

運輸研究所出版品摘要表

出版品名稱：出席第六屆國際海域力學與極區工程會議與考察港灣報告			
中文：			
外文：			
行政機關出版品統一編號		運輸研究所出版品編號	
09107760045		76-29-205	
研究工作主持人：侯 和 雄		研究期間：自76年2月至76年3月	
主要研究人員：		研究經費：	
		經費來源：	
研究方式： <input type="checkbox"/> 自行辦理—主辦單位：交通部運輸研究所 地址：台北市敦化北路 240 號 聯絡電話 (02)7123121 <input type="checkbox"/> 委託辦理—受委託單位： 地址： 聯絡電話：			
關鍵詞： 摘 要：本文目的是探討於頻率域中藉線性波理論與Morison's公式，將已知海況下之波能頻譜轉換成波浪作用力頻譜之正確方法，過程涉及Morison's 公式之非線性項頻譜之處理。同時亦在時域做海況模擬，再經Fourier 轉換成頻率域頻譜以作比較，以期了解波能頻譜之非線性項對於反應頻譜之影響。波浪作用力頻譜求得後，運用運動方程式之轉換函數求解結構之反應頻譜，並了解其能量分佈狀況。 美國港灣之考察報告包括休士頓港、奧克蘭港、長堤港與洛杉磯港等特介，及長堤、洛杉磯複合港之西元2020年擴建計畫以及複合港之貨櫃運輸鐵路終站等之介紹。			
出版日期	頁數	工本費	本 出 版 品 取 得 方 式
年 月			洽本所免費贈閱 洽本所訂購 其他()
備 註：			

行政院所屬各機關人員出國報告書提要

01 報 告 書 名 稱	出席第六屆國際海域力學與極區工程會議與考察美國港灣報告	02 服 務 機 關 名 稱	交通部運輸研究所		
03 姓 名	侯 和 雄	04 年 齡	43歲	05 職(級稱)	簡任 運工組 組 長
06 出國類別	出席國際會議	07 到達國家 及 地 點	美國德州休士頓及加州港灣		
08 出國期間	自76年2月28日 迄76年3月14日	09 報 告 時 期	76年6月10日	10	
11 內 容 提 要	<p>一、出席「第六屆國際海域力學與極區工程會議」中華民國有報告人及成大方銘川副教授參加，報告人代表中華民國(名牌特印上R.O.C.)發表論文「海域平台結構對非線性頻譜負荷之頻率反應」中文摘述如附件一備受重視，美南記者馮潤楷特專訪如剪報資料，報告人并於三月五日下午主持二點至五點半八篇「浮式構造物運動」專題之研討，此次會議隆重會期六天與會國際學者專家代表七百餘人，對我國海域力學方面研究極為推崇。大會主席團并選報告人為本項國際會議「海洋動力學」有關論文之召集委員。</p> <p>二、建議事項：建議類此國際會議，今後多派員出席以提高我國學術地位并促進國民外交。</p> <p>三、按考察美國港灣時程，報告人考察休士頓港、奧克蘭港、長堤港及洛杉磯港等分別由各港之港務局局長、副局長及總工程司等陪件說明并遊港，報告如附件二、三、四及五等，長堤港則以中華民國為其第二大貿易國為榮。</p> <p>四、考察心得：美國港灣均有其未來發展關建深水碼頭計畫，我國亦應及早進行「關建深水港」規劃，以提高我國海運地位。</p>				
12 本 核 機 意 關 審 見	參加國際技術研討會議並發表論文可促進技術交流，該員考察美國港埠設施收集資料甚豐富。				
13 層 審 轉 核 機 意 關 見					
14 本 處 院 理 研 考 會 見					
15 備 註					

說明：一表內 06「出國類別」欄就「出席國際會議」、「考察」、「視察業務」、「洽辦業務」、「應邀訪問」或「研習」等項擇一填入。

六屆國際海域工程會議 前天在休士頓隆重揭幕

會期六天與會各國代表七百餘人 台灣海峽兩岸均派代表參加

【本報記者馮潤椿】第六屆國際海域工程會議及小型展覽已於一日在休士頓市中心區之赫雅利金山大飯店大會議廳召開，參加會議之各國代表約近千人，其中有專題論文在會中發表者將近七百餘人。

昨（一日）開始為會員報到，領取出席證件，參考資料及會前交誼活動。海峽兩岸之研究海域工程學者及專家亦均出席參加，工學博士侯和雄代表國府交通部及台大參加並以「海峽平台結構對非線性頻譜負荷之頻率反應」論文參加該會之學術討論，楊國教授係交通大學船舶及海洋工程研究所所長代表中國大陸參加。第六屆國際海域工程會議，會期六天至三月六日討論結束閉幕。

訪工學博士侯和雄 談台灣深水港開發計劃

本報記者馮潤椿



兩點請教侯博士，承告。

【本報記者馮潤椿】代表台灣前來參加第六屆國際海域工程與南極區工程會議之工學博士侯和雄（見圖）先生係國內對海域研究之權威，此次前來參加擁有在台北造船研究所發表之論文「海峽平台結構對非線性頻譜負荷之頻率反應」。

侯博士為交通部深水港專案計劃主持人，記者就國內能源之探求及深水港之興建

兩點請教侯博士，承告。

(1) 國內能源之探求，中國石油公司在探求能源方面亦不遺餘力，目前中油之新竹外海之長成計劃進行相當順利，天然氣之出產極為成功，依目前出氣之跡象推測，該油區之蘊藏量相當豐富，中油在台灣海峽之開發亦在多元進行，高雄及苗栗外海油區相當多，目前中油之探鑽自基隆、新竹、苗栗至高雄外海均在進行。

海上鑽探比在陸上打井較為容易，因自海底沙層進入岩層之地殼較軟，目前探鑽使用之平台亦均由中油之海域探勘處自製。

(2) 深水港興建計劃與能源及海運有關，亦為國內十六項重大工程計劃之一。對能源方面來說台灣電力公司之發電除採用核能外，火力發電仍不會放棄且更會增加，因此發電所需之煤炭供應必需先事計劃。

後者尚更為合算。

綜合侯博士對國內能源之探求及深水港之開發研究之簡單報導，當可知國內對此兩大問題之重要性，同時亦可瞭解國內海域工程之水準已提高達國際標準。

台灣自產煤斤年約一百餘萬噸，但將來電力發電至公元兩千年時之需求將為目前之三倍，煤炭之需要亦將增至每年三千萬噸，要配合台灣之用煤則理想之卸煤港口亦需研究。

過去運油船自萬噸級進步至目前之二十萬、三十萬噸級以節省運輸成本，故將來運煤之船只亦會日益增大。船舶增大後，停泊之港口必須隨之擴建加深以使巨型船舶得以進出無阻。第四代之貨櫃輪已達八萬噸而第五代之貨櫃輪在計劃中亦將增大至十五萬噸，對八萬噸之巨輪，港口深度已需十三公尺，若係十五萬噸之巨輪其吃水深度當在十七公尺以上，二十萬噸以上貨船之吃水深度將在廿三公尺以上，因此要容納將來巨輪之出入，深水港口之設立計劃是不可忽視之問題，經建會對建造深水港地點之選擇初步有中、嘉南地區及與連海、考慮建造海上港口亦屬可能。因挖深港口之費用與建立浮碼頭之費用可能後者尚更為合算。

一、交通部運輸研究所組長侯和雄出席第六屆國際海域力學極區工程會議發表論文并考察美國灣港行程表

預計日數	起訖地點	工 作 項 目
2月28日	台北→美國加州洛杉磯	啓程并轉機赴德州。
3月1日	洛杉磯→休士頓	赴會議場所並註冊。
3月2至6日	休士頓	出席海域力學極區工程會議發表論文、主持研討。
3月7至8日	休士頓→加爾威士頓 (Galveston)	考察加爾威士頓港及煤碼頭設施。
3月9日	休士頓→洛杉磯	轉機赴洛杉磯并連絡考察之港灣。
3月10至12日	洛杉磯、長堤、 奧克蘭等港	考察洛杉磯港、奧克蘭港、長堤港及其煤碼頭裝 煤機具。
3月13至14日	洛杉磯→台北	考察畢，返程。

目 錄

摘要	3
符號說明	4
1.緒論	6
2.波浪負荷	8
2.1 線性波理論	
2.2 時域散漫波之模擬	
2.3 頻率域波能頻譜轉換波浪之速度、加速度頻譜	
2.4 時域之波浪負荷	
2.5 頻率域之波力頻譜	
3.海域平台結構系統模擬	18
3.1 結構座標系統	
3.2 特徵值、特徵向量與非偶合運動方程式	
4.結構之頻率反應解	21
4.1 廣義作用力頻譜	
4.2 反應頻譜	
5.範例計算與討論	25
6.綜合討論	31
附錄A，褶合積分之特性	33
附錄B，Fourier 轉換步驟	35
附錄C，頻譜之疊代	37

海域平台結構對非線性頻譜負荷之頻率反應

候 和 雄
H. S. Hou

摘 要

本文目的是探討於頻率域中藉線性波理論與Morison's公式，將已知海況下之功能頻譜轉換成波浪作用力頻譜之正確方法，過程涉及Morison's公式之非線性項頻譜之處理。同時亦在時域做海況模擬，再經Fourier轉換成頻率域頻譜以作比較，以期了解波能頻譜之非線性項對於反應頻譜之影響。波浪作用力頻譜求得後，運用運動方程式之轉換函數求解結構之反應頻譜，並了解其能量分佈狀況。

研究結果發現，波力頻譜之非線性項為速度頻譜對本身頻譜作連續褶合積分，此褶合積分使波力頻譜之能量微往高頻分佈，尤其所產生之非線性項頻譜之峯群正好座落於波浪主頻之奇數倍上，結構設計者設計不當使結構自然振頻落於這些位置上，將使結構發生巨大的反應。本文在頻率域上模擬波力頻譜，已可準確得到第一非線性項波力頻譜。線性與非線性波力頻譜兩者之均方根（RMS）差量並不多，但其差量皆分佈於第一非線性項處附近，對於結構反應影響甚鉅，其後之波力頻譜已不宜再以線性化波力予以簡化。

符號說明

- C_D : 阻力係數 (drag coeff)
 C_I : 慣力係數 (interia coeff)
 $[C]$: 阻尼矩陣 (damping matrix)
 D : 管件直徑 (element diameter)
 $E[x]$: x 之期望值 (expected value of x)
 F : 波力 (wave force)
 H : 波高 (wave heigh)
 $H_{1/8}$: 波浪之特徵波高 (Significant wave height)
 $[H]$: 轉換函數矩陣 (tranfer function matrix)
 K : 波數 (Wave number)
 $[K]$: 勁度矩陣 (stiffness matrix)
 $[M]$: 質量矩陣 (mass matrix)
 N_R : 雷諾數 (Reynold's number)
 N_{KC} : $K - C$ 數 (Keulgan-Carpenter number)
 $R_{x_1 x_2}$: x_1 與 x_2 之相關函數 (Correlation function of X_1 and X_2)
 $S_{x_1 x_2}$: x_1 與 x_2 之交叉頻譜 (Cross spectrum of X_1 and X_2)
 T : 波浪週期 (wave period)
 $\{Y\}$: 廣義座標位移向量 (generalized coordinate displacement vector)
 a : 波幅 (wave amplitude)
 f : 頻率 (frequency)
 $f_{1/3}$: 波浪之特徵波頻 (significant wave frequency)
 h : 脈衝反應函數 (impfuse response function)

$\vec{u}, \dot{\vec{u}}$: 入射波之水粒子相對於結構之速度，加速度向量。

u_x, u_y : x , y 向速度 (x, y, direction velocity)

\dot{u}_x, \dot{u}_y : x , y 向加速度 (x, y direction accelation)

(x,y,z) : 結構座標系統 (structure coordinate system)

Δf : 頻率間距 (frequency interval)

Δt : 時間間距 (time interval)

ρ_w, ρ : 水密度 (water density)

η : 波幅函數 (wave amplitude function)

λ : 波長 (wave length)

ω : 波浪角頻率 (wave angle frequency)

ω_i : 結構第 i 振態自然振頻 (natural frequency of i-th mode)

ζ_i : 結構第 i 振態阻尼比 (damping ratio of i-th mode)

σ_x : x 標準偏差 (standard deviation)

$[\phi]$: 模態矩陣 (modal matrix)

ϕ : 波浪速度勢 (velocity potential of wave)

ϕ : 相角 (phase angle)

1. 緒 論

結構分析域 (domain) 大致可分為時域 (time domain) 與頻率域 (frequency domain)。在時域分析可了解各物理量對時間函數之時歷，但時歷之時間間距易使取點時誤失其峯點 (peak)，致使能量有所損失，但對於物理量轉換之間存在為一種非線性關係時，時域分析對此非線性項部份仍較能充分考慮。另一分析域為頻率域，各物理量之間存在轉換函數 (transfer function) 關係，對於一線性轉換能準確掌握，因此所得之物理量之能量將不致損失。但對於頻譜非線性轉換時，無論 Δf 為何，由於離散化的關係仍有誤差，且實際計算只能取其有限項或予以線性化，因此轉換後之物理量圖形勢必變樣，能量分佈亦變形，乃致產生模擬失真的現象。對於同一問題使用時域或頻率域之時機，端視其針對討論物理量轉換之情況而定。

最近之結構分析大都已趨向於頻率域之分析，蓋於頻率域上分析能量較不易損失，求得之結構動態反應更俱物理意義。但對於非線性之轉換應有效掌握其轉換函數，才不致使欲求之物理量失真，因此對於轉換非線性方程式是值得深入探討的問題。

海域平台處於一複雜多變的海域中，其承受多樣之負荷，主要包括風力、波浪、海流、溫差、地震及操作時之負荷等。在此負荷中最經常及重要之負荷為來自波浪的作用，本文專就此種非線性負荷問題做深入的比較研究。

海域平台之分析方法大致在時域方面有設計波 (design wave) 與散漫波 (random wave)，而在頻率域方面只使用

波譜 (wave spectrum) 經轉換函數求出各物理量。設計波理論乃於特定海域之長期資料中選擇一系列結構最可能遭遇之波浪，使用波理論並不局限線性波理論〔10〕，但實際海況存在各種波頻之波浪，因此對於只選取少數個波頻來設計往往不合經濟最佳設計之要求，且其安全性堪慮。漫散波理論為在海域中長期波浪記錄選擇一種波譜模式，將此模式轉換至時域成一模擬之海況，此法較接近實際海況。但其模擬過程只適用於使用線性波。以上兩種波理論是於波浪之速度與加速度求得後，再使用 Morison's 方程式求得時域波力，於頻率域中分析，則是將已知之波譜模式藉線性波理論轉換成速度與加速度頻譜，再藉 Morison's 公式求得波力頻譜。於轉換過程中因 Morison's 公式之曳力 (drag force) 為速度乘以速度絕對值的形式，所以並不是一線性方程式，因此出現了一些非線性項頻譜，以往 Penzien Malhotra, Hook, Nataraja 等學者，只取其線性化，致使波力頻譜變形甚多，且非線性項頻譜的影響，在與時域比較時發現其忽略會造成不容忽視的影響。本文考慮線性與非線性波力頻譜的差異，並比較其對於結構反應頻譜的影響。

二、波浪負荷

於一特定海域上經長期實際測量記錄可得到一波譜模式。一般海況波譜為一種雙參數波譜，波譜模式計有：JONSWAP、P-M、ITTC、ISSC等波譜，以特徵波頻 $f_{1/3}$ (significant wave frequency) 與特徵波高 $H_{1/3}$ (significant wave height) 為參數，如圖 2—1。

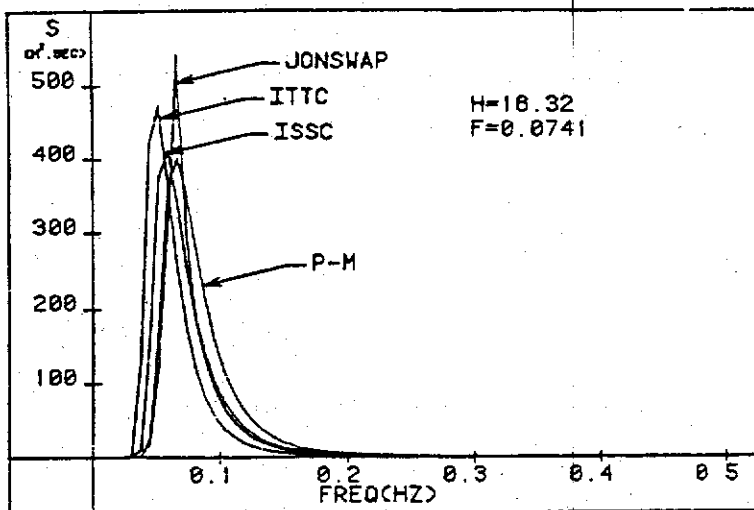


圖 2—1 波譜比較 $H_{1/3}=16.32\text{m}$, $f_{1/3}=0.0741\text{hz}$

波高頻譜於較高頻率時亦有微量的值，因此 Hofman 將海況依波高範圍分 10 組，各有其對應之切除點 (truncation point)，表列於表 2—1，此時之波譜分割為一種不等間隔分割，自動分割波譜成各頻率之脈衝函數 (impulse function)，再轉換成時域之正弦波，爾後疊加成一散漫波。

在頻率域上有關波高頻譜之分割，其中涉及頻譜之褶合積分 (convolution integral)，在數值處理上全域宜採等間隔分割

group number	waveheights (m)	$h_{1/3}$ (m)	T_1 (s)	ϵ	approx. value n giving suitable truncation pt.
1	>0.91	0.68	6.97	0.5782	3.0
2	0.91- 1.83	1.59	7.33	0.5784	3.0
3	1.83- 2.74	2.30	8.46	0.6368	3.7
4	2.74- 3.66	3.24	8.31	0.6345	3.65
5	3.66- 4.88	4.28	9.03	0.6806	4.4
6	4.88- 6.40	5.43	8.80	0.6803	4.4
7	6.40- 8.23	7.33	9.50	0.7075	5.1
8	8.23-10.36	8.82	9.93	0.7328	5.9
9	10.36-12.80	11.35	11.21	0.7638	7.4
10	12.80>	14.65	11.61	0.7870	9.0

表 2—1 波高與切除因數對照表

，間隔大小採時域模擬散漫波之最小間隔為宜。

2—1 線性波理論

波浪在水深為 d 之水域中，如圖 2—2 所示，設其速度勢為 ϕ (velocity potential)，則其解為：

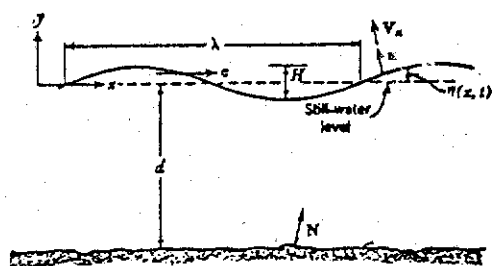


圖 2—2 座標系統及物理量

$$\Phi(x, y, t) = \frac{ag}{\omega} \left(\frac{\cosh 2\pi(y+d)/\lambda}{\cosh 2\pi d/\lambda} \right) \cdot \sin 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \dots\dots (2-1)$$

水質點之 x ， y 向速度、加速度均可由速度勢求得：

$$u_x(x, y, t) = \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{\pi H}{T} \left(\frac{\cosh 2\pi(y+d)/\lambda}{\sinh 2\pi d/\lambda} \right) \cdot \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \dots\dots (2-2a)$$

$$u_y(x, y, t) = \frac{\partial \Phi}{\partial y} = \frac{\pi H}{T} \left(\frac{\sinh 2\pi(y+d)/\lambda}{\sinh 2\pi d/\lambda} \right) \cdot \sin 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \dots\dots (2-2b)$$

$$\dot{u}_x(x, y, t) = \partial u_x / \partial t \quad \dots\dots (2-2c)$$

$$\dot{u}_y(x, y, t) = \partial u_y / \partial t \quad \dots\dots (2-2d)$$

$$\text{其中 } \lambda = \frac{g}{2\pi} T^2 \tanh \frac{2\pi d}{\lambda}$$

$$a = H/2$$

$$\omega = 2\pi/T$$

$$\eta(x, t) = a \cdot \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right)$$

2-2 時域散漫波之模擬

於頻率域中，頻率 f_0 之脈衝函數，可視其在時域是一頻率為 f_0 之正弦波。因此對於一連續之波譜函數可視為，包含各種波頻的正弦波所合成。散漫波則為由波頻為 f_i ，對應波高為 $H(f_i) = 2 \sqrt{S(f_i) df_i}$ 之成份波所疊加組長。本文採直接疊加法，將波譜轉換成各成份波再組合成時域之散漫波。

散漫波之波高函數為：

$$\eta(x, t) = \int_0^\infty \sqrt{S(f) \cdot df} \cdot \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda(f)} - \frac{2\pi t}{T} + \phi(f)\right) \quad \dots\dots (2-3)$$

$\phi(f)$ ：隨機變數之相角函數，範圍介於 $\pm \pi$ 之間

將上式積分式改寫成疊加式

$$\eta(x, t) = \sum_{j=1}^N \sqrt{S_j \cdot \Delta f_j} \cdot \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda_j} - 2\pi \frac{t}{T_j} + \phi_j\right) \quad \dots\dots (2-3.a)$$

N 為分割波譜之個數， Δf_j 為第 j 個脈衝函數之頻寬，各成份之波高為

$$H_j = 2 \sqrt{S_j \cdot \Delta f_j}$$

將 (2-3 、 a , b) 代入 (2-2) 式，即可得疊加式之散漫波之水質點速度、加速度如下：

$$u_x(x, y, t) = \sum_{j=1}^N \left[\frac{2\pi}{T_j} \sqrt{S_j \cdot \Delta f_j} \left(\frac{\sinh 2\pi(y+d)/\lambda_j}{\sinh 2\pi d/\lambda_j} \right) \cdot \sin 2\pi \left(\frac{x}{\lambda_j} - \frac{t}{T_j} + \phi_j \right) \right]$$

$$\dot{u}_x(x, y, t) = \sum_{j=1}^N \left[\frac{4\pi^2}{T_j^2} \sqrt{S_j \cdot \Delta f_j} \left(\frac{\cosh 2\pi(y+d)/\lambda_j}{\sinh 2\pi d/\lambda_j} \right) \cdot \sin 2\pi \left(\frac{x}{\lambda_j} - \frac{t}{T_j} + \phi_j \right) \right]$$

$$\dot{u}_y(x, y, t) = \sum_{j=1}^N \left[\frac{4\pi^2}{T_j^2} \sqrt{S_j \cdot \Delta f_j} \left(\frac{\sinh 2\pi(y+d)/\lambda_j}{\sinh 2\pi d/\lambda_j} \right) \cdot \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda_j} - \frac{t}{T_j} + \phi_j \right) \right]$$

..... (2-4 , a , b , c , d)

2-3 頻率域波能頻譜轉換成波浪之速度、加速度

頻譜線性波之速度勢(2-1)可寫成另一種形式

$$\Phi(x, y, t) = i \frac{g}{\omega} a \exp[-i(Kx - \omega t)] \frac{\cosh[K(y+d)]}{\cosh Kd} \dots\dots (2-5)$$

$$i = \sqrt{-1} \quad , \quad K = 2\pi/\lambda$$

$$\text{令 } \eta(t) = a \exp[+i\omega t]$$

上式可改寫成

$$\Phi(x, y, t) = i \frac{g}{\omega} \cdot \eta(t) \cdot \exp(-iKx) \frac{\cosh K(y+d)}{\cosh Kd} \dots\dots (2-5.a)$$

因散漫波為包含各種波頻之速度勢所組合疊加，因此散漫波之速度勢為，

$$\begin{aligned}\Phi_r(x, y, t) &= \sum_{k=1}^N \Phi_k(x, y, t) \\ &= \sum_{k=1}^N i \frac{g}{\omega_k} \eta_k(t) \cdot \exp(-iK_k x) \frac{\cosh K_k(y+d)}{\cosh K_k d} \dots (2-5.b)\end{aligned}$$

水質點速度爲，

$$\begin{aligned}u_x(x, y, t) &= \frac{\partial \Phi_r}{\partial x} \\ &= \sum_{k=1}^N \frac{gK_k}{\omega_k} \eta_k(t) \cdot \exp(-iK_k x) \frac{\cosh K_k(y+d)}{\cosh K_k d} \dots (2-5.c)\end{aligned}$$

$$u_y(x, y, t) = \sum_{k=1}^N \frac{igK_k}{\omega_k} \eta_k(t) \cdot \exp(-iK_k x) \frac{\sinh K_k(y+d)}{\cosh K_k d} \dots (2-5.d)$$

設 x 方向波浪速度爲一個零平均高斯穩定過程 (Zero mean Gaussian stationary process)，則於 i 、 j 位置上， x 向速度相關函數 (correlation function) $Ru_{x_i} u_{x_j}$ 可表之如下：

$$\begin{aligned}Ru_{x_i} u_{x_j}(\tau) &\equiv E \left[\sum_{k=1}^N \frac{gK_k}{\omega_k} \eta_k(t) \cdot \exp(-iK_k x_i) \cdot \frac{\cosh K_k(y_i+d)}{\cosh K_k d} \right. \\ &\quad \left. \cdot \sum_{\ell=1}^N \frac{gK_\ell}{\omega_\ell} \eta_\ell(t+\tau) \cdot \exp(-iK_\ell x_j) \cdot \frac{\cosh K_\ell(y_j+d)}{\cosh K_\ell d} \right] \dots (2-6)\end{aligned}$$

因 η_k ， η_ℓ 爲不相關 (uncorrelated) 所以

$$\begin{aligned}Ru_{x_i} u_{x_j}(\tau) &= E \left[\sum_{k=1}^N \frac{g^2 K_k^2}{\omega_k^2} \frac{\cosh K_k(y_i+d) \cdot \cosh K_k(y_j+d)}{\cosh^2 K_k d} \right. \\ &\quad \left. \cdot \exp(iK_k(x_i - x_j)) \cdot \eta_k(t) \cdot \eta_k(t+\tau) \right] \dots (2-6.a)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= \sum_{k=1}^N \left(\frac{gK_k}{\omega_k} \right)^2 \frac{\cosh K_k(y_i+d) \cdot \cosh K_k(y_j+d)}{\cosh^2 K_k d} \\ &\quad \cdot \exp[iK_k(x_i - x_j)] \cdot R\eta\eta_k(\tau) \dots (2-6.c)\end{aligned}$$

式中 $E[\eta_k(t) \cdot \eta_k(t+\tau)] \equiv R\eta\eta_k(\tau)$

對 (2 - 6c) 取 Fourier 轉換，則得速度頻譜如下：

$$S_{u_{xi}u_{xj}}(f) = \sum_{k=1}^N \left(\frac{gK_k}{\omega_k} \right)^2 \cdot \frac{\cosh K_k(y_i + d) \cdot \cosh K_k(y_j + d)}{\cosh^2 K_k d} \cdot \exp[iK_k(x_i - x_j)] \cdot S_{\eta\eta}(f_k) \quad \dots\dots (2-7)$$

式中 $S_{\eta\eta}(f_k)$ 為波譜 $S_{\eta\eta}$ 在 f_k 之值

對於 (2 - 7) 式之形式可改寫如下

$$S_{u_{xi}u_{xj}}(f_k) = \left(\frac{gK_k}{\omega_k} \right)^2 \cdot \frac{\cosh K_k(y_i + d) \cdot \cosh K_k(y_j + d)}{\cosh^2 K_k d} \cdot \exp[iK_k(x_i - x_j)] \cdot S_{\eta\eta}(f_k) \quad k = 1, \dots, N \quad \dots\dots (2-7.a)$$

取同樣的假設及類似上式之處理步驟，可得於 i, j 位置上 Y 方向之速度頻譜及 X 方向與 Y 方向之波浪速度頻譜，如下式：

$$S_{u_{yi}u_{yj}}(f_k) = \left(\frac{gK_k}{\omega} \right)^2 \frac{\sinh K_k(y_i + d) \cdot \sinh K_k(y_j + d)}{\cosh^2 K_k d} \cdot \exp[iK_k(x_i - x_j)] \cdot S_{\eta\eta}(f_k) \quad \dots\dots (2-7.b)$$

$$S_{u_{xi}u_{yj}}(f_k) = \left(\frac{gK_k}{\omega} \right)^2 \frac{\cosh K_k(y_i + d) \cdot \sinh K_k(y_j + d)}{\cosh^2 K_k d} \cdot \exp[iK_k(x_i - x_j)] \cdot S_{\eta\eta}(f_k) \quad \dots\dots (2-7.c)$$

$S_{u_i u_j}$ 為 $S_{u_j u_i}$ 之共軛值以 $(S_{u_j u_i})^*$ 表之

同時波浪之加速度頻譜及速度和加速度交叉頻譜，表之如下

:

加速度頻譜

$$S_{\dot{u}_{xi}\dot{u}_{xj}}(f) = (2\pi f)^2 S_{u_{xi}u_{xj}}(f) \quad \dots\dots (2-7.d)$$

$$S_{\dot{u}_{yi}\dot{u}_{yj}}(f) = (2\pi f)^2 S_{u_{yi}u_{yj}}(f) \quad \dots\dots (2-7.e)$$

$$S_{\dot{u}_{xi}\dot{u}_{yj}}(f) = (2\pi f)^2 S_{u_{xi}u_{yj}}(f) \quad \dots\dots (2-7.f)$$

波浪速度與加速度交叉頻譜

$$S_{u_i \dot{u}_j}(f) = i\omega S_{u_i u_j}(f) \quad \dots\dots\dots (2-7.g)$$

2-4 時域之波浪負荷

假設結構管件直徑與各成份波波長比均小於 0.2，亦即適用 Morison's 公式求解波力。並設波長作用於結構所發生之反射與繞射可忽略，考慮一單位長管件之作用力時，則 Morison's 公式為：

$$\vec{F}(t) = \frac{1}{2} \rho D C_D |\vec{u}(t)| \vec{u}(t) + \frac{\pi D^2}{4} \rho C_I \dot{\vec{u}}(t) \quad \dots\dots\dots (2-8)$$

式中 C_D 、 C_I 為 N_R 或 N_{KC} 之函數，其中 $N_R = \frac{\rho DV}{\mu}$ 僅決定於流體之速度，因此可將其數值化在時域中採用。而

$N_{KC} = \frac{TV_m}{D}$ ，為波浪之最大速度與波浪週期之函數。在散漫波中，波浪為無限種週期波所疊加，所以在漫散波中不便於使用，在本文中僅考 C_D 、 C_I 為 N_R 之函數來求解波之。在頻率域中似乎可採用 N_{KC} 來求 C_D 、 C_I ，但以現今所做實驗之數據還不夠完整來考慮各種情況下之變化。

2-5 頻率域之波力頻譜

在同樣適用 Morison's 公式之範圍內，於 1967 年 Borgman 提出作用於單位長度管件之作用力的相關函數， $R_{FF}(\tau)$ 基於作用力為零平均高斯穩定過程， R_{FF} 之數學解為：

$$R_{FF}(\tau) = C^2 \sigma_u^4 G(\gamma) + k^2 R \dot{u} \dot{u}(\tau) \quad \dots\dots\dots (2-9)$$

其中 $C = \frac{1}{2} C_D \rho D$, $\gamma = R_{uu}(\tau) / \sigma_u^2$

$$k = C_1 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \rho$$

$$G(\gamma) = \frac{(2+4\gamma^2)\sin^{-1}\gamma + 6\gamma\sqrt{1-\gamma^2}}{\pi}$$

$$\sigma_u^2 = 2 \int_0^\infty S_{uu}(f) df, \quad S_{\dot{u}\dot{u}}(f) = (2\pi f)^2 S_{uu}(f)$$

$S_{uu}(f)$, $S_{\dot{u}\dot{u}}(f)$ 為 $R_{uu}(\tau)$, $R_{\dot{u}\dot{u}}(\tau)$ 之 Fourier 轉換, 是波譜之函數。

Borgman 鑑於 (2-9) 式中之函數 G 不易求得數值解而欠缺實用性, 繼而提出近似解, 使其更具實用性, $G(\gamma)$ 之近似解為:

$$G(\gamma) = \frac{1}{\pi} \left[8\gamma + \frac{4}{3}\gamma^3 + \frac{1}{15}\gamma^5 + \frac{1}{70}\gamma^7 + \frac{5}{1008}\gamma^9 + \dots \right] \quad \dots (2-10)$$

將 (2-10) 式代入 (2-9) 中得波力之相關函數為:

$$R_{FF}(\tau) = \frac{C^2 \sigma^4}{\pi} \left[\frac{8R_{uu}(\tau)}{\sigma^2} + \frac{4R_{uu}^2(\tau)}{3\sigma^6} + \dots \right] + k^2 R_{\dot{u}\dot{u}}(\tau) \quad \dots (2-11)$$

對上式取 Fourier 轉換得作用力頻譜 S_{FF} :

$$S_{FF}(f) = \frac{C^2 \sigma^4}{\pi} \left\{ \frac{8S_{uu}(f)}{\sigma^2} + \frac{4[S_{uu}(f)]^{*2}}{3\sigma^6} + \dots \right\} + k^2 S_{\dot{u}\dot{u}}(f) \quad (2-12)$$

其中 $[S_{uu}(f)]^{*2}$ 為 $S_{uu}(f)$ 對自己函數作連續兩次之褶合積分, 即 (附錄 A)

$$[S(f)]^{*2} = \int_{-\infty}^{\infty} S(f') \cdot S(f-f') df'$$

$$[S(f)]^{*3} = \int_{-\infty}^{\infty} [S(f')]^{*2} \cdot S(f-f') df'$$

一般式

$$[S(f)]^{*n} = \int_{-\infty}^{\infty} [S(f')]^{*(n-1)} \cdot S(f-f') df'$$

Borgman 又於 1972 年提出波浪作用於桿件上，節點之間作用力頻譜，假設桿件速度與加速度為零：

$$S_{F_i F_j}(f) = C_i C_j \left[\frac{8}{\pi} \sigma_{u_i} \sigma_{u_j} S_{u_i u_j}(f) + \frac{4}{3\pi} (\sigma_{u_i u_j})^{-1} (S_{u_i u_j}(f))^{*2} + \dots \right] \\ + (\sigma_{u_i} C_i k_j - \sigma_{u_j} C_j k_i) \sqrt{\frac{8}{\pi}} S_{u_i u_j}(f) + k_i k_j S_{u_i u_j}(f) \dots (2-13)$$

其中 C_i 為堆集至 i 點上之 $C = \frac{1}{2} \rho C_D D$

k_i 為堆集至 i 點上之 $k = \frac{\pi}{4} \rho C_i D^2$

σ_{u_i} 為 i 點處水質點速度之標準偏差

將 (2-13) 寫成矩陣式如下

$$[S_{FF}(f)] = \left[\sqrt{\frac{8}{\pi}} C \sigma_u \right] [S_{uu}(f)] \left[\sqrt{\frac{8}{\pi}} C \sigma_u \right] \\ + \left[\sqrt{\frac{4}{3\pi}} C / \sigma_u \right] [(S_{uu}(f))^{*2}] \left[\sqrt{\frac{4}{3\pi}} C / \sigma_u \right]$$

+..... (褶合積分高階項)

$$+ \left[\sqrt{\frac{8}{\pi}} C \sigma_u \right] [S_{uu}(f)] \left[k \right]$$

$$+ \left[\sqrt{\frac{8}{\pi}} C \sigma_u \right] [S_{uu}(f)] \left[k \right]$$

$$+ \left[k \right] [S_{uu}(f)] \left[k \right]$$

(2-14)

其中 $[k]$, $[\sqrt{\frac{4}{3\pi}} C / \sigma_u]$, $[\sqrt{\frac{8}{\pi}} C \sigma_u]$ 均為對角矩陣，其對角線上元表 k_{ii} , C_{ii} , σ_{ui} 乃堆集至第 i 個自由度上的數值，與 (2-13) 中之 k_i , C_i , σ_{ui} 同。

波力頻譜中有非線性項存在，乃由 Morison's 公式之 $u|u|$ 項所產生，波力頻譜近似方程式中 (2-) $(S_{uu})^{*3}$ 為第一項非線性質，其特性為設 S_{uu} 之峯 (peak) 在 f_0 ，則 $(S_{uu})^{*3}$ 同時於 f_0 。 $3f_0$ 有峯出現。以下非線性項為 $(S_{uu})^{*3}$, $(S_{uu})^{*7}$ 其非線性項表徵乃於 f_0 , $3f_0$, $5f_0$, $7f_0$ ，依次有峯。此為 $(S_{uu})^{*3}$ 同時於 f_0 , $3f_0$, $5f_0$, $7f_0$ ，依次有峯。此波力頻譜中存在之非線性峯群對線性結構之頻率反應之影響實不容忽視。

三、海域平台結構系統模擬[13][15]

3-1 結構座標系統

結構所處的座標系統為 $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ ，而入射波座標系統為 (x, y, z) 如圖 3-1 所示，與 \bar{x} 軸夾角為 θ ，因在入射波方向與水深 y 方向才有波力作用，因此選擇入射波正向為 x 軸，對任何方向入射波所以結構座標系統需水平旋轉一 θ 角分析方面較為簡便。令旋轉矩陣為 $[\bar{R}]$ ：

$$\begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} c & 0 & -s \\ 0 & 1 & 0 \\ s & 0 & c \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \\ \bar{z} \end{Bmatrix}$$

$$= [\bar{R}] \begin{Bmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \\ \bar{z} \end{Bmatrix} \quad \dots\dots (3-1)$$

$$C = \cos \theta, S = \sin \theta$$

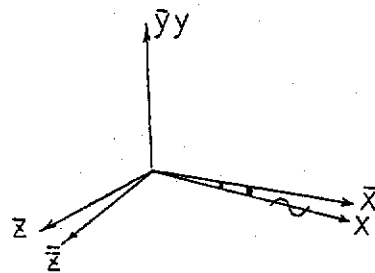


圖 3-1 結構與入射波座標系統

在本文所採用之質量矩陣為集中於節點上之集中質量矩陣 (lumped mass matrix)，質量包括結構本身質量，結構管件內水質量與水對於結構之附加質量 (added mass) 等均為頻率之函數，為便於比較非線性項之作用在本文中暫設其不受頻率影響。

結構上每個節點有 x, y, z 方向位移與旋轉共 6 個自由度，一般結構中旋轉所影響的反應比起位移所影響之反應甚微，因此在本文只取位移自由度，每個節點已簡化為 3 個自由度。同時

所討論之結構也僅以假設結構為線彈性體，應用有限元素法組合成大域勁度矩陣之後，因本身勁度矩陣存在有對稱與帶寬的特性，於本文程式之寫作採用變帶寬的儲存方法，可省下相當的記憶空間。

阻尼矩陣必須由實際結構測試才能知道，且為頻率之函數，在沒有可尋之資料時，可暫先假設一適當值計算。

3-2 特徵值、特徵向量與非偶合(uncoupled)運動方程式對於一個幾自由度之運動方程式

$$[M]\{\ddot{X}\} + [C]\{\dot{X}\} + [K]\{X\} = \{P\} \quad \dots\dots\dots (3-5)$$

其中 $[M]$ ：集中質量矩陣

$[C]$ ：阻尼矩陣（包括結構阻尼與水和結構間之阻尼）

$[K]$ ：勁度矩陣

$\{P\}$ ：節點作用力向量

求特徵值時，解 $[K] - \omega^2[M] = \{0\} \quad \dots\dots\dots (3-6)$

取前 m 個特徵對 (eigen pair) $(\omega_i^2, \{\phi\}_i)$ ， $i = 1, \dots, m$

並組合成模態矩陣 (modal matrix) $[\phi]_{n \times m}$

設廣義座標 $\{Y\}$ 滿足

$$\{X\}_{n \times 1} = [\phi]_{n \times m} \{Y\}_{m \times 1} \quad \dots\dots\dots (3-7)$$

則

$$[M][\phi]\{\ddot{Y}\} + [C][\phi]\{\dot{Y}\} + [K][\phi]\{Y\} = \{P\} \quad \dots\dots\dots (3-8)$$

在模態間俱有正交性及正比阻尼之設定下，(3-8)

可寫成

$$[M^*]\{\ddot{Y}\} + [C^*]\{\dot{Y}\} + [K^*]\{Y\} = \{P^*\} \quad \dots\dots\dots (3-9)$$

式中 $[M^*] = [\phi]^T [M] [\phi]$ 稱之廣義質量矩陣

$[K^*] = [\phi]^T [K] [\phi]$	稱之廣義勁度矩陣
$\{P^*\} = [\phi]^T \{P\}$	稱之廣義勁度矩陣
$[C^*] = [\phi]^T [C] [\phi]$	稱之廣義作用力
	稱之廣義阻尼矩陣

，一般無法成爲一個對角矩陣，在正比阻尼
 假設下可爲一對角矩陣。

(3 - 9) 式爲一互不關聯之運動方式，可各別獨立解
 之

即

$$M_i^* \ddot{Y}_i + C_i^* \dot{Y}_i + K_i^* Y_i = P_i^*, \quad i = 1 \dots m$$

..... (3 - 10)⁴

或

$$\ddot{Y}_i + 2\xi_i \omega_i \dot{Y}_i + \omega_i^2 Y_i = P_i^*/M_i^*$$

四、結構之頻率反應解

4-1 廣義作用力頻譜

廣義作用力

設作用力與廣義作用力為零平均高斯穩定過程，則廣義作用力之相關函數 $R_{P_i P_j}^*$ 可導出如下：

$$\begin{aligned} R_{P_i P_j}^*(\tau) &\equiv E[P_i^*(t) \cdot P_j^*(t + \tau)] \\ &= E[\{\phi\}_i^T \{P\} \cdot \{P(t + \tau)\}^T \{\phi\}_j] \\ &= \{\phi\}_i^T E[\{P(t)\} \cdot \{P(t + \tau)\}^T] \{\phi\}_j \\ &\equiv \{\phi\}_i^T \cdot [R_{PP}(\tau)] \cdot \{\phi\}_j \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (4-1)$$

因此

$$[R_{P_i P_j}^*(\tau)] = [\phi]^T [R_{PP}(\tau)] [\phi] \quad \dots\dots\dots (4-2)$$

$[R_{P_i P_j}^*(\tau)]$ 及 $[R_{PP}(\tau)]$ 各為廣義作用力及作用力之相關函數矩陣。

對 (4-2) 取 Fourier 轉換得廣義作用力頻譜，與作用力頻譜之關係式

$$[S_{P_i P_j}^*(f)] = [\phi]^T [S_{PP}(f)] [\phi] \quad \dots\dots\dots (4-3)$$

4-2 反應頻譜

對於結構之反應 $\{x\}$ 可用下式表示

$$\{X(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} [h(\tau)] \{P(t - \tau)\} d\tau \quad \dots\dots\dots (4-4)$$

$[h(\tau)]$ 爲脈衝反應函數矩陣 (impulse response function matrix) 則

$$x_i(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \{h(\tau)\}_i^T \{P(t-\tau)\} d\tau$$

第 i, j 自由度間之反應相關函數 $R_{x_i x_j}(\tau)$ 在假設反應是零平均高斯穩定過程之條件下：

$$\begin{aligned} R_{x_i x_j}(\tau) &\equiv E \int_{-\infty}^{\infty} \{h(\eta)\}_i^T \{P(t-\eta)\} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \{h(\xi)\}_j^T \cdot \{P(t+\tau-\xi)\} d\xi \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \{h(\eta)\}_i^T E[\{P(t-\eta)\} \cdot \{P(t+\tau-\xi)\}^T] \{h(\xi)\}_j d\eta d\xi \\ &\equiv \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \{h(\eta)\}_i^T [R_{PP}(\tau-\xi+\eta)] \{h(\xi)\}_j d\eta d\xi \quad \dots\dots (4-5) \end{aligned}$$

因此反應之相關函數矩陣爲

$$[R_{xx}(\tau)] = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [h(\eta)]^T [R_{PP}(\tau-\xi+\eta)] [h(\xi)] d\eta d\xi \quad \dots\dots (4-6)$$

對 (4-6) 取 Fourier 轉換得反應頻譜 $S_{xx}(\omega)$

$$\begin{aligned} [S_{xx}(\omega)] &= \int_{-\infty}^{\infty} [R_{xx}(\tau)] \cdot e^{-i\omega\tau} d\tau \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [h(\eta)]^T [R_{PP}(\tau-\xi+\eta)] [h(\xi)] e^{-i\omega\tau} d\eta d\xi d\tau \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [h(\eta)]^T [R_{PP}(\theta)] [h(\xi)] e^{+i\omega\tau} \cdot e^{-i\omega\xi} \cdot e^{-i\omega\theta} d\eta d\xi d\theta \\ &= [H(-\omega)] \cdot [S_{PP}(\omega)] [H(\omega)] \\ &= [H(\omega)]^* [S_{PP}(\omega)] [H(\omega)] \quad \dots\dots (4-7) \end{aligned}$$

其中 $[H(\omega)]$ 爲對 $[h(\tau)]$ 之 Fourier 轉換，稱之轉換函數 (transfer function)。

所以反應頻譜爲

$$[S_{xx}(\omega)] = [H(\omega)]^* [S_{pp}(\omega)] [H(\omega)]$$

同樣的於廣義座標上之反應頻譜，亦可由上述步驟求得

$$[S_{yy}(\omega)] = [H^*(\omega)]^* [S_p^{**}(\omega)] [H^*(\omega)] \quad \dots\dots\dots (4-8)$$

其中 $[H^*(\omega)]$ 爲一對角矩陣，稱之廣義轉換函數矩陣，對角線上元素 $H_{nn}^*(\omega)$ 爲

$$H_{nn}^*(\omega) = \frac{1}{\omega_n^2 + i 2 \xi_n \omega_n \omega - \omega^2} \quad (4-9)$$

求反應頻譜時，應先求得廣義作用力頻譜 $S_p^{**}(\omega)$ 後再求出廣義反應頻譜 $S_{yy}(\omega)$ ，再經模態座標的轉換求出反應頻譜。

設反應與廣義反應均爲一零平均高斯穩定過程，則反應相關函數可表之爲：

$$\begin{aligned} [R_{xx}(\tau)] &= E[\{X(t)\} \cdot \{X(t+\tau)\}^T] \\ &= E[\{\phi\} \{Y(t)\} \cdot \{Y(t+\tau)\}^T \{\phi\}^T] \\ &= \{\phi\} \cdot E[\{Y(t)\} \cdot \{Y(t+\tau)\}^T] \cdot \{\phi\}^T \\ &= \{\phi\} \cdot [R_{yy}(\tau)] \cdot \{\phi\}^T \quad \dots\dots\dots (4-10) \end{aligned}$$

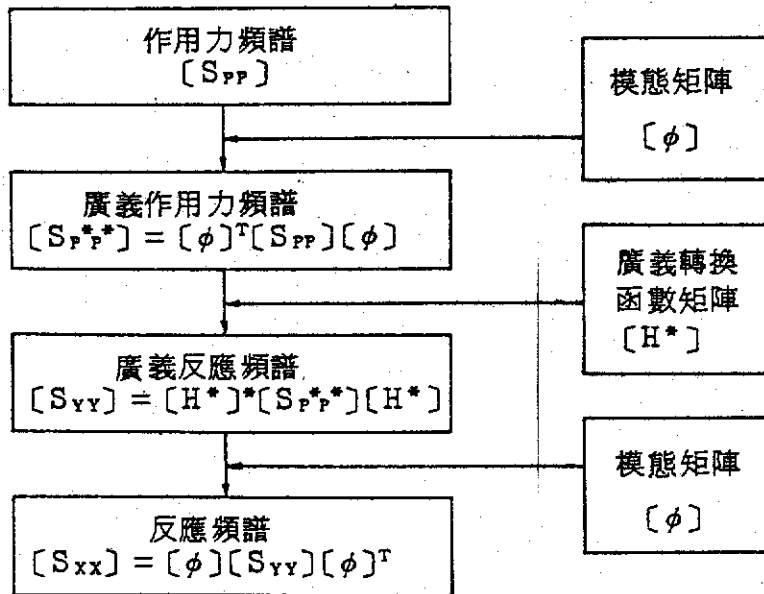
對上式等式兩邊同時取 Fourier 轉換，則得反應頻譜如下：

$$[S_{xx}(\omega)] = \{\phi\} [S_{yy}(\omega)] \{\phi\}^T \quad \dots\dots\dots (4-11)$$

綜合本章所之步驟，由作用力頻譜求得結構之反應頻譜，以圖示流程如下：

頻 譜：

計算因子



五、範例計算與討論

爲做比較研究，本文建立兩套電腦程式來分別計算波浪作用力與結構反應頻，其途徑如下：

<一>時域：由模擬海況，求出波浪作用於結構之速度、加速度與波力之時間歷史。

<二>頻率域：直接由波譜計算出波浪之速度頻譜，作用力頻譜再求得結構之反應頻譜。

將時域計算之結果經 Fourier 轉換至頻率域，再與頻率域計算之結果作一比較研究，並繪圖以了解個中之異同。

例一、單一直立於海域之管件

結構與海域資料：

管件長度： $15.24^m \times 6$

外徑： 0.381^m

水深 d ： 76.2^m

鋼管密度 ρ_s ： $7800 \text{ kg}/m^3$

海水密度 ρ_w ： $1025 \text{ kg}/m^3$

楊氏係數 E ： $2 \times 10^5 \text{ MPa}$

阻尼比 ξ ： 0.03

海況條件：選擇與台灣海峽較相似之波譜 JONSWAP

波譜

$$f_{1/3} = 0.0741 \text{ Hz}$$

$$H_{1/3} = 16.32^m$$

分析之頻率範圍： $0 \text{ Hz} \sim 1 \text{ Hz}$

時域之 C_D , C_I 本已數值化爲 N_s 之函數，爲能使時域與頻率域之結果作比較，在本例中取常數 $C_D = 1.0$, $C_I = 2.0$ 。

計算次序及依據：

1 時域散漫波波譜之不等間隔分割並不適於本文之分析，因此模擬海況之波譜分割，以不等間隔分割之最小間距爲單位，全域採等間隔分割至 1 Hz 。

2 時域分析：求波浪沿 x , y 方向的速度、加速度與作用力之時間歷史，因分析頻率 $f_{max} = 1 \text{ Hz}$, 所以 $\Delta t = 1 / (2 \cdot f_{max}) = 0.5 \text{ sec}$ 即可，歷時長 $T = 0.5 \times 512 = 256 \text{ sec}$ 。

3 頻率域分析：

< 1 > 波浪速度頻譜。

< 2 > 波力頻譜：包括線性化波力頻譜與考慮第一項非線性項之波力頻譜。

< 3 > 結構之反應頻譜： a. 管件厚度 15 mm ：波力採線性與非線性頻譜。 b. 管件厚度 20 mm ：波力爲非線性。

結構頻率反應採用振態疊加 (node superposition) 於第 4 振態，反應之 RMS (Root Mean Square) 差收斂至 0.1 % 爲止。

4 接近水面處採取不同節點數目，比較節點 2 之 x 向水平位移反應，確知適當之區劃與反應之收斂度的關係。

結果討論：

1 時域散漫波之波譜不等間隔分割，在此情況，0 Hz 至 $0.3 f_{1/3}$ 處無成份波， $0.3 f_{1/3}$ 至約 0.2 Hz 處間隔爲 $0.1 f_{1/3}$ ，0.2 Hz 至 0.6 Hz 間隔爲 $0.5 f_{1/3}$ 。所模擬之波浪圖，除水表面節點 (

node 2) 波浪有些變化，餘並無多大之差異，但經 Fourier 轉換至頻率域發現，於 0.2Hz 至 0.6Hz 之頻譜上下起伏劇烈，且於 0.6Hz 至 1Hz 無能量分佈。蓋於波譜之分割時，取 $0.5 f^{1/3}$ 為間隔對於 $0.1 f^{1/3}$ 為間隔，頻寬增至 5 倍，並不能同時視為窄頻 (narrow band)，以致發生此現象，且於 0.6Hz 至 1Hz 無能量分佈，這與波譜之分割結果相吻合，為避免此現象的再發生，於本文中一律改採等間隔分割，以不等間隔分割之最小間隔為分割間隔，亦即 $0.1 f^{1/3}$ 為單位，範圍延至 1Hz。

2. 波浪速度頻譜：由時域之結果，轉換成頻率域之頻譜與頻率域所計算之速度頻譜圖，從圖中可看出兩種結果幾乎完全相合，其間 RMS 差僅 1%。唯時域之結果的頻譜不如頻率域之結果平滑。
3. 波浪加速度頻譜圖，是將頻率域之速度頻譜乘以 ω^2 ，與時域之結果，轉換成頻譜後比較之結果，就整個趨勢而言尚稱吻合，但於峯值附近有能量損失，且於頻譜表面更顯出局部雜訊 (local noise)，使圖形不平滑、究此原因，可能在時域之加速度是由速度直接計算所得，因此有能量損失，而其局部雜訊是由於時域之時間函數在其表面已有上下起伏的變化導致加速度之 RMS 差為 2% 至 9%。
4. 波力頻譜圖，乃涉及對波力堆集於節點處之處理而不同，尤其於海平面處之節點 (node 2)，因時域慮及波浪上下水位面之效果，因此頻率域之結果相差較多，各節點上之頻譜，時域之結果在峯處都略小些，於節點 3 處第一非線性項 $f \approx 3 f^{1/3} = 0.222\text{Hz}$ ，波力已明顯出現，與時域之圖形趨勢相同，以下各

節點第一非線性項與時域之結果幾乎已完全吻合，其RMS 的差由水面點+ 25 %至底面- 25 %變化。

5. 在頻率域只考慮線性與考慮非線性之波力頻譜圖明顯看出，線性波之頻譜於 $f = 0$ 處幾乎為 0，而非線性於 $f = 0$ 處有相當的值，此乃褶合積分所致，於 $3 f_{1/3}$ 處 (0.222Hz) 有第二峯出現，此為第一非線性項，其 RMS 的差僅 6 %雖是微量的差距，但其能量完全分佈於 $3 f_{1/3}$ 處前後，於 $f_{1/3}$ 處幾乎沒有能量分佈到，此現象對於將來結構之反應有很深的影響。
6. 就線性力與非線性力頻譜，對結構管件厚度 $t = 15 \text{ mm}$ 結構之反應頻譜圖，看出，於 $f_{1/3} = 0.741 \text{ Hz}$ 處兩者並無差異，於結構自然振頻 $f_1 = 0.28 \text{ Hz}$ 處，兩者相差兩倍，頻譜之RMS 差達 20 %，其差量於 f_1 處已佔去大部份。
7. 比較不同管件厚度① $t = 15 \text{ mm}$ 、② $t = 20 \text{ mm}$ 之影響，因其自然振頻不同，波力同為非線性波力。結構之自然振頻僅微小之差異 (① $f_1 = 0.280 \text{ Hz}$ ，② $f_1 = 0.298 \text{ Hz}$) 但反應頻譜，兩者於 $f_{1/3}$ 處差約 $1/3$ 左右，而於兩者振頻處，兩者峯值差則為 $1/2$ ，RMS 差則有 25 %，可知自然振頻之大小可關係着反應頻譜甚鉅，亦即結構動力放大倍率之作用使然。
8. 波浪之速度、加速度與作用於結構上之波力的 RMS 值列成圖表。
9. 因波浪之運動由水面呈指數迅速遞減至海底，因此在接近水面處，垂直的節點間距應較小些。節點配置如太過於粗糙，則使結構之反應誤差甚大。一般的構桿長度區劃以垂直方向的區劃較為重要，於散漫波之特徵波頻所對應之波長 $\lambda_{1/3}$ 為主，在水表面至 $d/4$ 處構桿長度為 $\lambda_{1/3}/80$ ， $d/2$ 至海底為 $\lambda_{1/3}/$

20 即可。

例二、美國布朗及陸特公司所設計，在加州沿海之海域平台結構
結構各管件之尺寸列表

水 深 d : 400 呎

鋼管密度 ρ_s : 7800 kg/m³

海水密度 ρ_w : 1025 kg/m³

楊氏係數 E : 2×10^5 MPa

阻 尼 比 ξ : 0.03

C_D 採 0.7 C_I 採 2.0

假設結構底部固定於海床上

海況條件：

選擇 P—M 波譜

$$f_{1/3} = 0.0741 \text{ Hz}, H_{1/3} = 40 \text{ ft} = 12.192 \text{ m}$$

分析範圍 0 ~ 1 Hz

計算結果因資料甚多，僅列出部份節點之有關資料：

1. 時域的結果，結構節點處之波浪的速度、加速度，與作用於結構節點之波力。
2. 此結構假設平台之質量為堆集至平台節點 (node 1, 2, 3) 之質量的40倍，自然振頻列表，振動模態以圖表示。
3. 將時域之結果，經 Fourier 轉換成頻譜與頻率域之結果，並繪圖比較研究。
4. 結構之反應頻譜圖，反應於第 7 振態，反應之 RMS 差收斂至 0.1%。

結果討論：

1. 波浪速度於時域與頻率域之結果兩者 RMS 差在 2% 以下，圖

形完全吻合。

2 波浪加速度頻譜圖中，頻率域之結果於峯值比時域結果大，且於頻譜表面沒那麼平滑， x ， y 向之 RMS 差皆從水面之 5.5 % 依次變化至海底的 10 %。

3 波力頻譜圖中可看出，時域之第二峯，亦即頻率域之第一項非線性項，圖形趨勢相合，兩者 RMS 差 x 向由水面至海底由 20 % 依次遞增至 10 %， Y 向則由 -22 % 漸增至 -6 % 再遞減為 -30 %，此與波力堆集至節點上的方法有很大關係，雖 Y 向愈深處其 RMS 差達 30 %，但其影響量並不大。

4 結構之反應：此結構屬左右對稱，於同一層之節點反應值相差不多，因此就以中間一柱之節點列出其反應值，反應的主要能量分佈於波浪主頻 $f \frac{1}{3}$ 處，結構第一自然振頻處（ $f_1 = 0.514$ Hz），其反應之能量沒多大影響。

六、綜合討論

1. 由兩個例中可看出，兩種分析法的結果，其速度頻譜之 RMS 甚為接近，圖形亦吻合。加速度頻譜之 RMS 差亦在10%以內且趨勢亦相同，但時域之頻譜於峯值附近較低，表面也沒頻率域之結果平滑。
2. 波力頻譜於兩種分析之結果相差較大，最主要的原因為堆集至節點處的方法不同所導致。因速度、加速度屬於一種位置量，因此兩者相差就少些，於頻率域波力之堆集方法是值得深入探討的問題。兩者於第一非線項大致部相合。
3. 本文僅求出波力頻譜之第一項非線項，以下存在有無窮的非線性質，是不容忽視的，尤其各非線性項之峯值都發生在波浪主頻 $f_{1/3}$ 的奇數倍上，對於結構的反應，如其自然振頻落於其峯值上，結構反應頻譜將有重大的影響，對於結構設計者於設計當初即應了解該海域之波浪主頻，爾後避開那些位置。
4. 於例一中第一自然振頻 ($f_1 = 0.28 \text{ Hz}$) 對於反應頻譜影響甚大。而於例二中第一自然振頻 ($f_1 = 0.514 \text{ Hz}$) 對反應頻譜幾乎毫無影響，能量分佈與波力第一非線性項影響相當，此乃自然振頻遠離波浪主頻。在此假設平台之質量，如實際之質量可能大於假設，那自然振頻會比 0.514 Hz 低，而反應會大許多。
5. 頻率域上運算比時域上之運算便利、簡捷。對線性的轉換不虞能量之損失，非線性的轉換把握住轉換函數亦不會使頻譜變形太多，能量亦不會損失。觀察時域之波力頻譜，第一非線性項以下高階的非線性項能量所佔能量比重甚微，對於本文所模擬

計算出之波力第一非線性項頻譜已是不錯之近似解。

附錄 A 褶合精分之特性

設褶合積分如下式

$$S_3(f) = \int_{-\infty}^{\infty} S_2(f' - f) \cdot S_1(f') df' \quad \dots\dots\dots (A-1)$$

則

$$\begin{aligned} S_3(-f) &= \int_{-\infty}^{\infty} S_2(f' + f) \cdot S_1(f') df' \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} S_2(-\bar{f} + f) \cdot S_1(-\bar{f}) d\bar{f} \quad \dots\dots\dots (A-2) \end{aligned}$$

因本文之被積分函數 S_1 , S_2 , 可能存在只對稱與反對稱於 $f = 0$, 茲就此特殊情況討論如下 :

$$\begin{aligned} <1> \quad S_2(f) = S_2(-f) , S_1(f) = S_1(-f) \\ \text{或} \quad S_2(f) = -S_2(-f) , S_1(f) = -S_1(-f) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (A-2) &= \int_{-\infty}^{\infty} S_2(\bar{f} - f) \cdot S_1(\bar{f}) d\bar{f} \\ &= S_3(f) \quad \dots\dots\dots (A-3) \end{aligned}$$

被積分函數皆為對稱或反對稱於 $f = 0$, 則積分結果之函數亦對稱於 $f = 0$ 。

$$\begin{aligned} <2> \quad S_2(f) = S_2(-f) , S_1(f) = -S_1(-f) \\ \text{或} \quad S_2(f) = -S_2(-f) , S_1(f) = S_1(-f) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (A-2) &= - \int_{-\infty}^{\infty} S_2(\bar{f} - f) \cdot S_1(\bar{f}) d\bar{f} \quad \dots\dots\dots (A-4) \\ &= -S_3(f) \end{aligned}$$

被積分函數，一爲對稱，一爲對稱於 $f = 0$ ，則積分結果出來之函數爲反對稱於 $f = 0$ 。

在本文之褶合積分爲連續兩次或偶次的積分：

$$1^\circ, S_3 = S^{*2}, S_1 = S_2 = S$$

$$2^\circ, S_3 = S^{*3}, S_1 = S^{*2}, S_2 = S$$

針對本文狀況探討此積分結果之特性如下：

< a > 頻譜函數之實數部份 (Real Part) 爲一對稱於 $f = 0$ ，且於 $\pm f_0$ 有峯 (Peak)。

1°， S^{*2} 爲對稱於 $f = 0$ ，於 $f = 0$ 有主峯， $\pm 2 f_0$ 有次峯。

2°， S^{*2} 爲對稱於 $f = 0$ ，於 $f = f_0$ 有主峯， $\pm 3 f_0$ 有次峯。

< b > 頻譜函數之虛數部份 (Imaginary part) 爲一反對稱於 $f = 0$ ，於 $\pm f_0$ 有正負峯。

1°， S^{*2} 爲對稱於 $f = 0$ ，於 $f = 0$ 有主峯，於 $\pm 2 f_0$ 有次峯，同時爲正峯或負峯。

2°， S^{*3} 爲反對稱於 $f = 0$ ， $f = 0$ 處 $S = 0$ ， $f = \pm f_0$ 有主正或負峯， $\pm 3 f_0$ 有次正、負峯。

對於較高階的褶合積分，可依上述之步驟觀察不難看出其積分結果之頻譜特性。圖 A — 1 爲褶合積分函數對稱於 $f = 0$ 。

附錄B Fourier 轉換步驟

1. $X_0(t_i)$ $i = 1, \dots, N$ N 為 2 的次方為宜，間距為 Δt ，不足 2 的次方者可補零或補上其他數據至 2 的次方止。

2. 加 Window 函數：使前後之數據得以連續，本文所採用之 Window 函數為 Hanning Window。

$$x_w(t_i) = x_0(t_i) \cdot W(t_i), \quad i = 1, \dots, N$$

$$\text{頻譜之放大係數 } D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W^2(t_i)$$

3. 加 N 個零值：減少假像的發生。

$$x_w(t_i) = 0, \quad i = N+1, \dots, 2N$$

4. 時域轉換至頻率域 (Fourier 轉換)

$$x_w(t_i) \xrightarrow{\text{FFT}} X(f_i)$$

$$\text{頻率域可分析之最高頻率 } f_{\max} = \frac{1}{2 \cdot \Delta t}$$

5. 自我 (Auto-) 或相交 (Cross-) 頻譜：

$$S_{XY}(f) = X^*(f) \cdot Y(f) \cdot D$$

$X^*(f)$ 為 $X(f)$ 之共軛值

6. 自我或相交頻譜密度函數 (density function)

$$\hat{S}_{XY}(f) = S_{XY}(f) / \Delta f$$

$$\Delta f = 1/T = 1/(N \cdot \Delta t)$$

7. 單邊頻譜 (one-side spectrum)：

$$G_{xy}(f) = 2 \hat{S}_{xy}(f)$$

8. 共變異數 (Covariance)： σ_{xy}^2

$$\sigma_{xy}^2 = \int_0^{\infty} G_{xy} df$$

9. 標準偏差 (standard deviation) 或均方根 (Root Mean Square) : σ_{xy}

$$\sigma_{xy} = \sqrt{\sigma_{xy}^2}$$

10. 頻譜平滑化 (Smoothing) : 消除或減低頻譜函數之局部雜訊 (Local Noise) 使頻譜平滑化。

$$\hat{G}_{xy}(f_1) = \frac{1}{2} G_{xy}(f_1) + \frac{1}{2} G_{xy}(f_2)$$

$$\hat{G}_{xy}(f_n) = \frac{1}{4} G_{xy}(f_{n-1}) + \frac{1}{2} G_{xy}(f_n) + \frac{1}{4} G_{xy}(f_{n+1}), \quad n=2, \dots, N-1$$

$$\hat{G}_{xy}(f_N) = \frac{1}{2} G_{xy}(f_{N-1}) + \frac{1}{2} G_{xy}(f_N)$$

附錄 C 頻譜之疊代

u_i : 波浪於 i 位置之物理量向量。

x_i : 與 u_i 相同物理量，結構物於 i 位置之向量。

r_i : $u_i - x_i$: 波浪相對於結構之 i 點位置物理量向量。

設 r_i 為零平均高斯穩定過程，則 r_i, r_j 之相關函數，為

$$\begin{aligned} R_{r_i r_j}(\tau) &\equiv E[r_i(t) \cdot r_j(t+\tau)] \\ &= E[(u_i(t) - x_i(t)) \cdot (u_j(t+\tau) - x_j(t+\tau))] \\ &= E[u_i(t) \cdot u_j(t+\tau)] - E[u_i(t) \cdot x_j(t+\tau)] \\ &= E[x_i(t) \cdot u_j(t+\tau)] + E[x_i(t) \cdot x_j(t+\tau)] \\ &\equiv R_{u_i u_j}(\tau) - R_{u_i x_j}(\tau) - R_{x_i u_j}(\tau) + R_{x_i x_j}(\tau) \end{aligned}$$

設 u, X 為不相關 (uncorrelated)，則 $R_{ux}(\tau), R_{xu}(\tau) = 0$

$$R_{r_i r_j}(\tau) = R_{u_i u_j}(\tau) + R_{x_i x_j}(\tau)$$

對上式取 Fourier 轉換

$$S_{r_i r_j}(f) = S_{u_i u_j}(f) + S_{x_i x_j}(f)$$

疊代步驟：

$$1 \quad S_{xx}^{(0)}(f) = 0, \quad S_{rr}^{(0)}(f) = S_{uu}^{(0)}(f)$$

$$2 \quad S_{xx}^{(1)}(f)$$

$$3 \quad S_{rr}^{(1)}(f) = S_{uu}^{(0)}(f) + S_{xx}^{(1)}(f)$$

4 回復第二步驟

在假設中吾人設 x, u 為不相關，與實際的物理現象相違背，但無法求出 S_{xu} 與 S_{ux} ，如不作上述的假設，頻譜無法疊代運算所求的力量作用只是結構於剛體的情況。 S_{xu} 與 S_{ux} 之求得有待進一步的探討研究。

美國休士頓港特介

大 綱

一、前 言.....	40
二、改建經過.....	41
三、管理與組織.....	43
四、港埠設施.....	45
(一)迴船池作業區.....	45
(二)巴伯爾作業區.....	46
(三)貿易特區.....	47
五、營運實績(1984年).....	49

一、前 言

休斯頓港 (PORT OF HOUSTON) 位於美國南部，德克薩斯州東南隅，墨西哥灣內側 (詳附圖一及附圖二)，是一個人工內陸港，有人工水道，長50英哩，寬約 2.5 英哩，水深36英呎，通達外海，曾是世界第九大吞吐港 (1977 年)，年吞吐量達 90,000,000 噸，現為全美國第三大港 (1984 年)，開港於西元 1909 年，已有79年歷史，港區係沿該人工水道之兩側區域，均已高度開發 (詳附圖三)，內陸運輸便捷，鐵路方面計有美國九大鐵路網 (詳附圖四) 中的三大鐵路公司，經由該港，公路方面則有二大州際高速公路，南北交叉於該港附近，貿易伙伴國計有 72 個國家，前十大貿易伙伴國是：墨西哥、蘇俄、日本、阿爾及利亞、巴西、西班牙、巴哈馬、英國及荷蘭 (以噸數計算)，進口貨物以石油、鋼鐵原料、有機化學原料及非金屬礦產等工業原料為主，出口貨物為谷類，石化產品、有機化學成品及肥料為大宗，港區開發都以出租方式，或為投資開發，或承租方式，大多為私營公司，港區大致可分為：迴船池作業區 (TURNING BASIN TERMINAL)，巴伯爾作業區 (BARBOURS CUT TERMINAL) 及其他作業區如私人作業區，貿易特區 (FOREIGN TRADE ZONE)、BAY PORT、BULK PLANT，等等，1984年全年裝卸量 84,700,000 噸，貨櫃裝卸量為 372,280 TEU。

二、改建經過

休斯頓港已有79年的開港歷史，至今仍能位居美國第三大港，可見該港管理當局頗具前瞻性遠見眼光，經常規劃改建其港埠設施，擴充能量。

最初該港重心放在迴船池作業區的駁船式作業，於1960年代末期，休斯頓港埠當局在該區新建碼頭設施使成最具效率的散裝貨作業區，在工程完工後已創下了下列數項記錄：

- (一)三台橋式貨櫃起重機在該作業區，自1970年以來該港貨櫃裝卸量超出 40,000 TEU／每年。
- (二)該作業區由港埠當局開發資產，50 英哩長的航行浮標，直到墨西哥灣。
- (三)目前船舶建造的尺寸巨大，前所未聞。

港埠當局有鑒於裝載量大的駁船及貨櫃船（有的已增加到 900 英呎長），將會通行休斯頓港，但其水道寬度僅 300 英呎，再因迴船池作業區業已跡近飽和，傳統性的設施已無能力提供成長中的貨櫃船舶服務上的需求，為此，休斯頓港埠當局仍將注意力轉移到巴伯爾地區，在摩根斯波印特（MORGAN'S POINT）有一 8,000 英呎長的入口，距迴船池作業區下游25英哩處，也就是在加爾維斯敦海灣（GALVESTON BAY）船舶水道入口處，設立一個新的作業區，因該處航道較直，從墨西哥洋灣（GULF OF MEXICO）兩小時的航程，在這個時代，船舶在港時間以小時計算要比以日計算來得更重要，這也關鍵性因素。

開發巴伯爾作業區為綜合航運陸運之運輸模式轉換中心（INTERMODEL TRANSFORER CENTER），是在1970年8

月5日由休斯頓港埠當局的管理委員會公佈的，當時構想是個20年的計劃，所需費用約1億美元，適合20艘以上的船舶同時作業，同時休斯頓港當時亦無子母船的服務設施，所以決定在巴伯爾作業區優先做子母船碼頭，第一期計劃先做個T型碼頭，於1971年開工，資金來源是發行一種債卷（Previous fax bond），但開工後為便於卡車迴轉道的服務方式，所以將之改為U形碼頭，這工程業已於1972年完工，且已達成預期效能，用的是船上起重機來做貨櫃裝卸工作。（1972年3月該處尚未完工時即有兩家子母船兼貨櫃的船公司，為DELTA和COMBI，選擇該處做為他們在西海灣地區作業據點，COMBI公司在1972年6月29日第一艘875英呎長的船MV／BILDERDYK輪首航巴伯爾作業區）。

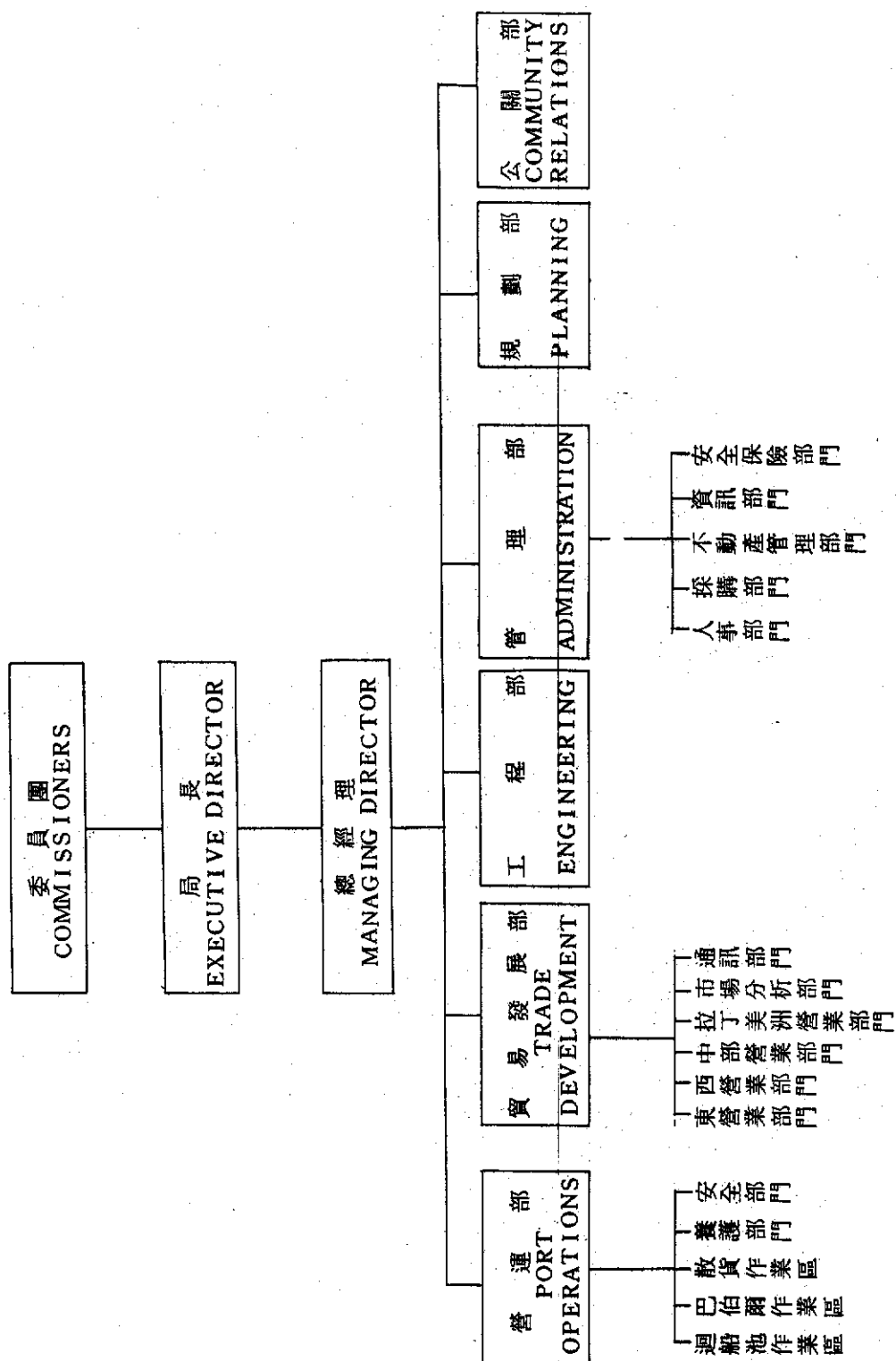
第二期工程預定建造兩個貨櫃作業場，每座碼頭長度1000英呎，作業場最佳面積為36英畝，可堆疊三層貨櫃，容量8000 TEU，但在1973年建設資金用完，該項建設計劃祇好暫時凍結，隨後的均是後續性的零星計劃，雖然如此，巴伯爾作業區也已具備了基本造形，一直延續到1978年才可說第二期計劃均已完成，後來海陸公司（SEA-LAND SERVICE）在No.2貨櫃碼頭區租下20年的長期合約，使得該港得以繼續保持發展。

三、管理與組織

休斯頓港埠管理當局負責該港港區所有公共設施之建設，管理及運作，是個獨立自主的行政實體，由 5 人委員團體負責管理工作，委員任期二年，不支薪俸，其任期起迄時間之安排，交相錯開，使每年有二人任期屆滿而重新任命，委員中有二人是以休斯頓市的名義任命另二人則以哈瑞士縣（HARRIS COUNTRY）的名義而任命（因哈瑞士縣與休斯頓港區直接相聯），委員會主席則以此二行政機構名義聯合任命。

休斯頓港埠當局，最初在 1909 年由德州立法機構，授權成立，後來經哈瑞土地區投票予以承認，稱之為「哈瑞士區休斯頓船舶航務特區」（HARRIS COUNTRY HOUSTON SHIP NAVIGATION DISTRICT），這個長名繼續保持到 1971 年為止，當時德州立法局設立獨自主的「休斯頓港務局」，並擴充其權限，增加港埠安全、消防及航務控制等職權。在休斯頓港埠當局的許多功能之中，最具責任的工作就是與輪船公司及其他使用港埠設施的公司商談租賃條件，這是建設及改善港埠設施的主要資金來源，對港埠來說，這是確保該港能繼續自我維生，並繼續現代化的改進設施，以與美國其他各大港口競爭的主要命脈。

休斯頓港埠當局主要組織架構約如次頁組織圖所示。



四、港埠設施

(一)迴船池作業區(TURNING BASIN TERMINAL)

本作業區是休斯頓港的發源地，距外港 50 英哩，水道寬 2.5 英哩，沿岸均有碇泊設施，如碼頭，通棧谷類斗升機等，每年來到休斯頓港的船舶超過 5,000 艘次，其中約有 3,000 艘次是繫泊在本作業區，是一般雜貨及散裝貨的作業中心，（其餘的船舶則靠泊在該港的特種碼頭區，如散貨中心，巴伯爾作業區，液態的管道貨靠泊於 BAY PORT 裝卸區），此外每年尚有 3,500 艘次駁船亦在本作業區裝卸貨物，這些貨物是在船上於巴伯爾作業區卸下，再拖進來，本作業區自 601 號橋以內之水深 36 英尺，共有碼頭 36 座，長度自 428 ~ 800 英尺不等，601 號橋附近有一座 1,000 英尺的碼頭正在建造（現已完工），碼頭內側有 5.6 英畝的空間，而且也特別強調地面承受力，專用於大件及重件貨物之裝卸用，此外在東工業區亦有 115 英畝區域，可作重大件貨裝卸之用，至於西工業區則有 200 英畝之面積，正在迴船池作業區北端，碼頭內側有約 30 家公司承租於此，專做進口鋼鐵原料加工，貨櫃製造及汽車製造，而這東與西兩工業區內均有專設貿易特區（FTZ）。

本裝卸作業區內，每座碼頭均有鐵路通達，有的在碼頭面，有的在後棧倉庫，有的兩處均有，倉儲空間則有 200 萬平方英尺的空間，可作長期囤儲之用。本作業區內之貨物裝卸均由私營裝卸公司經營，港埠管理當局並不參與，僅提供兩部起重機，論時出租，吊重能量分別為 75 噸與 40 噸（民間則有 100 多部，能量由 50 噸到 300 噸，參與實際裝卸作業，散貨作業在

本作業區內有谷倉一座，容量 6,000,000 BUSHEL（折合 210,000 噸），裝船能量每小時 80,000 BUSHEL（折合 2,800 噸／小時）。本區沿人工水道二旁均設有圍牆，人員車輛進出須經港警檢查哨，用以確保港區安全（與目前我國相同），消防方面，每座碼頭均有消防栓，此外尚有消防船一艘，巡邏艇兩艘，職司消防與警戒責任。

本區內附設有遊艇兩艘，各長 100 英尺，提供遊客免費遊港（惟需事先預約），每年超過四萬人次！另外尚有海員服務中心，提供海員們「家外之家」（Home — away — from — home）的服務，每年也超過 63,000 人次。

(二) 巴伯爾作業區 (BARBOURS CUT TERMINAL)

本作業區位於加爾維斯頓灣西岸 (GALVESTON BAY)，對貨櫃船來說航程近，水道深，靠泊容易，裝卸快速等條件，應為第一優先考慮要素，本作業區正具備了這些優點，由墨西哥灣進來，祇需二小時航程，水道深 英尺，五座 1000 英尺碼頭（其中一座租予海陸公司），另有二座正在規劃建造中，八部 PACECO 橋式貨櫃起重機，11 台場內起重機 (YARD CRANE) 等候着為航商做最快速的服務，這八部橋式起重機當中有四部是吊重能量 40 長噸，二部 30 長噸，卡車進出本作業區是經過一個九重道的連絡道路，其中一車道設有 60 噸地磅，每日 0800 ~ 1700 之時段內有專人指揮，引導交通。

每座貨櫃碼頭背後均有 36 英畝大之運作空間，場內機具方面，港埠當局有 9 台跨載機 (STRADDLE) 32 台貨櫃拖車，30 台車架，2 台 15T 貨櫃堆高機，專做空櫃用，在貨櫃儲放場內，貨櫃可堆疊三層高，排放 17 排，在二座公共碼頭之儲放場

內，可堆放 11,465 TEU 貨櫃，124 個冷藏貨櫃，1,500 只含車架儲放場，55,000 平方英尺的 CFS 作業區，場內貨櫃堆放之管制、提存均用電腦控制，十分便捷。

巴伯爾作業區也能提供駛上駛下服務，十萬平方英尺的通棧，鉗頭式 RO/RO 便橋一座，在便橋東側寬 52.5 英尺，可適合 450 英尺長之船型，西側寬 36 英尺，可適合任何目前海上所有的船型，有一部 82 T 的移動式起重機（MOBIL CRANE）專為 RO/RO 船型及超級重件貨物提供 24 小時的服務，駁船，子母船及工作船型（SEABEE 海蜂型船舶，泛指海域工作船），均可利用 U 型碼頭作業，這種 U 形設計的碼頭可提供卡車往返的運作，非常簡便，在巴伯爾作業區，人工水道的北岸是駁船作業區，可存放 100 條以上的駁船。至於內陸方面的鐵、公路系統，大致與迴船池作業區相同，港埠行政當局及海關均 24 小時服務，港埠率亦可機動調整，視運量而定，目前長榮公司的環球航綫及陽明公司在本作業區內均有據點。

(三) 貿易特區 (FOREIGN TRADE ZONE)

休斯頓的貿易特區簡稱 FTZ，有別於別處的 FTZ，他們的貿易特區散佈於整個休斯頓大都會區，有 36 處不相連的地方（site），這種安排有利於使用者選擇適當的處所，以配合適當的運輸模式（海運、空運、公路、鐵路等運輸模式，與特殊的公共或私有的設施，有的 FTZ 在工業區內，有的靠近迴船池作業區，有的鄰近休斯頓的國際機場，以及灣口港作業區（BAY PORT TERMINAL）等，這些 FTZ 亦隨時視實際需要，而機動增減，向華盛頓特區（WA-SHING-

TON, D.C) 的貿易特區管理委員會申請，絕大部份的FTZ均有鐵路、公路或船舶以通達全美國各地以及世界上其他地區，與海關的連線則由「綫上及時系統 (ON—LINE ,RE—AL — TIME) 的電腦資訊系統來聯繫，在FTZ內「再出口」 (REEXPORTED) 貨物可以在此儲存、加工、展示、販賣、改裝、製造、測試、檢驗，當然亦可加以改造以適應海關稅則的，這些貨物必須接受安全人員經常的巡邏檢查，除非這些貨物運出FTZ以外的地區，否則是免征關稅的 (或緩征) ，這些貨物大部份是鐵材，管狀物及棒狀物 (如油管、石油鑽探器材等) 其次是管道貨與散裝貨，目前在這36處FTZ 內計有1,624 英畝的空間，55,308 平方英尺的倉間，在1984 年間有66,142 噸貨物經由休斯頓的FTZ，1985 年約為24,685 噸，預估1986 年約可有50 % 的成長，這些FTZ 的貿易伙伴因為墨西哥、巴西、南非、荷蘭及日本集團，這FTZ的設立經華盛頓特區內的貿易特區管理委員會的研究，計有下述優點：

- 1 刺激經濟的成長
- 2 增加工作機會
- 3 增進對外貿易
- 4 提高港埠作業噸數

斯頓港這種FTZ與目前政府設立的加工出口區幾乎完全相同，是一種以免重複課稅而又方便廠商的管理方式來提升廠商對外的貿易競爭能力的做法。

五、營運實績(1984年)

休斯頓港在1984年的營運實績約可從次頁該港年報的統計資料中看出來，大致上來說以噸位來統計的貿易伙伴目前十名已如上所述，如以貿易之貨品價值來分則有相當的變動，那是日本、西德、墨西哥、荷蘭、沙烏地阿拉伯、巴西、英國、蘇俄、阿爾及利亞、義大利等十國，日本躍居第一，西德第二，墨西哥退居第三，日本與德國賺取美金情形可見一斑，出口到日本424,438,013美元，自日本進口高達2,022,755,984美元，出口到西德為306,004,927美元，進口則為1,257,168,032美元，分別為4.7倍與4.1倍之差別，由此看來美日貿易逆差短期內可能不易改善（美德亦然）。

此外，雖由本統計資料中看不出該港全部進出口總值（僅前十名而已），但仍可發現下列數項特性：

- (一)休斯頓港為進口港：因其進口總值大於出口總值，詳次頁資料。
- (二)休斯頓港為工業港：因在十大進出口貨物中僅一項農產品—谷類，其餘均為工業原料或工業產品，再因其FTZ與工業區均為該港之特色，故進口原料加工製為成品或半成品，再予出口，是為典型的工業港。
- (三)1983年是個不景氣的一年，不論在稅收，對外貿易、進出口貨等均顯示最低，這反應出一個事實，就是港埠活動對世界經濟景氣的依存相當高。
- (四)休斯頓港的貨櫃化貨物大致是成長狀態的，這也說明了該港正朝着貨櫃及子母船方向繼續在開發（巴伯爾地區）。

(五) 休斯頓港之對外貿易大致是負成長的，這也說明了該港必須繼續自求發展迫切需要的程度。

(六) 散裝貨之裝卸（進出口）在休斯頓港仍是主要項目，其裝卸噸數遠在一般雜貨與貨櫃作業噸數之上，而散裝貨當中則以非谷類為大宗（管道貨、礦砂等工業原料）。

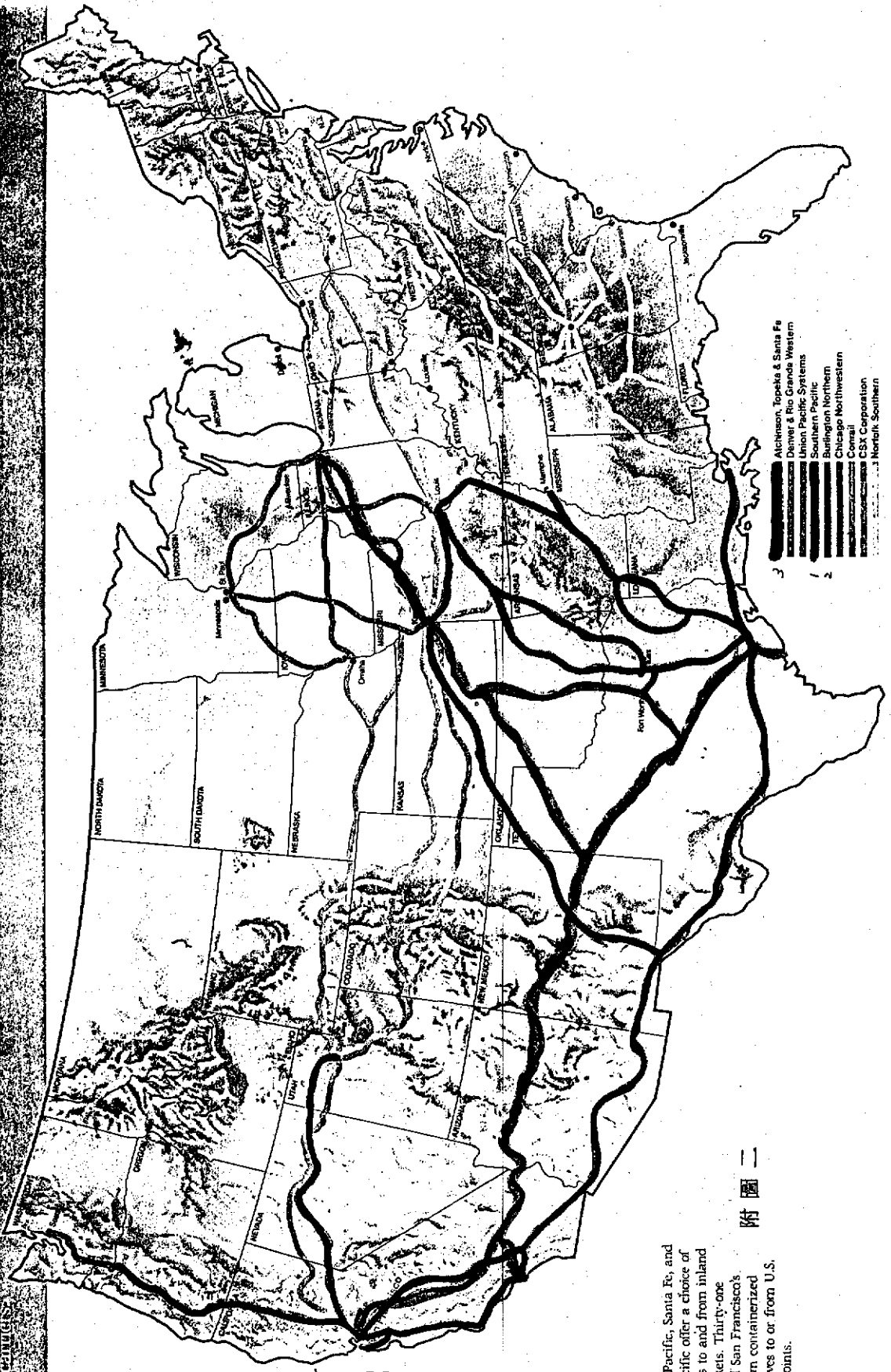
(七) 一般雜貨之業務量大致是負成長，這當然與貨櫃化程度，以及世界性經濟景氣有關，雖然經濟景氣大致在1984年回升一點，可是雜貨回升不如貨櫃化回升快，這顯示出傳統運輸與貨櫃化運輸二種截然不同的運輸模式互相消長的情形。

(八) 由(六)與(七)顯示未來航運發展趨勢是以貨櫃與散裝為主，扮演着主宰的角色！

附圖一



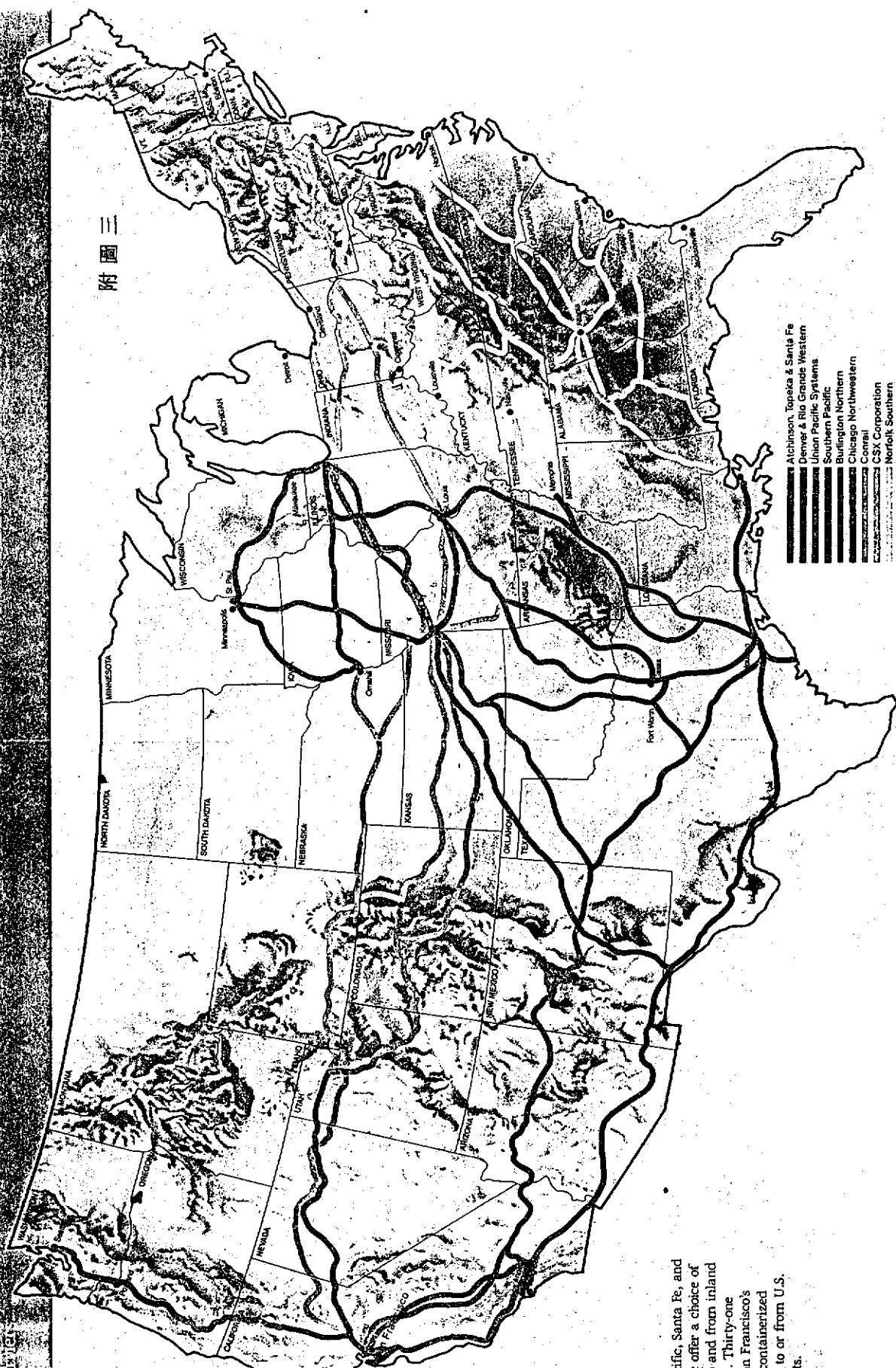
reimburse savings in Port of San Francisco
Pacific, Southern and Union Pacific and their
subsidiaries



附圖二

Pacific, Santa Fe, and
offer a choice of
to and from inland
kets. Thirty-one
of San Francisco's
im containerized
axes to or from U.S.
points.

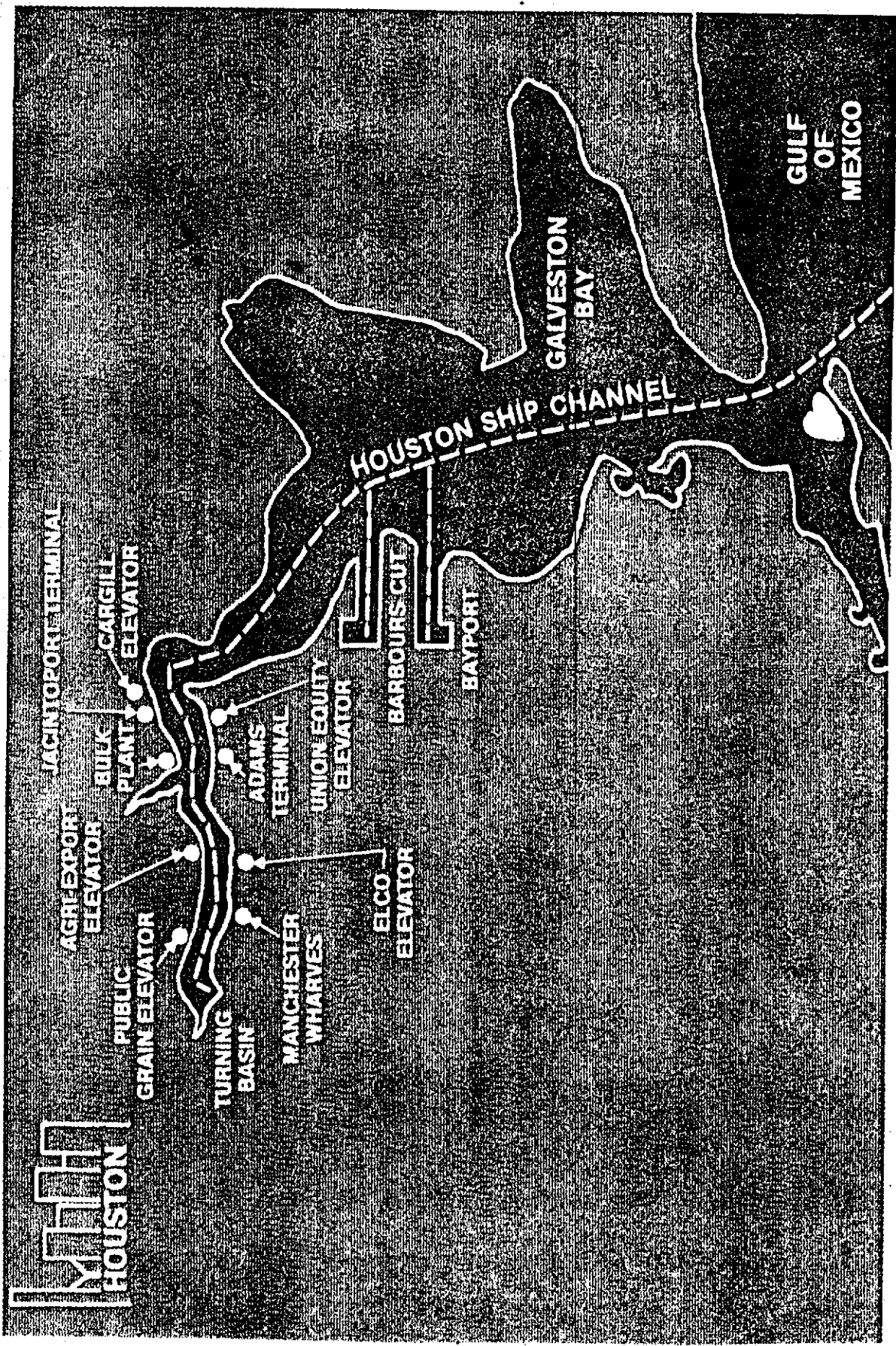
Ports serving the Port of San Francisco:
 1. San Francisco
 2. San Pedro
 3. Long Beach
 4. Los Angeles
 5. Seattle
 6. Tacoma
 7. Portland
 8. Vancouver
 9. Seattle
 10. Tacoma
 11. Portland
 12. Vancouver



附圖三

- Atchafalaya, Topinka & Santa Fe
- Denver & Rio Grande Western
- Union Pacific Systems
- Southern Pacific
- Burlington Northern
- Chicago Northwestern
- Conrail
- CSX Corporation
- Norfolk Southern

ific, Santa Fe, and
 offer a choice of
 and from inland
 Thirty-one
 in Francisco's
 containerized
 to or from U.S.
 ts.





[illegible]

附圖七

1984 PORT STATISTICS

LEADING TRADING PARTNERS COMBINED IMPORT AND EXPORT-BY-TONNAGE:

Mexico
USSR
Japan
Algeria
Brazil
Spain
Italy
Bahamas
United Kingdom
Netherlands

LEADING TRADING PARTNERS COMBINED IMPORT AND EXPORT-BY-DOLLAR VALUE:

Japan
Germany
Mexico
Netherlands
Saudi Arabia
Brazil
United Kingdom
USSR
Algeria
Italy

LEADING EXPORT TRADING PARTNERS BY TONNAGE:

USSR	4,820,688
Brazil	1,475,865
Japan	1,347,025
Spain	1,097,727
Mexico	950,156
Nigeria	876,335
Netherlands	769,723
People's Republic of China	688,352
Italy	652,117
Belgium	567,175

LEADING EXPORT TRADING PARTNERS BY DOLLAR VALUE:

Saudi Arabia	\$814,316,132
USSR	699,859,189
Netherlands	586,344,945
Japan	424,438,013
Venezuela	413,299,155
United Kingdom	397,710,229
Belgium	371,117,843
Brazil	367,369,421
People's Republic of China	363,830,386
Germany	306,004,927

LEADING EXPORT COMMODITIES BY TONNAGE:

Grains	12,733,142
Petroleum and petroleum products	3,689,018
Organic chemicals	3,036,644
Fertilizers-manufactured	1,009,773
Synthetic resins and plastic material	632,656
Inorganic chemicals	479,904
Chemical products, not specifically provided for	380,296
Animal oils and fats	379,574
Cotton and textile fibers	237,219
Machines for specific industries	162,736

LEADING EXPORT COMMODITIES BY DOLLAR VALUE:

Grain	\$1,924,894,608
Organic chemicals	1,659,329,364
Machinery for specific industries	1,307,473,646
General industry machinery and equipment	607,351,175
Petroleum and petroleum products	565,687,310
Chemical products	503,196,619
Synthetic resins and plastic materials	494,225,552
Textile fibers	349,941,106
Metalliferous ores and scrap	173,297,367

LEADING IMPORT TRADING PARTNERS BY TONNAGE:

Mexico	6,544,439
Algeria	2,660,794
Japan	1,669,684
Bahamas	1,189,902
Brazil	990,069
Italy	689,614
Spain	653,456
Germany	645,471
United Kingdom	609,482
Ecuador	530,892

LEADING IMPORT TRADING PARTNERS BY DOLLAR VALUE:

Japan	\$2,022,755,948
Germany	1,257,168,032
Mexico	1,158,009,339
Algeria	506,343,957
Brazil	446,707,456
Italy	426,501,461
France	391,196,032
United Kingdom	362,744,830
Netherlands	265,559,851
Bahamas	253,271,419

LEADING 1984 IMPORT COMMODITIES BY TONNAGE:

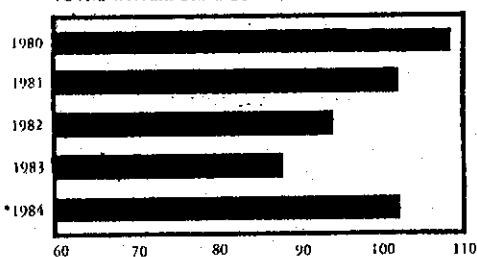
Petroleum and petroleum products	13,190,872
Iron and steel	4,190,531
Organic chemicals	1,247,370
Nonmetallic minerals-manufactured	1,247,370
Fertilizers and minerals-crude	520,640
Natural and manufactured gas	515,380
Chemical products, not specifically provided for	412,124
Sugar, sugar preparations and honey	389,493
Road vehicles	345,743
Paper, paper board and related products	182,673

LEADING IMPORT COMMODITIES BY DOLLAR VALUE:

Petroleum and petroleum products	\$2,547,018,327
Road vehicles	2,157,008,492
Iron and steel	1,690,354,676
Organic chemicals	510,478,432
Machines for specific industries	313,116,796
Chemical products	211,340,879
Coffee, cocoa, tea, and spices	204,224,650
General industry machines and equipment	204,209,854
Nonferrous metals	150,619,320
Metal articles	129,500,618

附圖八

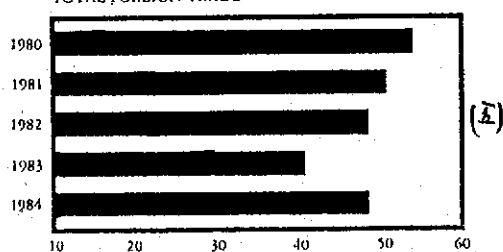
TOTAL WATERBORNE COMMERCE



IN MILLIONS OF TONS

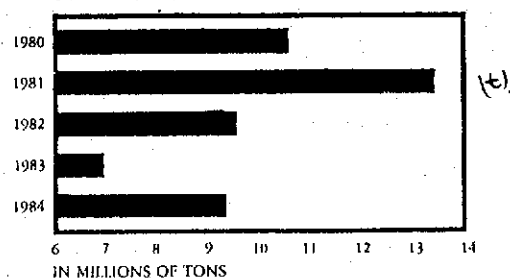
*Source U.S. Census of Engineers 1984 final estimated

TOTAL FOREIGN TRADE



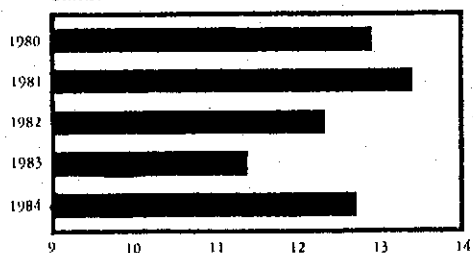
IN MILLIONS OF TONS

GENERAL CARGO



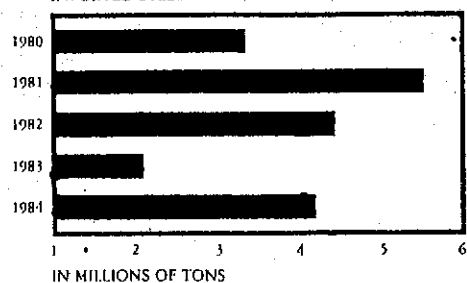
IN MILLIONS OF TONS

GRAIN



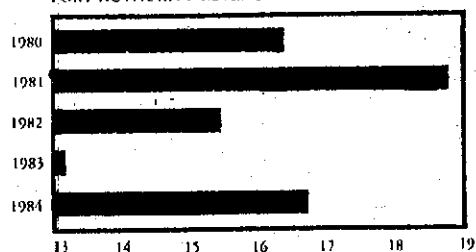
IN MILLIONS OF TONS

IMPORTED STEEL



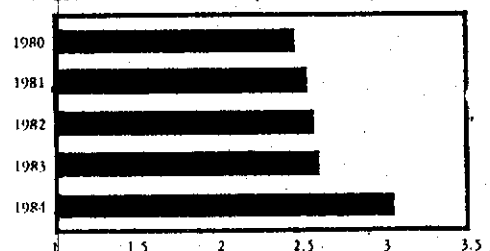
IN MILLIONS OF TONS

PORT AUTHORITY REVENUE TONNAGE



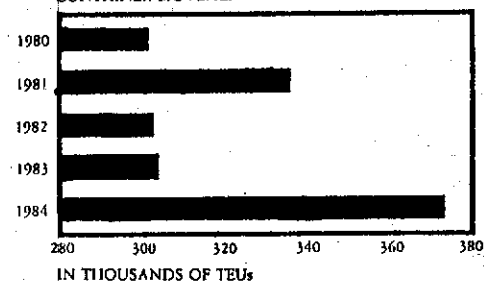
IN MILLIONS OF TONS

CONTAINERIZED CARGO (BY TONNAGE)



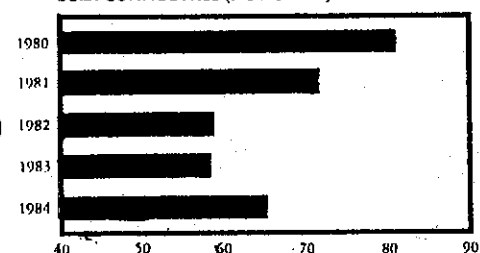
IN MILLIONS OF TONS

CONTAINER MOVEMENT



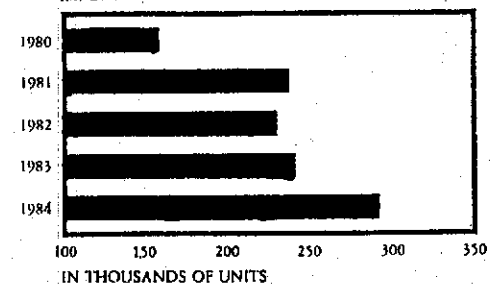
IN THOUSANDS OF TEUs

BULK COMMODITIES (NOT GRAIN)



IN MILLION OF TONS

IMPORTED AUTOS



IN THOUSANDS OF UNITS

美國奧克蘭港特介 目 錄

一、簡 介.....	60
二、管理體制及經營型態.....	60
三、交通狀況.....	61
四、主要輸入產品.....	63
五、航 行.....	63
六、輸出入裝卸量.....	64
七、碼頭設施.....	66
八、對蘭克蘭及灣區之貢獻.....	76
九、訓練計劃.....	78
十、港口發展.....	79

一、簡 介

奧克蘭港位於美國西海岸，加州舊金山灣之東岸，與舊金山隔海相對，為世界上最美麗的天然港之一，沿岸十九英哩，陸地面積五三五英畝，包括四七五英畝的貨櫃區，八十英畝的散裝雜貨區，貨櫃區內另有七二英畝的地區是用於配置傳統的駛上駛下和計劃型的貨物。有廿八個碼頭，其中十九個碼頭用於停靠貨櫃船，貨櫃雜貨組合船和駛進駛出船，有廿二台貨櫃起重機，此外尚有吊重能量很大的水上起重機及其他重物吊裝機設備可供使用，供放置雜貨和貨櫃的港區貯放面積超過 600,000 平方英尺。

自 1960 年代初期以來，貨櫃化的發展使得世界海上貿易的貨櫃船大量的增加，奧克蘭港成功的建造了大量的貨櫃船席，廣大的貨櫃貯放場並且建造巨大的岸邊貨櫃起重機來裝卸貨櫃船。世界上只有少數的港口能夠像奧克蘭港這樣的輕而易舉並且完全的貨櫃化。以貨櫃噸數，貨櫃貯放面積，貨櫃碼頭數和貨櫃起重機數而言，此港是太平洋海岸最大的貨櫃港，全美第二大貨櫃港，並且排名在世界最大的貨櫃港之中，由於奧克蘭港的高效率，高適應性及廣泛的內陸疏運服務，已使得它成為美國西部，中西部甚至更遠等區域廣大市場進出口運輸的大門，超過八五%的所有一般貨物——包括九五%的貨櫃，均在奧克蘭港裝卸。

二、管理體制及經營型態

奧克蘭港自 1854 年隨奧克蘭市成立，原為市直營之公用港埠，至 1927 年成立港埠管理委員會，始成為一獨立自主的機構，管理委員會成立時有委員五人，各任期六年，1968 年修改為

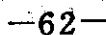
委員七人，任期四年，各委員均由市長提名，市議會通過後任命。委員會是政策的決定者，實際港務工作則由港務管理委員會聘請港務專家擔任港務局長而執行之。港務局長有權雇用職員，並以其經驗能力來爭取雇主，決定港埠發展的方針。

奧克蘭港為奧克蘭市一個獨立的區域，在財政上及其他所有事務上獲有完全自主權，港口當局以其自己的財務及營運責任以獨立商務的姿態運作著港口的有關事務，其所作決定不須獲得市政當局的校准，使得港口方面處理航線、碼頭裝卸公司、操作工人及其他各行各業以及當事人時擁有極具彈性的談判籌碼，奧克蘭港的行政管轄範圍亦包括奧克蘭國際機場及大約 6,000 英畝的商業及休閒區資源。

奧克蘭港為一個無為而治的港口，擁有其自己的港區土地、建築物、設備及設施，其碼頭與倉庫係以押租方式租給在不同形式的管理協議下營運著碼頭運作，輪航線及碼頭裝卸公司的業者。

三、交通狀況

奧克蘭是此加利福尼亞洲三條主要鐵路線：聖達輝（Santa Fe）、南太平洋（Southern Pacific）和太平洋聯盟（Union Pacific）的終點，後兩條鐵路線在靠近碼頭數百碼之內備有鐵路匝道，新近發展的火車運輸包括每週由奧克蘭開往芝加哥的雙層貨櫃車。距離碼頭數分鐘之遙有主要的南北及東區高速公路網，所有內陸運輸卡車公司均在碼頭區提供服務。儘管奧克蘭港所處理的貨物量極大，由於完善的鐵路網及高速公路網及港區廣大的停泊空間，使得貨物的疏運極少擁擠，縮短了貨物運往及運離港口的時間。（參考圖二）

11
圖圖[illegible]

四、主要輸出入產品

奧克蘭港自 1850 年代成立以來主要出口爲農產品，目前奧克蘭港已發展成爲世界上最大及最進步的一般貨物海港之一，雖然機械、化學物品、樹脂及計算機組件之出口在近八年來已扮演重要角色，但在主要出口貨物仍爲農產品，包括棉花、皮革、冷凍家畜、罐頭食品、乾燥水果及果仁，目前的進口包括鋼鐵、汽車零件、衣服、鞋子、商務機器及電視機等的消費品。

五、航 行

奧克蘭位於舊金山灣的東岸，是美國在太平洋海岸線最大的港口，海灣本身是由一連串相連的海灣及港口所組成，其中以舊金山灣，聖保羅灣和珊瑚灣爲最大，深達二九呎（8.8 公尺）的水深能使吃水較深的船隻航行至灣區內包括奧克蘭港在內的數個港口。

在金門大橋處的潮位平均值是 4.1 英呎（1.25 公尺），白天的平均值是 5.8 呎（1.77 公尺）。在最大潮位的時候海水會高達 9 英呎（2.74 公尺）。在最低潮位時，其水位高度大約低於平均水線 2.5 英呎（0.76 公尺）。

一年大約有 5,000 艘船經由金門大橋和 2,000 英呎（610 公尺）寬，50 英呎深的主航道進出舊金山灣。大貨櫃船及一般貨輪大部份駛向位於海灣東岸的奧克蘭港。

奧克蘭港是由三個主要的區域所組成，即：外港、中途港及內港。

奧克蘭外港的範圍，其北邊靠近舊金山到奧克蘭灣的大橋，

其南邊靠近第七街碼頭，奧克蘭外港的北邊靠近奧克蘭軍事基地，屬於禁地。

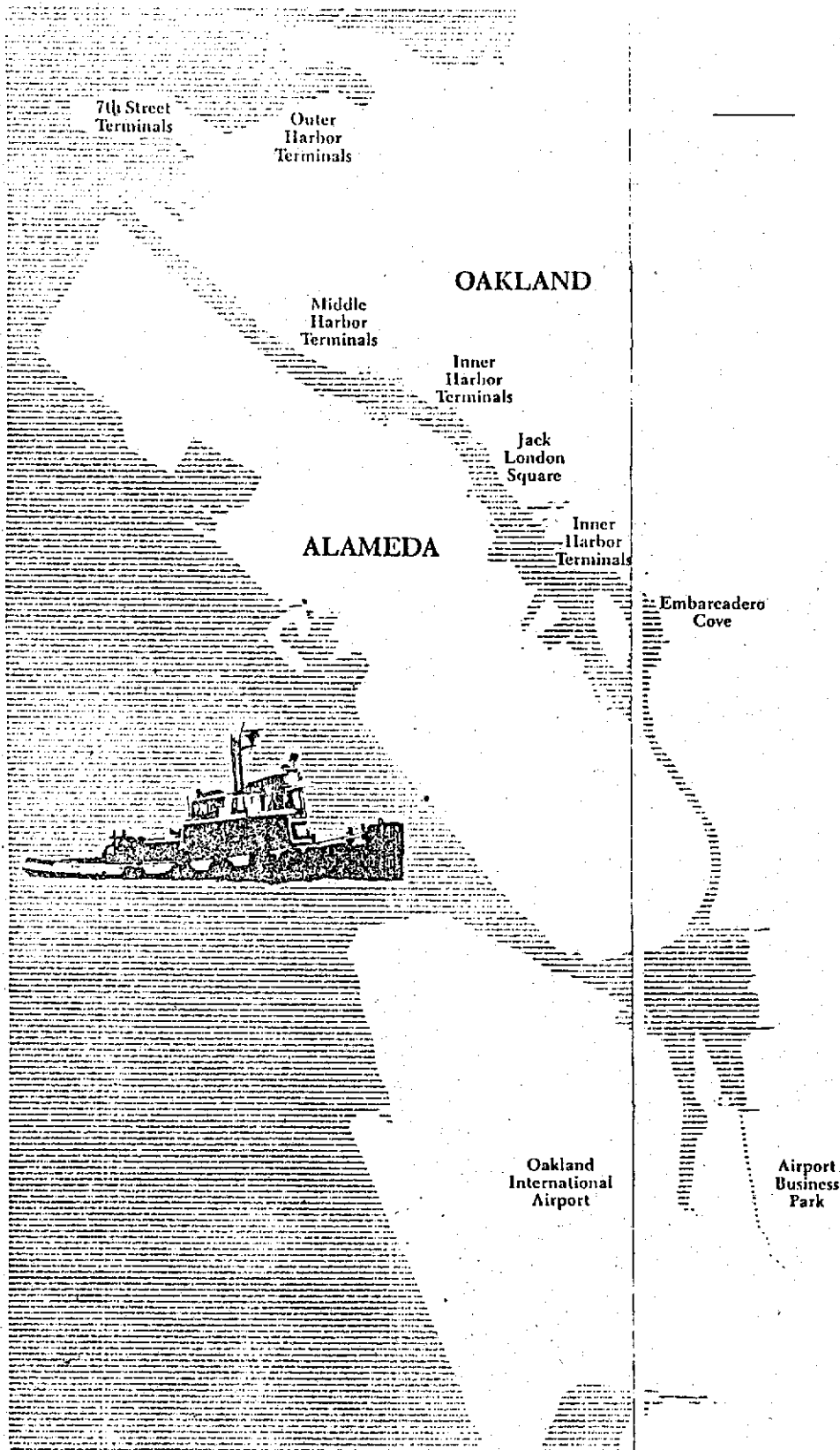
中途港的西邊界線是第七街碼頭，其中包括了海軍供應中心設施，東邊界線是美國總統航運公司碼頭。

奧克蘭內港的航道是從 HOWARD 碼頭向東延伸至滿潮航道所組成，它的位置靠近奧克蘭地區的主要都市，其北邊有城市，其南邊有 ALAMEDA 海軍航空站。第12海岸防衛隊總部位於內港南岸的 ALAMEDA 地方。在港口的東邊，人工開鑿的滿潮航道可航行至 SAN LEANDRO 海灣，由此，可經由較淺的航道通到奧克蘭國際機場。進口航道之內的內港設立有從西經 105 度 32 秒到 285 度 32 秒之間各港口的海裡里程指標，在航道南邊的東、西兩點各在標竿上用兩個紅色目標做為指標。在航道北邊的東、西兩點各在標竿上用一個紅色目標做為指標。

自外圍航道到包括奧克蘭外港在內的航道水深為 35 英尺（10.7 公尺），奧克蘭內港航道到布魯克林碼頭南側航道的水深是 35 英尺（10.7 公尺），從奧克蘭內港航道到滿潮航道的水深是 30 英尺（9 公尺）（參考圖一）。

六、輸出入裝卸量

奧克蘭扮演著日益重要的美國主要輸入港的角色，它在西元 1984 年中處理了 12,981,314 公噸的貨物，該裝卸量比 1983 年增加了 10.8%，在 1984 年的裝卸量中約有 11,376,472 公噸為貨櫃裝運的貨物。1984 年奧克蘭港的總輸入量為六百四十萬公噸，與前一年相較增加了三一%，；該年運經奧克蘭的國際運貨價值超過了七十億美元，其每噸的價值在美國西海岸所有港



口中爲最高。

七、碼頭設施

奧克蘭港口內有三個公用的貨櫃碼頭，其他的所有貨櫃碼頭均以特惠的、非獨占的方式押租供船公司使用，碼頭的押租以各種不同的方式進行，最簡單的押租方法爲依照土地價值，爲適用於承租人而設的改良設施，處理噸數及其使用頻率而訂的無息押租。

較小的航運公司想使用港區碼頭，但不希望受到長期，多年的合約所束縛，在此情況下有數種可能方式可提供採用，最普遍的方法是直接簽訂「使用」協議書，特別是使用供衆多不同使用者利用的公共貨櫃碼頭。爲獎勵航運公司使用奧克蘭港，奧克蘭港提供了北加利福尼亞各港口中獨一無二的使用協議條款：直接對所發生的關稅費用打九折，並以每英畝所輸運的稅噸爲基準（現行使用的基本噸數爲每英畝 31,000 稅噸），超出部份免付港口費用以資獎勵。

除了碇泊以外，奧克蘭港所提供的其他服務項目包括：燃油、柴油、汽油、水及大多數其他船舶補給品的供應。奧克蘭的乾船塢及修理公司擁有最高達 2,800 噸的乾船塢容量，其水底鐵路的拖曳能力高達 1,000 噸，船體及引擎的各種修理均可在此地進行。

(A)外港

(1)灣橋碼頭：

碼頭編號：10,11 及 12。

經營者：Pasha Maritime Service 公司

此 48 英畝 (19.4 公頃) 面積的碼頭為一多種功能的設施以適用於一般貨物及專案的使用，此碼頭經過修改具有導航功能以接納大船及平底貨船，並擁有一般貨物，包括鋼鐵，汽車及一般日用品運輸用的全部設備。

沿著碼頭及倉庫後方有卡車可供使用，在主碼頭附近另有數英畝的空地，十號碼頭的總面積為十英畝 (四公頃)，第十一號及第十二號碼頭的總面積為卅八英畝 (15.38 公頃)，所有碼頭總面積為 144,617 平方英尺 (13,435 平方公尺，長度為：第十號碼頭 839 英尺 (256 公尺)。第十一號碼頭 1,200 英尺 (366 公尺)，第十二號碼頭 1000 英尺 (304 公尺)，三座碼頭的總長度為 3,039 英尺 (926 公尺)，所有碼頭水深均為 35 英尺 (10.7 公尺)，第十號碼頭倉庫倉儲面積為 76,205 平方英尺 (7,079 平方公尺)，第十一號碼頭則為 11,133,500 平方英尺 (12,402.5 平方公尺)；第十號碼頭場地儲存面積為 284,968 平方英尺 (26,473.5 平方公尺)，第十一及第十二號碼頭則為 1,092,812 平方英尺 (101,522 平方公尺)。

碼頭設有貨櫃車架存放場地及冷凍貨櫃區計有 48 個電氣插座，其存儲量超過 700 只廿呎貨櫃 (一層高)，碼頭的主要服務對象包括散裝貨、貨櫃，駛上駛下及鋼鐵。

碼頭的主要使用者為大西洋航運及船舶公司、夏威夷海洋航運公司、泛洋散裝貨運公司、英國鋼鐵公司、美國速霸陸公司、Euram 公司及 Hyundai 海洋貿易公司等。

(2) 海陸公司貨櫃碼頭

碼頭編號為 8 , 9 。

經營者：海陸公司

裝卸公司：貨櫃裝卸公司

此碼頭係設計供連架貨櫃使用之貨櫃碼頭，擁有三十部貨櫃牽引車，以供貨櫃拖至碼頭及場地運輸之用，有四條進口卡車車道（其中三條備有地磅）及三條出口卡車車道可供利用。冷凍貨櫃的電氣插座安裝在 250 支樁柱上面，堆放場地可存放 35 呎及 40 呎貨櫃連架儲存，計可存放 1,800 個車架以上。另外還有一個卡車隊可供使用，此碼頭具有自軌道車直接裝載至船上的能力。

碼頭總長度為 1,355 英呎（413 公尺），所有水深均為 40 英呎（12.2 公尺），整個區域的面積為七十英畝（28.33 公頃）並區分為兩個地域：船舶用設施六十英畝（24.28 公頃）及 CFS 區 10 英畝（4.04 公頃），碼頭及護岸面積涵蓋 135,500 平方英呎（12,588 平方公尺），貨櫃集散站倉庫貯放面積為 76,189 平方英呎（7,078 平方公尺）；場地貯放面積為 2,175,975 平方英呎（202,148 平方公尺）。

碼頭擁有三台三十長噸的高架橋式起重機可供操作，其總能量噸超過 3,500 只 TEU（在車架之上）。該貨櫃設施的主要使用者為海陸服務公司及澳洲一紐西蘭貨櫃航運公司。

(3) 公共貨櫃碼頭，碼頭編號為 6 。

NOL 碼頭，碼頭編號為 5 。

經營者：美國裝卸服務公司

此貨櫃碼頭係設計用來適合貯存堆放使用，使用堆積機（從上吊起）及門式機在堆放區內收受及裝卸貨櫃，場場之間的運輸則由貨櫃牽引車擔任。

6 號碼頭有 72 個冷凍貨櫃電氣插座，5 號碼頭有 56 個 440 伏特電氣插座；5 號碼頭有 475 英呎（145 公尺）長與碼頭平行的鐵路，俾供直接傳輸及重物吊裝操作使用，其總面積為 60 英畝（24.28 公頃）。

6 號碼頭長度為 939 英呎（286 公尺），5 號碼頭長度為 900 英呎（274 公尺），總長度則為 1,839 英呎（560 公尺），6 號碼頭的北端因被吊車傳輸系統阻擋無法通行，碼頭的水深為 42 英呎（12.8 公尺）。

6 號碼頭及護岸面積為 89,205 平方英呎（8,278 平方公尺），5 號碼頭為 63,000 平方英呎（5,852.7 平方公尺），總面積則為 152,205 平方英呎（14,139.8 平方公尺），碼頭可用空地面積為 1,975,065 平方英呎（183,483.5）平方公尺。

6 號碼頭有一台 30 長噸的貨櫃橋式起重機，5 號碼頭則有兩台，各為 40 長噸的貨櫃橋式起重機，貨櫃以港口起重輸送及連架系統堆置貯放，6 號碼頭總能量超過 1,800 T E U，5 號碼頭則超過 1,300 T E U。

東方海神航運被指定優先使用五號碼頭，其他的主要碼頭使用者包括韓國造船公司，香港島嶼航運、韓進貨櫃航運、夏威夷船舶航運，貨櫃駁船服務公司，OCCI / seapac 墨西哥航運及 Mitsui osk 航運。

(4) Maersk 航運碼頭

碼頭編號 4

經營者：船舶碼頭公司

此貨櫃碼頭係設計用來供連架貨櫃使用，其容量超過1,400 TEU，一條 750 英尺（229 公尺）長且與碼頭平行的鐵路可供直接傳輸及重物吊裝使用，此碼頭大門並擁有四條四條進口車道，其中兩條車道備有地磅，此外另有兩條出口車道。其總面積為18.6英畝（753 公頃）。

碼頭長度 900 英尺（274 公尺），且碼頭／護岸涵蓋了 66,900 平方英尺（6,215 平方公尺）的面積，碼頭水深為42 英尺（12.8公尺），空地貯放面積為 594,776平方英尺（55,254.7 平方公尺）。碼頭設有一台能量為40長噸的貨櫃起重機，堆積場有 190 個冷凍貨櫃插座，Maersk 航運擁有碼頭優先使用權。

(5) Transbay 貨櫃碼頭

碼頭編號為 2，3

經營者：國際運輸服務公司（K Line 子公司）

此碼頭係設計用來適合貯存堆放使用，碼頭使用輸送車在貨櫃堆放區內收受及運交貨櫃，與吊車來往之目的運輸由堆放區貨櫃牽引車擔任。

大門包括一個卡車地磅，五條車道（三條進口車道，兩條出口車道）並有28部卡車／牽引車等候場地。總面積為 31.7 英畝（12.83 公頃），兩個碼頭的總長度為 1,015 英尺（309 公尺），水深為 37 英尺（11.28 公尺）；碼頭／護岸的涵蓋面積為 71,050 平方英尺（6,600.5 平方公尺），碼頭的空地面積為 692,500 平方英尺（64,333 平方公尺）。

碼頭設有一台能量為 40 長噸的貨櫃起重機，碼頭貨櫃堆

放貯存系統採門式起重機作業堆放場設有 170 個冷凍貨櫃插座，其總能量超過 1,500 TEU（一層高）。

此碼頭原名為奧克蘭貨櫃碼頭，K Line 於去年九月與奧克蘭港簽約優先使用 2，3 號碼頭，合約期限六年，並更名為 Transbay 貨櫃碼頭。

(B)第七街複合區

(1)第七街公共貨櫃碼頭，碼頭編號為 G，H，I，J，O。

經營者：船舶碼頭公司

此貨櫃碼頭係設計用來適合貯存堆放貨櫃使用，以使用跨載機為主要作業系統。除了全貨櫃輪以外，此碼頭尚有對散裝及貨櫃混合輪，駛上駛下。散裝貨輪或駁船提供服務的能力。此碼頭有四個大門：碼頭 G 區專用一個大門，並有兩條進口車道，兩條出口車道及一個地磅，編號 H，I，J 三座碼頭區共用兩個大門並設有六條進口車道，四條出口車道及四個卡車地磅，另外一個大門則由碼頭專用。在碼頭內有十條直接傳輸車道，可供 20 輛卡車／拖車使用，在大門外尚可停放 30 部卡車，拖車停放之車道，設施區域的總面積為 58 英畝（23.5 公頃）。

碼頭的長度如下：G 碼頭為 839 英呎（256 公尺），其中包括一段 100 英呎長的繫船柱區；H 及 I 各有 768 英呎（234 公尺），兩個接起來有 1536 英呎（468 公尺）長；J 為 862 英呎（263 公尺）長；O 為 608 英呎（185 公尺）長；五座碼頭的總長度為 3,845 英呎（1,172 公尺）。G 及 O 的水深為 35 英呎（10.7 公尺）而 H，I 及 J 的水深為 42 英呎（12.2 公尺）。

G區的可用碼頭及護岸面積為 56,232 平方英尺 (5,224 平方公尺) ; H 及 I 為 135,168 平方英尺 (12,557 平方公尺) ; J 為 75,856 平方英尺 (7,047 平方公尺) ; O 為 53,504 平方英尺 (4,970.5 平方公尺) , 總面積共 320,760 平方英尺 (29,798.6 平方公尺) 。

佔地 61,440 平方英尺 (5,707.8 平方公尺) 建築物內的貯放區可供作為倉庫或貨櫃集散站, 空地總貯放面積為 1,680,432 平方英尺 (156,112.13 平方公尺) , O 區另有 143,748 平方英尺 (13,368.6 平方公尺) 的空地貯放面積。碼頭設施包括三台能量 30 到 40 長噸的貨櫃起重機, 在堆放區內, 跨載機充分提供裝卸儲存功能。堆放區有 120 個冷凍貨櫃插座, 其儲存容量超過 3,000 TEU (一層高) , 碼頭的服務項目包括散裝貨, 貨櫃及駛上駛下船舶。

碼頭的主要使用者為藍星航運, D Amico Line & Hyhndai Merchant 船舶貨櫃服務, KS Line , 澳洲太平洋直達航運及星船航運等公司。

(2)Matson 碼頭, 編號為 D , E , F

經營者: Matson 碼頭公司

此貨櫃碼頭係設計用來適合採用跨載機作業, 堆放區則採用跨載機及連架作業方式, 另有一個單獨的車架區。堆放區設有一個地磅, 200 個冷凍貨櫃插座及三個 150 英尺長的駛上駛下船舶用可調整跳板大門包括五條進口車道, 三條出口車道, 並可視情況將進出口車道可適時變更為進口或出口以應需要, 另有四條拖車等候車道, 所有碼頭車道最高可供 30 部卡車或拖車使用, 設施區域的總面積為 64.8 英畝 (26.2 公頃) 。

兩個貨櫃碼頭的總長度為 1,500 英尺（457 公尺）；一個駛上駛下的碼頭有三個水泥繫船柱，碼頭長度為 720 英尺（219 公尺），碼頭水深均為 35 英尺（107 公尺）。

在碼頭／護岸面積方面，貨櫃碼頭涵蓋面積為 117,000 平方英尺（10,869 平方公尺）；駛上駛下碼頭為 9,240 平方英尺（858.4 平方公尺）。倉庫貯放面積為 39,815 平方英尺（3,699 平方公尺），並在碼頭上設有貨櫃集散站，空地總貯放面積達 2,500,000 平方英尺（232,250 平方公尺）。

碼頭上有三部 22 至 30 噸之貨櫃起重機三部，貨櫃堆放貯存系統為跨載機與拖車架方式併用，堆放區設有 200 個冷凍插座，其總容量超過 4,300 TEU（一層高），碼頭的主要服務對象為貨櫃及駛上駛下型船隻。

Matson 航運公司有優先使用碼頭設施的權利，其他的使用者包括韓國船運公司。NYK 航運，showa 航運及南海船運等公司。

(C)中途港

(1)美國總統航運碼頭，碼頭編號為 C，D。

經營者：美國總統航運公司

裝卸者：神鷹船舶裝卸公司

此貨櫃碼頭係以貨櫃車架連架使用方法，其進出口大門包括六條卡車車道（其中三條為進口車道）及三個卡車地磅，碼頭涵蓋面積 45 英畝（18.2 公頃），碼頭／護岸面積則為 123,500 平方英尺（11,473 平方公尺）。

碼頭總長度為 1,300 英尺（396 公尺），水深為 37 英尺（11.3 公尺），空地貯放面積 1,542,235 平方英尺（

143,273.6 平方公尺)，倉庫貯放面積則為 48,000 平方英尺（4,459.2 平方公尺）並備有 33 個卡車接駁點及 10 個直接傳輸點，每一個接駁點及傳輸點均設有甲板層。碼頭設有三台 45 長噸貨櫃起重機及 108 個冷凍插座，其總儲存量超過 2,500 個車架，碼頭的主要使用者均為特惠承租戶，包括美國總統航運，PM&O 航運，Westwood 船運等公司。

(2) 美國航運碼頭，碼頭編號為 A，B

經營者：美國航運公司

此貨櫃碼頭作業方式係以車架為主，配備的設備中包括 10 部拖車，堆放區設有 100 個冷凍貨櫃插座，其儲存容量為 2,000 輛二十呎車架。其大門包括九條卡車車道及七個卡車地磅，總面積為 40 英畝（16.2 公頃），碼頭總長度為 1,443 英尺（440 公尺），碼頭水深為 35 英尺（10.7 公尺），碼頭／護岸的涵蓋面積為 137,095 平方英尺（12,736 平方公尺），空地貯放面積為 1,029,205 平方英尺（95,613 平方公尺），配備的設備中包括了兩台能量為 45 長噸的橋式起重機。

碼頭的優先使用者為美國航運公司。

(D) 內 港

(1) Howard 碼頭，碼頭編號為 H，I，J

經營者：美國碼頭裝卸服務公司

此貨櫃碼頭貨櫃儲存方式為堆積機，堆高機或輪胎式陸上起重機堆放系統，除貨櫃船以外，此碼頭尚具有處理貨櫃或一般貨物混合船，駛上駛下船，一般貨物船或平底駁船的能力。其大門位於市場街，計有 12 條車道（大條進口車道

，兩條出口車道，兩條進口或出口可變換之車道及兩條備用於擁擠時使用的車道），四個卡車地磅及廣大的等候區。碼頭的總面積為 49 英畝（19,83 公頃）。

碼頭長度為：H 及 I 為 1,642 英呎（500 公尺）另加一段 70 英呎（21.3 公尺）長的繫船柱區；J 為 567 英呎（173 公尺），碼頭的總長度為 2,279 英呎（695 公尺）。H 及 I 的碼頭／護岸面積為 174,052 平方英呎（16,169.4 平方公尺）；J 則為 24,323 平方英呎（2,259.6 平方公尺）。H 及 I 的水深為 42 英呎（12.8 公尺）；J 則為 37 英呎（11.28 公尺）。

碼頭 J 及 I 倉庫倉儲面積為 116,000 平方英呎（10,776.4 平方公尺）；空地貯存面積為 2,134,440 平方英呎（198,290 平方公尺）。

碼頭設有兩台能量為 40 長噸的貨櫃起重機，貨櫃堆放貯存系統為堆積機及車架並用，堆放區設有 144 個冷凍插座，場地存放量超過 2,500 TEU（一層高）。

碼頭的主要服務對象包括貨櫃，散裝貨及鋼鐵，主要的使用者為 BCL 船運，歐洲太平洋服務，EAC 航運及Hoegh 航運等公司。

(2) 第九街碼頭，碼頭編號為 1, 2, 3

經營者：船舶碼頭公司

此碼頭係設計適用於散裝必需品，特別是鋼鐵／木料輸運使用的一般貨物碼頭，其對貨櫃的運輸能力相當有限。碼頭設備包括五部 100 噸的移動起重機，供貨櫃或重物吊裝及鋼鐵吊裝使用，卡車則置於沿着護岸及貯放區的邊緣以適合

鐵路運輸的運作，碼頭所涵蓋的面積爲 23.7 英畝（9.59 公頃）。碼頭 1 及 2 的長度爲 1,140 英尺（348 公尺）；碼頭 3 的長度爲 925 英尺（282 公尺）；總長度爲 2,065 英尺（630 公尺），所有碼頭的水深均爲 35 英尺（10.67 公尺）。

在碼頭／護岸面積方面，1 及 2 的總護岸面積爲 85,080 平方英尺（7,903.9 平方公尺）；3 號碼頭的總面積爲 68,504 平方英尺（6,367.7 平方公尺）。空地貯放面積爲 560,160 平方英尺，四棟建築物所提供的倉儲面積爲 250,153 平方英尺（23,239 平方公尺）。

碼頭的主要使用者包括美國總統航運散貨公司，大西洋航運船舶公司及其他各種的運輸船。

八、對蘭克蘭及灣區之貢獻

奧克蘭港是一個充滿朝氣與活力的貿易中心，其運輸網遍及世界各地。有數以百計的卡車公司，海運公司、鐵路、航空公司、商店、公司行號及旅館位在港區已開發的 6,000 英畝的土地上，對灣區的經濟構成了深遠的貢獻。

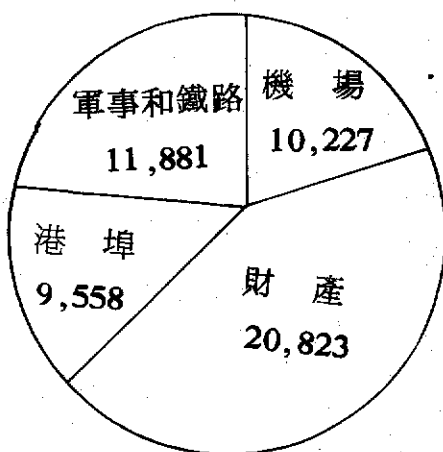
奧克蘭港對奧克蘭市經濟的衝擊，如就業、購買、稅金和其他的活動每年有 46 億美元。

奧克蘭港各類經營對奧克蘭及灣區經濟的總衝擊

	銷售所得和稅金衝擊
機場	\$ 1.26 billion
港埠	\$ 725 million
財產	\$ 1.72 billion
軍事和鐵路	\$ 912 million
總計	4.6 billion

這 46 億美元的衝擊包括奧克蘭港間接與直接雇用人員的總薪水額，一年超過 10 億美元，平均每人每年薪水 19,525 美元。

奧克蘭各類經營，直接或間接的總工作職位。



對灣區其他地方總銷售的淨貢獻是每年 12 億美元，每年對薪水和賺得工資的總貢獻是三億八千八百萬美元，灣區的銷售稅金收入大約五百七十萬美元，其中二百四十萬美元為奧克蘭所有，三百三十萬美元為灣區內其他地方所有。

每四個工作職位中就有一個與港口的活動有關：奧克蘭接近百分之四十的總工作職位與港口的商業活動有關，在奧克蘭市內約 198,000 的工作職位中約 52,489 個工作職位直接及間接的與港口的活動有關。

每四個奧克蘭市民就有一個是依賴港口的活動營生：奧克蘭市約 78,000 個工作人口，其中 21,798 個或 27.9 % 是從事於因港區商業活動所產生的工作，港的經營對奧克蘭及周圍社區的生活，提供了很具體的貢獻。

九、訓練計劃

由於世界上很多港埠對於管理上的要求以及對促進健全國際港埠工業的興趣，奧克蘭港埠提供了關於管理、操作以及維護一個現代化港埠所需的訓練計劃以及技術上的協助，由於廣大市場的需求日增，這些計劃繼續發展以迎合各種港埠訓練的需要。

目前奧克蘭港提在“在奧克蘭訓練”及“在受訓人員國家訓練”兩種情況的訓練計劃給新建和發展中的港埠，每一個計劃以擁有經驗豐富的專家和受過良好訓練的參謀為特色，在現代化的港埠作業方面具有豐富的知識，包括貨櫃處理系統的四個主要型式：跨載機、門式機，堆高機和拖車。

(一)管理訓練計劃 (Management training programs)

此計劃創始於 1977 年，用以訓練基層，中級及高階層的經理和管理人員或作業專家。課程包括演講、討論和港埠作業現場的觀察，通常課程是以英文進行，因此其他語系的參加人員須有足夠的翻譯能力，受訓人員必須由其雇用機構資助才能參加，每班次人員限制在 10 ~ 12 人以下，計劃特徵包括：一般港埠管理，港埠作業管理、港埠財政、港埠作業電子資訊的應用等。每個計劃的參加者均可收到豐富的參考資料，奧克蘭的輪船公司，碼頭裝卸經營者及鐵路服務業均參與這個計劃，並在他們各自的工作場所提供補充的訓練。自此計劃以來，已經服務了不少來自日本，韓國，墨西哥，巴拿馬、中華民國、秘魯、菲律賓等國家港口的管理者和專家，訓練的費用視參加人數及要求而定。

(二)國際港埠訓練及管理計劃 (International port training)

and management program)

此計劃是繼上述計劃辦理成功後，成立於1981年，在受訓人員國家就地施以訓練，計劃的內容適合世界各地的需要，訓練各地區港埠人員執行操作和維護的工作，訓練的對象為第一線的作業人員，中級管理者和基層人員，訓練的教材包括作業標的物的使用，自我學習，時常反饋和測驗，訓練的教材力求簡易，簡潔和清晰並且適應當地的語言；此計劃已提供墨西哥一年的訓練和協助。

(三)技術協助計劃

奧克蘭港的技術協助計劃也是很有效的，提供世界各港規劃和工程上的協助，範圍從在奧克蘭港一日的訓練到在各國一年的技術協助。奧克蘭港的工程師們檢討維護的程序並設計新的港埠設施，他們也處理很多特別的問題並且協助完成規劃，這個計劃已經對科威特和沙烏地提供過技術協助。

十、港口發展

作為貨櫃貨物處理者的先鋒，奧克蘭港計劃維持積極的作法使各碼頭更具有貿易上的魅力，除了對設施的穩定改良擴充外，奧克蘭港也進行研究俾使奧克蘭港在多變化的航運貿易中，保持新發展的領導地位。

在港口設施方面，正進行中的計劃是發展一個耗資三仟八百萬美元的新貨櫃碼頭，以處理預期將於未來增加的交通量，此占地三十英畝的新碼頭將於1988年併入營運。

在碼頭方面，以公司名稱命名並正式將現場的一部份作為處理工廠的碼頭位於第七街複合式船舶碼頭區，在發展完成之後，

第七街設施及外港區各碼頭之間將連結使成爲一段長達2.75英哩（4.43公里）不中斷的貨櫃處理伸展碼頭。此項正在雄心勃勃進行中的專業，涉及碼頭的聯結，新貨櫃起重機的設立以及第七街之一部份的重新配置，當然還有設計適用於最新貨輪及各種貨物處理系統的碼頭，計劃中此一專案要設置兩台五十噸的貨櫃起重機，當此專案與計劃中的未來外港發展相結合時，將有額外的五十英畝面積可供碼頭使用。

由於石板及預製鋼在過去數年快速成長，北加利福尼亞進口的鋼材中約有65%經由奧克蘭輸入，奧克蘭因此計劃在貨櫃設施的擴充之外，繼續改進其鋼鐵及一般貨物的處理設施。

從市場的情勢看，港口當局瞭解隨著船型的發展及各港之相互競爭，必須提高服務品質，因此，奧克蘭港的競爭對象不只是灣區內的其他港口，更包括了南加利福尼亞州，太平洋西北岸甚至於墨西哥灣及東海岸的各港口。奧克蘭港的市場策略分成四個方向：研究懸掛外國國旗之航運公司目前活動的趨勢及發展，爲其他國家的港口官員辦理訓練計劃，維持全世界各港口辦公室之間的聯絡網，以及依賴船運公司與碼頭間的長期合約。

奧克蘭港的訓練計劃截至目前爲止已訓練了約100名來自日本、中華民國、墨西哥、韓國及菲律賓的各港幹部，基於開發中國家的港口行政當局通常對懸掛該國國旗的航行船隻在決定航程中的前往港口時具有影響力，奧克蘭港認爲此訓練計劃，可能使這些國家在有任何新的航行服務前往西海岸時將會偏好選擇奧克蘭港。

與業者簽訂長程使用協議，維繫了目前在港口進行的航運業務，並提供了業務的穩定性，此類合約通常提供航運公司較低的

費率以換取多年的使用承諾，而費率的增加通常與處理噸數的增加有所關聯，目前奧克蘭港大約90%貨櫃處理量係在長程合約的涵蓋範圍之內。

多目標經營型態的新制度改變了傳統的運輸型態，航行船隻對港口的選擇通常以港口是否擁有最好的鐵路及公路銜接網以及是否能提供最有效率的內陸運輸連線作為依據，奧克蘭港在這方面極為幸運，自碼頭至腹地乃至超越腹地之外的地區均備有絕佳的運輸銜接網。

基於貨櫃船的噸數日益增大，所需要的水深也日益加深，航道的改進及維護成為港口重要課題。奧克蘭港計劃疏浚內港及外港航道自目前的 35 英尺浚深至 42 英尺（平均水線以下），並建造一個新的迴船池，以容納最新的吃水深的貨櫃船，此項計劃包含在耗資 163 億美元的 1986 年水資源法案內，此法案業已在 1986 年十月國會休會前夕經參眾兩院通過，並在 1986 年 11 月 17 日經雷根總統簽字成為法律，此計劃將在一年內動工，以保證奧克蘭港足以容納航行於海上的最大商船，並且保持良好狀況直到下一世紀。

長堤港(Port Long Beach)與長堤、洛杉磯 西元2020年計畫特介

一、簡 介

在1910年，洛杉磯碼頭(Los Angeles Dock)的一小撮經商集團及其有關公司嘗試將聖保多灣(San Pedro Bay) 接近長堤(Long Beach)地區的海岸加以整理，以供貨物運送，從此展開長堤港的建設；1911年長堤港的行政局正式成立，爾後的20年長堤港的成長很慢但確很穩定。

1931年，拜港區發現石油之賜，解決很多港區發展所需的財源；此後34年，經濟的迅速成長及港務當局有關人員的前瞻性和良好的管理制度，使得今日的長堤港成為美國西海岸的國際貿易中心。

2020計劃的第一階段正着手執行中，其中在長堤市的陸上設施包括多棟多功能塔及捷運設施；世界貿易中心的多功能塔更值得重視，包括有2,000,000ft²，南美最具選擇性的辦公處所，高級旅館，世界貿易俱樂部等；海洋大道(Ocean Boulevard)，長堤高速公路(Long Beach Freeway)等亦正在建造中；預估這些貿易中心的建造完成後，將為此地產生年稅收約\$ 2.7百萬元，及超過5,000個工作機會的勞力。

由於長期的政策引導改革貨物的裝卸設備，使得長堤港成為世界上最先進的能源港口之一。

例如G奕堤(Port's Pier G) 的裝煤設備，由於設備的修改使得煤出口量由3,000,000 \$增加為5,000,000 \$。對遠東

及歐洲地區石油焦的出口亦迅速增加中，以往年出口平均約為 3,000,000 \$。120 及 121 號碼頭的 76 呎水深足可容納滿載的 189,000 \$ 油輪進出。

長堤港的地理位置如圖 1 - 1 所示。

進出口貨物以遠東地區的 74.7 %，貨物的來源或目的分別為日本、台灣、韓國...等，如圖 1 - 2。

長堤港進出口貨排名等分別如圖 1 - 3，1 - 4，1 - 5，1 - 6 所示。

港區碼頭裝卸貨物分佈如圖 1 - 7，1 - 8 所示。

二、在太平洋沿岸足以自誇的“第一”：

1. 美國在太平洋沿岸裝卸量第一。
2. 一般雜貨裝卸量第一。
3. 美國西海岸貨櫃化裝卸量第一。
4. 轉散裝貨的裝量第一。
5. 谷類散裝貨的裝量第一。
6. 環保工作第一。
7. 最深的航道。同時為美國能源需求適時關建所需航道。
8. 第一快速、有效率的運具裝換。
9. 對當地最有價值的港口。

該港口完全自給自足—不藉助油稅或其他稅源。

(No oil reuenvs or taxfunds are insolved —
The port of Long Beach is totally seef -
supporting) 。

三、港口設施

長堤港的港口設施相當完整，包括：

- ①新近完成的兩座駛上駛下 (Roll on / Roll off) 設施，使得該港的駛上駛下設施達到三座。
- ②輸出的柳橙果實在1981年即達到第150,000,000箱，顯示該港的運輸及裝卸設施配合得宜。
- ③能提供各不同的裝卸設施以裝卸非常態貨物，如超長、起重、超大等貨物。
- ④快速的大宗散裝貨 (如谷類、豆類) 等裝卸設施，減少船舶

的滯港時間。

⑤石油類的最大進、出口港，並配備所需相關設備，如航道、油庫等。

⑥到達長堤港的一般雜貨，有72%係以貨櫃處理。

爲了解長堤港的碼頭設備情形，茲以

- 1.散裝、一般雜貨(Break bulk , General Cargos)
- 2.乾貨(Dry Bulk Cargos)
- 3.貨櫃雜貨(Containerized Cargos)
- 4.石油、液化貨(Petroleum, Liquid Bulk Cargos)

等四項來介紹碼頭的分佈，長堤全港分佈如圖3-1所示計有各類碼頭約160座，突堤有Pier 1, 2, pier A、B、C、D、E、F、G、J等10座，實際不止此數。

1.散裝、一般雜貨碼頭：(如圖3-2)

- a. A突堤第1-5號碼頭，全長889 M，水深9.14 M，主要貨物水果，冷凍貨物。
- b. A突堤6號碼頭，長度198 M，水深11M，主要裝卸新聞紙類、木材等。
- c. A突堤7號碼頭，長度224 M，水深11M，爲一開放性碼頭，主要裝卸一般雜貨。
- d. A突堤9, 10, 201號碼頭，長度610 M，水深11M，裝卸鋼製品、三夾板等。
- e. A突堤208號碼頭，長度183 M，水深12.2 M，主要卸香蕉，有卸香蕉設備，每小時能量17,000箱。
- f. D突堤34號碼頭，長度239 M，水深11M，爲一開放性碼頭，用以裝卸一般雜貨、汽車。

g. E 突堤 122 號碼頭，長度 183 M，水深 12.2 M，裝卸木材及其產品。

h. F 突堤第 204 — 207 號碼頭，長度 752 M，水深 9.8 — 11 M，裝卸鋼製品及三夾板。

i. 第一突堤 48 — 50 號碼頭，長度 548 M，水深 11 M，卸裝一般雜貨，銅製品及重貨，為開放性碼頭。

j. 第二突堤 52 — 54 號碼頭，長度 396 M，水深 11 M，裝卸新聞紙類、木材等。

k. 第 82、83 號碼頭，長度 398 M，水深 11.6 M，為一汽車碼頭，有日本豐田（Toyota）汽車公司的辦公大樓及汽車組裝工廠，並有高速公路及專用鐵路以運到美國各地。

2 乾貨碼頭：（如圖 3 — 3）

a. A 突堤 209 號碼頭，長度 168 M，水深 12.2 M，主要裝卸散裝鹽，有可移動式輸送帶系統。

b. A 突堤 210, 211 號碼頭，長度 335.3 M，水深 13.7 M，裝卸谷類、麥類、豆類，其特殊設備有：

① 軌式吸收設備：容量 40,000 bushels/hr.

② 卡車式吸收設備：容量 12,000 bushels/hr.

③ 箱型車吸收設備：容量 25,000 bushels/hr.

④ 轉船設備：容量 65,000 bushels/hr.

c. D 突堤 28.29 號碼頭：長度 302.7 M，水深 13 M，製卸硼砂，石油焦，鐵礦砂，煤，肥料等；有輸送帶設備。

d. D 突堤 31 號碼頭：長度 151 M，水深 13 M，開放性碼頭，裝卸鋼板、礦砂等。

- e. 突堤 32、33 號碼頭：長度 251 M，水深 11 M，裝卸散裝水泥，有 50,00 \$ 的筒形倉儲設備及 600-800 \$/hr 的螺旋式卸貨設備。
 - f. G 突堤 212-215 號碼頭：長度 643 M，水深 10.4M，裝卸炭鉀，煤及石油焦等，有 7960M² 的儲蓄設施乙座，3,300 長噸/hr 的鐵礦裝卸設備等。
 - g. 第 83 號碼頭：長度 183 M，水深 11.6 M，裝卸石膏，有 800-900 \$/hr 的輸送帶及容量 40,000 \$ 的儲存大樓。
3. 貨櫃雜貨：（如圖 3-4）
- a. B 突堤的 12、13、17、18、19 號碼頭及 C 突堤的 20-27 號碼頭；長度 2070 M，水深 11.3M-12.9 M，主要裝卸貨櫃，roll-on-roll-off 貨物等，有 4 個 Ro-Ro 坡道及 115 英畝的備用區域；裝卸設備含 40\$ 的貨櫃起重機 4 台，門式機（transtainer），頂載機（top handler）側載機（side handlers），13,000 TEU 的儲存場，1000 個 40' 的車架位，360 個冷凍櫃插座。
 - b. G 突堤 227-228 號碼頭：長度 335.2M，水深 12.8 M，有貨櫃運送站 6610 M²，集散區及 CFS 148,000M²，2 部 30 \$ 貨櫃起重機，3670 TEU 的儲存場及 242 個冷凍櫃插座。
 - c. G 突堤 229 號碼頭：長度 228.6M，水深 12.8M，集散站面積 119,600M²，有 2 部 30 \$ 貨櫃起重機，2870 TEU 的儲存場及 84 個冷凍櫃。
 - d. G 突堤 230 號碼頭：長度 228.6M，水深 12.8M，集散站面積的 112,000M²，有 2 部 30 \$ 起重機，1784 TEU 的

儲存場及 50 個冷凍櫃空間。

e. 突堤 232-234 號碼頭：長度 $> 01\text{M}$ ，水深 $11-12.8\text{M}$ ，集散站合 CFS 面積 $> 5,462\text{M}^2$ ，4 部 30 \$ 貨櫃起重機，4 部 40 長噸及 4 部 30 長噸的門式機 (Transtainer)

6,000 TEU 儲存場，2500 個車架位及 264 個冷凍空間。

f. J 突堤 243、244 號碼頭：長度 365.8M ，水深 12.8M ，有 2 部 40 \$ 貨櫃起重機，3600 TEU 儲存場配上 3 部 40\$ 的起重機及 2 部 40 \$ 的門式機，另有完整的修護設備及冷凍貨櫃預跳脫 (prt-trip) 設施。

g. J 突堤 245-247 號碼頭，長度 640.1M ，水深 11M ，集散約面積 $158,056\text{M}^2$ ，有 3 部 50 \$ 的貨櫃起重機及 3 部 40 \$ 的門式機，8000 TEU 儲存場及 72 個冷凍櫃設備。

4. 石油、液化散裝貨：如圖 3-5

a. A 突堤貯存槽容量 400,000 BBLS (桶)，輸送能量 $1,700-3,500\text{BBL S/hr}$ 設備。

b. A 突堤 209 號碼頭：長度 167.6M ，水深 12.2M ，裝卸石油產品，有 400,000 BBLS 貯存槽及輸送能量 5,000 BBLS/hr 的設備。

c. A 突堤 209-210 碼頭：長度 343M ，水深 12.2M ，有 2,220,000 BBLS 的貯存槽 (EXXON 公司) 及 66,000 BBLS 的貯存槽 (Namolco 公司)，輸送能量 10,000 BBLS/hr。

d. A 突堤 211 A 碼頭：長度 73M ，有 400,000 BBLS 的貯槽，及 $5,000\text{BBL S/hr}$ 的輸送設備。

e. E 突堤 121 號碼頭：長度 335M ，水深 20M (未來預備

深到 23M)，可容納的油輪自 50,000 至 265,000 dwt，輸送管路有 42" 及 24" 直徑。

f. 第 84-87 號碼頭：長度 601.1M，水深 15.8 M，有 245,000 BBLS 的貯存槽，24" 的輸送管及 32,000BBLS/hr 的輸送設備。

g. D 突堤 30、31 號碼頭：長度 302.4M，水深 13M，有二條 6" 輸送管及三條 10" 輸送管，貯存槽容量為 6,700,000 加侖。

h. E 突堤 118-119 號碼頭：長度 368.8M，深度 18.6M，有 5 個 12" 的油壓操作接頭以供卸油，其容量為 50,000 BBLS/hr。

i. J 突堤 242 號碼頭：長度 213.4M，水深 11M，有管線式 (pipeline system) 輸送設備，貯存槽容量 13,000,000 gals。

j. 第 82、83 號碼頭：長度 366M，水深 11.6M，有貯存槽容量 410,000 BBLS。

四、西元2020年計劃

1. 西元 2020 年計劃的重要性：

1907 年洛杉磯開始建港，四年後（即 1911 年）長堤亦開始建港，從此聖保多灣（San Pedro Bay）迅即成為世界港埠重地，執世界海運業牛耳。

石油、木材、低廉商品、汽車、鮮果、紙及其製品石油焦、礦砂等幾乎為每天必有之貨源；1981 年此二港為美國第二大港，承攬了美國西海岸 40 % 或全國 13.3 % 的貨物噸；

1982 年產品 \$ 12 億的財源，同時為美國第二大關稅收入港；展望 2020 年藉着這計劃的執行，關稅收入可達 \$ 62 億，成長五倍餘。貨物的裝卸量在 2020 年將達 223 百萬 \$，較 1980 年的 8352 萬 \$ 成長的 2.7 倍。

展望未來船舶將趨向大型化，尤其油輪及貨櫃輪，因此更寬更深的碼頭設施為必需，2020 計劃為將航道碼頭濬深至 76 呎（23 公尺）；若以現存港口設施及航道加深至 45-65 呎，則其最大裝卸是為 150 百萬 \$，意即有 73 百萬 \$ 的貨物將由其他港口進出，亦可能由非美國港口進出。

預估 2020 年美國進口成長為 4.3 %，出口成長為 3.7 % 而聖保多灣因地理位置關係，直接服務環太平洋國家，如日本、東南亞、中國和澳洲等，因此預估其成長較高有 5.9 % 的進口及 5.4 % 的出口。

因此為 2020 年鋪路，其原因可為：

- ①為服務環太平洋區的貨物進出口美國本土，在美洲大陸東岸的各港口莫不磨拳擦掌，儘可能且迅速擴充現有設施。

②預計在美國與其他國家間的貿易將持續成長，尤其遠東各國。

③若無法適時提供必要的港埠設施，將有大量貨物經由其他港口或由國家進出，這對南加州地區甚至整個美國皆有顯着影響。

2. 2020 計劃對環境的影響：

顯然 2020 計劃必有大量且長期的、回填、營造等行爲，這些行爲對魚類及野生動植物造成某種程度的影響；同時各類新設備在完成後的操作，對空氣、水等亦產生影響；因此對任何工作開始前的準備，注重環保工作的權重以獲得安全水準、緩和及減輕對魚類、動植物的衝擊是亟重要且必需的課題。

在聖保多灣港口運輸研究報告內亦提及對空氣、水源品質的保護應併入 2020 計劃中，該研究內容主要為針對為未來改進現存運輸系統及建立新建輸走廊的 2020 回填計劃。

環境保護工作對人類亦然，2020 計劃從防止空氣及水源的污染來保護該區域內人類的生活環境；洛杉磯港及長堤港亦希望藉助環保工作的執行來提升他們港口在國際的榮譽。

“環境的健康猶如經濟的健康一樣重要，而 2020 計劃對西者皆予最詳盡的考慮”（Environmental health is just as important as ecnsmir health, 2020 has seen designed to safeguard both。）

3. 西元 2020 年計劃增加稅收：

洛杉磯港及長堤港均藉着貨物裝卸、設備招租及無地方稅來支持現行運轉，在 2020 計劃中仍然學習這種制度。

2020 計劃所需建造及發展費用計約 \$ 40 億，但這些投資將對美國產生 \$ 798 億的經濟活動力，即有大於 20:1 的投資效益。2020 計劃資金來源主要為聯邦政府，而這些資金在計劃開始運轉後獲得回收；同時伴隨而來的，將使聖保多灣產生如戲劇性的繁榮景象，促使個人及商業稅收的增加，因此 2020 計劃對南加州的經濟有很大改善作用，除非不予執行。

4. 西元 2020 年計劃不實現的影響：

- ① 南加州將無法出現商業活絡景象，同時亦沒有人能想像 21 世紀將成為怎樣。
- ② 聖保多灣的兩個港口對擴張國外貿易將遭很大的阻礙。
- ③ 南加州的失業人口增加，經濟成長受限。
- ④ 美國的貿易平衡將受到嚴重的挑戰。
- ⑤ 外國船隻將尋找美國四週的替代港口，這足以削弱美國強勢。

簡言之，2020 計劃不能實現為對美國整體經濟產生嚴重危機。

5. 具有前瞻性的西元 2020 年計劃：

基於上述，2020 計劃可說為洛杉磯港及長堤港為提供 2020 年的貨物運輸裝卸需要所需各類設備的主要計劃。

2020 計劃完成後，對洛杉磯港及長堤港將可增加 2600 畝的裝卸區域，其中 50 % 將發展貨櫃運輸，其間計分四階段執行，詳如圖 4-1 所示。

- ① 1992 年前提供 950 英畝，以發展新型設施，供聖保多灣 1992 年之需。

② 2002 年增加 585 英畝。

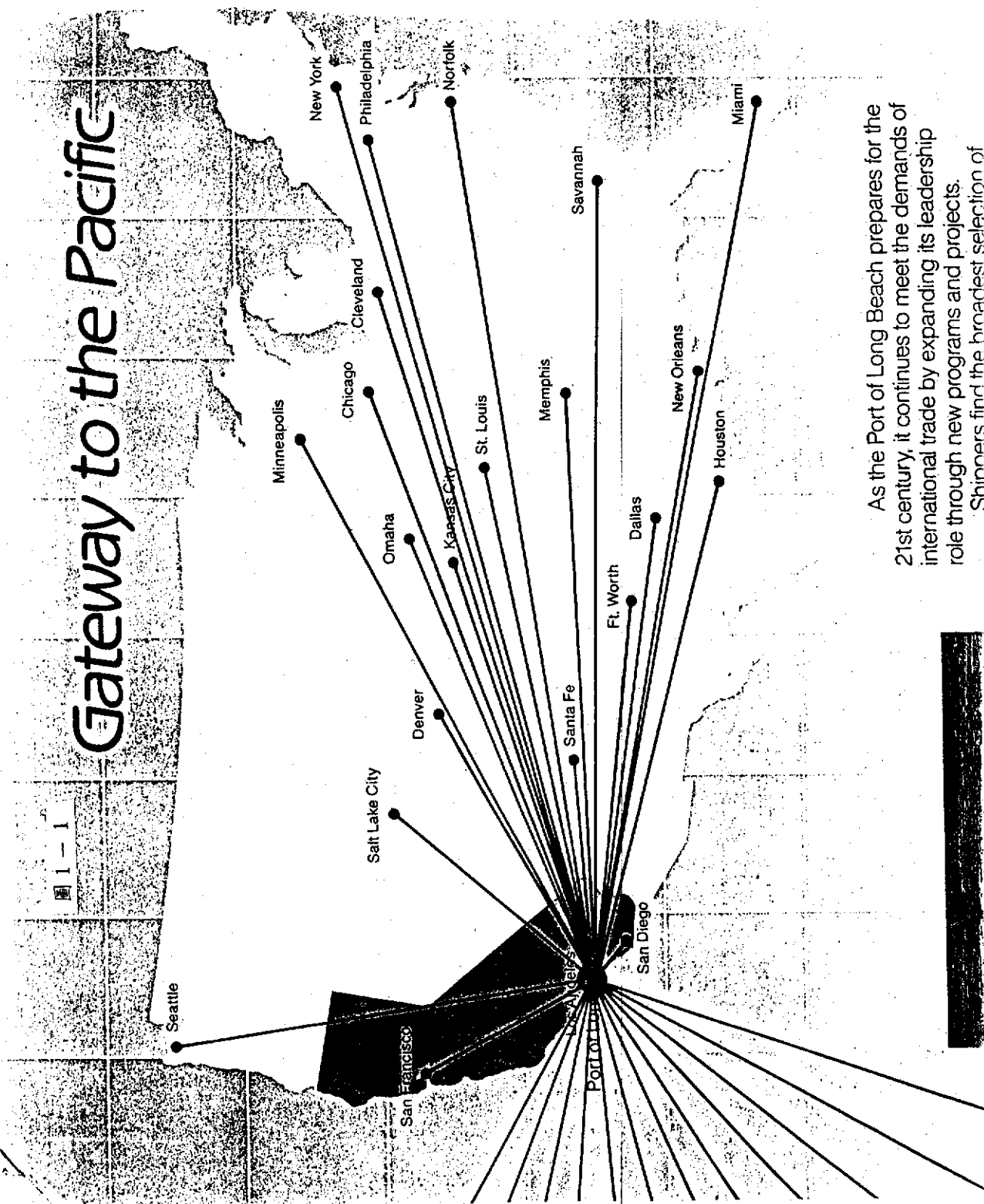
③ 2010 年增加 399 英畝。

④ 2020 年再增加 666 英畝。

因此 2020 計劃不止是港口的擴張計劃，同時伴隨着貨物裝卸工具需求的增加，提供數以萬計的工作機會，尋求更好的經濟成長，增加稅收和提供市政發展所需財源。

2020 計劃藍圖，對洛杉磯港、長堤港、南加州、美國甚至整個世界市場是一個長程的經濟成長後盾。可說 2020 計劃是對美國的財政保護。

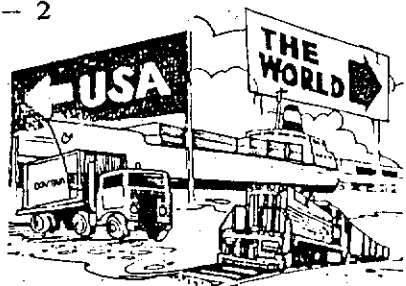
Gateway to the Pacific



As the Port of Long Beach prepares for the 21st century, it continues to meet the demands of international trade by expanding its leadership role through new programs and projects. Shippers find the broadest selection of

BRINGING THE WORLD TO YOUR DOORSTEP

圖 1 - 2



You may be surprised when you read the "top ten" list below. Among the leaders in cargo tonnage of foreign origin are a few names you might not expect.

The largest share of activity comes from a region called the "Pacific Basin." This area includes all those countries bordering the Pacific Ocean, with the exception of the USSR which is included in Europe.

Here is how foreign cargo—both inbound and outbound—is recorded by geographic area:

Asia—Far East	74.7 %
Europe (Incl. Middle East)	10.6 %
North America (southern area)	6.6 %
Australia & Oceania	3.4 %
North America (northern area)	1.8 %
South America	2.2 %
Africa	6 %
Total	100 %

The top ten foreign trade customers of the Port by total tonnage are:

- | | |
|---------------|-----------------|
| (1) Japan | (6) Netherlands |
| (2) Taiwan | (7) Mexico |
| (3) Korea | (8) Panama |
| (4) Hong Kong | (9) Belgium |
| (5) Australia | (10) Malaysia |

The current apportionment among regions and nations is not expected to change significantly until the People's Republic of China enters the trade market more vigorously.



圖 1 - 3

出口

15 LEADING EXPORT
COMMODITIES

Fiscal Year 1985-86

PRODUCT	MRTs
Petroleum Products	7,638,321
Petroleum Coke	4,018,207
Wastepaper	463,223
Food	348,919
Fresh Fruit	335,310
Soda Ash	333,699
Chemicals	320,629
Cotton	200,530
Machinery	179,143
Feeds	106,361
Hides	92,677
Fluash	91,696
Scrap Metal	89,198
Electric Machinery	87,915
Paper	83,255

進口

15 LEADING INBOUND
COMMODITIES

Fiscal Year 1985-86

PRODUCT	MRTs
Petroleum	18,001,139
Electric Machinery	2,957,422
Steel Products	2,356,728
Plastic Products	2,231,150
Machinery	1,055,382
Furniture	1,049,965
Clothing	968,434
Cement	709,038
Gypsum	708,166
Food Products	629,155
Vehicles	526,042
Rubber Products	503,483
Lumber	387,903
Bananas	301,472
Motorcycles	287,598

15 LEADING TRADE PARTNERS
INBOUND

Fiscal Year 1985-86

COUNTRY	MRTs
Japan	7,111,763
Taiwan	4,658,719
Korea	2,594,020
Hong Kong	2,028,110
Mexico	906,805
Brazil	562,948
Indonesia	486,994
Malaysia	481,200
Belgium	471,393
Ecuador	364,072
Canada	357,896
Spain	241,709
Italy	175,482
Australia	169,679
Philippines	144,349

15 LEADING TRADE PARTNERS
OUTBOUND

Fiscal Year 1985-86

COUNTRY	MRTs
Japan	5,519,842
Korea	1,410,626
Netherlands	1,267,550
Taiwan	822,369
Hong Kong	616,378
Panama	594,984
Australia	474,512
Mexico	273,113
Canada	233,327
Belgium	224,173
Malaysia	198,352
Brazil	127,007
Trust Territory of Pacific	110,504
Philippines	84,309
China	79,749

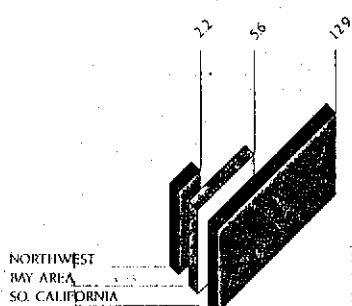
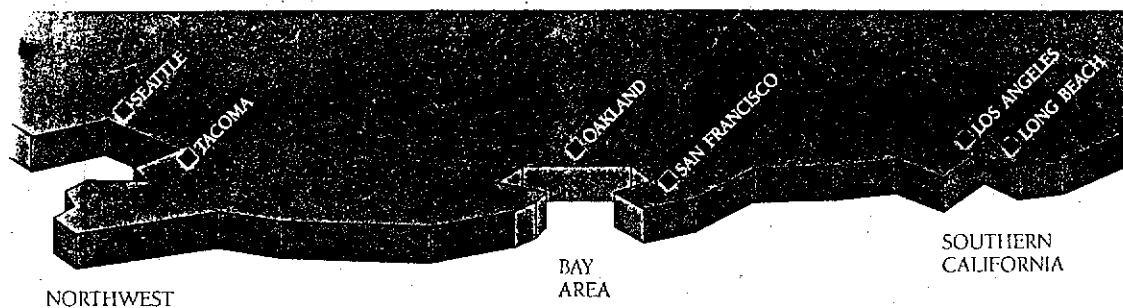
15 LEADING TRADE PARTNERS
INBOUND & OUTBOUND

Fiscal Year 1985-86

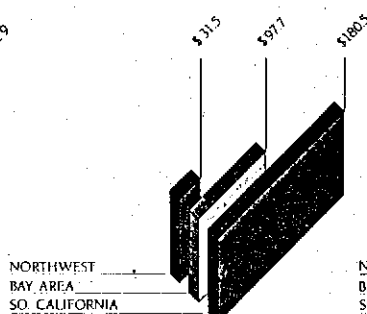
COUNTRY	MRTs
Japan	12,631,605
Taiwan	5,481,088
Korea	4,004,646
Hong Kong	2,644,488
Netherlands	1,330,893
Mexico	1,179,918
Belgium	695,566
Brazil	689,955
Malaysia	679,552
Australia	644,191
Panama	602,541
Canada	591,223
Indonesia	543,867
Ecuador	419,080
Spain	284,380

MRTs—Metric Revenue Tons

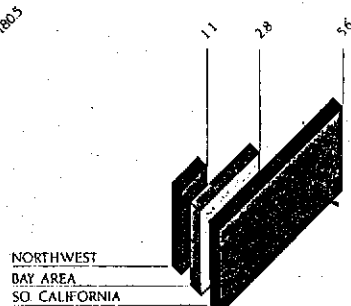
圖 1 - 4



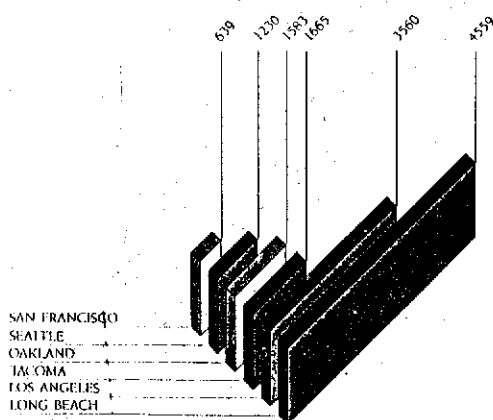
POPULATION
(in millions)



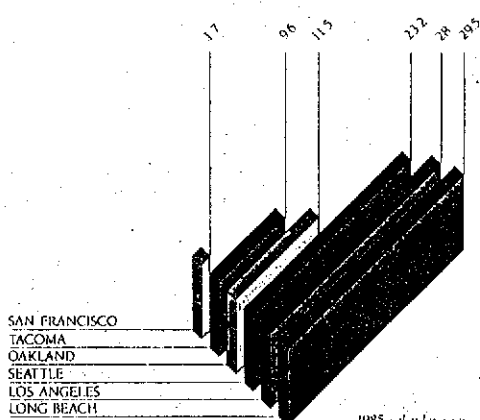
PERSONAL INCOME
(in billions of dollars)



EMPLOYMENT
(in millions)



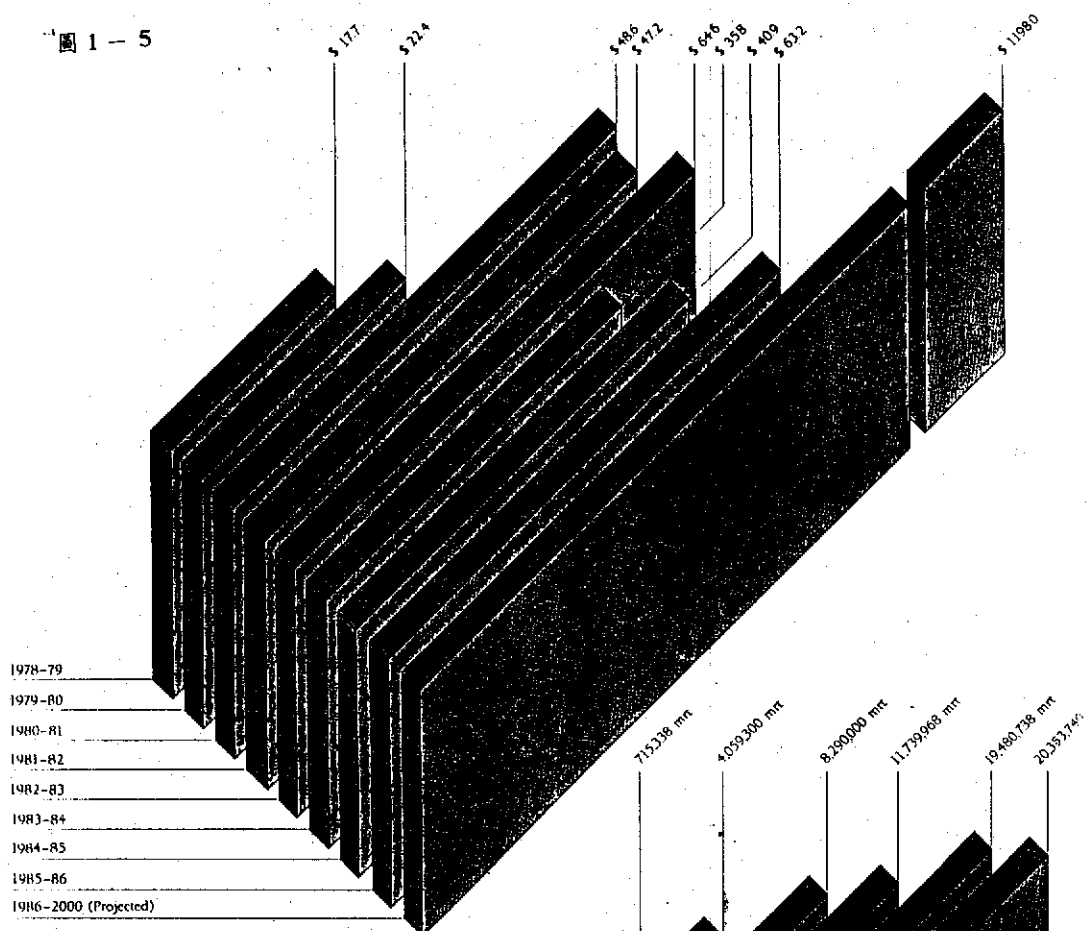
SHIP CALLS 1985-86



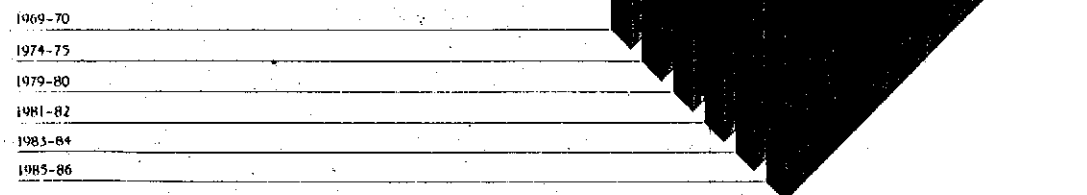
CARGO VALUE
(in billions of dollars)

1985 calendar year
figures used when
fiscal year not
available.

圖 1 - 5



CAPITAL INVESTMENT
IN PORT PROJECTS
(in millions of dollars)



15 YEAR CONTAINER
CARGO TONNAGE*

圖 1 - 6

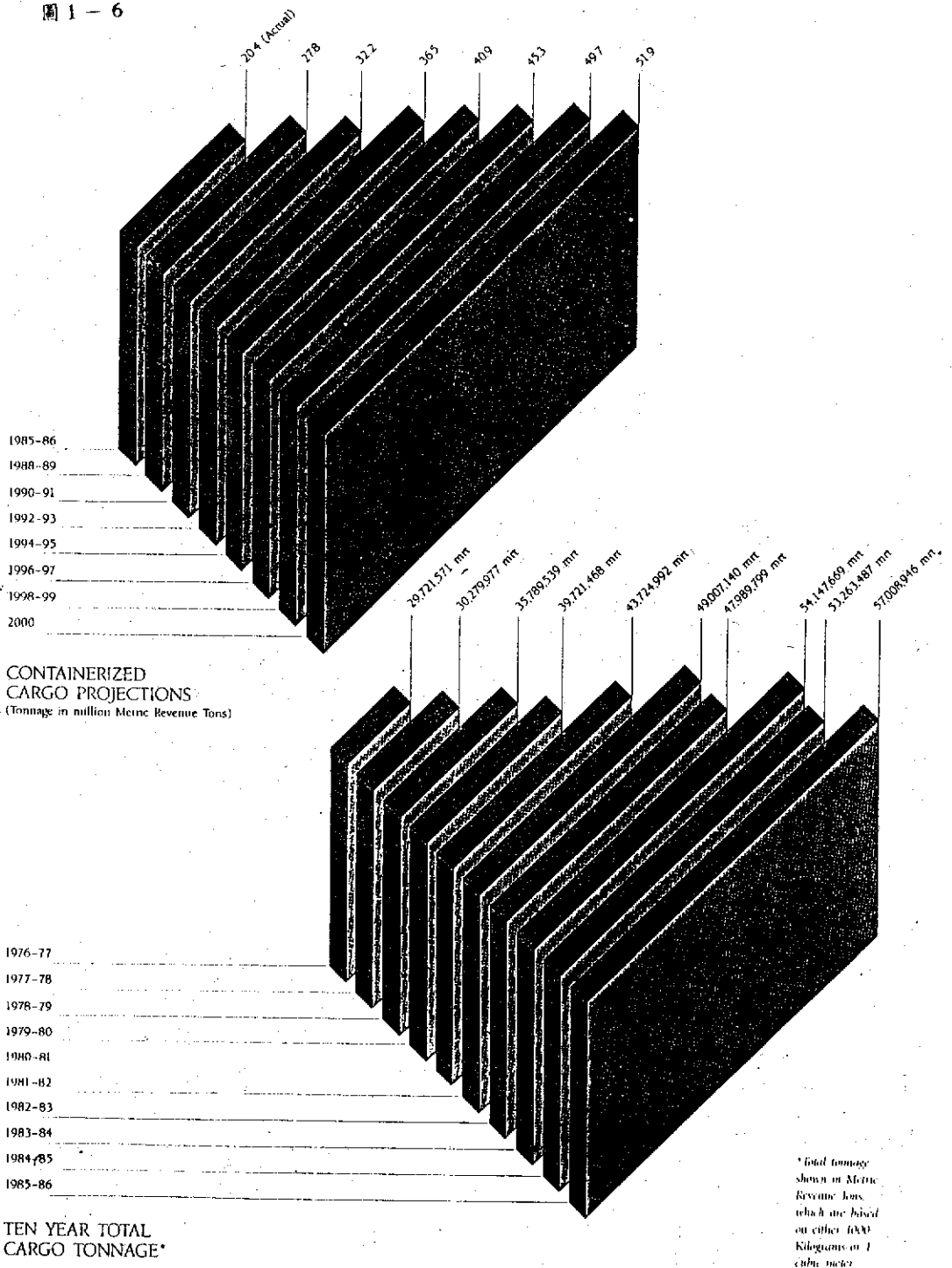
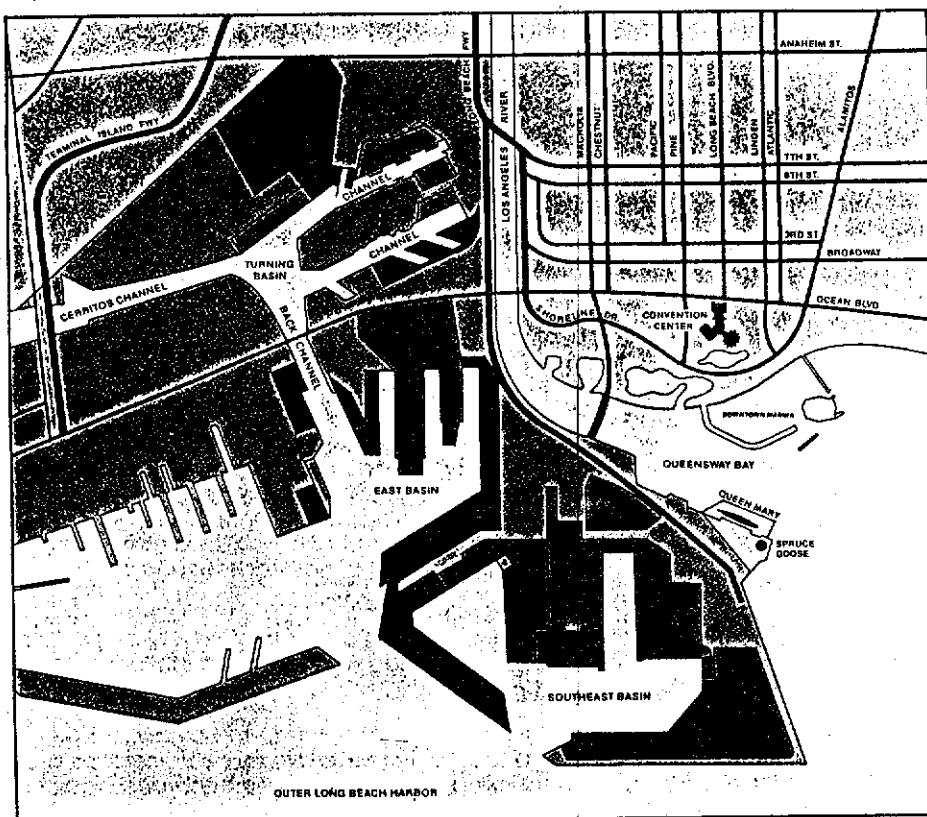


圖 1-7



PORT OF LONG BEACH

- BREAKBULK, GENERAL CARGOS
- DRY BULK CARGOS
- CONTAINERIZED CARGOS
- PETROLEUM
- LIQUID BULK CARGOS



SOUTHERN CALIFORNIA LOCATION

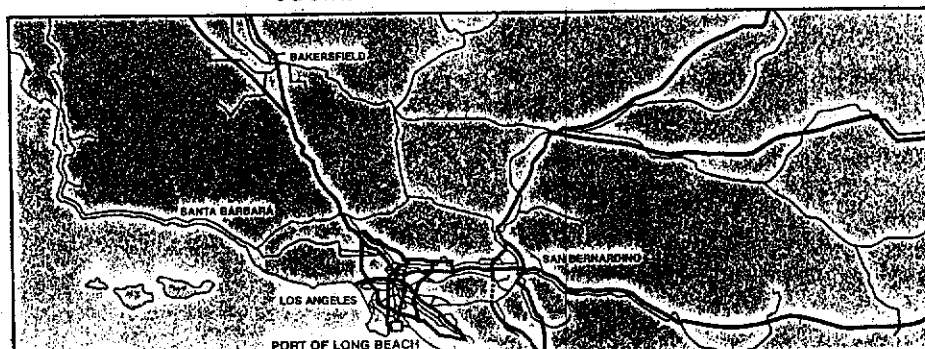
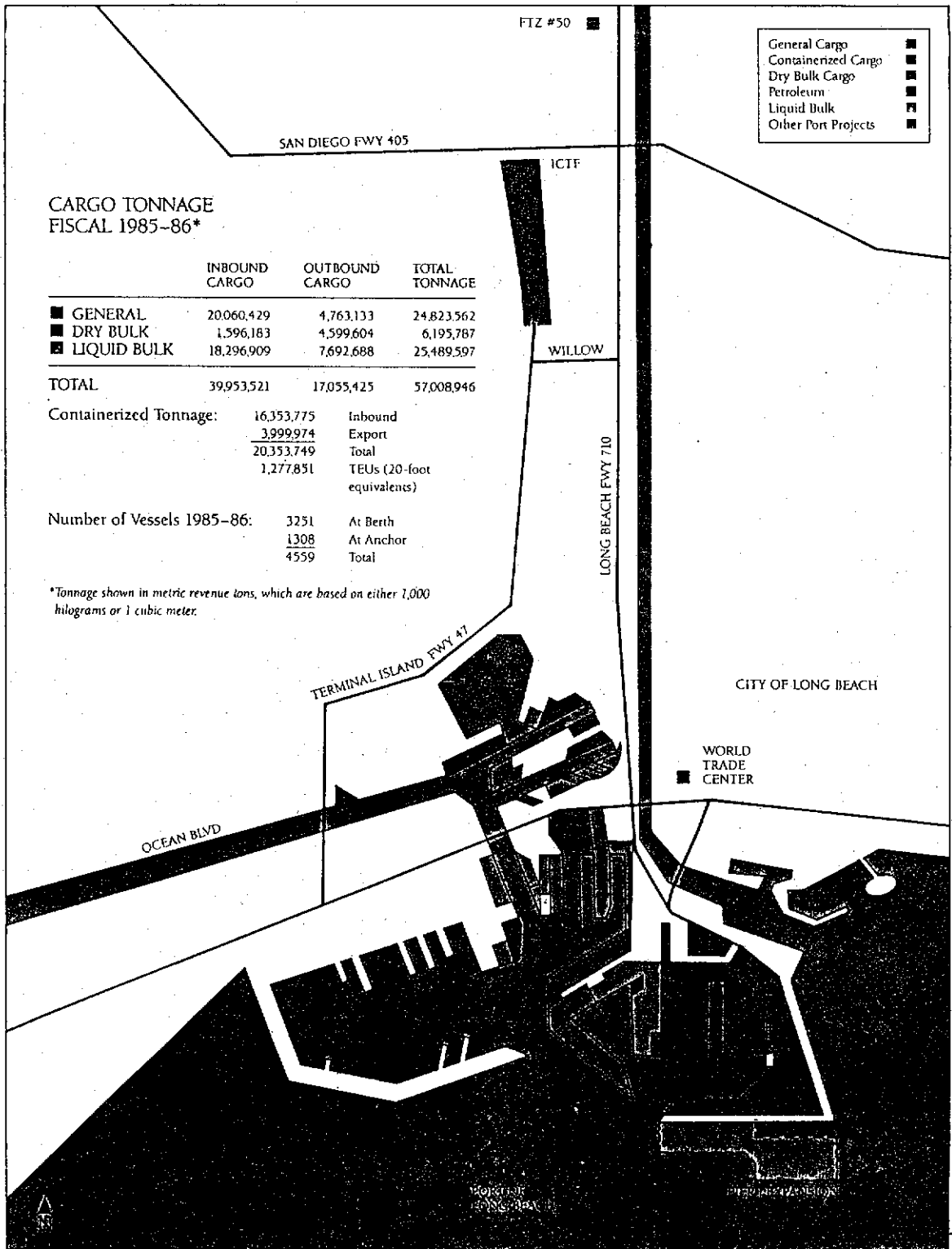
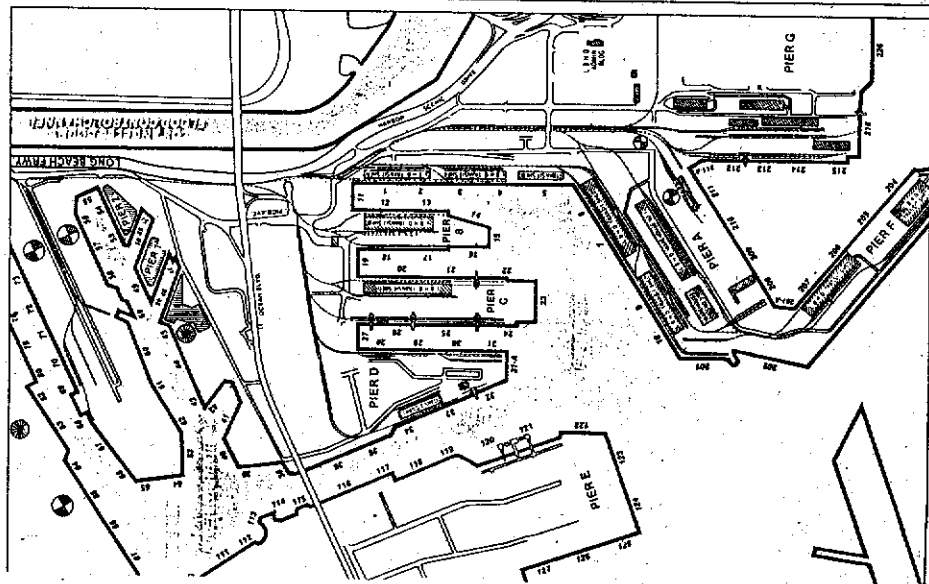


圖 1 - 8



State-of-the-art facilities were constructed during 1981 for lumber and Roll On/Roll Off, and automobiles, demonstrating the Port's commitment to service in all areas of cargo handling. The new 135-acre inner harbor automobile terminal, operated by Toyota and Pasha Industries, provides a freeway and rail access as well as specifically designed auto-handling facilities for imports and exports.



3 - 2

PIER A BERTHS 1-5

LENGTH OF BERTHS:
APRON WIDTH:
WHARF AREA:
WHARF HEIGHT:
AREA OF TRANSIT SHEDS (NET):
LOADING PLATFORM AREA:
OPEN STORAGE AREA:
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:

OTHER:
TERMINAL OPERATOR:
CARGOS HANDLED:
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:

Open Wharf, Apron
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage

PIER B BERTHS 6-10

LENGTH OF BERTHS:
APRON WIDTH:
WHARF AREA:
WHARF HEIGHT:
AREA OF TRANSIT SHEDS (NET):
LOADING PLATFORM AREA:
OPEN STORAGE AREA:
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:

OTHER:
TERMINAL OPERATOR:
CARGOS HANDLED:
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:

Open Wharf, Apron
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage

PIER C BERTHS 11-15

LENGTH OF BERTHS:
APRON WIDTH:
WHARF AREA:
WHARF HEIGHT:
AREA OF TRANSIT SHEDS (NET):
LOADING PLATFORM AREA:
OPEN STORAGE AREA:
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:

OTHER:
TERMINAL OPERATOR:
CARGOS HANDLED:
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:

Open Wharf, Apron
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage

PIER D BERTHS 16-20

LENGTH OF BERTHS:
APRON WIDTH:
WHARF AREA:
WHARF HEIGHT:
AREA OF TRANSIT SHEDS (NET):
LOADING PLATFORM AREA:
OPEN STORAGE AREA:
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:

OTHER:
TERMINAL OPERATOR:
CARGOS HANDLED:
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:

Open Wharf, Apron
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage
Special: 100' x 100' x 10' open storage

PIER A BERTH 1	726 ft.	224.3 m
PIER A BERTH 2	34.48 ft.	10.448 m
PIER A BERTH 3	17,231 sq. ft.	1580 m ²
PIER A BERTH 4	8.7 ft.	2.7 m
PIER A BERTH 5	115,200 sq. ft.	10704 m ²
PIER A BERTH 6	22,800 sq. ft.	2118 m ²
PIER A BERTH 7	55,534 sq. ft.	5156 m ²
PIER A BERTH 8	38 ft.	11.0 m
PIER A BERTH 9	107,900 sq. ft.	9958.4 m ²
PIER A BERTH 10	38 ft.	11.0 m
PIER A BERTH 11	Open berth	
PIER A BERTH 12	Black box gantry	
PIER A BERTH 13	Shredding equipment	
PIER A BERTH 14	Shredding equipment	
PIER A BERTH 15	Shredding equipment	
PIER A BERTH 16	Shredding equipment	
PIER A BERTH 17	Shredding equipment	
PIER A BERTH 18	Shredding equipment	
PIER A BERTH 19	Shredding equipment	
PIER A BERTH 20	Shredding equipment	

PIER B BERTH 21	726 ft.	224.3 m
PIER B BERTH 22	34.48 ft.	10.448 m
PIER B BERTH 23	17,231 sq. ft.	1580 m ²
PIER B BERTH 24	8.7 ft.	2.7 m
PIER B BERTH 25	115,200 sq. ft.	10704 m ²
PIER B BERTH 26	22,800 sq. ft.	2118 m ²
PIER B BERTH 27	55,534 sq. ft.	5156 m ²
PIER B BERTH 28	38 ft.	11.0 m
PIER B BERTH 29	107,900 sq. ft.	9958.4 m ²
PIER B BERTH 30	38 ft.	11.0 m
PIER B BERTH 31	Open berth	
PIER B BERTH 32	Black box gantry	
PIER B BERTH 33	Shredding equipment	
PIER B BERTH 34	Shredding equipment	
PIER B BERTH 35	Shredding equipment	
PIER B BERTH 36	Shredding equipment	
PIER B BERTH 37	Shredding equipment	
PIER B BERTH 38	Shredding equipment	
PIER B BERTH 39	Shredding equipment	
PIER B BERTH 40	Shredding equipment	

PIER C BERTH 41	726 ft.	224.3 m
PIER C BERTH 42	34.48 ft.	10.448 m
PIER C BERTH 43	17,231 sq. ft.	1580 m ²
PIER C BERTH 44	8.7 ft.	2.7 m
PIER C BERTH 45	115,200 sq. ft.	10704 m ²
PIER C BERTH 46	22,800 sq. ft.	2118 m ²
PIER C BERTH 47	55,534 sq. ft.	5156 m ²
PIER C BERTH 48	38 ft.	11.0 m
PIER C BERTH 49	107,900 sq. ft.	9958.4 m ²
PIER C BERTH 50	38 ft.	11.0 m
PIER C BERTH 51	Open berth	
PIER C BERTH 52	Black box gantry	
PIER C BERTH 53	Shredding equipment	
PIER C BERTH 54	Shredding equipment	
PIER C BERTH 55	Shredding equipment	
PIER C BERTH 56	Shredding equipment	
PIER C BERTH 57	Shredding equipment	
PIER C BERTH 58	Shredding equipment	
PIER C BERTH 59	Shredding equipment	
PIER C BERTH 60	Shredding equipment	

PIER D BERTH 61	726 ft.	224.3 m
PIER D BERTH 62	34.48 ft.	10.448 m
PIER D BERTH 63	17,231 sq. ft.	1580 m ²
PIER D BERTH 64	8.7 ft.	2.7 m
PIER D BERTH 65	115,200 sq. ft.	10704 m ²
PIER D BERTH 66	22,800 sq. ft.	2118 m ²
PIER D BERTH 67	55,534 sq. ft.	5156 m ²
PIER D BERTH 68	38 ft.	11.0 m
PIER D BERTH 69	107,900 sq. ft.	9958.4 m ²
PIER D BERTH 70	38 ft.	11.0 m
PIER D BERTH 71	Open berth	
PIER D BERTH 72	Black box gantry	
PIER D BERTH 73	Shredding equipment	
PIER D BERTH 74	Shredding equipment	
PIER D BERTH 75	Shredding equipment	
PIER D BERTH 76	Shredding equipment	
PIER D BERTH 77	Shredding equipment	
PIER D BERTH 78	Shredding equipment	
PIER D BERTH 79	Shredding equipment	
PIER D BERTH 80	Shredding equipment	

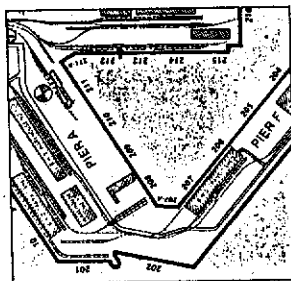


다들 물어봐서 알려주려고

— 104 —

Petroleum, Liquid Bulk Cargoes 图 3-5

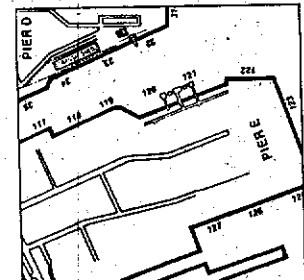
With some of the deepest fairways in the United States, the Port of Long Beach can accommodate petroleum tankers in the 188,000 dwt ton class. The 60-foot deep fairways lead to 55-foot dockside water at the present facilities while the construction continues on the new Arco terminal at Pier E. Upon completion, the new terminal will provide Shell and Arco tankers with 65-foot dockside water depths at two berths for simultaneous loading and/or unloading of two vessels.



PIER A
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour
 The Long Beach Marine Terminal is the central bunkering station for 55 vessels for optimum throughput

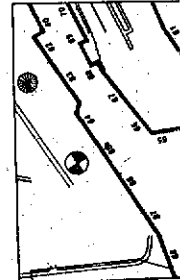
PIER A, BERTH 209
LENGTH OF BERTH:
 550 ft. 167.6 m
UNLOADING PLATFORM HEIGHT:
 10 ft. 3.0 m
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:
 40 ft. 12.2 m
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour

PIER A, BERTH 210
LENGTH OF BERTH:
 173 ft. 52.7 m
UNLOADING PLATFORM HEIGHT:
 10 ft. 3.0 m
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:
 40 ft. 12.2 m
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour

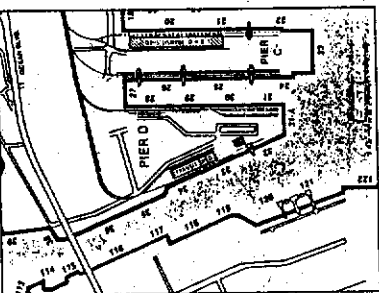


PIER A, BERTH 211
LENGTH OF BERTH:
 240 ft. 73.2 m
UNLOADING PLATFORM HEIGHT:
 10 ft. 3.0 m
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:
 40 ft. 12.2 m
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour

PIER B, BERTH 202
LENGTH OF BERTH:
 240 ft. 73.2 m
UNLOADING PLATFORM HEIGHT:
 10 ft. 3.0 m
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:
 40 ft. 12.2 m
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour

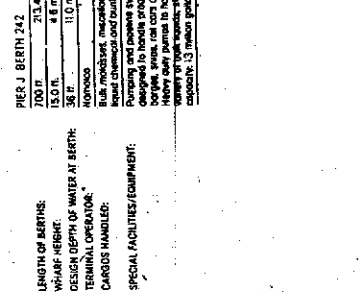


PIER B, BERTH 203
LENGTH OF BERTH:
 240 ft. 73.2 m
UNLOADING PLATFORM HEIGHT:
 10 ft. 3.0 m
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:
 40 ft. 12.2 m
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour

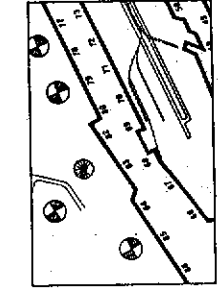


PIER C, BERTH 214
LENGTH OF BERTH:
 240 ft. 73.2 m
UNLOADING PLATFORM HEIGHT:
 10 ft. 3.0 m
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:
 40 ft. 12.2 m
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour

PIER C, BERTH 215
LENGTH OF BERTH:
 240 ft. 73.2 m
UNLOADING PLATFORM HEIGHT:
 10 ft. 3.0 m
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:
 40 ft. 12.2 m
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour



PIER D, BERTH 216
LENGTH OF BERTH:
 240 ft. 73.2 m
UNLOADING PLATFORM HEIGHT:
 10 ft. 3.0 m
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:
 40 ft. 12.2 m
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour



PIER E, BERTH 218
LENGTH OF BERTH:
 240 ft. 73.2 m
UNLOADING PLATFORM HEIGHT:
 10 ft. 3.0 m
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:
 40 ft. 12.2 m
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour

PIER E, BERTH 219
LENGTH OF BERTH:
 240 ft. 73.2 m
UNLOADING PLATFORM HEIGHT:
 10 ft. 3.0 m
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:
 40 ft. 12.2 m
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour

PIER F, BERTH 220
LENGTH OF BERTH:
 240 ft. 73.2 m
UNLOADING PLATFORM HEIGHT:
 10 ft. 3.0 m
DESIGN DEPTH OF WATER AT BERTH:
 40 ft. 12.2 m
TERMINAL OPERATOR:
 ARCO
CARGOS HANDLED:
 Petroleum products and bunker fuel
SPECIAL FACILITIES/EQUIPMENT:
 Storage tanks for bunker fuel
 400,000 BBLs. Discharge rate
 5,000 BBLs per hour

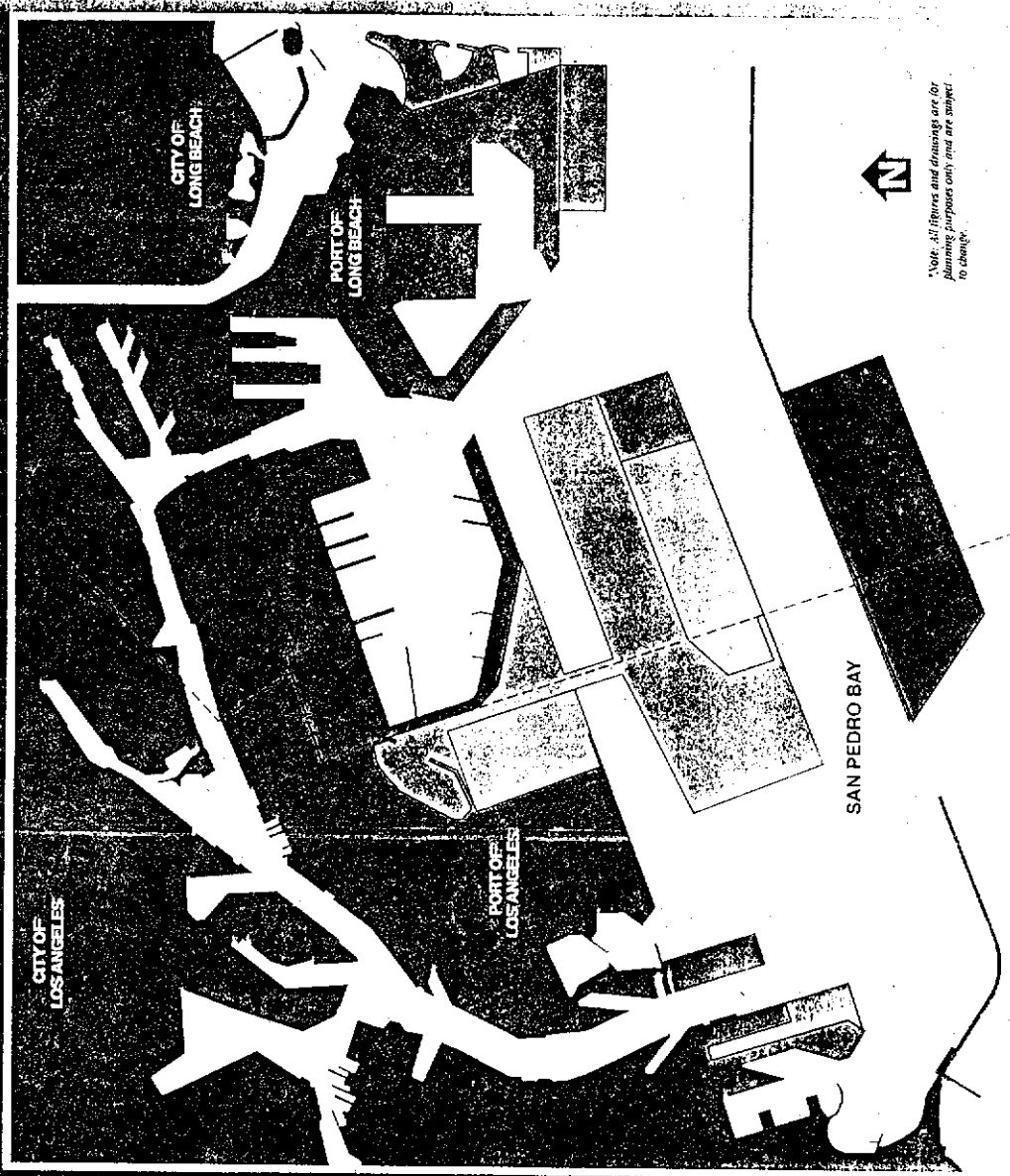
LANDFILL PHASE	COMPLETION YEAR	ACRES INCREASE
PHASE I	1972	9.50 ACRES
PHASE II	2002	3.53 ACRES
PHASE III	2010	3.99 ACRES
	2020	



Figures supplied by U.S. Army Corps

New Terminals by Cargo Type				
Cargo Type	Capacity (barrels/day)	New Terminals Operating	Number of Terminals	Capacity
		Thousands of Barrels per Day		
Crude oil	16,914 ¹	50.6	26	1,272
Crack feed	1,529	2.0	4	76
Crack	1,484	1.9	2	106
Refined oil	1,906	2.1	10	4
Gas	1,079	1.2	6	8
By products	2,710	4.0	6	197
Total	23,632	100.4	52	1,565

Amount (6 acres per treatment for treatment, 50 acres per treatment for dry hills)
75 acres per treatment for sun, and 20 acres per treatment for break beds.
Amount (10 acres per treatment for treatment, 50 acres per treatment for dry hills)
75 acres per treatment for sun, and 20 acres per treatment for break beds.



*Note: All figures and drawings are for planning purposes only and are subject to change.

目 錄

一、經過洛杉磯港／長堤港複合運輸的成長.....	110
二、南太平洋（S·P）鐵路公司受委託提供最佳的複合運送 服務.....	111
三、新L·A／L·B貨櫃運輸鐵路端車站.....	111
四、L·A／L·B二港爲太平洋沿岸最大的貨櫃複合服務港···	112
.....	
五、S·P公司提供L·A／L·B與重要內陸集散站間的最短 距離.....	
六、打擊太平洋航運界最大的一件事I·C·T·F.....	

洛杉磯港/長堤港合用之貨櫃 運輸鐵路末端站簡介

一、經過洛杉磯港/長堤港複合運輸的成長

由於海洋貨櫃複合運輸（經過 L.A/L.B 港現代化貨櫃化碼頭）繼續、預期與穩定的成長，港口迫於形勢上的需求與南太平洋運輸公司可（Southern Pacific Transportation Company）簡稱 S.P. 公司合作，授權該公司提供構建與操作此一新且大的貨櫃運輸鐵路終端站（Intermodal Container Transfer Facility）簡稱 I.C.T.F 藉以配合港口的營運。

S.P 公司是唯一有權營運此一 150 英畝大的 I.C.T.F 於設施並於 1986 年初期完成。

L.A/L.B 二港透過與 S.P 公司不同類別的陸橋運輸（Land-bridge）相結合包括短程陸橋聯運（Mini-Land bridge Movement）及小型陸橋聯運（Micro bridge）等複合鐵路運輸的服務，對於原先使用巴拿馬運河的美國東海岸的貨櫃輪而言將可節省 9,000 公里航程（即 8 天）。（詳閱圖 1）

I.C.T.F 對於美國本土而言，將能大大的改變貨櫃的進／出口或轉運學移動力的經濟性及快速性。

<註 1>：Mini-land bridge Movement（短程陸橋運輸）：陸橋一詞，係指海洋之間的陸地作橋樑，實施一連貫性的運輸。倘若兩海之間陸上運輸距離短，即可稱之短程陸橋聯運。例如：由香港運至基隆港卸船，貨櫃經鐵路或公路運至高雄港轉運至美國西海岸洛杉磯港即是。

〈註 2〉：Mirco hridge(小型陸橋聯運)：此種陸橋是以海洋運輸船列達目的港後，立即以鐵路或公路將貨櫃運達內陸的目的地，以達成一貫性運輸之目的。內陸運輸費由船公司支付，船公司之運送責任延伸至最終目的地。

二、S.P 鐵路公司委託提供最佳的複合運送服務

S.P 運輸公司目前為美國高科技運輸公司當中佔領導地位之一大公司，其主要鐵路網超過 13,400 哩（21,575 公里）從太平洋海岸算起服務 14 的深水港及通過 Sunbelt 區到達密西西比即河口出入口的城市包括聖路易城，緬茵城及紐奧良城及 10 個海灣型的港口。

就其組織而言，S.P 公司現代化的複合運送終端站目前包括 14 個設施以機械轉運設備提供裝卸貨櫃或拖車貨物，及 25 個附加設施以提供正常拖車或拖車載貨櫃（Contaimen-on chessis）的服務。

S.P 公司目前亦引導發展雙層貨櫃列車（Double-stack）它不但能減少燃料消耗，亦能增加列車負載能量達 60 %。

圖 2 顯示 S.P 公司主要鐵路系統，遍布各主要貨物集散中心（distribntion Center）及直接服務 U.S / 墨西哥灣，並能與各鐵路交線相連接。

三、新 L.A / L.B 貨櫃運輸鐵路端站

此一 I.C.T.F 係在 L.A 港的自有土地內離 L.A / L.B 兩港之幾和中心位置約 4.4 哩（7 公里）處建立。它較任何複合鐵路設施（Irtermadal rail facility）距離洛杉磯沿岸要近 20

哩。

S.P 公司提供設施工程的設計及構建管理，它是擁有所有權及營運權，終端站已於 1986 年初期完工。

第一期包括 5 列裝／卸車道能裝卸 250 個複合運送鐵路貨櫃列車單位，亦能提供 1,600 只貨櫃或拖車架停放，年營運量將超過 36 萬只，另外保留 7 列車道視以後運量增加時增設之。

為達海洋／鐵路連接的最大效率，貨櫃進出口（Gate processing entrans）設立在此終端站的南端，將設有 16 個出入口（包括 8 個出口）允許 24 小時作業，亦能提供美國海關辦公室及整個營運系統將實施電腦化以提供更大的效率及更快的速度，同時 200 只冷藏貨櫃亦可考慮在內。

四、LA/LB 二港為太平洋沿岸最大的貨櫃複合服務港

L.A/L.B 二港為美國西海岸最忙碌的二大港口，提供船東貨櫃裝卸設施包括 15 個獨立的貨櫃碼頭，42 台格式起重機及許多的門式起重機，尚有 7 座貨櫃碼頭擴建中，預計將與 I.C.T.F 同時完工。

1984 年，該二港一共裝卸近 200 萬只 T.E.U 貨櫃，超過其他太平洋西岸各沿岸港口的總和。

幾乎每一主要輪船公司船線皆選擇二港之一為靠泊處。西海西海岸短程路橋連橋（Mini bridge）約有 57 % 通過 L.A / L.B，此地區已漸漸成為西海岸的貨物中心（Load Center）。

許多船車已發覺如何縮短交貨期限及避免行駛 Panamal 運河以縮短 8 天的航程。

對於船東而言，他們的貨物部份目的地是西海岸的製造廠及

批發商 (distribution)，而 L.A / L.B 地區在美國西部是最大的 Commercial 商業市場之一 (亦即 L.A. Bosion)。

這是世界上最大的貨櫃運輸鐵路終端站，它的巨大年營運量初期為 36 萬只 T.E.U 將可迅速增至 70 萬只 T.E.U。它並不是純脆倉庫式 (On-dock) 的服務設施。新的 I.C.T.F 是個服務量大，包括五列裝／卸列車，每列車至少相隔五個車道，16 個出入口 (包括 8 個反向車道)，亦能提供 200 只冷藏貨櫃，在營運船能量上是最大的使用雙層列車 (Double Stack) 的貨櫃終端站，完全以電腦化控制其作業運轉，亦提供美國海關的辦公室。

隨着規模的優點，再次 I.C.T.F 提供其位置不能取代忙的好處，它位於 L.A / L.B 二港適當位置是西海岸的貨物源中心 (Load Center)。此二港對於太平洋邊緣城市的國際化大陸貿易而言位於適當的位置，且具有爆炸性的貿易成長。L.A / L.B 聯合提供 16 個貨櫃碼頭及 56 台貨櫃起重機，1985 年二港貨櫃裝卸量超過 250 萬 T.E.U 超過其他所有太平洋西岸港口貨櫃裝卸量的總和。結合 S.P 公司路橋運輸網路遍達 13,400 哩，無論短程／子型陸橋聯運，此一廣大的 I.C.T.F 系統將很容易達到美國的每一主要市場，均有能力使用雙層貨櫃列車。

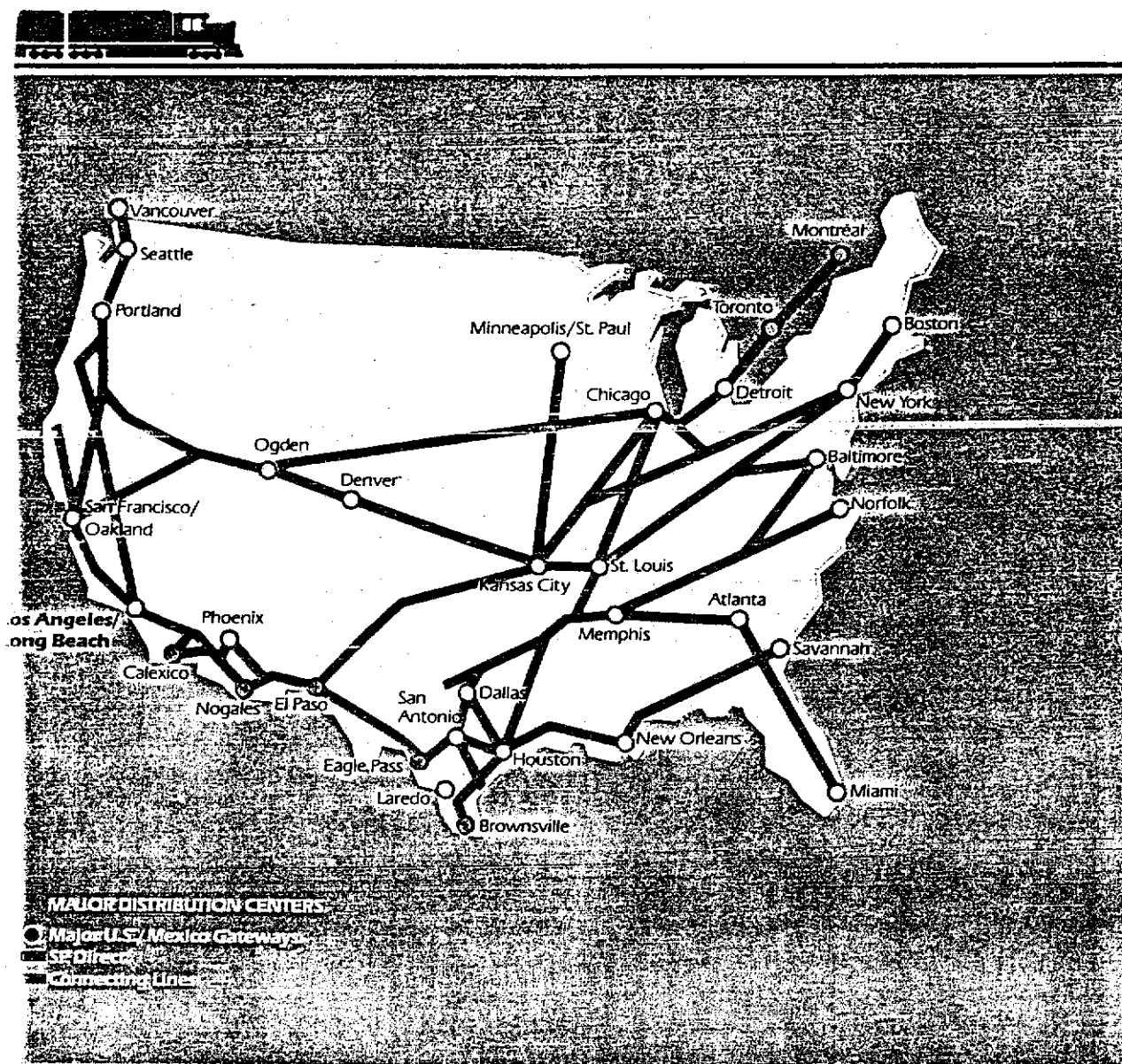
S.P 公司是唯一的運輸業使用此 I.C.T.F 已重新大量的投資在未來太平洋沿岸的貿易上。世界性對此陸橋聯運有甚高的評價，S.P 公司能執行貨櫃通過 I.C.T.F 及到達最終的目的地以最高的服務級及快速，最主要的因素是時間、金錢與便利。再次談及適當的位置提供主要的節省規則，使用 L.A / L.B 取代太平洋西北海岸的 Puget Sound 港口，我們以海運／陸運行程來談並不會影響到季節性的問題，然而在更北的緯度各天時航行船隻將

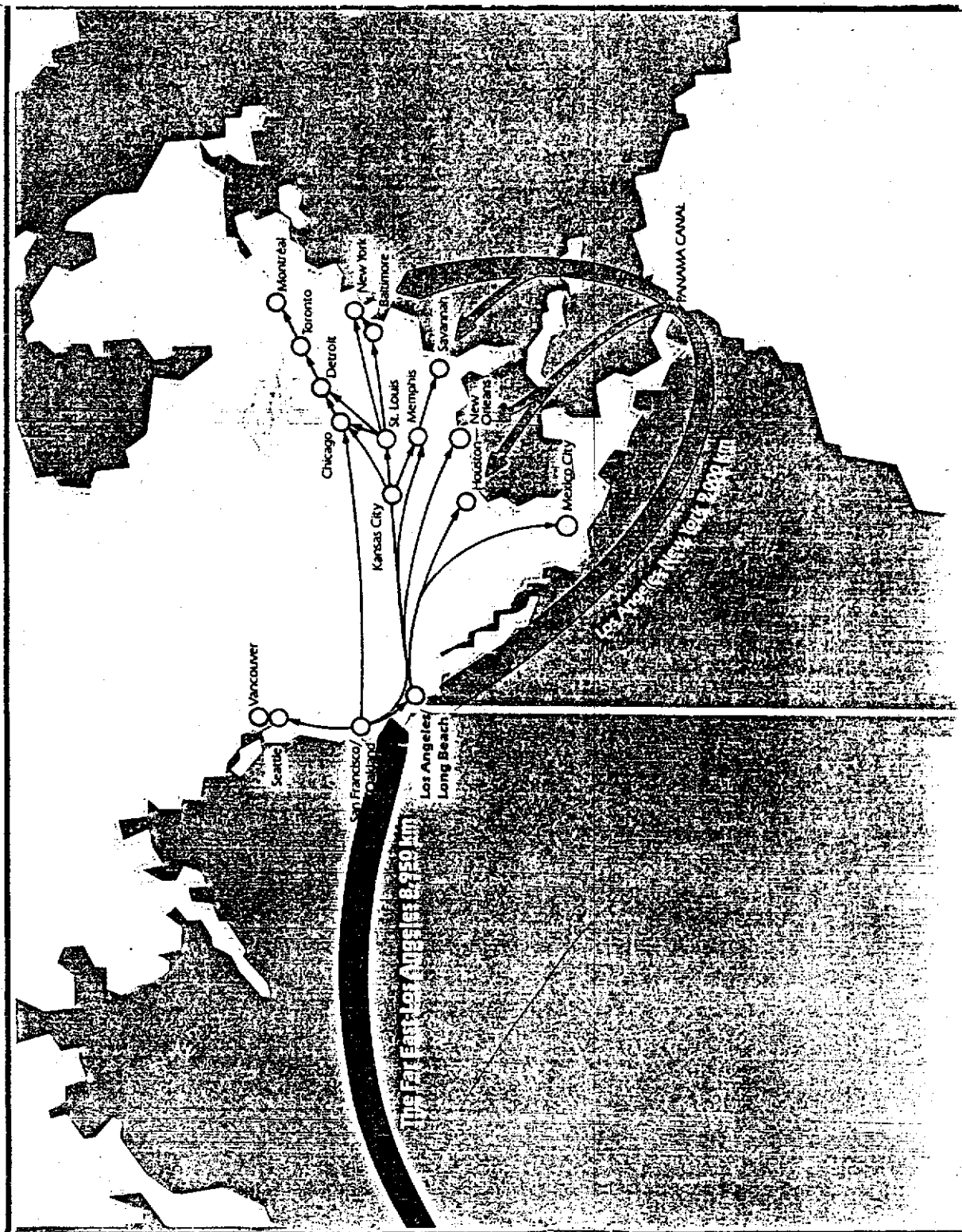
會影響開船的時間及金錢。但更重要的是，太平洋西南鐵路路線是較西北鐵路路線為短（對於大部份的主要城市而言），對於緬茵城Memphis 將縮短 20 %，對於單位距離的運輸成本將減少 50 %，南太平洋鐵路網甚至可達東海岸所有城市，如此特比通過巴拿馬運河有利的節省 5,400 哩亦即 8 天的行程。

以上所述，快速，更準確的海洋路線，快速通關大且更有效率的港口營運，較短的陸地路線，更快的轉運幾倍於海洋運輸，此新 I.C.T.F 對於有加洲地區將幫助環境的改善諸如運輸流量的降低，燃料消耗減少及避免空氣污染。

總結此 I.C.T.F 係更有效率的及改善成本有效性的運輸方法，亦即能創造船東們更大的利潤，這就是使用全世界最大 I.C.T.F 的最主要原因。

圖 4 - 2





The RCT is being built on land owned by the Port of Los Angeles, just 4.4 miles (7 kilometers) from the geographic center of combined Los Angeles/Los Angeles Harbor port activity... 20 miles closer to the ports than any other intermodal rail facility in the Los Angeles Basin.

SP is providing design engineering and construction management for the facility, which it will own and operate. Construction has begun on its first and largest phase to be completed in early 1986. Phase I will consist of five loading/unloading tracks capable of handling up to 250 intermodal rail container cars. Parking space will be available for over 1,600 wheeled containers or trailers. Annual throughput capacity will be in excess of 360,000 loads. An additional seven tracks are planned, as traffic increases.

To maximize the efficiency of the marine/rail interface, the Gate Processing entrance at the south end of the facility will have 16 gates (including 8 reversible gates) to allow 24-hour-a-day use. A U.S. Customs Dock will be provided, and the entire throughput system will be computerized for greater efficiency and speed. Capacity for up to 200 refrigerated containers will also be provided.

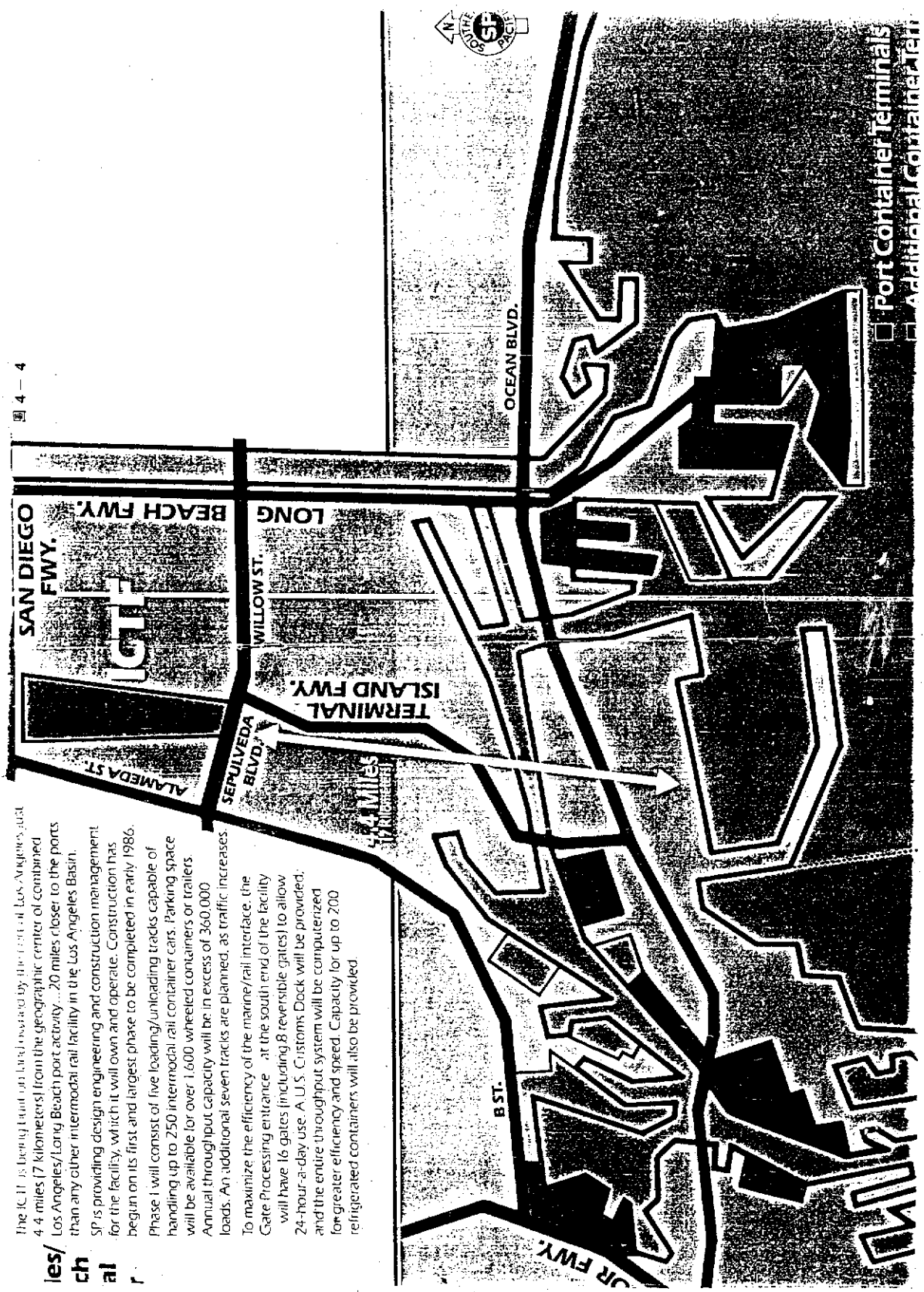


圖 4—5

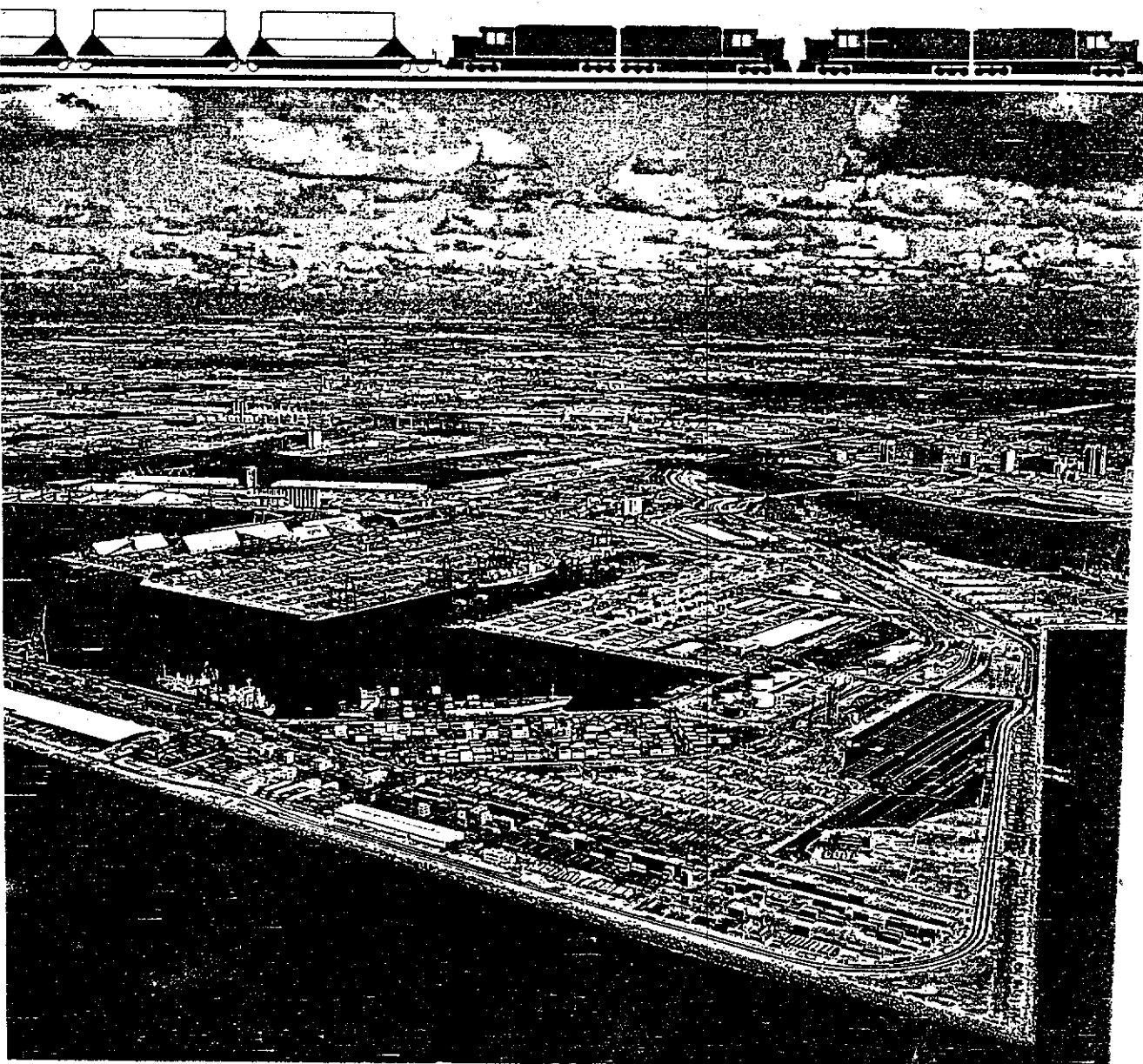


圖 4-6

Southern Pacific Offers The Shortest Distance Between Los Angeles/ Long Beach Ports and Most Inland Distribution Points

The maps and chart below show a comparison of distances from California ports to major inland points, in comparison to Puget Sound ports.

As a result of these shorter distances, Southern Pacific can meet or beat any other rail carrier for fast service and low rates.

And with completion of the ICTF, Southern Pacific and the ports of Los Angeles and Long Beach will be the most important land link in America for international shippers to and from Pacific Basin countries, or across the U.S. to European markets.

