢討下列事項：

- ◆ 滑動安定
- ◆ 傾覆安定
- ◆ 地盤承载力
- ◆ 圓弧滑動及沈陷
- ◆ 防止沖刷設計
- ◆ 壁體之迴轉(Rotation)

壁體之迴轉係發生於外力偏心作用於繫、靠船台時，其抵抗力為壁體底面與拋石基礎之摩擦力。

8.5 外海卸/裝油浮筒

外海卸/裝油浮筒係指以裝卸油為目的之繫船浮筒，其錨碇方式屬單浮筒，其型式可分為沉錘式、錨鍊式及沉錘錨鍊式等三種，此三種型式對於繫泊船隻之條件與海象條件並無特殊分別限制，惟主要考量在於自然環境限制與工程經費限制。其三種型式分別介紹如後。

沉錘式(Sinker)如圖 7-6(a)所示，係由浮筒、浮筒鍊及沉錘三部份所構成，不用錨碇。錨鍊式如圖 7-6(b)所示，係由浮筒、錨鍊及錨三部份所構成，不用沉錘。此種型式之工程費比其他兩式低廉，然船舶之轉動半徑較大，不適於泊地狹窄之港灣。沉錘錨鍊兩用式如圖 7-6(c)所示，係用浮筒、浮筒鍊、地鍊、沉錘鍊、錨及沉錘等六部份所構成，為最普遍被採用之型式。此種型式若將沉錘加重，則可縮短船舶之轉動半徑，在泊地較狹窄之港灣亦可使用。而沉錘式及錨鍊式均為沉錘錨鍊式之簡化型式，其設計法可參考沉錘錨鍊式之設計法，沉錘錨鍊式之設計流程及設計考量如下。

1. 設計流程

詳圖 8-6 所示。

2. 作用於浮筒之拉力

作用於浮筒之拉力須考量船舶受風、潮流、波浪等之影響，通常依

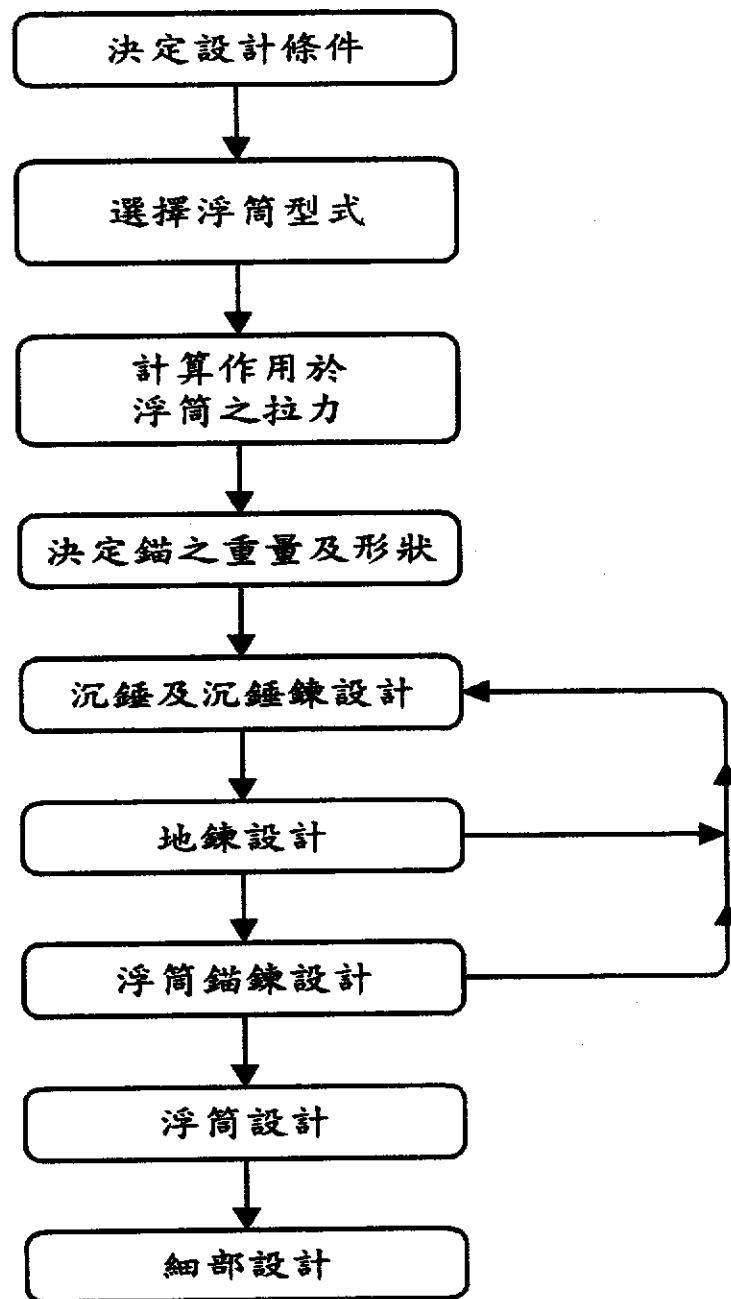
相關之實測值或作模型試驗加以估算。

3. 錨碇設施設計

每一座浮筒，通常配備三具錨，設計時每一錨均須承受全部水平方向力之作用。錨碇設施重量及裝設方法，應考量當錨鍊承受最大拉力時，錨碇設施仍應保持安定。為確保錨碇設施安定，須檢討錨碇設施水平及垂直方向之抗拉力是否符合安定需求。

4. 沉錘及沉錘鍊設計

沉錘鍊之長度通常為3m~4m。沉錘鍊太長時，拉力使地鍊浮起，易發生纏結，造成地鍊磨損及折斷，故沉錘鍊不能太長。沉錘鍊應採用與錨鍊同直徑之粗細。



註：作用於繫船浮筒各部份間之應力(例如錨鍊、地鍊之拉力等)由所構成之浮筒、錨鍊、沉錘、錨、地鍊等之形狀及重量而決定，故其中之一形狀變更時，則全部之應力亦發生變化，故如欲設計最經濟之繫船浮筒時，應先假定浮筒、沉錘等之形狀後，就其形狀計應力，用反覆試算法，對各件之形狀，逐漸加以修正，以決定最適合之形狀。

圖8-6 外海卸/裝油浮筒設計流程圖

沉錘之效用在於吸收作用於鍊條之碰撞力，同時亦能節省錨鍊之長度。故欲為縮短船舶之轉動而將錨鍊減短時，須將沉錘之重量相對加重。

5. 地鍊設計

鍊條以25m為單位，故地鍊之長度通常為50m。在地鍊與錨碇連接點處，如地鍊與海底面所成角度超過 3° 時，錨之爬駐力即驟然減低，故此角度須保持 3° 以下。拉力作用於浮筒時，地鍊之重量應使地鍊與海底面所成角度保持在 3° 範圍內。如拉力過大時，可將地鍊之長度加長，使錨與地鍊之連接角度減小。

設計地鍊之直徑，須能承受於高潮位時設計外力作用下，地鍊所受之拉力小於地鍊之容許拉力。

6. 浮筒錨鍊設計

浮筒錨鍊之長度通常約為水深之1.4倍不能過長，否則容易纏結及磨損折斷，其他相關佈置如圖8-7所示；其中 l_f ：浮筒錨鍊之長度(m)； l_g ：地鍊之長度(m)； h_g ：地鍊上端至海底之垂直距離，即為沉錘鍊之長度； θ_1 ：地鍊與海底所成角度； h_f ：浮筒錨鍊上下端之垂直距離(m)，即自錨鍊與浮筒之連接點至沉錘底面完全啣離海底時沉錘鍊上端連接點之垂直距離， θ 、 θ_1' 為浮筒錨鍊上下端之傾斜角。

設計錨鍊之直徑，須能承受於高潮位時設計外力作用下，錨鍊所受之拉力小於錨鍊之容許拉力。

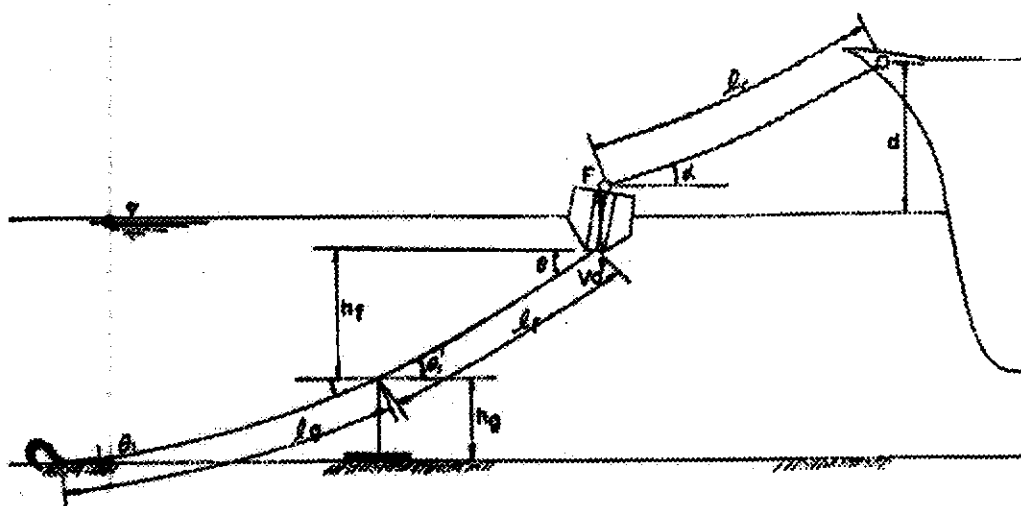


圖8-7 浮筒鍊條長度示意圖

7. 浮筒之設計

當設計拉力作用於浮筒時，浮筒必須有一部份在水面上，浮筒不繫船時應使浮筒錨鍊懸垂水中，有時沉錘鍊及地鍊一部份亦懸垂水中使浮筒浮出水面，其浮出水面高度約為浮筒高之 $1/2 \sim 1/3$ 。

8. 細部設計

浮筒各部份結構，在沒入水中後向各方向之傾斜，均須能承受所要求之水壓力，為避免船舶碰撞浮筒須裝設護舷設施予以保護。

鍊接 (Shackle)、旋轉環 (Swivel)、鍊環 (Link) 及繫版 (Mooring Piece) 等附屬零件，其抗拉強度須與鍊強度相配合。

用於浮筒與錨鍊之連接部份及沉錘鍊與浮筒錨鍊連接部份之鍊接及旋轉環等，因浮筒之轉動，磨損非常大，在設計及管理時應加注意。

8.6 附屬設施

為防止危險發生及有效利用碼頭，碼頭或後線區域應依需要配置附屬設施。相關附屬設施之配置或設計之原則如下：

1. 繫船設施

碼頭繫船設施，應依下列原則設計：

◆繫船設施須具有充足之強度，以確保繫泊船隻之安全。

◆繫船設施應配置於碼頭適當位置，以供繫泊船隻使用。

2. 防撞設施

碼頭設施除繫船設施外，均應配置防撞設施，以吸收船舶靠岸及繫泊時所產生之衝擊力，設計時考量如下：

(1) 防舷材配置

碼頭防舷材配置，應使防舷材吸收船舶靠岸能量前，船舶不可直接接觸碼頭岸壁為原則。

(2) 船舶靠岸及繫泊所產生之作用力

(3) 防舷材選擇

選擇橡膠、空氣式等防舷材時，應考量下列事項：

船舶靠岸衝擊力應小於碼頭容許載重

受波浪影響之碼頭，應考量繫泊船舶搖動所產生之作用力

考量船舶靠岸角度、靠岸速度等靠岸狀況，選擇適宜之防舷材

不可僅考量防舷材特性，而應整體考量碼頭結構特性，選擇適宜之防舷材

3. 裝/卸料臂基礎設施

碼頭上管線如採用裝/卸料臂方式與船上連接，碼頭面版上須配合裝/卸料臂位置施作基礎並預埋基礎螺栓，以為裝設裝/卸料臂之用。

4. 避雷設施

後線區域之建築物，應依照內政部頒布「建築技術規則」之規定裝置避雷針或CNS12872建築物等用避雷設備（避雷針）國家標準之規定。

5. 消防設施

消防設施之設置主要考量如下：

◆消防用水之供應量及連續供應時間

◆消防設備設置位置及數量是否足供緊急應變需求

- ◆ 消防設備之設置間距應能涵蓋整個保護區域
- ◆ 消防設備設置位置應至少能從2個不同相反方向滅火
- ◆ 消防設備之安裝及設備規格應符合相關規範之規定
- ◆ 儲槽儲存之液體閃火點較低（未滿130℃）者，須考量設置固定型泡沫滅火設備及壁板之灑水冷卻管設備（水環設備）
- ◆ 灌裝場除考量設置乾粉滅火器外，地面積600平方公尺以上之灌裝房與容器儲存室，須考量設置水霧消防設備
- ◆ 高壓設置外圍15~40公尺範圍應依相關規定設置消防栓
- ◆ 設置防爆牆或防火牆時，承受之抗力及防火效果應妥善設計，牆面材質、厚度及相關強度要求均須依相關規定辦理。

6. 接地

油料或其他液體散貨裝卸時，由泵浦、管線之摩擦及注入儲槽會產生靜電外，亦可能因槽內液體攪動產生靜電，因此為確保裝卸作業之安全性，裝卸過程中相關之設備須配合接地以消除靜電。一般須作接地之設備包括：

- (1) 儲槽
- (2) 轉動機械設備及電氣開關
- (3) 氣罐氣槽車以橡膠管連接高壓設備時，高壓設備之管端與氣罐槽車管端之間
- (4) 罐裝裝置
- (5) 連接高壓設備之管線

接地裝置一般規定採用55mm²以上之接地線，並保持接地電阻10Ω以下。

7. 電器

設置於危險場所（如液化石油氣泵房、壓縮機房、分裝房地下儲槽室、液化石油氣儲槽等）之電器及照明設備，應分別依CNS3376【一般用電機防爆構造通則】，CNS3377【一般用防爆構造白熾燈具】及CNS2606【電線用鋼管】等規定設置為準。但因腐蝕或其他原因

難以電線管配時，得使用實心型之適當電纜配線。

8. 管理監控系統

一般液體散貨碼頭之儲運裝卸作業區屬高度危險工作場所，為使區域內所有操作過程均能在良好之管理制度下運作，以降低災害發生率及萬一發生災變時能及時掌控全局，扼止事故蔓延，有賴於管理中心的管理監控系統規劃是否完善。一般管理中心之監控系統配置要求包括：

- ◆ 為防止毒性氣體外洩危害廠內人員安全，應於廠區適當位置佈設毒氣偵測系統，並將受信總機設置於管理中心內，以達及時預防之目的。
- ◆ 為及時發現廠區任一角落的火災訊息，全廠區應配置火災偵測設備，並將火警受信總機設置於管理中心內，以達成緊急應變之目的。
- ◆ 為掌握廠區內所有設備運轉或人員操作都在正常狀況下運行，應佈設監視系統於全廠區，並將控制室設置於管理中心，以達全廠安全監控的目的，監視錄影內容以保存三日以上為原則。
- ◆ 管理中心應規劃緊急通報系統及廣播系統。緊急通報系統以可連通鄰近倉儲業者、港務局及港警所為原則，以達迅速應變支援之目的；廣播系統應以可傳遞訊息至半徑二百公尺範圍內為原則，以達立即疏散之目的。
- ◆ 管理中心應裝設可遙控的緊急停車系統，可於事故發生時，防止災害擴大。
- ◆ 所有控制系統之電力供應應配置不斷電系統並以緊急提供重要設備運轉所需電力1小時為原則。
- ◆ 管理中心應裝置溫、溼度控制設備，以確保各項儀控系統能全天正常運轉。

9. 安全設施

為防止小船侵入棧橋，及確保碼頭區人車安全，碼頭應依需要配置

防止船侵入設施、柵欄、標誌、標示及車擋等安全設施。

10.服務設施

碼頭應依作業需求，設置照明、給水、供電、加油、公廁、電話等服務設施，並依配置之服務設施設立標誌及標示等。

11.其他設施

碼頭除上述設施外，依作業需求，應另設置排水設施、救生設備及各類警報裝置（包括火警、空污等警報裝置）等。

第九章 液體散貨碼頭設計之審查明細表研擬

液體散貨碼頭設計之審查明細表主要係作為設計者或審核單位進行相關審查時之參考項目，期使審查作業有一較具體之書面結果，並避免疏漏。本計畫研擬之設計審查項目將分別以後線廠區配置及碼頭設計之審查進行，其中後線廠區配置將以配置之相關考量及法規規定項目進行研擬，碼頭設計之審查則包括基本設計條件及相關設計審查項目，基本設計條件係指計畫水深、場址自然條件(包括潮位、海流、地質、風、浪等資料)、外力條件及材料強度等基本條件，由於基本設計條件與碼頭結構型式無關，因此基本設計條件審查表將適用於各種型式之碼頭，僅設計審查表須依碼頭結構型式加以區分。本計畫研擬之液體散貨碼頭設計審查明細表詳表 9.1~9.8 所示。

表 9.1 液體散貨碼頭廠區配置審查表

本表打✓者表示符合規定

總項	審查項目	查核結果	備註
一、環境因子	1.管理中心、鍋爐或其他有火源之設備位置高程明顯高於儲槽區、罐裝區、分裝區或其他大量可燃物貯存區。		
	2.有火源之設備位於儲槽區下風處。		
	3.建築物符合建築技術規則中建築物耐震設計之規定。		
	4.在儲槽及地基之必要部位加裝補強板，以避免機械性應力之影響而導致龜裂、折斷扭曲。		
	5.儲槽之附屬配管採用撓曲性軟管聯結器，或將配管設計成Ω型以避免地震之影響。		
二、儲存區	1.廠內道路寬度足以讓緊急事故車輛通過。		
	2.廠區設有通往外界公共道路之緊急用門。		
三、儲槽	1.常壓儲槽之槽體頂部設計可以承受0.5psig的壓力。		
	2.有充分的排氣裝置。		
	3.儲槽安全間距依規範要求。		
	4.儲槽區與周界之距離依規範規定。		
	5.其他距離限制依規範規定。		
	6.防液堤之容積高於該儲槽之容積之百分之一百一十。		
	7.二座以上儲槽共用防液堤之容積，高於較大儲槽容積之百分之一百一十。		
	9.防液堤為鋼筋混凝土構造，或高度達0.5公尺以上。		
	9.設於共用防液堤內之儲槽未超過十座。		
	10.設於共用防液堤內之儲槽，依規範之規定寬度面對區內道路。		
	11.防液堤與儲槽壁保持適當之距離。		
	12.防液堤之內部面積小於八萬平方公尺。		

表 9.1 液體散貨碼頭廠區配置審查表(續 1)

總項	審查項目	查核結果	備註
	13.防液堤內部沒有與儲槽不相關之管線。		
	14.配管貫通防液堤但採取不傷及防液堤完整性之必要措施(如二重堤)者。		
	15.防液堤設有排放內部積水之排水口設備且其操作閥設在防液堤外部。		
	16.總容量一萬公噸以上儲槽群之防液堤，其內部裝設有儲槽外洩自動檢知器。		
	17.高度一公尺以上之防液堤，於每隔約三十公尺設置進出防液堤之階梯。		
	19.幫浦設備之周圍保留三公尺以上寬度之空地，又未設有防火上有效之隔離措施。		
	19.幫浦設備與儲槽之間距大於該儲槽應保持空地寬度三分之一以上之距離。		
	20.幫浦房(包括屋頂)的建材為非可燃性。		
	21.幫浦房之門寬裝設防火門窗，或使用之玻璃為夾金屬絲網玻璃。		
	22.幫浦房之地面有適當傾斜及集液坑。		
	23.幫浦房設置通風換氣設備。		
	24.室外幫浦設備，其地面構造未能被液體滲透，或其周圍三公尺範圍以0.15公尺以上高度矮牆加圍。		
	25.二硫化碳儲槽設置在鋼筋混凝土構造之水池內。		
	26.室外固體禁水性物質儲槽，設置防水性之不燃性構造覆圍設備。		
	27.烷基鋁化合物或烷基鋰化合物儲槽設置氮封設備，或其周圍設置內容物洩漏擴散之侷限化設備及可將其回收於安全地點之設備。		
	29.乙醛及環氧丙烯之儲槽材質未使用鎂、銅、水銀、銀或含有此等成分之合金，或儲槽裝設冷卻或保冷裝置保持適當溫度。		

表 9.1 液體散貨碼頭廠區配置審查表(續 2)

總項	審查項目	查核結果	備註
	29.儲槽之防液堤外部五公尺以上地點設置消防水栓等設備。		
	30.儲槽之泡沫滅火設備，其防液堤外至泡沫發生器之管線，以一條連接二個以上泡沫發生器。		
	31.儲槽之灑水冷卻設備設在壁板頂端及每一風樑(補強環)下面。		
	32.閃火點未滿攝氏一百三十度之液體儲槽，其液體表面積四十平方公尺以上或儲槽高度六公尺以上者，設置有效的固定型泡沫滅火設備及壁板之灑水冷卻管設備(水環設備灑水量為每分鐘每平方公尺二公升以上)。		
四、灌裝場	1.灌裝場第一、二種危險場所內未設有動火設備或與灌裝作業無關之房屋。		
	2.進出料管端裝設五公尺外可操作之緊急阻斷閥。		
	3.灌裝區附近設置緊急淋浴、沖眼設備。		
	4.設置洩漏意外發生時使用之緊急警告設備。		
	5.灌裝管設有可以排放管內氣體之除毒設備。		
	6.裝設泵浦或壓縮機之建築物，未使用可燃性建材。		
	7.設置於屋外之幫浦或壓縮機，其周圍裝設堅固護欄。		
	9.管線設置地線措施。		
	9.與儲槽相連接之管線，其直徑在五十公釐以上者，採用熔接或熔接法蘭連接。		
	10.毒性氣體設備之配管、管拉頭及閥之接合，沒有採熔接法。		
	11.氯甲烷、環氧乙烷、氯化氫之氣體設備配管，採二重管構造。		
	12.連接導壓管之計量儀器類，裝設有基部閥。		

表 9.1 液體散貨碼頭廠區配置審查表(續 3)

總項	審查項目	查核結果	備註
	13.設置於第一種危險場所及第二種危險場所內之電器及照明設備，分別依CNS3376(一般用電機防爆構造通則)、CNS3377(一般用防爆構造白熾燈具)及CNS2606(電線用鋼管)等規定設置為準。		
	14.第一種及第二種危險場所之上空無高壓架空電線通過。		
	15.地下管線埋入深度大於六十公分。		
	16.所採用之接地線截面積大於五十五平方公釐。		
	17.灌裝場內建築物(儲槽除外)，依照內政部頒布之建築技術規則或CNS12872裝置避雷設備。		
	19.地面積六百平方公尺以上之灌裝房與容器儲存室，其運作之化學物緊急事件時，適用水霧消防者，裝設固定水霧消防系統且其水霧未能達每平方公尺面積或設備面積每分鐘七公升以上。		
	19.室外消防栓具有出水壓力每平方公分3.5公斤之水瞄或水柱出水量每分鐘高於三百五十公升。		
	20.消防栓附近五公尺內設置消防器材存放箱。		
	21.設有水霧設備之灌裝場，其消防水源容量，可達連續二十分鐘以上之有效放水量。		
	22.高壓設備外圍十五至四十公尺範圍設置消防栓且不少於二個。		
五、分裝場	1.容器儲存室建材為不可燃性，或屋頂建材是輕質之金屬板，或屋簷離地面之距離大於2.5公尺。		
	2.容器儲存室有防止易燃氣體滯留之有效措施。		
	3.容器儲存室是地面平房建築物。		

表 9.1 液體散貨碼頭廠區配置審查表(續 4)

總項	審查項目	查核結果	備註
	4. 容器儲存室儲存可燃性或毒性氣體者，裝置氣體檢知警報設備。二氧化硫、氨、氯、氯甲烷、環氧乙烷、氰化氫、光氣或硫化氫之容器放置場，設置該氣體等漏洩時可除毒之設備，或安全閥釋放管開口部，設置於該氣體之除毒設備內。		
	5. 容器儲存室保留百分之二十以上空間為室內之通路。		
六、作業設施 基礎與鋼 架結構	1. 材料規格與設計建造符合中華民國建築技術規則之規定。		
	2. 設計時考慮(1)風壓與地震時負荷、(2)設備的全重以及(3)撞擊與操作的負荷。		
	3. 平台、樓梯的設計設置扶手。		
	4. 危險區域裝置電器設備具備防爆功能。		
	5. 電器設備接地線，以防靜電、漏電。		
	6. 重要電器設備裝置避電設施。		
	7. 廠區管線、管件及閥類的設計符合法規或相關國際規範。		
	9. 管線的佈置盡量取直線以縮短管線長度。		
	9. 有爆炸危險的管線或輸送危險品的管線接頭用焊接處理。		
	10. 重要設備在適當位置裝置基礎螺釘。		
七、管理中心	1. 管理中心之位置配置於廠區內部之安全處。		
	2. 管理中心設置於緊鄰工廠的路旁。		
	3. 管理中心與含有易燃液體或氣體之製程或設備之間距大於三十公尺。		
	4. 屋頂、地板、壁柱、天花板等構材為不可燃性。		
	5. 儀控中心與辦公室、餐廳、休息室之空間規劃分開。		
	6. 儀控中心內之電氣設施與電氣開關室及公用設備分開。		

表 9.1 液體散貨碼頭廠區配置審查表(續 5)

總項	審查項目	查核結果	備註
	7.儀控中心有多個進出門。		
	9.管理中心有關消防設備需求，依消防署頒訂之「各類場所消防安全設備設置標準」的甲類規定辦理。		
	9.全廠區重要設備及作業地點，佈設監視系統。		
	10.管理中心規劃緊急通報系統及廣播系統。		
	11.管理中心裝設可遙控的緊急停車系統。		
	12.控制系統配置不斷電系統。		
	13.不斷電系統所提供之電力時間高於1個小時。		
	14.製程或裝載操作之流體管路配管不進入管理中心或未行經管理中心上、下方。		
	15.通風空氣入口之設置，考慮對危險源之距離、高度、風向等事項，並加裝偵測可燃性及有毒性氣體及通風失常之警報裝置。		
	16.加壓之通入空氣，經過活性碳或其他去除設備，以去除有害健康之空氣。		
	17.面對危險場所之窗無法開啓。		
	19.化學品分析室設置獨立之排氣系統。		
八、靜電與雷擊	<p>1.儲槽採用避雷針，同時符合下列條件：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 構成槽體的每一金屬部份，以鉚釘、螺栓或鉚接等方式連結。 • 槽體由金屬所構，且金屬間無間隙。 • 儲槽的開口遠離火源。 • 儲槽之金屬蓋頂厚度超過十六分之三英吋。 • 金屬蓋頂以鉚釘、螺栓或鉚接等方式連結。 		

表 9.2 碼頭基本設計條件審查表

總項	審查項目	查核結果	備註
1. 自然條件	潮位		
	海流		
	地質		
	風向及風速		
	水深及海底坡度		
	波浪		
2. 一般條件	計畫船舶噸位		
	計畫船舶尺寸		
	計畫水深		
	碼頭面高程		
3. 外力計算基本資料	單位體積重量		
	地震係數		
	風力係數		
	船舶靠岸速度		
	船舶靠岸角度		
4. 材料強度及容許應力	混凝土		
	鋼筋		
	預力鋼腱		
	鋼管樁		
	鋼板樁		
	拉桿		
	圍樑		
	錨碇設施		
	地錨		
	沉錘		
	其他		

表 9.3 重力式碼頭設計審查表

總項	審查項目	規範容許值	計算值	查核結果	備註
1. 外力計算 審查	結構物自重				
	上載載重				
	土壓力				
	殘留水壓力				
	浮力				
	地震力				
	船舶拉力				
	船舶衝擊力				
2. 安定分析 審查	壁體滑動				
	壁體傾倒				
	基礎承载力				
	圓弧滑動				
	沉陷				
3. 細部設計 審查	壁體設計				
	背填設計				
	防止沖刷設計				
	防止漏砂設施 設計				
	壁體接合部設計				
	上部結構設計				
4. 其他設計 審查	防撞設施				
	繫纜設施				
	卸料臂基座(或 液散管道設施)				
	交通動線配置				
	消防設施				
	排水設施				
	給水設施				
	照明設施				
	電信設施				
	電力設施				

表 9.4 板樁式碼頭設計審查表

總項	審查項目	規範容許值	計算值	查核結果	備註
1. 外力計算 審查	上 載 載 重				
	土 壓 力				
	殘 留 水 壓 力				
	船 舶 拉 力				
	船 舶 衝 擊 力				
2. 板樁設計 審查	板 樁 入 土 長 度				
	板 樁 段 面 設 計				
	拉 桿 設 計				
	圍 樑 設 計				
	防 止 沖 刷 設 計				
	錨 碇 設 施 設 計				
3. 其他設計 審查	防 撞 設 施				
	繫 纜 設 施				
	防 蝕 設 施				
	卸 料 臂 基 座 (或液散管道設施)				
	交 通 動 線 配 置				
	消 防 設 施				
	排 水 設 施				
	給 水 設 施				
	照 明 設 施				
	電 信 設 施				
	電 力 設 施				

表 9.5 棧橋式碼頭設計審查表

總項	審查項目	規範容許值	計算值	查核結果	備註
1. 外力計算 審查	上部結構自重				
	上載載重				
	船舶拉力				
	上揚力				
	風力				
	地震力				
	船舶衝擊力				
	後線擋土設施傳達之水平力				
2. 結構分析 成果審查	基本輸入資料之 正確性審查				
	分析成果是否正 確合理之審查				
3. 結構元件 設計審查	基樁應力				
	基樁承载力				
	撓曲量				
	樑設計				
	版設計				
	防止沖刷設計				
4. 其他設計 審查	防撞設施				
	繫纜設施				
	防蝕設施				
	卸料臂基座 (或液散管道設施)				
	交通動線配置				
	消防設施				
	排水設施				
	給水設施				
	照明設施				
	電信設施				
	電力設施				

表 9.6 基樁式繫、靠船台設計審查表

總項	審查項目	規範容許值	計算值	查核結果	備註
1. 外力計算 審查	上部結構自重				
	上載載重				
	船舶拉力				
	上揚力				
	風力				
	地震力				
	船舶衝擊力				
	波浪力				
2. 結構分析 成果審查	基本輸入資料之 正確性審查				
	分析成果是否正 確合理之審查				
3. 繫、靠船 台、工作 平台及連 絡橋結構 元件設計 審查	基樁應力				
	基樁承载力				
	撓曲量				
	樑設計				
	版設計				
	防止沖刷設計				
4. 其他設計 審查	防撞設施				
	繫纜設施				
	防蝕設施				
	卸料臂基座 (或液散管道設施)				
	交通動線配置				
	消防設施				
	排水設施				
	給水設施				
	照明設施				
	電信設施				
	電力設施				

表 9.7 重力式繫、靠船台設計審查表

總項	審查項目	規範容許值	計算值	查核結果	備註
1. 外力計算 審查	結構物自重				
	上載載重				
	土壓力				
	波浪力				
	浮力				
	地震力				
	船舶拉力				
	船舶衝擊力				
2. 繫、靠船 台安定分 析審查	滑動				
	傾倒				
	基礎承载力				
	圓弧滑動				
	沉陷				
	冲刷				
	壁體之迴轉				
3. 連絡橋設 計審查	基礎設計				
	樑設計				
	版設計				
4. 細部設計 審查	壁體設計				
	壁體接合部設計				
	上部結構設計				
5 其他設計 審查	防撞設施				
	繫纜設施				
	卸料臂基座(或 液散管道設施)				
	交通動線配置				
	消防設施				
	排水設施				
	給水設施				
	照明設施				
	電信設施				
	電力設施				

表 9.8 外海卸/裝油浮筒設計審查表

總項	審查項目	規範容許值	計算值	查核結果	備註
1. 外力計算審查	浮筒拉力				
	錨鍊拉力				
	地鍊拉力				
	沉錘鍊拉力				
2. 錨碇設施設計 審查	水平抗拉設計				
	垂直抗拉設計				
3. 沉錘及沉錘鍊 設計	沉錘重量				
	沉錘鍊直徑				
	沉錘鍊長度				
4. 地鍊設計	地鍊直徑				
	地鍊長度				
5. 浮筒錨鍊設計	錨鍊直徑				
	錨鍊長度				
6. 浮筒設計	穩定設計				
	各部結構				
	細部設計				
7. 其他設計審查	防撞設施				
	繫纜設施				
	液散管道設施				

第十章 結論與建議

10.1 結論

碼頭平面配置規劃與結構設施設計準則，乃建構一座標準碼頭之基礎。本研究研擬液體散貨碼頭規劃與設計準則之目的，即在於建立規劃或設計者之基礎觀念，並提供一套實務上可行之作業標準，使液體散貨碼頭的各項投資均能獲致最大之效益。

在碼頭平面配置規劃方面，本研究所獲致之結論主要可歸納為以下幾點。

1. 液體散貨碼頭後線儲槽之配置考量之主要因素如下：

- ◆ 基地面積
- ◆ 作業型態
- ◆ 貨種及吞吐量
- ◆ 消防及安全規定
- ◆ 碼頭水深及長度
- ◆ 環境因素

2. 液體散貨碼頭槽區配置所需考慮之設施，包括：

- ◆ 儲槽區
- ◆ 防液堤
- ◆ 場內道路
- ◆ 灌裝場
- ◆ 管理中心
- ◆ 消防設施
- ◆ 停車場
- ◆ 廢水滯留池

3. 液體散貨碼頭作業能量可以三個環節加以評估：

- ◆ 船舶到泊狀況
- ◆ 前線裝卸能量

◆ 後線儲槽之週轉量

4. 規劃標準液體散貨碼頭之土地需求要素為：

- ◆ 250公尺以上之碼頭長度
- ◆ 30公尺之岸肩寬度
- ◆ 10公頃之後線土地面積

在港埠設施設計準則方面，本研究所獲致之結論主要可歸納為以下幾點。

1. 液體散貨之裝卸以管線為主，與貨櫃及一般散雜貨裝卸方式不同，因此設計時其考量方式亦不盡相同，液體散貨碼頭之特性或裝卸特殊考量如下：

- ◆ 預埋管線之預留及使用彈性
- ◆ 碼頭面版上之載重較小
- ◆ 裝/卸料臂之裝設
- ◆ 船型變化大
- ◆ 消防及照明設施
- ◆ 污染防治措施
- ◆ 貯槽區沈陷預防

2. 由於各種液體散貨碼頭之地質、氣象、海象、後線面積、運量需求、裝卸機具、載重、施工條件各有其特色，並不完全相同，須因地制宜個別考量每一座碼頭之需求，再依據評估指標進行評估後方可決定碼頭之最佳型式，一般而言評估液體散貨碼頭較佳結構型式之指標包括：

- ◆ 貨種
- ◆ 碼頭位址附近環境
- ◆ 設計船型之吃水需求
- ◆ 到達船舶之噸位分佈
- ◆ 地盤承载力及地質狀況
- ◆ 抗震能力

- ◆ 裝卸方式
- ◆ 港內之靜穩度
- ◆ 施工難易度
- ◆ 造價
- ◆ 工期
- ◆ 品管
- ◆ 未來之維護費用

上述13項之評估指標可區分為與碼頭結構型式及當地自然條件習習相關之第一類因子(1~8項)，即工程技術上是否可行之評估因子及和碼頭施工條件、工程費等和施工因素較為相關之第二類因子(9~13項)，經第一類因子評估不可行或不適用之碼頭型式在後續之評估時將不予採用，評估流程詳圖6-7所示。

3. 碼頭之型式繁多，可作為液體散貨碼頭之型式亦可能相當多，本計畫無法考量所有之需求，僅能以一般常見及較適合之碼頭型式加以說明，惟整個作業原則適用於大部份液體散貨碼頭。初步評估可能作為液體散貨碼頭之結構型式包括：

- ◆ 重力式
- ◆ 板樁式
- ◆ 棧橋式
- ◆ 繫、靠船台
- ◆ 外海卸/裝油浮筒

以上型式之碼頭適用範圍如表6.4所示。

4. 液體散貨碼頭結構型式不同，設計時所須考量之外力雖不盡相同，但可總括為下列項目加以考量：

- ◆ 船舶撞擊力
- ◆ 船舶撞擊力
- ◆ 作用於浮體之外力

- ◆ 土壓力
- ◆ 水壓力
- ◆ 地震力
- ◆ 結構體本身之自重
- ◆ 裝載載重
- ◆ 裝卸車機荷重
- ◆ 風力作用於裝卸機具後傳送至碼頭主體結構之外力
- ◆ 波浪力
- ◆ 水流所產生之作用力

5. 港灣結構物採用475年回歸期作為設計地震係考量結構物之設計使用年限為50年及年超越機率不超過10%推得。
6. 液體散貨碼頭標準設計程序可提供設計及審查單位進行設計或審查時之依循參考，可有效縮短設計者及審查者之設計認知差距，避免造成審查之延宕，使液體散貨碼頭的各项投資均能獲致較大之效益。

10.2 建議

1. 本研究範圍係針對液體散貨碼頭作一通用性之考量，以期對液體散貨碼頭之設計程序有一完整之說明，因此本研究以一般液體散貨碼頭為主。惟每一液散貨用途不同，設施規模可能不同，未來可視需要針對特定貨種之設施規模或規格作進一步之研究與探討。
2. 本計畫於碼頭結構設計之目標在於建立一標準設計程序，期使國際間之碼頭結構設計程序能有統一之依循標準，藉此縮短設計者及審查者之設計認知差距，避免審查延宕，增加投資者之投資效益。碼頭設計程序之標準化，僅提供一較原則性且基本之設計流程及考慮事項，如國際間之碼頭設計規範能夠標準化，將進一步使設計者及審查者之設計爭議縮小，使跨國性之投資更為順暢。因此建議針對建

立標準之碼頭設計規範作進一步之探討。

- 3.921地震後內政部及交通部均先後將原有耐震設計規範加以修正。修正後台灣地區震區劃分圖，由原地震一甲、一乙、二及三區等四個分區（對應之水平加速度係數分別為0.33、0.28、0.23及0.18）修正為地震甲、乙二個分區（對應之水平加速度係數分別為0.33、0.23），此一修正大幅提高地震力計算式中之震區水平加速度係數 Z 。由於地震分區須配合地震危害度分析加以修正，而危害度分析之結果顯示台灣地區之工址加速度係數分佈約在0.12~0.44之間，目前只作二個分區0.23及0.33似欠周延，部份地區亦有明顯規定過高之現象，例如高雄市、屏東縣、台東縣、高雄縣、金門及馬祖等。基於以上所述，建議針對震區水平加速度係數再作進一步之檢討，以切合理論之分析並符合經濟之原則。

附錄一

參考文獻

參考文獻

1. 處於新一輪膨脹期的液體散貨船隊，鄭金岩，航貿週刊9801期。
2. 東南亞的化學品船運輸，蔣春榮(譯)，航貿週刊9812期。
3. 台中港西碼頭區安全管理與稽核制度建立評估，台中港務局，86年7月。
4. 台塑六輕麥寮工業港及台朔重工相關簡介。
5. 觀塘工業區開發計畫—工業港及填地工程細部規劃，東鼎液化瓦斯興業股份有限公司，88年6月。
6. 中油公司網頁，<http://www.cpc.com.tw>。
7. 港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明，交通部，86年。
8. 建築物耐震設計規範及解說，內政部，86年6月。
9. 公路橋樑設計規範，交通部。
10. 公路橋樑耐震設計規範，交通部，84年1月。
11. 最新建築技術規則，內政部，88年9月。

附錄二

期中報告專家學者審查意見 與答覆內容

碼頭平面配置與相關港埠設施設計程序準則之研擬

— 液態散貨碼頭部分

期中報告專家學者審查意見與答覆內容

審 查 意 見	答 覆 內 容
(一)台中港務局賴總工程司淵光	
1.報告對液體散貨現況需求、船型及裝卸特性、碼頭設計及貯槽設施皆有詳細說明，相當深入。	敬悉。
2.建議港區危險性液體碼頭集中管理與其他碼頭有安全距離隔離。貯槽安全間距、安全及消防設施、道路配置、配管及接頭、防液堤等請特予重點說明。	詳第四章之相關說明。
3.碼頭及貯槽區要詳細地質調查，有必要時須作基礎改良（如打設樁基礎…）。	詳 7.2 節之相關說明。
4.由 921 地震震災瞭解，設計時地震震度考慮提高。	<p>1.建築物耐震設計係以內政部訂頒之「建築物耐震設計規範及解說」為主要依據，港灣構造物則以交通部出版之「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」為參考依據。921 地震後內政部及交通部均先後將原有耐震設計規範加以修正，修正後台灣地區震區劃分圖，由原地震一甲、一乙、二及三區等四個分區（對應之水平加速度係數分別為 0.33、0.28、0.23 及 0.18）修正為地震甲、乙二個分區（對應之水平加速度係數分別為 0.33、0.23），此一修正大幅提高地震力計算式中之震區水平加速度係數 Z。</p> <p>2.由於地震分區須配合地震危害度分析加以修正，而危害度分析之結果顯示台灣地區之工址加速度係數分佈約在 0.12~0.44 之間，目前只作二個分區 0.23 及 0.33 似欠周延，部份地區亦有明顯規定過高之現象，例如高雄市、屏東縣、台東縣、高雄縣、金門及馬祖等。基於以上所述，本公司建議針對震區水平加速度係數再作進一步之檢討，以切合理論之分析並符合經濟之原則。</p>

審 查 意 見	答 覆 內 容
	3.上述說明請參見 7.7 節。
(二)高雄港務局批總工程師福興	
1.P2-6 表 2.2.3 應為 2.2.4，表 2.2.4 應為 2.2.2。	已修正。
2.P2-13 高雄港液散貨碼頭設施表列 10 座碼頭外，尚有#56、#57 兩座未列入，#56 碼頭長 200 公尺，船席水深 10.5 公尺，#57 碼頭長 183.6 公尺，船席水深 10.5 公尺，由奇美、李長榮化工及鉉洋化工等三家公司共用。	已將#56、#57 兩座碼頭之相關資料列入。
3.P5-14 附屬設施所列之「通風」所指為何？ P5-18 地震力回歸期 475 年之依據為何？ P6-2 重力式碼頭、P6-4 板樁式碼頭、P6-7 直樁式碼頭設計流程有誤，請修正。流程圖請按一般慣例，有須決定 YES 或 NO 者，應以菱形圖繪出。	1.「通風」之詞為誤植，現已刪除。 2.耐震設計之設計地震採用 475 年回歸期，係根據地震危害度分析以結構物使用年限 50 年及年超越機率不超過 10%而決定。 3.相關之設計流程已依規定修正。
4.碼頭附屬設施方面，該再加強。諸如消防栓、泡沫原液槽、水塔/水幕牆以阻擋火災及火勢之漫延、監控系統等未見敘述。	已於 8.6 節加強補充。
(三)高雄港務局設計課課長英鳳	
1.表 2.2.2 LPG 船舶尺寸表格中部份項目再查明。	已修正。
2.碼頭法線與儲槽之間之距離應予以規定，附屬設施應加上消防設施。	1.碼頭法線與儲槽之距離，可視碼頭法線為周界，依儲槽與周界之最小距離規定加以規範。 2.附屬設施已針對消防設施補充說明，詳 4.5 及 8.6 節之說明。
3.P4-8 頁第(2)項語意不明。	儲槽應保持周圍空地寬度之規定詳表 4.2，由此規定可了解「幫浦設備與儲槽之間，應保持該儲槽空地寬度之 1/3 以上距離」之語意。
4.選擇碼頭之型式第一類因子請加入考量貨種、碼頭位址附近環境、裝卸方式、抗震能力改為震度係數。	建議之碼頭型式選擇相關因子已納入，惟抗震能力之考量除了工址震度係數以外，尚包括結構物抗震效果之評估，因此仍以維持原抗震能力之說法較佳。
5.表 5.4.1 中重力式碼頭適用範圍為施工條件較差之處，值得斟酌。	已修正。
6.P5-16 文字引用貨櫃碼頭請更正。	已修正。

審 查 意 見	答 覆 內 容
7.表 5.6.1 船舶作用於繫船柱之拉力請重新考量此液貨船之特性予以修正，且船舶總噸位應與 P2-8 表 2.2.1 配合。	1.此一繫船柱拉力表係出自於交通部「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」，由於原已考慮各種船舶之適用性，僅針對渡輪及貨櫃輪等受風面積較大之船舶表示應予注意，因此本次之液散船亦可適用。 2.此一繫船柱拉力表僅列出 10 萬總噸以下之繫船柱拉力，由於大型船舶吃水較深，常利用外海繫船設施進行裝卸，應另行考量相關之氣象、海象條件加以決定繫船柱拉力。
8.表 5.7.1 中省政府交通處「港灣構造物設計標準」請刪除。	已刪除。
9.第六章對於各碼頭之考量流程，請著重此種碼頭之型式，其他部份參照交通部「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」。	液散碼頭設計部份之考量流程與貨櫃或其他散雜貨碼頭並無不同，僅在考量相關附屬設施時有所不同。因此設計流程部份將參照交通部「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」辦理，並補充相關附屬設施說明，以求完整。
10.P3-4 頁第 5 項最後一行中液散「礮」頭→碼，P4-4 頁第 4.2 第 4 行高度的「直」空或壓力→真，P4-11 頁 1.第三行遭受「覆」射→幅，表 5.5.1 附屬設施項目中增加「消防」。	已修正。
11.附屬設施中第 6.6 節應與表 5.5.1 之項目配合。	已修正。
(四)台中港務局設計課康幫工程司英仁	
1.碼頭設計程序應考慮納入後線儲槽等相關設施佈置之需求配合。	後線儲槽等相關設施佈置已納入考量，請參見第四章節之相關說明。
2.液體散貨碼頭特殊需要部份，例如管線在不同型式碼頭的設計佈置方式亦請納入設計準則。	已補充說明，詳 7.2 節之說明。
(五)花蓮港務局方總工程司禎祥	
1.P5-8 第 7 項貯槽區沉陷預防，請針對適宜作為後線回填之材料加以規範，並提出地質改良方式之說明。	已補充。
2.P6-2 重力式碼頭設計流程中之外力計算部份應包含自重。	自重已納入外力考量，請參見 7.6 節之說明。

審 查 意 見	答 覆 內 容
3.建議針對各類型液體碼頭之埋管型式加以分析。	已補充說明，詳 7.2 節之說明。
4.P5-1 第 5 行「成為將來國際間可依循之基準」此段文字是否適宜，請再斟酌。	已修正。
(六)基隆港務局設計課郭課長建華	
1.第六章 6.6 節，設計流程相關「考量」附屬設施，建議增列考量防爆燈具、防爆變電箱、避雷設施系統、導靜電網線系統，空污防塵爆警報系統、自動化管理監控系統。	已修正。
(七)運研所港研中心王組長慶福	
1.液散貨種類繁多，各有特性，為便於今後之設計，能否將各貨種之船型所需碼頭長度及水深加以更深入探討，而非僅有代表船型。	已依規定補充，請參見 2.2.4 節。
2.P5-18 殘 留 水 位 應 改 為 1/3~2/3(H.W.L~L.W.L)。	已修正
3.建議將危險品碼頭之震度加以提高。	在地震力分析時，用途係數(I)係考量結構物之重要性，作為提高重要性結構物之耐震標準，或降低不重要結構物的耐震標準。因此此一建議可依危險品碼頭之重要性，採用較高之用途係數，以增加碼頭之抗震能力。
4.建立各種不同結構物之預埋管佈置法。	已補充說明，詳 7.2 節之說明。
5.碼頭型式評估建議將第一階段之因子加以修正，並置於場址條件分析及選定預計碼頭型式之間，同時第二階段之港內靜穩度因子加以取消。	已修正。
(八)運管組陳助理研究員其華	
1.液體散貨之種類區分，報告內容僅一般性分類，未來結合碼頭設計及查核程序，建議就液體散貨整合處理的相容性包括後線貯槽設施、裝卸載設備需求、安全設施要求等因素納入考量。	已依建議增修。
2.後線貯槽的能量、液態散貨種類及碼頭尺寸大小間具有高度的相關性，建議除工程上因素考量外，將期中報告描述之有關前述規劃要素及程序納入整合於碼頭設計及查核程序中。	已依建議增修。

審 查 意 見	答 覆 內 容
(九)運計組歐陽組長餘慶	
1.台塑麥寮六輕部份貯槽採用 E.C.T. 覆蓋方式，與傳統貯槽比較之特別優點請加以說明，並建議將此一型式之貯槽納入儲槽方式中加以著墨說明。	已依建議增修，請參見 4.2 節。
(十)綜技組陳組長一昌	
1.2.1.1 節敘述之船舶分類附圖，建議納便捷式貨輪 Handymax 照片，以利瞭解。	一般所謂「便捷式貨輪 Handymax」係指 30,000~50,000D.W.T 貨輪之統稱(平均約為 40,000D.W.T)。
2.P5-8 第 7 項貯槽區沈陷預防內，建議將地震時土壤液化問題之預防等納入。	針對土壤液化問題之預防已增加地質改良說明，請參見 7.2 節第 7 項說明。
3.P6-3 對碼頭背填防止漏砂設施是否考慮土工織物之應用，請加以說明。	須考慮，已增加相關說明。
(十一)海洋大學陳教授儉季	
1.建議本報告除考量主要結構之規劃或設計外，將土壤改良亦納入文中說明，使結構體外之週遭環境於規劃設計時亦能有所依循。	已增加地質改良說明，請參見 7.2 節第 7 項說明。
2.P5-18 第 6 項提及地震力計算參考「建築技術規則」或「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」，是否可在不佔太多章節之情況下加以補充或說明。	<p>1.已增加內政部訂頒之「建築物耐震設計規範及解說」及交通部出版之「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」中有關耐震設計之規定探討，詳 7.7 節之說明。</p> <p>2.921 地震後耐震設計相關規範均在修正，因此 7.7 節主要係針對 921 地震後之耐震規範修正及影響作說明，由於相關規範地震力計算若均納入本報告，所佔篇幅頗大，另因將來耐震設計規範配合耐震設計觀念更新亦將逐版更新，為使本報告更具通用性，仍以維持原參考相關規範之方式進行本報告之撰寫。</p>
(十二)運計組倪研究員安順(書面意見)	
1.本案液散貨運設施非常專業，考慮其特殊性，應請使用者中油或液散貨相關業者共同參與討論，以求週延。	敬悉。
2.考量液散碼頭局部配置，有無考量整體設施 Layout，有無考量局部對整體之衝擊，有無預防措施。	液體散貨碼頭可分為危險品及非危險品，非危險品係以常壓儲槽為主，可與一般碼頭共用，危險品則應以集中管理並和一般碼頭區隔，消防設施係

審 查 意 見	答 覆 內 容
3.我國缺少相關研究設計準則，都來自美、日，資料來源應標明，設若來自美、日，應評估那種設計較好，避免冒然引用，以利建立自己的設計準則。	採較嚴格之標準。 國內已有碼頭設計基準，儲槽部份則有工業局、台塑及台中港務局等單位之相關資料，惟未有整體完整之規範，因碼頭區之儲槽和一般廠區之儲槽之功能及需求並不相同，未來碼頭區之儲槽除與港區作業相關部份須加以規範外，其餘在無國家規範之情形，目前仍以國外相關規範由業者因地制宜採用。因此美、日規範何者為宜，各方並無一致之意見。
4.需否界定研究範圍，每一液散貨特殊用途不同，設施規模規格可能不同，先界定範圍，俾能有一明確研究方向。	研究範圍以一般液體散貨碼頭為主。雖然每一液散貨用途不同，設施規模可能不同，惟不同液散貨，碼頭配置上或設計上之消防及結構安全考量事項並無不同，因此本研究範圍係針對液體散貨碼頭作一通用性之考量，以期對液體散貨碼頭之設計程序有一完整之說明。未來如有需要亦可針對特定貨種之設施規模或規格作進一步之研究與探討。
5.安全防護配合措施、設備有那些？耐震強度需否考量。	1.液散碼頭安全防護設備包括消防設施、防液堤、儲槽之灑水冷卻設備、監控管理系統等設施，安全防護設備及相關配合措施可參見第四章及 8.6 節相關說明。 2.耐震設計上之設計地震依規範規定採用 475 年回歸期，請參見 7.7 節之說明。
(十三)臺灣大學海研所梁所長乃匡(書面意見)	
1.2-2 頁第 7 行請補充溫度、比重的數據。第 18 行，市場「去化」速度較快，應為市場「消化」速度較快，第 20 行，便捷型 (Handy max) 請補充資料或圖片以說明。	1.已補充溫度及比重數據。 2.「去化」與「消化」之詞意雖然相近，惟一般報章雜誌以採用「去化」一詞較為普遍，因此仍以採用原「去化」一詞較佳。 3.「便捷式貨輪 Handy max」係指 30,000~50,000D.W.T 貨輪之統稱。
2.2-6 頁，第 19 行，表 2.2.4 為 LPG 船舶尺寸，但 2.2.4 圖為 LNG 船舶？	已修正。
3.5-9 頁，第 8 行...地質、海象、後線面積...	已增修。

審 查 意 見	答 覆 內 容
增加「氣象」。	
4.6-13 頁，第 17 行，「目前並無理論公式可供推算」，相信在造船工程的文獻中可找到，請補充。	浮筒拉力除須考量船舶受風、浪、流之影響外，尚須考慮浮筒自身搖動所致之外力及錨碇設施拘束浮筒運動所致之繫留力等。其中船舶受風、浪、流產生之拉力可以交通部出版之「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」中之外力計算規定加以估算，惟浮筒搖動所致之外力及繫留力等通常無理論公式可供推算，常以模型試驗推求。
(十四)運工組	
1.P2-10 之 2.2.2 節只針對化學品船之運輸發展作分析，應再增列其他各類船舶之運輸發展分析。	原油輪、LNG、LPG 等液散船尺寸已於 2.2.1 節說明，2.2.2 節再針對化學品船之運輸發展作分析，以達液散船型分析之完整性。
2.表 2.2.6 中說明原油的代表性船型為 250,000DWT，但在表 2.2.1 中油輪的載重噸分析最高只到 175,000DWT，是否其中之一數據有誤？抑或需再補充資料？請說明。	表 2.2.1 製作時確有疏漏，現已補充 250,000DWT 之船型資料。
3.2.3 節『國內液體散貨之運輸現況』分析中，缺少深澳 LPG 專用碼頭及永安 LNG 碼頭之資料，應再補充。	永安 LNG 目前之能量（儲槽部份）為 450 萬噸，1999 年之進口量約為 420 萬噸，未來可能擴充至 780 萬噸；深澳 LPG 之進口量，經本公司詢問中油深澳站相關人員後，表示此一資料屬保密性質不便提供。
4.2.3.4 節對『未來國內液體散貨之運輸情形推估』中論及在未來開放民間企業自行進口油品後，國內產量將超過國內需求，以至於需有部份成品需外銷至鄰近國家，在國際油價較國內為低，且目前東南亞地區之產能已過剩的情形下，這樣的未來市場推估是否適當？	中油公司以後即將國內剩餘之普通柴油及高硫燃料油出口至鄰近國家，國際油價(FOB)雖較國內為低，惟由東南亞進口至國內之油品之零售價格中，運費及配銷成本所佔之比例不低，因此國內未來有業者會進口油品，而中油及台塑必須外銷約 400 萬噸之成品油並不衝突，因進口將以汽油為主而出口係以柴油為主且業者之管銷成本和中油台塑並不相同，未來出口應以日本及大陸沿海城市為主。
5.在後續的工作項目中，建議提出一設計良好的國外液態散貨碼頭之平面配置與相關港埠設施設計之案例說明，並比較國外設	液體散貨包括食品、石化品、成品油、LPG、LNG 等性質相差甚大之貨種，其碼頭結構除離岸式碼頭外，和其他

審 查 意 見	答 覆 內 容
計標準與本研究內容之設計標準之優劣點。	貨種之碼頭差異性有限。儲槽部份因貨種不同，其型式亦有相差大之差異性，且影響儲槽配置之因素包括土地、週遭環境、法規、貨種、營運特性等因素，並無一定之標準可用以評估儲槽配置之良窳，因此也無法提出所謂設計良好之平面配置案例。目前國外碼頭設計部份僅日本有詳盡之規範，和國內之規範相近，惟日本在 1999 年曾加以修訂，內容較為完整。
6.本研究期中報告內容有許多錯字，應再仔細閱讀修正。	敬悉。
(十) 主席結論	
1.有關「碼頭平面配置與相關港埠設施設計程序準則之研擬-液體散貨碼頭部份」研究報告，已完成第一階段期中報告之簡報工作，希望第二階段期末報告之工作如期如質完成。	敬悉。
2.碼頭規劃設計要素請將運量分析預測、船長吃水、地質改良、貯槽配置、道路配置、消防設施、靜電去除、空污、防塵警報系統、監控系統等項目納入考量。	已增修。
3.碼頭設計流程圖內容部份請再加以檢討，流程圖表示方式則比照一般電腦流程圖方式表示。	已修正。
4.液體散貨碼頭設計如考量之安全係數與一般碼頭有不一樣之地方，請再加以著墨與加強。	液體散貨碼頭與一般碼頭結構安全設計上之考量並無不一致之處，惟因液體散貨中含大量之危險品，消防安全及管溝須加以特別考量，管溝可併入碼頭結構一併設計，有關消防安全上之考量可參見第四章及相關章節之說明。
5.後續工作可否提出設計良好之國外液體散貨碼頭之平面配置及相關港埠設施設計案例，並針對其設計考量之特點加以註解或說明。	液體散貨包括食品、石化品、成品油、LPG、LNG 等性質相差甚大之貨種，其碼頭結構除離岸式碼頭外，和其他貨種之碼頭差異性有限。儲槽部份因貨種不同，其型式亦有相當大之差異性，且影響儲槽配置之因素包括土地、週遭環境、法規、貨種、營運特性等因素，並無一定之標準可用以評估儲槽配置之良窳，因此也無法提出所謂

審 查 意 見	答 覆 內 容
	設計良好之平面配置案例。目前國外碼頭設計部份僅日本有詳盡之規範，和國內之規範相近，惟日本在 1999 年曾加以修訂，內容較為完整。
6.重要之參考設計規範可以列入附錄，使本研究報告之利用更為有效。	敬悉。
7.與會學者專家所提書面及口頭意見，請規劃單位一併加以參考修正。	敬悉。

附錄三

期末報告專家學者審查意見 與答覆內容

碼頭平面配置與相關港埠設施設計程序準則之研擬

一 液態散貨碼頭部分

期末報告專家學者審查意見與答覆內容

審 查 意 見	答 覆 內 容
一、台中港務局設計課康幫工程司英仁：	
1. P2-1 頁，一般液體散貨船尤其是 LNG 船，吃水較淺，乾舷較其他船高，排水量相對減少，不利操船，故對於具危險性之液體散貨碼頭除設專區集中管理外，對碼頭周遭，例如碼頭迴船水域之空間及碼頭兩側之要求是否須有相關之規定。	基於工程成本與經濟因素考量，現行規範及法規並未對具危險性液體散貨碼頭之迴船水域及碼頭兩側尺寸再作特別規定，僅對於船舶航行、貨物裝卸、船隻安全設施、繫泊方式等船隻管理有所規定；一般而言，迴船水域為各型船舶共同使用區域，其規劃應以符合主要使用船型配合營運彈性為基準，在符合安全規定之前提下劃定範圍。
2. P7-8 頁，液體散貨碼頭污染防治，為避免洩漏物流入港池水域，除碼頭面版之坡度設計須採用逆向坡度外，是否應考慮碼頭法線全線設置車擋(實體非鋸齒狀，車擋高度約 30 公分，繫船柱附近可降低為 20 公分，並改為圓弧形以利繫船)，以防止較大量之外洩流入港池，造成污染。	已依建議補充，詳 7.2 節之說明。
3. P8-1 頁，液體散貨碼頭設計流程中，對於外力計算及安定計算…等是否可以參考「港灣構造物設計基準—碼頭設計基準及說明」內容，作進一步闡述說明，例如：重力碼頭有關壁體滑動、壁體傾倒等之檢討，均可參考「港灣構造物設計基準—碼頭設計基準及說明」中使用之檢驗式作進一步說明。	已依建議補充，詳 8.1 節之說明。
4. 最後定稿裝訂時建議請將所有照片改成彩色版面。	遵照辦理。
二、台中港務局賴總工程司淵光：	
1. 本報告液體散貨碼頭船型分析、裝卸分析、後線儲槽配置分析、作業能量評估、碼頭標準配置、碼頭設計要素、設計流程及相關考量等皆甚為詳細，內容充實。	敬悉。
2. 碼頭平面配置規劃、碼頭設計準則及審查表可作為實務上作業標準。	敬悉。

審 查 意 見	答 覆 內 容
3. 液體(危險品)碼頭之裝卸設施、監視系統、消防安全措施、貯槽預防沉陷加強基礎及耐震加強設計、污染防治是目前實務上較注意項目，請儘量充實。	已依建議補充，詳 4.3 節及 8.1 節之說明。
三、台灣大學海研所梁所長乃區：	
1. 圖 6-1 及圖 8-7 說明(含圖的文字及符號說明)不完整，請補足。	已依建議補充，詳圖 6-1 及 8.5 節圖 8-7 之說明。
2. P2-10 頁第 11 行提到「1995 年為 1831 萬載重噸」，但在第 23 行的「總噸位為 838 萬噸」，兩者相差很大，且皆為船總噸位。	已依建議修正並改寫，詳如 2.2.2 節。
3. 部份錯別字請修改。P2-1 倒數第 8 行「...的時擴散快」其中「的」去除，P4-15 倒數第二行「...直銜」應為「...直徑」，P7-21 倒數第一行「...，配置於碼頭二端碼頭...」其中第二組「碼頭」去除。	已依建議修正。
四、高雄港務局光總工程師福興：	
1. P2-1 頁，液態天然氣比重 0.45 與表 2.1 有異，是否有誤。	表 2.1 之資料為中油公司網站之資料，已依工業技術研究院能源與資源所之資料統一更正為 474 kg/m^3 ，即與水之比重為 0.474。
2. P2-19 頁，國內之年煉油量 4000 噸，其估算來源請再補充。	已依建議補充，詳 2.3.4 節之說明。
3. P4-7 頁，槽區內所需設置之相關設施內，請增列監控及警報設施。	已依建議補充，詳 4.3 節及 8.1 節之說明。
4. P4-9 頁，儲槽作業法規中，將台塑企業之設計規範與國家規範並列，似有待商榷。	私人企業之設計規範與國家規範並列並不合宜，已依建議刪除。
5. P6-3 頁，圖 6-1 不清楚，該圖既為標準配置圖，應將各項設施羅列標註清楚。	已依建議補充，詳圖 6-1。
6. P8-13 頁，外海浮筒型式分為沈錘、錨鍊及沈錘錨鍊式等三種，請再詳加敘述各型式船舶適合何種型式，何種海象下適合何種型式。	已依建議補充，詳 8.5 節之說明。
7. P4-5 頁，有效運用土地是否為採用 ECT 之優點，應再斟酌說明。	ECT 之埋設間距僅需大於 1 公尺即可，在土地資源有限與相同儲存容量之前提下，採用 ECT 將可較傳統儲槽更為有效利用有限之土地資源。

審 查 意 見	答 覆 內 容
五、運研所港研中心王組長慶福：	
1. 本報告雖對液體散貨作了詳盡的介紹，但轉作主題之液散碼頭特別是針對國內之液散碼頭所應有之規範未能詳加說明，建議應區分為化學品、成品油、動植物油、食品等碼頭及船型之規範以利設計者使用。	液體散貨種類對於碼頭結構型式及後線儲存區之影響在於運載船型與倉儲型式，為顧及報告之整體性故將所述貨種區分為化學品、成品油及一般液散貨於本報告第二章與第六章針對各貨種之運載船型與儲槽區尺寸作分析。
2. P2-11 碼頭長度一般為取船舶全長加上船寬作為長度，而非 2 倍之船寬。	已依建議修正。
3. 選擇液體散貨碼頭型式之指標，在現有基準上已有很詳盡之說明，包含自然條件、利用條件、施工條件、經濟性等作綜合考量後再作決定，本報告將其分為二階段，但經第一階段評估後，所得之結果事實上也是現有之所有結構物，故建議回歸基準。	本報告之評估因子係將交通部「港灣構造務設計基準—碼頭設計基準及說明」之「結構斷面型式選定應考慮事項」所列項目加以綜整分析後，針對液體散貨之情形加以闡述，其評估內容與精神實則包含原評選基準。
4. 既然探討耐震設計之修訂探討，建議整體流程應作修正，導入液化探討。	已依建議增列，詳如 7.8 節說明。
5. 重力式碼頭之細部設計長久以來採用工作應力法，建議應改為極限設計法。	本報告設計部份係參照交通部「港灣構造務設計基準—碼頭設計基準及說明」辦理，原基礎並未對重力式碼頭之細部設計方法應採用工作應力法或極限設計法加以規範，在建築技術規範未明確修訂前，本報告不宜對此點加以建議。
6. 建議將液體散貨碼頭再加以依貨種詳細區分。	本研究範圍係針對液體散貨碼頭作一通用性考量，以期對液體散貨液體散貨碼頭之設計程序作完整說明，因此本研究係針對一般公用倉儲之液體散貨碼頭加以探討。惟不同用途之液散貨，其設施規模可能不同，但礙於時間與經費無法詳盡分析討論，建議未來可視需要針對特定貨種之設施規模或規格作進一步之研究與探討。
六、高雄港務局設計課鍾課長英鳳：	
1. P3-1 頁，「利用管線裝卸，其碼頭型式變化較大」，應改為「…裝卸，可用碼頭或繫泊設施型式較多」較恰當。	已依建議修正。
2. P4-2 頁，5.「儲槽區之寬度和碼頭之長	已依建議修正，詳如 4.1 節說明。

審 查 意 見	答 覆 內 容
度一致」與 5.2 節 P5-4 頁之碼頭用地需求不同，請予統一。	
3. P7-21 頁，船舶撞擊力中，「間隔在 10m 以上時，可將裝設防舷材之上部混凝土較其他部份突出 0.2~0.5m」建議刪除，因其有多種設計法。	已依建議刪除。
4. P7-34 頁中 7.8.2 材料規範中交通部「港灣構造設計基準—碼頭設計基準及說明」應不屬物料規範建議刪除，並建議 DIN、EN 列入。	已依建議修正。
5. 第八章與第九章審查表中之項目請予以統一。	已依建議修正。
6. 圖 8-2 加入「錨碇位置之計算」。	已依建議增列。
7. 表 9.1 建議採肯定式之項目。	已依建議修正。
8. 表 9.2 自然條件加「海流」，一般條件中加「船舶尺寸」，另為何須列「海側軌道中心至防舷材面距離」請檢討。	已依建議修正。
9. 表 9.3~表 9.7 中裝載載重、活載重、上載載重請分別定義及統一。	已依建議於 8.3.1 節定義三種載重，並依定義統一修正表 9.3~表 9.7 內容。
10. 對於鋼構碼頭請加「防蝕設計」之審查。	已依建議增列。
11. 表 9.2~表 9.7 部份碼頭應加「防沖刷設計」。	已依建議增列。
七、通計組歐陽組長餘慶：	
1. 覆土式壓力儲槽(ECT)是否只適合儲存高壓之液散貨例如(LPG)，常壓之液散貨是否也適用。	覆土式壓力儲槽(ECT)亦可儲存常壓之液體散貨，但因成本與經濟因素考量，一般而言以儲存高壓之液散貨為主。
2. 液態散貨碼頭裝卸設施採用軟管或裝卸料臂之適用特性為何。	一般而言裝卸料臂安全性較高，因此對於高危險性之液體散貨大都採用此一方式裝卸，軟管裝卸時完全維護措施管理較為困難，因此大都用於裝卸危險性較低之貨種，惟裝卸料臂之建造成本遠較軟管高，故一般業者在成本考量下部份仍以軟管進行裝卸作業。
八、通管組劉助理研究員銘韻：	
1. P7-15 頁，最後一段敘述「依前項述之評估指標進行評估」是否為第一及第二類因子？另建議第二類因子或全部因子之評估方式提出建議或表格，以提供一	1. 原文「依前項述之評估指標進行評估」即為第一及第二類因子，現已修正內容釐清。 2. 評估因子中各項因子其涵蓋範圍相

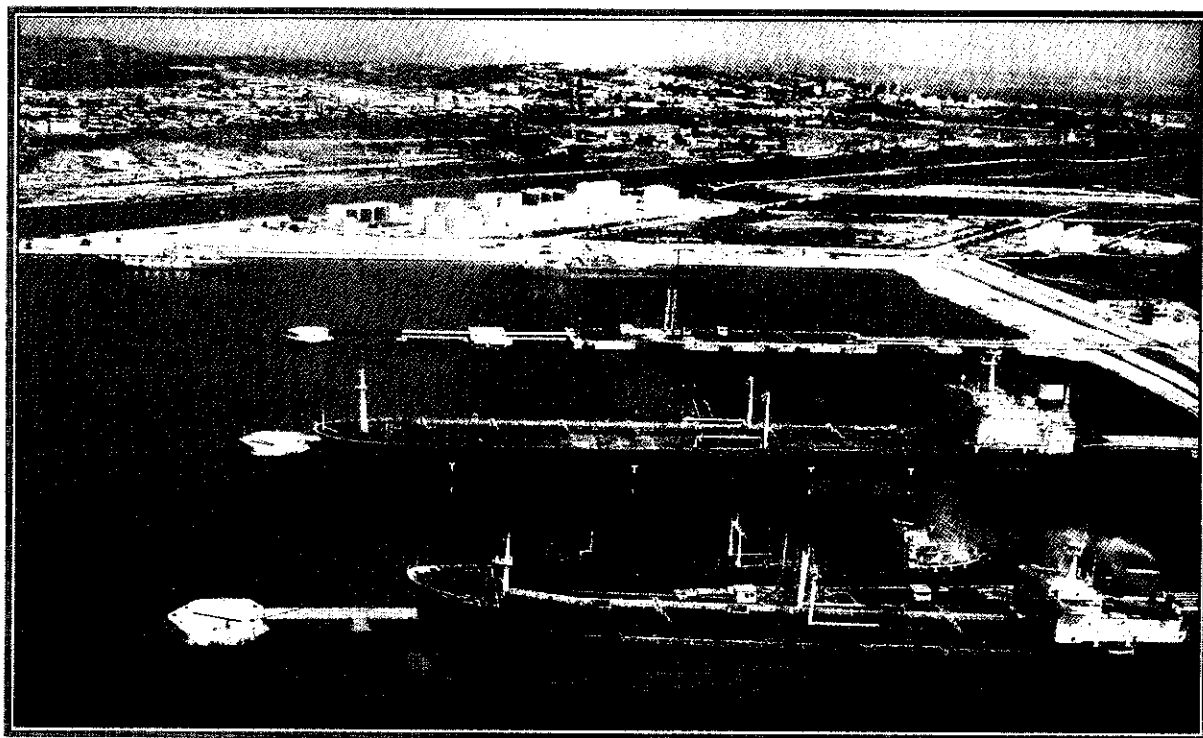
審 查 意 見	答 覆 內 容
標準化操作程序。	當廣泛，在加上商業行為與投資衍生效益無法量化，故無法單就表格提供一標準化操作程序，至於液體散貨碼頭相關評估分析參見報告第二章至第九章內容。
2. 附錄二 P8 頁主席結論第 2 點，於期末報告中並未看到有關運量分析預測相關內容，建議應將碼頭興建或擴建之門檻值納入。	運量分析預測相關內容已增列於 2.3.4 節，惟碼頭興建或擴建之門檻值因牽涉商業行為且非本計畫研究範圍，故未納入報告內容。
九、綜技組黃工程司燦煌（書面意見）：	
1. P3-1 頁，提及液體散貨之裝卸特性之一為「裝卸危險性較高」，但在說明其裝卸過程時卻只強調並不需碼頭工人在碼頭上協助裝卸作業，裝卸效率較高，是否需要相關監控程序與設施請補充說明。	液態散貨之裝卸危險性較高，故相關安全設施及安全規定較多，已依建議補充，詳 4.3 節、4.5 節~4.7 節、8.6 節之說明。
2. P4-1 頁，本研究第四章為探討液體散貨碼頭後線儲槽配置分析，第五章則為探討液體散貨碼頭作業能量評估及用地需求，似應先有「作業能量評估及用地需求」，再說明其「配置分析」，因此建議第四章及第五章順序調整。	第四章探討液體散貨碼頭後線儲槽配置分析乃針對相關設施配置之限制條件及相關規定對配置之影響進行分析，而第五章探討液體散貨碼頭作業能量評估及用地需求則是以碼頭及其後線整體規劃之角度進行分析，由於液體散貨為特殊貨種，其配置和一般貨物有相當大之差異，而配置之限制條件將影響用地需求，故仍維持原先編排。
3. P6-1 頁，表 6.1 提出液體散貨碼頭尺寸建議，表 6.2 提出液體散貨碼頭儲槽區尺寸建議，但均為逕行提出，其與前述章節之關聯為何？建議應有一分析流程或程序說明。	已依建議修正，詳如第六章之說明。
十、運工組：	
1. P2-15 頁，表 2.11 應說明統計內容的年份。	已依建議增列。
2. P5-4 頁，建議之液散碼頭尺寸與後線用地之需求數字之依據為何？每一數字應做完整的說明。	已依建議修正，詳如 5.2 節之說明。
3. P6-3 之圖 6-1 液散貨碼頭標準配置圖中，應詳細標示出 4.3 節所提之碼頭後線槽區所需之相關設施（除槽區、防溢堤、廠內道路、管理中心……等）及 8.6	已依建議增列，詳圖 6-1 及 4.3 節~4.7 節之說明。

審 查 意 見	答 覆 內 容
節所提的碼頭附屬設施，並以專節探討各設施配置間之相互影響關係，並分析及建議不同液散貨種之最佳碼頭平面配置設計程序，此部份應為本計畫之重要研究內容之一，請補充說明。另圖 6-1 應以圖例說明圖中各設施之意義。	
4. 7.7.4 節因應 921 地震，交通部修正之相關規範，雖不夠嚴謹，亦不宜過度批判。	遵照辦理。
5. 7.8 節碼頭設計之相關參考規範或資料部份，除工程設計，報告中亦有提及相關安全之規定，建議如港埠管理規則、棧埠管理規則及日本規範亦應列入。	7.8 節碼頭設計之相關參考規範係針對碼頭結構工程研提相關參考資料，其他相關安全規定於 4.4 節及 4.7 節已有說明，故 7.8 節不再贅述。
6. 期末報告大多按期中會議與會代表意見有所修改，惟會中主席建請提供國外液體散貨碼頭配置之設計特點，貴公司亦應允，如會於分析評估有其困難，亦請提供參考。另附錄期中簡報答覆內容部份，已修正補充部份應說明補充之章節。	由於液體散貨為特殊貨種，國外液體散貨碼頭配置依不同貨種其碼頭配置亦有相當大之差異性，因此除非取得完整規劃資料及設計概念，否則針對單一特定液體散貨碼頭進行相關分析之結果將有所偏差，故本研究依建議將國外相關案例圖片增列於附錄四，並依建議修正期中簡報答覆內容。
十一 主席結論：	
1. 最後定稿裝訂時請將所有照片改成彩色版面。	遵照辦理。
2. 碼頭面之污染防治措施除採用逆向坡度外，亦請補充碼頭法線全線設置車擋之考量。	已依建議補充，詳 7.2 節之說明。
3. 有關各委員所提相關圖例或說明未盡完善之處，請再加強補充。	遵照辦理。
4. 有關未來成品油之運輸量推估之估算來源請再補充說明。	已依建議補充，詳 2.3.4 節之說明。
5. 液體散貨碼頭槽區內所需設置之相關設施請再增列監控及警報設施。	已依建議補充，詳 4.3 節及 8.1 節之說明。
6. 有關儲槽作業及配置所須依循之法規部份，因台塑之法規屬民間企業之法規並非國家規範，請將其列為參考，另國外法規部份請依委員建議加入德國及歐盟之法規(DIN、EN)。	已依建議修正。
7. 有關碼頭設計流程及審查表應再增加耐震設計之相關考量因素，包括液化、動水壓等。	已依建議增列，詳如 7.8 節說明。

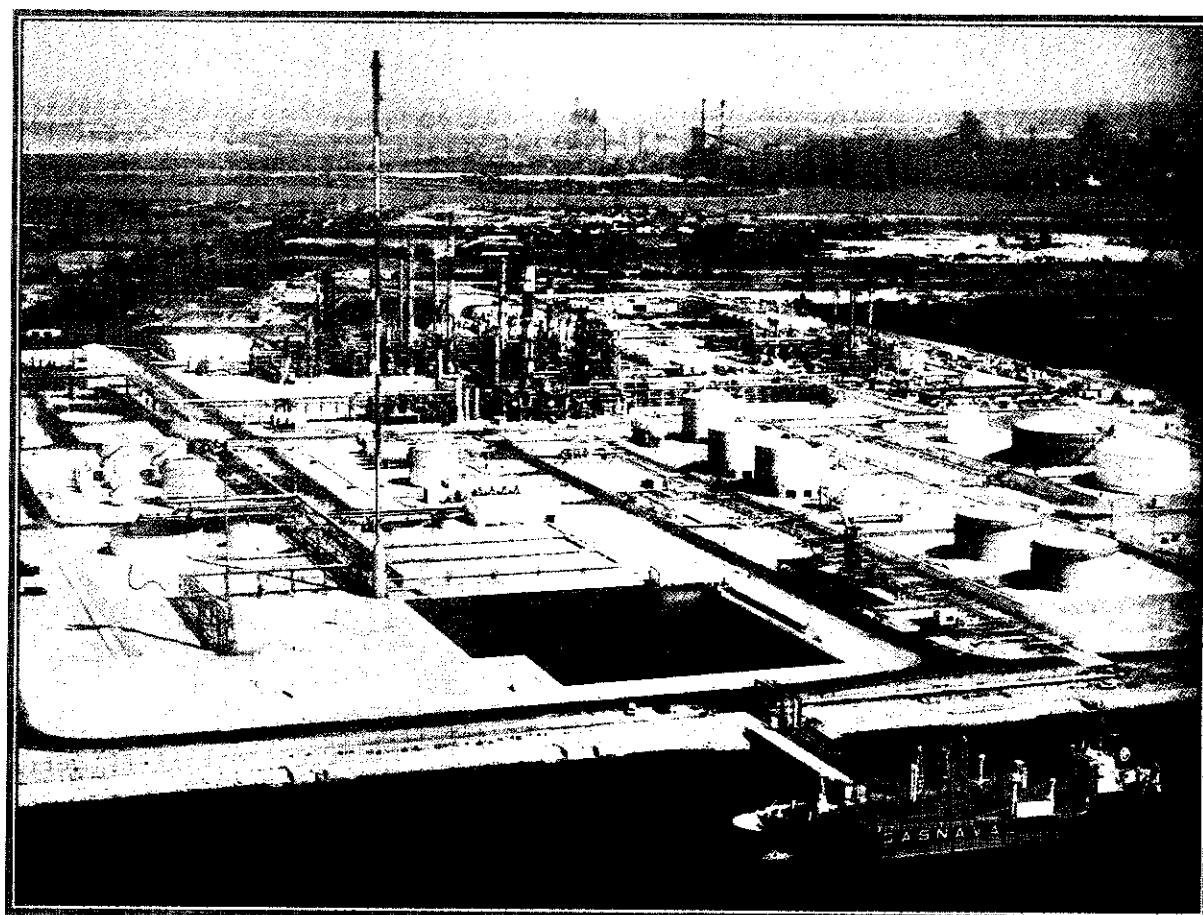
審 查 意 見	答 覆 內 容
8. 第九章之碼頭設計審查表項目應考量與第八章碼頭設計考量事項之一致性。	已依建議修正。
9. 與會學者專家所提書面及口頭意見，請規劃單位一併加以參考修正。	遵照辦理。

附錄四

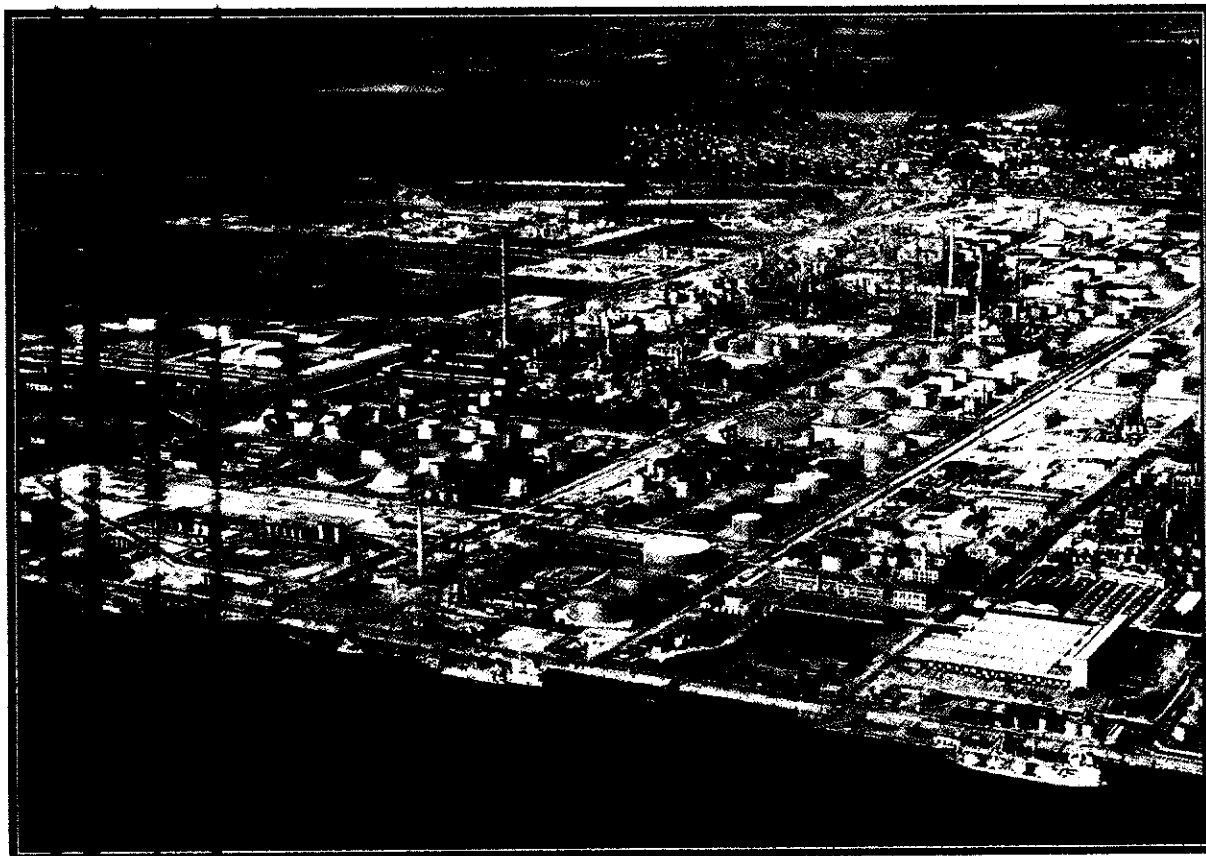
國外液體散貨碼頭相關資料



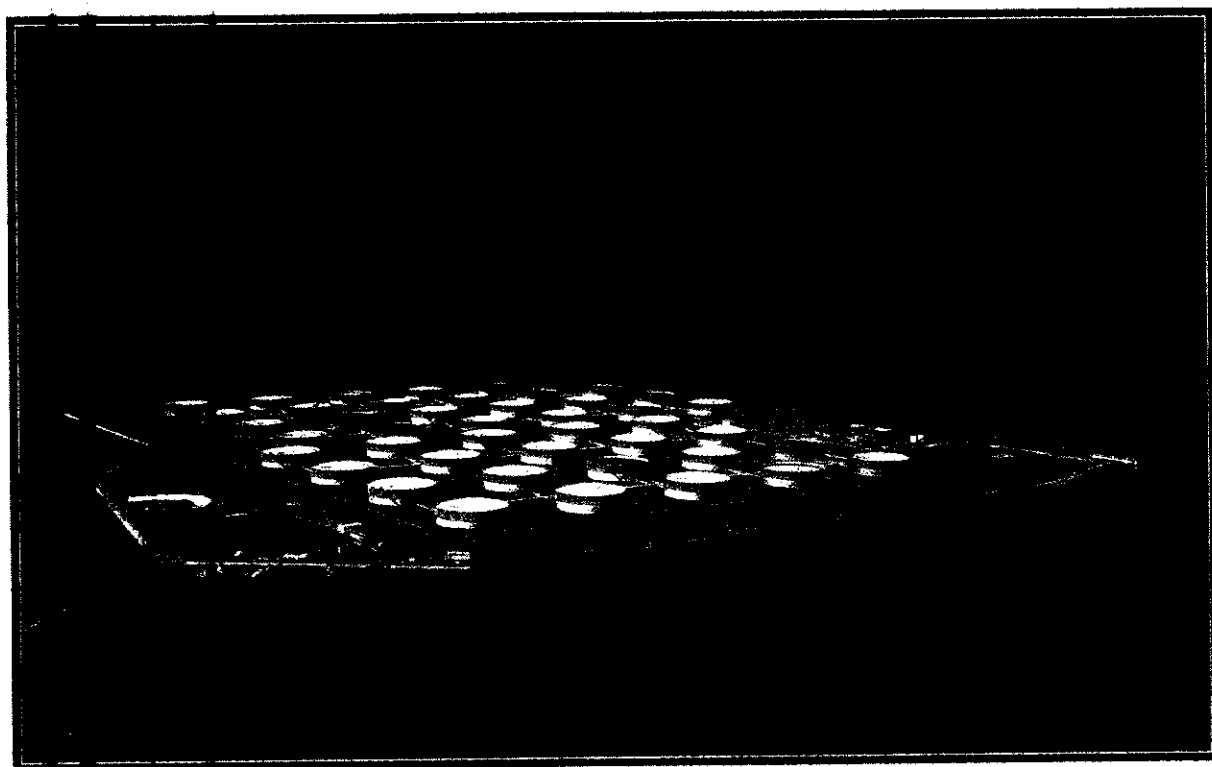
法國馬賽港石化品碼頭及其儲槽區



法國福斯港石化品碼頭及其相關設施



法國盧昂港石化品碼頭及其相關設施



日本志布志石油存放碼頭及其儲槽區

附錄五

簡報資料

簡報內容

- 一、前言
- 二、液體散貨船船型特性分析
- 三、液體散貨碼頭裝卸特性分析
- 四、液體散貨碼頭後線儲槽配置分析
- 五、液體散貨碼頭作業能量評估及標準配置圖
- 六、液體散貨碼頭之設計要素
- 七、液體散貨碼頭設計流程及相關設計考量
- 八、液體散貨碼頭設計之審查明細表研擬
- 九、結論與建議

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

一、前言

- ※ 本研究分為兩部份進行，一為液體散貨碼頭之平面配置，一為碼頭設計及查核程序。
- ※ 液體散貨所包含之貨種較多，每一貨種之運輸設備不盡相同，對後線儲槽之需求亦異，其相關因素甚為複雜，本研究針對以倉儲為主之液體散貨儲槽配置相關因素加以分析，並參考相關案例，研擬較適之碼頭平面配置。
- ※ 液體散貨配合運輸需求，其碼頭裝卸設施與其他型式碼頭之差異性較大，本研究旨在研擬液體散貨碼頭之設計及查核程序。

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

二、液體散貨船型特性分析

2.1 液體散貨之種類

依運輸船舶分類：

- + 液化天然氣(LNG)
- + 液化石油氣(LPG)
- + 原油
- + 成品油
- + 一般液散貨

依貨品性質分類：

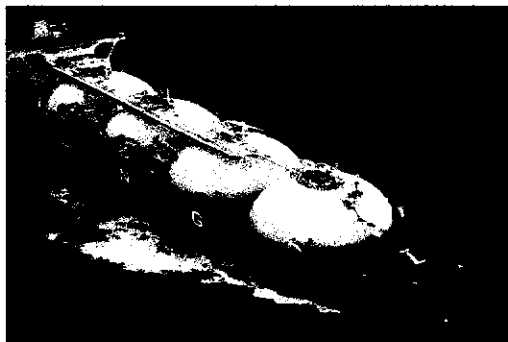
- + 危險物品
 - + 非危險物品
- 除食品原料、動植物油等，大部份液體散貨屬危險物品。

交通部運輸研究所

裕榮工程顧問有限公司

液化天然氣LNG

- * 專用船舶運送
- * 吃水較淺，乾舷較高
- * 進出港須頂風進港
- * 靠卸作業要求嚴格



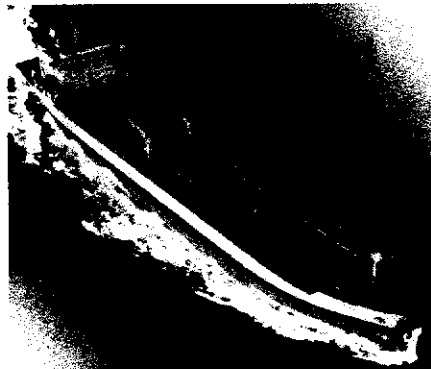
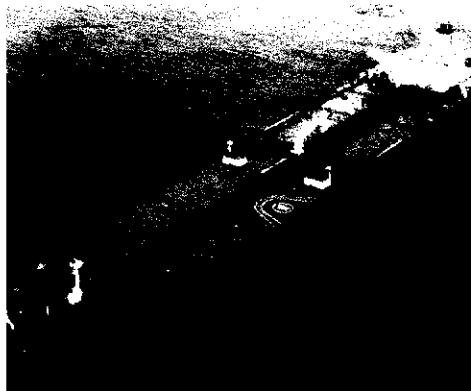
薄膜式LNG船

交通部運輸研究所

裕榮工程顧問有限公司

液化石油氣LPG、原油

- * LPG為原油煉製品，無色無臭
- * 專用船舶運送



- * 原油為石化工業之基本原料
- * 基於經濟考量，船舶噸位均較大

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

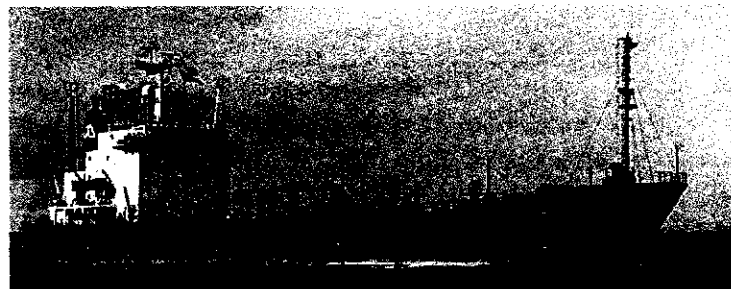
成品油、一般液體散貨

成品油：

- * 成品油包括汽油、柴油及燃料油等
- * 一般以Handymax船舶載運

一般液體散貨：

- * 一般液體散貨包括化學品及食品原料等
- * 平均船噸較小



交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

2.2 液體散貨船舶尺寸分析

液散貨輪之船型變化十分大，由超大型油輪至小型石化輪，本研究參考國際港埠協會(IAPH)、目前市場上使用中之船舶、化學品船之運輸發展等，分析各貨種代表性船型如下表所示：

貨 種	一般船型範圍 (DWT)	代表性船型 (DWT)	尺 寸 (LxBxDraft)	備 註
原油	100,000~250,000	250,000	338x51.8x20.6	Suezmax
LNG	60,000~168,000 M ³	135,000 M ³	290x48.1x11.3	
LPG	4,000~125,000 M ³	87,000 M ³	235x36.6x10.6	
成品油	3,000~60,000	40,000	210x32.2x12.6	Handymax
化學品	3,000~60,000	5,000	110x15.0x7.0	
一般液散貨	3,000~60,000	5,000	110x15.0x7.0	

交通運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

2.3 國內液體散貨之運輸現況

1. 國內港埠之液體散貨碼頭及裝卸現況

港口別	基隆港	台中港	高雄港	花蓮港
液散碼頭數	2	7	12	2
1998年裝卸量(公噸)	4,365,749	11,992,067	39,534,513	460,920

註：台中港未計西五號碼頭。

除上述港口之液散碼頭外，中油公司於桃園沙崙外海設有卸油浮筒，另在深澳及永安設置LPG及LNG專用接收站，台慶六輕碼頭亦已開始營運。

本研究蒐集台中港化學品碼頭裝卸資料加以分析，除成品油之平均裝運量大於2萬噸/艘以上外，其餘化學品之平均裝運量均小於5千噸/艘。

交通運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

2. 未來國內液體散貨之運輸情形推估

中油公司：

- ◆ 利用高雄及桃園外海浮筒進口原油
- ◆ 利用高雄港、台中港之專用碼頭及基隆、花蓮、金門、澎湖之港埠設施作全省之油品配銷，包括台中、基隆、花蓮及離島地區。
- ◆ 未來需利用高雄港及北部地區之港埠設施將國內無法去化之油品及石化品輸出至鄰近國家。

台塑企業：

- ◆ 利用麥寮港進口原油及石化原料。
- ◆ 利用麥寮港、台北港之儲槽及其他港埠設施作全省油品及石化原料配銷。
- ◆ 利用麥寮港將國內無法順利去化之油品及石化品輸出至鄰近國家

民間企業：

- ◆ 利用工業專用港或國內現有公共船塢及儲槽進口油品及石化原料及成品。

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

未來國內汽油市場分析（舉例）

汽油市場狀況	市場數量分配情形		產銷狀況
目前(中油為主)	國內年需求量	950萬噸	產銷失衡
	中油年生產量	650萬噸	需求>生產 中油進口300萬噸
中油 台塑第一階段	國內年需求量	950萬噸	產銷大致平衡
	中油年生產量	650萬噸	
	台塑年生產量	365萬噸	
中油 台塑第二階段	國內年需求量	950萬噸	產銷失衡
	中油年生產量	650萬噸	生產>需求
	台塑年生產量	690萬噸	中油、台塑各自出口200萬噸

資料來源：工商時報，89年5月5日。

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

三、液體散貨碼頭裝卸特性分析

- * 利用管線裝卸，其碼頭型式變化較大
- * 裝卸效率較高
- * 裝卸危險性較高
- * 承載危險品之船舶，在港內靠泊時有較嚴格之規定
- * 作業時碼頭面版上之載重較低
- * 以快速解纜鉤取代傳統之繫船柱

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司



← 管道作業



→ 裝卸料臂作業

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

各類液體散貨裝卸方式

貨 種	裝 卸 碼 頭	儲 槽 地 點	碼頭結構型式
原油	外海浮筒為主或專用船席	內陸儲槽或港內貯槽	浮筒或離岸式墩座
LNG	專用港或隔絕之專用船席	港內儲槽	離岸式棧橋及墩座
LPG	港內專用船席或公共船席	港內儲槽	離岸式棧橋及墩座
成品油	港內船席	內陸或碼頭後線儲槽	傳統式碼頭結構
化學品	港內船席	碼頭後線儲槽	傳統式碼頭結構
動植物 油、食品	港內船席	碼頭後線儲槽	傳統式碼頭結構

交通部運輸研究所

裕豐工程顧問有限公司

四、液體散貨碼頭後線儲槽配置分析

4.1 影響儲槽配置之主要因素

- * 基地面積
- * 貨種及吞吐量
- * 作業型態：1.供產業專用之儲槽 2.提供倉儲功能之公用儲槽 3.提供倉儲及配銷功能之儲槽
- * 環境因素：地形、風向、地震、基礎承载力、儲槽之附屬配管、防液堤
- * 消防及安全規定
- * 碼頭水深及長度

4.2 儲槽之種類

- * 常壓儲槽
- * 低壓儲槽：操作壓力<15psig
- * 高壓儲槽：操作壓力>15psig
- * 冷凍儲槽：0~-196 °C

交通部運輸研究所

裕豐工程顧問有限公司

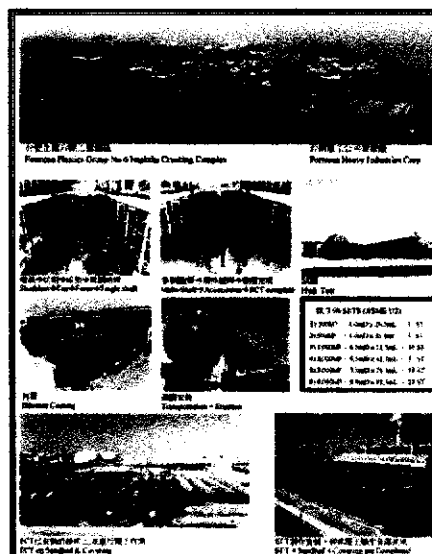
一般在石化廠或外界所見，常壓下貯存之可燃性液體及高壓儲存之液化氣體以球型槽貯存為主，1971年德國開始採用覆土式壓力容器儲存LPG與PROPANE(丙烷)，而爆炸性及危險性液體之採用ECT(Earth Covered Tank)儲槽已日漸增多，因其特性可符合較嚴格之安全要求，台塑麥寮廠亦自德國引進ECT儲槽。ECT儲槽之優點如下：

- ◆ ECT覆土達0.6~1.0M厚，可避免液化石油氣揮發膨脹等異常爆炸情形。
- ◆ 兩槽安全間距>1M即可，較傳統式安全間距節省更多貯放面積。
- ◆ ECT採軟性砂土平均受力之設計，地耐力要求10~12MT/M²即足夠，對地質較差的地區，比球槽須打樁作共同BC基礎座之建造安全經濟。
- ◆ ECT因埋設於砂土之下，不怕颱風地震或人為之破壞，較具有安全性。
- ◆ ECT埋設於砂土之下，消防用水可有效減少，只要考慮管線及露在砂土表面部份之消防滅火設施即可。
- ◆ ECT覆土後可以加強綠化，符合環保要求。
- ◆ ECT外覆熱熔性柏油防蝕界帶，並作陰極防蝕定期監測，保養容易。
- ◆ 可進行定期儲槽開放檢查，而開放檢查是由槽內以超音波測厚，檢查容易；輔以定期沉陷監測則更完備。
- ◆ ECT可以在工廠內預製、組焊、施工、防蝕包覆，再運到現場安裝，品質容易確保，並可避免球槽建造時高空作業之危險性。

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

→ 覆土式壓力儲槽



交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

4.3 槽區內所需設置之相關設施

- | | |
|--------|---------|
| * 儲槽 | * 管理中心 |
| * 防液堤 | * 消防設施 |
| * 場內道路 | * 停車場 |
| * 灌裝場 | * 廢水滯留池 |

4.4 儲槽作業及配置所須依循或參考之法規

裝卸作業：

- * 船舶危險品裝載規則
- * 國際商港港務管理規則
- * 國際商港棧埠管理規則
- * 美國國家消防協會NFPA

儲槽配置：

- * 美國國家消防協會NFPA
- * 美國機械工程師協會ASME
- * 美國石油協會API
- * 中國國家標準CNS
- * 日本石化工業區災害防止法

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

4.5 儲槽區之相關消防及安全規定

* 防液堤

- ⇒ 容積>儲槽之110%
- ⇒ 高度>0.5公尺之RC或土堤
- ⇒ 共用防液堤儲槽不得超過10座
- ⇒ 內部面積< 80,000平方公尺

* 儲槽之幫浦設備

* 特定危險物儲槽

* 儲槽消防器材

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

4.6 儲槽安全間距

1. 儲槽安全距離

設施名稱		工業局建議值	IRI與NFPA規範	港區規範
常 壓 貯 槽	浮			
	小於1000KL	1/3D	IRI為1/2D；NFPA為1/3D (D<45) - 1/2D (D>45)	1/3D
	1000~25000KL	1/3~1/2D	IRI為D；NFPA為1/3D (D<45) - 1/2D (D>45)	1/3D
	25000~50000KL	1/2~2/3D	IRI為D；NFPA為1/3D (D<45) - 1/2D (D>45)	1/3D
	大於50000KL	1/2~3/4D	IRI為D；NFPA為1/3D (D<45) - 1/2D (D>45)	1/3D
	固定			
	小於1000KL	1/3D	IRI為1/2D；NFPA為2/3D (D<45) - 1/2D (D>45)	1/3D
	Class I	1/2~2/3D	IRI為D；NFPA為1/3D (D<45) - 2/3D (D>45)	1/3D
	1000~25000KL	1/3~1/2D	IRI為1/2D；NFPA為1/3D (D<45) - 2/3D (D>45)	1/3D
	Class II & III	1/2~2/3D	IRI為1/2D (V介於1590~47700KL)；NFPA為1/3D (D<45) - 2/3D (D>45)	1/3D
	大於25000KL	1/2~2/3D	IRI為1/2D (V介於1590~47700KL)；NFPA為1/3D (D<45) - 2/3D (D>45)	1/3D
壓力貯槽		D但不小於30	IRI為2/3D，但不可小於30；台灣為D，但在30~60之間	2/3D但不小於30
冷凍貯槽(圓頂)		D但不小於30	IRI為2D，但不可小於60；台灣為D，但在30~60之間	D但不小於30

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

2. 儲槽區與周界之最小距離

貯槽型式	防護方式	與既有或可確立之境界線的最小距離公尺，包括公共道路的對面	與任何公共道路的側側或兩側並鄰區內的重要建築物間之最小距離公尺
直立或臥式貯槽，其緊急釋放壓力不超過2.5psia	貯槽裝置下列任何一種防護設備：全排的無水、惰化、隔熱、冷凍系統，及阻熱措施	表2.1值，但≥7.5公尺	≥7.5公尺
	曝露防護*	表2.1值的2.5倍，但≥15公尺	≥15公尺
	無	表2.1值的5倍，但≥30公尺	≥30公尺
直立或臥式貯槽，其緊急釋放壓力超過2.5psia	貯槽裝置下列任何一種防護設備：全排的無水、惰化**、隔熱、冷凍系統，及阻熱措施	表2.1值的2倍，但≥15公尺	≥15公尺
	曝露防護*	表2.1值的4倍，但≥30公尺	≥30公尺
	無	表2.1值的8倍，但≥45公尺	≥45公尺

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

表2.1 儲槽區與周界之距離

貯槽容量(V) 立方公尺	與財產線間的最小距離公尺，包括公共道路的對面(公尺)	與任何公共道路的鄰側或同財產範圍內的重要建築物間之最小距離(公尺)
$V \leq 1.045$	1.5	1.5
$1.045 < V \leq 2.85$	3	1.5
$2.85 < V \leq 45.6$	4.5	1.5
$45.6 < V \leq 114$	6	1.5
$114 < V \leq 190$	9	3
$190 < V \leq 380$	15	4.5
$380 < V \leq 1900$	24	7.5
$1900 < V \leq 3800$	30	10.5
$3800 < V \leq 7600$	40.5	13.5
$7600 < V \leq 11400$	49.5	16.5
$V > 11400$	52.5	18

交通部運輸研究所

裕登工程顧問有限公司

3. 儲槽與開發區之距離

物質	最大貯槽尺寸 (t)	距離 (m)
LPG，例如丙烷 (propane)、丁烷 (butane)，其壓力 ≤ 1.4 bar (絕對) 者	25-40	300
	41-80	400
	81-120	500
	121-300	600
	>300	1,000
	25以上，僅置於許多鋼製或小型貯槽內 (每座重50噸以下)	100
LPG，例如丙烷 (propane)、丁烷 (butane)，其壓力 ≤ 1.4 bar (絕對) 者	50以上	1,000
氫氣 (Hydrogen)	2以上	1,000
氯氣 (Chlorine)	10-100	1,000
	>100	1,500
氟化氫 (Hydrogen fluoride)	≥10	1,000
五氧化二磷 (Sulfur trioxide)	≥15	1,000
丙烯腈 (Acrylonitrile)	≥20	250
氰化氫 (Hydrogen cyanide)	≥20	1,000
二硫化碳 (Carbon disulphide)	≥20	250
硝酸銨 (Ammonium nitrate) 及其混合物，其氮含量 $>28\%$ (重量計)	≥500	(註1)
液氯	≥500	500
二氯化硫 (Sulphur dioxide)	≥20	1,000
溴 (Bromine)	≥40	600
汞 (含汞水銀)，或汞溶液其汞含量 $\geq 50\%$ (重量計)	≥100	1,000
氫 (Hydrogen)	≥2	500
噁唑七烷 (Ethylene oxide)	5-25	500
噁唑化丙烷 (Propylene oxide)		
一氯甲烷	≥5	250
一氯乙烷	5-25	500
MIC (Methyl isocyanate)	1	1,000
以下各物特定時實		
1. 氣體或低揮發性混合物，其蒸氣壓且以氣體型為條件者 (係指表格例外)	≥15	500

交通部運輸研究所

裕登工程顧問有限公司

3. 儲槽與開發區之距離(續)

物 質	最大儲槽尺寸(t)	距離(m)
1. 氣體或任何氣體混合物，具易燃性且以氣體型態儲存者(低壓容器例外)	≥15	500
2. 物質或其混合物，具易燃性，一般以液體或混合液體型態儲存溫度大於沸點(1絕對bar壓力)，或以氣體型態儲存，其壓力大於1.4絕對bar者	25~40	300
	41~80	400
	81~120	500
	121~300	600
	>300	1,000
	≥25，僅置於鋼瓶或小儲槽中(容量在5噸以下)	1,000
3. 液化氣體或任何液化氣體混合物，具易燃性，其沸點小於0℃(1絕對bar壓力)，一般貯存於冷卻容器中，其壓力≤1.4bar(絕對者)	≥50	1,000
4. 非屬上述1~3之物質，其閃火點<21℃者	≥10,000	250

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

4. 儲槽與其他建物之距離限制

儲油槽壁板與住宅、公共場所等之間距

設施名稱	距 離	
住宅	15	
公共場所(可容納300人以上，如學校、醫院、影劇院、圖書館、體育館等)	30	
法定估蹟	50	
公路、鐵路(限於幹線)	重油及中質油料油槽	23
	輕質油料油槽	30
防液堤	油槽直徑未滿15公尺	1/3H
	油槽直徑15公尺以上	1/2H
架空電線	7,000伏特<電壓<35,000伏特	3
	電壓>35,000伏特	5

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

貯槽與其他製程單元之距離

單元間距	IRI規範	石油公司平均值*	港区規範**
貯槽與壓縮機	250	126	155
貯槽與廢氣燃燒塔	300	158	179
貯槽與容器	250	100	150
貯槽與動火設備	300	108	131
控制室與貯槽	50	78	70

貯槽與廠區內道路之距離規定

貯槽容量	儲存閃火點未滿70℃物質之貯槽	儲存閃火點70℃以上未滿200℃物質之貯槽
5,000公秉以下	6公尺以上	6公尺以上
超出5,000至10,000公秉	8公尺以上	
超出10,000至50,000公秉	12公尺以上	8公尺以上
超出50,000公秉	16公尺以上	

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

4.7 儲槽區之道路配置

1. 廠內道路

製造區面積，m ²	儲存面積，m ²	道路寬度*
小於20,000	小於10,000	6m以上
大於20,000~40,000	10,000~20,000	8m以上
大於40,000~60,000	20,000~40,000	10m以上
大於60,000	>40,000	12m以上

參考資料：日本石化工業區災害防止法

2. 廠外道路：以救災為主要考量，路線儘量取直線，且寬度至少達10公尺以上。

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

五、液體散貨碼頭作業能量評估及標準配置圖

5.1 碼頭作業能量評估

- * 船舶到泊狀況

$$\text{年處理量} = \text{平均每船裝卸量} \times \text{平均碼頭年靠泊船舶艘次}$$
- * 前線裝卸能量

$$\text{年處理量} = \text{淨效率} \times \text{實作比例} \times \text{船席使用率} \times \text{可工作天數} \times 24 \text{小時}$$
- * 線儲槽之週轉量

$$\text{年處理量} = (\text{儲槽總容量} \times 365 \text{天}) / \text{總體貨種平均停留時間}$$

$$= \text{儲槽總容量} \times \text{週轉率}$$

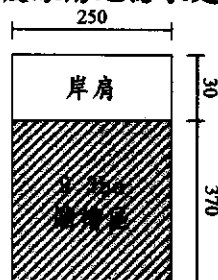
交通部運輸研究所

裕登工程顧問有限公司

5.2 碼頭用地需求

- * 一般石化輪以平均5,000噸之載運量為考量
- * 成品輪以40,000噸級之便捷型或60,000噸級之巴拿馬極限型為主
- * LPG及LNG船以和巴拿馬極限型相似之噸位為考量
- * 港內液體散貨碼頭尺寸及後線用地需求建議如下：

長	250公尺
岸肩寬	30公尺
後線	9.3公頃
水深	13公尺
儲槽容量	180,000立方公尺



交通部運輸研究所

裕登工程顧問有限公司

5.3 一般液體散貨碼頭之配置圖

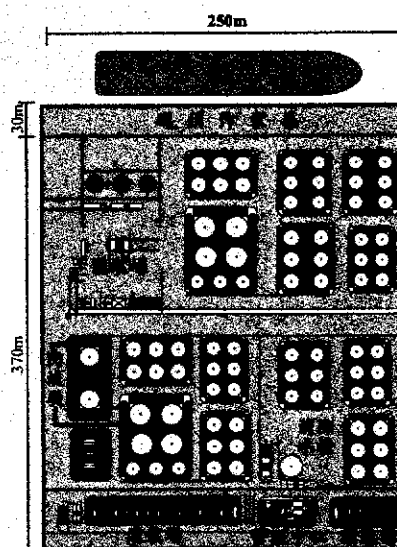
- * 以40,000噸級之便捷型或60,000噸級之巴拿馬型為考量
- * 碼頭年作業能量以1,800,000噸考量
- * 後線儲槽容量以全年週轉10次計，約需180,000噸
- * 每公頃土地約可興建20,000噸之儲槽，後線土地約需9公頃
- * 基於上述考量，一般液體散貨碼頭之標準配置如后：

交通部運輸研究所

裕登工程顧問有限公司

→一般液體散貨碼頭標準配置圖

↓ 台中港西一~西四液散碼頭配置



交通部運輸研究所

裕登工程顧問有限公司

六、液體散貨碼頭之設計要素

6.1 液體散貨碼頭設計之特殊考量

- * 預埋管線之預留及使用彈性
- * 碼頭面版上之載重較小
- * 裝/卸料臂之裝設
- * 船型變化大
- * 消防及照明設施
- * 污染防治措施
- * 儲槽區沈陷預防

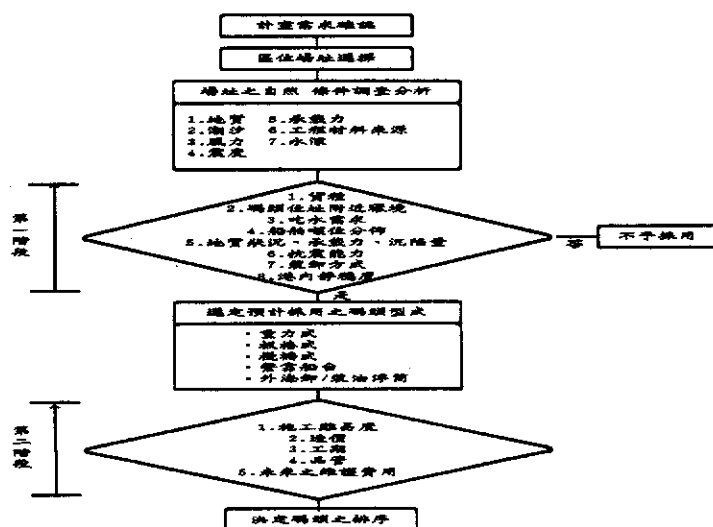
6.2 選擇液體散貨碼頭型式之指標

- * 貨種
- * 碼頭位址附近環境
- * 設計船型之吃水需求
- * 到達船舶之噸位分佈
- * 地盤承載力及地質狀況
- * 抗震能力
- * 裝卸方式
- * 港內之靜穩度
- * 施工難易度
- * 造價
- * 工期
- * 品管
- * 未來之維護費用

交通部運輸研究所

格登工程顧問有限公司

碼頭型式評估流程



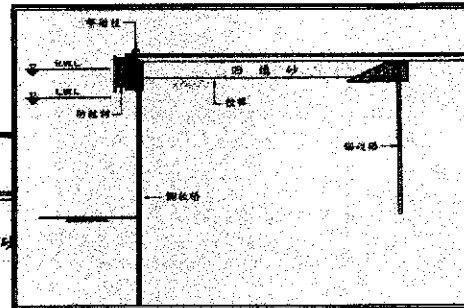
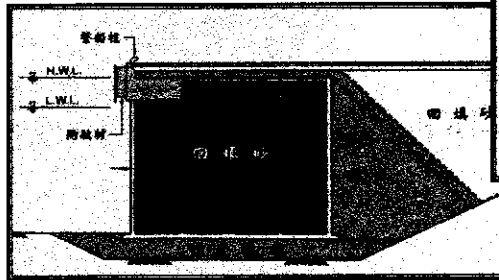
交通部運輸研究所

格登工程顧問有限公司

6.3 適合作為液體散貨碼頭之結構型式

- * 重力式
- * 板樁式
- * 棧橋式
- * 繫、靠船台
- * 外海卸/裝油浮筒

↓ 重力式碼頭



↑ 板樁式碼頭

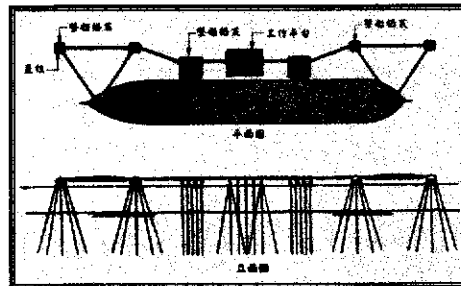
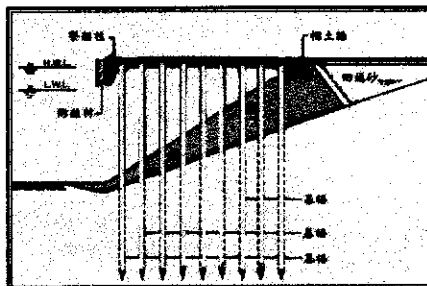
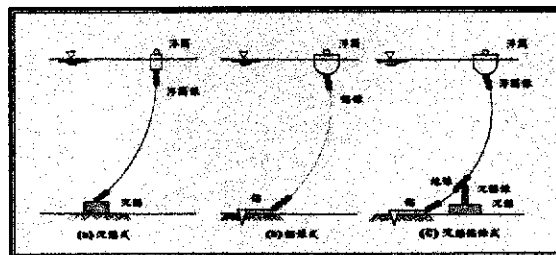
交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

→ 繫船浮筒

↘ 繫、靠船台

↓ 棧橋式碼頭



交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

液體散貨碼頭型式適用範圍

碼頭型式	適用範圍
重力式碼頭	1.地質堅硬，基樁打設困難之處。 2.地質堅硬而沉降之虞之處。 3.水深較淺之碼頭(面船至底床之距離<15公尺)。 4.經費受限之地區。 5.施工機具條件受限之處。
板樁式碼頭	1.砂質土壤 2.碼頭水深較淺處(面船至底床之距離<15公尺) 3.工期要求較短之處 4.碼頭前水域艙位度較佳之處 5.經費受限之計畫 6.施工機具條件受限之處
棧橋式碼頭	1.水深較大之碼頭 2.碼頭前水域艙位度較差之處 3.震度較大之地區 4.土壤液化潛能較高之地區 5.施工機具無充裕之處
繫、靠船台	1.土地厚積水深較淺遠源頭或不符合經濟原則之處 2.水域艙位度較佳及地質堅硬基樁打設困難之處可考量重力式之繫、靠船台，反之可考量棧橋式之繫、靠船台 3.施工機具無充裕之處(特別是海上之施工船機) 4.貨櫃屬危險品須利用水域隔離裝卸區及貯槽區
外海卸(裝)油浮筒	1.吃水要求較深之油輪碼頭 2.廠區附近無港埠設施可供大型船舶泊靠之處

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

6.4 液體散貨碼頭之主要構件

- * 上部結構
- * 下部結構
- * 擋土設施
- * 附屬設施
- * 船席沒挖
- * 後線儲槽區

6.5 液體散貨碼頭設計時所考量之外力

- * 船舶撞擊力
- * 船舶繫纜力
- * 作用於浮體之外力
- * 土壓力
- * 水壓力
- * 地震力
- * 結構體本身之自重
- * 裝載載重
- * 裝卸車機荷重
- * 風力作用於裝卸機具後傳送至碼頭主體結構之外力
- * 波浪力
- * 水流所產生之作用力

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

6.6 耐震設計規範探討

* 耐震設計採用之地震

依據地震危害度分析，結構物設計使用年限採用50年，並以年超越機率不超過10%，可推得回歸期475年之設計地震

* 現有耐震設計規範之地震力計算式

⇒內政部「建築物耐震設計規範及解說」

$$V=ZICW/(1.4\alpha_y F_a)$$

⇒交通部「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」

剛性結構物 --> $V=(Z/2)IW$

非剛性結構物 --> $V=ZICW/(1.2F_a)$

* 集集地震後相關規範之內容調整

⇒內政部「建築物耐震設計規範及解說」

主要為Z及C值

⇒交通部「港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明」

Z及C值修正，並將原非剛性結構物地震力計算式修正

$$V=ZICW/(1.2\alpha_y F_a)$$

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

* 震區劃分之修正探討

⇒原震區劃分為一甲、一乙、二及三等四區，對應之加速度係數分別為0.33、0.28、0.23及0.18

⇒修正後震區劃分為甲區及乙區，對應之加速度係數分別為0.33及0.23，修正後大幅提升台灣地區之加速度係數

⇒根據地震危害度分析之工址加速度係數分佈圖，台灣地區工址加速度係數分佈約在0.12~0.44之間，只作二個分區0.23及0.33之周延性值得斟酌

⇒部份地區明顯有加速度規定偏高之現象

例如高雄市、屏東縣、台東縣、高雄縣

⇒金門、馬祖地區並無加速度係數之分析，其加速度係數均由原0.2、0.15提升至0.23亦值得作進一步之探討

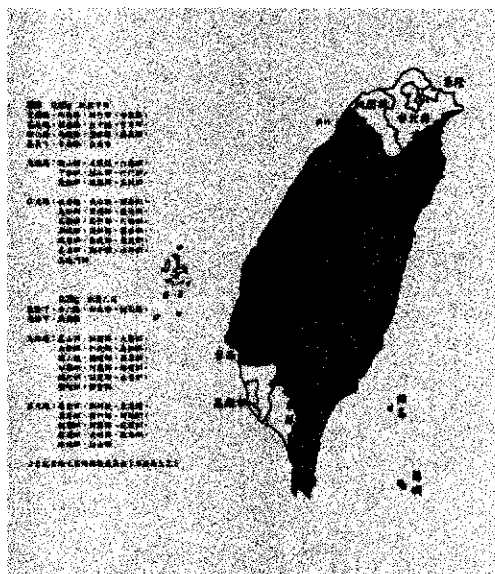
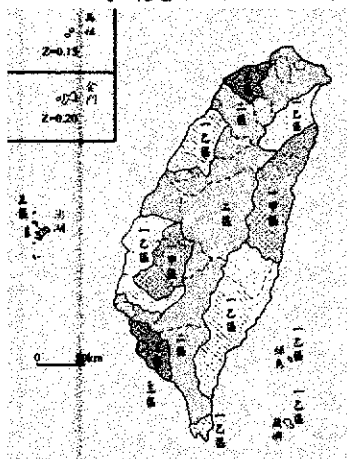
⇒建議相關單位針對水平加速度係數再作進一步斟酌以切合理論之分析並符合經濟之原則

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

→調整後之震區劃分圖

↓原震區劃分圖

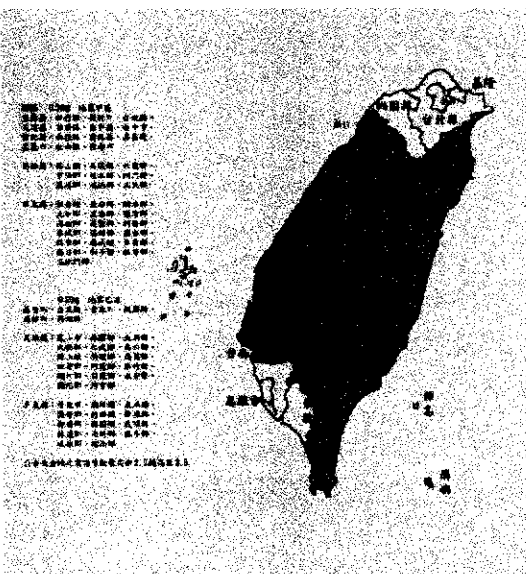
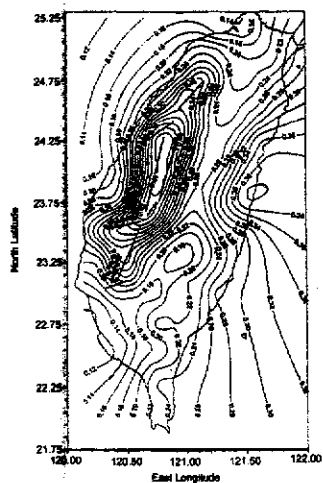


交通部運輸研究所

裕登工程顧問有限公司

→調整後之震區劃分圖

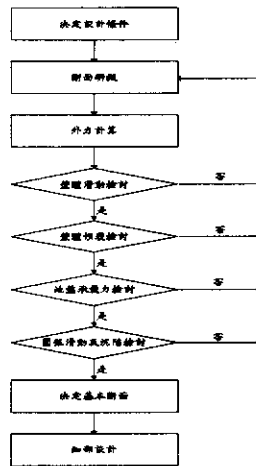
↓工址加速度係數分佈圖



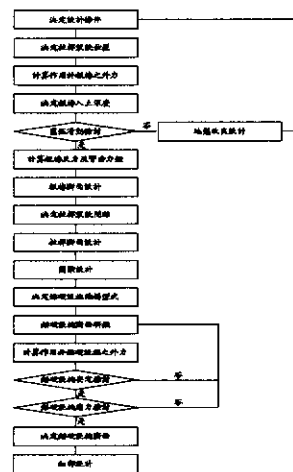
交通部運輸研究所

裕登工程顧問有限公司

七、液體散貨碼頭設計流程及相關考量



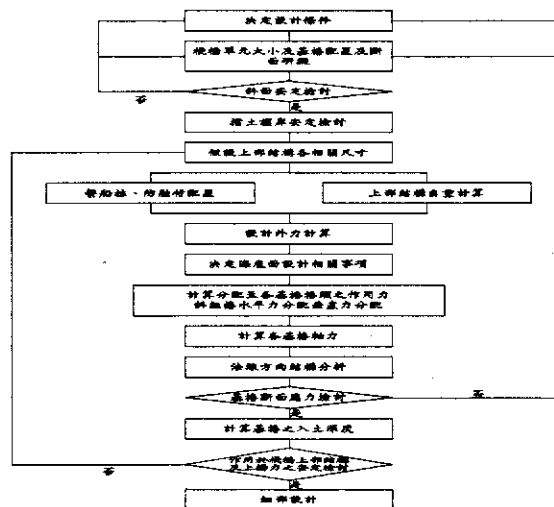
重力式碼頭設計流程



板樁式碼頭設計流程

交通部運輸研究所

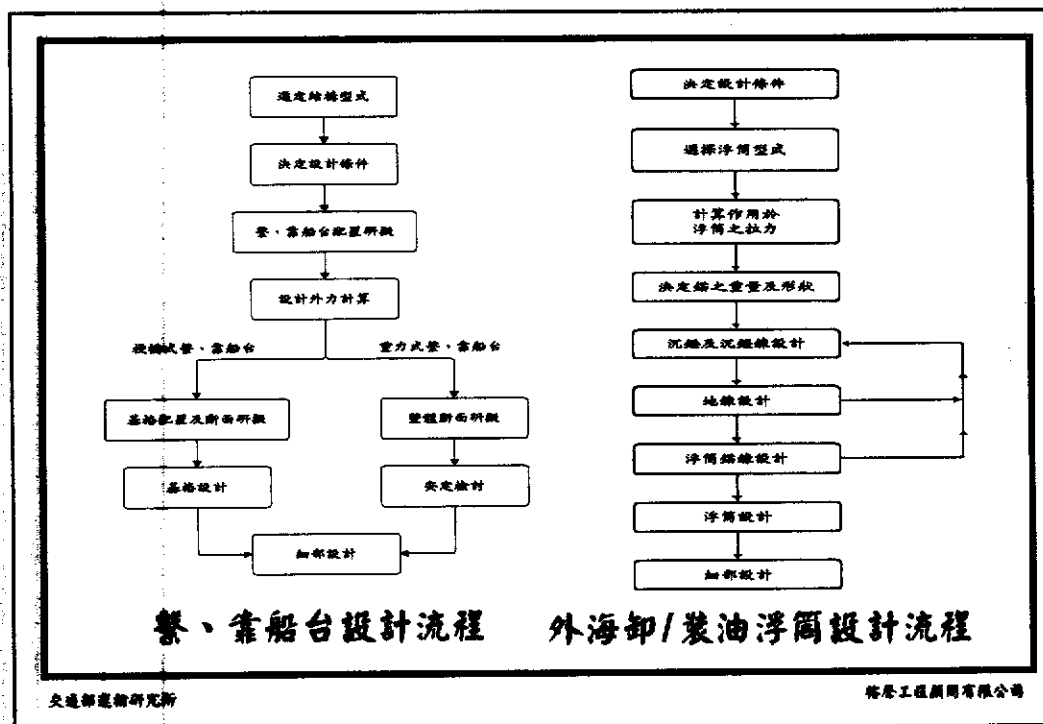
裕隆工程顧問有限公司



棧橋式碼頭設計流程

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司



交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

八、液體散貨碼頭設計之審查明細表研擬

* 廠區配置審查表

- | | |
|--------|---------------|
| ⇒ 環境因子 | ⇒ 分裝場 |
| ⇒ 貯存區 | ⇒ 作業設施基礎與鋼架結構 |
| ⇒ 儲槽 | ⇒ 管理中心 |
| ⇒ 灌裝場 | ⇒ 靜電與雷擊 |

* 基本設計條件審查表

- | | |
|--------|------------|
| ⇒ 自然條件 | ⇒ 外力計算基本資料 |
| ⇒ 一般條件 | ⇒ 材料強度 |

* 碼頭結構設計審查表

交通部運輸研究所

裕隆工程顧問有限公司

九、結論與建議

9.1 結論

- 碼頭平面配置規劃與結構設施設計準則，乃建構一座標準碼頭之基礎。本研究研擬液體散貨碼頭規劃與設計準則之目的，即在於建立規劃或設計者之基礎觀念，並提供一套實務上可行之作業標準，使液體散貨碼頭的各項投資均能獲致最大之效益。

交通部運輸研究所

裕昇工程顧問有限公司

9.2 建議

- * 各國現有之碼頭設計基準大都以不同之碼頭結構型式為主，較少針對不同貨種之碼頭規劃及設計加以說明，本研究計畫主要係以一般液體散貨碼頭及相關設施之配置及設計查核表為主，為原有設計基準之輔助說明，設計之相關細節仍以原設計基準為主，建議未來可朝不同型式之碼頭，配合不同貨種裝卸之設計準則及施工規範分門別類加以說明，並單獨成冊，俾便設計者使用以使國內之碼頭設計及施工能有統一之基準及品質。
- * 建議針對震區水平加速度係數再作進一步之檢討，以切合理論之分析並符合經濟之原則。

交通部運輸研究所

裕昇工程顧問有限公司