

目錄

摘 要

壹、前 言

貳、試驗條件

叁、試驗設備

肆、試驗佈置與過程

伍、試驗結果

陸、結論與建議

英文摘要

委託機關：台灣電力公司

計劃名稱：蘇澳港北外廓防波堤不規則波斷面模型試驗

金 額：捌拾壹萬元

時 間：71年9月至71年12月

計劃主持人：張 金 機

副研究員：黃 清 和

助理研究員：何 良 勝

助 理：廖慶堂、陳明宗、陳錫奎

技 工：張富東、蔡金吉、何炳紹

臨 工：莊政龍、楊水龍、林朝圳

摘 要

本試驗係於不規則波風洞水槽辦理。試驗波浪資料之 $H_{1/10} / H_{ave}$ 比值在 1.5 至 1.7， $H_{1/10} / H_{ave}$ 比值則在 2.0 至 2.2 之間，與原型波浪比較頗為合理。

試驗結果顯示，傳遞波方面，沈箱斷面之傳遞係數 K_t 約在 0.2 至 0.3 之間，隨波浪尖度增大而稍小，隨 h_o / H_i 與 d / h_o 增加而減小，但當 d / h_o 超過 0.62 後， K_t 受堤前水深影響漸趨緩和。

越波量方面，淺水段拋石堤無明顯越波現象，而沈箱段斷面之越波量隨波高增大而增加，隨相對水深增加反而有減小之趨勢，而越波量無因次參數 $2\pi Q / HL$ 隨波浪尖度 H / L 增大至 0.1 後漸趨緩和。

塊石與沈箱安定方面，淺水段拋石堤護坡之中空三脚鼎塊及堤身均甚安定，無破壞現象。而沈箱段之護基塊石受波群中長週期最大波作用下發生滑落現象，且沈箱堤體受長週期最大波作用未發生滑移或傾覆，僅有極輕微晃動現象，不影響堤身安定。

波壓試驗結果顯示 Goda 公式波壓計算值為試驗波壓上限，以此公式計算沈箱受力應屬合理，Sainflou 公式計算值較試驗值偏小。如利用 Sainflou 公式，設計波高應採用 $H_{1/10}$ ，則其波壓接近 Goda 公式計算值。

本試驗係採用木製沈箱模型，底床摩擦係數為 0.519，較水泥製沈箱模型 0.526 偏小。

壹、前 言

台灣電力公司為興建北部卸煤專用碼頭，擬擴建蘇澳港北外廓防波堤，委託中華顧問工程司辦理初步設計。為瞭解防波堤設計斷面之穩定性及傳遞波等特性，委託本所辦理不規則波斷面模型試驗，以尋求最佳防波堤斷面，作為設計之依據。

本試驗於九月初着手準備，九月下旬展開試驗，因造波機一度故障，延至十月中方積極進行試驗，十一月底完成，十二月初補充部份試驗，謹將試驗經過與結果敘述如后。

貳、試驗條件

依據中華顧問工程司所提試驗條件為

一、試驗水位：採高水位 + 2.5 公尺

二、試驗波浪條件如表 1，防波堤斷面如圖 1 至圖 5

表 1 試驗波浪條件

斷面編號	斷面里程	原 型				模型縮尺	模 型				備 註
		波高 $H_{1/3}$ (m)	週期 $T_{1/3}$ (sec)	堤基 (m)	堤頂 (m)		波高 $H_{1/3}$ (cm)	週期 $T_{1/3}$ (sec)	堤基 (cm)	堤頂 (cm)	
I	0^k+000^m } $0^k+53.1^m$	7.7	14.7	- 7.5	+ 8.0	$\frac{1}{34}$	22.6	2.52	- 22.1	+ 23.5	
II	$0^k+153.8^m$ } $0^k+204.2^m$	7.7	14.7	- 27.5	+ 8.0	$\frac{1}{36}$	21.4	2.45	- 76.4	+ 22.2	
III	0^k+350^m } 0^k+647^m	9.4 } 10.6	13.8 } 14.3	- 30.5	+ 8.0	$\frac{1}{49}$	19.2 } 21.6	1.97 } 2.04	- 62.2	+ 16.3	
IV	$0^k+848.6^m$ } $1^k+50.2^m$	11.9 } 13.5	13.6 } 14.1	- 32.0	+ 8.0	$\frac{1}{49}$	24.3 } 27.6	1.94 } 2.01	- 65.3	+ 16.3	
V	$1^k+755.8^m$ } 2^k+50^m	12.3 } 13.3	14.1 } 14.7	- 35.0	+ 8.0	$\frac{1}{49}$	25.1 } 27.1	2.01 } 2.10	- 71.4	+ 16.3	

叁、試驗設備

本試驗係在風洞不規則波水槽（如圖 6）中辦理，其主要設備為：

- 一、風洞水槽：長 100 m、寬 1.5 m、高 2.0 m，首端安裝鼓風機及不規則造波機，末端為消波設施。分別於首端 35.0 m 及 75.0 m 兩處設置各長 15 m 玻璃觀測段，底部則設有環流系統。
 - 二、鼓風機：裝設於水槽首端，利用 75 HP 馬達帶動變速機以調節風速，風量可達 $30 \text{ m}^3 / \text{sec}$ 以上，即水深 1 m 時風速可達 $20 \text{ m} / \text{sec}$ 以上。
 - 三、不規則波造波機：為英國 Armfield 公司出品之 S-26 型造波機，裝置於水槽首端鼓風機下方，可依據輸入波浪特性，模擬原型不規則波浪。
 - 四、容量型波高計：為日本計測技研株式會社出品之 CH-306 型波高計（如照片 1），係將水面起伏變化，先經一對白金線感受器轉變為電阻變化，藉惠氏登電橋換成電流，復藉增幅器予以放大後，經由電腦測得。
 - 五、波壓計：為日本計測技研株式會社出品之 CD-A 型波壓計（如照片 2），係將波浪壓力之變化，經由感受器（直徑 1 cm），藉增幅器予以放大後，由電腦測得。
 - 六、電腦資料處理系統（Computer data acquisition system）：不規則波試驗資料如採用類比紀錄，再用人工讀取，非常費力，且精度不理想，故必須利用電腦資料處理系統（如圖 7）處理。
- 試驗波浪資料，將容量型波高計感受器，所感應之水位變化經控制箱轉為電壓變化，利用類比／數據轉換器（Analog/Digital Converter）掃描每一瞬間電壓值，儲存於記憶體中，根據水位與電壓關係率定值，利用程式整理水槽內波浪特性。

肆、試驗佈置與過程

一、試驗佈置：

試驗模型佈置於第二觀測段與造波機距離約 80 公尺，入射波波高計安裝於 50.4 m，堤前四公尺處設置波高計一支以測取堤前波高。堤後約一個波長處裝波高計一支以量取傳遞波浪。

第一斷面拋石堤所採用塊石係按試驗縮尺選取各種大小塊石依設計斷面拋放。護面之中空三脚鼎型塊則採用鋁合金灌製，在三個腳鑽洞填以塑膠料，使其比重與混凝土相符。

第二至第五斷面為沉箱堤，採用未鉋光之木製模型代替水泥灌製之沉箱模型。為瞭解木製與水泥製沉箱模型底板摩擦係數，利用兩種不同材料沉箱模型在中型水池內進行試驗，其摩擦係數平均值分別為木製沉箱 0.519，水泥製沉箱 0.526。其差值極為有限，且摩擦係數之模擬至今尚無可依循之模型律，故採用木製沉箱代替應屬合理。

二、試驗過程：

1. 試驗儀器率定

將波高或波壓感受器以固定長度插入靜水中，量取電壓變化，以求得水位與電壓或水壓與電壓變化之關係值。

2 試驗波浪率定

(1)根據試驗波浪條件，利用電腦以特殊程式求得造波機控制箱參數，調整控制箱參數，以模擬原型波浪。

(2)試驗水槽進水至所需水位後，開動鼓風機使水面維持 9 m / sec 風速。因風速模型率無法求得，故在水槽上吹風僅作參考，其目的在使水槽裏波浪能更符合原型風浪。

(3)在未佈置斷面模型前，調整控制箱參數，以獲得其不同水深與縮

尺條件下所能製造波浪，作為正式試驗調整入射波浪之依據。

3. 按照防波堤初步設計斷面及模型縮尺佈置模型，海底地形坡度採用 1 / 40。

4. 啟動造波機，同時測取入射波、堤前波與傳遞波，並觀測堤身與護基塊石之穩定情況。波高之測取係利用電腦資料處理系統以 0.1 秒間隔測得水位變化，再經程式整理分析各種波浪。拋石堤（第 1 斷面）護坡塊石之安定係由下式求得：

$$K_D = \frac{\gamma H'^3}{(S_s - 1)^3 \cdot W \cdot \cot \alpha} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{式中 } H' = \frac{\pi H^2}{L \cdot \sinh^2 \left(\frac{2\pi d}{L} \right)} \dots\dots\dots(2)$$

K_D ：安定係數

H ：堤前波高

S_s ：塊石比重

W ：塊石重量

γ ：水之比重

α ：護基坡度

每一斷面至少選擇五種入射波浪加以試驗，由小逐漸增大。

5. 量取越波量，試驗所採用之入射波條件維持與第 4 項相同。啟動造波機後選擇適當時段（發生最大波時段）同時測取堤前波與越波量，以求得越波量與堤前波之關係。

6. 波壓試驗，在沈箱模型海側 + 8.0 m（高水位上 5.5 m）、+ 2.5 m（試驗高水位）及 - 3.5 m（高水位下 6.0 m）處分別安裝壓力感受器，並於堤前約 4 m 處安裝波高計一支，同時測量波浪及壓力變化，以獲得堤前波浪變化與波壓之關係。

7. 修正斷面試驗，前述試驗如發現堤防斷面不理想，為獲得合理之設計斷面，逐次增加（減）重量 5%，重行試驗，直至沉箱穩定。

伍、試驗結果

試驗所使用波高計率定結果如圖 9，其穩定性非常高，且成線性感應。各斷面佈置試驗波浪資料整理後如表 2 及表 3，最大 $1/10$ 波高 ($H_{1/10}$) 及示性波高 ($H_{1/3}$) 對平均波高之比值如圖 10 至圖 14。各斷面試驗波浪之波譜如附錄 I，詳細試驗波浪條件如附錄 II。不規則造波機製造之波浪，當波高愈大時其週期也愈長，試驗時為符合 $H_{1/3}$ 及 $T_{1/3}$ 之條件，因此 $H_{1/10}$ 及 H_{max} 之週期較長。

試驗波浪顯示 $H_{1/3}$ 與 H_{avo} 比值約在 1.5 至 1.7 之間，相當符合原型波浪。各斷面試驗波浪（深海波與入射波）與設計波高比較如圖 15，圖中顯示試驗波浪由小逐漸增大，涵蓋範圍相當廣泛，除第 I 斷面外，均將設計波浪包含於其中。第 I 斷面由於受水深限制，較大波浪均在堤前碎波，再增大入射波對堤身安定亦不構成影響，故試驗波高未達設計條件。

各斷面試驗結果歸納如表 4 所示，謹將傳遞波、越波量、堤身安定及波壓等分別概述如后：

側
港

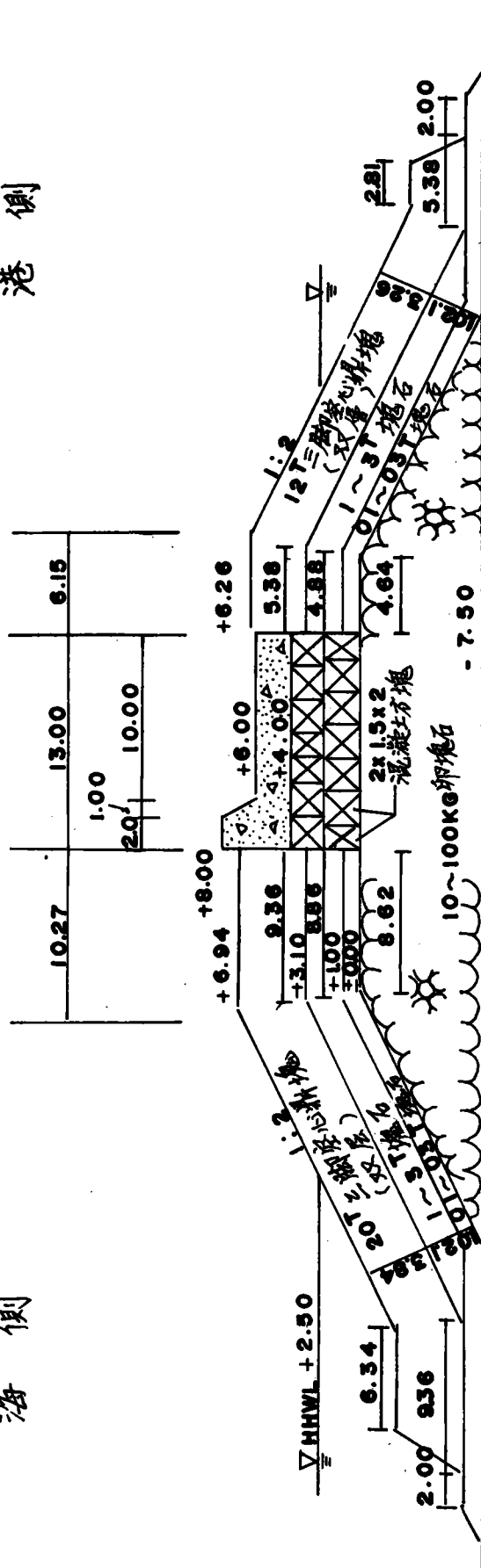


圖 1 蘇澳港北外廓防波堤 $0^k \sim 0^k + 53.1$ 斷面圖 (第 I 斷面)

海側

港側

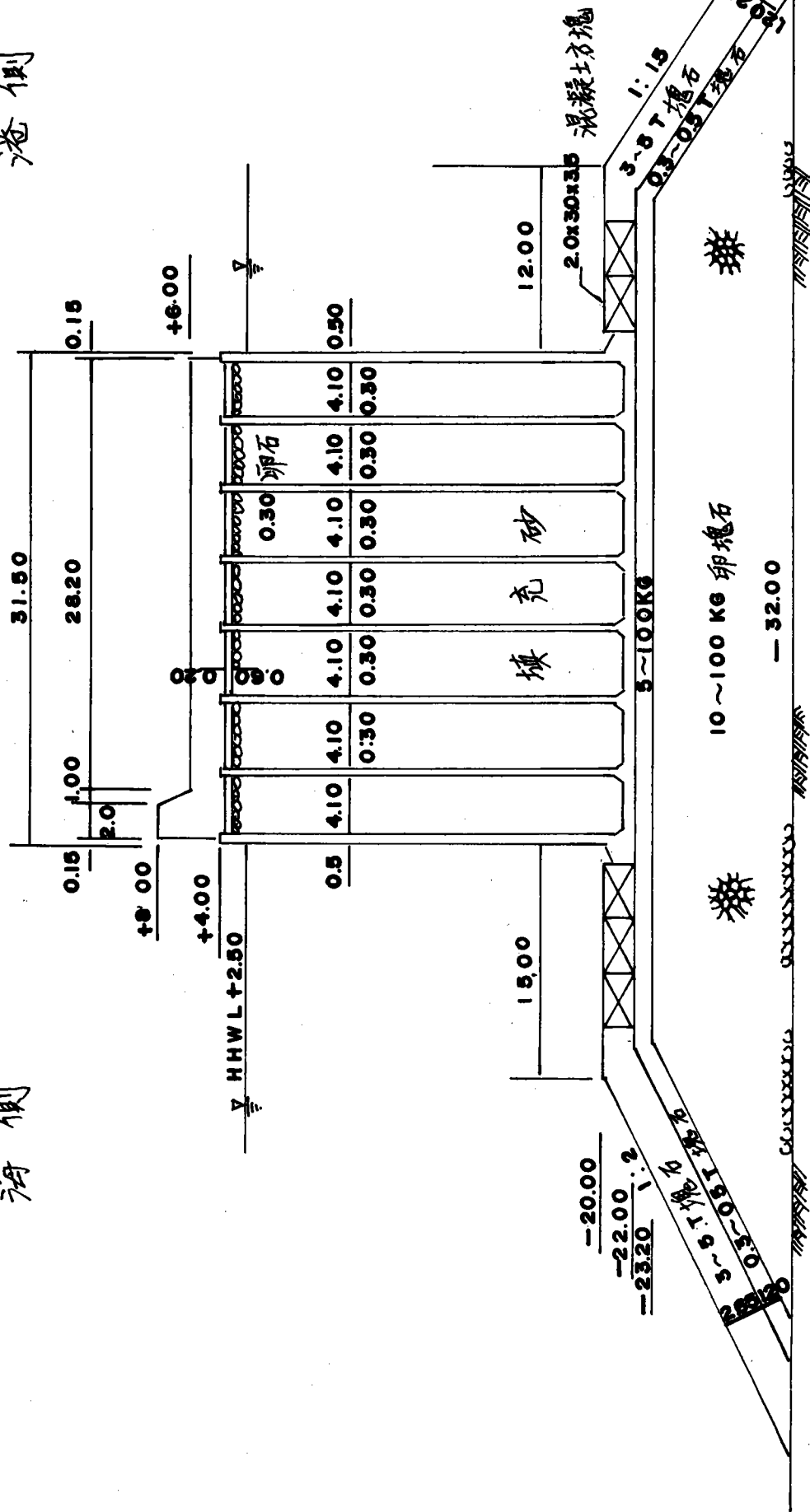


圖 4 蘇澳港北外廓防波堤 0^k + 848.6 ~ 1^k + 50.2 斷面圖 (第 IV 斷面)

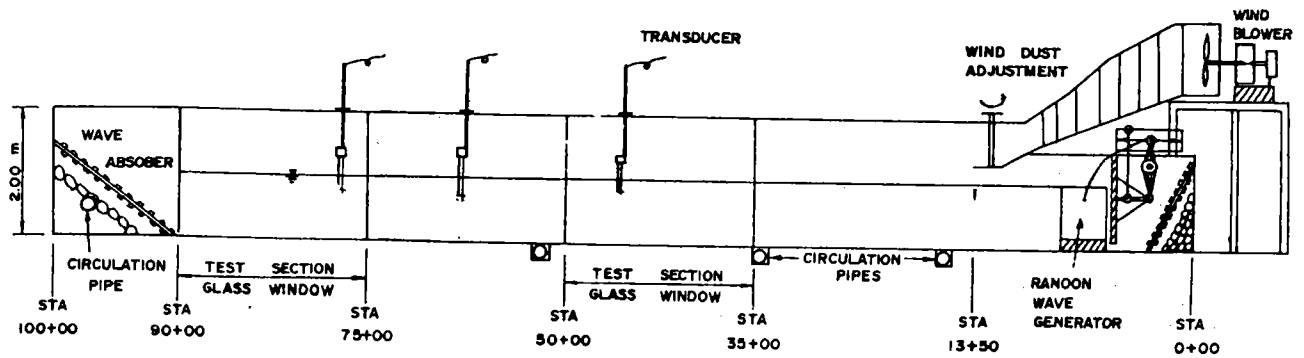


圖 6 風洞不規則波水槽

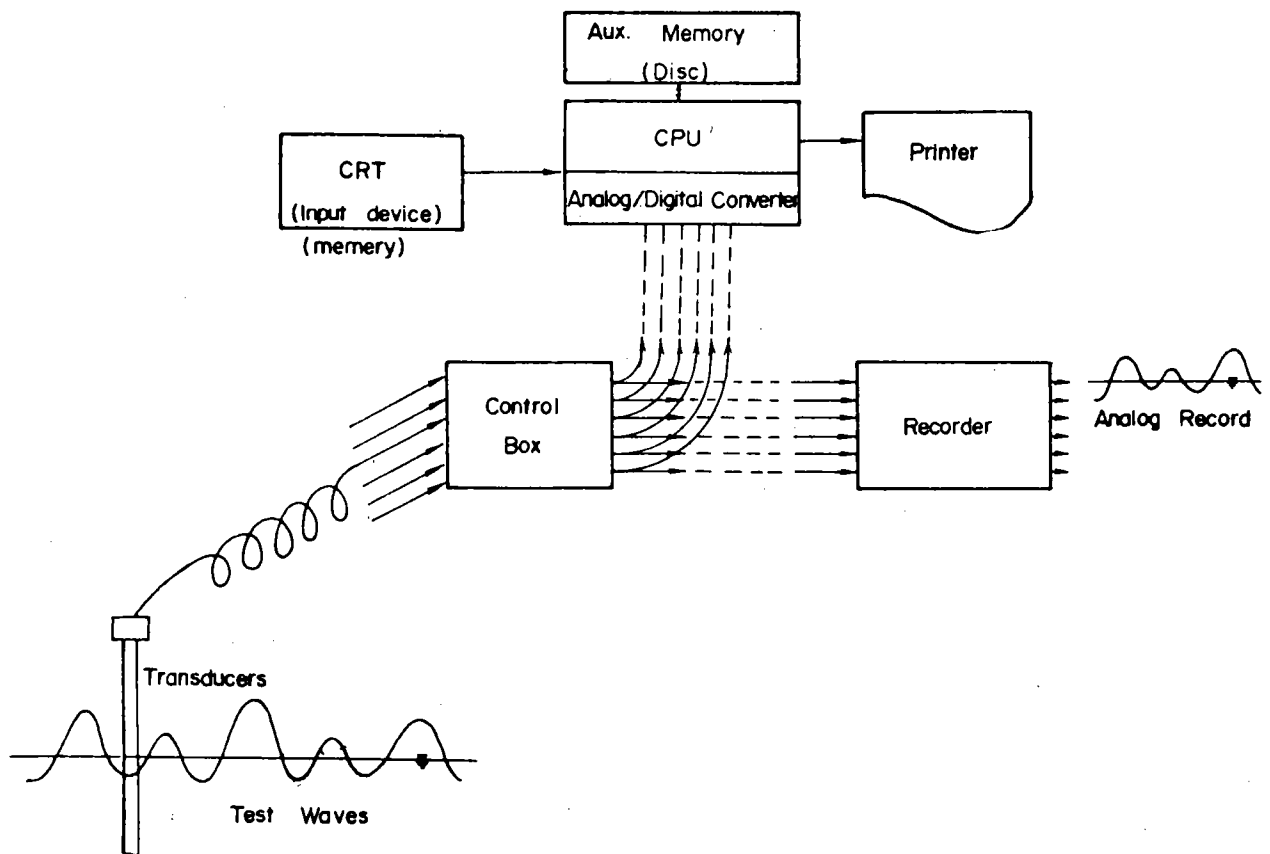
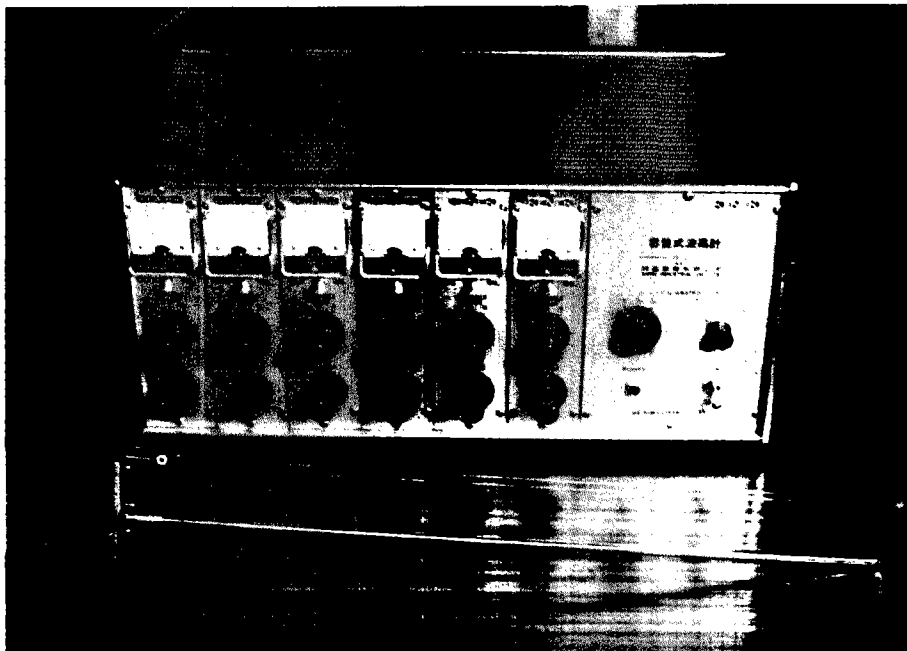
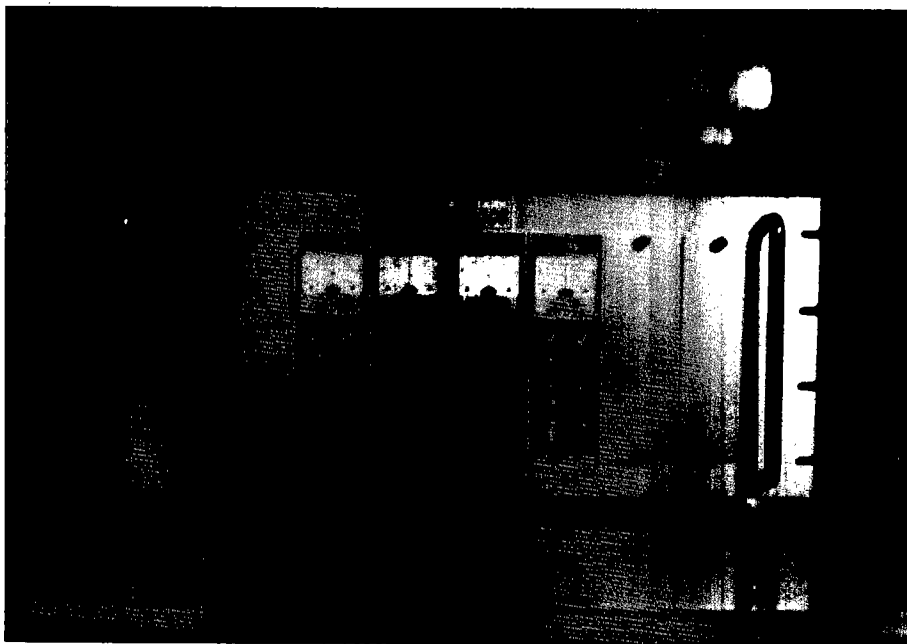


圖 7 電腦資料處理系統



照片 1 容量型波高計與增幅器



照片 2 波壓計之感應器與增幅器

五、越波量量取器：包含導水板與容量器（如圖 8）

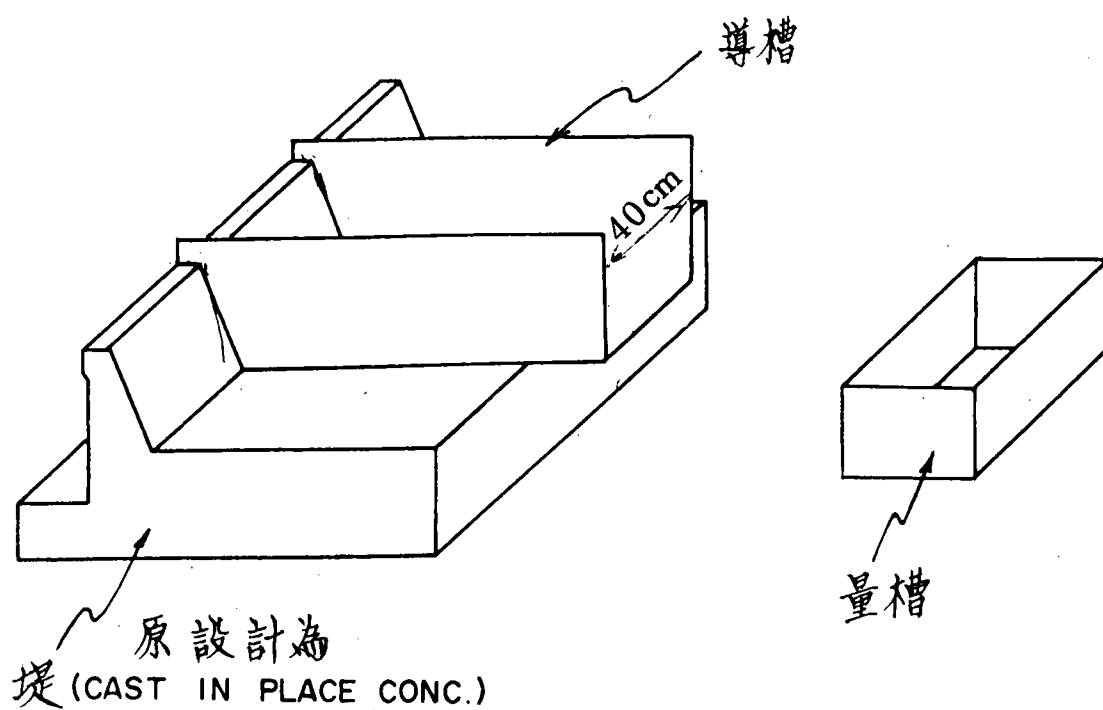
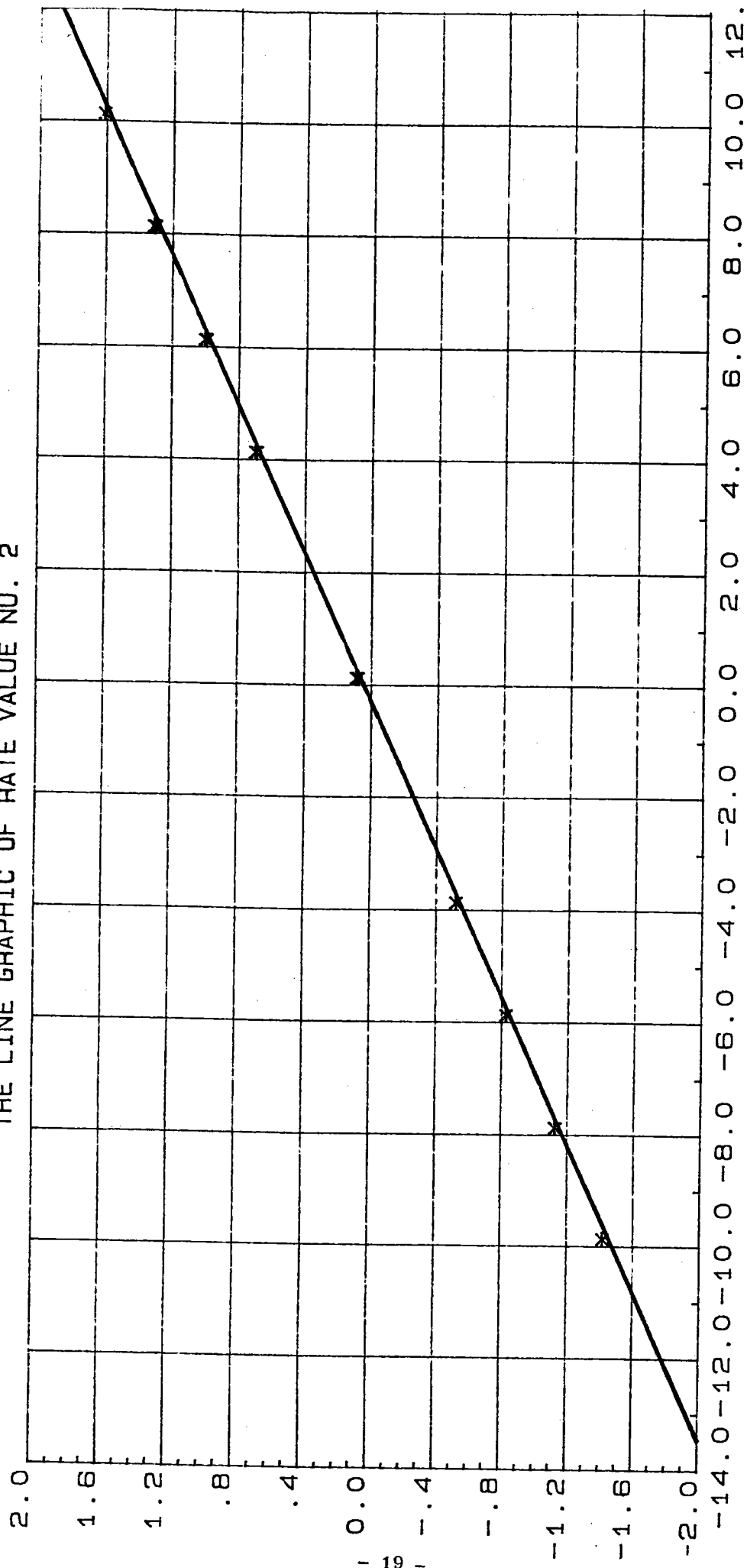


圖 8 越波量測量設備

THE LINE GRAPHIC OF RATE VALUE NU. 2



THE RATE VALUE = 6.5823 COR. COEF. = 1.000

Y = .0437 + .1519 X. VARIANCE = .0000

圖9 容量型波高計率定曲線

S-1

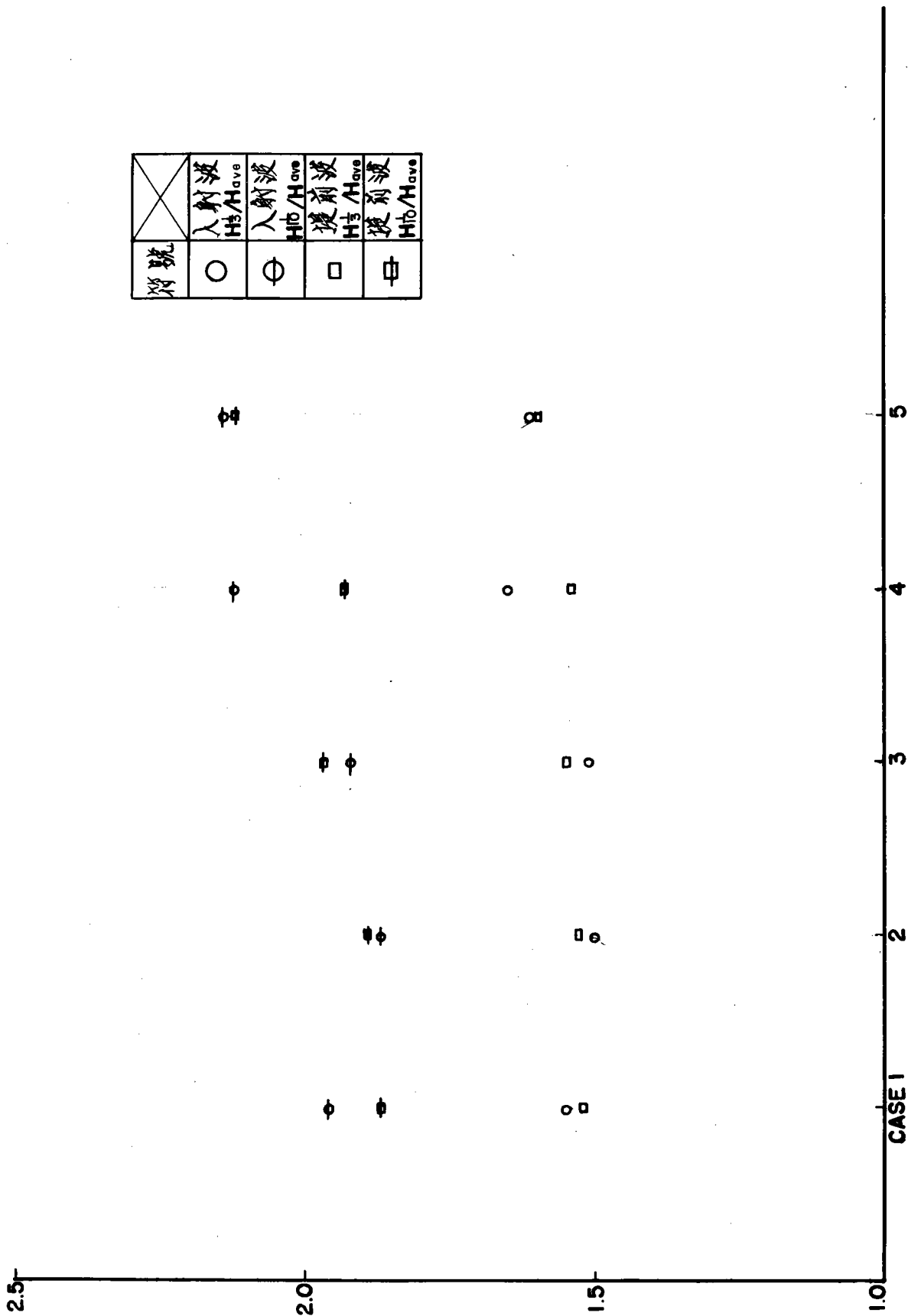


圖 10 第 I 欄面試驗波 H_3/H_{ave} , H_{10}/H_{ave} 比值

S-2

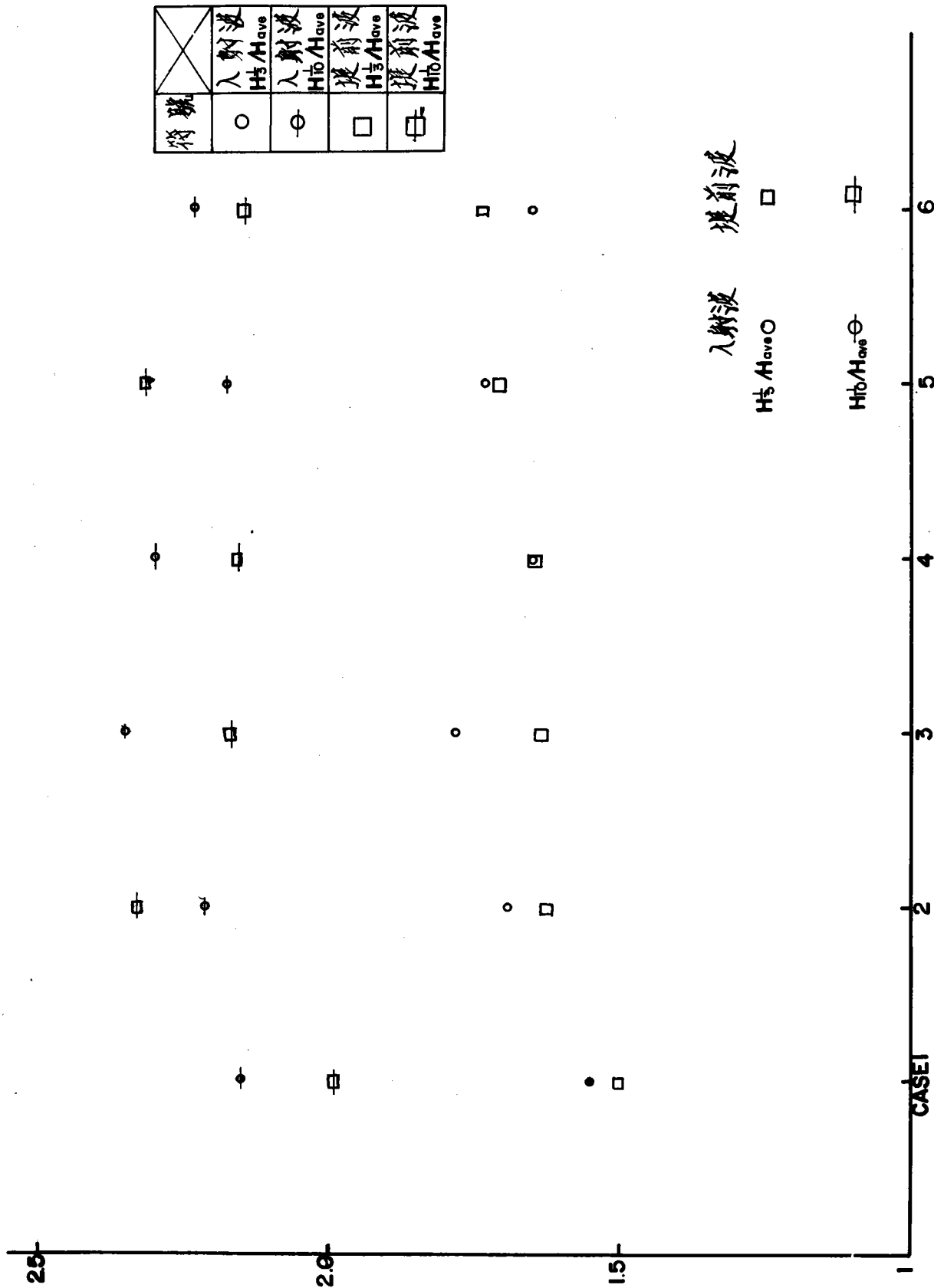


圖 11 第 II 斷面試驗波浪 $H^{1/3}/H_{ave}$, $H^{1/10}/H_{ave}$ 比值

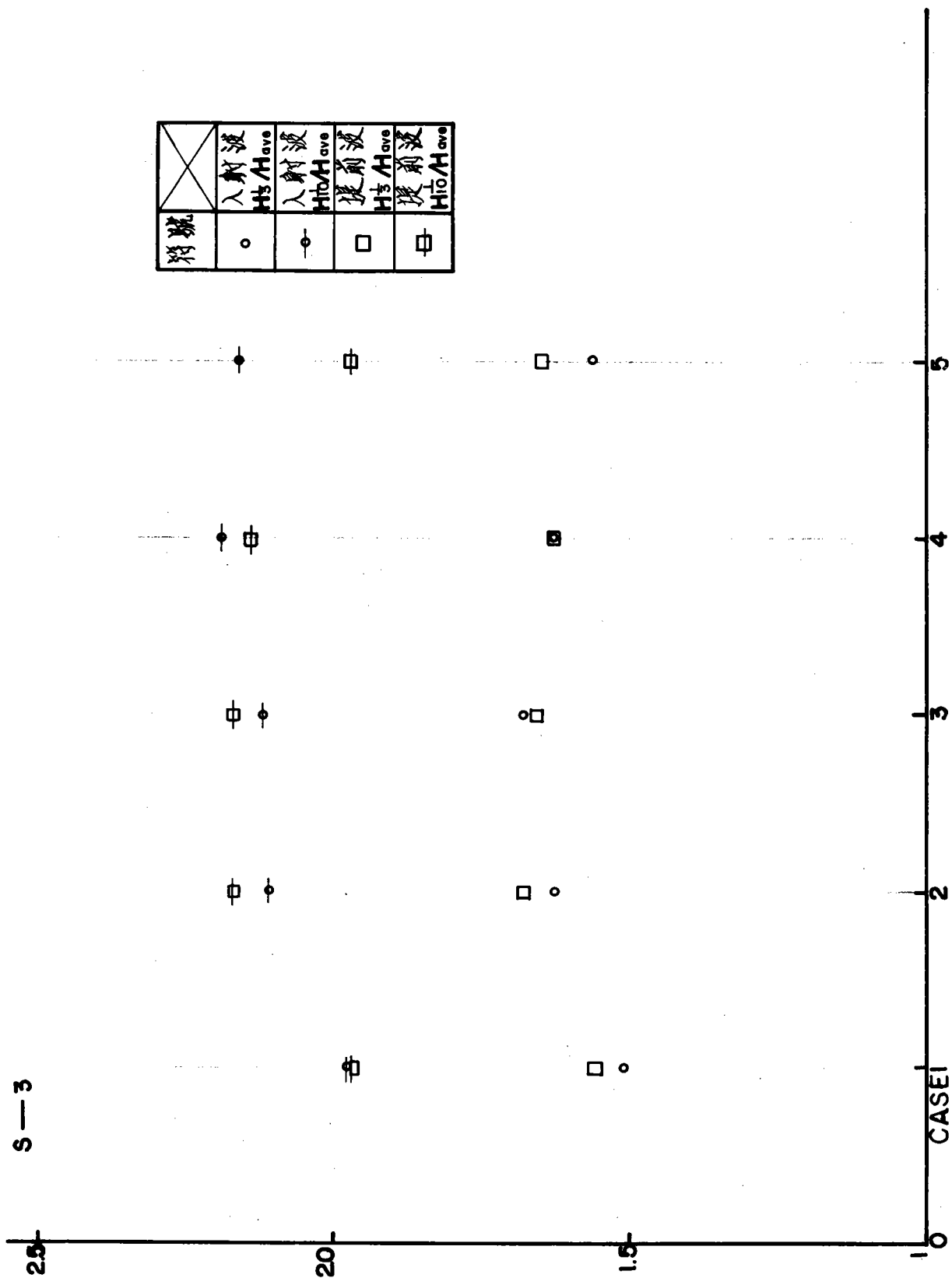


圖 12 第Ⅲ斷面試驗波浪 $H^{1/3} / H_{ave}$, H^1_{10} / H_{ave} 比值

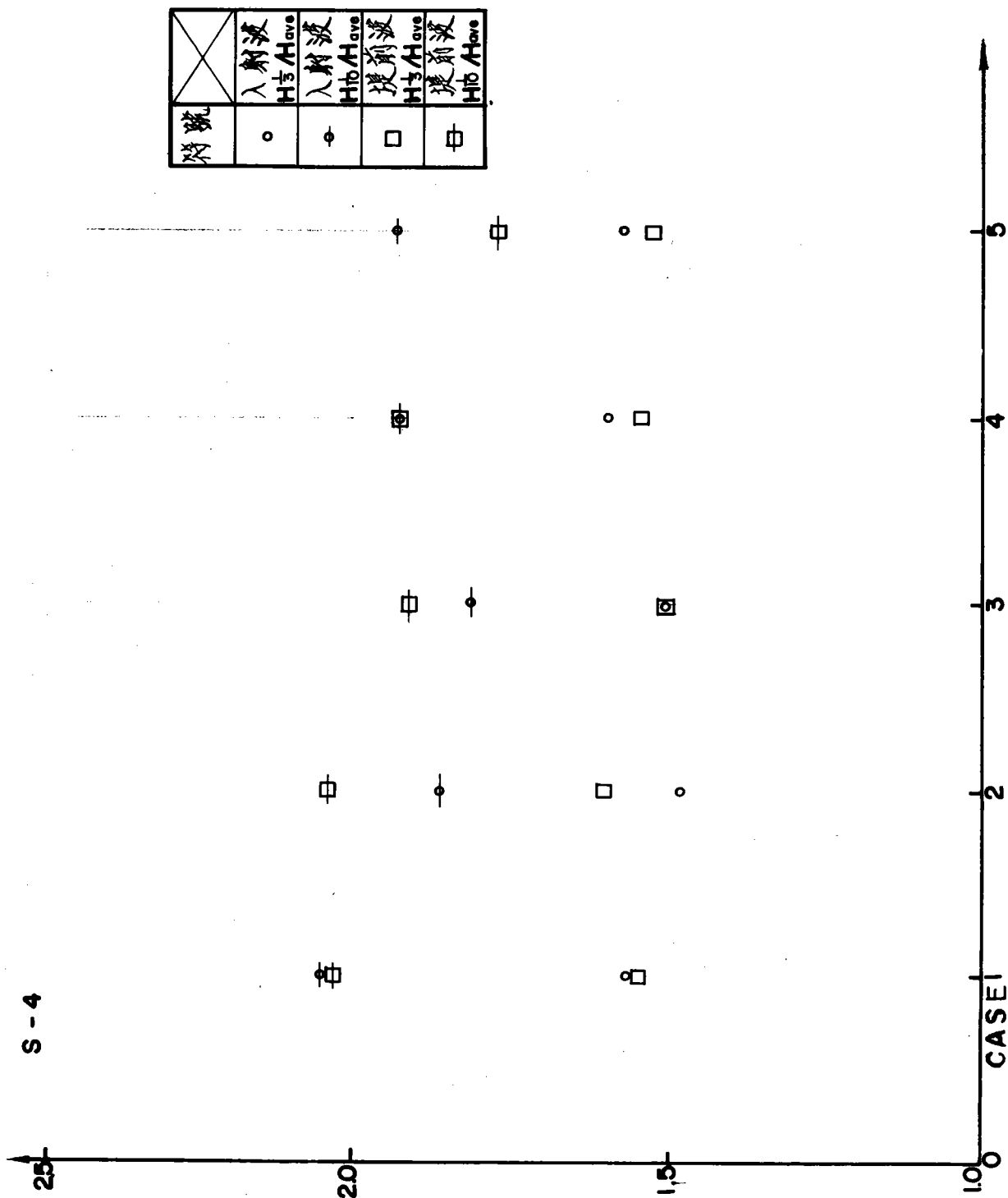


圖 13 第IV断面試驗波浪 $H^1/3 / H_{ave}$, $H^1/10 / H_{ave}$ 比值

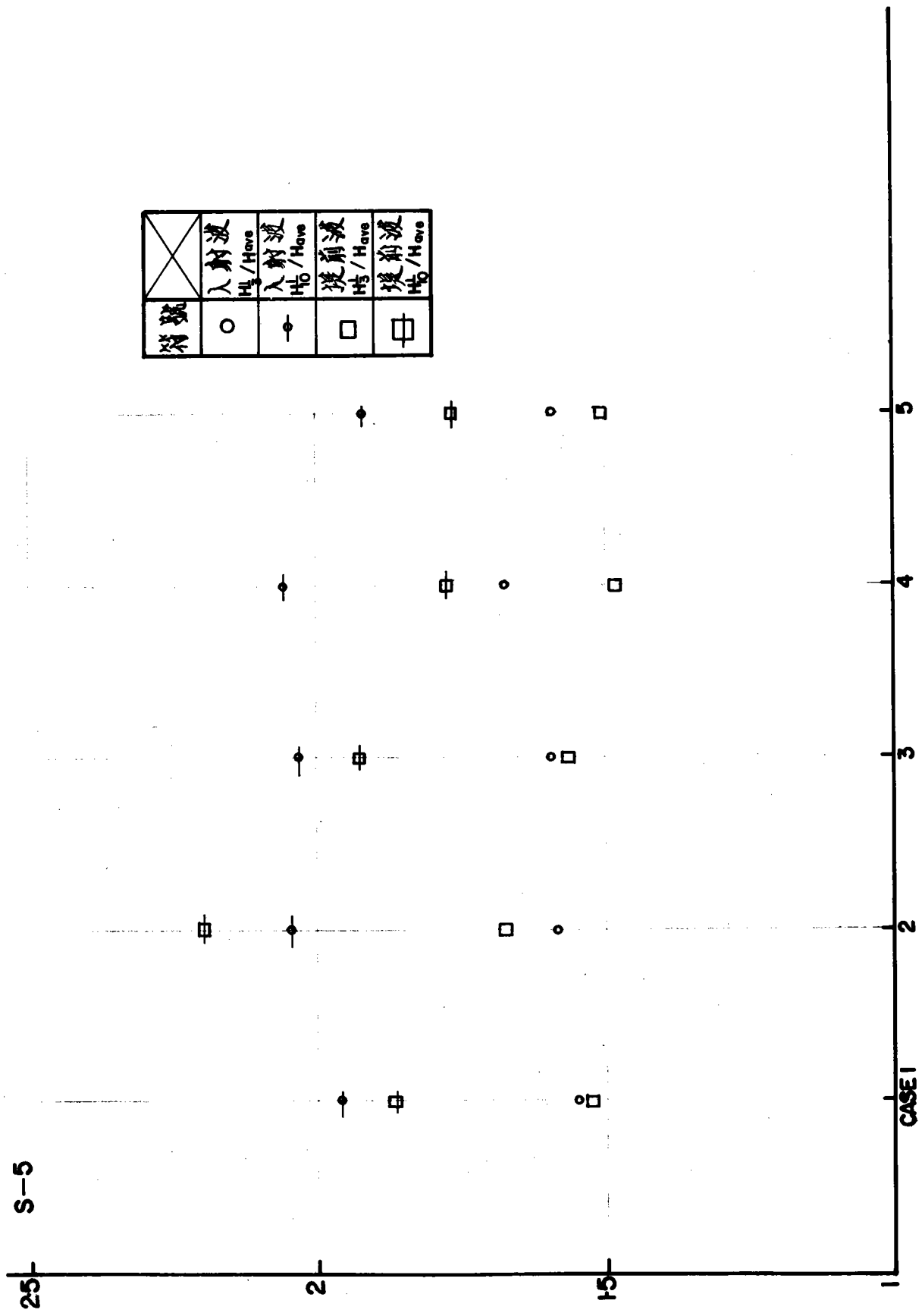


圖 14 第 V 断面試驗波浪 H^1_3 / H_{ave} , H^1_{10} / H_{ave} 比值

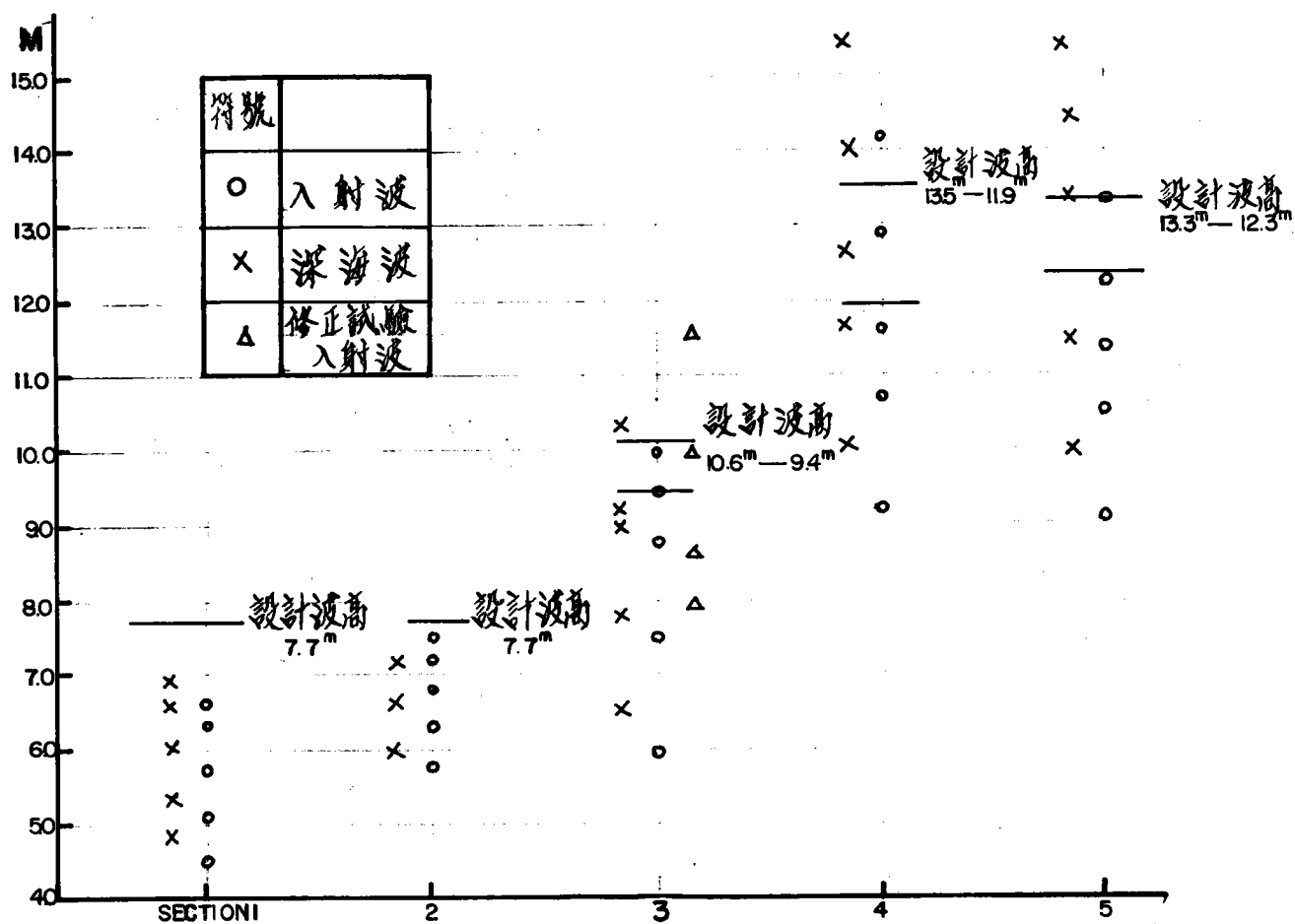


圖 15 試驗波浪與設計波浪比較圖

表2 各斷面試驗入射波浪條件統計表

斷面	波 浪 情 況	平 均 波 浪		示 性 波 浪		最 大 $\frac{1}{10}$ 波 浪	
		Have (m)	Tave (sec)	$H\frac{1}{3}$ (m)	$T\frac{1}{3}$ (sec)	$H\frac{1}{10}$ (m)	$T\frac{1}{10}$ (sec)
第 I 斷面	C-1-1	2.89	8.51	4.47	12.13	5.67	14.76
	C-1-2	3.38	9.45	5.06	13.59	6.32	16.56
	C-1-3	3.78	10.38	5.69	13.53	7.26	17.73
	C-1-4	3.82	9.74	6.30	14.01	8.09	16.21
	C-1-5	4.08	10.09	6.56	13.82	8.73	16.62
第 II 斷面	C-2-1	3.71	11.28	5.51	16.02	7.97	22.32
	C-2-2	3.72	10.86	6.27	16.26	8.24	17.52
	C-2-3	4.08	10.62	6.78	15.12	9.39	15.96
	C-2-4	4.31	11.10	7.47	17.16	8.82	18.42
	C-2-5	4.35	10.98	7.17	14.34	9.68	14.10
第 III 斷面	C-3-1	3.94	10.01	5.95	12.60	7.99	14.14
	C-3-2	4.57	11.97	7.48	17.08	9.78	20.19
	C-3-3	5.18	12.74	8.74	17.99	11.03	18.69
	C-3-4	5.63	13.86	9.16	19.39	12.34	23.94
	C-3-5	6.33	14.21	9.88	16.94	13.65	22.19
第 IV 斷面	C-4-1	5.82	10.22	9.15	12.18	11.90	13.44
	C-4-2	7.14	11.06	10.67	12.95	13.38	14.14
	C-4-3	7.64	11.69	11.52	13.09	13.92	12.81
	C-4-4	8.01	11.06	12.85	12.81	15.58	13.02
	C-4-5	8.93	11.90	14.13	12.95	17.30	13.51
第 V 斷面	C-5-1	5.80	9.94	9.00	11.97	11.35	13.02
	C-5-2	6.57	10.64	10.44	13.09	13.43	13.44
	C-5-3	7.04	10.92	11.27	13.16	14.36	14.07
	C-5-4	7.26	10.71	12.19	13.16	14.95	13.44
	C-5-5	8.31	11.76	13.23	13.51	15.99	13.37

表3 各斷面試驗堤前波浪條件統計表

波 浪 斷 面	情 況	平 均 波 浪		示 性 波 浪		最 大 $\frac{1}{10}$ 波 浪	
		Have (m)	Tave (sec)	H $\frac{1}{3}$ (m)	T $\frac{1}{3}$ (sec)	H $\frac{1}{10}$ (m)	T $\frac{1}{10}$ (sec)
第 I 斷面	C - 1 - 1	3.37	8.98	5.15	12.48	6.29	13.18
	C - 1 - 2	4.19	11.02	6.44	14.81	8.09	16.79
	C - 1 - 3	4.43	11.66	7.07	15.39	8.93	19.48
	C - 1 - 4	4.01	10.67	6.19	14.87	7.88	18.54
	C - 1 - 5	3.70	9.68	5.66	12.83	7.01	15.39
第 II 斷面	C - 2 - 1	3.84	8.70	5.84	12.12	7.66	15.96
	C - 2 - 2	4.67	9.84	7.68	13.98	10.10	18.42
	C - 2 - 3	4.51	10.62	7.45	15.84	9.72	19.26
	C - 2 - 4	4.86	11.10	8.29	16.20	11.30	19.20
	C - 2 - 5	4.74	10.98	8.24	16.44	10.16	17.88
第 III 斷面	C - 3 - 1	4.94	8.68	7.73	10.78	9.72	10.71
	C - 3 - 2	5.48	9.52	9.21	13.86	11.89	16.66
	C - 3 - 3	6.69	11.83	11.11	17.22	14.49	20.16
	C - 3 - 4	6.29	11.41	10.23	15.82	13.44	16.94
	C - 3 - 5	7.44	13.58	12.38	20.72	15.95	25.41
第 IV 斷面	C - 4 - 1	8.44	10.92	13.32	12.39	17.24	12.46
	C - 4 - 2	8.93	11.13	14.42	13.30	18.31	13.72
	C - 4 - 3	10.30	12.25	14.13	13.58	19.82	12.74
	C - 4 - 4	10.90	12.32	16.94	13.72	21.10	13.93
	C - 4 - 5	11.94	13.02	18.15	13.44	21.31	13.79
第 V 斷面	C - 5 - 1	8.08	11.13	12.36	12.81	15.07	12.11
	C - 5 - 2	8.42	11.20	14.16	13.65	18.52	13.37
	C - 5 - 3	9.20	11.83	14.48	13.51	18.44	13.93
	C - 5 - 4	10.54	12.81	15.74	13.72	18.79	13.79
	C - 5 - 5	11.19	12.53	16.86	14.07	19.79	13.79

表 4 各斷面試驗結果

試驗斷面	試驗情況	波 浪 條 件				安 定 情 況	越 波	概 述	備 註
		$H^{1/3}$ (m)	$T^{1/3}$ (sec)	$H^{1/10}$ (m)	$T^{1/10}$ (sec)				
第一斷面	C-1-1	4.47	12.14	5.67	14.76	少數一兩個異型塊晃動，堤基塊石安定。	無越波現象	1. 排列於堤肩水平部份之異型塊，因水深較淺，故自 C-1-2 開始即有晃動及移位現象。但不影響堤身穩定。	1. 排列個數 海側：248 個 / 公尺 (模型) 港側：280 個 / 公尺
	C-1-2	5.06	13.6	6.32	16.56	異型塊晃動個數增加，堤基塊石安定。	無越波現象	2. 斜坡部份之異型塊，雖有晃動，移位現象，但均為同一個體，此可能是排列不平所致，因此於施工時，注意整平，整個異型塊必須穩定。	2. 密度 海側：2.544 g / cm^3 (模型) 港側：2.431 g / cm^3 (模型)
	C-1-3	5.68	13.5	7.26	17.73	少數異型塊晃動，少量堤基塊石略為滑動。	無越波現象	3. 由於堤前水深限制，較大波量發生均甚少。	
	C-1-4	6.30	14.0	8.09	16.21	少數異型塊晃動，少量堤基塊石滑落。	微量越波		
	C-1-5	6.56	13.8	8.73	16.62	少數異型塊晃動，少量堤基塊石滑落。	微量越波		

表 4 各斷面試驗結果 (續)

試驗斷面	試驗情況	波浪條件				安定情況	越波	概 述	備 註
		$H \frac{1}{3}$ (m)	$T \frac{1}{3}$ (sec)	$H \frac{1}{10}$ (m)	$T \frac{1}{10}$ (sec)				
第 二 斷 面	C-2-1	5.75	15.1	7.97	18.02	護基地石及沉箱均安定	大波作用下少量越波現象	沉箱安定，而護基地石雖有滑落現象，但對整個斷面而言尚不至構成損壞。	
	C-2-2	6.27	16.3	8.24	17.52	護基地石略有鬆動現象，沉箱安定。	大波作用下少量越波現象		
	C-2-3	6.78	15.1	9.39	15.96	護基地石開始少量滑落，沉箱安定。	有較大量越波現象		
	C-2-4	7.47	17.2	8.82	18.42	護基地石發生連續滑落現象，沉箱安定。	有較大量越波現象		
	C-2-5	7.17	14.3	9.682	14.10	護基地石少量滑落，沉箱安定。	有較大量越波現象		

表 4 各斷面試驗結果 (續)

試驗斷面	試驗情況	波 浪 條 件				安 定 情 況	越 波	概 述	備 註
		$H \frac{1}{3}$ (m)	$T \frac{1}{3}$ (sec)	$H \frac{1}{6}$ (m)	$T \frac{1}{6}$ (sec)				
第 三 斷 面	C-3-1	5.95	12.6	7.99	14.14	護基塊石及沉箱均安定	大波作用下，有少量越波現象	1. 護基塊石雖有滑落現象，但基礎尚稱安定起見，沉箱從C-3-3起，在大波作用下，輕微晃動現象，為了解沉箱晃動現象，逐次增加沉箱重量，設計時C-3-3-5仍有輕微晃動現象，加重15%，則均無晃動現象。	沉箱輕微晃動，未發生現象，日本研究部與技術工部所長研究，此種情況可稱為不安定加重
	C-3-2	7.48	17.1	9.78	10.19	護基塊石略有滑落現象，沉箱安定。	大波作用下，有少量越波現象	2. 生了解沉箱晃動現象，逐次增加沉箱重量，設計時C-3-3-5仍有輕微晃動現象，加重15%，則均無晃動現象。	
	C-3-3	8.74	18.0	11.03	18.69	護基塊石少量滑落，沉箱在大波作用下發生輕微之晃動現象。	有較大量越波現象	3. 從C-3-3起在大波時，越波情況較嚴重，傳遞係數高達0.286。	
第 四 斷 面	C-3-4	9.16	19.4	12.34	23.94	護基塊石少量滑落，沉箱在大波作用下發生輕微之晃動現象。	有較大量越波現象	4. 本試驗，波浪週期太長，擬調整週期後再辦一次試驗。	
	C-3-5	9.87	16.9	13.65	22.19	護基塊石少量滑落，沉箱在大波作用下發生輕微之晃動現象。	有較大量越波現象		

表 4 各斷面試驗結果 (續)

試驗斷面	試驗情況	波 浪 條 件				安 定 情 況	越 波	概 述	備 註
		$H \frac{1}{3}$ (m)	$T \frac{1}{3}$ (sec)	$H \frac{1}{10}$ (m)	$T \frac{1}{10}$ (sec)				
第 四 斷 面	C-4-1	9.15	12.2	12.8	13.44	護基地石安定，沉箱安有較大量越波現象		1 在大波作用下，護基地石發生嚴重滑落現象。	同 上
	C-4-2	10.67	13.0	12.95	14.14	護基地石略有滑動現象，沉箱安定。	大量越波	2 在大波作用下，從 C-4-3 起沉箱起極輕微晃動現象，加重 5% 後情況即予改善	
	C-4-3	11.52	13.1	13.09	12.81	大波作用下，護基地石滑落，沉箱極輕微晃動	大量越波	3 大波作用下，越波情況嚴重。	
	C-4-4	11.85	12.8	12.81	13.02	大波作用下，護基地石滑落，沉箱極輕微晃動	大量越波		
	C-4-5	14.13	13.0	12.95	26.07	大波作用下，護基地石滑落，沉箱極輕微晃動	大量越波		

表 4 各斷面試驗結果 (續)

試驗斷面	試驗情況	波 浪 條 件				安 定 情 況	越 波	概 述	備 註
		$H\frac{1}{3}$ (m)	$T\frac{1}{3}$ (sec)	$H\frac{1}{10}$ (m)	$T\frac{1}{10}$ (sec)				
第 五 斷 面	C-5-1	9.00	12.0	11.97	12.02	護基地石安定，沉箱安定。	少量越波	1. 從 C-5-3 起，護基塊石在大波作用下有較嚴重之滑落現象，在大波作用下，從 C-5-2 起沉箱發生極輕微晃動現象，當加重 5% 時 C-5-3，C-5-4 仍有極輕微晃動，加重 10% 時，情況即予改善。在大波作用下，有大量越波現象。	同 上
	C-5-2	10.44	13.1	13.09	13.44	護基地石少量滑落，沉箱在大波作用下極輕微晃動。	大量越波		
	C-5-3	11.27	13.2	13.16	14.07	護基地石滑落，沉箱極輕微晃動。	大量越波		
	C-5-4	12.19	13.2	13.16	13.44	護基地石滑落，沉箱極輕微晃動。	大量越波		
	C-5-5	13.23	13.5	13.51	13.37	護基地石滑落，沉箱極輕微晃動。	大量越波		

一、傳遞波試驗

傳遞波試驗結果如圖 16 至 18，圖 16 顯示沉箱斷面堤防波浪傳遞係數約在 0.2 至 0.3 之間。傳遞係數隨波浪尖銳度 (H/L) 增大而稍微減小，此種現象與以往所作試驗結果一致。圖 17 為相對堤頂高度 h_e/H_1 (水面上堤頂高度/波高) 與相對水深 d/h_c (堤前水深/水面上堤頂高度) 對傳遞係數 K_t 之影響，資料顯示 K_t 隨 h_e/H_1 及 d/h_c 增大而減小。當 d/h_c 超過 6.2 以後，水深對 K_t 之影響較不顯着，傳遞波高 H_t 與入射波高 H_1 隨相對水深 d/h_c 變化如圖 18。傳遞波高與入射波高成正比，而隨堤前相對水深 d/h_c 減小而增加。

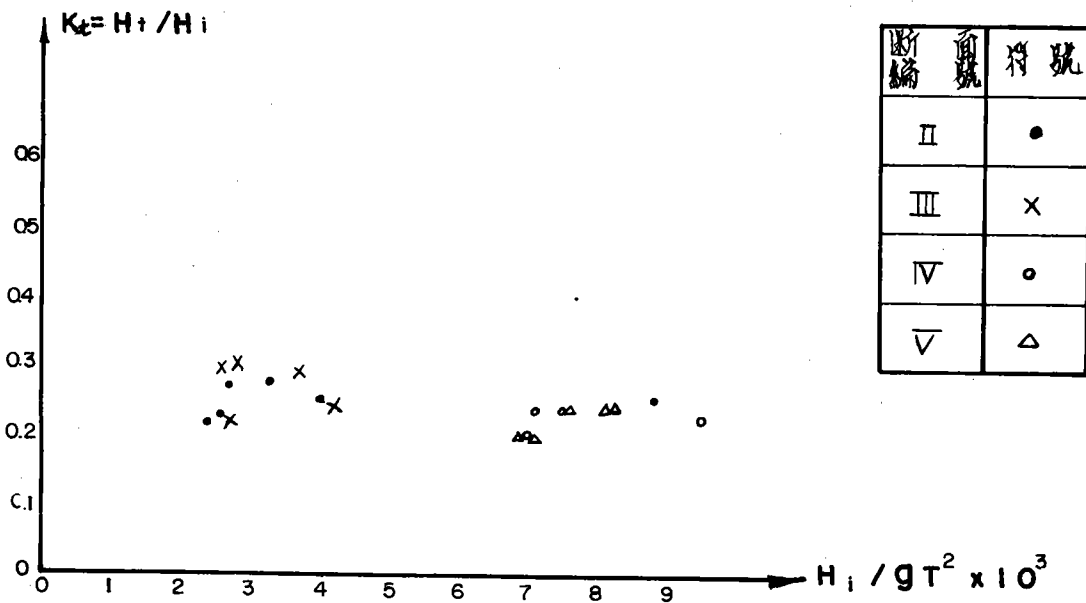
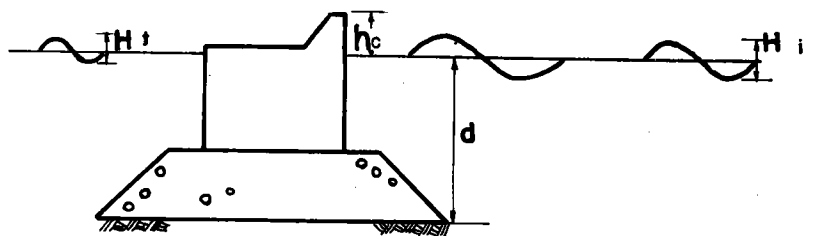


圖 16 傳遞係數與波浪尖銳度關係

斷面編號	符號	d (m)	d/hc
II	●	30.0	5.46
III	X	33.0	6.00
IV	○	34.5	6.27
V	△	37.5	6.82

$h_c = 5.5$

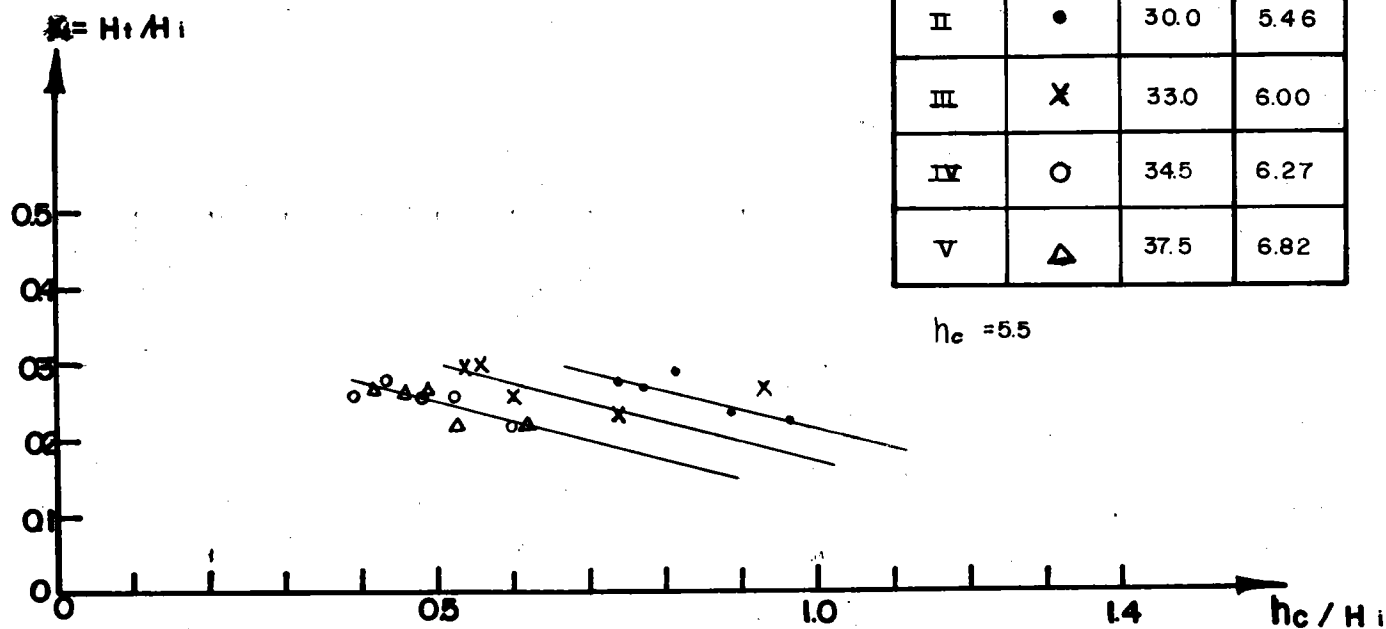


圖 17 傳遞係數受 h_c/H_i 及 d/h_c 之影響

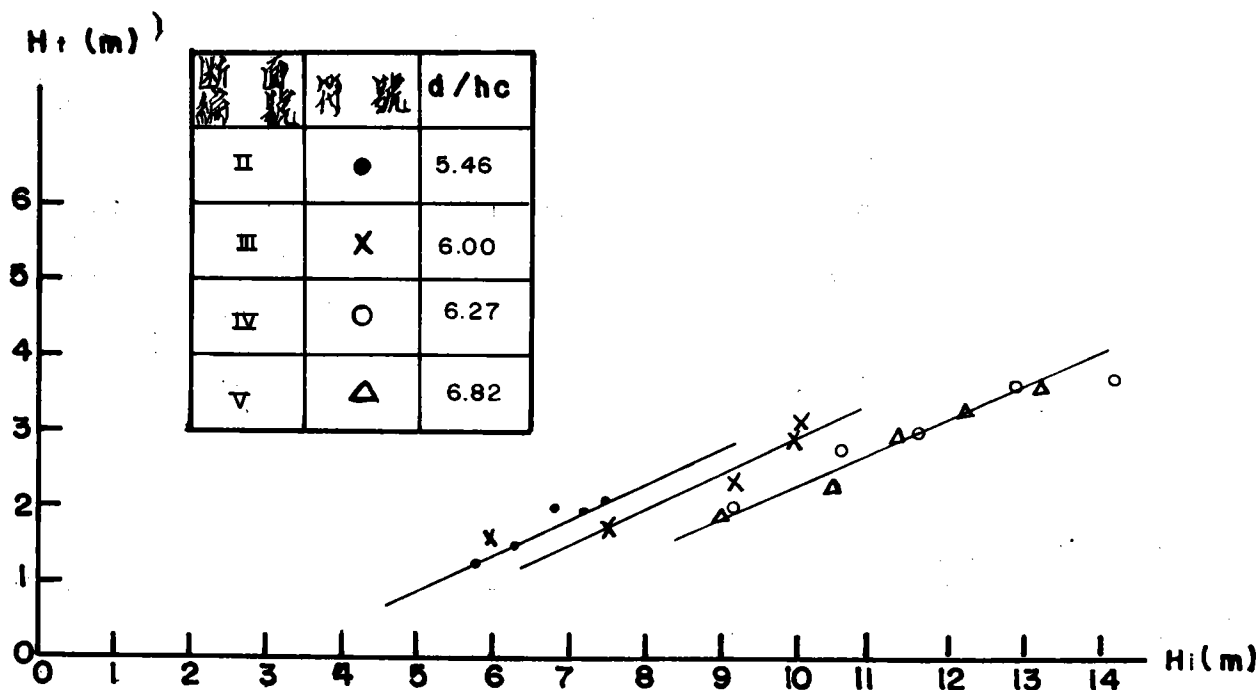


圖 18 傳遞波高 H_t 受 H_i 及 d/h_c 之影響

二、越波量

越波量試驗因量取容器太小，無法辦理較長時間之測試，在不規則波群中僅能量測片段波浪之越波量，所得結果經整理後如表 5。模型上單位寬度（1 m）每週期之平均越波量（kg）與堤前波高（cm）關係如圖 19。越波量隨波高增大而增加。相對水深增加越波量反而有減小之趨勢。越波量無因次參數關係（圖 20）顯示 $2\pi Q/HL$ 隨 H/L 增大至某一限值後，越波量非但不再繼續增加，且有減小之傾向。越波量與波高無因次參數關係如圖 21。越波量 $2\pi Q/HL$ 隨 H/h_0 增加。相同之 H/h_0 。越波量隨 d/h_c 增加而減小。

表 5 越波量試驗結果

項目	S - 2						S - 3						S - 4						S - 5					
	C-2-1C-2-2C-2-3C-2-4C-2-5C-3-1C-3-2C-3-3C-3-4C-3-5C-4-1C-4-2C-4-3C-4-4C-4-5C-5-1C-5-2C-5-3C-5-4C-5-5																							
縮尺	1/36						1/49						1/49						1/49					
越波量 q_m (kg)	3.5	3.5	27.5	16.5	25.5		7.5	17.5	18.5	33.5	44.5	17.5	36.5	31.5	24.5	31.5	5.5	29.5	31.5	29.5	24.5			
量取時間 t_m (sec)	24.5	24.5	15.1	22.3	14.6	30.8	16.2	8.8	8.8	10.3	9.5	8.5	6.1	3.9	5.8	14.0	12.5	9.9	8.1	6.0				
波數 m	11	16	8	12	7	16	9	4	4	4	4	5	4	3	2	3	7	7	5	4	3			
堤前波高 H_p (m)	4.90	4.90	6.75	6.06	5.60	5.91	7.66	9.22	8.77	10.83	13.08	14.04	14.50	19.00	20.00	13.30	9.34	13.60	13.96	17.60				
平均週期 T_p (sec)	2.23	1.53	1.89	1.86	2.08	1.92	1.80	2.20	2.20	2.20	2.57	1.90	2.12	2.04	1.97	1.93	1.99	1.78	1.98	2.02	2.00			
深海波長 L_{op} (m)	279.2	131.4	200.6	194.3	242.9	281.7	247.6	369.9	369.9	504.8	275.9	343.4	318.1	296.6	284.7	302.7	242.2	299.6	311.8	305.7				
堤前水深 d_p (m)	30	30	30	30	30	33	33	33	33	33	33	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5			
堤前波長 L_p (m)	203.5	120.4	163.9	163.9	186.3	211.8	194.9	250.8	250.8	301.2	276.0	244.0	232.5	222.6	216.7	232.4	200.1	230.7	236.8	233.8				
波浪失度 $H/L \times 10^2$	2.41	4.07	4.12	3.78	3.01	2.79	3.93	3.68	3.50	3.60	4.74	5.76	6.22	8.54	9.25	5.72	4.67	5.90	5.89	7.55				
$\frac{2\pi Q}{HL} \times 10^3$	6.50	7.55	63.3	28.8	71.2	14.1	49.1	75.4	14.4	128.6	36.6	100.5	117.6	109.3	91.2	7.4	85.1	75.7	84.1	74.9				

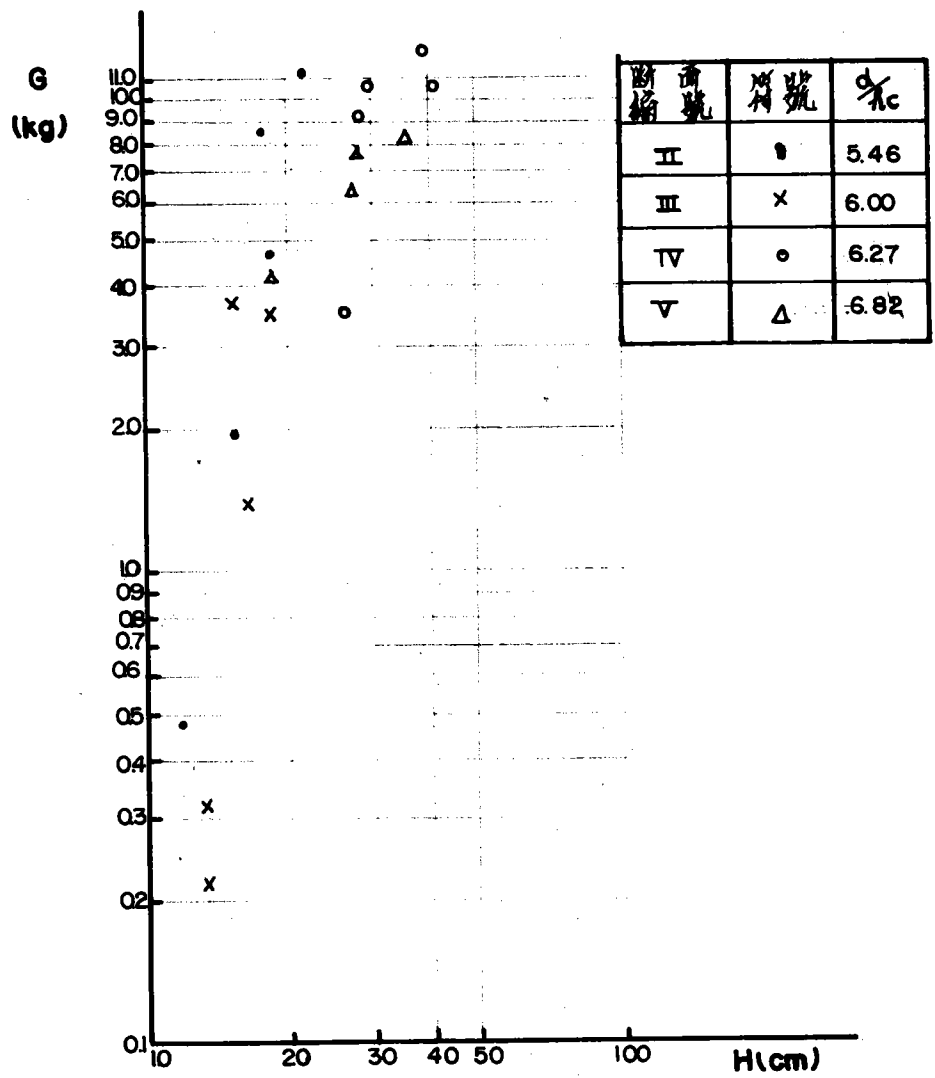


圖 19 越波量與堤前波高

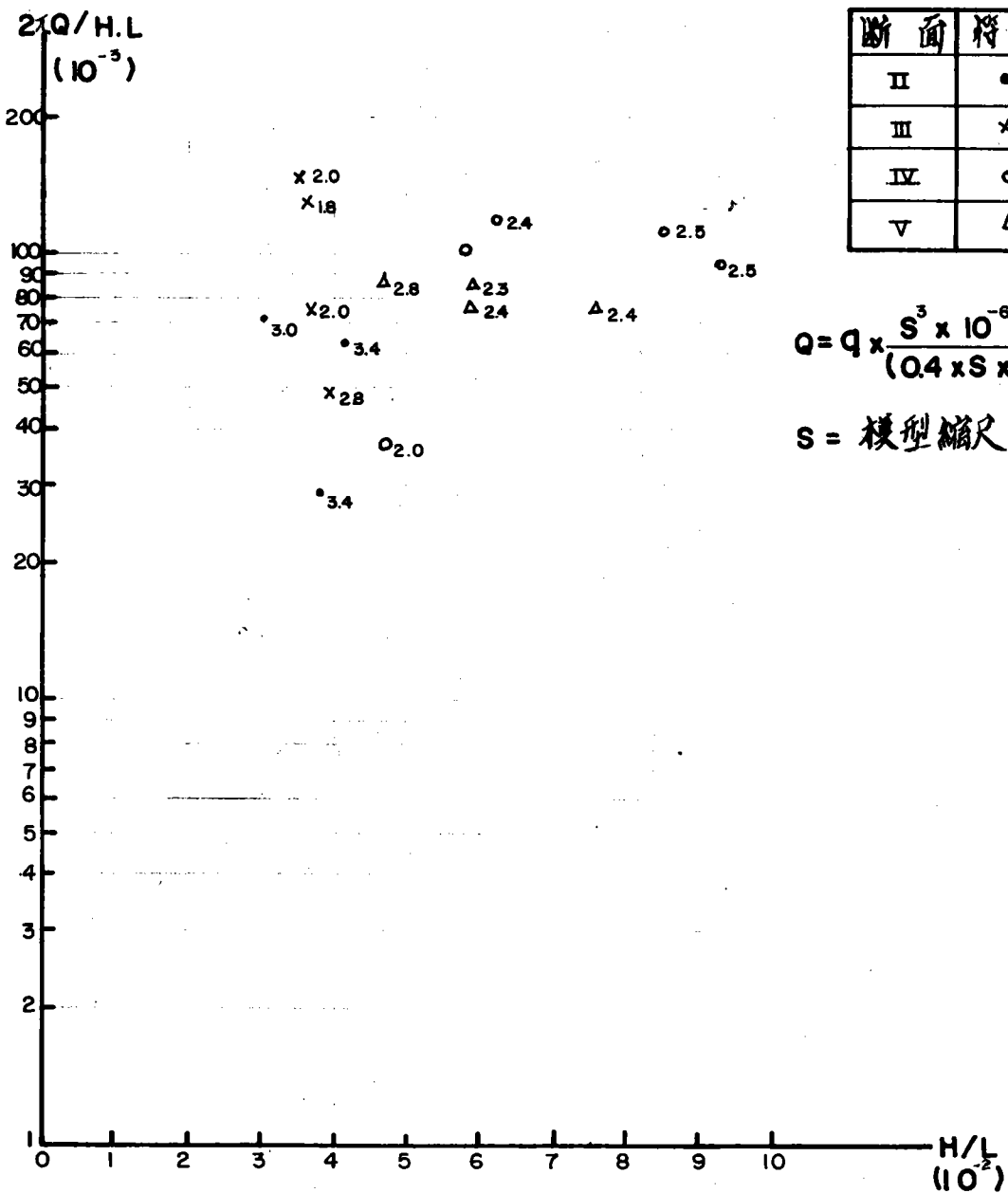


圖 20 $\frac{2\pi Q}{HL}$ 與 $\frac{H}{L}$ 之關係

断面號碼	符號	d/hc
II	●	5.46
III	X	6.00
IV	○	6.27
V	△	6.82

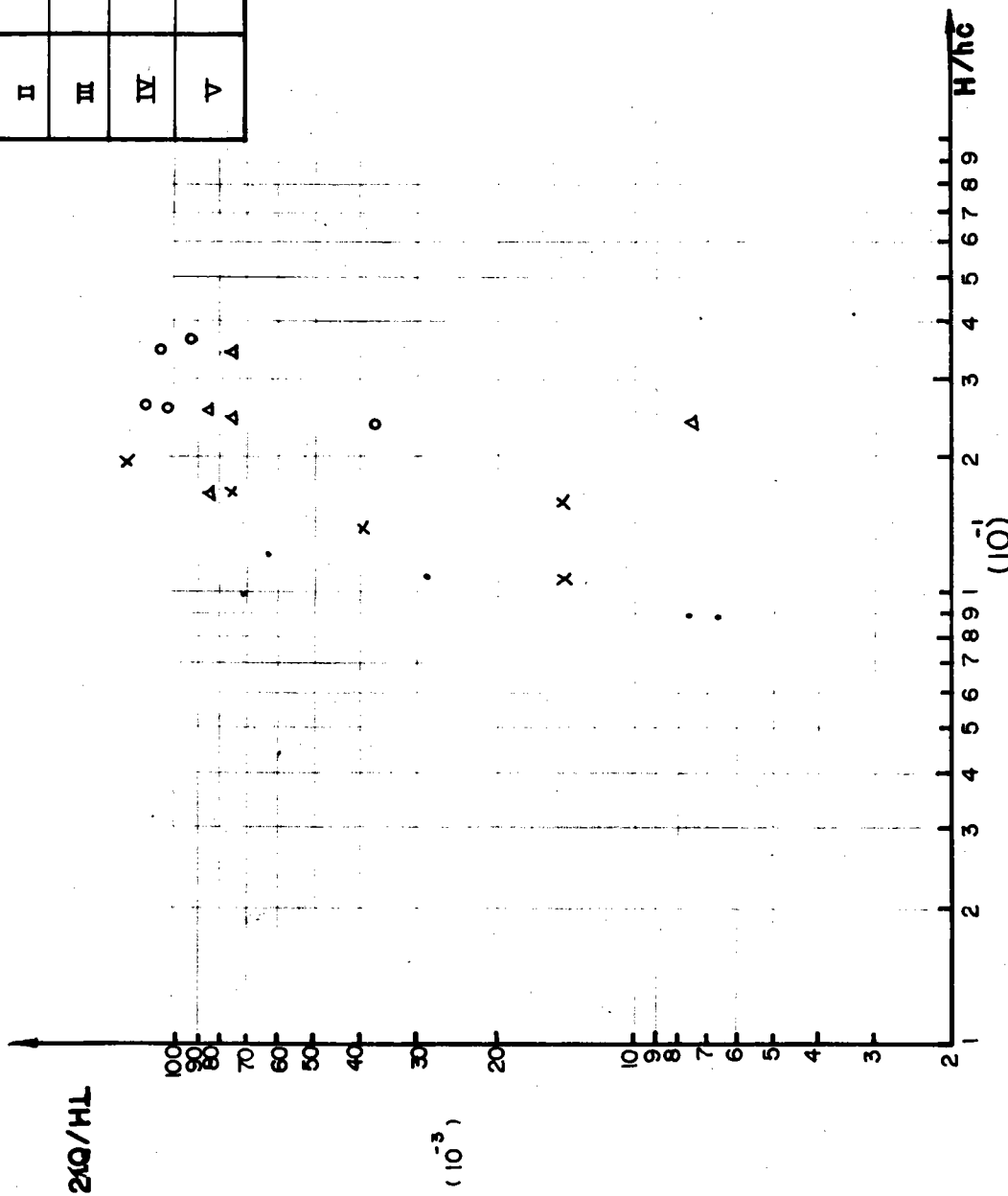


圖 21 $\frac{2Q}{HL}$ 與 $\frac{H}{hc}$ 之關係

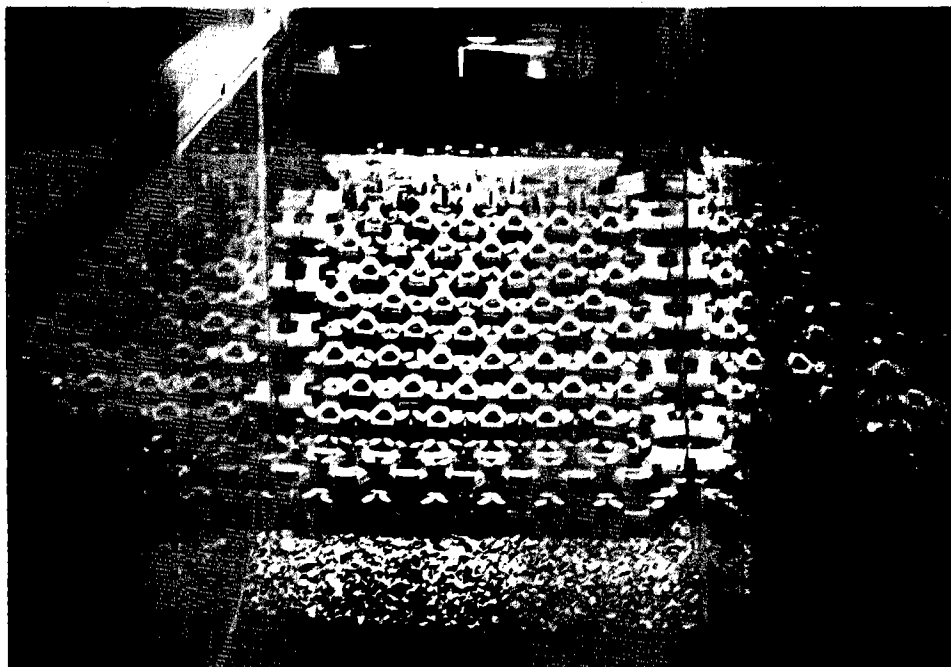
三、塊石及沉箱安定

第一斷面拋石堤因受堤前水深限制在最大波浪作用下，護坡之混凝土中空三脚型塊，除在最大碎波沖擊時造成為數不到1%之型塊滑落處，其餘各種試驗狀況均僅產生輕微之晃動現象，對堤身安定不構成威脅。

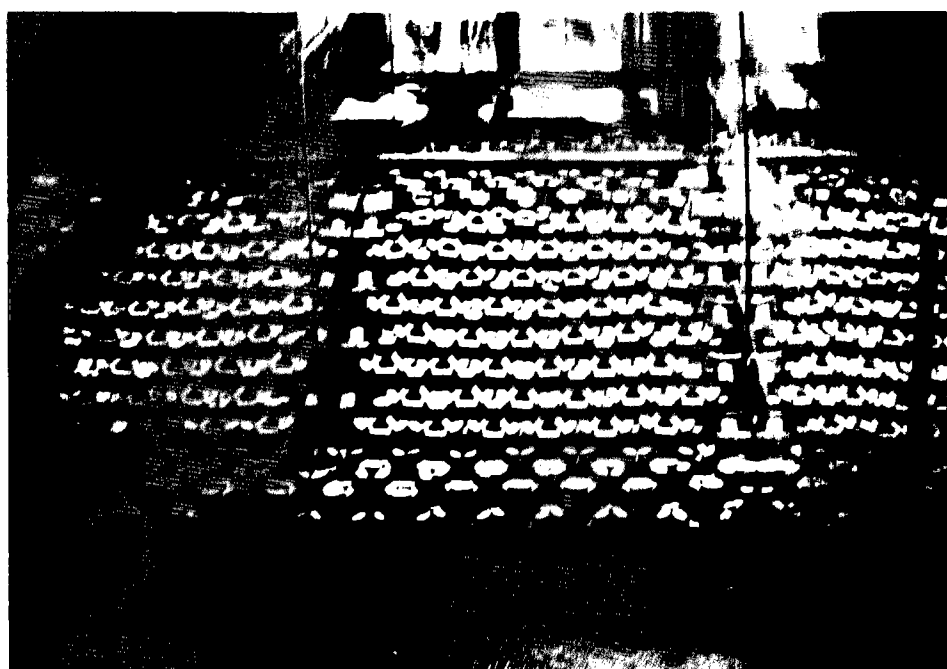
護面中空三脚型塊對上溯之入射波消殺大部份之波浪能量，故越波量極為有限，傳遞波僅發生在部份堤前未碎波，遠較吹風所造成波浪為小，故可忽略。港內側之中空三脚混凝土型塊，因未受傳遞波侵擊，故安定情況可不予考慮。

第二至第五斷面沉箱堤護基塊石受較大波浪作用時均發生少量塊石滑落現象，以第三、四及第五三斷面受波群中長週期最大浪作用時稍嚴重些，但對堤身穩定未構成影響。細部設計時可酌量增加塊石重量，或考慮在受颱風巨浪侵襲後作適當之維護，補充滑落塊石。各種斷面試驗前，塊石拋放模型及受波浪作用塊石滑動後呈穩定情況，如照片3至照片12所示。

合成堤斷面，沉箱部份在受試驗波群中長週期最大波浪作用時發生極輕微之晃動現象，但未發生滑移或傾覆情形，此種現象是否構成沉箱不穩定而需要增加重量？經與Goda公式原創始人日本港灣技術研究所水工部部長合田良田討論，認為只要沉箱體受波群中最大波浪作用下不發生滑移，此種現象在現場防波堤受較大波浪侵襲時發生搖晃相似，應視為穩定，不必再增加沉箱體重量。為了解沉箱加重對穩定狀況影響，逐次增加原設計重量5%，其中第三斷面需增加至15%後安定，第四斷面加5%，第五斷面則需加10%後即呈穩定狀態。分析晃動原因主要係受長週期最大波浪所造成，第三斷面因試驗條件週期較長，致晃動情況較其他斷面嚴重，因之調整試驗週期重作試驗。



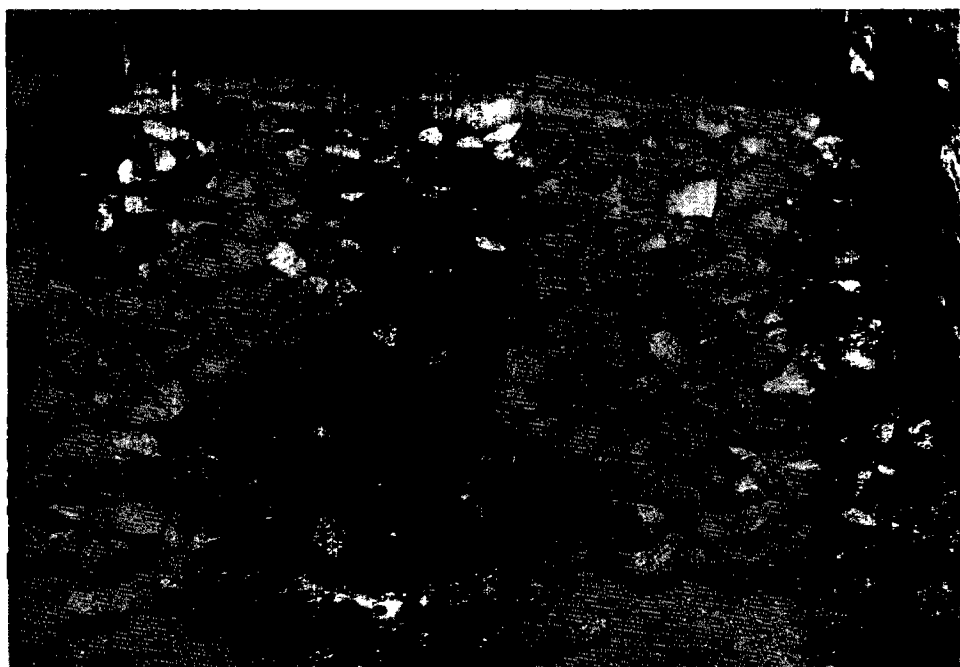
照片 3 第Ⅰ 斷面試驗前模型



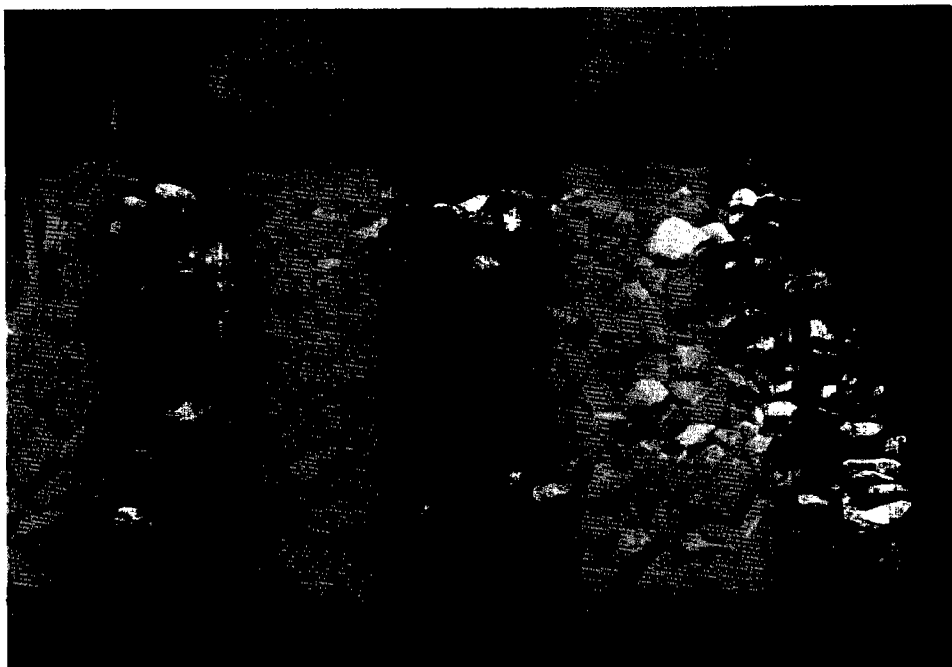
照片 4 第Ⅰ 斷面試驗後模型



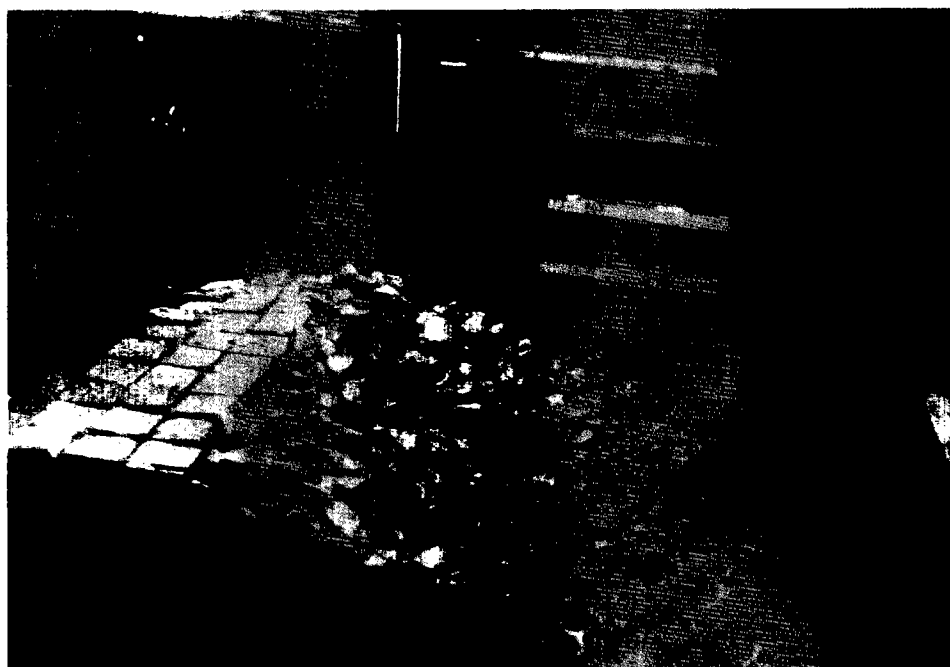
照片 5 第Ⅱ 斷面試驗前模型



照片 6 第Ⅱ 斷面試驗後模型



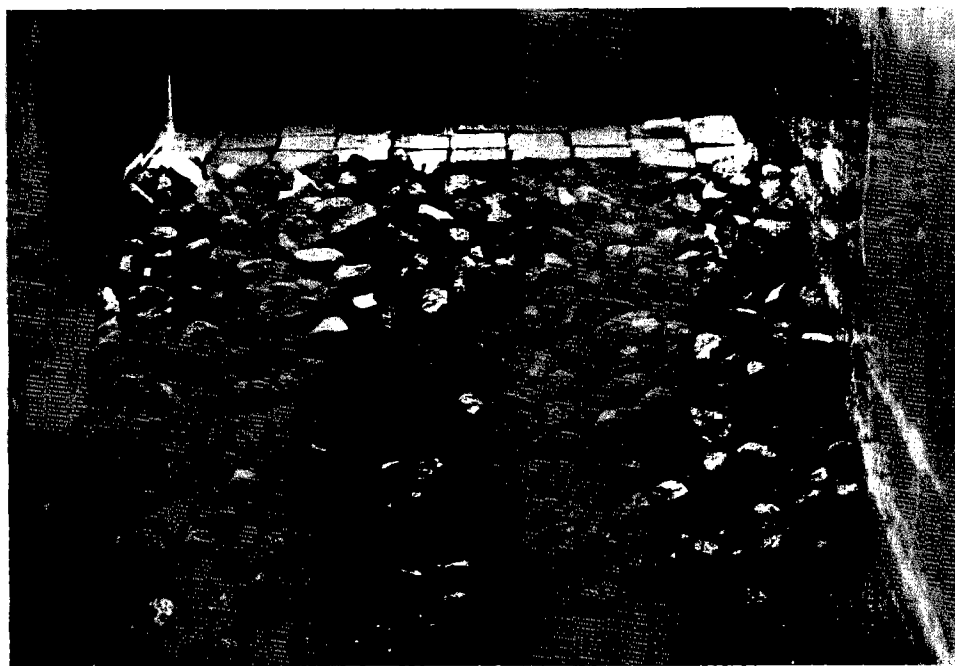
照片 7 第Ⅲ 斷面試験前模型



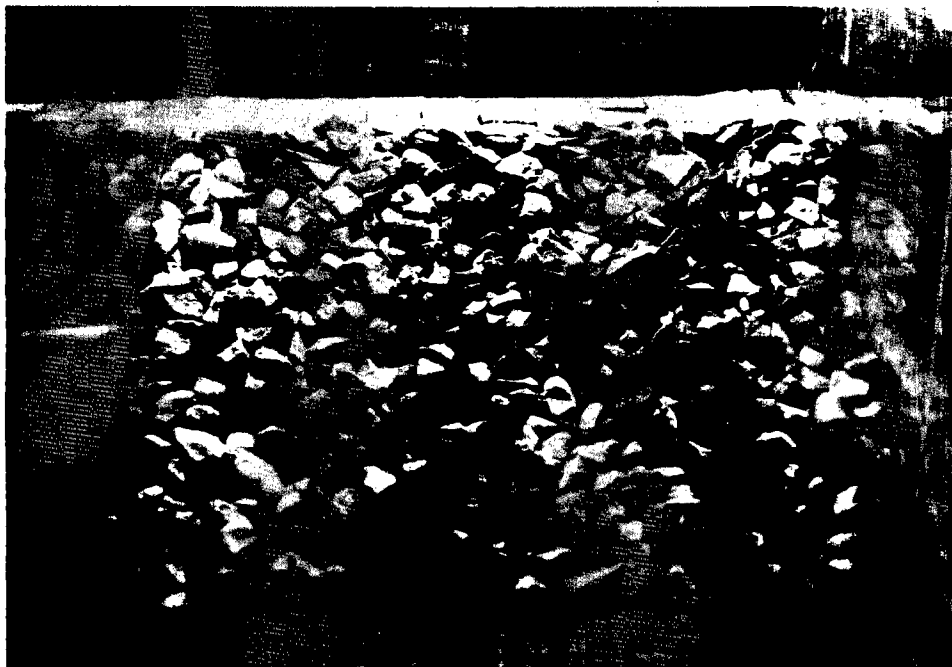
照片 8 第Ⅲ 斷面試験後模型



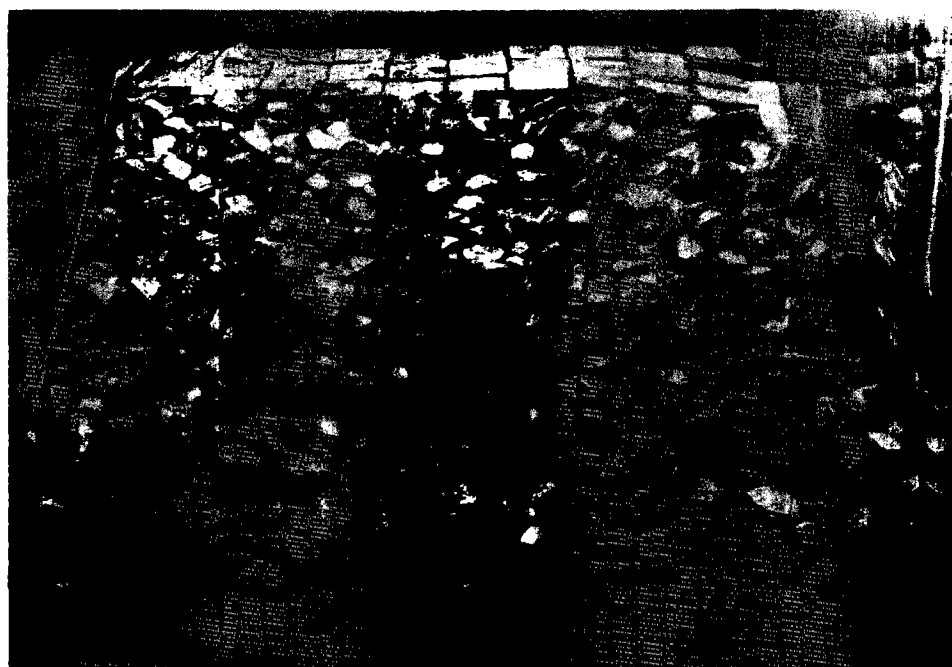
照片 9 第Ⅳ 斷面試驗前模型



照片10 第Ⅳ 斷面試驗後模型



照片11 第V 斷面試驗前模型



照片12 第V 斷面試驗後模型

四、沉箱修正試驗

根據試驗結果，分析晃動原因主要係受長週期波浪作用所造成。第Ⅲ斷面因試驗波浪週期較長，致晃動情況較其他斷面嚴重，因之調整試驗週期，並加寬沉箱斷面 5 % (重量亦增加 5 %) 重作試驗，並觀察沉箱安定情形。

修正第Ⅲ斷面試驗波浪條件如表 6 所示，由表中可知波浪週期較前述第三斷面試驗條件顯著地減小。

表 6 修正第Ⅲ斷面試驗入射波浪條件統計表

斷面	波 浪 情 況	平 均 波 浪		示 性 波 浪		最 大 $\frac{1}{10}$ 波 浪	
		H_{ave} (m)	T_{ave} (sec)	$H_{\frac{1}{3}}$ (m)	$T_{\frac{1}{3}}$ (sec)	$H_{\frac{1}{10}}$ (m)	$T_{\frac{1}{10}}$ (sec)
修正第Ⅲ斷面	C - 3' - 1	5.44	9.80	8.57	11.55	11.07	11.27
	C - 3' - 2	4.91	9.38	7.89	11.69	9.82	11.34
	C - 3' - 3	5.98	10.50	9.92	12.88	13.06	12.88
	C - 3' - 4	6.84	11.20	11.49	13.16	15.36	12.67

試驗結果沉箱及塊石安定情況如表 7 所示，試驗波高較前述第三斷面增大，但由於週期減小之故，沉箱體已不再發生晃動現象，護基塊石滑落情況修正前之第Ⅲ斷面試驗相近似。

修正後斷面與原第Ⅲ斷面傳遞波試驗結果如圖 22 至圖 24，由於波長減小而沉箱體稍增寬，使傳遞波高與傳遞係數均有減小的現象，修正後斷面之傳遞係數由原來之 0.2 至 0.3 減為 0.17 以下，與第四、第五斷面傳遞波試驗有相同之趨勢。

修正試驗之波浪波譜如附錄 I，詳細波浪資料如附錄 II。

表 7 修正第Ⅲ斷面安定結果

試驗斷面	試驗情況	波浪條件				安定情況	越波	概 述	備 註
		$H\frac{1}{3}$ (m)	$T\frac{1}{3}$ (sec)	$H\frac{1}{10}$ (m)	$T\frac{1}{10}$ (sec)				
修正第Ⅲ斷面	C-3'-1	8.57	11.6	11.07	11.3	護基地石安定， 沉箱安定。	大波作用下， 發生較少量越波現象	將試驗條件波浪週期由先前第Ⅲ斷面 12 ~ 19 秒減小為 11 ~ 13 秒，沉箱加寬 5 % 重量比例增加的情況下，沉箱是動情況即予改善，但護基地石安定情況與修正前試驗係數則隨波長增大而顯著減小。	沉箱加寬 5 % 情況下，採用先前第Ⅲ斷面相同之波浪條件，在大波作用下，沉箱是動情況已獲改善。但在長週期巨浪作用下仍發生極輕微晃動現象。
	C-3'-2	7.89	11.7	9.82	11.3	大波作用下，護基地石少量滑落，沉箱安定。	大波作用下，發生較大量越波現象		
	C-3'-3	9.92	12.9	13.06	12.9	護基地石，少量滑落，沉箱安定	大波作用下，發生較大量越波現象		
	C-3'-4	11.49	13.2	15.36	12.7	護基地石，少量滑落，沉箱安定	有越波量較大現象		

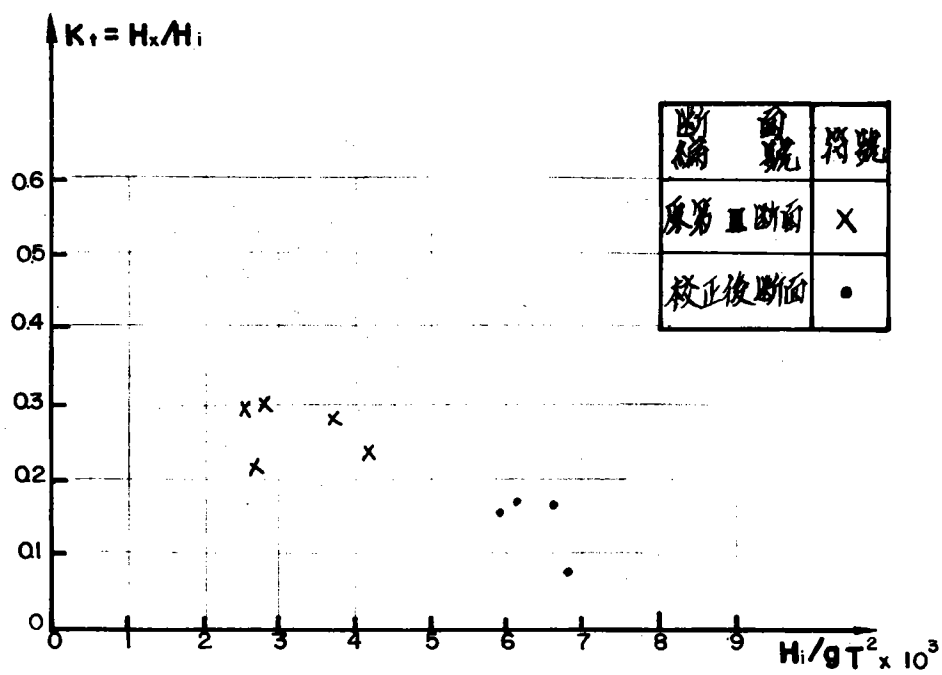


圖 22 原第Ⅲ斷面與校正後斷面傳遞係數與波浪尖銳度關係比較圖

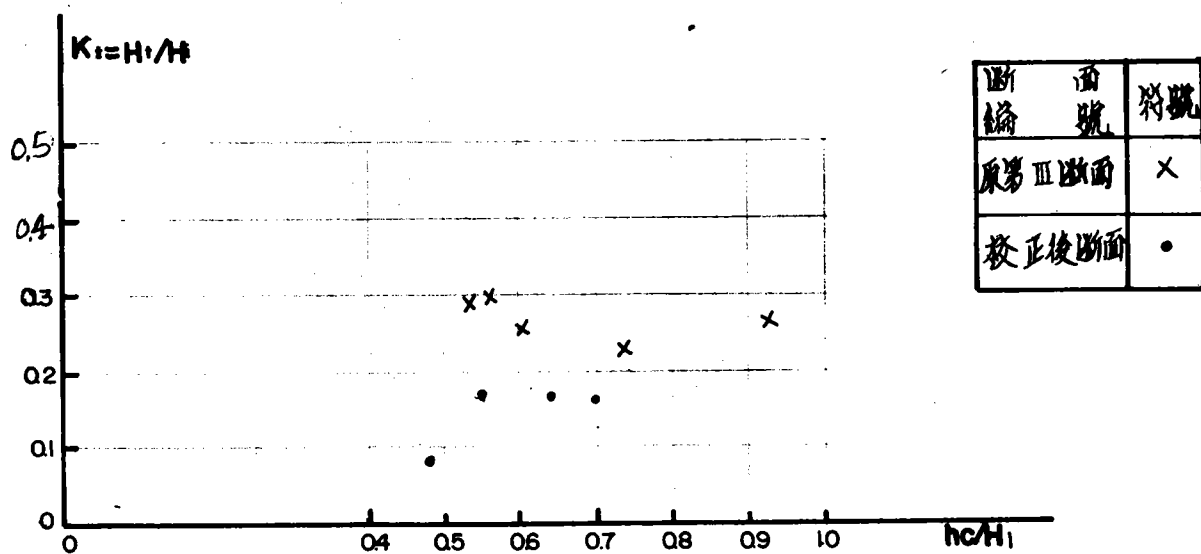


圖 23 原第Ⅲ斷面與校正後斷面傳遞係數受 hc/H_1 影響比較圖

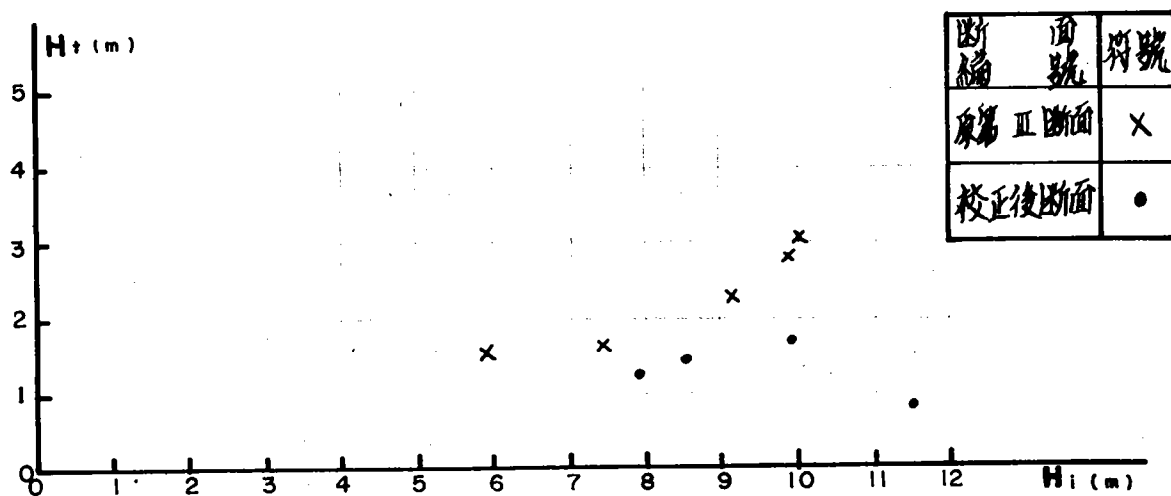


圖 24 原第Ⅳ斷面與校正後斷面傳遞波高 H_t 受 H_i 影響比較圖

五、沉箱底版與拋石基礎摩擦係數

本次試驗沉箱模型採用木製，為了解木製與水泥製沉箱模型底版摩擦係數，分別利用兩種模型在中型試驗水池進行試驗，水泥製模型在水中重 67.4 公斤，木製模型沉箱在水中重 59.4 公斤，試驗四次如表 5，水泥沉箱模型摩擦係數平均值為 0.526，木製沉箱則為 0.519。

表 5 沉箱模型底床摩擦係數

試驗次數 \ 摩擦係數	水泥製沉箱模型	木製沉箱模型
1	0.594	0.516
2	0.519	0.466
3	0.53	0.556
4	0.46	0.539
平均值	0.526	0.519

六、波壓試驗

波壓試驗係將波壓感受器分別安裝於 + 8.0 m，+ 2.5 m 及 - 4.0 m 處，試驗水位為 + 2.5 m。感受器受波浪沖擊後感受波壓，經由控制器轉為電壓，利用電腦資料處理系統，每隔 0.03 秒掃描一次，獲得波壓歷時變化。A / D 轉換器可接受電壓最小單位為 0.005V。波壓試驗共辦理第五斷面及修正第三斷面計九種試驗情況。

第五斷面第五試驗情況及修正第三斷面第一試驗情況試驗結果顯示在未碎波作用下，沉箱體仍可能發生沖擊波壓。模型上波壓 (gr/cm^2) 與堤前波浪 (cm)，關係圖如附錄 III。

為比較波壓試驗值與計算值，利用入射波浪，分別以 Goda 公式及 Sainflou 公式計算水面波壓。第五斷面五種試驗情況試驗波壓與計算波壓關係如圖 25 至 29。Goda 公式計算值為試驗值之上限，前三種試

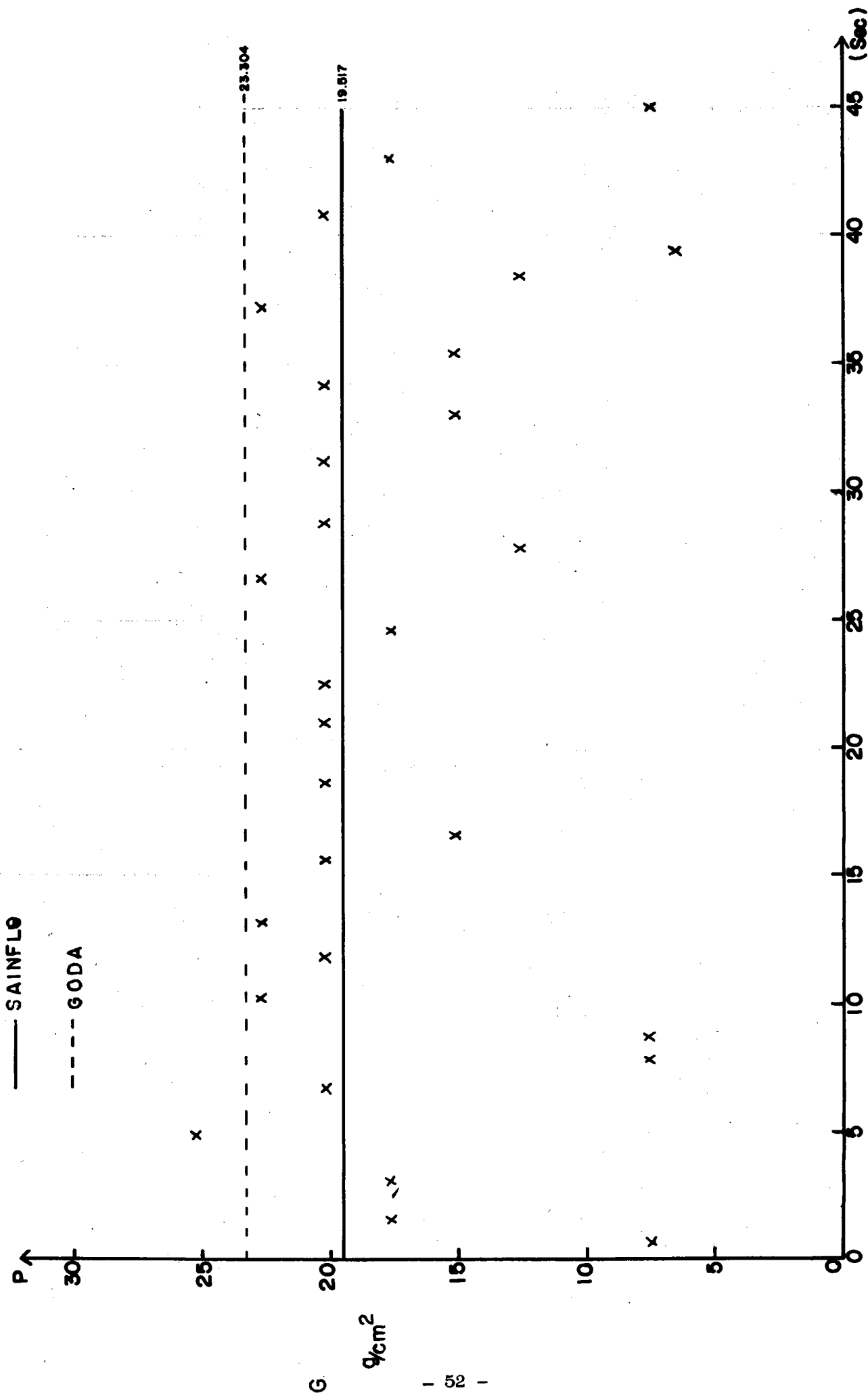


圖 25 C-5-1 波壓關係圖

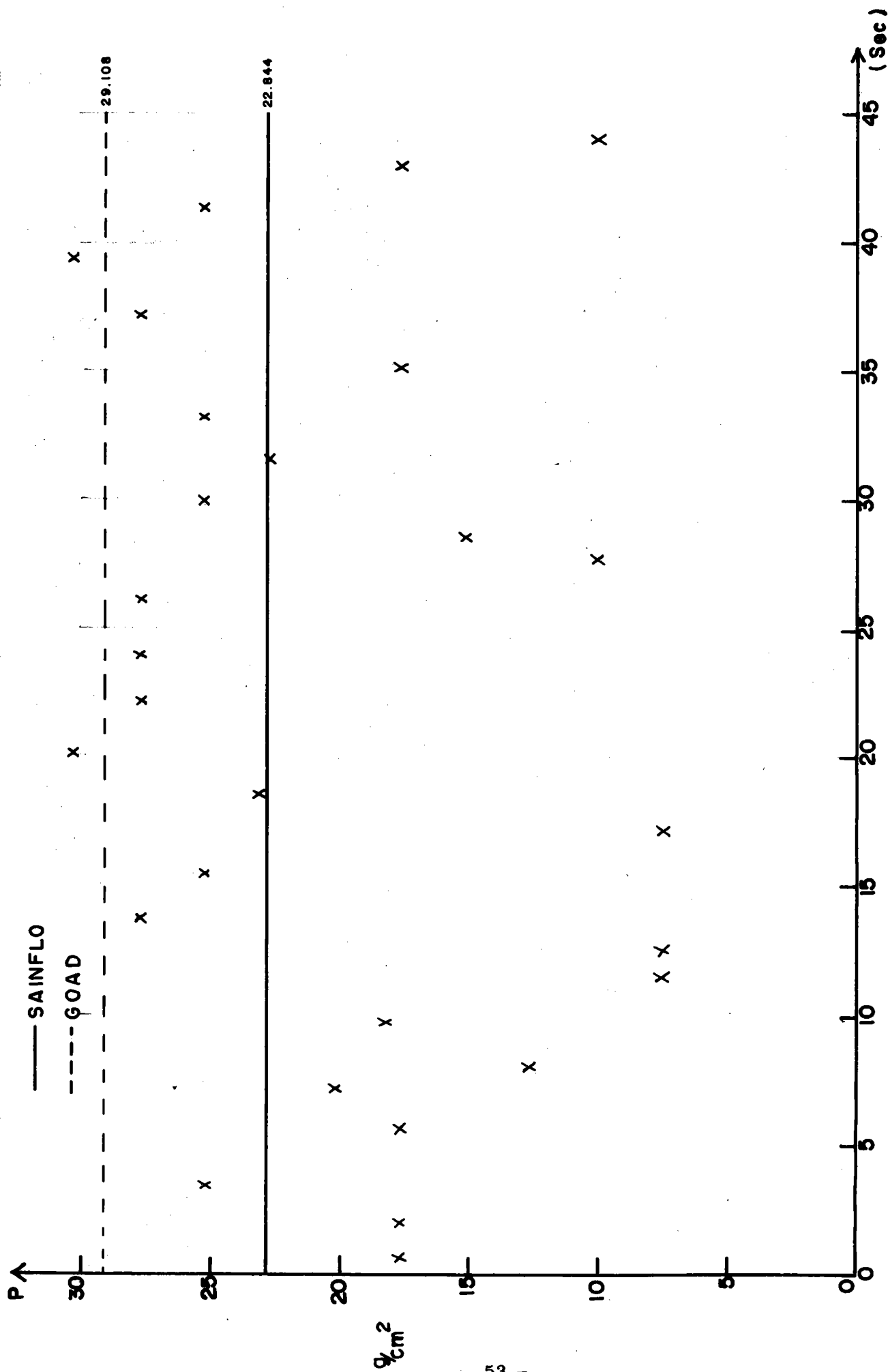


圖 26 C-5-2 波壓關係圖

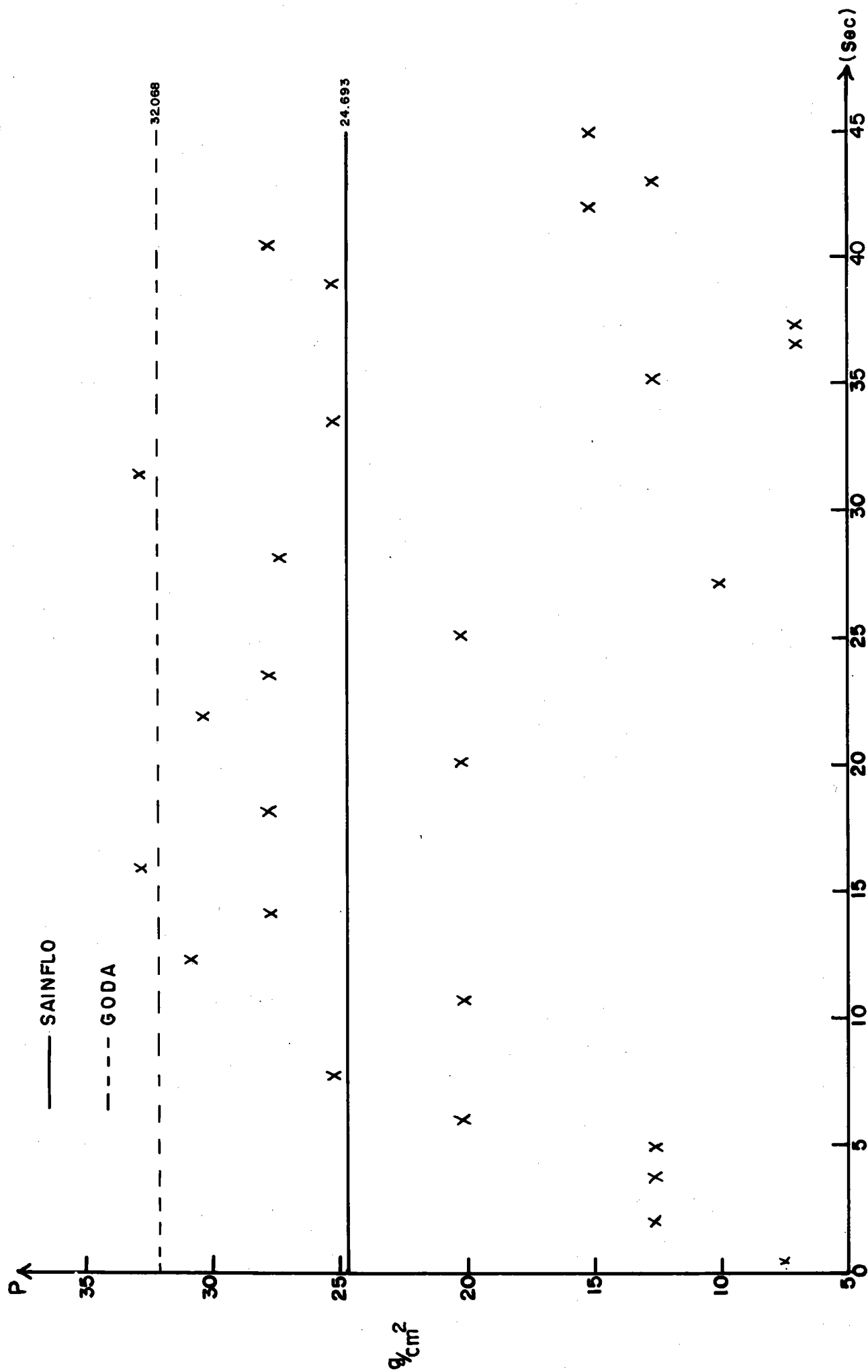


圖 27 C-5-3 波壓關係圖

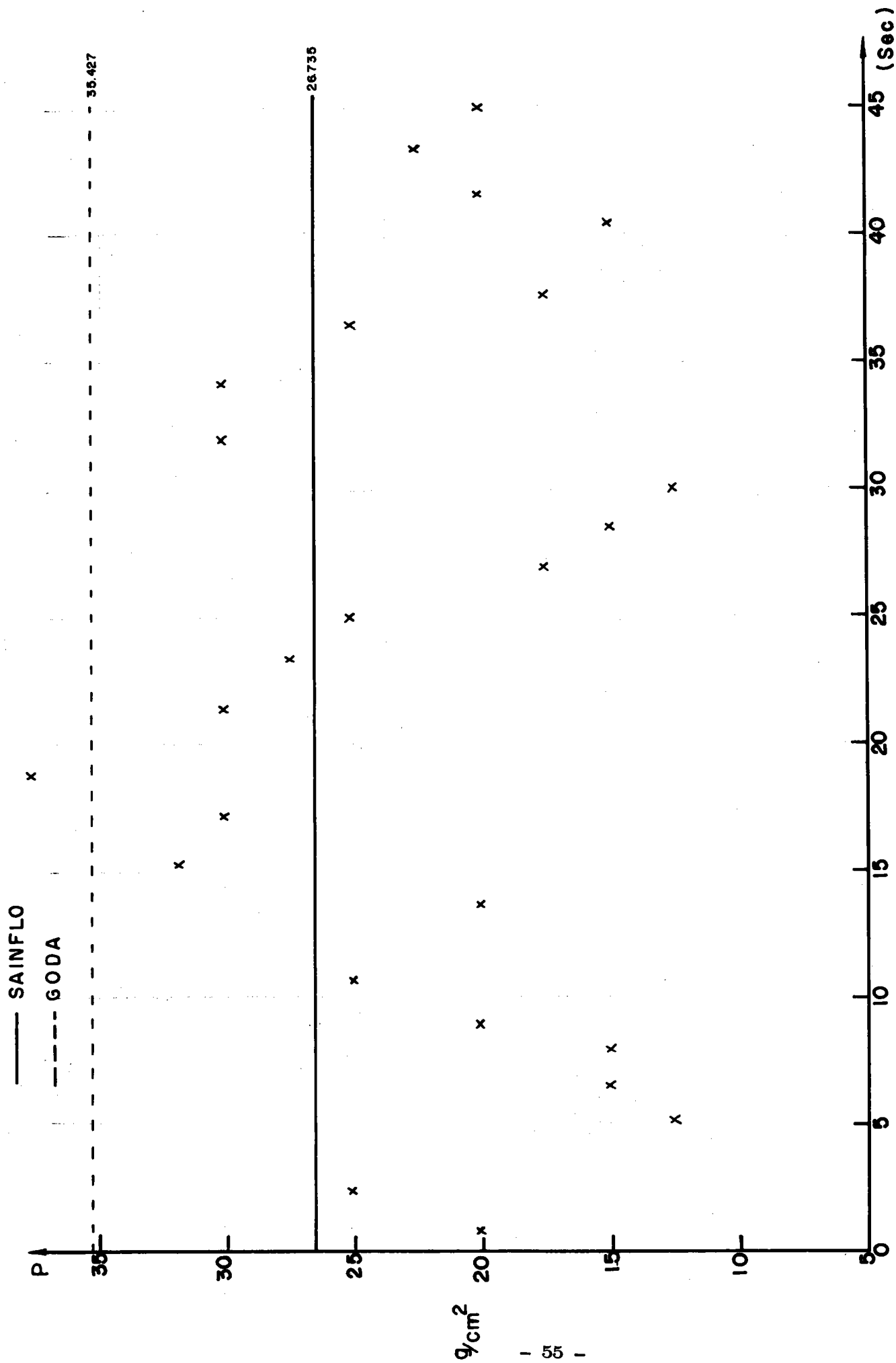


圖 28 C-5-4 波壓關係圖

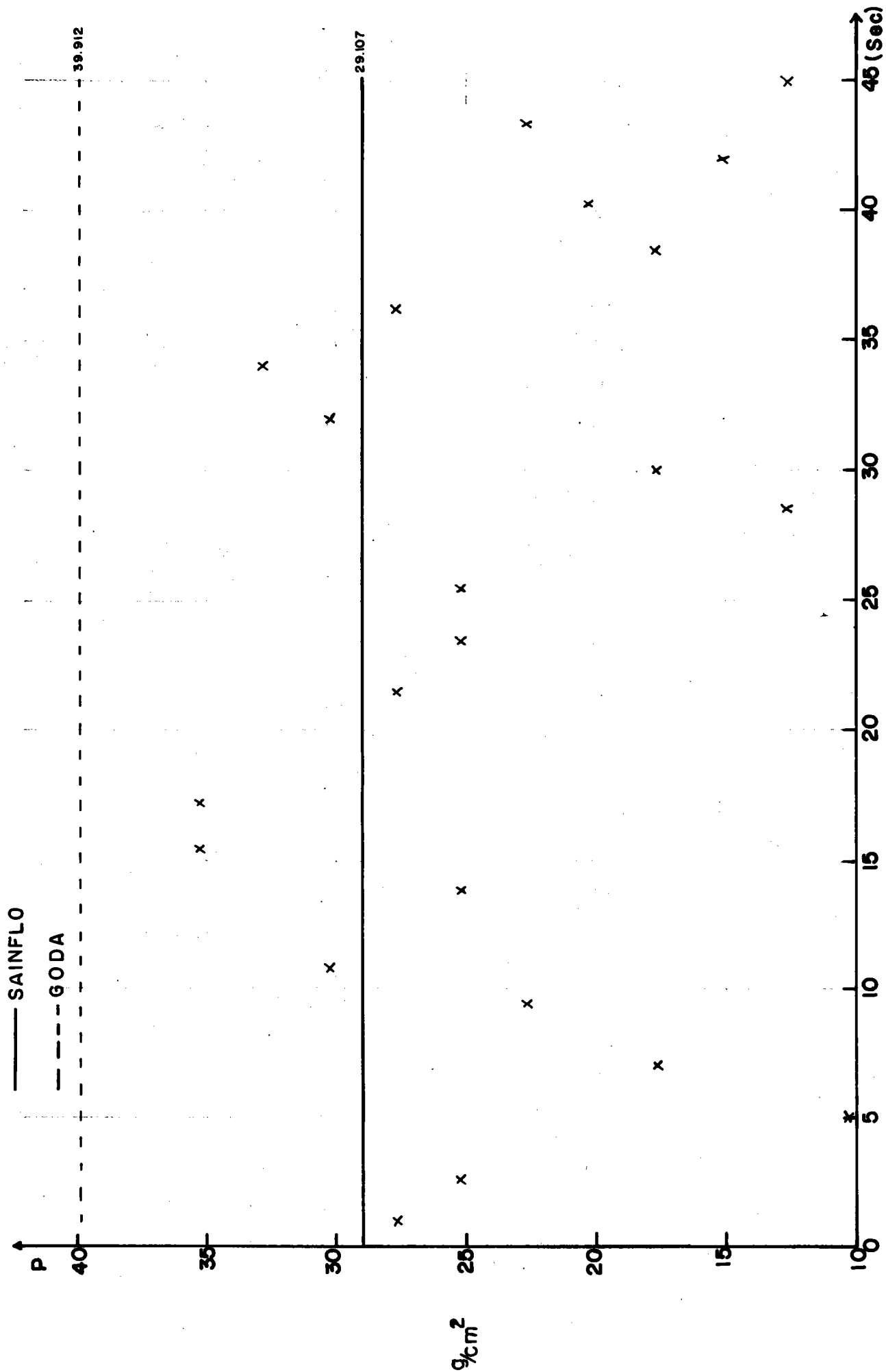


圖 29 C-5-5 波壓關係圖

驗情況較大，試驗波壓非常接近 Goda 公式計算值，而第四及五兩種試驗情況 Goda 公式計算值稍偏大，究其原因主要係受試驗波群中發生部份碎波。修正第三斷面波壓試驗結果與計算值如圖 30 至 33。資料顯示入射波較小時，試驗波壓較 Goda 公式計算值為大，但當入射波高接近設計波高時，試驗波壓較大值接近 Goda 公式計算值。Sainflou 公式波壓計算值，較試驗波壓偏小，其計算值約為波壓群中最大三分之一波壓值。

利用設計波分別以 Goda 及 Sainflou 公式計算波壓，並將各種試驗波壓歷時資料繪入其中，如圖 34 及 35。資料顯示 Goda 公式波壓計算值幾乎涵蓋所有試驗波壓，僅有極少試驗波壓超出 Goda 計算值，而此超出波壓值涵蓋於安全係數 1.2 之內。Sainflou 公式波壓計算值約為試驗波壓最大三分之一值。

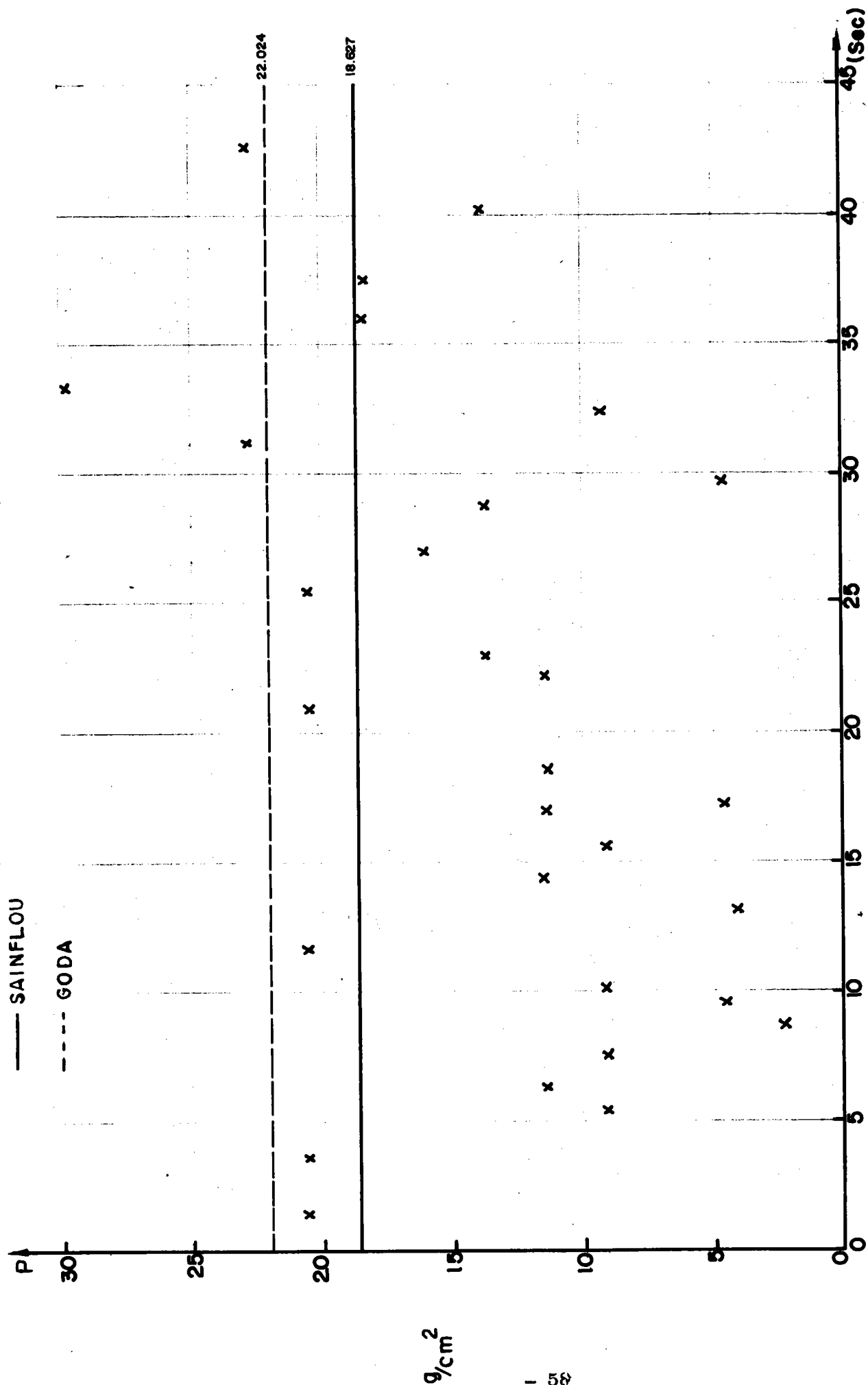


圖 30 C-3'-1 波壓關係圖

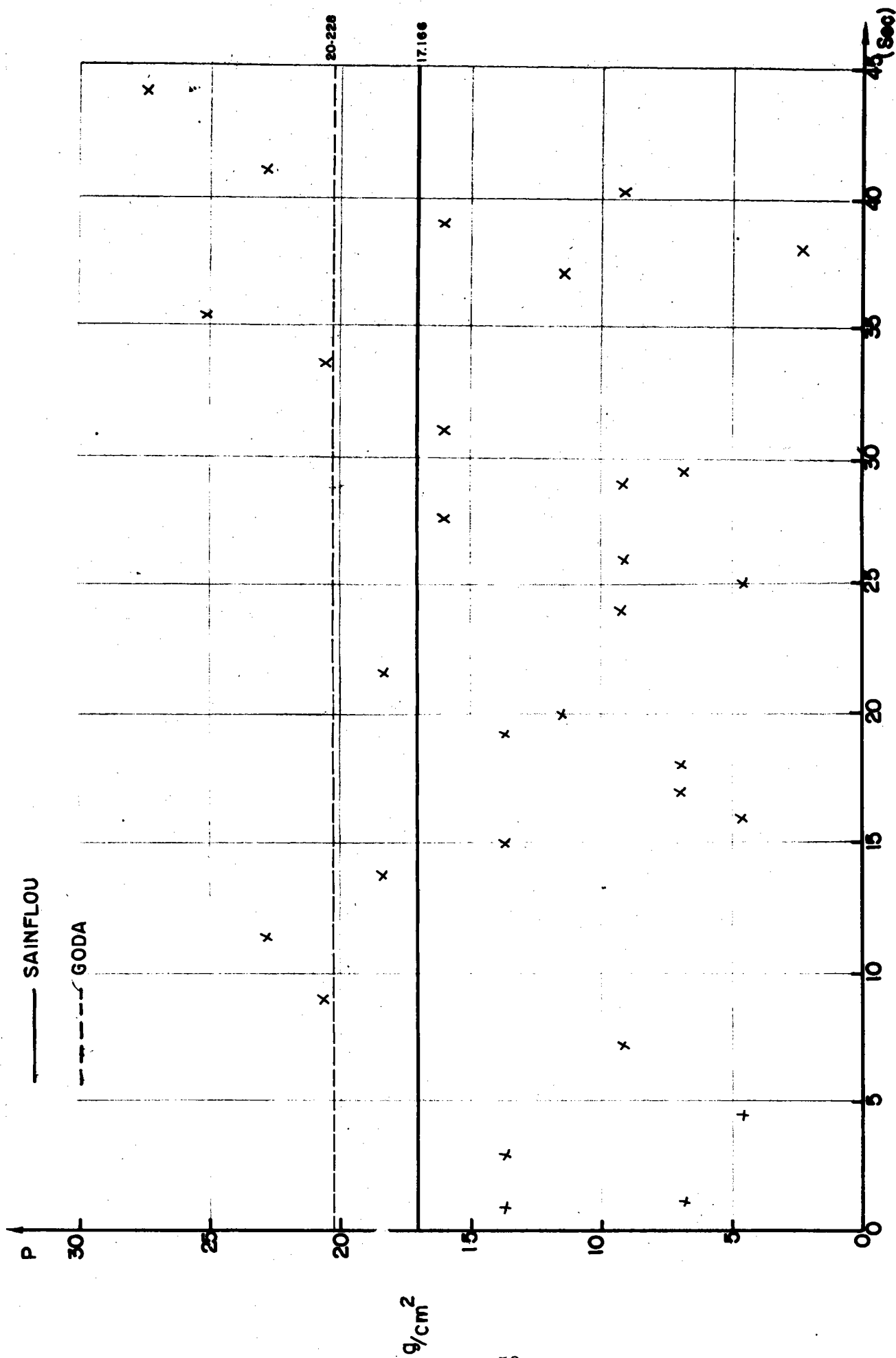


圖 31 C-3'-2 波壓關係圖

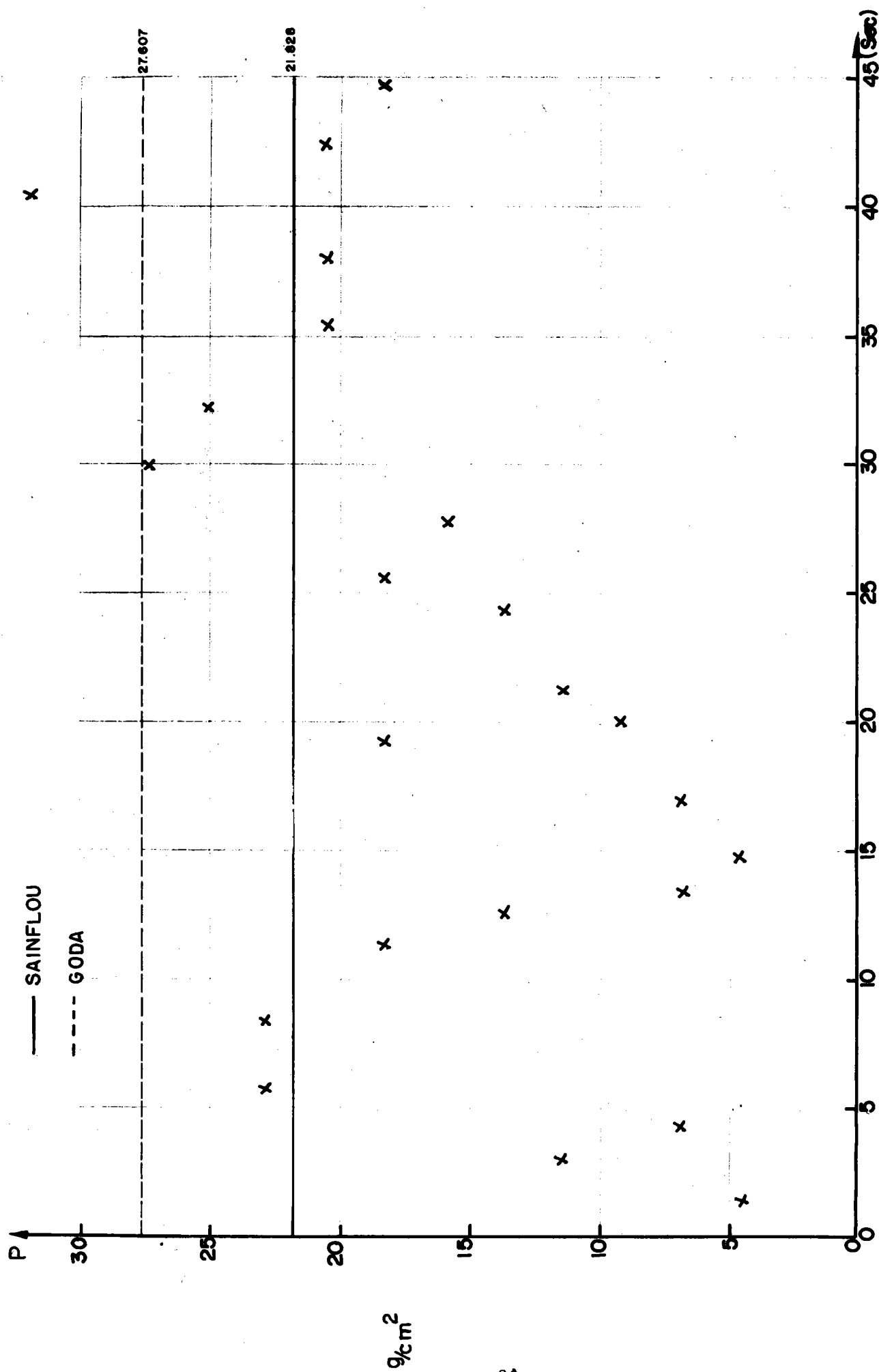


圖 32 C-3'-2 波壓關係圖

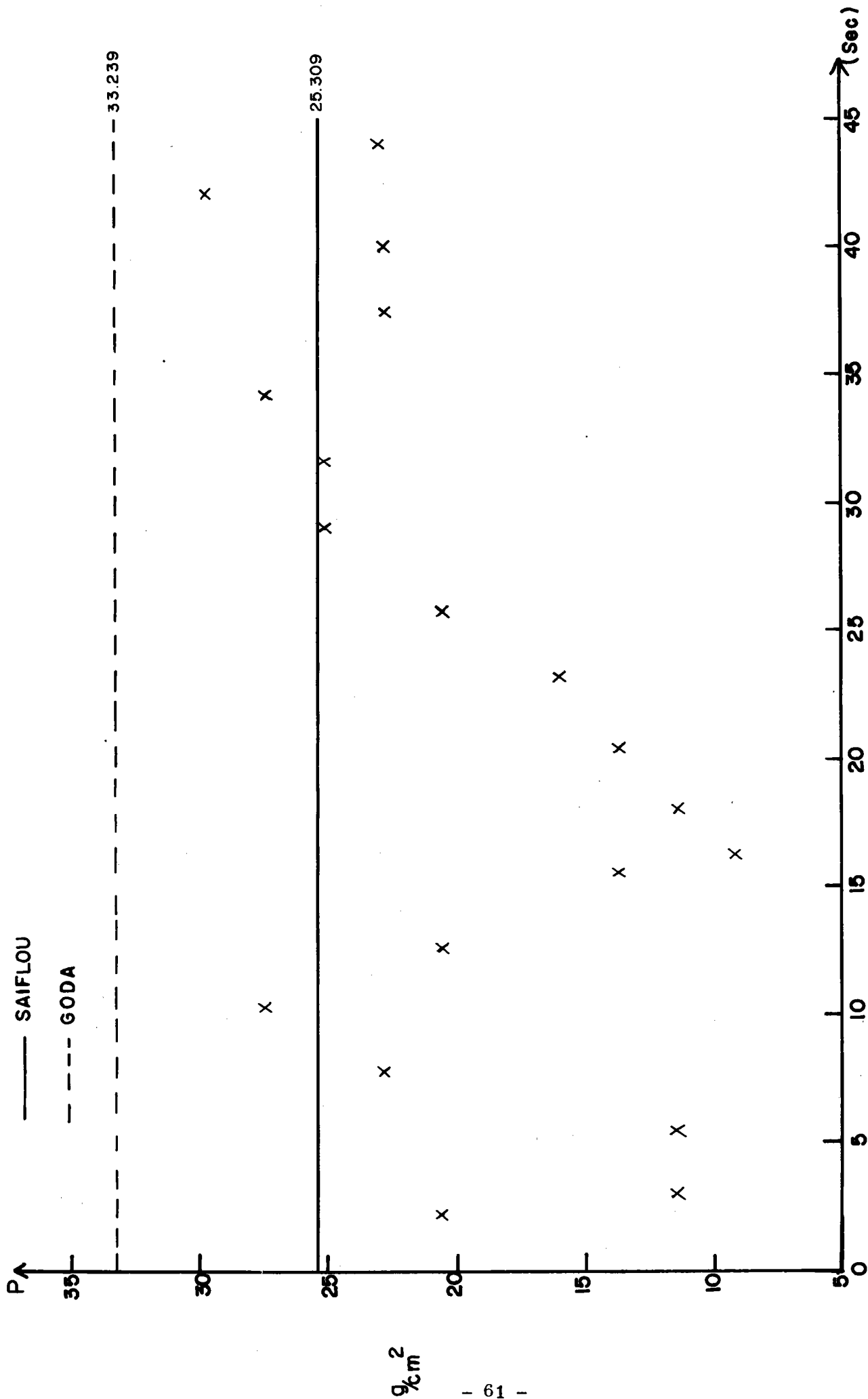


圖 33 C-3'-3 波壓關係圖

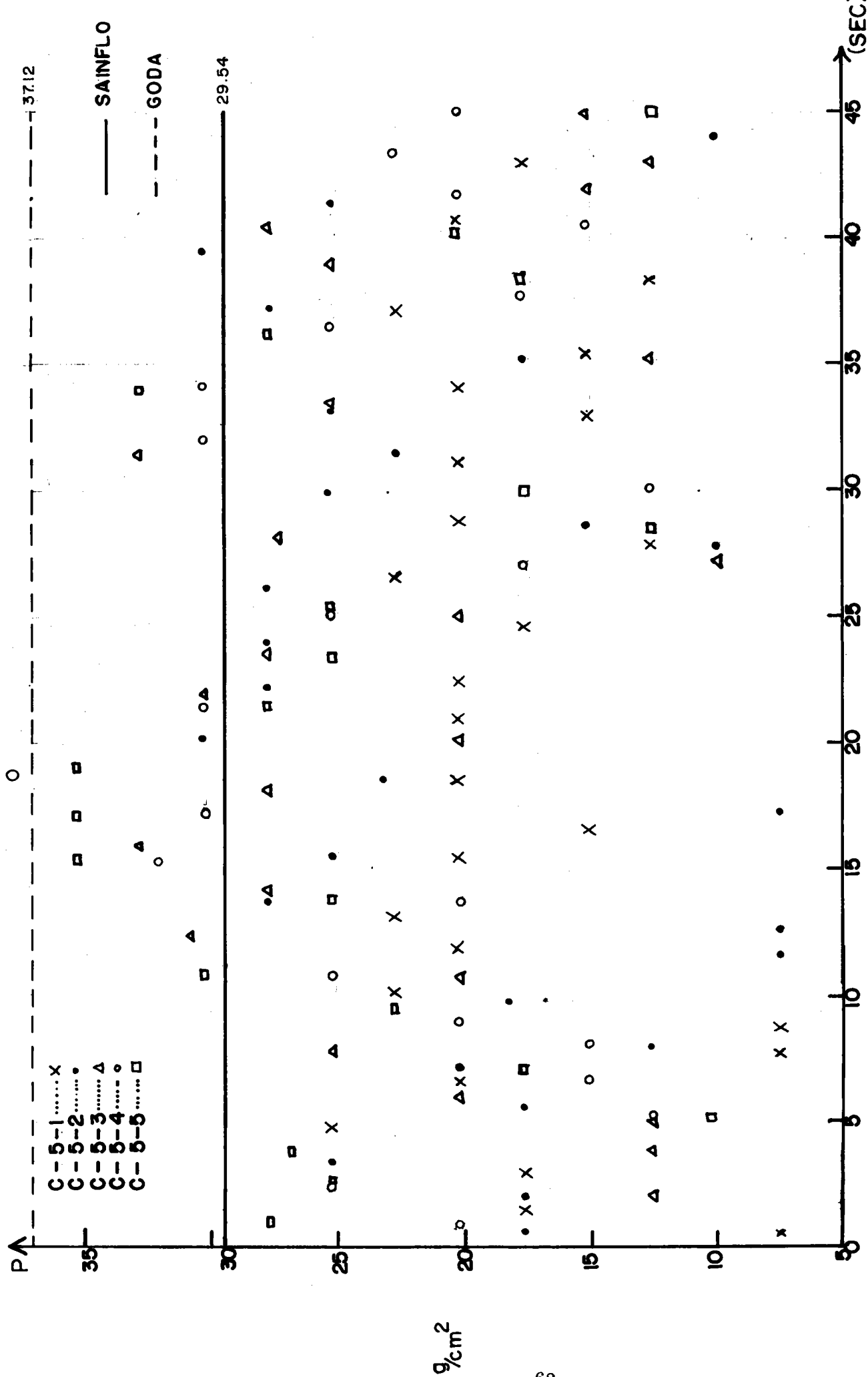


圖 34 C-5 波壓關係圖

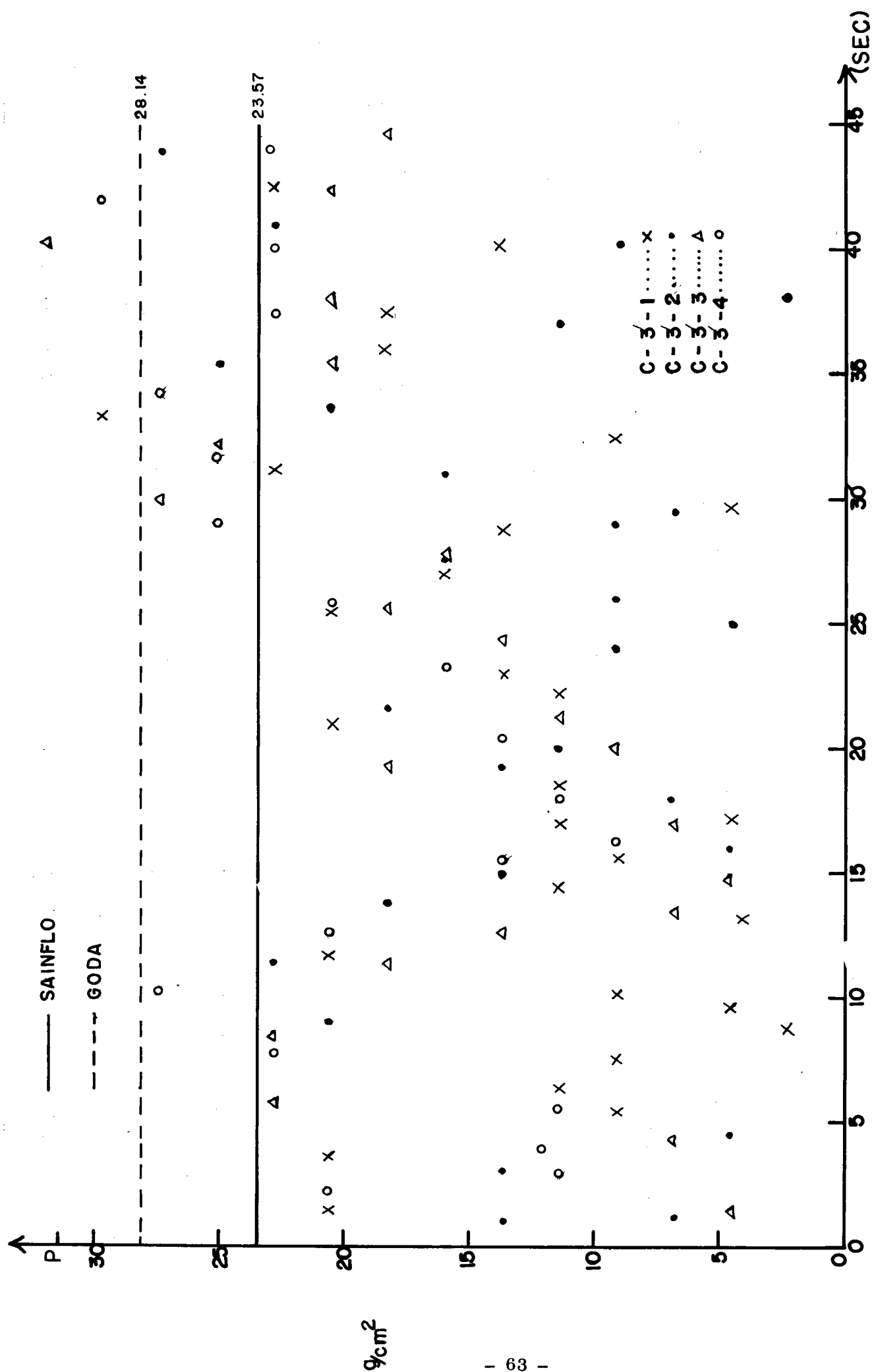


圖 35 C-3' 波壓關係圖

陸、結論與建議

一、試驗波浪顯示， $H_1/H_{1/2}$ 比值約為 1.5 至 1.7， $H_1/H_{1/4}$ 比值則在 2.0 至 2.2 間，與原型波浪分佈相似。

二、沉箱斷面波浪傳遞係數 K_t 約在 0.2 至 0.3 之間，隨波浪尖度增大而稍減小，隨 h_0/H_1 與 d/h_0 增加而減小。但當 d/h_0 超過 0.62 後， K_t 受堤前水深影響漸趨緩和。以入射波高 10 m 為例，港池傳遞波最高可達 3 m 左右，對碇泊船隻可能造成威脅，胸牆高度建議提高，或採用消波式沉箱（日本港研所亦積極在研究中）以減小傳遞波。

三、越波量因在不規則波群中，僅能量取片段波浪越波量，不具統計意義

針對每個入射波浪與越波量獲知越波量無因次參數 $\frac{2\pi Q}{HL}$ 隨波浪尖度

H/L 增加，當 $\frac{2\pi Q}{HL}$ 增至 0.1 後漸趨緩和。

四、沉箱受試驗波群中最大一、兩個長週期最大波浪作用時，發生極輕微晃動現象，但並未滑移或傾覆，此種現象與原型防波堤受較大波浪侵襲時搖晃情形相似，應視為穩定，而不必再增加沉箱體重量。但為了解沉箱加重後承受巨浪作用之穩定性，採用相同之試驗條件，每次增加沉箱重之 5%，重作安定試驗。第 IV 斷面增加 5% 即呈穩定，第 V 斷面則需增加 10%。

五、第 III 斷面沉箱初次試驗波浪週期遠較設計波週期大，雖然波高並未超過設計波，但却使沉箱產生輕微之晃動現象。當沉箱加重 15% 後方呈穩定現象，經調整週期重行辦理修正試驗，試驗結果證明增加 5% 沉箱寬度（重量亦加 5%）承受遠較設計波更大之波浪作用時也不發生再晃動。由此證明原設計沉箱斷面不必再增加重量。

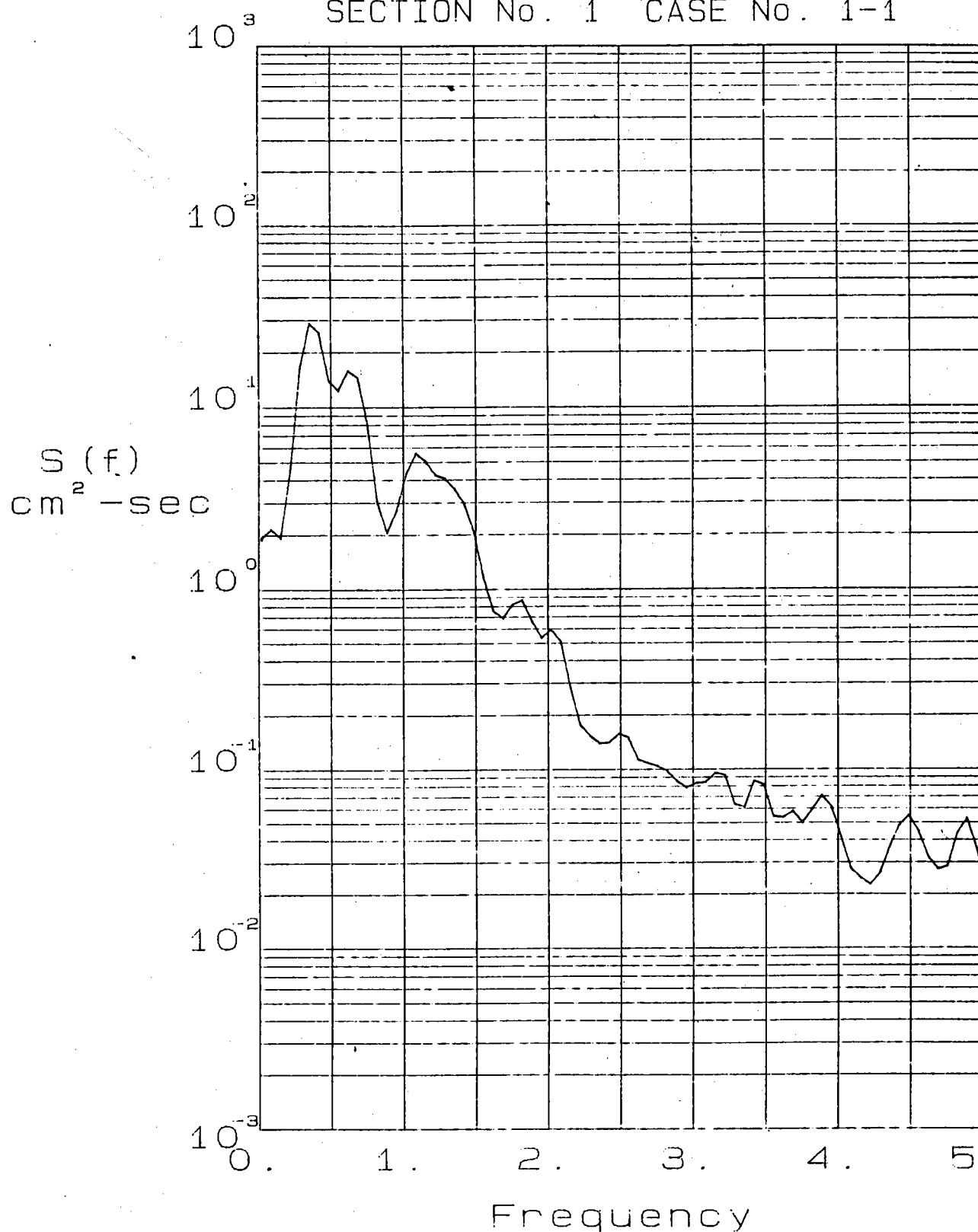
- 六、波壓試驗資料顯示 Goda 公式計算波壓值接近試驗波壓之上限，以故利用 Goda 公式計算沉箱受力應屬合理；Sainflou 公式波壓計算值約為試驗波壓群中最大三分之一值。
- 七、試驗採用木製沉箱模型底床摩擦係數試驗結果為 0.519，較水泥製沉箱模型稍偏小。
- 八、採用不規則波試驗，波高、週期往往受限於水深，本計畫修正第Ⅲ斷面試驗週期 $T_{1/2}$ 雖較設計波偏小，但 T_{max} 仍高於設計週期。且試驗波譜顯示最常現週期與設計波相當。

附錄 I

試驗波譜

WAVE SPECTRUM

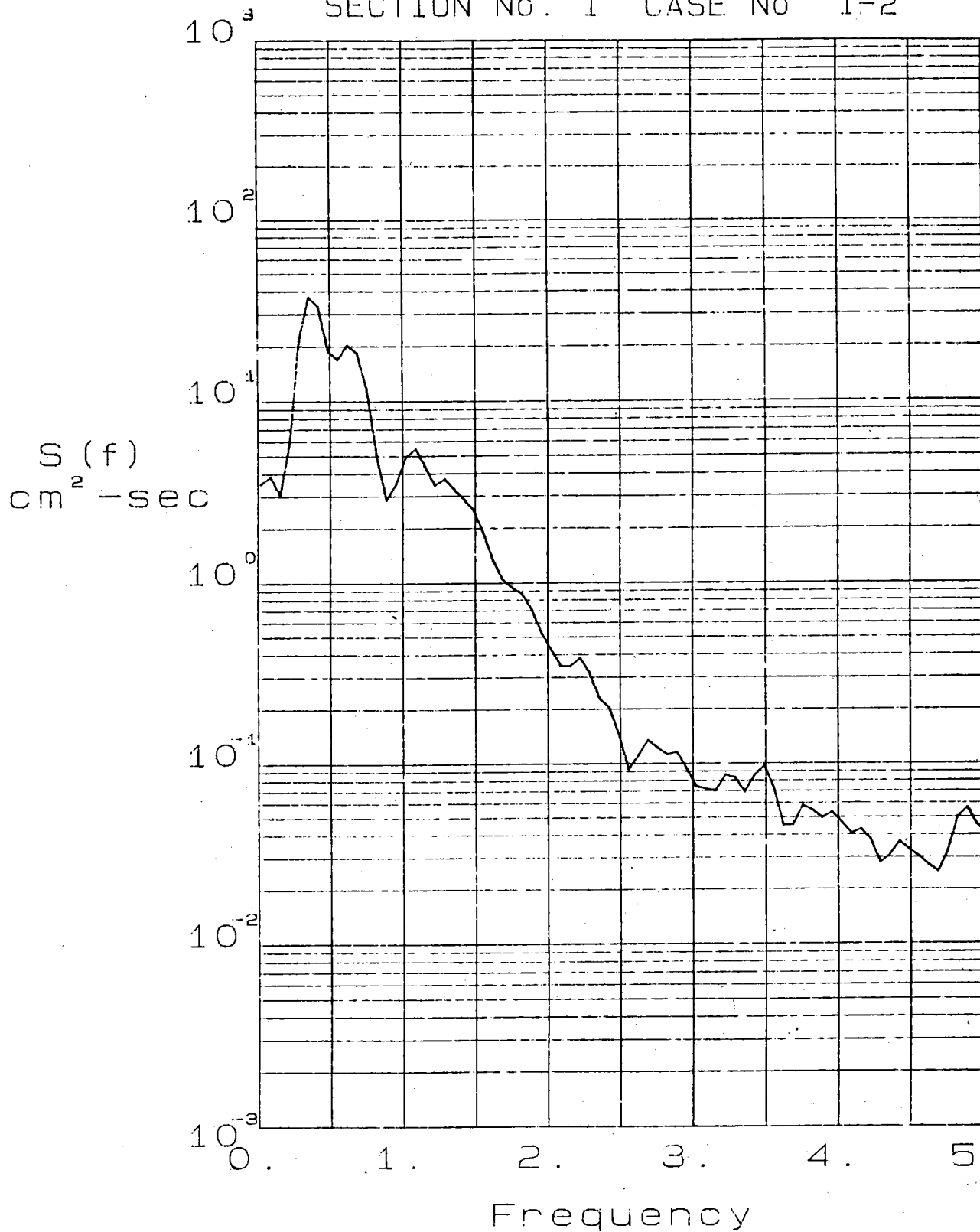
SECTION No. 1 CASE No. 1-1



附圖 1-1 C-1-1 波譜 (符號 C-1-1 表第 I 断面第一次試驗波浪)

WAVE SPECTRUM

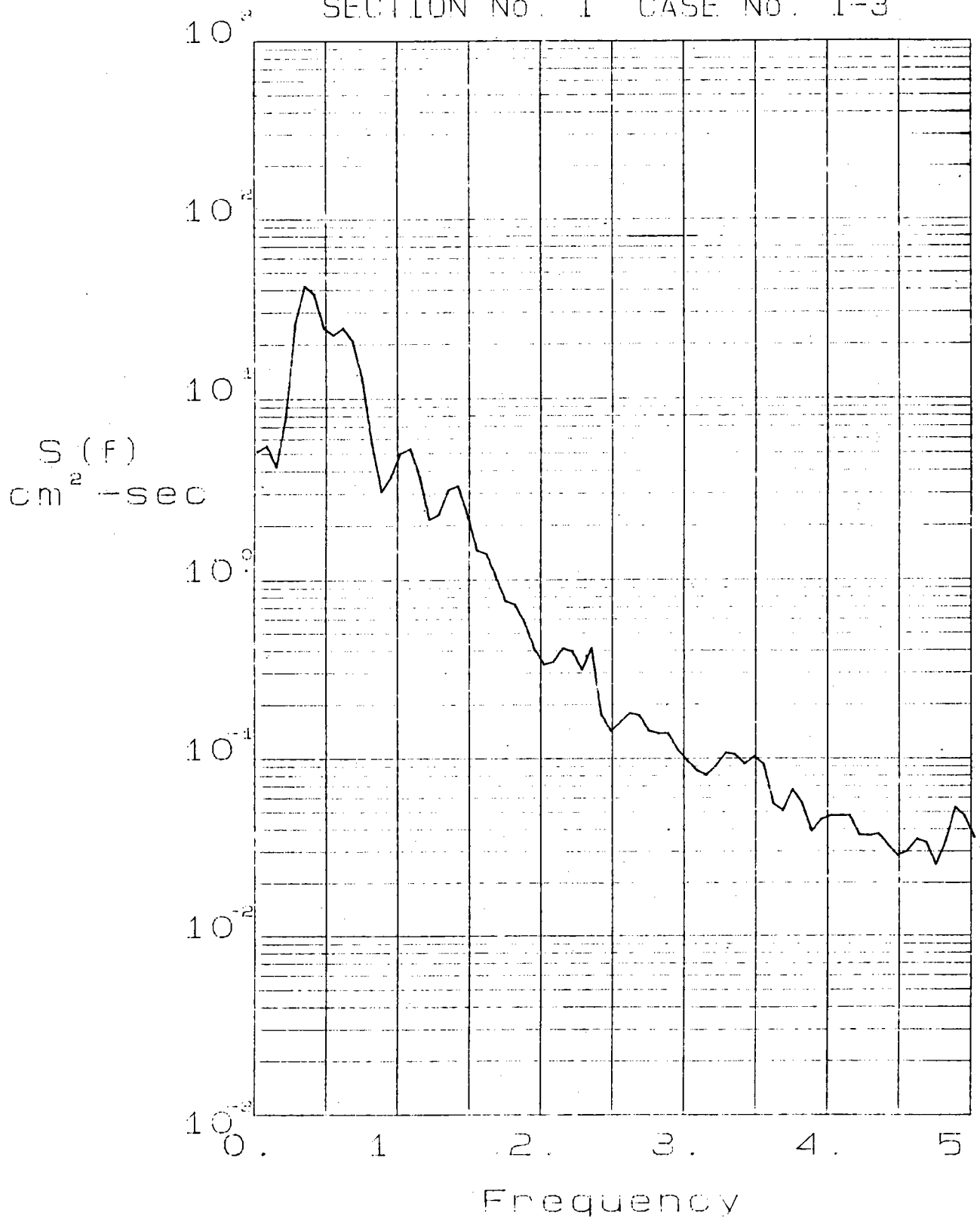
SECTION No. 1 CASE No 1-2



附圖 1-2 C-1-2 波譜

WAVE SPECTRUM

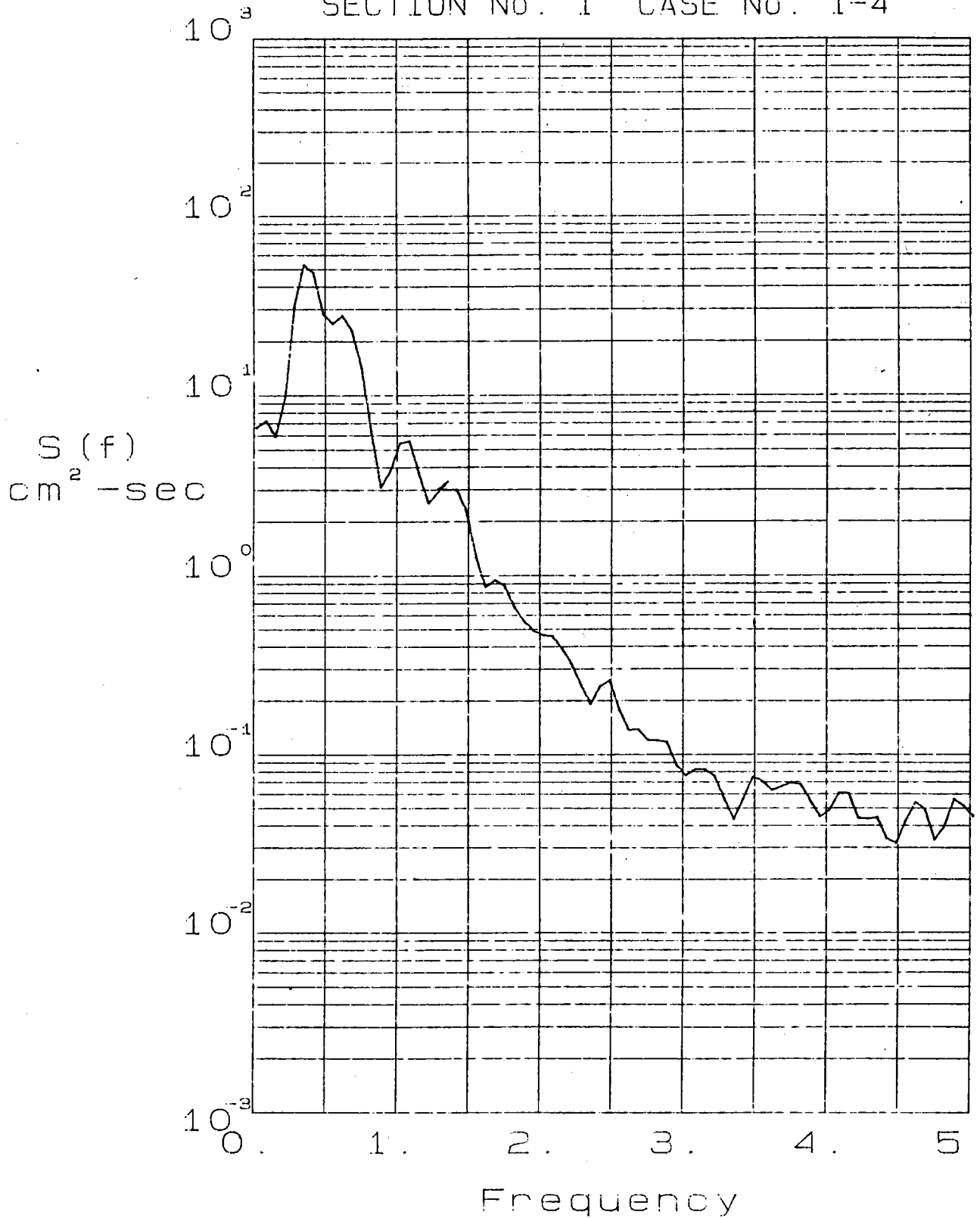
SECTION No. 1 CASE No. 1-3



附圖 1-3 C-1-3 波譜

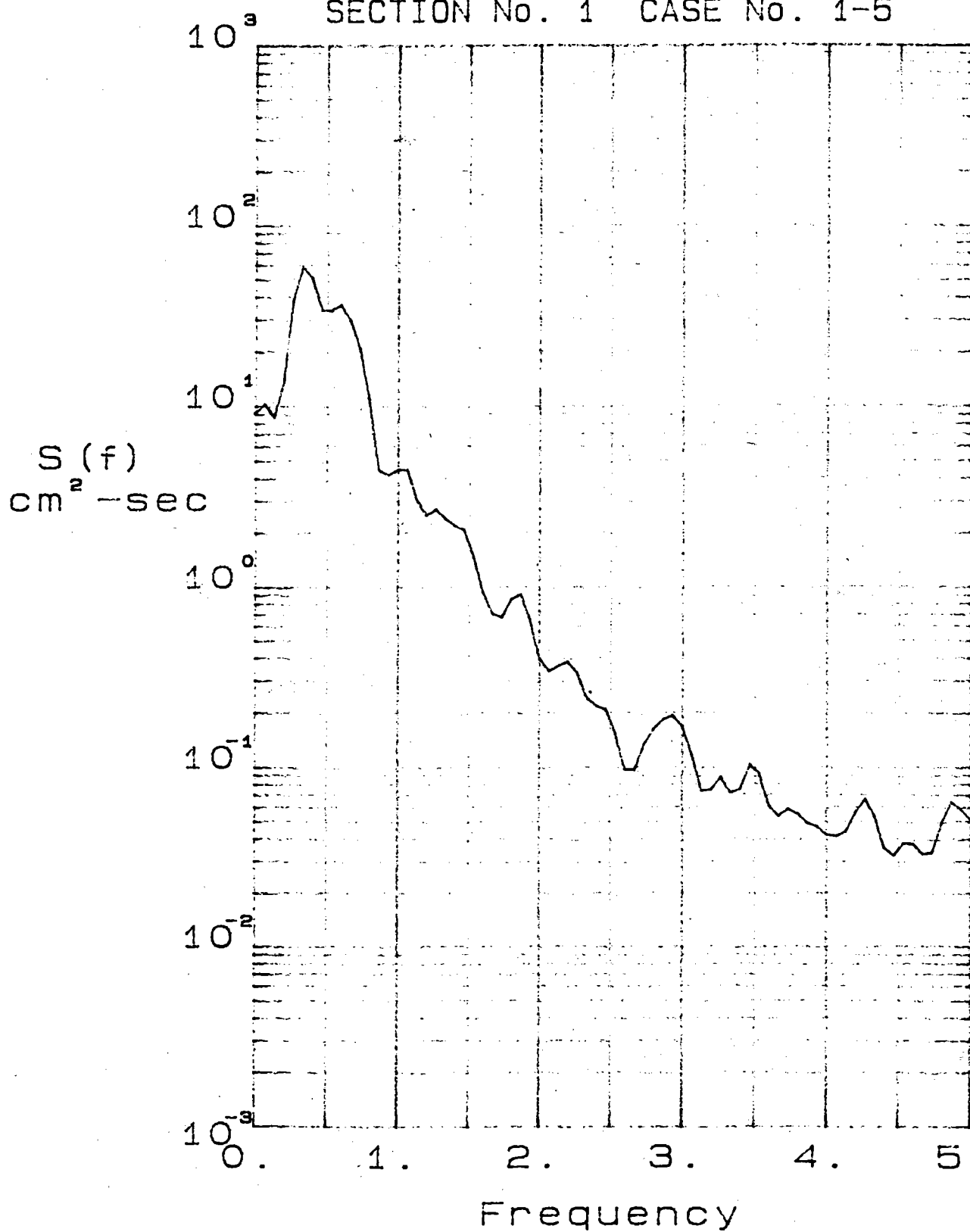
WAVE SPECTRUM

SECTION No. 1 CASE No. 1-4



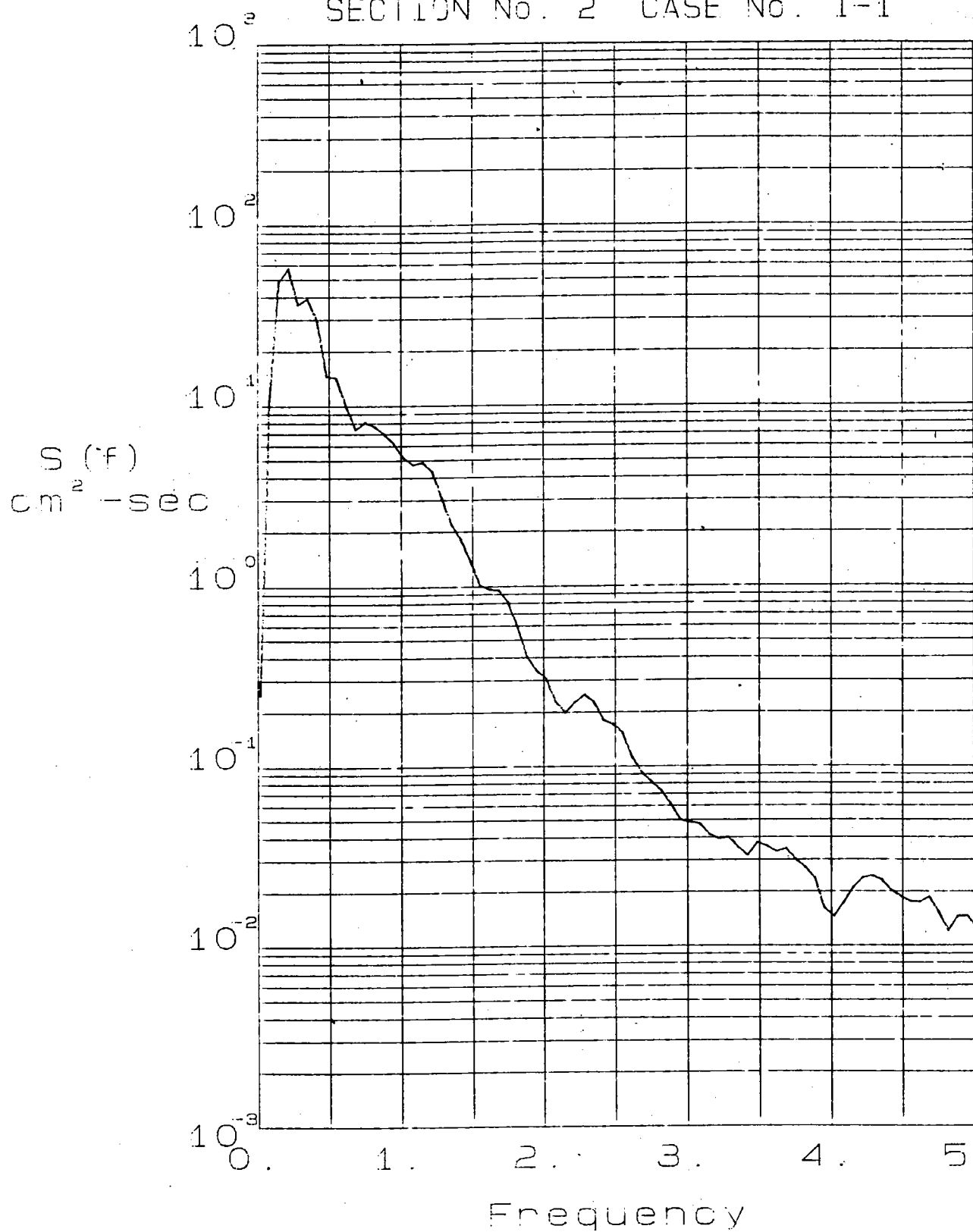
附圖 1-4 C-1-4 波譜

WAVE SPECTRUM SECTION No. 1 CASE No. 1-5



附圖 1-5 C-1-5 波譜

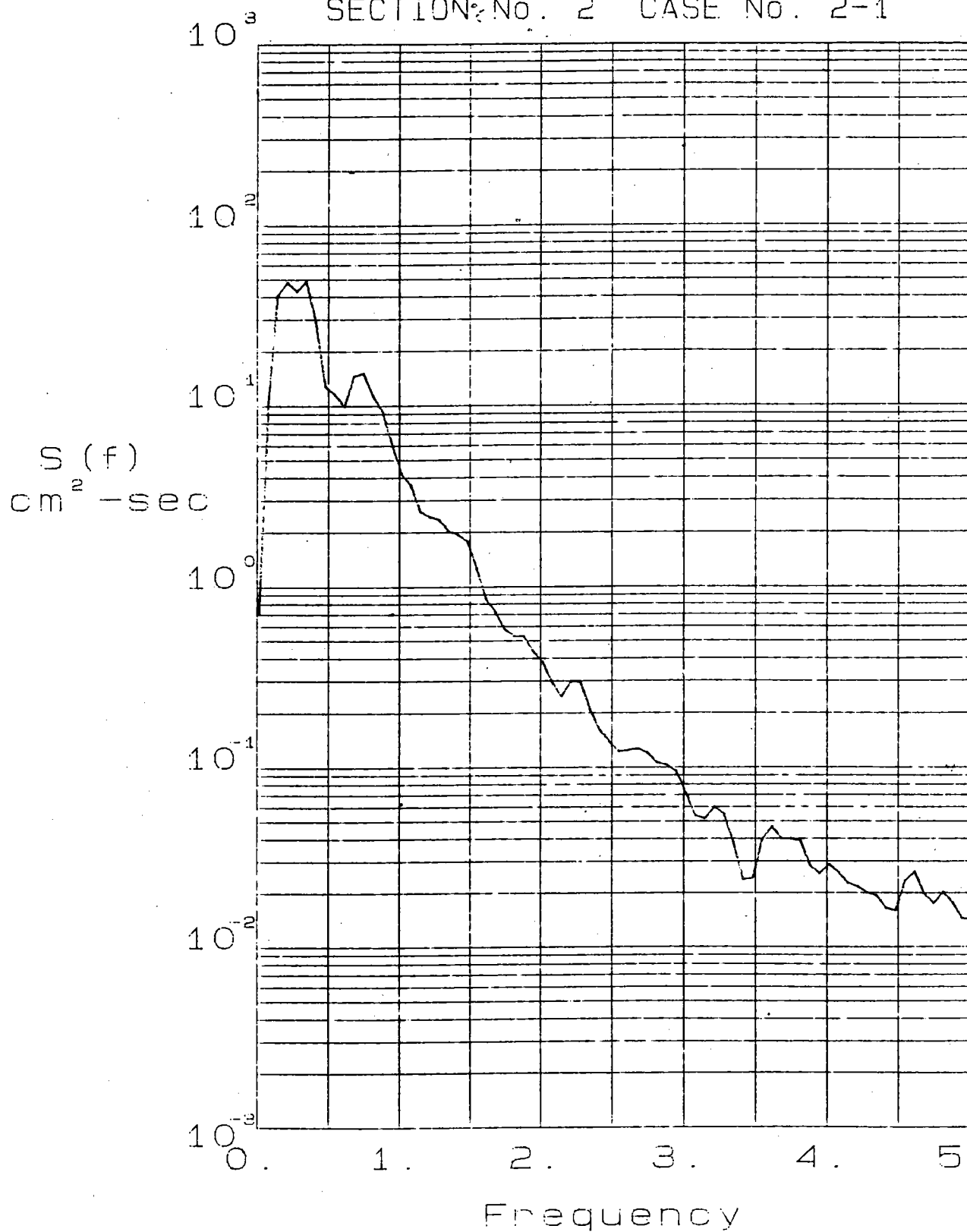
WAVE SPECTRUM
SECTION No. 2 CASE No. 1-1



附圖 1-6 C-2-1 波譜

WAVE SPECTRUM

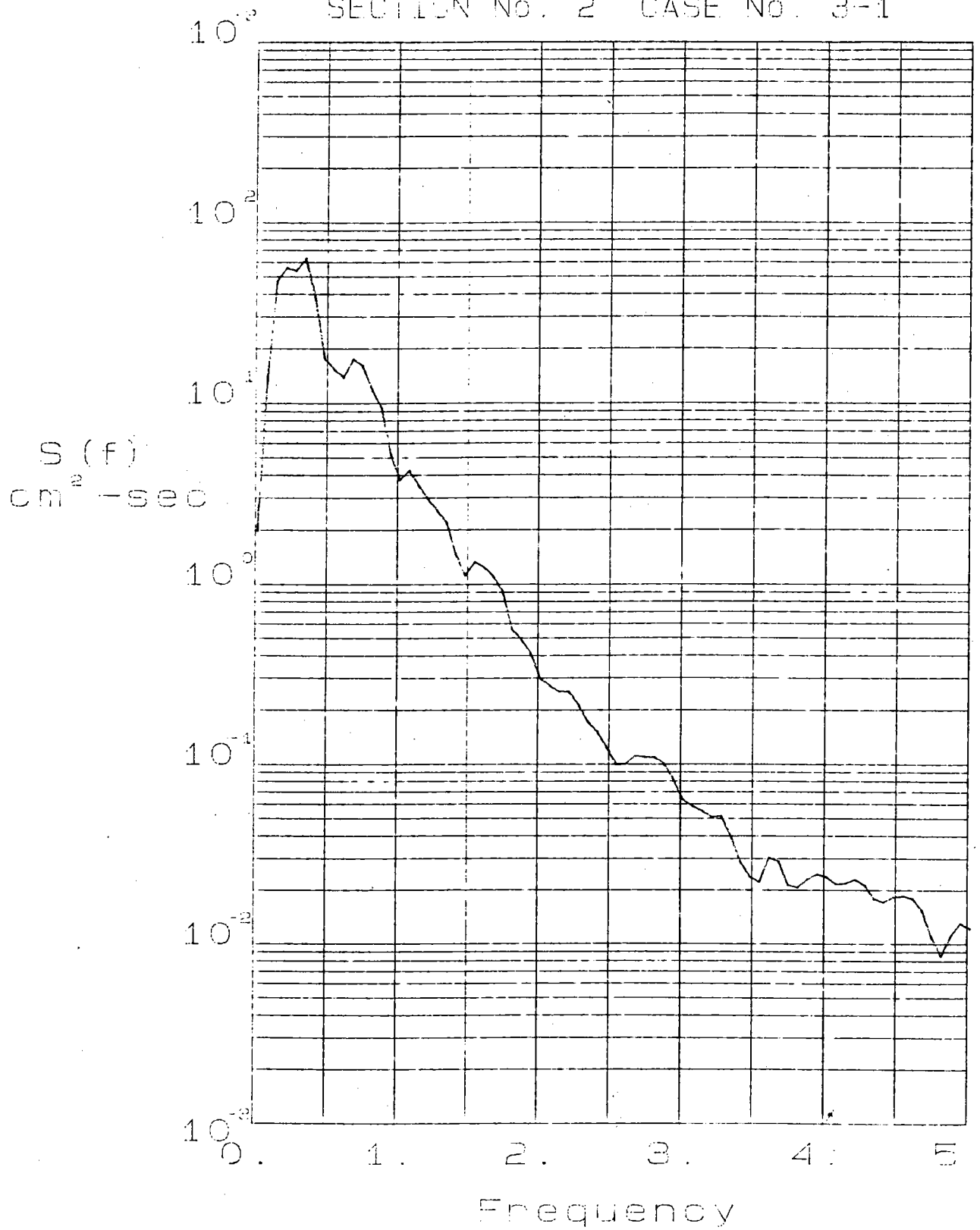
SECTION No. 2 CASE No. 2-1



附圖 1-7 C-2-2 波譜

WAVE SPECTRUM

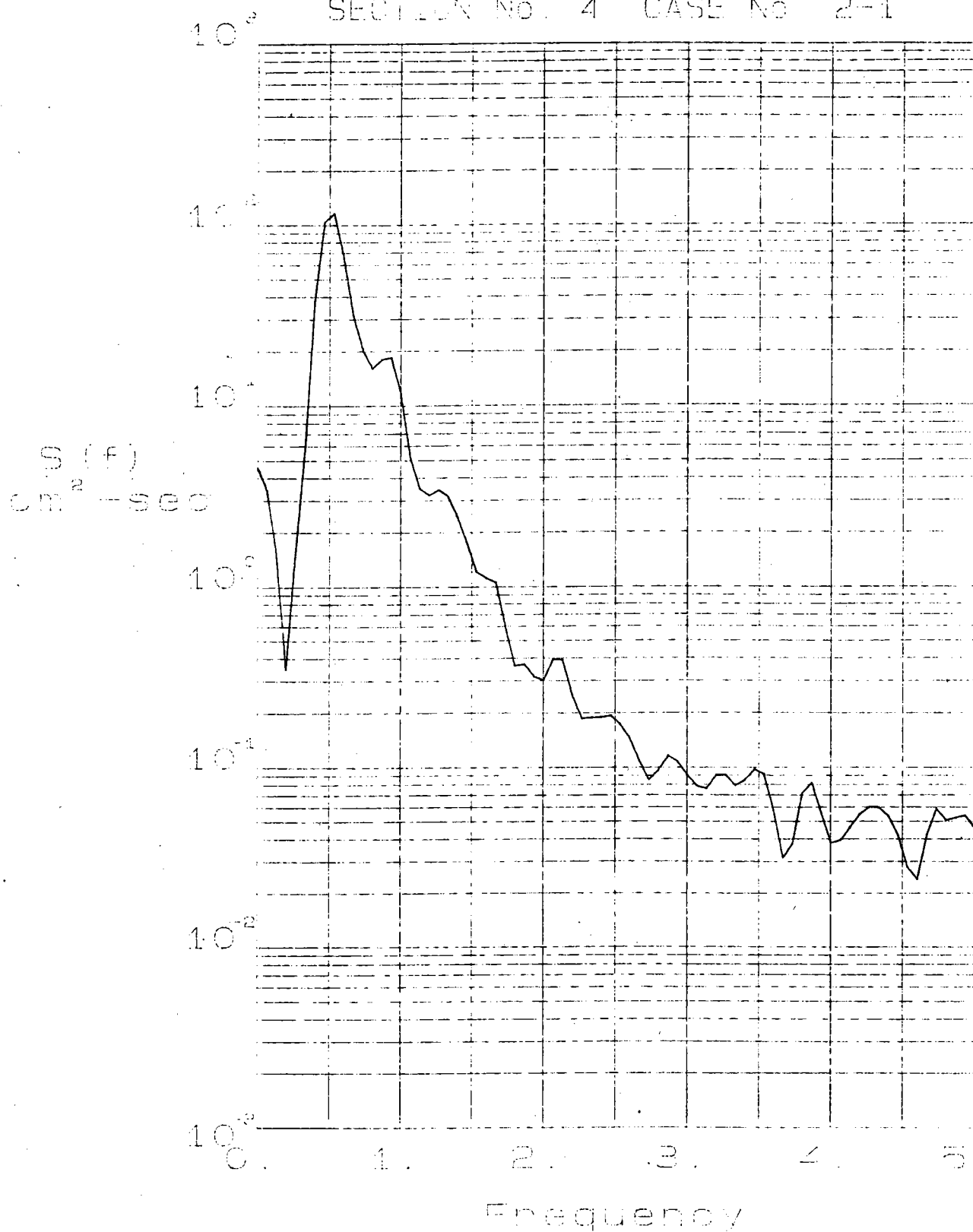
SECTION No. 2 CASE No. 3-1



附圖 1-8 C-2-3 波譜

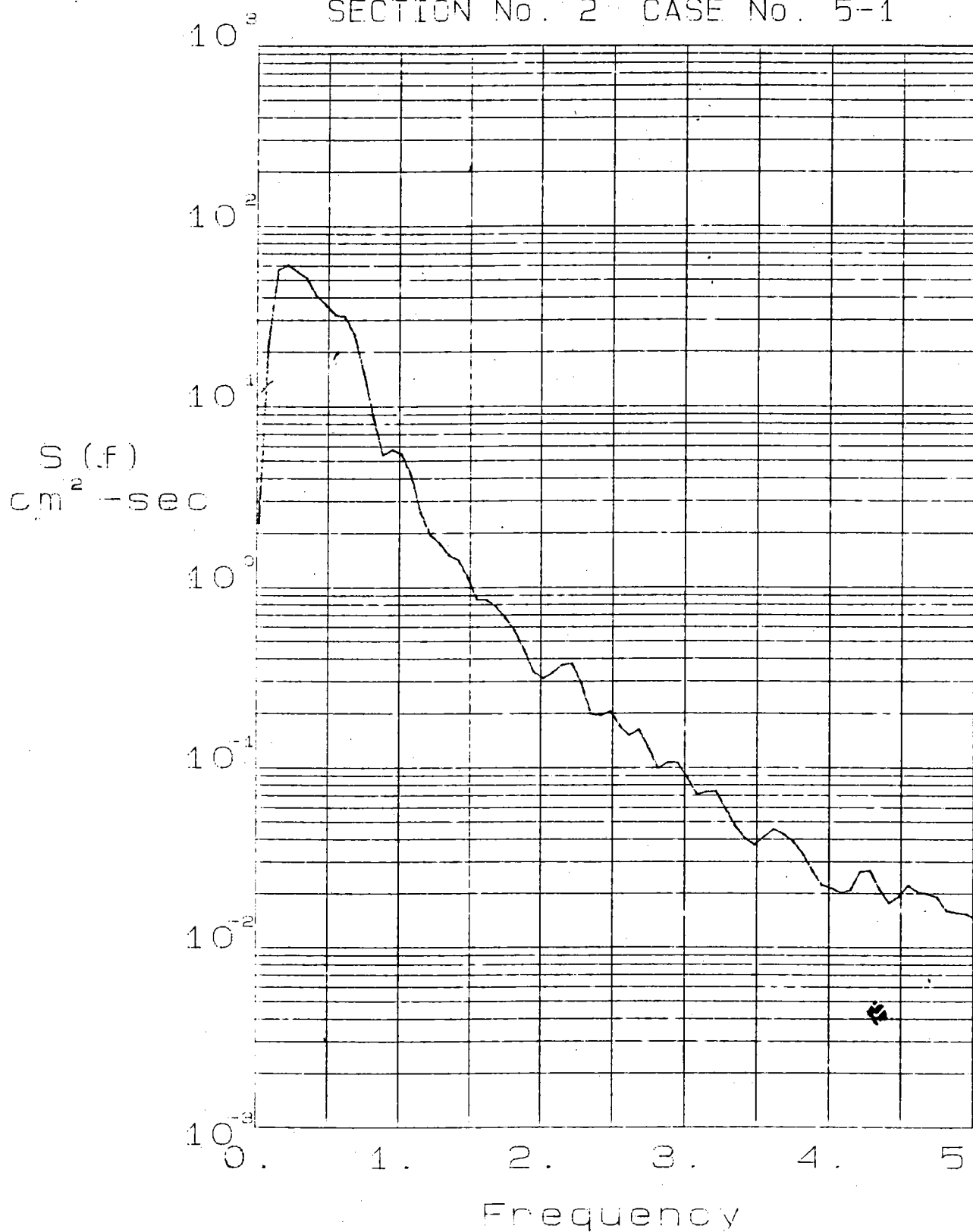
WAVE SPECTRUM

SECTION No. 4 CASE No. 2-1

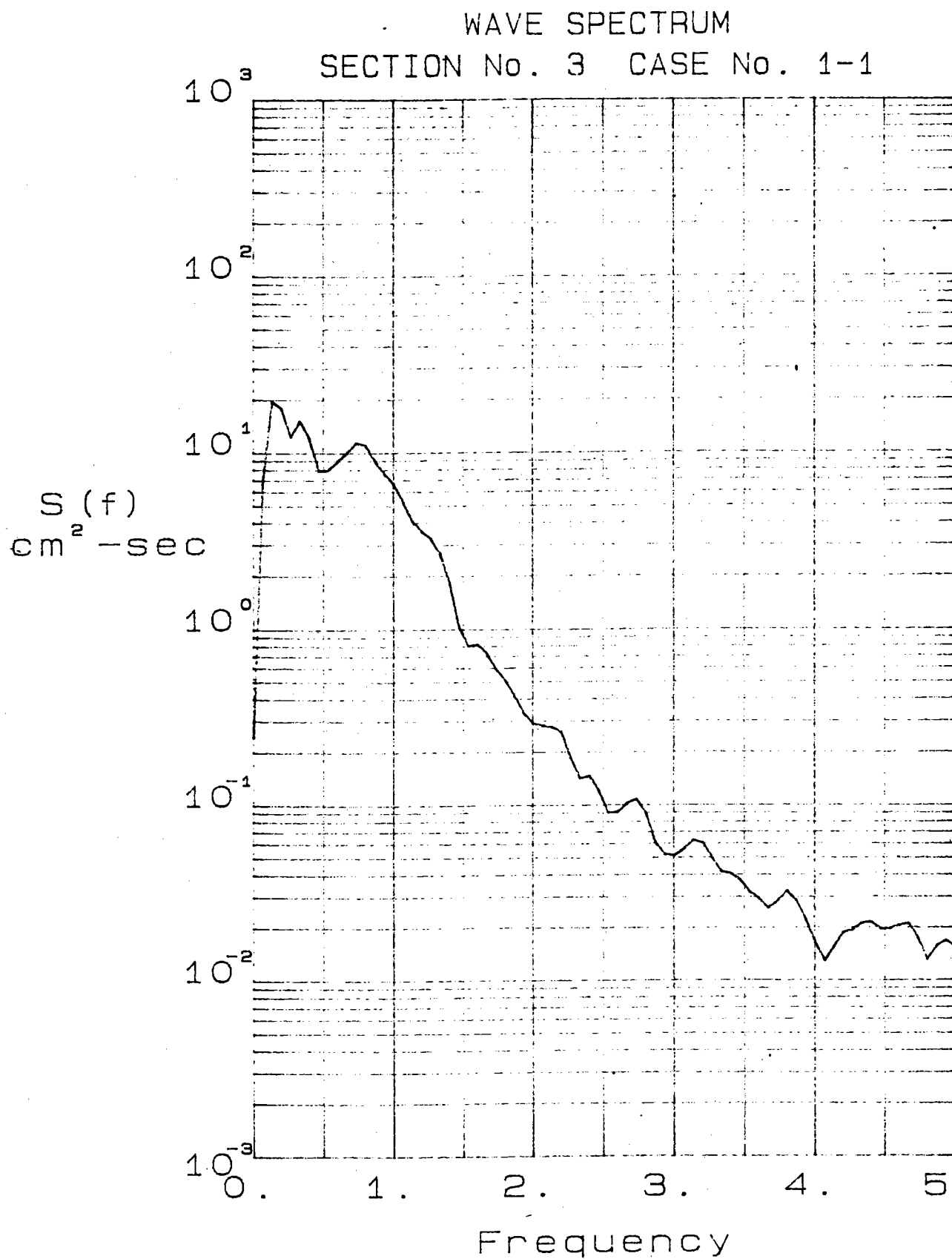


附圖 1-17 C-4-2 波譜

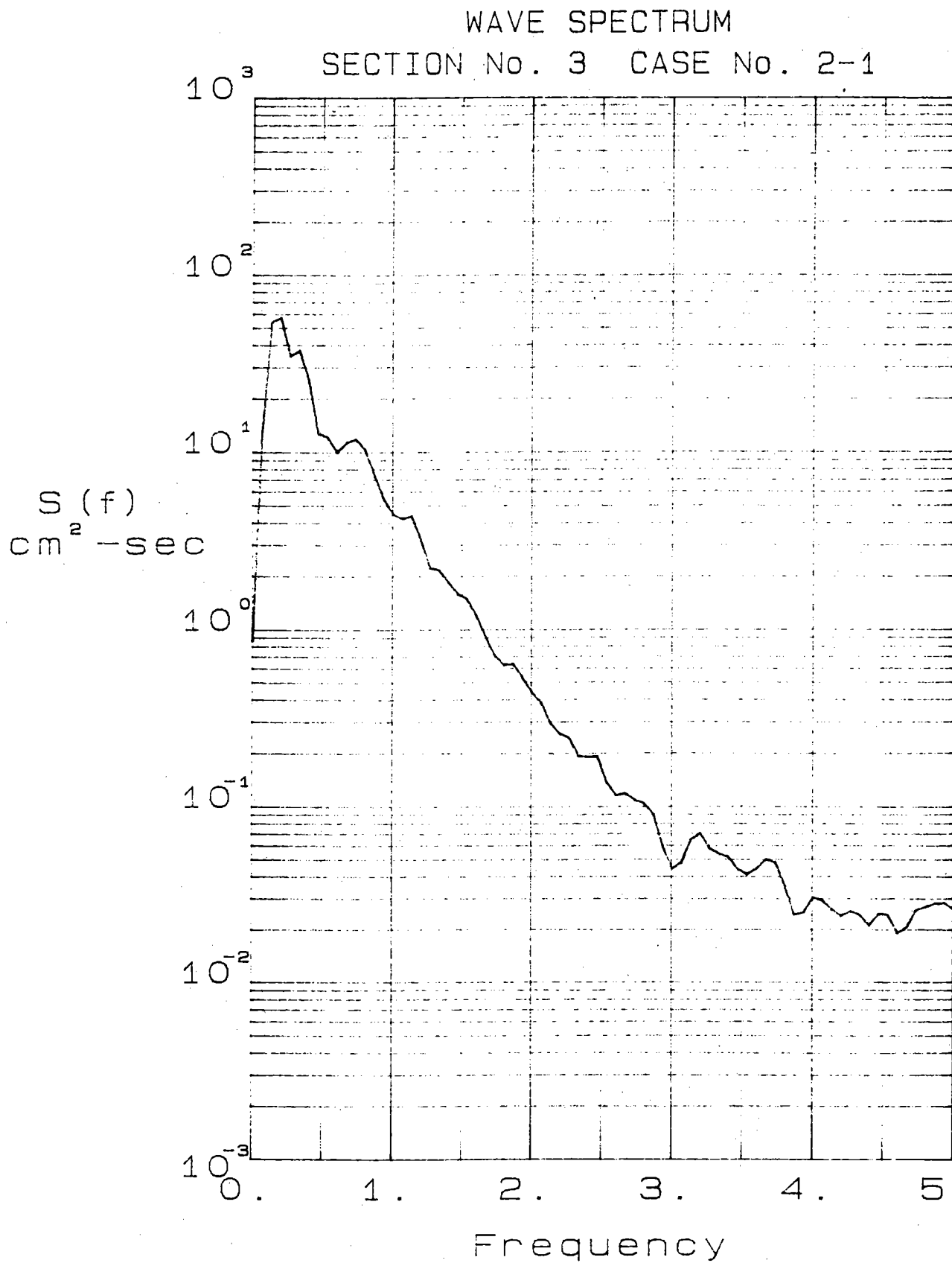
WAVE SPECTRUM
SECTION No. 2 CASE No. 5-1



附圖 1-10 C-2-5 波譜

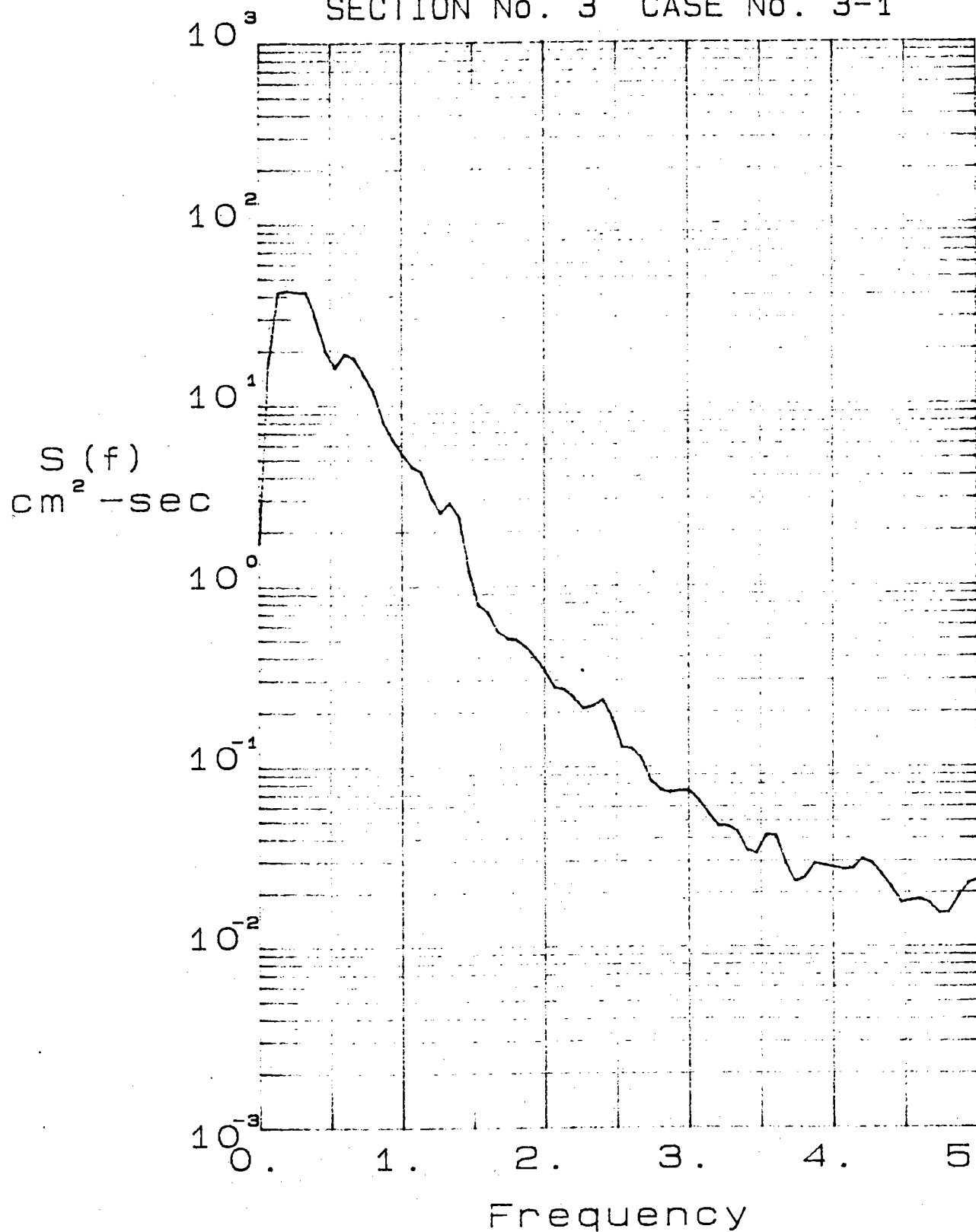


附圖 1-11 C-3-1 波譜

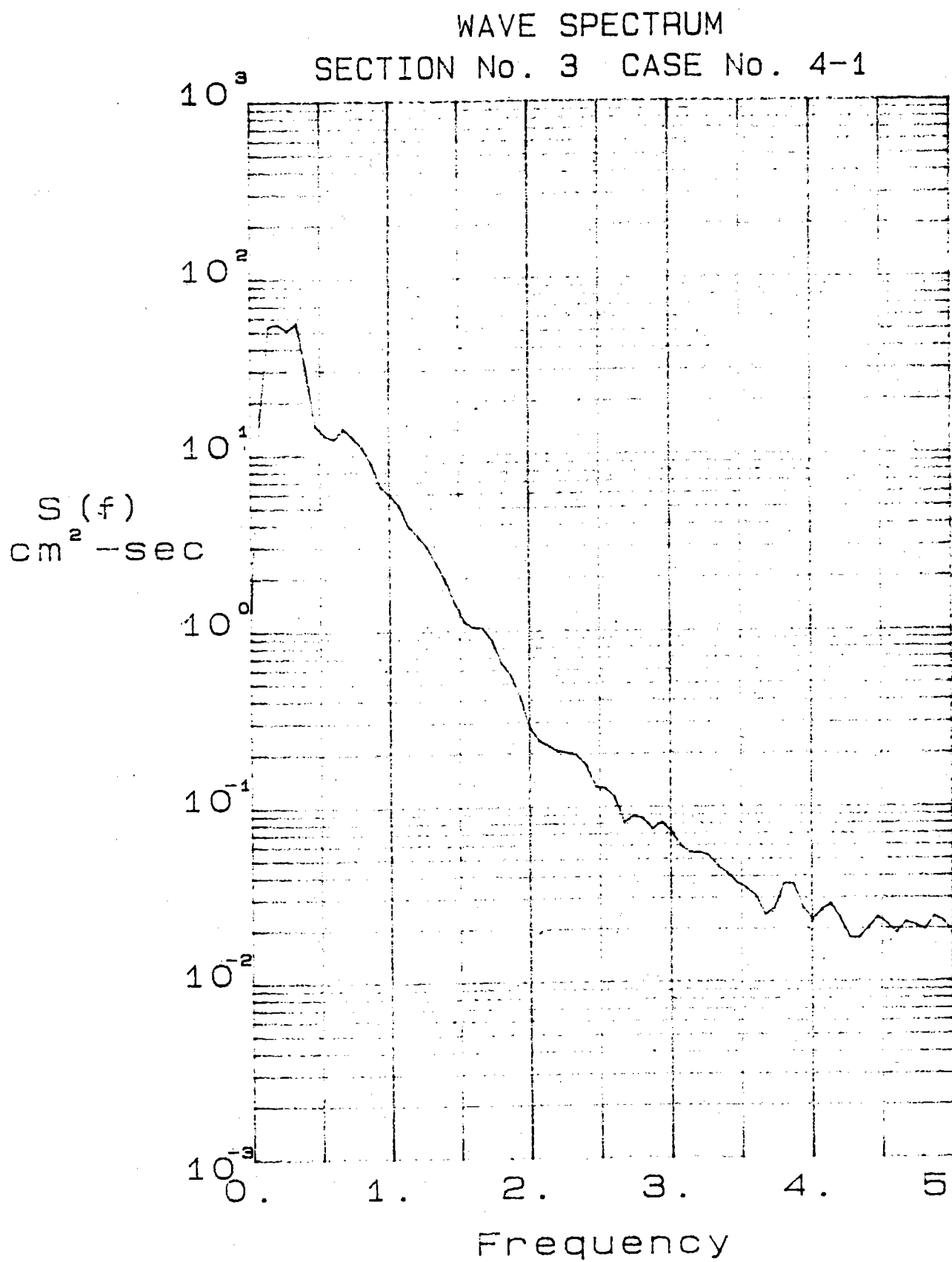


附圖 1-12 C-3-2 波譜

WAVE SPECTRUM
SECTION No. 3 CASE No. 3-1



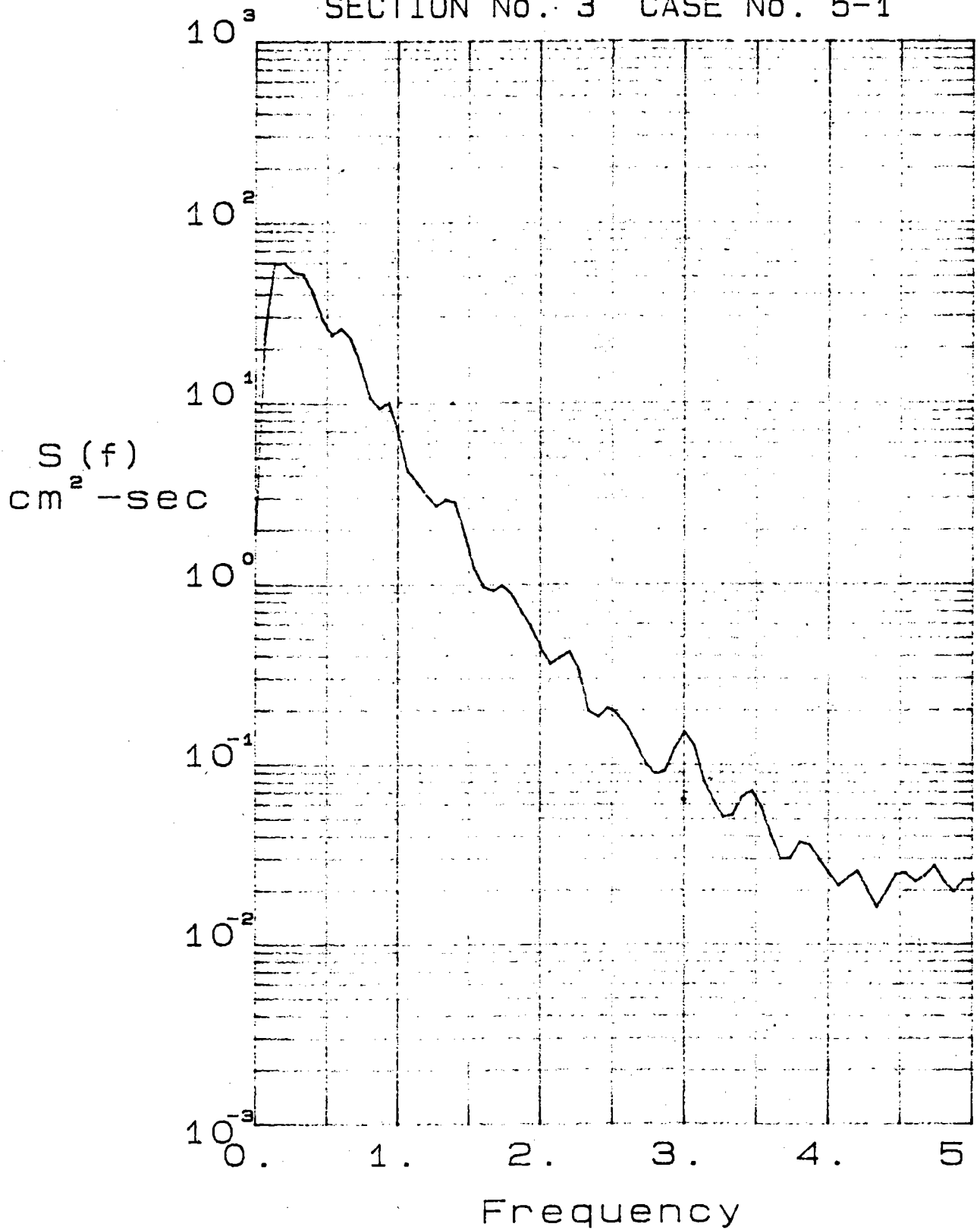
附圖 1-13 C-3-3 波譜



附圖 1-14 C-3-4 波譜

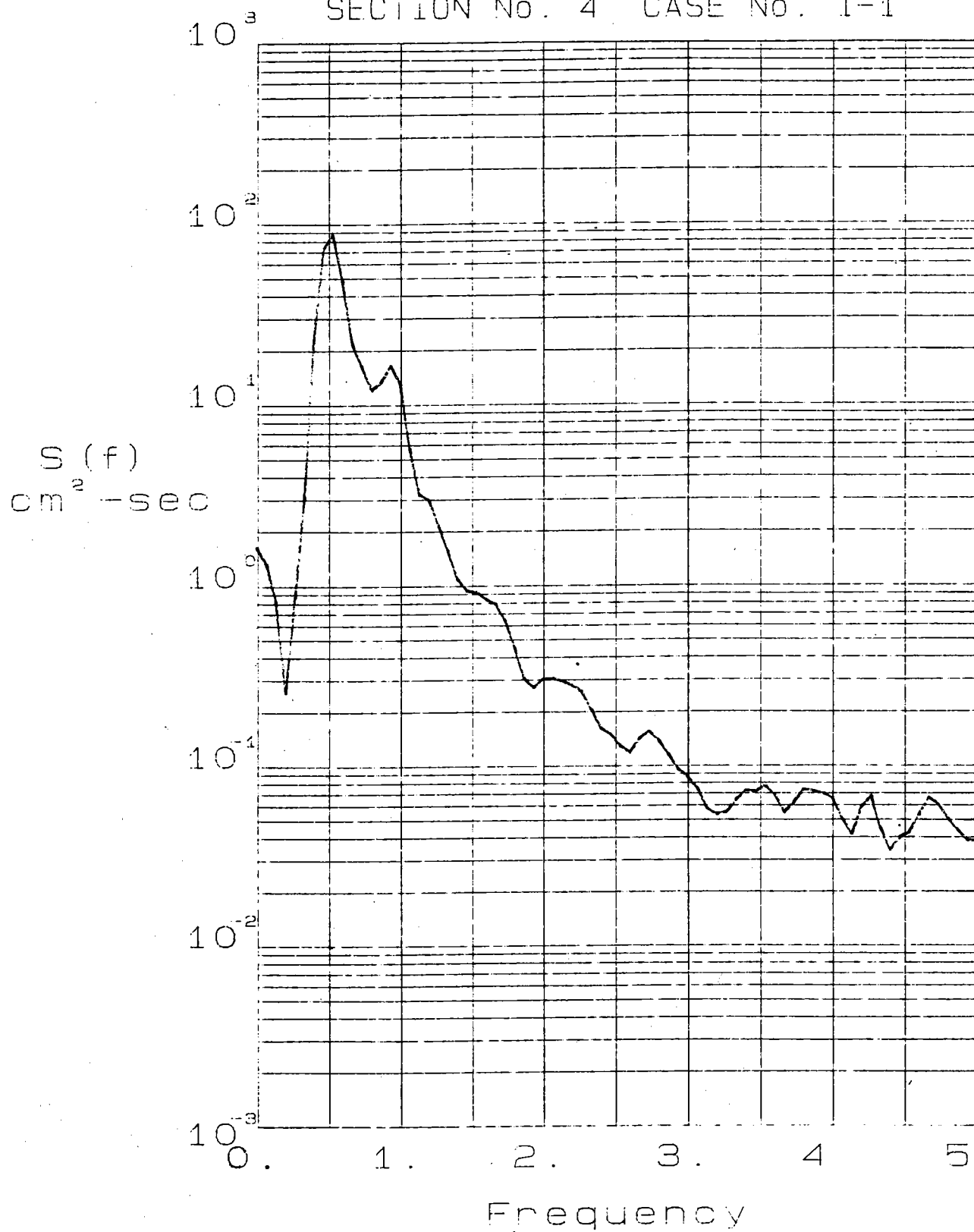
WAVE SPECTRUM

SECTION No. 3 CASE No. 5-1



附圖 1-15 C-3-5 波譜

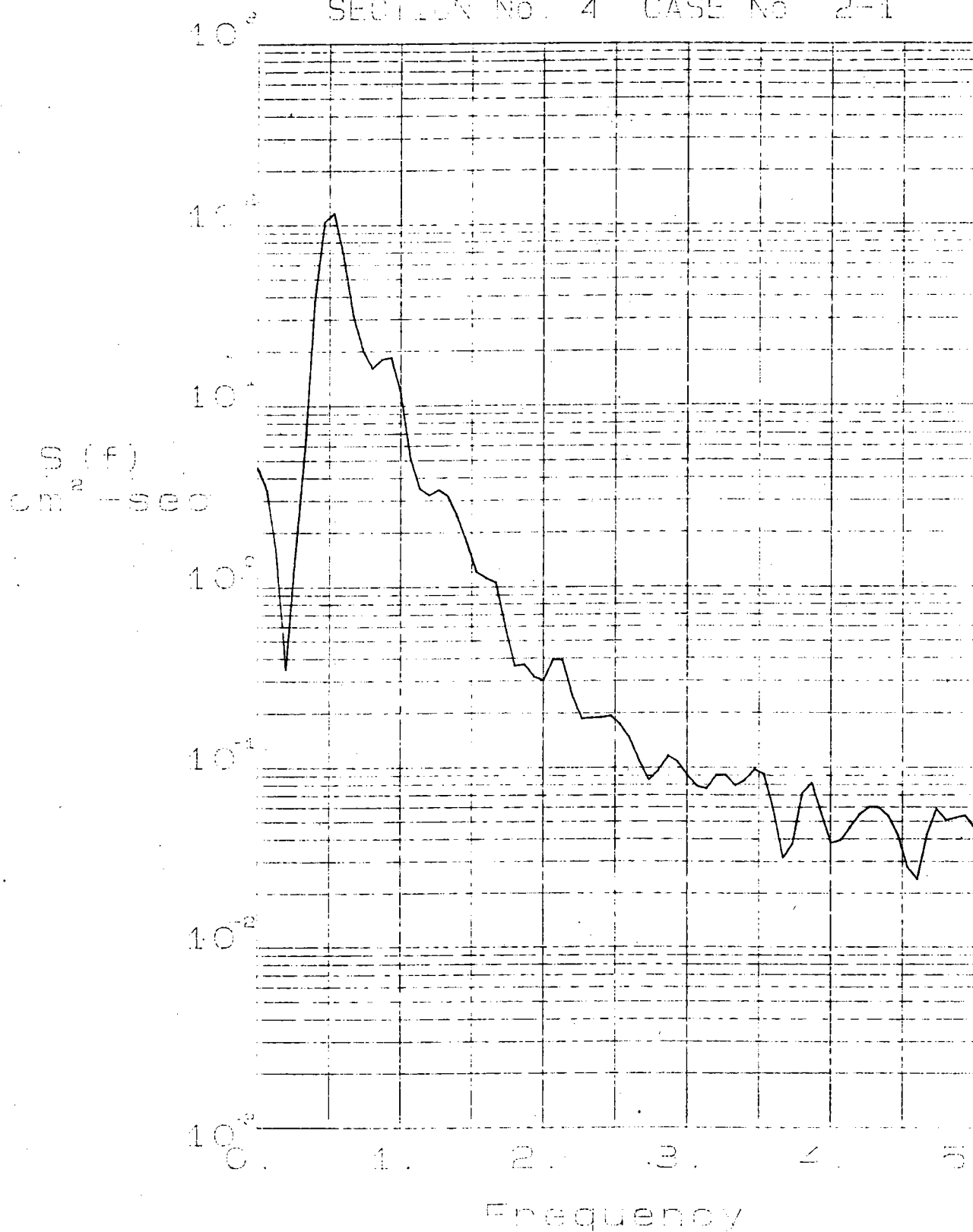
WAVE SPECTRUM
SECTION No. 4 CASE No. 1-1



附圖 1-16 C-4-1 波譜

WAVE SPECTRUM

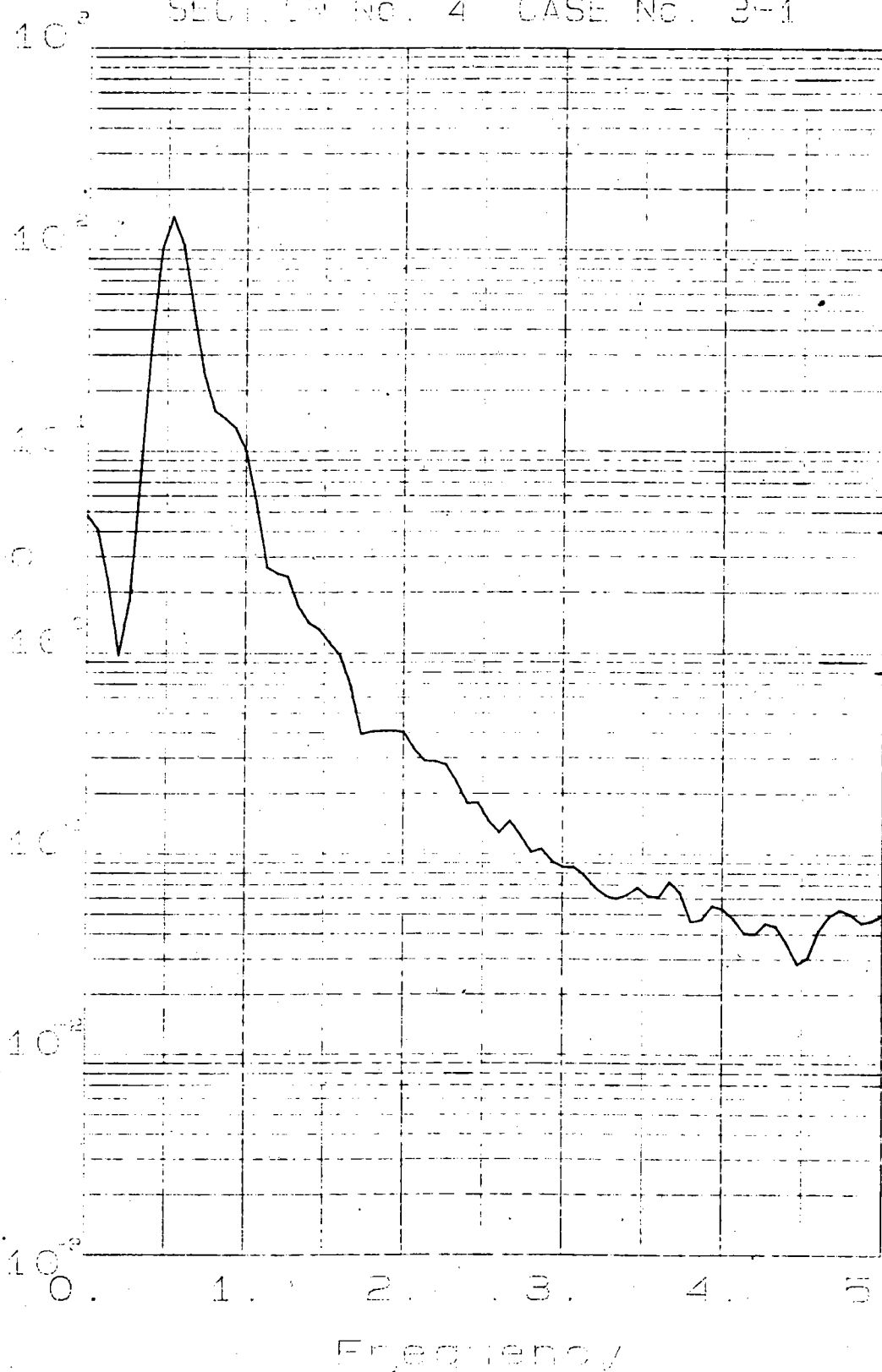
SECTION No. 4 CASE No. 2-1



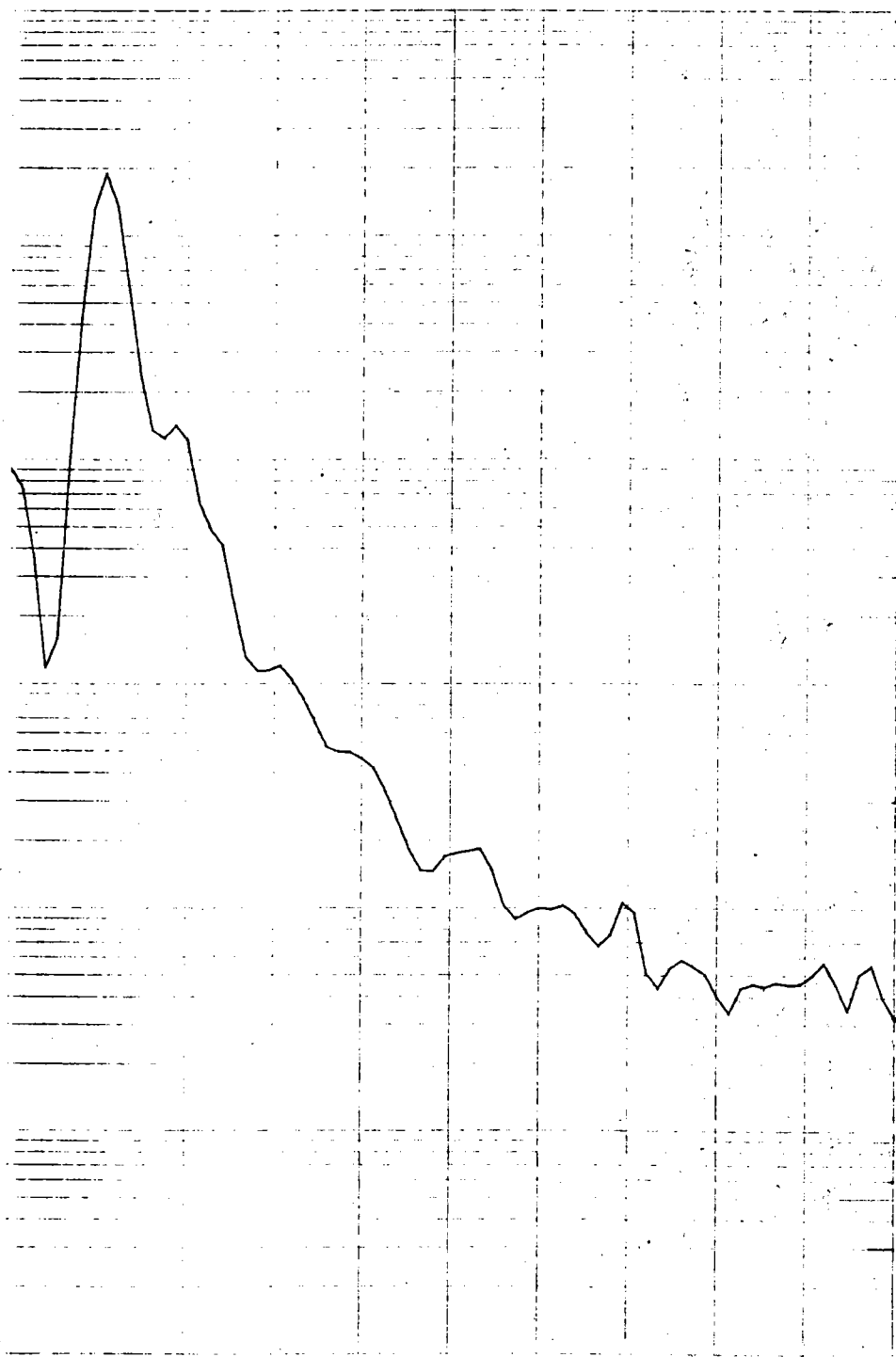
附圖 1-17 C-4-2 波譜

WAVE SPECTRUM

SECTION No. 4 CASE No. 3-1

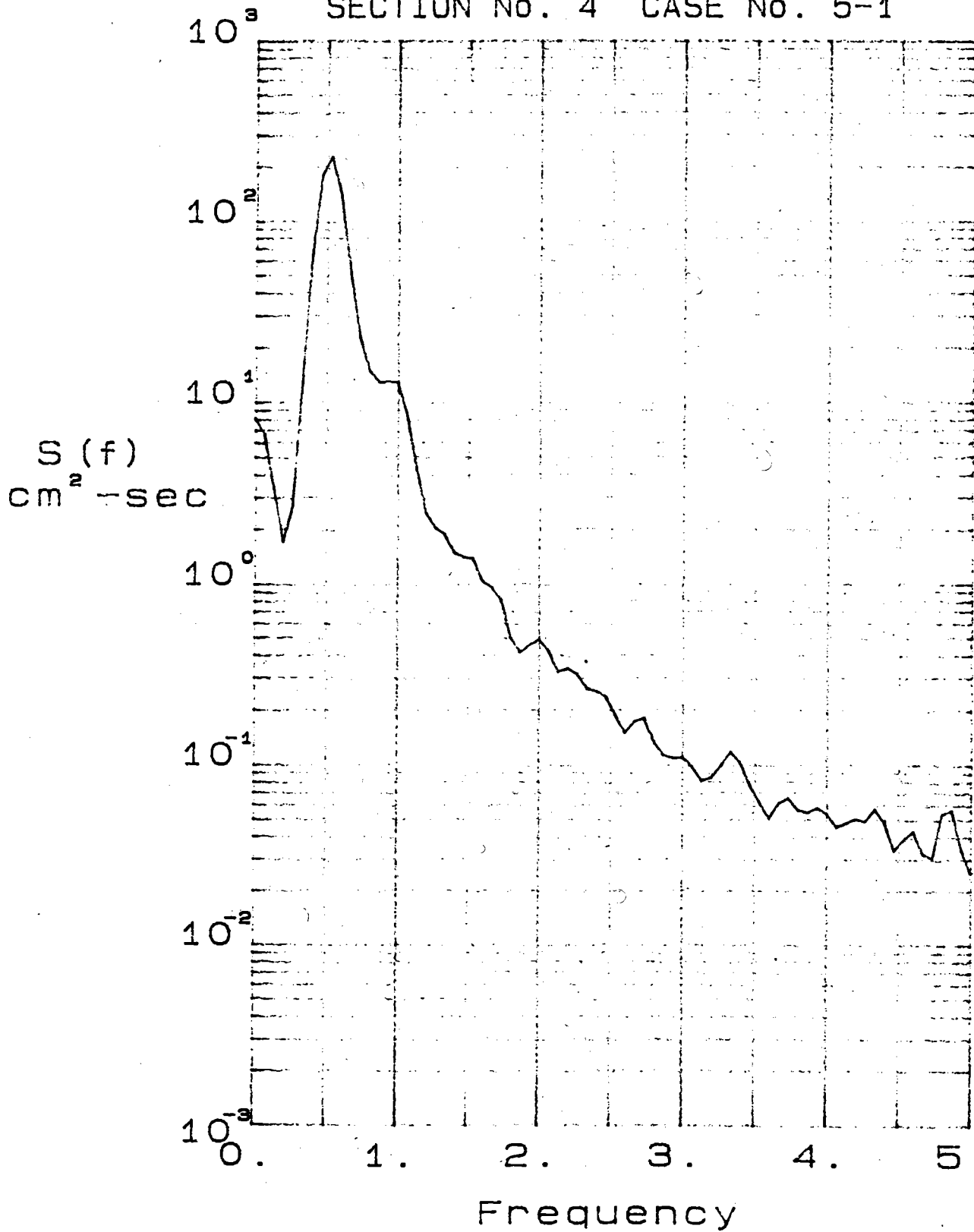


附圖 1-18 C-4-3 波譜



附圖 1-19 C-4-4 波譜

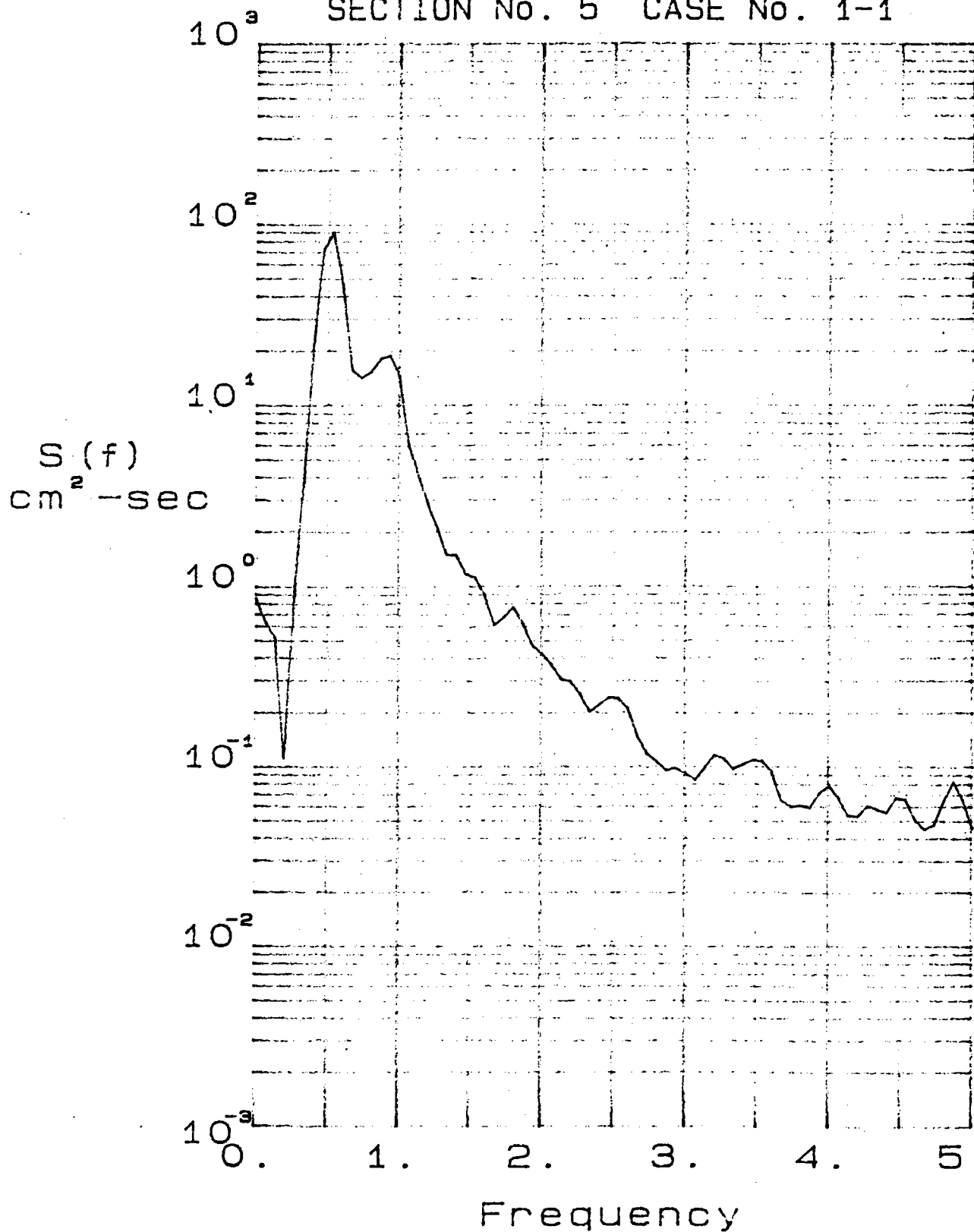
WAVE SPECTRUM
SECTION No. 4 CASE No. 5-1



附圖 20 C-4-5 波譜

WAVE SPECTRUM

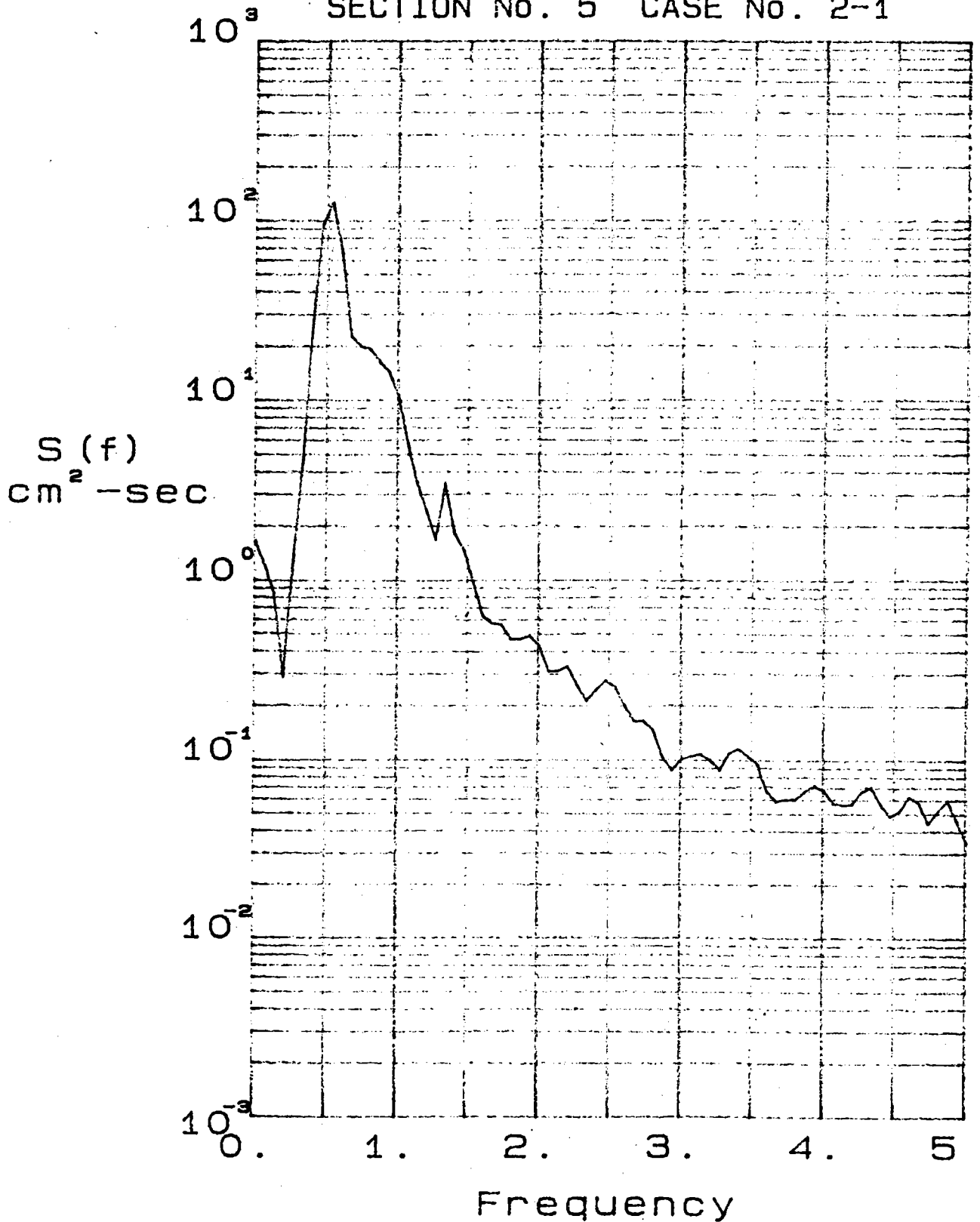
SECTION No. 5 CASE No. 1-1



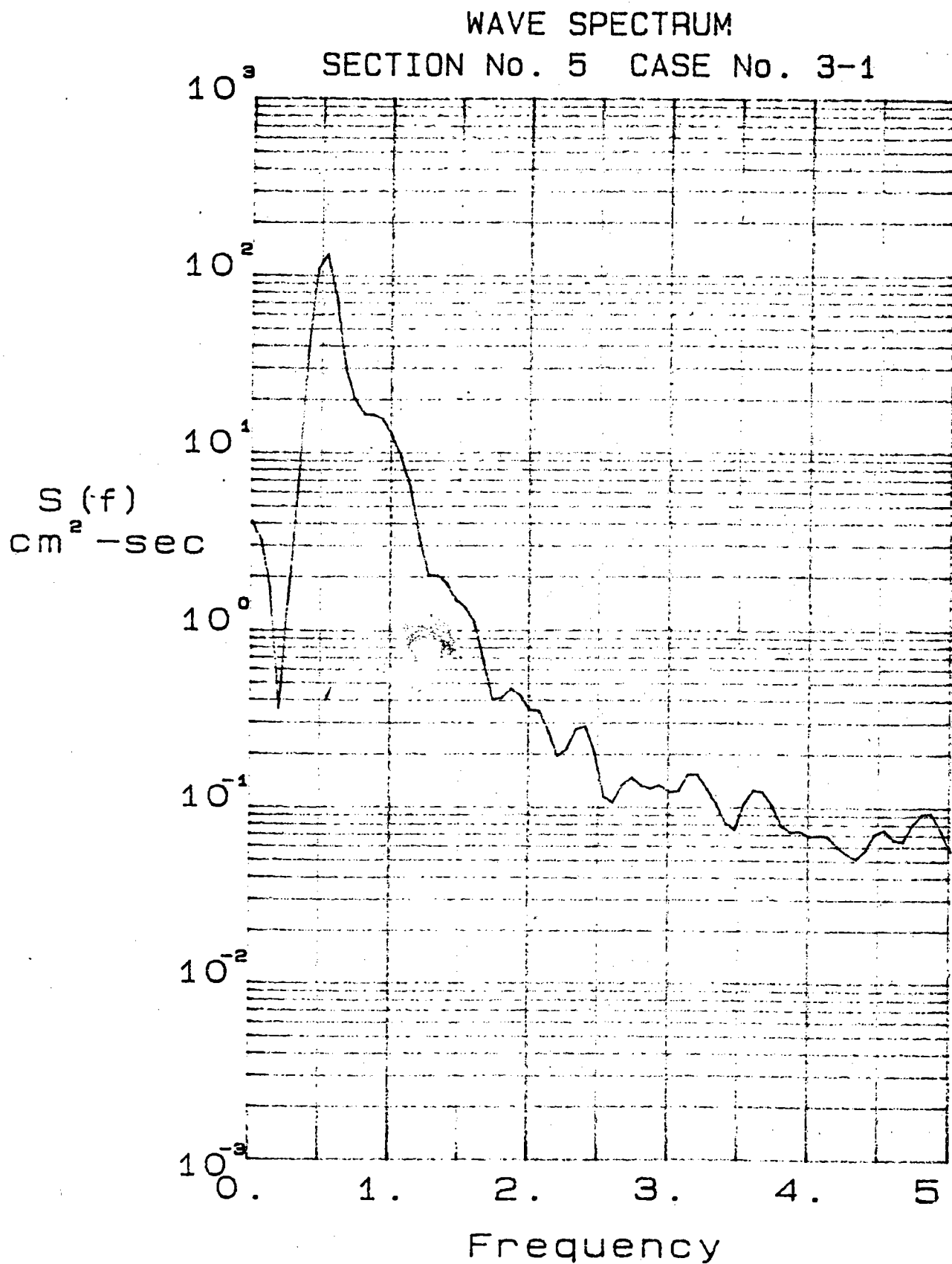
附圖1-21 C-5-1 波譜

WAVE SPECTRUM

SECTION No. 5 CASE No. 2-1

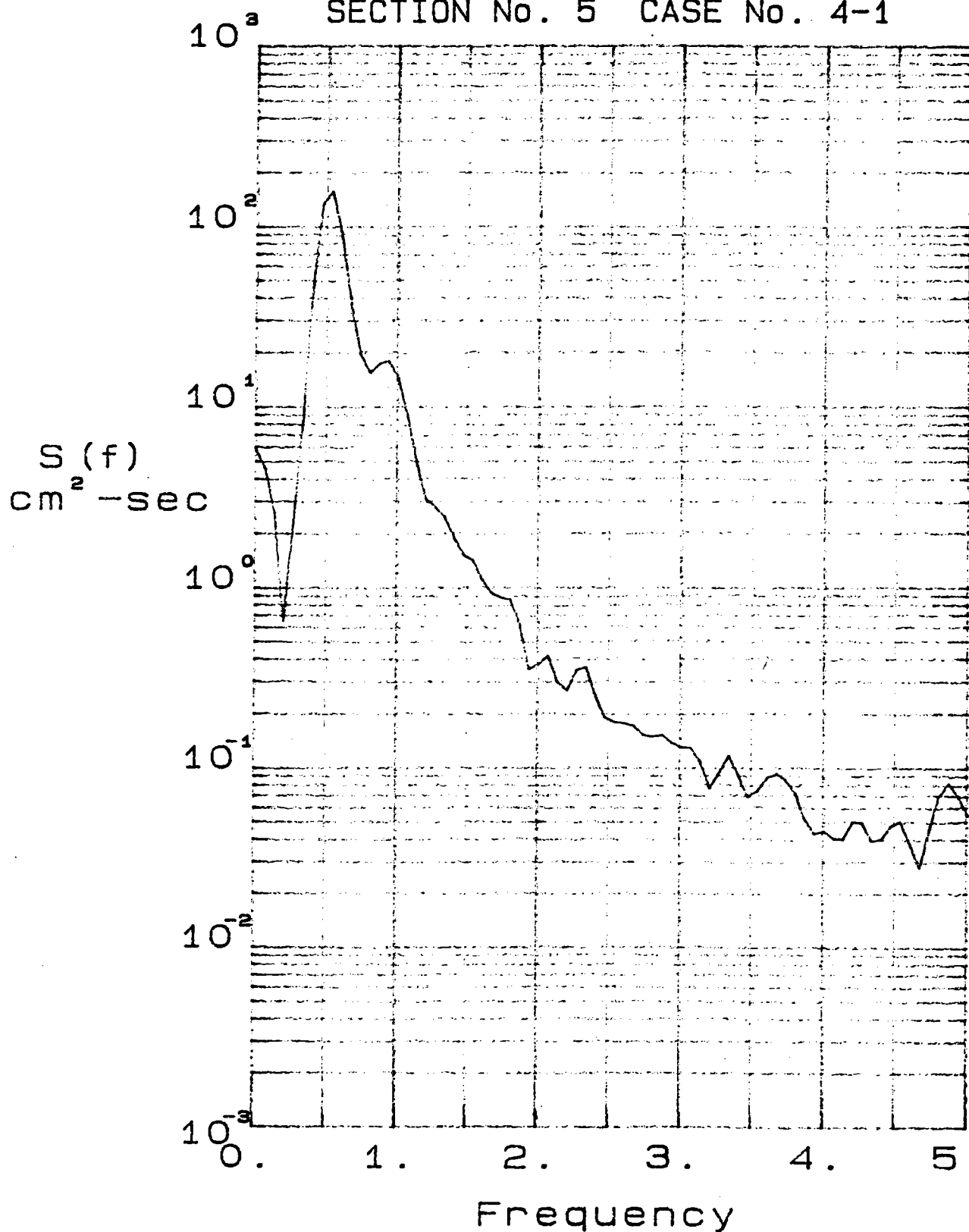


附圖 1-22 C-5-2 波譜

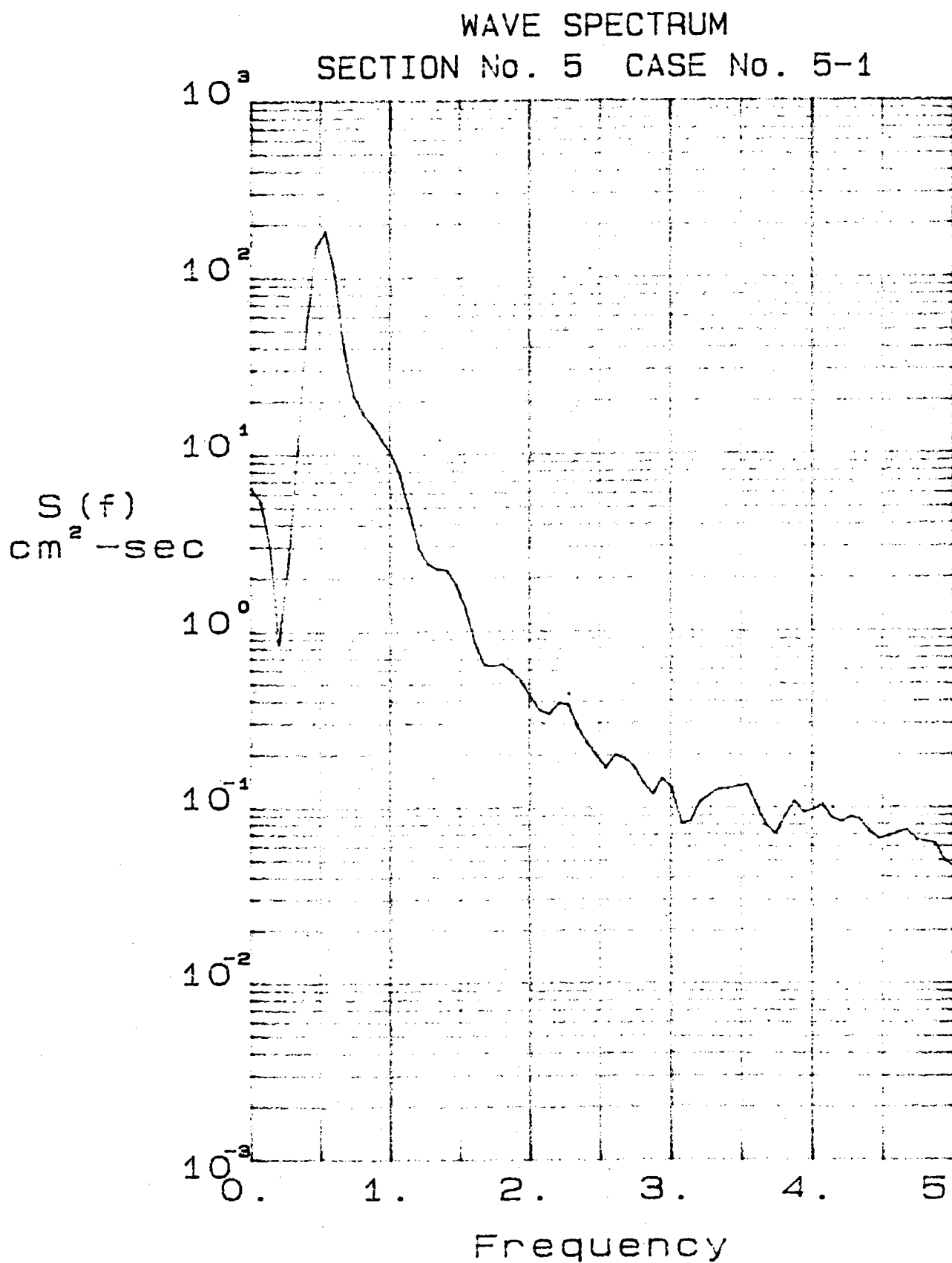


附圖 1-23 C-5-3 波譜

WAVE SPECTRUM SECTION No. 5 CASE No. 4-1



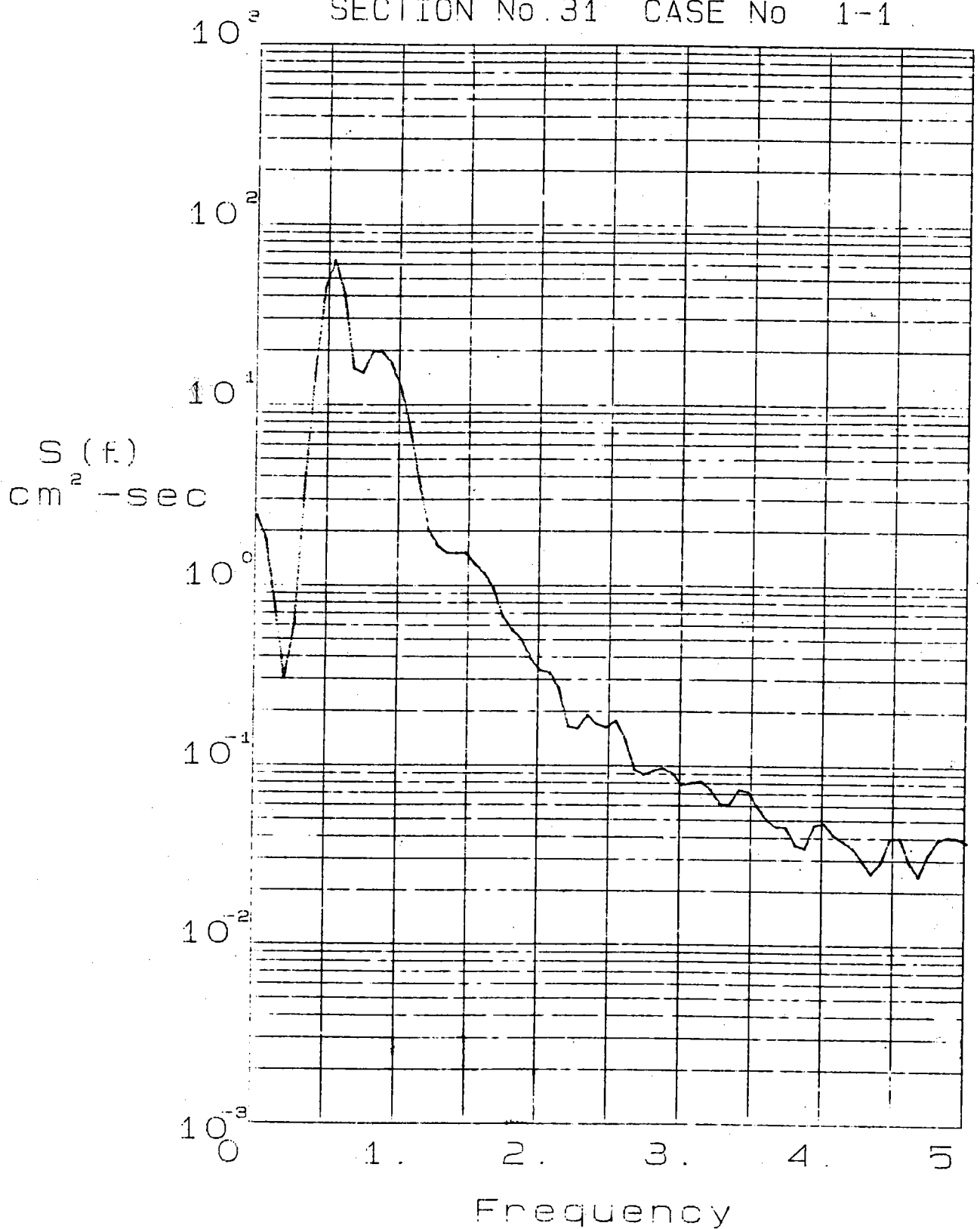
附圖 1-24 C-5-4 波譜



附圖 1-25 C-5-5 波譜

WAVE SPECTRUM

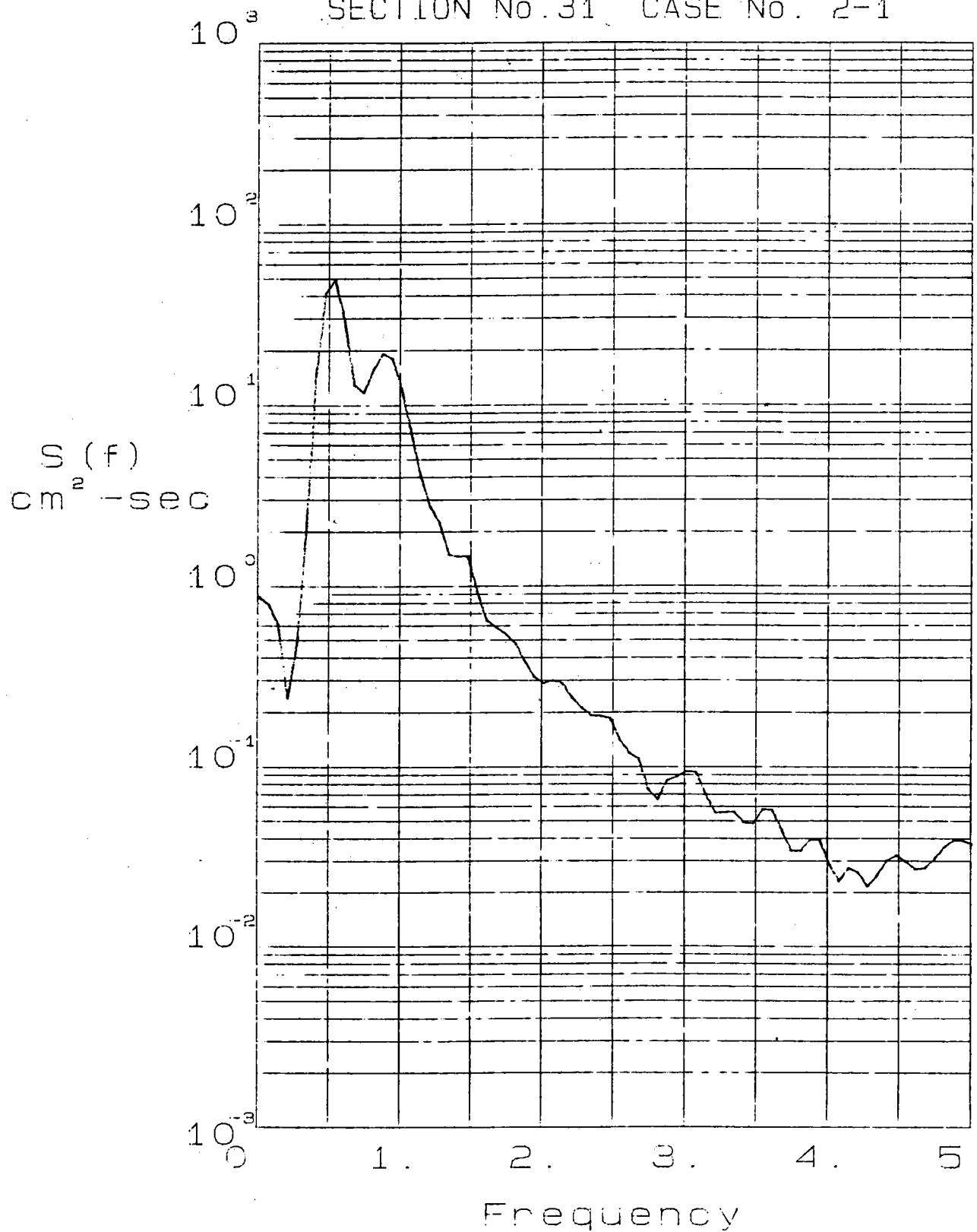
SECTION No. 31 CASE No 1-1



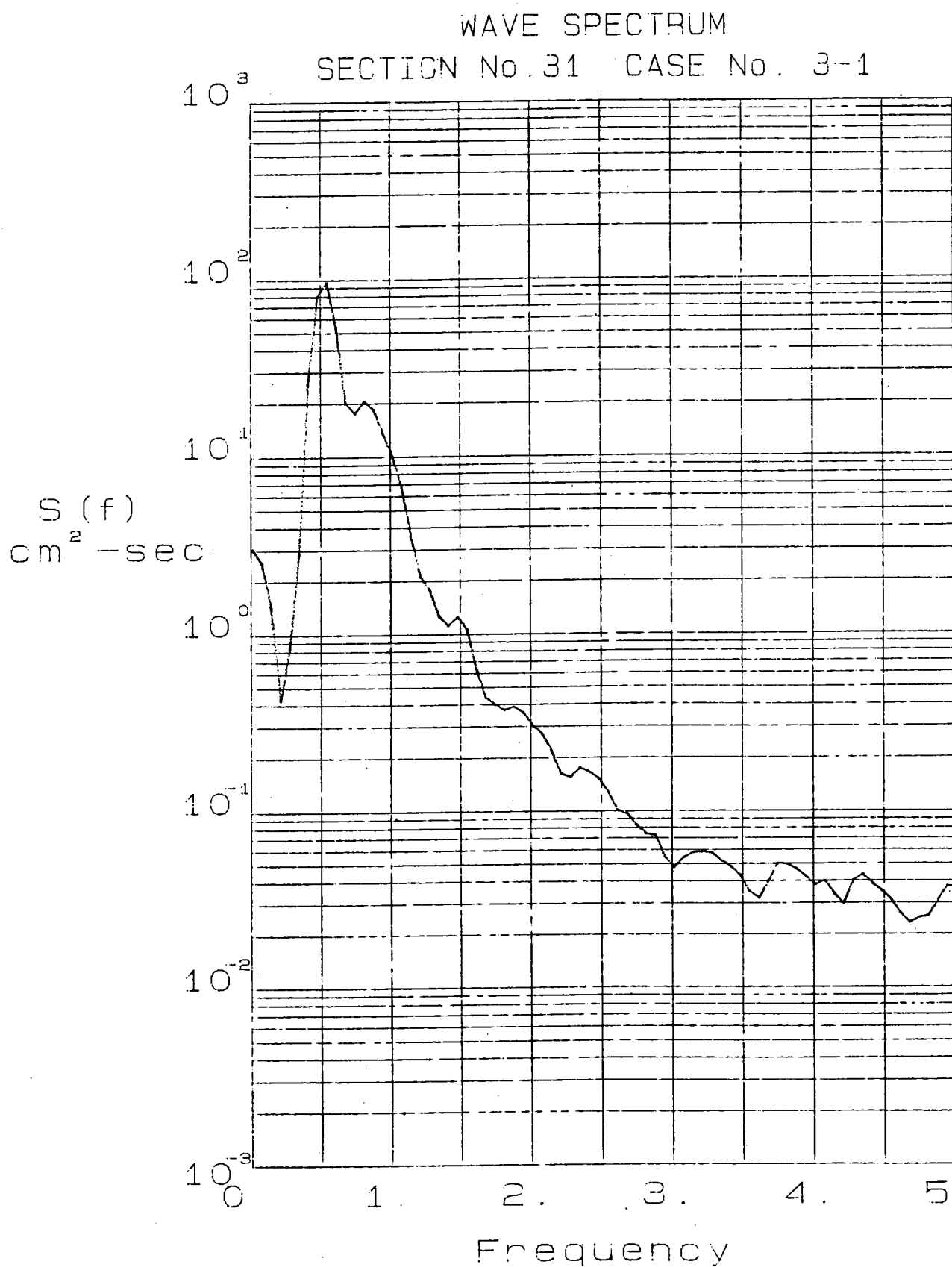
附圖 1-26 C-3'-1 波譜 (C-3' 表校正第Ⅲ断面)

WAVE SPECTRUM

SECTION No. 31 CASE No. 2-1



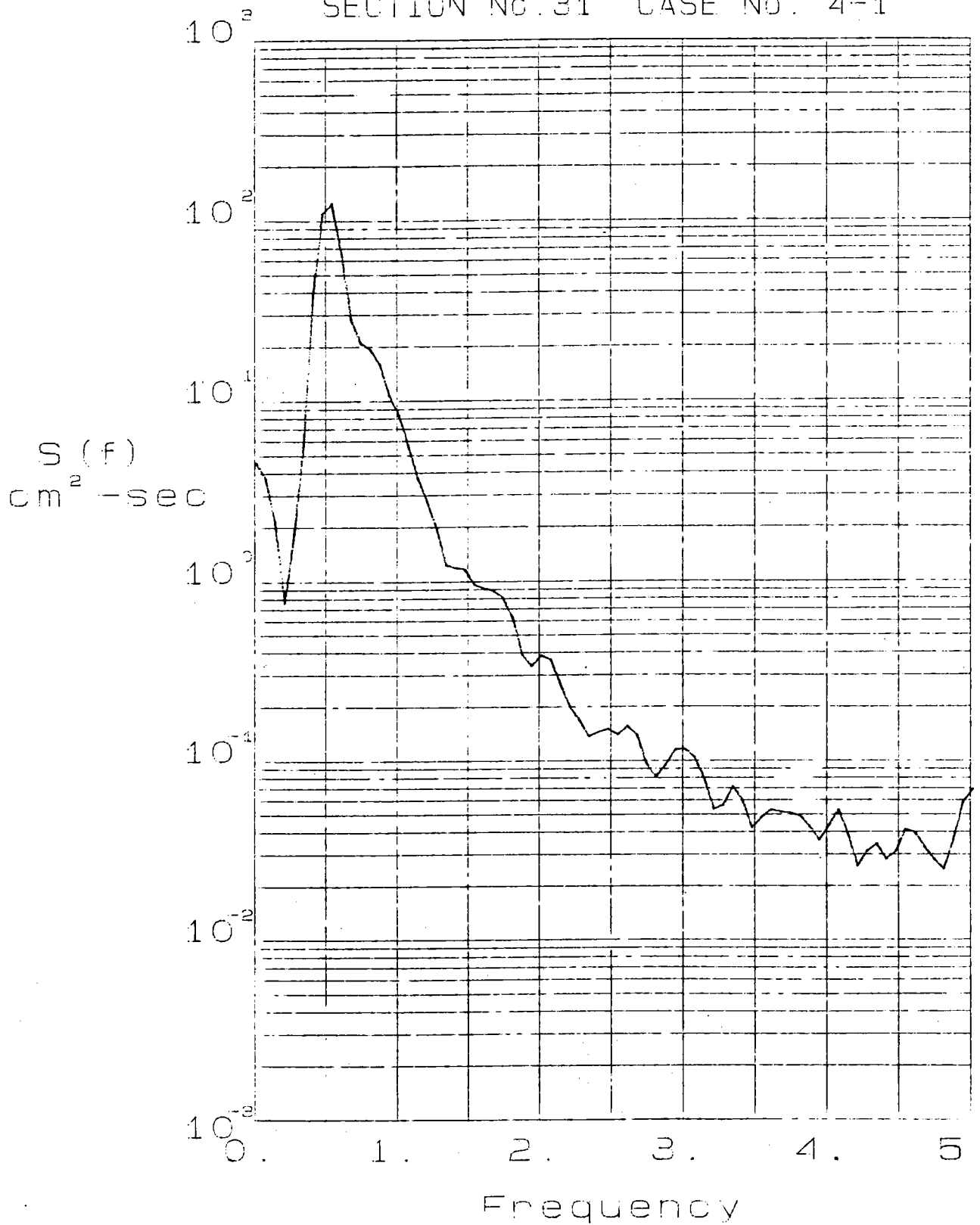
附圖 1-27 C-3'-2 波譜



附圖 1-28 C-3'-3 波譜

WAVE SPECTRUM

SECTION No. 31 CASE No. 4-1



附圖 1-29 C-3'-4 波譜

附錄II

試驗波浪條件

附表 II-1 第 I 断面入射波試驗資料

傳遞波 (不規則波 + 風浪)									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{avo}	T_{avo}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{4})'_0$
1	6.30	13.93	2.98	8.51	5.67	14.76	4.47	12.13	4.85
2	7.75	13.82	3.38	9.45	6.32	16.56	5.06	13.59	5.53
3	9.92	13.88	3.78	10.38	7.26	17.73	5.69	13.53	6.21
4	9.95	13.12	3.82	9.74	8.09	16.21	6.30	14.01	6.84
5	11.34	13.76	4.08	10.09	8.73	16.62	6.36	13.82	7.16
不規則波浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{avo}	T_{avo}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{4})'_0$
1	5.76	11.08	2.49	12.01	4.97	16.09	3.98	15.04	4.35
2	6.71	11.89	2.91	12.94	5.56	17.96	4.48	15.57	4.88
3	7.18	18.54	3.27	12.77	6.21	17.61	4.88	15.92	5.30
4	9.10	17.90	3.70	12.94	7.10	17.20	5.63	15.63	6.13
5	9.45	17.38	3.98	12.48	7.87	17.61	6.25	15.63	6.81
風浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{avo}	T_{avo}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{4})'_0$
1	3.94	4.89	2.02	8.98	3.46	11.66	2.99	9.91	3.13

附表 II-2 第 II 断面入射波試驗資料

傳遞波 (不規則波 + 風浪)									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H_{1/10}$	$T_{1/10}$	$H_{1/3}$	$T_{1/3}$	$(H_{1/4})'_0$
1	9.35	15.46	3.71	11.28	7.97	22.32	5.51	15.06	5.82
2	10.10	20.76	3.72	10.86	8.24	17.52	6.27	16.26	6.72
3	12.09	18.30	4.08	10.62	9.39	15.96	6.78	15.12	7.17
4	10.10	15.06	4.31	11.10	8.82	18.42	7.47	17.16	7.56
5	11.18	12.00	4.35	10.98	9.68	14.10	7.17	14.34	8.08
越波量 (不規則波 + 風浪)									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H_{1/10}$	$T_{1/10}$	$H_{1/3}$	$T_{1/3}$	$(H_{1/4})'_0$
1	10.82	21.00	3.25	9.66	6.96	18.12	5.39	14.52	5.65
2	10.33	19.98	3.69	10.44	8.28	17.28	6.11	15.24	6.47
3	12.75	16.74	4.49	11.40	11.35	16.26	7.50	15.96	8.02
4	10.13	16.02	4.71	12.12	9.00	17.28	7.70	17.28	8.34
5	10.91	11.88	4.54	11.64	9.76	12.12	7.48	15.30	7.93
不規則波浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H_{1/10}$	$T_{1/10}$	$H_{1/3}$	$T_{1/3}$	$(H_{1/4})'_0$
1	6.68	19.86	3.04	13.50	6.16	19.32	4.90	18.90	5.35
2	12.09	18.30	4.08	10.62	9.39	15.96	6.78	15.12	7.17
3	11.93	16.62	3.88	12.66	8.42	14.64	6.22	15.72	6.63
4	9.48	15.54	4.64	13.50	8.91	15.66	7.15	18.30	7.79
5	9.03	10.80	4.49	13.62	8.63	13.08	7.17	15.96	7.66
風浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H_{1/10}$	$T_{1/10}$	$H_{1/3}$	$T_{1/3}$	$(H_{1/4})'_0$
1	3.97	3.18	1.74	7.74	3.18	10.68	2.68	8.34	2.68

附表 II - 3 第 III 断面入射波試驗資料

傳遞波 (不規則波 + 風浪)									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{10})_0$
1	9.40	21.00	3.94	10.01	7.99	14.14	5.94	12.60	6.16
2	12.95	21.84	4.57	11.97	9.78	20.19	7.48	17.08	8.16
3	11.75	18.97	5.18	12.74	11.02	18.69	8.73	17.99	9.55
4	19.07	22.63	5.63	13.86	12.33	23.94	9.16	19.39	10.03
5	13.88	19.25	6.33	14.21	13.64	22.19	9.87	16.94	10.76
越波量 (不規則波 + 風浪)									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{10})_0$
1	14.37	21.14	4.32	11.20	9.31	22.19	7.12	18.06	7.79
2	12.60	16.17	4.46	11.34	9.44	18.62	7.16	15.75	7.74
3	11.84	14.49	5.30	12.11	10.87	21.63	8.66	17.08	9.45
4	14.64	22.12	4.71	11.90	10.22	23.52	7.67	17.85	8.39
5	15.17	15.12	6.22	13.58	12.08	17.99	9.64	17.50	10.54
不規則波浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{10})_0$
1	12.01	22.12	4.12	15.75	8.70	27.93	6.58	22.47	7.11
2	10.86	28.21	4.47	17.08	9.21	21.63	7.37	22.96	7.94
3	11.35	19.95	5.24	15.33	10.65	17.50	8.31	19.88	9.09
4	13.03	23.10	4.88	16.66	10.04	22.54	7.60	23.73	8.14
5	13.03	15.68	5.83	15.75	11.96	18.41	9.35	18.90	10.24
風浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{10})_0$
1	5.81	5.88	2.61	9.52	4.73	5.46	4.02	9.94	4.04

附表 II - 4 第 IV 斷面入射波試驗資料

傳遞波 (不規則波 + 風浪)									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{3})'_0$
1	14.33	13.51	5.81	10.22	11.89	13.44	9.15	12.18	9.39
2	18.24	14.42	7.14	11.06	13.38	14.14	10.66	12.95	11.07
3	16.15	11.97	7.63	11.69	13.92	12.81	11.51	13.09	11.98
4	18.64	12.60	8.01	11.06	15.57	13.02	12.85	12.81	13.37
5	19.69	13.30	8.93	11.90	17.30	13.51	14.12	12.95	14.60
越波量 (不規則波 + 風浪)									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{3})'_0$
1	14.20	15.26	5.55	9.87	11.62	13.09	8.99	12.53	9.27
2	16.61	14.49	6.72	11.06	13.38	13.37	10.19	13.16	10.62
3	15.74	13.93	7.36	11.06	14.25	12.95	11.46	13.23	11.95
4	21.64	13.37	8.24	11.48	16.10	13.02	12.93	13.37	13.51
5	18.91	12.67	8.89	12.25	17.39	13.23	14.49	13.37	15.14
不規則波浪									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{3})'_0$
1	16.28	13.65	5.70	11.48	12.11	12.67	9.21	13.09	9.58
2	16.83	14.07	6.31	11.55	13.43	14.21	10.05	13.23	10.48
3	15.56	13.44	7.02	12.53	13.83	13.09	10.94	13.30	11.42
4	15.88	13.02	7.47	12.25	14.07	13.58	11.17	12.95	11.60
5	17.56	13.37	8.43	12.46	15.46	13.30	12.60	13.23	13.14

附表 II-5 第 V 断面入射波試驗資料

傳遞波 (不規則波 + 風浪)									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{2})'_0$
1	15.51	12.95	5.80	9.94	11.34	13.02	9.00	11.97	9.17
2	17.01	12.67	6.56	10.64	13.43	13.44	10.44	13.09	10.80
3	18.19	12.74	7.04	10.92	14.36	14.07	11.27	13.16	11.67
4	16.96	11.76	7.26	10.71	14.95	13.44	12.19	13.16	12.62
5	18.96	13.86	8.31	11.76	15.99	13.37	13.22	13.51	13.76
越波量 (不規則波 + 風浪)									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{2})'_0$
1	16.38	13.02	6.09	10.57	11.97	12.95	9.55	12.46	9.79
2	17.33	13.23	6.23	10.43	13.34	13.72	10.17	12.67	10.45
3	17.51	13.58	6.66	10.71	13.53	13.09	10.92	13.02	11.28
4	18.24	14.07	7.03	11.13	14.53	14.21	11.74	13.51	12.24
5	17.86	13.30	7.85	11.55	14.91	13.58	12.61	13.58	13.14
不規則波浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{2})'_0$
1	13.61	13.72	5.59	11.48	12.05	13.79	9.12	13.37	9.47
2	17.46	12.81	6.30	11.76	13.14	13.16	10.20	13.58	10.63
3	17.73	12.81	6.76	11.69	13.67	13.93	11.02	13.44	11.37
4	16.88	13.51	8.44	11.76	14.26	13.23	11.44	13.65	11.93
5	17.73	12.88	7.16	11.62	15.14	13.72	11.86	13.65	11.37
風浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{2})'_0$
1	6.12	24.49	2.84	8.75	5.16	17.78	4.40	13.16	4.56

附表 II-6 第 I 断面堤前波試驗資料

傳遞波 (不規則波 + 風浪)									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H_{1/10}$	$T_{1/10}$	$H_{1/3}$	$T_{1/3}$	$(H_{1/2})'_0$
1	8.02	18.25	3.37	8.98	6.29	13.18	5.15	12.48	5.62
2	10.09	18.31	4.19	11.02	8.09	16.79	6.44	14.81	6.95
3	10.53	19.30	4.43	11.60	8.93	19.48	7.07	15.39	7.58
4	9.94	18.78	4.01	10.67	7.88	18.54	6.19	14.87	6.67
5	7.53	12.48	3.70	9.68	7.01	15.39	5.66	12.83	6.19
不 規 則 波 浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H_{1/10}$	$T_{1/10}$	$H_{1/3}$	$T_{1/3}$	$(H_{1/2})'_0$
1	7.12	18.66	2.49	12.89	5.99	17.32	4.41	14.81	4.76
2	8.30	14.23	2.97	13.88	2.17	16.44	5.21	14.60	5.63
3	9.17	20.53	3.28	13.24	2.90	16.85	5.66	16.05	6.03
4	10.53	20.06	3.94	13.88	9.30	17.09	6.76	17.03	7.10
5	10.81	20.41	4.18	13.24	9.24	20.70	6.76	16.04	7.19
風 浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H_{1/10}$	$T_{1/10}$	$H_{1/3}$	$T_{1/3}$	$(H_{1/2})'_0$
1	0.40	5.31	0.20	5.83	0.33	5.83	0.28	5.89	0.28

附表 II-7 第 II 断面堤前波試驗資料

傳遞波 (不規則波 + 風浪)									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{10})_0$
1	9.21	22.80	3.84	8.70	7.66	15.96	5.84	12.12	5.99
2	11.97	22.62	4.67	9.84	10.10	18.42	7.68	13.98	8.10
3	12.29	18.48	4.51	10.62	9.72	19.26	7.45	15.84	8.04
4	12.55	19.98	4.86	11.10	11.30	19.20	8.29	16.20	8.98
5	1.31	18.90	4.74	10.98	10.16	17.88	8.24	16.44	8.94
越波量 (不規則波 + 風浪)									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{10})_0$
1	10.12	9.24	3.92	9.12	8.40	15.42	6.24	13.02	6.49
2	9.44	18.60	4.17	8.94	8.29	13.38	6.75	13.02	7.02
3	12.63	19.08	4.75	10.80	10.69	19.38	7.96	15.54	8.56
4	11.27	20.70	4.86	10.80	10.43	16.98	8.33	16.20	9.02
5	11.92	21.90	4.67	10.86	9.66	20.46	8.07	16.92	8.78
不規則波浪									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{10})_0$
1	11.97	22.62	4.67	9.84	10.10	18.42	7.68	13.98	8.10
2	8.56	19.38	3.69	12.12	8.02	20.16	6.27	16.56	6.81
3	8.57	17.52	4.26	13.08	8.09	19.32	6.89	18.24	7.54
4	10.68	21.18	4.92	14.34	9.84	20.22	8.06	20.28	8.82
5	9.87	22.68	4.79	13.86	9.17	20.10	7.57	18.18	8.28
風浪									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{10})_0$
1	7.85	5.76	0.34	5.34	0.64	5.64	0.50	5.52	0.50

附表 II-8 第 III 断面堤前波試驗資料

傳遞波 (不規則波 + 風浪)									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{3})'_0$
1	13.36	21.21	4.94	8.68	9.72	10.71	7.73	10.78	7.90
2	14.75	19.67	5.48	9.52	11.89	16.66	9.21	13.86	9.88
3	17.07	19.18	6.69	11.83	14.49	20.16	11.11	17.22	12.16
4	18.24	23.17	6.29	11.41	13.44	16.94	10.23	15.82	11.17
5	17.26	20.93	7.44	13.58	15.95	25.41	12.38	20.72	13.45
越波量 (不規則波 + 風浪)									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{3})'_0$
1	15.17	13.02	5.34	11.34	11.51	21.07	8.54	16.24	9.34
2	15.70	18.13	5.56	10.43	11.29	15.75	8.78	13.51	9.28
3	16.59	19.74	6.94	13.79	14.81	24.50	11.51	20.65	11.52
4	14.64	11.69	6.21	12.95	12.69	22.40	10.29	18.76	11.25
5	18.59	20.16	6.95	12.46	14.38	21.98	11.59	19.11	12.64
不規則波浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{3})'_0$
1	11.74	25.27	4.79	15.33	10.74	21.07	8.30	21.49	8.90
2	11.67	24.85	4.90	14.91	9.42	22.82	7.55	19.46	8.23
3	16.62	21.49	6.56	17.71	13.75	24.71	10.61	24.36	11.11
4	13.42	11.06	6.09	17.01	12.33	21.77	10.38	22.89	11.01
5	16.67	20.44	7.55	19.04	13.84	25.06	11.80	24.15	12.36
風浪									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{3})'_0$
1	1.08	7.21	0.47	6.44	0.83	6.65	0.68	6.65	

附表 II - 9 第 IV 断面堤前波試驗資料

傳遞波 (不規則波 + 風浪)									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{10})'_0$
1	21.07	13.93	8.44	10.92	17.24	12.46	13.32	12.39	13.92
2	21.97	12.74	8.93	11.13	18.31	13.72	14.42	13.30	15.42
3	21.30	13.16	10.30	12.25	19.82	12.74	14.13	13.58	15.04
4	21.89	13.58	10.90	12.32	21.10	13.93	16.94	13.72	18.07
5	22.71	14.49	11.94	13.02	21.31	13.79	18.15	13.44	19.28
越波量 (不規則波 + 風浪)									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{10})'_0$
1	21.82	13.79	8.31	11.55	16.73	13.09	12.86	13.30	13.63
2	21.61	13.93	9.36	12.04	18.51	13.30	14.41	13.79	15.39
3	21.81	14.07	9.74	11.69	19.87	13.37	15.96	13.37	16.94
4	23.22	14.07	11.33	12.81	21.40	13.79	17.54	13.44	18.64
5	22.73	13.44	12.12	13.02	21.83	13.93	18.36	13.65	19.57
不規則波浪									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{10})'_0$
1	20.81	11.90	7.26	12.11	15.11	13.44	11.36	13.30	12.05
2	21.30	13.44	8.48	12.67	17.18	13.58	13.04	13.65	13.90
3	20.06	13.93	9.43	12.60	17.94	13.51	14.13	13.58	15.04
4	20.51	11.97	9.94	12.39	18.84	13.30	15.31	13.44	16.27
5	22.17	13.72	10.75	12.74	19.75	14.00	16.55	13.37	17.57

附表 II - 10 第 V 断面堤前波試驗資料

傳遞波 (不規則波 + 風浪)									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{3})'_0$
1	17.11	12.88	8.08	11.13	15.07	12.11	12.36	12.81	12.90
2	21.07	13.30	8.42	11.20	18.52	13.37	14.16	13.65	14.98
3	22.25	13.58	9.20	11.83	18.44	13.93	14.48	13.51	15.29
4	19.60	14.91	10.54	12.81	18.79	13.79	15.74	13.72	16.67
5	22.10	12.46	11.19	12.53	19.79	13.79	16.86	14.07	17.88
越波量 (不規則波 + 風浪)									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{3})'_0$
1	16.10	15.40	7.87	11.27	13.93	13.23	11.79	13.37	12.42
2	18.68	13.86	8.61	11.55	35.11	13.30	13.29	13.30	13.99
3	22.25	13.58	9.20	11.83	18.44	13.93	14.48	13.51	15.29
4	20.12	13.30	10.47	12.25	19.14	14.00	16.36	13.93	17.38
5	17.88	13.30	7.85	11.55	14.92	13.58	12.61	13.16	13.24
不 規 則 波 浪									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{3})'_0$
1	17.24	13.72	7.17	12.11	14.60	13.86	11.10	14.00	11.80
2	17.42	12.74	7.33	11.62	14.98	13.58	11.77	13.72	12.46
3	18.02	15.26	8.82	12.67	16.76	13.30	13.48	13.93	14.32
4	20.53	13.58	8.36	12.39	17.20	13.65	13.07	13.37	13.77
5	21.14	14.42	9.84	12.11	18.28	14.21	15.38	14.00	16.27
風 浪									
CASE	$H_{\max}$	$T_{\max}$	H_{ave}	T_{ave}	$H \frac{1}{10}$	$T \frac{1}{10}$	$H \frac{1}{3}$	$T \frac{1}{3}$	$(H \frac{1}{3})'_0$
1	0.82	6.30	0.37	6.16	0.64	6.51	0.52	6.44	

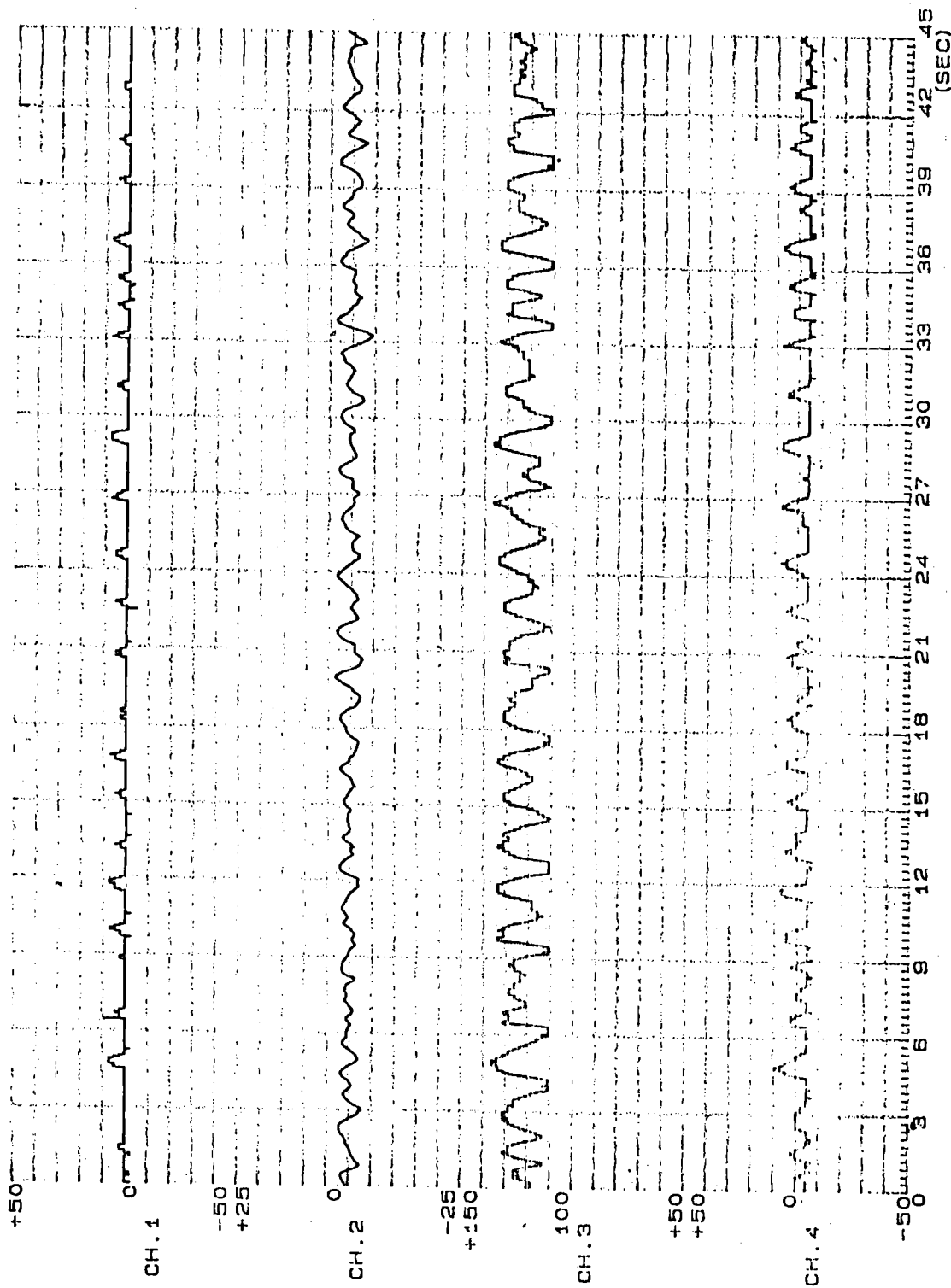
附表 II-11 修正第 III 断面入射波試驗資料

傳遞波 (不規則波 + 風浪)									
CASE	H_{max}	T_{max}	H_{ave}	T_{ave}	$H_{1/10}$	$T_{1/10}$	$H_{1/3}$	$T_{1/3}$	$(H_{1/10})_0$
1	15.49	14.49	5.44	9.80	11.07	11.27	8.57	11.55	8.87
2	12.59	15.96	4.91	9.38	9.82	11.34	7.89	11.69	8.18
3	17.01	14.42	5.98	10.50	13.06	12.88	9.92	12.88	10.50
4	22.15	14.77	6.84	11.20	15.36	12.67	11.49	13.16	12.21
5									

附錄III

試驗波壓圖

THE WAVE PRESSURE TEST FOR SU-AOU HARBOR

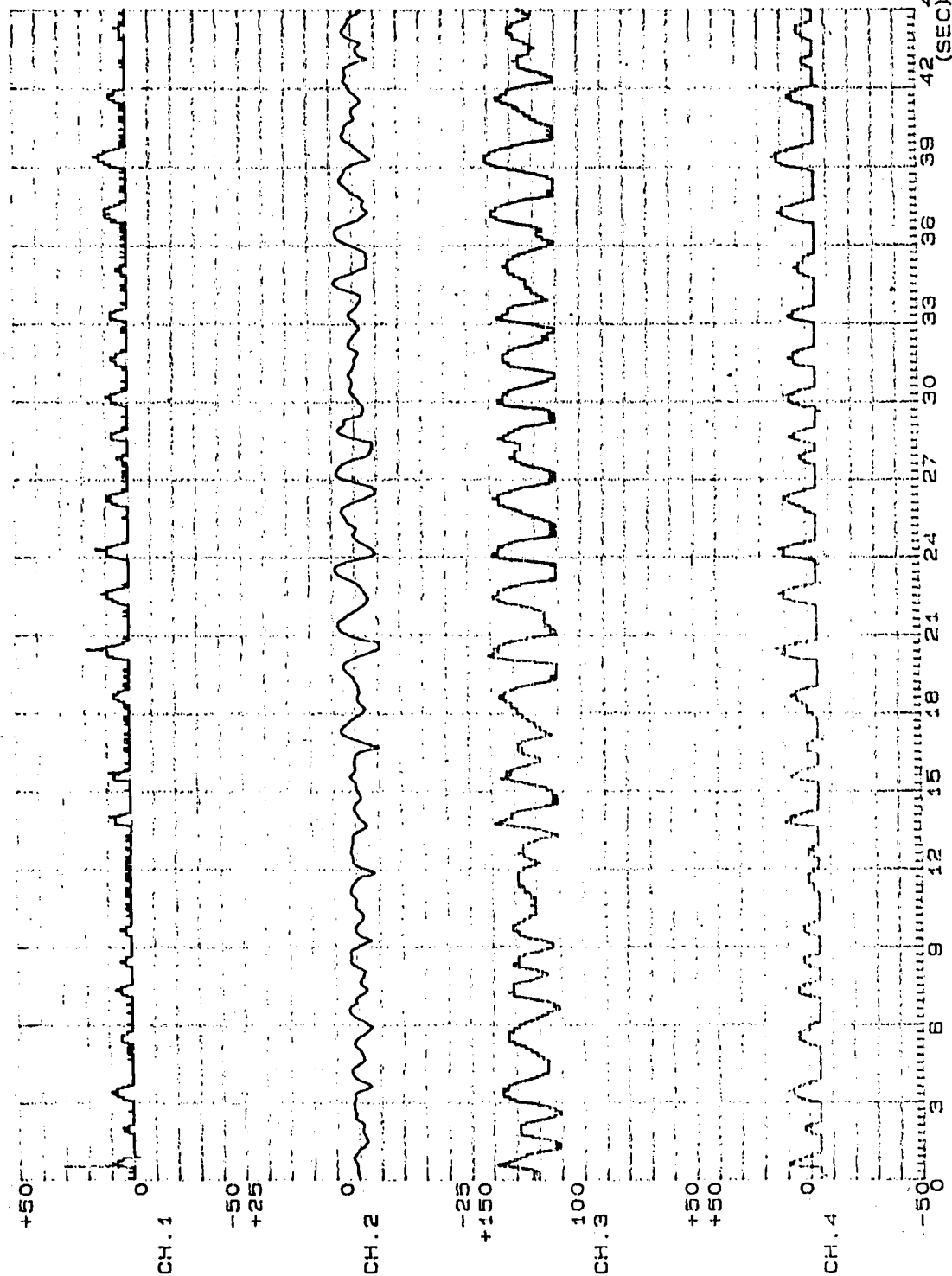


CH.1 +8
CH.3 +2.5
CH.4 -4

SECTION: 5
CASE: 1
TEST DATE: 1983/ 3/ 3
HH W.L: 3.5
SCAN ITV: .030
TOTAL PTS: 1500

附圖3-1 S-5-1 試驗堤前波高波壓變化

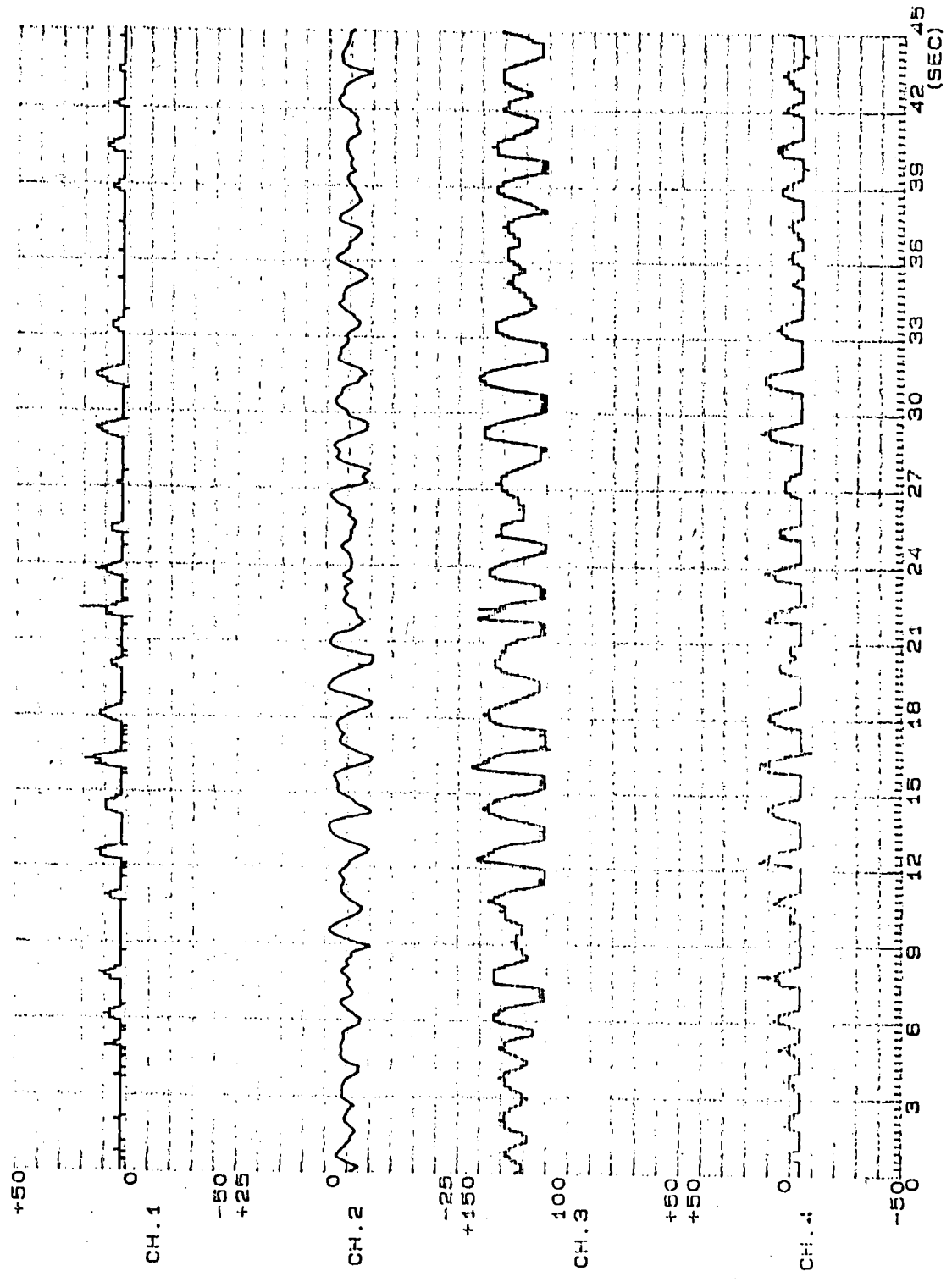
THE WAVE PRESSURE TEST FOR SU-AOU HARBOR



CH.1 +8
CH.4 +2.5
CH.3 -4

SECTION: 5
CASE: 12
TEST DATE: 1983/ 3/ 3
HH W.L: 2.5
SCAN ITV: .030
TOTAL PTS: 1500

THE WAVE PRESSURE TEST FOR SU-AOU HARBOR

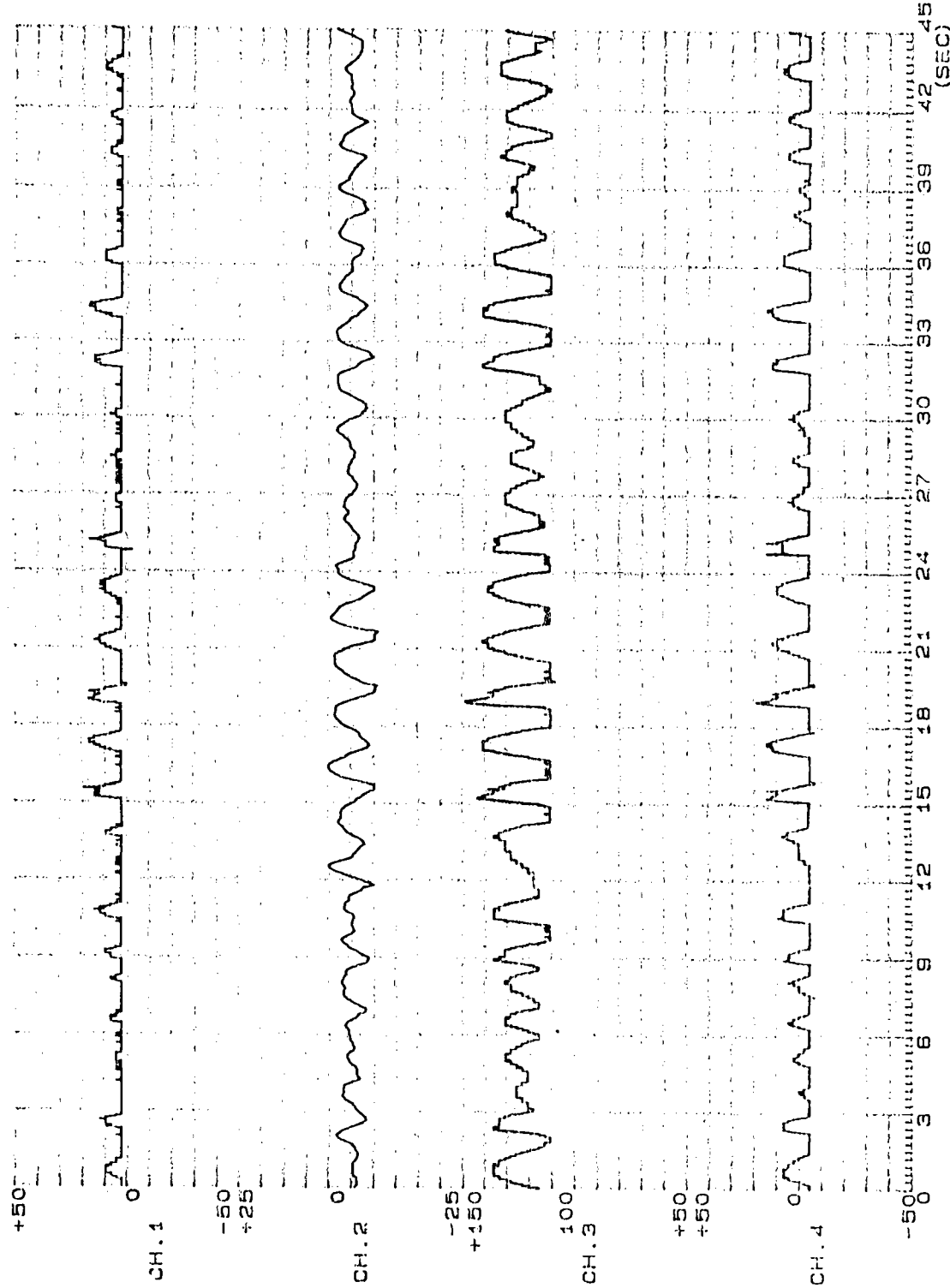


CH.1 +8
CH.4 +2.5
CH.3 -1

SECTION: 5
CASE: 3
TEST DATE: 1983/ 3/ 3
HH W.L: 2.5
SCAN ITV: .030
TOTAL PTS: 1500

5-1-1

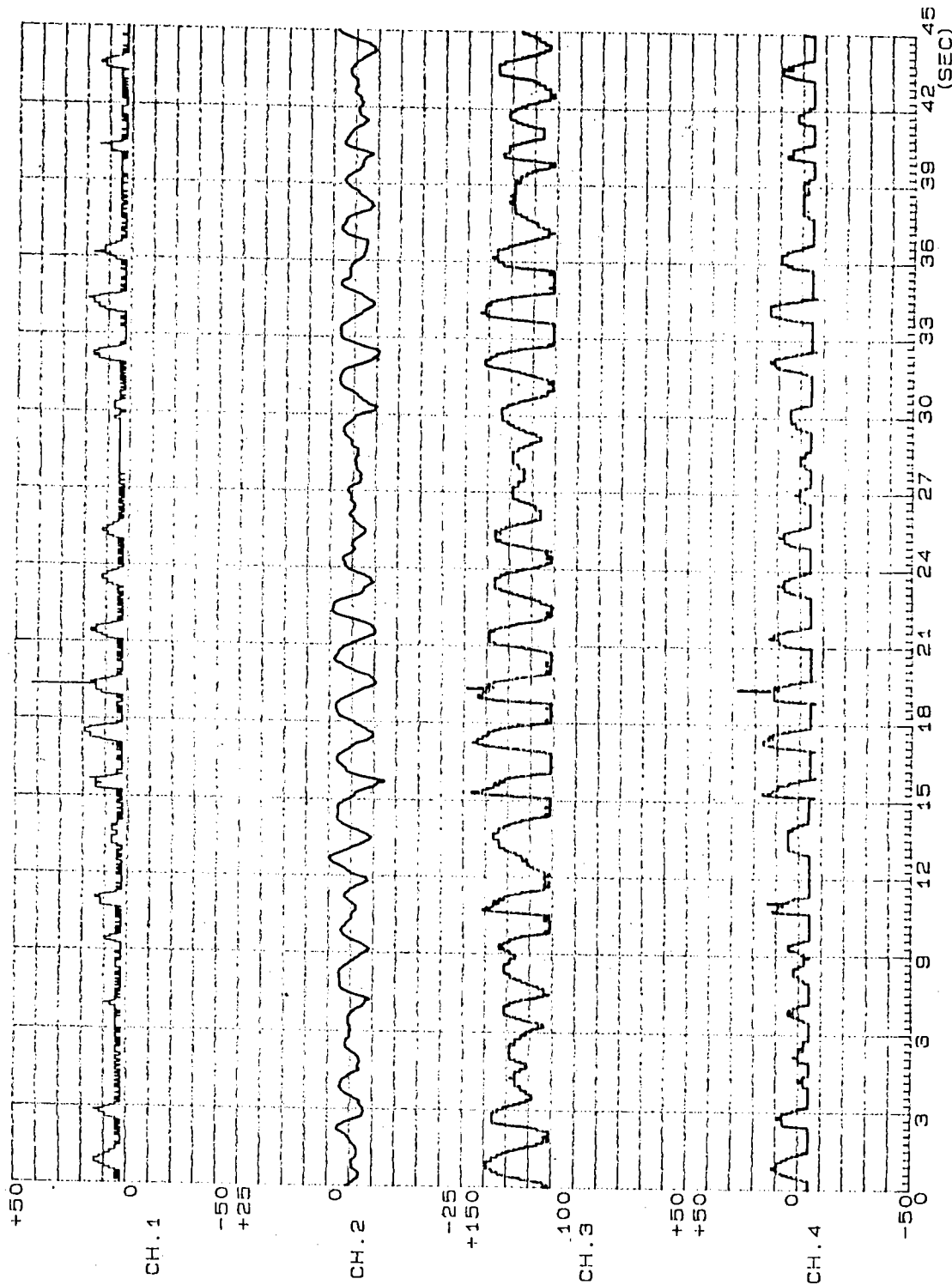
THE WAVE PRESSURE TEST FOR SU-AOU HARBOR



CH.1 +8
CH.4 +2.5
CH.3 -4

SECTION: 5
CASE: 4
TEST DATE: 1982/12/24
HH W.L: 2.5
SCAN ITV: .030
TOTAL PTS: 1500

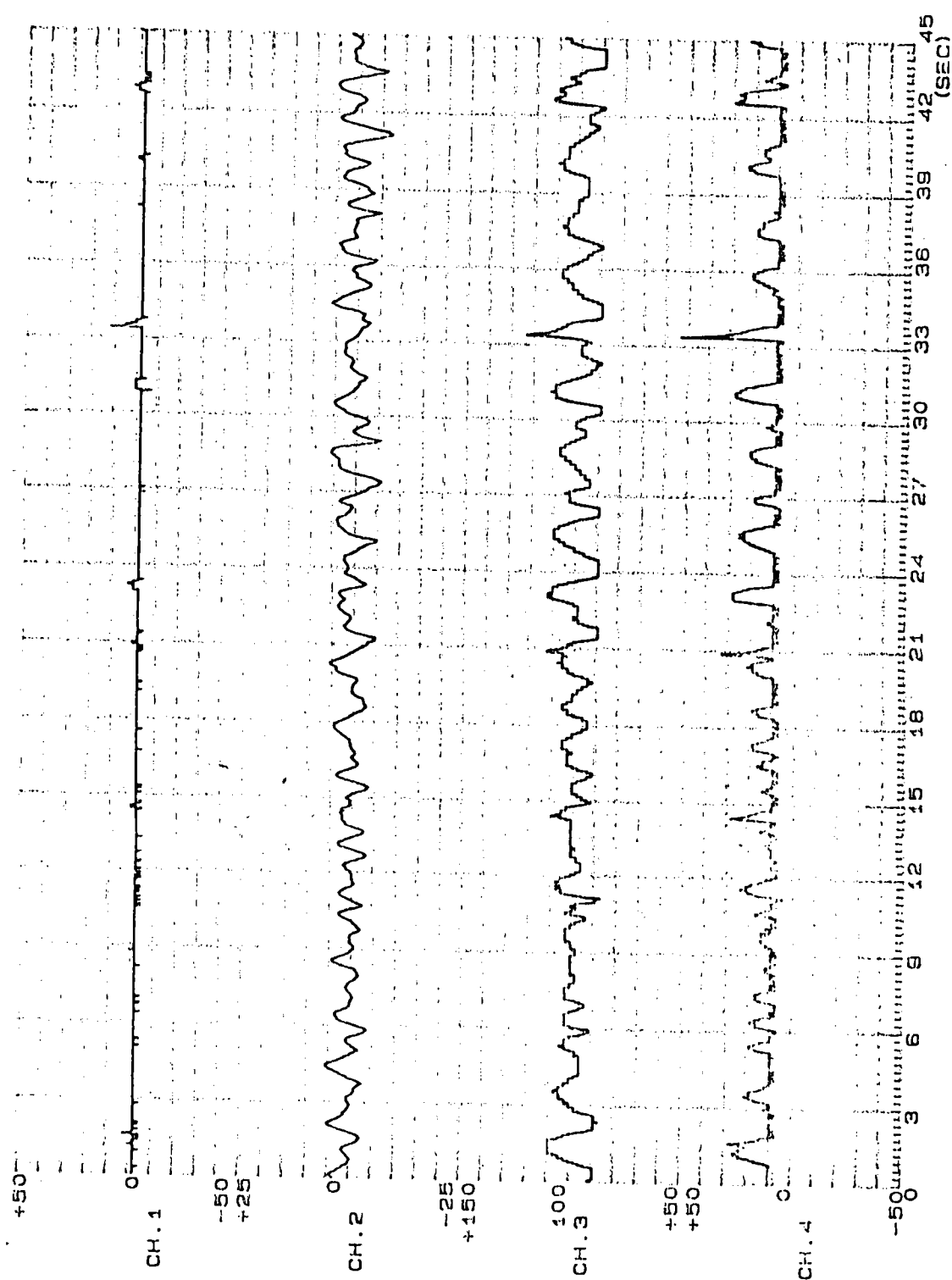
THE WAVE PRESSURE TEST FOR SU-AOU HARBOR



CH.1 +8
CH.3 +2.5
CH.4 -4

SECTION: 5
CASE: 5
TEST DATE: 1982/12/13
HH W.L: 2.5
SCAN ITV: .030
TOTAL PTS: 1500

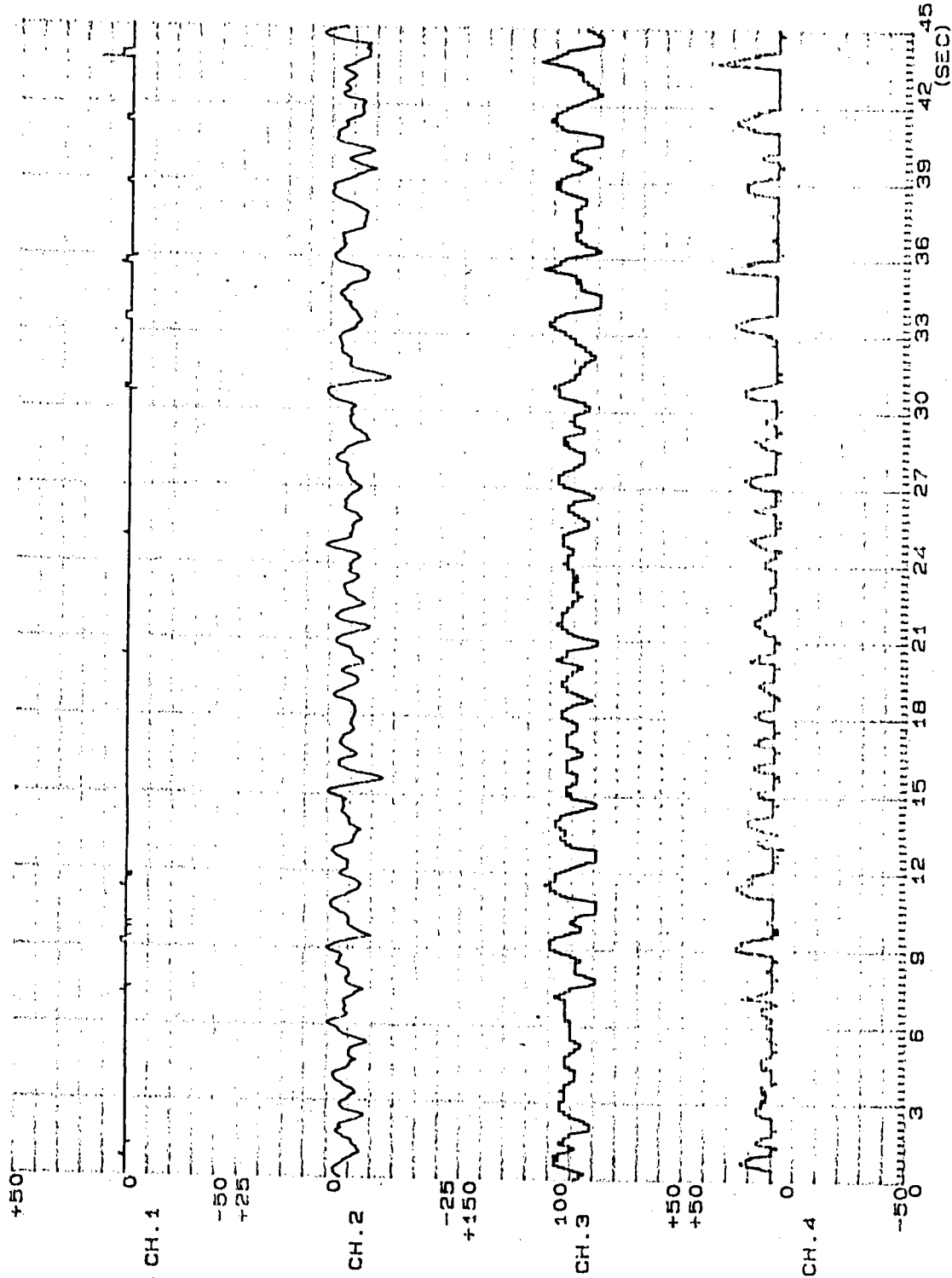
THE WAVE PRESSURE TEST FOR SU-AOU HARBOR



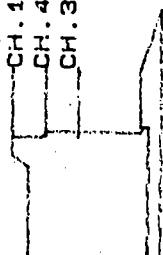
CH.1 +8
CH.4 +2.5
CH.3 -4

SECTION: 15
CASE: 1
TEST DATE: 1983/ 1/ 4
HM W.L: 2.5
SCAN ITV: .030
TOTAL PTS: 1500

THE WAVE PRESSURE TEST FOR SU-AOU HARBOR

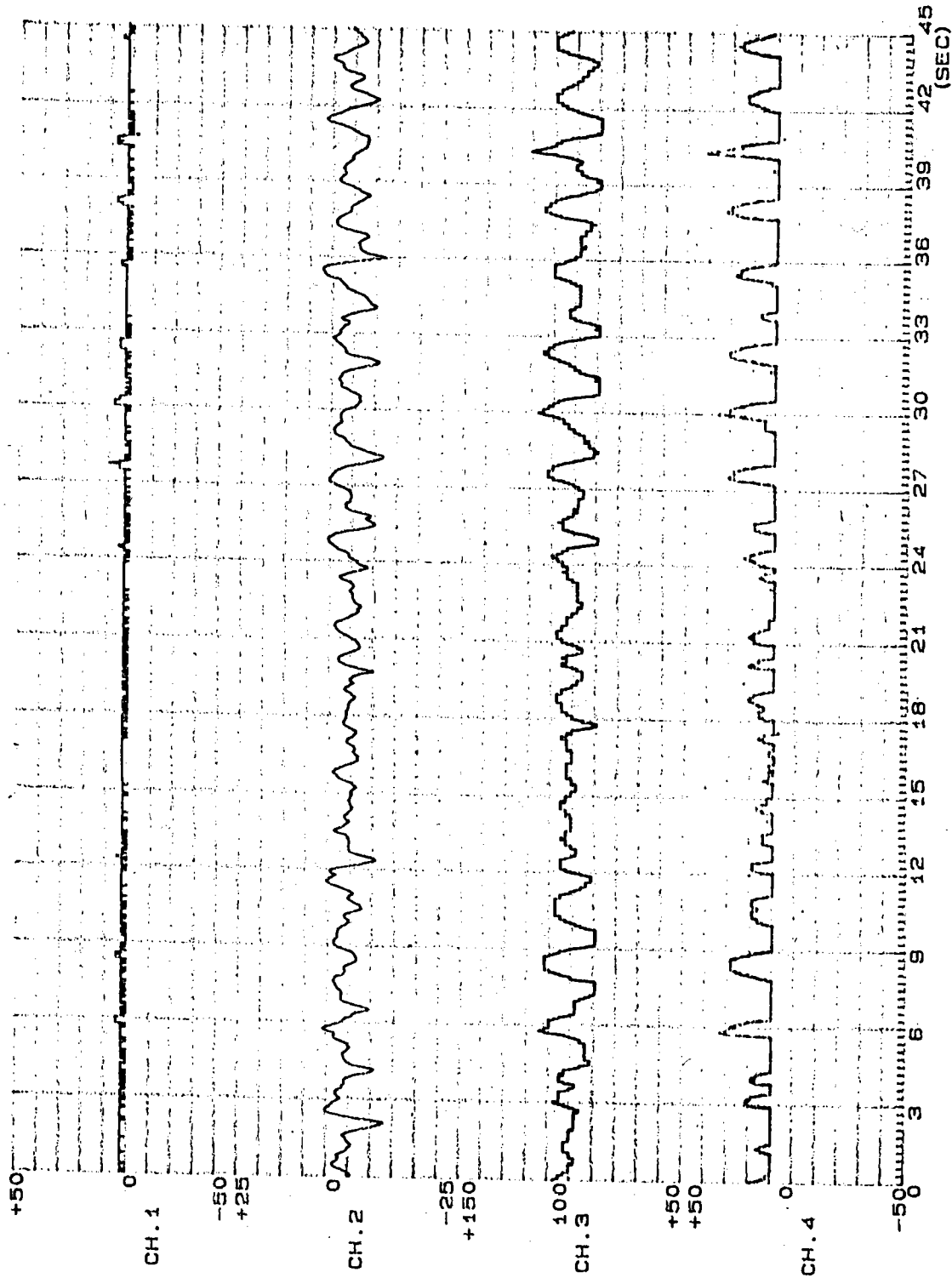


CH.1 +8
CH.4 +2.5
CH.3 -4



SECTION: 15
CASE: 2
TEST DATE: 1983/ 1/ 4
HH W.L: 2.5
SCAN ITV: .030
TOTAL PTS: 1500

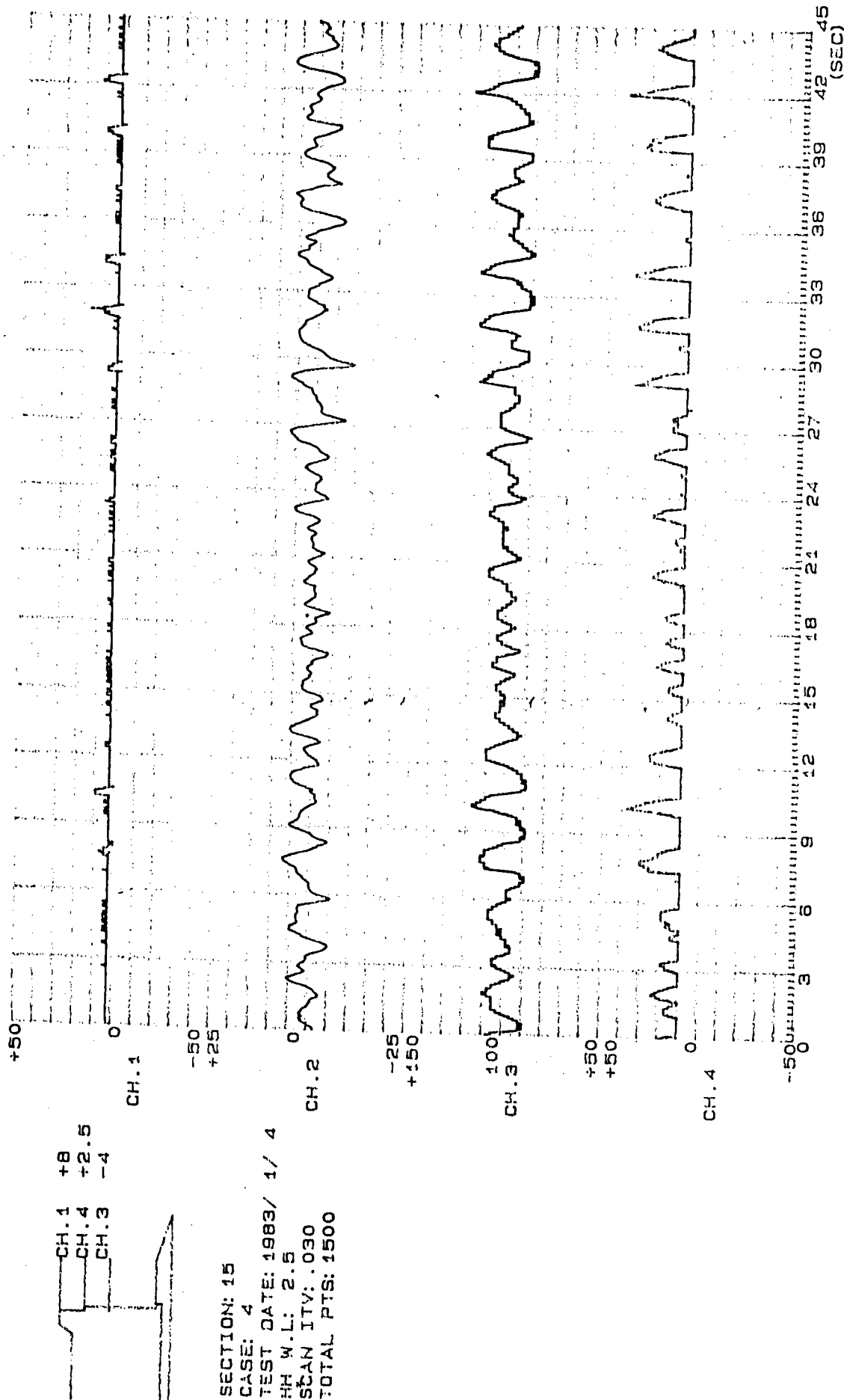
THE WAVE PRESSURE TEST FOR SU-AOU HARBOR



CH.1 +8
CH.4 +2.5
CH.3 -4

SECTION: 15
CASE: 3
TEST DATE: 1983/ 1/ 4
HH W.L: 2.5
SCAN INT: .030
TOTAL PTS: 1500

THE WAVE PRESSURE TEST FOR SU-AOU HARBOR



附圖 3—9 S—3'—4