

專刊第 151 號

花蓮港整體規劃及未來發展計畫

— 長浪及漂砂防制研究

第一子計畫：防波堤結構斷面型式試驗研究

委辦單位：台灣省政府交通處花蓮港務局

承辦單位：台灣省政府交通處港灣技術研究所

中華民國 八十六 年 十一 月

花蓮港整體規劃及未來發展計畫—長浪及漂砂防制研究

第一子計畫：防波堤結構斷面型式試驗研究

計畫主持人：黃清和 研究員

子計畫主持人：張金機 所長

協同主持人：廖慶堂 助理研究員

研究人員：邱永芳 組長兼研究員

徐如娟 助理

楊怡芸 技工

何炳紹 技工

蔡瑞成 技工

陳進冰 技工

李江澤 技工

莊東彥 臨工

計畫督導：張金機 所長

目 錄

表目錄	I
圖目錄	II
壹、前言	1
貳、試驗說明	2
2-1 試驗設備	2
2-2 試驗條件	3
2-3 試驗模型	5
2-4 試驗步驟	5
2-5 反射率計算法	6
參、試驗結果與討論	10
3-1 試驗量測分析	10
3-2 反射係數	17
3-3 越波量	17
3-4 傳遞波	24
3-5 波壓力	25
3-6 防波堤穩定	29
肆、結論	30

表 目 錄

表 1	試驗斷面(I)之波浪條件	4
表 2	試驗斷面(II)、(III)之波浪條件	4
表 3	量測頻道與物理量	10
表 4(a)	試驗斷面(I)試驗波高、波壓及越波量統計表	11
表 4(b)	試驗斷面(I)試驗波高及波壓統計表	12
表 5(a)	試驗斷面(II)試驗波高、波壓及越波量統計表	13
表 5(b)	試驗斷面(II)試驗波高及波壓統計表	14
表 6(a)	試驗斷面(III)試驗波高、波壓及越波量統計表	15
表 6(b)	試驗斷面(III)試驗波高及波壓統計表	16
表 7	試驗斷面(I)試驗結果	18
表 8	試驗斷面(I)胸牆加高試驗結果	19
表 9	試驗斷面(II)試驗結果	20
表 10	試驗斷面(II)胸牆加高試驗結果	21
表 11	試驗斷面(III)試驗結果	22
表 12	試驗斷面(III)胸牆加高試驗結果	23

圖目錄

圖 1	風浪流水槽斷面佈置示意圖	32
圖 2	斷面模型佈置示意圖.....	32
圖 3	試驗斷面(Ⅰ)水深-12m.....	33
圖 4	試驗斷面(Ⅱ)水深-15m.....	34
圖 5	試驗斷面(Ⅲ)水深-20m.....	35
圖 6	入、反射波形及波高計示意圖	36
圖 7(a)	試驗斷面(Ⅰ)壓力感受器相關位置示意圖	37
圖 7(b)	試驗斷面(Ⅱ)壓力感受器相關位置示意圖	38
圖 7(c)	試驗斷面(Ⅲ)壓力感受器相關位置示意圖	39
圖 8(a)	第Ⅰ階段實驗斷面Ⅰ波高 12.6m, 週期 14.6m, 各物理量延 時變化圖.....	40
圖 8(b)	第Ⅱ階段實驗斷面Ⅰ波高 12.6m, 週期 14.6m, 各物理量延 時變化圖.....	41
圖 9(a)	第Ⅰ階段實驗斷面Ⅱ波高 12.6m, 週期 14.6m, 各物理量延 時變化圖.....	42
圖 9(b)	第Ⅱ階段實驗斷面Ⅱ波高 12.6m, 週期 14.6m, 各物理量延 時變化圖.....	43
圖 10(a)	第Ⅰ階段實驗斷面Ⅲ波高 12.6m, 週期 14.6m, 各物理量延 時變化圖.....	44
圖 10(b)	第Ⅱ階段實驗斷面Ⅲ波高 12.6m, 週期 14.6m, 各物理量延 時變化圖.....	45
圖 11	反射率與波浪條件關係圖	46
圖 12	反射率與波浪條件關係圖	46
圖 13	反射率與波浪條件關係圖	47

圖 14	反射率與波浪條件關係圖	47
圖 15	反射率與波浪條件關係圖	48
圖 16	反射率與波浪條件關係圖	48
圖 17	反射率與波浪條件關係圖	49
圖 18	反射率與波浪條件關係圖	49
圖 19	反射率與波浪條件關係圖	50
圖 20	反射率與波浪條件關係圖	50
圖 21	反射率與波浪條件關係圖	51
圖 22	反射率與波浪條件關係圖	51
圖 23	反射率與波浪條件關係圖	52
圖 24	反射率與波浪條件關係圖	52
圖 25	反射率與波浪條件關係圖	53
圖 26	越波量與波浪條件關係圖	53
圖 27	越波量與波浪條件關係圖	54
圖 28	越波量與波浪條件關係圖	54
圖 29	越波量與波浪條件關係圖	55
圖 30	越波量與波浪條件關係圖	55
圖 31	越波量與波浪條件關係圖	56
圖 32	越波量與波浪條件關係圖	56
圖 33	越波量與波浪條件關係圖	57
圖 34	越波量與波浪條件關係圖	57
圖 35	越波量與波浪條件關係圖	58
圖 36	越波量與波浪條件關係圖	58
圖 37	越波量與波浪條件關係圖	59

圖 38	越波量與波浪條件關係圖	59
圖 39	越波量與波浪條件關係圖	60
圖 40	越波量與波浪條件關係圖	60
圖 41	傳遞波與波浪條件關係圖	61
圖 42	傳遞波與波浪條件關係圖	61
圖 43	傳遞波與波浪條件關係圖	62
圖 44	傳遞波與波浪條件關係圖	62
圖 45	傳遞波與波浪條件關係圖	63
圖 46	傳遞波與波浪條件關係圖	63
圖 47	傳遞波與波浪條件關係圖	64
圖 48	傳遞波與波浪條件關係圖	64
圖 49	傳遞波與波浪條件關係圖	65
圖 50	傳遞波與波浪條件關係圖	65
圖 51	傳遞波與波浪條件關係圖	66
圖 52	傳遞波與波浪條件關係圖	66
圖 53	傳遞波與波浪條件關係圖	67
圖 54	傳遞波與波浪條件關係圖	67
圖 55	傳遞波與波浪條件關係圖	68
圖 56	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	69
圖 57	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	70
圖 58	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	71
圖 59	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	72
圖 60	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	73
圖 61	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	74

圖 62	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	75
圖 63	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	76
圖 64	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	77
圖 65	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	78
圖 66	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	79
圖 67	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	80
圖 68	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	81
圖 69	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	82
圖 70	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	83
圖 71	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	84
圖 72	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	85
圖 73	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	86
圖 74	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	87
圖 75	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	88
圖 76	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	89
圖 77	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	90
圖 78	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	91
圖 79	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	92
圖 80	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	93
圖 81	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	94
圖 82	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	95
圖 83	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	96
圖 84	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	97
圖 85	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	98

圖 86	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	99
圖 87	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	100
圖 88	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	101
圖 89	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	102
圖 90	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	103
圖 91	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	104
圖 92	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	105
圖 93	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	106
圖 94	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	107
圖 95	堤面波壓及上揚力剖面分佈圖	108

壹、前 言

花蓮港新建東防波堤之消波胸牆段，在提姆颱風侵襲時發生破壞，由此破壞引致對消波式胸牆越波時堤面受力情況與消波能力之探討。而此問題之探討，不僅可做為目前防波堤維護改善之參考亦可做為未來花蓮港擴建時外廓防波堤設計之依據。因此，本研究針對現有防波堤堤面波壓力、上揚力、反射率、越波量、傳遞波高、堤基塊石安定等情況分別加以試驗、分析，以作為現況防波堤維修及未來擴建或改建時設計之依據。

貳、試驗說明

2-1 試驗設備

1. 風浪流水槽

長 100m，寬 1.5m，高 2m，首端安裝鼓風機及不規則波造波機，末端為消波設施，並分別於首端 35m 及 75m 兩處設置各長 15m 玻璃觀測段，底部設有環流系統。如圖 1 所示。

2. 不規則造波機

為丹麥 DHI 水工試驗所製造，裝置於水槽首端鼓風機下方，可造規則波與不規則波浪。不規則波可依特定頻譜轉換成波浪時間序列造波。

3. 容量型波高計

為日本計測技研株式會社出品，為試驗用波浪測定儀器，係將水面起伏變化，先經一對白金電容線感受器轉變為電阻變化，藉惠氏登電橋換成電流，再經增幅器予以放大後變成電壓，經由 AD 卡送入電腦分析測得。

4. 荷重計(Load Cell)

荷重計型式為日本製 KYOWA LT-100KF，利用荷重計內的應變計感應，經訊號增幅後，透過 AD 卡送入電腦分析、儲存，以記錄越波累積量。

5. 波壓計

波壓計型式為日本製 SSK P310-02，為試驗用壓力測定儀器，波壓訊號經增幅後透過 AD 卡送入電腦分析，儲存並記錄之。

6. 攝影系統

波浪作用下，防波堤處之波高變化、斷面的受力狀況、越波量多寡等任何現象，皆由攝影機立即拍成錄影帶，以供事後及分析時參考。本試驗所使用之攝影系統為 Sony v-8 型攝影機。

2-2 試驗條件

1. 試驗水位

試驗水位共計三種，分別採用

(1) 設計朔望潮平均高潮位(H. H. W. L.)+3. 05m

(2) 設計平均潮位(M. W. L.)+1. 33m

(3) 設計朔望潮平均低潮位(L. L. W. L.)-0. 28m

2. 試驗波浪

試驗水槽入射波浪條件，在每一種試驗斷面每一試驗水位，除因水深不足超限波高無法產生外，均進行五種波浪條件組合，如表 1 及表 2。

3. 試驗造波

根據表 1 及表 2 中試驗水位及波浪條件，輸入造波參數，利用電腦程式計算，模擬 Johnswap 波譜，製造符合試驗條件之波浪進行試驗。造波參數固定後，造波機可以重複製造相同波浪系列，以利重複試驗。

表 1 試驗斷面(I)之波浪條件

H.H.W.L.		M.W.L.		L.L.W.L.	
$H_{1/3}^{(m)}$	$T_{1/3}^{(sec)}$	$H_{1/3}^{(m)}$	$T_{1/3}^{(sec)}$	$H_{1/3}^{(m)}$	$T_{1/3}^{(sec)}$
7.8	11.4	7.8	11.4	7.8	11.4
9.5	12.6	9.5	12.6	9.5	12.6
10.4	13.2	10.4	13.2	--	--
11.3	13.8	--	--	--	--
12.6	14.6	--	--	--	--

※斷面 I 堤基水深-12m。

表 2 試驗斷面(II)、(III)之波浪條件

H.H.W.L.		M.W.L.		L.L.W.L.	
$H_{1/3}^{(m)}$	$T_{1/3}^{(sec)}$	$H_{1/3}^{(m)}$	$T_{1/3}^{(sec)}$	$H_{1/3}^{(m)}$	$T_{1/3}^{(sec)}$
7.8	11.4	7.8	11.4	7.8	11.4
9.5	12.6	9.5	12.6	9.5	12.6
10.4	13.2	10.4	13.2	10.4	13.2
11.3	13.8	11.3	13.8	11.3	13.8
12.6	14.6	12.6	14.6	12.6	14.6

※斷面 II 堤基水深-15m；斷面 III 堤基水深-20m。

2-3 試驗模型

1. 模型縮尺

斷面試驗模型縮尺最好大於 $1/36$ ，以減低縮尺效應。但花蓮港防波堤水深達 20m，考量試驗水槽容許最大模型，本試驗模型縮尺採用 $1/49$ 。

2. 試驗佈置

本試驗模型佈置於第二觀測段與造波機距離約 85m，入射波波高計安裝於距造波機 60m 處，堤前設置 4 支波高計，分別置於堤前約 2.9m、3.3m、25.8m、26.2m，堤後 1m 設置 1 支波高計，如圖 2。

3. 試驗斷面

試驗斷面依花蓮港務局所提供三種防波堤斷面，如圖 3 至圖 5，堤前的地形坡度，在堤趾處為 40 公分高，斷面 I (-12m) 及斷面 II (-15m) 坡度以 1:35 鋪設，斷面 III (-20m) 坡度以 1:50 鋪設。每一試驗斷面採用兩種不同胸牆高程(含現況)，以比較越波狀況及對胸牆壓力之影響。

2-4 試驗步驟

1. 模型製作

模型斷面依花蓮港務局所提供斷面，以 $1/49$ 原型比例縮尺製作。沉箱以木板按比例製作，內部填以等重之均勻分佈沙石、鐵塊。壓力計以槽化嵌入沉箱模型。

2. 試驗儀器之率定

(1) 波高計率定

將波高感受器以固定長度插入靜水中，量取電壓變化，以求得水位

與電壓之關係值，做為電壓換算成波高之基準。

(2) 荷重計率定

將定水量放入水箱中，量取電壓變化，以求得水量與電壓之關係。根據比值越波量可由電壓讀數轉換求得。

3. 試驗波浪之率定

- (1) 根據試驗波浪條件，利用電腦程式轉換，以模擬類似 Johnswap 波譜，當做入射波之條件。
- (2) 在未佈置斷面模型前，調整控制參數，以獲得試驗所需波浪條件，作為正式試驗時調整入射波浪之依據。水深不變，控制參數固定時，造波機可以重複製造時序波形相同之試驗波浪，以利各種物理量測。

4. 越波量之量測

越波量量測係以荷重計掛於堤後上方支架上，下掛一水箱以承接越波之水量，同時為避免越波直接衝撞水箱造成晃動產生誤差，在水箱前方安放一接水裝置，讓越過堤頂之越波先衝撞在此裝置之垂直板上再流入量測水箱。

5. 波壓之量測

波壓計量測位置如圖 7 所示，在沉箱模型海測安裝 7 個壓力感受器，在沉箱底部安裝 3 個壓力感受器。當波浪傳播到堤前波浪能量成熟時同時測量波浪及壓力變化，以求得對應堤前波浪與波壓變化關係。試驗所測取之波浪與波壓時序變化如圖 8 至圖 10 所示。

2-5 反射率計算法

試驗模型前置兩根波高計，其間隔為 ΔL 如圖 1。座標軸以波浪入射模型為正方向，波高計座標值分別為 x_1 、 x_2 (如圖 6) $x_2 = x_1 + \Delta L$ 。

若入射、反射波形(下標 i 表入射, r 表反射)

$$\begin{aligned}\eta_i &= a_i \cos(kx - \sigma t + \varepsilon_i) \\ \eta_r &= a_r \cos(kx + \sigma t + \varepsilon_r)\end{aligned}\dots\dots\dots (1)$$

η_i, η_r : 入、反射波的水面變動量

a_i, a_r : 入、反射波的振幅

$\varepsilon_i, \varepsilon_r$: 入、反射波的位相角

k : 周波數 = $2\pi/L$ (L 波長)

σ : 頻率 = $2\pi/L$ (T 週期)

在 $x=x_1, x_2$ 的合成波形為

$$\begin{aligned}\eta_1 &= (\eta_i + \eta_r)_{x=x_1} = A_1 \cos \sigma t + B_1 \sin \sigma t \\ \eta_2 &= (\eta_i + \eta_r)_{x=x_2} = A_2 \cos \sigma t + B_2 \sin \sigma t\end{aligned}\dots\dots\dots (2)$$

其中

$$\begin{aligned}A_1 &= a_i \cos \phi_i + a_r \cos \phi_r \\ B_1 &= a_i \sin \phi_i - a_r \sin \phi_r \\ A_2 &= a_i \cos(k\Delta L + \phi_i) + a_r \cos(k\Delta L + \phi_r) \\ B_2 &= a_i \sin(k\Delta L + \phi_i) - a_r \sin(k\Delta L + \phi_r)\end{aligned}\dots\dots\dots (3)$$

$$\begin{aligned}\phi_i &= kx_1 + \varepsilon_i \\ \phi_r &= kx_2 + \varepsilon_r\end{aligned}\dots\dots\dots (4)$$

由(3)式的 A_2 , B_2 展開

$$\begin{aligned} A_2 &= A_1 \cos k\Delta L + B_1 \sin k\Delta L - 2a_r \sin \phi_r \sin k\Delta L \\ B_2 &= -A_1 \sin k\Delta L - B_1 \cos k\Delta L + 2a_r \cos \phi_r \sin k\Delta L \end{aligned} \dots\dots\dots (5)$$

或

$$\begin{aligned} A_2 &= A_1 \cos k\Delta L - B_1 \sin k\Delta L - 2a_r \sin \phi_r \sin k\Delta L \\ B_2 &= -A_1 \sin k\Delta L + B_1 \cos k\Delta L + 2a_r \cos \phi_r \sin k\Delta L \end{aligned} \dots\dots\dots (6)$$

由(5)及(6)式分別得到

$$\begin{aligned} a_i &= \frac{1}{2|\sin k\Delta L|} \left[\left(A_2 - A_1 \cos k\Delta L - B_1 \sin k\Delta L \right)^2 \right. \\ &\quad \left. + \left(B_2 + A_1 \sin k\Delta L - B_1 \sin k\Delta L \right)^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots (7) \\ a_r &= \frac{1}{2|\sin k\Delta L|} \left[\left(A_2 - A_1 \cos k\Delta L + B_1 \sin k\Delta L \right)^2 \right. \\ &\quad \left. + \left(B_2 - A_1 \sin k\Delta L - B_1 \sin k\Delta L \right)^2 \right]^{1/2} \end{aligned}$$

則反射率依定義(反射波振幅與入射波振幅的比值)為

$$K_r = |a_r / a_i| \dots\dots\dots (8)$$

至於(8)式所含 A_1 、 B_1 、 A_2 、 B_2 的係數, 可由記錄的合成波形在一週期分割 N 等分來求得, 其方法如下:

若記錄的合成波形以富立葉級數(Fourier series)表示

$$\eta(t) = a_0 + 2 \sum_{m=1}^{\pi/2} a_m \cos \frac{2m\pi}{N} \frac{t}{\Delta t} + 2 \sum_{m=1}^{\pi/2} b_m \sin \frac{2m\pi}{N} \frac{t}{\Delta t} \dots\dots\dots (9)$$

因為沒有水的進出，所以水位平均應保持為零， $a_0=0$ ，且 $O(a_{m+1}/a_m) \sim \varepsilon$ ， $O(b_{m+1}/b_m) \sim \varepsilon$ ， ε 為尖銳度有關的微小量參數，則 $\eta(t)$ 可以表示為：

$$\eta(t) = 2a_i \cos \frac{2\pi}{N} \frac{t}{\Delta t} + 2b_i \sin \frac{2\pi}{N} \frac{t}{\Delta t} \dots\dots\dots (10)$$

由(2)式及(10)式比較可得 $A=2a_i$ 、 $B=2b_i$ ，而且(10)式可利用數值方法(Simpson 1/3-rule 或梯形法)求得富立葉級數的係數。例如以梯形法

$$A = \frac{1}{N} \left[\eta(t_0) + \eta(t_n) + 2 \sum_{i,j=1}^{n-1} \eta(t_i) \cos \frac{2\pi}{N} \frac{t_i}{\Delta t} \right] \dots\dots\dots (11)$$

$$B = \frac{1}{N} \sum_{i,j=1}^{n-1} \eta(t_i) \cos \frac{2\pi}{N} \frac{t_i}{\Delta t}$$

$$t_i = i \cdot \Delta t, \quad (i = 0, 1, 2, \dots, N)$$

參、試驗結果與討論

斷面模型試驗主要目的在量測、分析、探討花蓮港現有開孔胸牆防波堤反射率、越波量、傳遞波及堤體波壓與堤基塊石穩定等。針對胸牆開孔以減低颱風波浪所受波壓強度進行試驗，以了解波壓減小程度，作為未來設計參考。

3-1 試驗量測分析

斷面試驗各物理量之量測利用九個頻道分兩階段完成。各量測頻道及物理量如表 3 所示。

表 3 量測頻道與物理量

階段	頻 道								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	入射波	入射波	反射波	反射波	傳遞波	堤基 波壓	堤基 波壓	堤基 波壓	越波量
II	入射波	堤前波	堤面 波壓	堤面 波壓	堤面 波壓	堤面 波壓	堤面 波壓	胸牆 波壓	胸牆 波壓

圖 8 至圖 10 分別為三種斷面在較大波浪作用下量測所得物理量延時變化，圖中(a)、(b)分別為第 I 及第 II 階段，由 I、II 階段第 1 頻道所測得入射波波形顯示，造波機造波複製性極佳。上述三種斷面波浪、波壓力、越波量等量測資料初步分析結果如表 4 至表 6。

茲根據各種斷面不同試驗條件所測得資料，就反射係數、越波量、傳遞波及波壓力等分別敘述如后。

表 4(a) 試驗斷面 (I) 試驗波高、波壓及越波量統計表

花蓮港防波堤斷面試驗波高 $H(\text{cm})$ 、波壓 $P(\text{gf/cm}^2)$ 及越波量 $q(\text{kg})$ 統計表

Ch. No.	$H_{\max}$ (cm)	$T_{\max}$ (sec)	$H_{1/10}$ (cm)	$T_{1/10}$ (sec)	$H_{1/3}$ (cm)	$T_{1/3}$ (sec)	H_{mean} (cm)	T_{mean} (sec)	波數
1	31.73	1.6	25.66	2.3	21.31	2.0	14.22	1.9	74
2	28.67	2.7	26.98	2.3	22.48	2.1	15.43	1.9	74
3	30.76	2.4	25.88	2.1	20.28	2.2	12.89	1.8	79
4	29.85	2.1	26.42	2.2	22.87	2.0	14.68	1.7	80
5	1.84	.4	1.84	.4	1.77	2.8	1.38	1.9	12
Ch. No.	$P_{\max}$ (gf/cm ²)	$T_{\max}$ (sec)	$P_{1/10}$ (gf/cm ²)	$T_{1/10}$ (sec)	$P_{1/3}$ (gf/cm ²)	$T_{1/3}$ (sec)	P_{mean} (gf/cm ²)	T_{mean} (sec)	波數
6	17.69	1.6	14.02	2.0	11.67	2.1	8.50	2.1	66
7	15.40	1.6	12.39	2.0	10.23	2.1	7.26	2.1	67
8	14.22	1.6	11.41	2.2	9.33	2.1	6.54	2.1	66

Ch. No.9 越波量 $q = 20.89\text{kg}/140\text{sec}/40\text{cm}$.

序 號	Ch1		Ch2		Ch3		Ch4		Ch5		Ch6		Ch7		Ch8		Ch9	
	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	P	T	P	T	P	T	q	t(s)
1	31.73	1.6	28.67	2.7	30.76	2.4	29.85	2.1	1.84	.4	17.69	1.6	15.40	1.6	14.22	1.6	.27	5
2	26.17	3.3	28.14	1.7	30.51	1.7	28.46	3.5	1.79	5.1	14.07	1.3	13.39	1.4	12.73	1.4	.26	10
3	25.73	2.7	27.92	1.8	27.96	2.1	28.32	2.4	1.76	1.9	13.92	2.1	12.06	1.8	10.83	1.8	7.65	15
4	24.59	1.6	26.72	2.4	25.67	2.6	26.16	1.6	1.69	3.6	13.48	1.9	11.52	2.1	10.32	2.2	9.00	20
5	24.24	2.1	26.39	1.8	22.16	2.0	25.08	2.1	1.68	4.3	12.66	3.1	11.03	3.2	10.26	4.5	10.40	25
6	23.90	1.9	25.60	3.3	22.15	1.7	24.99	2.2	1.52	.5	12.31	2.3	10.92	1.7	10.14	1.7	10.44	30
7	23.27	2.9	25.44	2.2	21.96	2.1	24.38	1.7	1.22	.5	12.27	4.5	10.59	4.5	10.03	3.2	10.42	35
8	22.21	2.6	24.28	1.8	21.46	2.3	24.12	1.8	1.18	.6	11.84	1.7	10.17	1.2	9.84	3.8	10.45	40
9	22.09	1.8	23.89	2.7	20.89	1.5	23.53	1.9	1.18	1.3	11.44	3.8	10.15	3.8	9.40	1.9	10.46	45
10	21.19	2.2	23.32	2.7	20.45	2.1	23.51	1.9	1.16	1.8	11.17	1.4	10.03	2.3	9.33	2.1	10.48	50
11	21.03	1.6	22.16	2.1	20.42	3.4	23.18	1.9	.96	1.7	11.16	2.5	9.94	2.1	9.16	2.5	12.04	55
12	20.81	1.8	21.80	1.8	18.30	1.8	23.17	2.0	.55	.4	11.06	2.4	9.91	1.4	9.13	1.4	12.44	60
13	20.50	2.4	21.30	1.8	18.22	2.1	23.06	2.0			10.96	1.7	9.80	1.9	9.12	1.8	12.42	65
14	20.19	1.8	20.51	2.0	18.09	2.2	21.86	2.4			10.77	2.1	9.65	2.5	8.91	2.4	13.09	70
15	19.63	2.1	20.18	2.7	17.97	1.8	21.54	1.6			10.48	2.7	9.58	1.8	8.52	1.9	13.28	75
16	19.57	1.9	20.12	1.8	17.93	1.9	21.11	2.1			10.45	1.9	9.06	1.9	8.18	2.3	13.31	80
17	18.83	2.8	19.64	2.0	17.89	2.5	21.02	2.1			10.42	1.9	9.03	1.4	7.89	1.5	13.79	85
18	18.30	1.6	19.46	2.5	17.74	3.0	20.78	2.4			10.36	1.7	8.78	1.7	7.77	1.7	13.81	90
19	18.15	1.8	19.29	1.6	17.51	2.3	20.66	1.5			10.36	1.4	8.71	2.3	7.61	1.3	14.34	95
20	18.08	1.3	19.17	1.4	17.50	2.3	20.51	1.5			10.18	1.6	8.64	1.7	7.38	1.7	14.41	100
21	17.94	1.5	19.00	2.9	17.16	2.4	20.49	1.8			9.97	1.8	8.59	2.4	7.36	2.8	14.43	105
22	17.89	1.3	18.88	1.3	17.02	1.9	20.22	1.4			9.62	2.0	8.19	1.3	7.24	2.0	15.15	110
23	17.73	1.4	18.85	1.5	16.97	2.2	19.83	1.9			9.61	2.3	8.11	2.0	7.21	2.0	18.48	115
24	17.68	1.5	18.84	2.7	16.93	1.8	19.58	2.1			9.53	2.0	8.10	2.0	7.19	2.4	20.68	120
25	17.39	1.5	18.77	2.1	16.92	1.9	19.56	2.1			9.49	1.3	7.99	2.5	7.01	2.3	20.68	125
26	17.25	2.1	18.25	2.5	16.63	2.0	19.54	1.6			9.48	2.0	7.88	2.0	6.96	2.0	20.87	130
27	16.87	1.6	17.81	1.9	16.15	2.3	19.33	1.3			9.44	2.9	7.86	1.9	6.85	2.5	20.92	135
28	16.57	2.0	17.59	2.1	16.00	1.5	19.20	2.0			9.35	2.0	7.77	1.8	6.83	1.3	20.89	140
29	16.28	2.6	17.10	1.5	15.97	1.8	18.68	1.6			9.30	1.3	7.77	2.8	6.81	2.1		
30	16.10	1.6	16.94	1.6	15.32	2.0	18.20	2.5			9.16	2.0	7.58	1.7	6.72	2.0		

Report of File : p02610-0.dat,03/31/97-15

表 4(b) 試驗斷面(I)試驗波高及波壓統計表

花蓮港防波堤斷面試驗波高 H(cm) 及波壓 P(gf/cm²) 統計表

Ch. No.	H_{max} (cm)	T_{max} (sec)	$H_{1/10}$ (cm)	$T_{1/10}$ (sec)	$H_{1/3}$ (cm)	$T_{1/3}$ (sec)	H_{mean} (cm)	T_{mean} (sec)	波數									
1	30.87	1.7	26.16	2.3	21.46	2.0	14.06	1.8	76									
2	64.02	2.7	51.63	2.3	34.89	2.1	23.77	2.1	67									
Ch. No.	P_{max} (gf/cm ²)	T_{max} (sec)	$P_{1/10}$ (gf/cm ²)	$T_{1/10}$ (sec)	$P_{1/3}$ (gf/cm ²)	$T_{1/3}$ (sec)	P_{mean} (gf/cm ²)	T_{mean} (sec)	波數									
3	9.43	1.6	7.88	2.4	6.58	2.4	4.75	2.2	63									
4	19.97	1.6	16.64	2.1	13.88	2.1	9.99	2.0	69									
5	21.53	3.3	18.30	2.2	14.77	2.1	10.33	1.9	72									
6	18.67	3.2	16.74	2.2	13.13	2.2	8.71	2.3	61									
7	18.69	2.5	15.34	2.4	11.30	2.5	7.32	2.7	51									
8	24.29	2.3	19.44	2.5	14.23	2.5	9.06	2.3	59									
9	8.93	2.5	7.47	3.0	4.99	3.8	2.94	3.1	44									
序 號	Ch1		Ch2		Ch3		Ch4		Ch5		Ch6		Ch7		Ch8		Ch9	
	H	T	H	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
1	30.87	1.7	64.02	2.7	9.43	1.6	19.97	1.6	21.53	3.3	18.67	3.2	18.69	2.5	24.29	2.3	8.93	2.5
2	29.10	3.3	55.31	2.5	8.57	1.6	17.24	1.6	20.52	2.0	18.59	2.0	18.28	3.0	23.40	2.6	8.28	4.9
3	27.47	2.7	53.69	3.0	7.53	3.5	16.38	2.0	19.64	2.1	17.83	1.9	14.92	1.9	18.34	2.4	6.55	2.5
4	25.87	1.6	52.50	1.6	7.51	1.9	16.34	1.8	17.93	2.4	16.82	2.6	12.47	2.6	16.56	2.2	6.13	2.2
5	24.74	1.9	45.41	2.8	7.14	1.4	15.19	3.2	16.54	1.5	14.36	2.1	12.32	2.0	14.63	3.3	4.71	1.9
6	22.77	2.1	38.86	1.5	7.12	4.5	14.70	2.4	16.04	2.5	14.14	1.5	10.84	2.1	13.65	1.9	4.60	3.3
7	22.31	2.7	37.91	2.4	6.84	3.0	14.39	1.4	15.93	1.9	13.31	1.6	10.81	4.8	13.60	2.6	4.36	2.1
8	20.88	1.7	36.86	2.7	6.78	2.2	14.13	1.3	15.62	1.6	13.28	2.4	10.53	2.4	13.49	1.7	4.23	1.7
9	20.88	2.7	31.22	1.7	6.73	2.1	14.03	1.4	15.49	2.4	12.98	2.5	9.89	1.3	13.35	2.7	3.95	2.6
10	20.87	1.4	30.12	1.7	6.68	2.4	13.85	2.4	14.73	2.0	12.74	3.1	9.87	2.1	13.25	2.1	3.93	7.1
11	20.78	1.7	29.85	1.9	6.23	2.3	13.81	2.2	14.37	1.7	12.13	2.0	9.66	2.0	12.39	4.0	3.73	8.9
12	20.61	2.2	29.19	1.5	6.17	1.4	13.74	2.1	14.33	2.4	11.73	1.8	9.59	2.3	12.23	2.5	3.56	2.6
13	20.34	2.1	28.35	2.0	6.08	4.4	12.91	4.5	14.01	1.3	11.58	2.0	9.40	2.0	12.18	2.1	3.55	4.8
14	20.25	1.8	27.59	1.5	6.07	2.0	12.87	1.3	13.73	2.7	11.31	3.4	8.96	4.2	12.07	2.8	3.40	6.2
15	20.02	1.5	27.19	2.1	6.03	1.8	12.67	2.1	13.49	1.3	11.20	2.5	8.79	2.5	12.01	2.1	3.39	4.3
16	19.98	1.8	26.31	2.0	5.90	2.3	12.44	1.8	12.75	2.0	10.62	1.4	8.60	2.1	11.92	3.0	3.31	3.0
17	19.92	2.5	25.64	1.3	5.82	2.4	12.23	2.0	12.74	4.5	10.58	2.7	8.49	3.2	11.88	2.5	3.15	2.3
18	19.77	1.5	25.60	4.6	5.74	3.2	12.23	2.6	12.46	2.2	10.56	1.9	8.21	2.2	10.66	2.0	3.08	1.1
19	19.46	1.5	25.57	1.3	5.64	2.5	12.20	2.0	12.39	1.2	10.19	2.0	8.13	2.0	10.47	2.3	2.78	2.0
20	19.34	2.0	25.55	1.7	5.18	1.9	12.14	2.5	12.20	2.0	10.02	1.3	8.06	1.7	10.04	2.0	2.65	2.4
21	18.66	2.1	25.52	2.4	5.08	1.8	12.04	1.7	12.20	1.8	9.98	2.2	8.01	6.0	10.04	2.1	2.59	2.3
22	18.08	1.6	25.38	2.3	4.92	1.7	11.83	1.9	12.15	1.9	9.55	2.0	7.63	2.8	9.91	2.2	2.58	2.0
23	18.06	1.8	25.13	2.9	4.84	2.4	11.80	2.3	11.98	2.1	9.54	2.2	7.20	2.3	9.50	2.1	2.57	1.8
24	17.91	1.5	24.60	2.0	4.77	1.9	11.76	2.3	11.75	2.3	9.24	1.4	7.03	2.8	9.47	2.5	2.45	2.0
25	17.53	3.3	24.59	3.9	4.77	1.9	11.72	1.6	11.67	1.5	8.76	2.2	6.86	3.5	9.35	1.7	2.42	3.4
26	17.29	1.5	24.32	1.8	4.74	3.8	11.68	2.0	11.58	2.3	8.41	2.0	6.63	1.9	9.21	2.0	2.22	2.6
27	17.12	1.9	24.15	2.0	4.70	2.0	11.61	1.7	11.54	2.0	8.27	1.9	6.63	2.0	9.20	3.0	2.18	1.9
28	17.06	1.5	24.10	1.7	4.67	2.2	11.44	1.7	11.53	2.6	8.19	1.7	6.36	2.0	9.15	2.5	2.04	2.0
29	16.91	2.8	24.03	4.5	4.67	2.8	11.21	2.0	11.35	1.3	8.09	2.1	6.10	2.0	9.00	2.0	1.92	2.6
30	16.10	2.6	23.27	4.4	4.65	2.5	11.18	2.0	11.32	1.7	8.03	1.8	5.92	2.3	8.92	2.3	1.70	3.9

Report of File : p02619-0.dat, 03/31/97-16:05

表 5(a) 試驗斷面(II)試驗波高、波壓及越波量統計表

花蓮港防波堤斷面試驗波高H(cm)、波壓P(gf/cm²)及越波量q(kg)統計表

Ch. No.	H_{max} (cm)	T_{max} (sec)	$H_{1/10}$ (cm)	$T_{1/10}$ (sec)	$H_{1/3}$ (cm)	$T_{1/3}$ (sec)	H_{mean} (cm)	T_{mean} (sec)	波數
1	34.99	2.6	29.86	2.0	25.01	2.1	17.51	2.0	70
2	32.24	2.1	29.66	2.1	25.13	2.1	16.66	1.9	72
3	30.75	1.9	29.03	2.0	24.48	2.1	16.86	1.8	76
4	53.15	1.9	34.12	2.0	25.88	2.0	18.55	2.1	66
5	*	*	*	*	*	*	*	*	0
Ch. No.	P_{max} (gf/cm ²)	T_{max} (sec)	$P_{1/10}$ (gf/cm ²)	$T_{1/10}$ (sec)	$P_{1/3}$ (gf/cm ²)	$T_{1/3}$ (sec)	P_{mean} (gf/cm ²)	T_{mean} (sec)	波數
6	19.17	2.1	16.20	1.9	13.45	2.1	9.39	2.0	70
7	10.90	2.1	9.67	2.0	7.62	2.2	5.40	2.0	69
8	5.54	1.9	5.19	1.9	4.25	2.1	2.98	2.0	67

Ch. No.9 越波量q = 47.33kg/140sec/40cm .

序號	Ch1		Ch2		Ch3		Ch4		Ch5		Ch6		Ch7		Ch8		Ch9	
	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	P	T	P	T	P	T	q	t(s)
1	34.99	2.6	32.24	2.1	30.75	1.9	53.15	1.9			19.17	2.1	10.90	2.1	5.54	1.9	1.08	5
2	31.97	2.1	31.09	2.5	30.15	2.0	33.60	1.8			17.50	2.0	10.00	1.7	5.43	1.7	2.32	10
3	31.22	1.7	30.77	2.2	29.47	2.2	31.25	1.9			16.84	1.7	9.99	1.9	5.24	2.1	7.09	15
4	28.93	2.1	29.28	2.0	29.04	1.9	30.06	2.3			16.52	2.4	9.14	2.4	5.24	1.7	16.84	20
5	27.84	1.8	29.27	2.1	28.10	2.2	29.31	1.6			15.79	2.0	9.13	1.9	5.04	2.2	17.16	25
6	27.38	1.8	27.92	2.2	28.00	1.7	27.35	2.3			13.97	1.7	8.85	1.7	4.65	1.9	18.47	30
7	26.68	2.0	27.04	1.8	27.68	2.0	27.00	1.4			13.63	1.6	8.41	2.3	4.43	2.1	19.06	35
8	25.64	3.2	26.50	1.8	27.48	1.7	25.95	1.8			13.54	2.0	7.41	2.0	4.42	3.5	20.14	40
9	24.98	2.0	26.17	2.0	25.94	2.2	25.21	2.1			13.01	2.4	7.38	1.7	4.20	2.8	20.23	45
10	24.46	2.4	25.99	2.0	24.81	2.2	24.58	2.0			12.79	2.1	7.10	2.1	4.15	2.4	21.25	50
11	24.34	2.5	25.03	2.2	23.84	2.3	24.49	2.4			12.56	2.7	7.10	1.9	4.11	2.2	21.92	55
12	24.10	2.3	24.67	2.2	23.76	2.2	23.70	1.9			12.53	2.3	7.03	2.3	4.01	1.9	22.14	60
13	23.70	1.6	24.35	1.6	23.64	1.8	23.01	2.2			12.50	2.5	6.79	2.2	3.98	2.0	22.30	65
14	23.42	2.0	23.60	3.0	23.56	2.5	22.42	2.5			12.24	2.2	6.78	2.4	3.94	2.3	23.69	70
15	23.11	1.9	23.49	1.8	23.50	2.1	22.40	2.1			12.16	2.2	6.76	1.5	3.93	2.4	23.65	75
16	22.94	2.1	23.20	1.5	22.94	3.5	21.94	2.2			12.13	1.5	6.70	3.2	3.84	1.7	24.33	80
17	22.66	1.8	22.89	2.0	22.42	2.0	21.89	1.8			12.10	3.6	6.64	2.4	3.66	1.7	26.18	85
18	22.49	1.7	22.85	1.7	21.86	1.9	21.38	2.7			12.00	1.8	6.58	2.7	3.63	1.7	27.40	90
19	22.45	1.8	22.45	2.0	21.80	1.8	20.61	1.9			11.96	2.2	6.58	2.2	3.55	2.2	27.92	95
20	20.84	1.9	22.06	1.6	21.46	1.2	20.42	1.6			11.95	2.0	6.53	2.3	3.53	1.7	29.09	100
21	20.76	2.4	21.07	2.4	20.74	2.2	19.86	1.9			11.60	1.7	6.51	2.0	3.48	2.0	29.16	105
22	20.31	2.3	20.80	2.6	20.60	1.8	19.79	2.2			11.47	2.3	6.49	2.2	3.48	3.0	30.56	110
23	20.03	2.2	20.21	2.1	20.43	2.0	19.66	2.4			11.32	2.2	6.46	3.6	3.37	1.8	34.45	115
24	19.71	1.8	20.14	1.8	20.09	2.0	19.12	1.8			11.23	2.3	6.21	1.6	3.35	2.4	37.48	120
25	19.33	1.6	19.18	2.1	20.03	2.4	19.02	1.8			11.22	2.4	6.14	2.6	3.35	2.3	46.91	125
26	19.15	2.3	19.07	1.4	19.85	2.9	18.75	2.0			11.18	1.9	6.14	1.6	3.34	1.7	46.86	130
27	19.14	2.1	19.02	2.3	19.30	2.3	18.62	1.9			10.91	1.5	6.10	2.2	3.29	2.1	48.07	135
28	19.13	2.6	19.01	1.7	19.06	1.5	18.59	1.8			10.80	2.1	6.02	1.7	3.25	2.2	47.33	140
29	18.96	1.8	18.82	3.1	18.97	1.6	18.50	2.2			10.63	1.9	5.92	1.9	3.25	1.6		
30	18.84	1.5	18.76	1.2	18.69	2.0	18.30	2.0			10.43	2.1	5.79	1.5	3.25	2.7		

Report of File : p02815-0.dat,05/13/97-15

表 5(b) 試驗斷面(II)試驗波高及波壓統計表

花蓮港防波堤斷面試驗波高H(cm)及波壓P(gf/cm²)統計表

Ch. No.	H_{max} (cm)	T_{max} (sec)	$H_{1/10}$ (cm)	$T_{1/10}$ (sec)	$H_{1/3}$ (cm)	$T_{1/3}$ (sec)	H_{mean} (cm)	T_{mean} (sec)	波數									
1	36.84	2.6	30.93	2.0	25.20	2.1	17.22	2.0	70									
2	52.70	72.2	43.06	25.7	35.39	8.6	25.78	4.0	34									
Ch. No.	P_{max} (gf/cm ²)	T_{max} (sec)	$P_{1/10}$ (gf/cm ²)	$T_{1/10}$ (sec)	$P_{1/3}$ (gf/cm ²)	$T_{1/3}$ (sec)	P_{mean} (gf/cm ²)	T_{mean} (sec)	波數									
3	22.85	2.7	19.55	2.2	15.58	2.2	10.99	2.0	68									
4	24.80	2.7	22.47	2.3	18.00	2.2	13.12	2.0	68									
5	24.59	2.0	21.48	2.2	17.86	2.1	13.08	1.9	71									
6	22.33	2.2	18.31	2.3	13.73	2.2	9.35	2.1	63									
7	15.38	2.4	14.56	2.3	11.32	2.3	7.43	2.4	55									
8	20.53	3.9	18.88	3.5	15.40	2.9	10.00	2.4	56									
9	7.30	1.8	6.97	2.4	5.40	2.4	3.35	2.9	47									
序 號	Ch1		Ch2		Ch3		Ch4		Ch5		Ch6		Ch7		Ch8		Ch9	
	H	T	H	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
1	36.84	2.6	52.70	72.2	22.85	2.7	24.80	2.7	24.59	2.0	22.33	2.2	15.38	2.4	20.53	3.9	7.30	1.8
2	33.30	2.1	39.10	2.1	21.79	2.2	24.31	2.2	22.48	2.4	18.92	2.1	14.95	2.2	20.46	4.4	7.04	4.4
3	30.65	1.6	37.36	2.7	20.07	2.1	23.13	2.1	21.98	2.7	18.68	2.4	14.76	2.1	18.77	4.0	6.95	1.8
4	29.81	1.7	36.25	2.1	18.56	2.1	22.05	2.1	21.80	2.2	17.02	2.1	14.14	2.3	17.99	2.0	6.57	1.8
5	29.77	1.8	35.94	2.3	17.49	2.3	20.37	2.3	20.24	2.1	16.74	2.2	13.59	2.8	16.66	3.0	6.38	2.1
6	29.14	2.0	35.08	2.6	16.55	1.9	20.15	2.4	20.18	2.1	16.18	2.7	13.23	2.1	16.25	3.5	5.88	1.9
7	27.01	2.1	32.97	1.9	16.14	2.4	18.65	1.9	19.11	2.2	15.46	2.1	12.61	2.1	15.70	1.9	5.87	1.9
8	25.81	2.4	30.63	3.1	15.62	3.5	18.50	3.5	18.69	2.1	14.53	2.2	11.79	4.5	15.40	6.0	5.13	2.1
9	25.54	2.2	30.39	1.8	15.43	1.9	18.09	1.9	17.88	3.5	13.16	2.1	11.10	1.9	14.99	2.2	4.81	2.1
10	25.33	2.0	29.56	2.0	15.19	2.1	17.11	1.2	16.84	1.8	13.02	2.0	10.34	2.1	14.39	2.0	4.65	2.1
11	24.76	5.2	29.25	2.1	14.54	1.3	16.96	2.1	16.76	2.0	12.37	1.9	10.06	2.0	13.81	2.5	4.38	5.9
12	24.52	1.8	29.02	2.2	14.22	2.0	16.33	2.1	16.69	1.9	11.89	1.9	9.46	1.9	13.74	2.1	4.10	2.2
13	23.82	2.6	28.33	1.9	13.86	2.2	16.22	2.0	16.46	2.4	11.67	3.1	9.16	2.1	13.45	2.2	4.01	2.5
14	23.14	2.1	27.28	2.1	13.84	2.2	16.04	2.4	16.36	1.2	11.20	2.3	8.99	2.0	13.31	2.8	4.00	2.2
15	22.02	1.8	26.56	3.7	13.57	3.4	15.94	2.2	16.08	1.4	11.15	2.0	8.72	2.1	13.26	3.2	3.90	.8
16	21.53	1.7	26.27	2.0	13.47	2.1	15.64	2.1	15.77	1.2	11.09	3.3	8.61	3.3	13.22	2.1	3.89	2.2
17	21.30	2.0	26.18	2.3	13.38	2.1	15.63	3.4	15.70	2.1	10.96	1.7	8.42	2.3	12.82	2.3	3.86	1.8
18	21.28	1.7	24.41	1.5	13.36	2.0	15.52	2.0	15.68	2.0	10.62	2.2	8.42	2.0	12.41	1.8	3.85	3.7
19	21.24	1.6	23.45	1.5	13.29	2.2	15.23	2.0	15.65	2.0	10.54	2.1	8.29	2.4	12.31	3.7	3.72	2.2
20	21.10	1.8	23.43	2.2	13.28	2.0	15.16	2.3	15.64	2.2	10.48	2.0	8.12	2.9	12.25	3.0	3.69	3.4
21	20.66	2.1	22.89	1.5	13.20	1.3	15.11	2.0	15.45	3.1	10.41	2.2	7.89	2.4	12.04	3.4	3.62	2.3
22	20.58	2.4	22.56	2.3	13.18	2.0	15.10	2.2	15.43	2.0	10.24	2.1	7.82	2.3	11.97	2.0	3.60	2.0
23	20.54	1.8	22.48	1.9	13.13	2.1	15.04	2.1	15.41	2.1	9.95	2.1	7.75	2.0	11.86	2.7	3.49	2.3
24	19.82	2.5	21.45	1.3	13.12	2.5	15.00	2.2	15.31	2.1	9.88	2.3	7.51	2.9	11.67	2.3	3.22	3.3
25	19.40	2.0	21.05	1.1	13.06	2.3	14.93	3.1	15.11	2.1	9.83	4.3	7.32	2.2	10.98	2.1	3.14	11.9
26	19.20	1.5	20.83	2.7	12.56	2.0	14.90	1.3	14.97	2.1	9.77	2.1	7.24	3.4	10.94	2.2	2.86	3.6
27	19.02	1.5	20.71	1.4	12.52	3.1	14.77	2.2	14.89	2.2	9.73	3.0	6.99	2.1	10.66	2.6	2.86	7.0
28	18.99	2.2	20.51	2.3	12.48	2.2	14.71	2.0	14.82	2.2	9.55	2.3	6.93	1.6	10.33	2.7	2.63	2.1
29	18.73	2.4	20.49	1.3	12.44	3.6	14.35	1.6	14.52	2.1	9.52	3.5	6.92	5.4	10.26	2.1	2.46	2.6
30	18.58	1.9	19.25	1.3	12.21	2.1	14.24	2.2	14.47	2.2	9.48	2.1	6.83	3.6	10.22	2.5	2.45	2.1

Report of File : p02810-0.dat, 05/14/97-14:49

表 6(a) 試驗斷面(III)試驗波高、波壓及越波量統計表

花蓮港防波堤斷面試驗波高H(cm)、波壓P(gf/cm²)及越波量q(kg)統計表

Ch. No.	H_{max} (cm)	T_{max} (sec)	$H_{1/10}$ (cm)	$T_{1/10}$ (sec)	$H_{1/3}$ (cm)	$T_{1/3}$ (sec)	H_{mean} (cm)	T_{mean} (sec)	波數
1	31.75	2.2	28.97	1.9	23.33	2.0	14.66	1.7	83
2	34.13	1.9	30.39	1.9	24.66	2.0	16.01	1.8	77
3	31.24	1.9	28.68	1.8	23.89	2.0	16.33	1.8	77
4	30.09	1.8	27.08	1.8	23.18	1.9	16.51	1.8	78
5	1.55	.5	1.55	.5	1.55	.5	1.06	.4	3
Ch. No.	P_{max} (gf/cm ²)	T_{max} (sec)	$P_{1/10}$ (gf/cm ²)	$T_{1/10}$ (sec)	$P_{1/3}$ (gf/cm ²)	$T_{1/3}$ (sec)	P_{mean} (gf/cm ²)	T_{mean} (sec)	波數
6	6.38	2.2	5.23	2.2	3.96	2.6	2.51	2.3	58
7	4.17	3.1	3.41	2.6	2.89	2.1	2.14	2.1	66
8	5.80	3.0	4.73	2.7	4.02	2.1	2.98	2.1	66

Ch. No.9 越波量 $q = 7.49\text{kg}/140\text{sec}/40\text{cm}$.

序 號	Ch1		Ch2		Ch3		Ch4		Ch5		Ch6		Ch7		Ch8		Ch9	
	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	P	T	P	T	P	T	q	t(s)
1	31.75	2.2	34.13	1.9	31.24	1.9	30.09	1.8	1.55	.5	6.38	2.2	4.17	3.1	5.80	3.0	.37	5
2	30.44	1.8	32.69	2.1	30.80	2.0	29.19	1.8	.94	.3	5.48	2.4	3.87	1.8	4.74	4.3	.38	10
3	29.35	1.6	30.77	1.7	29.88	1.5	29.01	1.2	.68	.3	5.12	1.9	3.17	4.3	4.70	1.8	.34	15
4	29.33	2.0	30.46	2.1	28.77	1.8	25.97	1.9			4.61	2.3	3.16	2.9	4.70	2.8	.68	20
5	28.33	2.0	28.85	1.8	27.73	1.4	25.52	2.0			4.56	2.1	3.11	1.8	4.31	1.8	1.69	25
6	28.01	1.9	28.58	2.0	26.47	2.1	25.22	2.1			4.27	2.2	2.97	2.0	4.16	2.6	1.82	30
7	27.88	2.1	27.25	1.8	25.87	2.1	24.56	1.9			4.08	2.2	2.96	2.6	4.14	2.1	1.84	35
8	26.67	1.9	25.52	1.7	25.64	2.2	24.36	1.6			4.01	2.1	2.94	1.9	4.07	2.3	1.88	40
9	25.90	1.8	25.42	1.7	25.53	2.1	23.94	2.2			3.92	2.5	2.89	1.7	3.98	2.0	1.90	45
10	25.82	2.1	25.23	1.8	24.40	1.9	23.85	1.6			3.80	2.6	2.88	2.1	3.97	1.4	1.92	50
11	24.86	1.9	24.87	1.8	23.87	1.7	23.42	2.4			3.49	2.5	2.87	1.4	3.97	2.0	1.90	55
12	24.08	2.0	24.25	2.4	22.99	1.5	23.41	2.1			3.46	2.0	2.85	2.0	3.94	1.7	1.93	60
13	23.47	2.5	24.07	1.5	22.44	2.5	23.30	1.9			3.42	2.1	2.74	1.7	3.82	1.9	1.94	65
14	23.07	1.8	23.16	1.5	22.38	2.2	22.77	2.3			3.28	2.1	2.73	2.3	3.81	2.0	1.93	70
15	21.94	2.3	22.82	1.8	21.68	1.9	22.26	2.5			3.27	2.4	2.64	2.2	3.80	1.7	1.95	75
16	21.28	1.8	22.48	2.3	21.45	2.5	21.90	1.3			3.21	2.4	2.62	1.7	3.73	2.2	2.62	80
17	20.95	2.7	21.36	2.0	21.21	1.4	21.12	1.7			3.05	4.9	2.61	1.7	3.62	1.7	2.76	85
18	20.58	1.6	21.28	1.9	21.14	2.1	21.04	1.9			2.96	5.7	2.55	2.1	3.57	2.3	2.84	90
19	20.40	1.6	21.07	2.4	21.04	2.6	20.85	1.7			2.90	2.5	2.52	1.7	3.53	1.7	2.85	95
20	19.13	2.7	20.79	2.1	20.82	1.6	20.57	1.3			2.88	3.7	2.47	1.5	3.47	1.7	2.85	100
21	18.46	2.0	20.64	2.0	20.75	1.7	20.52	1.5			2.58	4.2	2.46	1.6	3.36	2.2	2.90	105
22	18.42	2.2	20.53	2.6	20.49	1.2	20.18	2.2			2.48	1.9	2.38	2.4	3.33	1.5	2.86	110
23	18.18	1.8	20.44	1.5	20.37	3.2	20.09	2.0			2.46	1.2	2.36	2.0	3.32	1.6	3.08	115
24	18.10	1.6	19.92	2.2	20.30	2.5	19.98	2.1			2.45	2.2	2.35	2.3	3.30	1.5	6.79	120
25	17.90	2.0	19.89	2.9	20.10	2.4	19.92	1.6			2.35	1.9	2.28	3.1	3.26	2.4	6.87	125
26	17.84	3.0	19.68	1.5	19.45	2.3	19.69	2.4			2.34	2.2	2.27	1.7	3.24	2.0	7.25	130
27	17.82	1.1	19.48	2.1	19.15	1.7	19.61	1.6			2.30	.4	2.27	1.9	3.19	1.6	7.43	135
28	17.81	2.0	19.19	3.1	19.10	2.2	19.47	1.5			2.28	2.1	2.25	2.2	3.16	3.1	7.49	140
29	17.77	2.6	18.73	1.8	18.43	2.0	19.05	1.6			2.17	2.0	2.24	1.5	3.13	1.9		
30	17.56	2.2	17.82	1.7	18.21	1.3	18.78	1.8			2.15	8.4	2.19	1.7	3.12	1.6		

Report of File : p02134-0.dat,07/25/97-09

表 6(b) 試驗斷面(III)試驗波高及波壓統計表

花蓮港防波堤斷面試驗波高H(cm)及波壓P(gf/cm²)統計表

Ch. No.	H_{max} (cm)	T_{max} (sec)	$H_{1/10}$ (cm)	$T_{1/10}$ (sec)	$H_{1/3}$ (cm)	$T_{1/3}$ (sec)	H_{mean} (cm)	T_{mean} (sec)	波數									
1	32.48	1.7	29.47	1.9	23.63	2.0	15.06	1.7	82									
2	47.01	2.0	37.22	2.1	32.85	2.0	24.11	2.0	69									
Ch. No.	P_{max} (gf/cm ²)	T_{max} (sec)	$P_{1/10}$ (gf/cm ²)	$T_{1/10}$ (sec)	$P_{1/3}$ (gf/cm ²)	$T_{1/3}$ (sec)	P_{mean} (gf/cm ²)	T_{mean} (sec)	波數									
3	20.15	1.7	16.69	2.2	13.65	2.1	9.41	1.9	72									
4	19.53	1.8	16.98	2.1	14.20	2.1	9.95	1.9	73									
5	12.67	2.3	11.88	2.1	9.56	2.2	6.50	2.3	59									
6	10.39	2.2	9.75	2.2	7.59	2.8	5.02	3.3	41									
7	10.27	10.2	8.92	6.2	6.69	3.8	4.28	5.8	23									
8	13.96	3.9	10.96	2.8	7.98	3.4	4.53	3.1	44									
9	6.35	11.3	6.35	11.3	4.04	8.9	2.68	10.3	11									
序 號	Ch1		Ch2		Ch3		Ch4		Ch5		Ch6		Ch7		Ch8		Ch9	
	H	T	H	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
1	32.48	1.7	47.01	2.0	20.15	1.7	19.53	1.8	12.67	2.3	10.39	2.2	10.27	10.2	13.96	3.9	6.35	11.3
2	32.21	2.3	36.41	1.7	18.48	3.0	18.73	3.0	12.58	2.1	10.16	2.3	7.56	2.3	11.02	2.7	2.89	10.2
3	30.39	1.9	35.86	2.1	16.99	2.3	17.66	2.3	12.15	1.8	9.82	1.8	7.29	1.7	9.51	2.4	2.89	5.1
4	29.88	1.7	35.41	2.3	16.15	1.9	16.57	2.0	11.09	2.3	8.62	2.4	6.43	2.4	9.34	2.3	2.82	2.5
5	28.63	2.0	34.61	1.8	15.66	2.0	16.34	1.9	10.88	2.1	7.41	1.9	5.23	5.1	9.26	2.4	2.78	16.6
6	28.24	2.0	34.00	3.0	14.75	2.2	15.20	2.2	9.95	2.2	7.33	2.2	5.10	2.0	7.87	2.1	2.74	2.2
7	27.35	1.9	33.72	1.6	14.69	2.2	14.81	1.7	9.74	2.0	6.98	2.1	4.93	2.6	7.29	3.1	2.60	1.7
8	26.59	1.7	33.46	1.6	14.32	1.7	14.53	1.6	9.21	2.7	6.65	2.6	4.85	2.1	7.03	1.9	2.08	2.2
9	26.48	2.1	33.28	1.7	13.87	2.3	14.34	2.2	9.18	2.1	6.47	2.9	4.59	4.8	6.94	2.4	1.80	45.8
10	25.26	1.7	33.13	2.2	13.50	1.6	14.33	1.8	8.90	2.6	6.32	2.3	4.21	2.3	6.19	2.5	1.42	4.8
11	24.59	1.8	31.78	1.6	13.45	1.8	14.26	1.8	8.85	2.2	6.32	2.2	4.06	2.6	5.99	1.5	1.09	11.5
12	24.20	2.3	31.76	2.4	13.29	1.8	13.92	2.3	8.85	3.8	6.17	9.0	3.92	14.7	5.91	9.1		
13	22.37	2.1	31.41	2.2	13.14	1.5	13.48	2.6	8.71	2.1	6.00	2.5	3.64	7.4	5.77	2.5		
14	22.17	2.1	31.10	1.7	12.53	2.8	13.26	1.5	8.66	2.5	5.99	2.0	3.50	12.7	5.69	8.8		
15	21.11	2.2	30.86	2.0	12.52	2.6	13.14	1.6	8.36	2.1	5.71	4.9	3.09	8.9	5.03	1.3		
16	20.80	1.3	30.82	1.4	12.33	1.6	12.96	2.9	8.33	1.8	5.31	5.8	2.83	2.1	4.97	5.0		
17	20.67	1.8	30.67	1.4	12.05	2.2	12.77	2.0	7.96	2.0	5.24	2.1	2.77	8.8	4.88	4.9		
18	20.41	2.1	30.44	1.5	11.71	2.1	12.65	2.2	7.76	2.1	4.97	2.1	2.46	1.9	4.82	3.2		
19	20.32	2.0	30.40	2.3	11.64	1.9	12.45	1.9	7.75	1.9	4.78	8.7	2.44	4.7	4.22	8.2		
20	20.17	1.3	29.96	1.8	11.59	2.0	12.20	2.0	7.38	1.5	4.77	1.9	2.42	4.9	4.01	2.8		
21	19.84	1.5	29.94	2.2	11.29	2.4	12.14	2.0	7.37	2.3	4.60	1.8	2.33	7.4	3.99	2.1		
22	19.44	2.2	29.82	2.3	11.26	2.2	12.05	2.2	7.34	4.4	4.24	8.2	2.26	11.6	3.90	1.9		
23	19.41	2.1	29.63	2.5	11.23	2.0	11.72	2.5	7.15	1.9	4.17	1.6	2.21	10.3	3.50	3.8		
24	19.35	2.4	29.47	1.5	11.11	1.9	11.66	1.9	7.13	1.9	4.09	1.8			3.46	8.4		
25	19.18	2.3	29.39	2.0	11.05	1.7	11.34	1.7	6.97	2.3	3.90	1.2			3.05	2.5		
26	18.82	2.1	29.00	2.2	10.42	2.4	11.13	2.0	6.95	2.2	3.84	4.9			3.03	2.5		
27	17.51	2.3	28.23	2.3	10.38	1.6	11.07	2.4	6.92	4.3	3.78	3.1			2.85	1.5		
28	16.89	2.0	28.02	2.0	10.34	1.4	11.04	1.4	6.92	1.9	3.76	2.8			2.76	4.5		
29	16.65	2.0	27.75	1.9	10.23	2.0	10.88	1.6	6.86	2.7	3.72	2.6			2.71	1.8		
30	16.61	1.7	26.87	1.6	10.22	1.5	10.84	1.5	6.84	2.5	3.58	8.4			2.65	5.1		

Report of File : p02139-0.dat, 08/18/97-10:51

茲根據各種斷面不同試驗條件所測得資料，就反射係數、越波量、傳遞波及波壓力等分別敘述如后。

3-2 反射係數

反射係數係根據堤前兩支波高計(第 I 階段 ch.3 及 ch.4)所測取之波高利用 Goda 方法求得。三種水深防波堤斷面，各種不同試驗條件反射係數算結果彙整如表 7 至表 12。三種水深斷面不同水位在各種波浪條件作用下反射係數比較繪如圖 11 至圖 13。由表 7 至表 12 與圖 11 至圖 13 可以歸納下列反射係數特性。

1. 相同水位時反射係數隨堤基水深增大而略為增加，反射係數在水深 12m 時介於 0.77 至 0.62 間，水深 15m 時介於 0.87 與 0.63 間；水深 20m 時介於 0.89 與 0.69 間。但水深 15m 平均潮位時反射係數有明顯偏高之不合理現象，因此合理之反射係數應介於 0.82 與 0.63 間。受高潮位上開孔胸牆影響，相同斷面反射係數隨水位增高而有減小趨勢。
2. 反射係數隨波高增大週期加長，水位增高而顯著減小。主要係因高潮位較大波浪開孔胸牆發揮較佳之消波功能與較大之越波量。

防波堤胸牆加高 1.5m，胸牆由 6.0m 增高為 7.5m(模型 15cm)後，三種斷面三種不同水位在各種試驗條件下反射係數比較繪如圖 14 至 16。防波堤胸牆加高後與現有防波堤在相同試驗條件下反射係數比較，如圖 17 至 25。除水深 15m 斷面在平均潮位時現有斷面反射係數偏大不合理現象外，胸牆加高反射係數均略為增大，尤其在大波浪作用時更為明顯。

3-3 越波量

模型試驗越波量是以 40cm 寬導槽將越過堤頂水體接引到吊掛在荷重計之方形水槽內，每一試驗情況量測時間為 140sec 累計越波量延紀錄如圖 8(a)至圖 10(a)中 ch.9。每一試驗結束後在 140sec 量測期間，40cm 寬累計越波量及原型每公尺寬每秒越波量彙整如表 7 至表 12。

表 7 試驗斷面(I)試驗結果

試驗編號	試驗條件					越波量			傳遞波高		反射係數	堤基礎石 安定情況 (移動個數)	備註 (堤身安定情況)
	原型		模型		模型 (kg/140sec/40cm)	原型 (m³/sec/m) (×10³)	模型 (cm)	原型 (m)					
	水位 (m)	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (cm)					週期 (sec)				
P02611-0	H.H.W.L. +3.05	7.8	11.4	15.00	1.6	0	0	0	0.0	0.77	3	安定	
P02612-0		9.5	12.6	19.30	1.7	10.14	62.11	0.83	0.41	0.66	3	安定	
P02613-0		10.4	13.2	20.91	1.8	14.89	91.21	1.09	0.53	0.70	5	安定	
P02614-0		11.3	13.8	21.44	2.0	21.05	128.93	1.3	0.64	0.62	8	安定	
P02610-0	M.W.L. +1.33	12.6	14.6	22.48	2.1	20.60	126.18	1.77	0.87	0.60	9	安定	
P02621-0		7.8	11.4	16.24	1.6	0.25	1.53	0	0	0.77	-	安定	
P02622-0		9.5	12.6	21.71	1.7	1.59	9.74	0	0	0.65	-	安定	
P02623-0		10.4	13.2	21.40	1.9	3.39	20.76	0	0	0.65	-	安定	
P02631-0	L.L.W.L.	7.8	11.4	16.58	1.7	0	0	0	0	0.73	-	安定	
P02632-0	-0.28	9.5	12.6	19.05	1.8	0	0	0	0	0.69	-	安定	

表 8 試驗斷面(I)胸牆加高試驗結果

試驗編號	試驗條件					越波量		傳遞波高		反射係數	堤基塊石 安定情況 (移動個數)	備註 (堤身安定情況)
	原型		模型		模型 (kg/10sec/40cm)	原型 (m ³ /sec/m) (×10 ³)	模型 (cm)	原型 (m)				
	水位 (m)	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (cm)					週期 (sec)			
P02711-0	H.H.W.L. +3.05	7.8	11.4	15.01	1.6	0	0	0	0	0.78	2	安定
P02712-0		9.5	12.6	19.19	1.8	1.97	12.07	0.41	0.20	0.67	10	安定
P02713-0		10.4	13.2	20.92	1.8	4.03	24.68	0.64	0.31	0.71	17	安定
P02714-0		11.3	13.8	21.51	2.0	2.63	16.11	0.68	0.33	0.62	20	安定
p02710-0		12.6	14.6	22.13	2.2	3.14	19.23	0.66	0.32	0.60	9	安定
P02721-0	M.W.L. +1.33	7.8	11.4	15.98	1.6	0	0	0	0	0.81	-	安定
P02722-0		9.5	12.6	21.43	1.7	0.14	0.86	0	0	0.68	-	安定
P02723-0		10.4	13.2	21.44	1.8	0.6	3.68	0.3	0.15	0.65	-	安定
P02731-0	L.L.W.L.	7.8	11.4	15.08	1.7	0	0	0	0	0.75	-	安定
P02732-0	-0.28	9.5	12.6	18.59	1.9	0	0	0	0	0.71	-	安定

表 9 試驗斷面(II)試驗結果

試驗編號	試驗條件					越波量		傳遞波高		反射係數	堤基地石 安定情況 (移動個數)	備註 (堤身安定情況)
	原型		模型		模型 (kg/140sec/10cm)	原型 (m ³ /sec/m) (×10 ³)	模型 (cm)	原型 (m)				
	水位 (m)	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (cm)					週期 (sec)			
P02811-0	H.L.W.L. +3.05	7.8	11.4	16.94	1.6	0.08	0.49	0.19	0.09	0.78	2	安定
P02812-0		9.5	12.6	21.05	1.8	16.53	101.15	1.26	0.62	0.69	3	安定
P02813-0		10.4	13.2	21.61	1.9	31.60	193.55	0.68	0.33	0.66	2	安定
P02814-0		11.3	13.8	23.86	2.0	40.66	249.04	4.2	2.06	0.63	2	安定
P02815-0		12.6	14.6	25.01	2.1	47.22	289.22	4.5	2.21	0.64	2	安定
P02821-0	M.W.L. +1.33	7.8	11.4	16.14	1.6	0.04	0.25	0	0	0.87	3	安定
P02822-0		9.5	12.6	20.61	1.7	1.15	7.05	0.7	0.34	0.83	6	安定
P02823-0		10.4	13.2	21.83	1.9	0.97	5.94	0.49	0.24	0.83	7	安定
P02824-0		11.3	13.8	24.19	2.1	11.48	70.32	1.06	0.52	0.76	12	安定
P02825-0		12.6	14.6	25.31	2.1	14.06	86.12	1.2	0.59	0.73	12	安定
P02831-0	L.L.W.L. -0.28	7.8	11.4	16.34	1.6	0.06	0.37	0.12	0.06	0.82	4	安定
P02832-0		9.5	12.6	20.17	1.7	0.88	5.39	0.36	0.18	0.71	9	安定
P02833-0		10.4	13.2	22.91	1.8	0.85	5.21	0.33	0.16	0.73	9	安定
P02834-0		11.3	13.8	22.68	1.9	1.33	8.15	0.47	0.23	0.68	9	安定
P02835-0		12.6	14.6	24.27	2.2	4.90	30.01	0.74	0.36	0.64	14	安定

表 10 試驗斷面(II)胸牆加高試驗結果

試驗編號	試驗條件					越波量			傳遞波高		反射係數	堤基地石 安定情況 (移動個數)	備註 (堤身安定情況)
	原型		模型		模型 (kg/140sec/40cm)	原型 (m³/sec/m) (×10³)	模型 (cm)	原型 (m)					
	水位 (m)	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (cm)					週期 (sec)				
P02841-0	H.H.W.L +3.05	7.8	11.4	16.96	1.6	0.06	0.37	0.0	0	0.78	3	安定	
P02842-0		9.5	12.6	21.08	1.8	9.99	61.19	0.8	0.39	0.69	4	安定	
P02843-0		10.4	13.2	21.65	1.9	11.19	68.54	1.1	0.54	0.65	3	安定	
P02844-0		11.3	13.8	25.11	2.0	11.68	71.54	1.2	0.59	0.62	3	安定	
P02845-0		12.6	14.6	25.84	2.1	20.41	125.01	2.2	1.08	0.65	3	安定	
P02851-0	M.W.L +1.33	7.8	11.4	16.66	1.6	0.01	0.06	0.0	0	0.82	3	安定	
P02852-0		9.5	12.6	20.77	1.7	3.2	19.60	1.2	0.59	0.71	6	安定	
P02853-0		10.4	13.2	21.76	1.9	2.41	14.76	1.1	0.54	0.72	8	安定	
P02854-0		11.3	13.8	24.50	2.0	6.1	37.36	1.4	0.69	0.61	13	安定	
P02855-0		12.6	14.6	25.76	2.0	10.47	64.13	1.5	0.74	0.62	12	安定	
P02861-0	L.L.W.L -0.28	7.8	11.4	16.72	1.6	0.03	0.18	0.0	0	0.82	11	安定	
P02862-0		9.5	12.6	20.34	1.7	0.4	2.45	0.2	0.10	0.70	12	安定	
P02863-0		10.4	13.2	22.97	1.9	1.03	6.31	0.4	0.20	0.75	13	安定	
P02864-0		11.3	13.8	22.84	2.0	2.37	14.52	1.1	0.54	0.67	12	安定	
P02865-0		12.6	14.6	24.66	2.2	2.98	18.25	1.1	0.54	0.65	22	安定	

表 11 試驗斷面(III)試驗結果

試驗編號	試驗條件						越波量		傳遞波高		反射係數	堤基地石 安定情況 (移動個數)	備註 (堤身安定 情況)
	原型			模型			原型 (m³/sec/m) (×10 ⁻³)	模型 (cm)	原型 (m)				
	水位 (m)	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (cm)	週期 (sec)								
P02111-0	H.L.W.L. +3.05	7.8	11.4	16.09	1.7	1.62	9.92	0.5	0.25	0.84	3	安定	
P02112-0		9.5	12.6	19.10	1.8	2.19	13.41	1.1	0.54	0.78	3	安定	
P02113-0		10.4	13.2	20.57	1.9	5.03	30.81	1.2	0.59	0.76	3	安定	
P2114-0		11.3	13.8	24.15	2.0	20.41	125.01	2.3	1.13	0.80	3	安定	
P02115-0	M.W.L. +1.33	12.6	14.6	25.09	2.0	34.12	208.99	3.5	1.72	0.74	6	安定	
P02121-0		7.8	11.4	16.06	1.7	0.03	0.18	0.0	0	0.85	2	安定	
P02122-0		9.5	12.6	18.42	1.8	2.18	13.35	1.2	0.59	0.82	2	安定	
P02123-0		10.4	13.2	22.51	1.9	6.52	39.94	1.5	0.74	0.81	3	安定	
P02124-0	L.L.W.L. -0.28	11.3	13.8	24.02	2.0	15.55	95.24	2.4	1.18	0.79	3	安定	
P02125-0		12.6	14.6	26.69	2.2	47.43	290.51	4.5	2.21	0.69	3	安定	
P02131-0		7.8	11.4	15.76	1.7	0.06	0.37	0.0	0	0.89	1	安定	
P02132-0		9.5	12.6	19.13	1.8	1.14	6.98	0.8	0.39	0.82	5	安定	
P02133-0		10.4	13.2	21.40	1.9	2.20	13.48	1.1	0.54	0.79	6	安定	
P02134-0		11.3	13.8	23.33	2.0	7.13	43.67	1.5	0.74	0.79	7	安定	
P02135-0		12.6	14.6	26.41	2.1	23.24	142.35	2.4	1.18	0.82	10	安定	

表 12 試驗斷面(III)胸牆加高試驗結果

試驗編號	試驗條件						越波量		傳遞波高		反射係數	堤基地石 安定情況 (移動個數)	備註 (堤身安定 情況)
	原型			模型			模型 (kg/140sec/40cm)	原型 (m ³ /sec/m) (×10 ³)	模型 (cm)	原型 (m)			
	水位 (m)	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (cm)	週期 (sec)								
P02541-0	H H.W.L. +3.05	7.8	11.4	15.81	1.6	0	0	0	0	0	0.79	2	安定
P02542-0		9.5	12.6	18.48	1.8	0	0	0	0.09	0.04	0.78	2	安定
P2543-0		10.4	13.2	19.82	1.9	0.69	4.23	2.33	0.38	0.19	0.77	0	安定
P02544-0		11.3	13.8	22.05	2.0	0.38	2.33	31.91	0.47	0.23	0.74	3	安定
P02545-0		12.6	14.6	24.41	2.1	5.21	0.06	0.12	1.36	0.67	0.80	5	安定
P02551-0	M.W.L. +1.33	7.8	11.4	15.93	1.7	0.01	0.06	0	0	0	0.87	2	安定
P02552-0		9.5	12.6	18.15	1.8	0.02	0.12	4.47	0.24	0.12	0.83	1	安定
P02553-0		10.4	13.2	22.20	1.9	0.73	29.95	72.28	0.46	0.23	0.83	2	安定
P02554-0		11.3	13.8	24.08	2.0	4.89	0	0	0.85	0.42	0.78	4	安定
P02555-0		12.6	14.6	26.77	2.2	11.80	0	0	1.50	0.74	0.81	3	安定
P02561-0	L.L.W.L. -0.28	7.8	11.4	15.82	1.6	0	0	0	0	0	0.90	6	安定
P02562-0		9.5	12.6	19.03	1.8	0.01	0.06	7.78	0.22	0.11	0.82	7	安定
P02563-0		10.4	13.2	21.65	1.9	1.27	17.76	34.36	0.91	0.45	0.80	6	安定
P02564-0		11.3	13.8	23.09	2.0	2.9	0	0	0.74	0.36	0.80	7	安定
P02565-0		12.6	14.6	26.27	2.3	5.61	0	0	0.82	0.40	0.87	15	安定

圖 26 至 28 及圖 29 至 31 分別為三種水深斷面，現有胸牆及胸牆加高後在三種試驗水位各種不同波浪條件作用下堤頂越波量比較圖。為了解現有胸牆與胸牆加高 1.5m 後越波量變化情形，相同水深防波堤斷面，在相同水位下在各種不同波浪作用下越波量比較繪如圖 32 至圖 40。根據越波量圖表可以歸納下列特性。

1. 越波量隨水位增加，波浪增大而加大。水深 15m 及 20m 兩種斷面在高潮位大波浪作用下越波量接近 $0.3\text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$ ，亦即每公尺寬度每秒越波量達 0.3m^3 ，可解釋為單位寬度防波堤流量為 0.3cms 。水深 20m 斷面在波高 12.6m，週期 14.6 秒波浪作用下，平均潮位時越波量高達 $0.29\text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$ ，比高潮位時 $0.21\text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$ 為大，研判可能是由於沖擊波所造成。
2. 胸牆加高 1.5m 後，越波量顯著減少，尤其在低潮位時除水深 20m 斷面在大波浪作用下產生極少量越波外，較小水深斷面幾無越波發生。高潮位時在惡劣波浪作用下，胸牆加高最大越波量減至 $0.13\text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$ 以下，減少幅度在 50% 以上。

3-4 傳遞波

傳遞波為外海入射波作用於防波堤後產生越波在堤後(即港池內)所造成之水面波動，又稱為再生波。試驗室傳遞波係在第 I 階段利用 ch.5 量測。三種斷面傳遞波延時變化如圖 8(a)至圖 10(a)ch.5。各種試驗條件傳遞波高彙整如表 4 至表 6。

圖 41 至 43 及圖 44 至 46 分別為現況及胸牆加高 1.5m 後三種防波堤斷面在不同試驗水位受各種波浪作用傳遞波高比較圖。除部份情況外傳遞波高隨水位升高，波浪增加而明顯增大，其變化趨勢與越波量相當一致。現況防波堤在高潮位時惡劣波浪作用堤後傳遞波高可達 2m 以上。水深 20m 斷面平均潮位傳遞波高較高潮位時為大其趨勢與越波量一致。防波堤胸牆加高後與現況防波堤在各種情況下，傳遞波比較繪如圖 47 至圖 55，胸牆加高傳遞波顯著降低至 1m 以下。水深 15m 斷面在平均潮位與低潮位時，

波量增加而增大；但反射係數卻隨越波量或傳遞波增大而減小，符合能量守恒原則。即入射波浪能量除部份受開孔防波堤消殺外部份越過堤頂成為傳遞波，其餘則受堤身反射成為反射波。

3-5 波壓力

波壓力分兩次量測，測點位置如圖 7。第 I 階段利用 ch.6 至 ch.8 取堤基三個測點(如圖 7)受波浪作用所感應水壓變化。第 II 階段複製入射波浪利用 ch.3 至 ch.7 量測堤面波壓力；消波艙內胸牆波壓力則利用 ch.8 及 ch.9 量測，測點佈置如圖 7。

試驗所測取之波壓力與入射波浪及堤前波浪等延時變化繪製如圖 8 至圖 10。入射波浪、堤前波與波壓力等延時變化圖可以很清楚看出試驗過程中，波浪與波壓相關性極為一致。波壓力值係選取波峰作用時所測得之波壓力峰值。為分析波高與波壓關係，波壓力統計採用波高統計相同方法，表 4 至表 6 為每一試驗情況各測點最大波壓力(P_{max})，最大 1/10 平均波壓力($P_{1/10}$)，最大 1/3 平均波壓力($P_{1/3}$)等統計值與各頻道大小排列前 30 個波浪、波壓力值。

根據上述波壓力統計方法所求得最大波壓力試驗值，分別利用 Goda 公式加以探討。就堤面波壓力、胸牆波壓力及堤基揚壓力三部份加以說明。

3-5-1 堤面波壓力

1. 水深 12m 防波堤斷面(I)

高水位、平均水位及低水位三種水位，各種試驗波浪作用下試驗結果堤面最大波壓變化繪如圖 56 至圖 65。利用 Goda 波壓公式，計算堤面波壓顯示，波壓試驗值遠較計算值偏低，研判主要原因為開孔胸牆減低堤面反射所致，尤其在高水位測點 5 安置於水面，理應產生最大波壓，但受開孔消波影響，試驗波壓量測值大都小於水面下 10cm(原型約 5m)測點 4 波壓。測點 3 因安置於堤

原因為開孔胸牆減低堤面反射所致，尤其在高水位測點 5 安置於水面，理應產生最大波壓，但受開孔消波影響，試驗波壓量測值大都小於水面下 10cm(原型約 5m)測點 4 波壓。測點 3 因安置於堤基保護塊附近，受保護塊影響，量測波壓值顯著偏小，甚至小於堤底波壓，顯然不合理。水面上測點 6 及 7，受開孔消波影響，波壓量測值較 Goda 計算值偏小甚多。

比較三種不同水位試驗結果顯示，水位較高時反射係數較小，波壓計算值與試驗值差異變大，當水位降低至平均水位以下時，開孔胸牆消波功能減低，尤其在小波浪作用時，反射係數增加水面下測點 4 波壓計算值與試驗值差異較小。

開孔消波牆後側胸牆加高後，堤身反射係數小幅增加，堤面最大波壓試驗值理應較未加高時增大，但試驗資料呈現大小互見趨勢。研判係因波壓隨機分佈，取樣數大小所造成誤差。

2. 水深 15m 防波堤斷(II)

高水位，平均水位及低水位三種水位，各種試驗波浪作用下，試驗結果堤面最大波壓分佈繪如圖 66 至圖 80。利用 Goda 公式計算堤面波壓值與試驗值比較顯示，計算值比試驗值偏大，但其差異比水深 12m 斷面減小。波壓試驗值隨試驗波浪增大，反射率減小而更接近計算值，甚至極少試驗情況出現試驗值比計算值大的現象。

依常理胸牆加高後堤面波壓應增大；而胸牆開孔試驗波壓應減小。但因波壓隨機分佈關係，試驗取樣時間內未能測得最大值，而造成誤差。

3. 水深 20m 防波堤斷面(III)

水深 20m 斷面各種試驗條件試驗結果，堤面最大波壓分佈繪如圖 80 至圖 95。波壓試驗值比 Goda 公式計算值偏小。高水位時，水面下波壓試驗值約為計算值 50%至 65%，隨波浪增大試驗值與計算值差距漸減。水位降低，平均水位時水面下波壓試驗值增為計

顯著降低。

消波艙後側胸牆加高與開孔對堤面波壓雖有增減，但試驗波壓屬隨機分佈，因測取資料數不足，測取時段不同，以致最大波壓值略有差異。

3-5-2 消波艙後側胸牆波壓力

為了解消波艙後側不透水胸牆在提姆颱風侵襲時毀損原因，在第二道隔牆底部第一孔及三孔後側胸牆安裝波壓感應器分別為測點 8 及測點 9，量測波峰作用時波壓力。茲就三種水深斷面分析胸牆所受波壓力。

1. 水深 12m 斷面(I)

三種試驗水位在不同波浪條件作用下，胸牆測點最大波壓繪如圖 56 至圖 65。試驗資料顯示消波艙後側胸牆波壓力，在高水位時不論最大波壓或最大 $1/3$ 平均波壓均大於同高程之堤面波壓，尤其受波高 12.6m 作用時，胸牆測點 8 最大 $1/3$ 平均波壓較堤面測點 6 最大 $1/3$ 平均波壓約大 11%。平均水位及低水位時，因受波峰未越堤頂，除受較大波浪作用下，胸牆波壓較堤面波壓低。

2. 水深 15m 斷面(II)

三種試驗水位受不同波浪條件作用，試驗結果胸牆測點最大波壓繪如圖 66 至圖 80。試驗資料顯示消波艙後側胸牆波壓力，在高水位時除少數情況外，最大波壓及最大 $1/3$ 平均波壓大於同高程之堤面波壓。在惡劣波浪下(波高 12.6m，週期 14.6sec)，試驗波高 10.4m，週期 13.2sec，試驗結果發生沖擊波壓胸牆測點最大 $1/3$ 波壓較堤面測點 6 最大 $1/3$ 平均波壓大 27%。最大波壓為最大 $1/3$ 平均波壓的二到三倍。平均水位時，胸牆測點最大 $1/3$ 平均波壓較同高程堤面測點偏大，但最大波壓則約略相當。低水位時，胸牆與堤面不論最大波壓或最大 $1/3$ 平均波壓均互有大小。

3. 水深 20 斷面(Ⅲ)

水深 20m, 三種水位受不同試驗波浪作用下, 試驗結果最大波壓繪如圖 81 至圖 95。胸牆測點波壓試驗資料顯示高水位時無論最大波壓或最大 $1/3$ 平均波壓, 均大於同高程堤面測點波壓, 尤其在較大波浪作用下胸牆測點 8 最大 $1/3$ 平均波壓較堤面約大 70%。平均水位與低水位在較大波浪(波高大於 10m)時測點波壓亦大於同高程堤面波壓。

各種情況胸牆加高 1.5m, 反射係數增加, 胸牆所受波壓力理應增加。胸牆開孔, 減低反射係數, 波壓力理當減小。但試驗資料顯示, 仍有部份不符上述原則。

理論上, 在消波艙後側胸牆開孔應可減少波浪所造成沖擊波壓。為了解胸牆開孔對消滅沖擊波壓效能試驗, 在每隔艙胸牆底部開二個直徑一公尺(模型 2.1cm)洞孔。試驗結果顯示胸牆開孔後, 其底部(測點 8)所受之波壓並未減低。研判主要係因水工模型試驗縮尺是依據福祿德模型律(FROUDE MODEL LAW)製作, 僅考慮流體幾何與動力相似, 而對可壓縮性氣體(馬奇數 Mach Number)未予考慮所致。

3-5-3 沉箱揚壓力

沉箱揚壓力量測目的在了解沉箱底部壓力。三種水深斷面, 三種水位受各種不同入射波浪條件作用, 沉箱底部揚壓力試驗結果繪製於圖 56 至圖 95。

水深 12m 斷面試驗結果顯示沉箱底部三測點所量取之壓力幾乎相等, 底部揚壓力呈現矩形分佈, 且較 Goda 公式計算值偏低, 研判主要係因為壓力計固定在木條上, 直接嵌入模型沉箱底部凹槽, 波壓傳

透性良好所造成。水深 15m 斷面試驗結果顯示，在大於 9.5m 波高作用時，沉箱前側揚壓力較 Goda 公式計算值略低；中心測點揚壓力極接近計算值；堤後測點揚壓力則超過計算值。透水性太大係造成後測偏大主要原因。水深 20m 斷面，沉箱底部三測點揚壓力量測值幾乎相同。堤前側與中心兩測點壓力試驗值偏低甚多。研判可能是模型堤基拋石太細造成透水性不良所致。

3-6 防波堤穩定

防波堤受颱風波浪作用能否維持穩定，分兩方面加以探討。一是試驗時利用 v8 攝影機觀測整體堤體受較大波浪侵襲時是否產生位移。另一則是在每一試驗結束後計算堤基塊石位移個數。三種現況防波堤試驗斷面各種不同試驗條件，堤基塊石移動個數與堤身安定情形彙整如表 7 至表 12。堤身在大波浪作用下仍能維持安定，堤基塊石則隨波浪加大移動數量隨之增加，堤基塊石移動個數為模型寬度 1.5m 試驗 140sec 所造成移動個數。在原型上可解釋為 73.5m 寬之防波堤受試驗原型波浪作用約 16min 所造成塊石移動個數。試驗未能考慮模型塊石受縮尺影響程度，因此，本項試驗僅能提供一種指標，即在大波浪作用時堤基塊石會造成移動。

為了解堤基塊石穩定所需重量，試驗中將塊石改以 17.6TON 菱形塊替代，在三種斷面所有試驗條件作用下，均未造成菱形塊移位或晃動情形。

肆、結論

根據上述試驗結果可以歸納下列結論

- 一、開孔防波堤反射係數隨堤基水深增加垂直面積增大而加大；隨水位升高發揮開孔胸牆消波功能，以及波浪增大(波高、週期均增大)越波量增加而減小。反射係數介於 0.9 與 0.6 間。
- 二、消波艙後側不透水胸牆增高 1.5m，即由 6m 增加為 7.5m(模型 15cm)，堤面反射係數與現況未加高相較，略為增加但不顯著；其變化趨勢則相似。
- 三、防波堤越波量與傳遞波高均隨水位增高，波浪增大而增加，其趨勢相當一致。反射係數隨越波量或傳遞波增加而減小，符合能量守恒原則。
- 四、堤面波壓不論水面下或水面上，試驗值均小於 Goda 公式計算值。水面下波壓試驗值約為計算值的 60%至 80%，隨水位降低入射波增大而漸接近計算值；水面上波壓試驗值，因開孔胸牆發揮消波功能，量測波壓遠較 Goda 公式計算波壓偏低，約為計算值 60%至 70%。
- 五、試驗資料顯示開孔消波艙後側胸牆底部在高水位大波浪作用下，試驗所測得波壓力較同高程堤面波壓力偏高。部份試驗情況高出達約 70%，胸牆波壓試驗值超過 Goda 公式計算值。由此可以驗證提姆颱風胸牆損毀原因。
- 六、胸牆開孔，理論上應可減低消波艙後側胸牆沖擊波壓，但試驗模型係依福祿德模型律(FROUDE MODEL LAW)製作，未考慮可壓縮空氣。因此胸牆開孔試驗結果並未如預期減低波壓。

七、堤基拋石在低水位大波浪作用下產生位移現象。雖然模型與原型底床存有差異，但可以確定在強浪作用下防波堤堤基拋石發生位移現象，建議港務局每年需編列經費辦理追蹤調查。

八、胸牆加高雖可減低越波，但相對增加胸牆及堤體壓力，危及防波堤安全，且越波所造成傳遞波對港池船隻碇靠影響並不顯著，建議不加高。

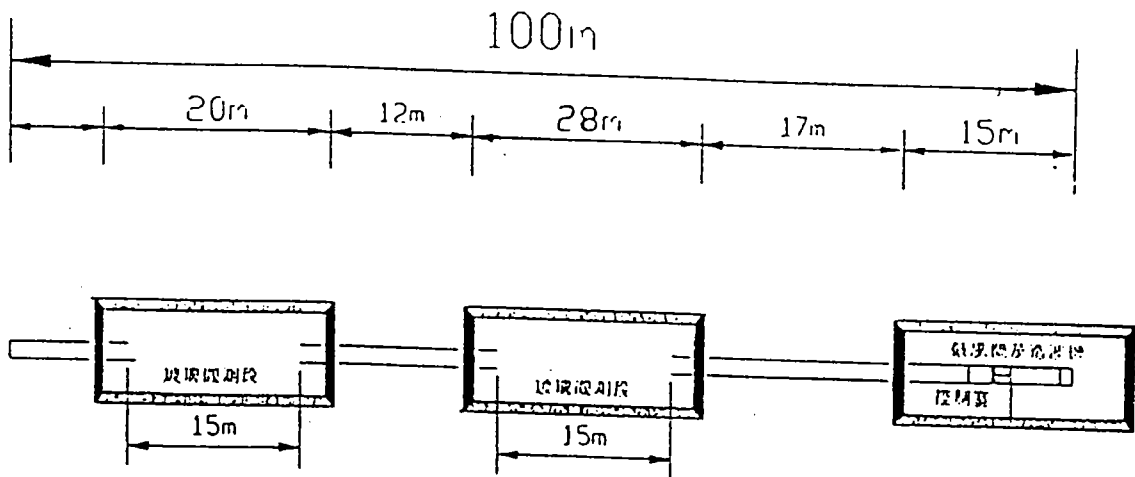


圖 1 風浪流水槽斷面佈置示意圖

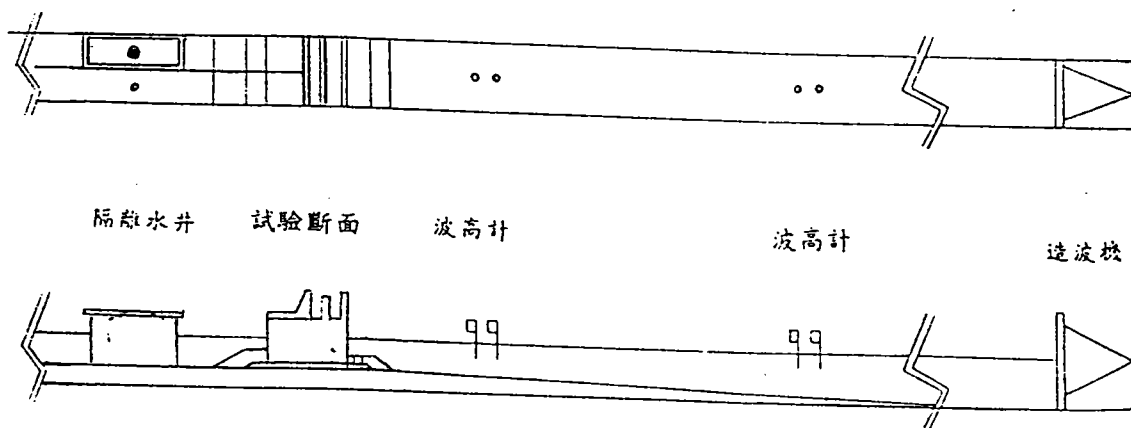


圖 2 斷面模型佈置示意圖

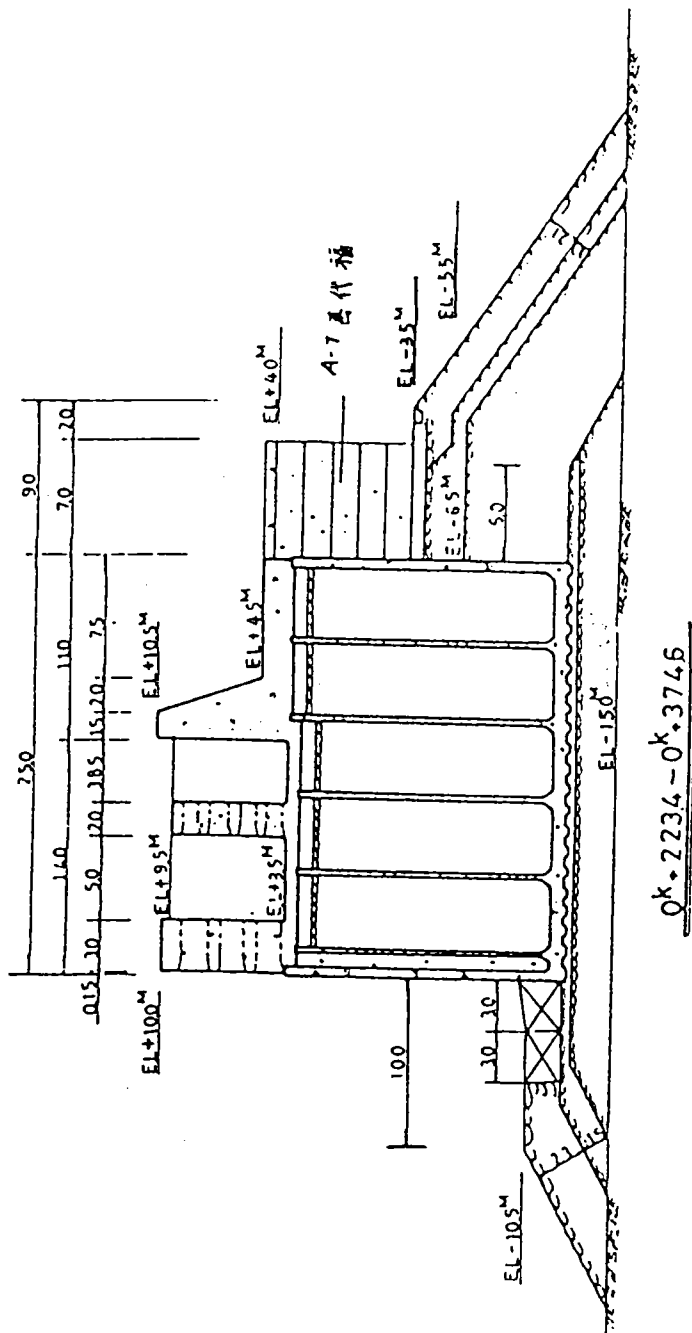


圖 4 試驗斷面(II)水深-15m

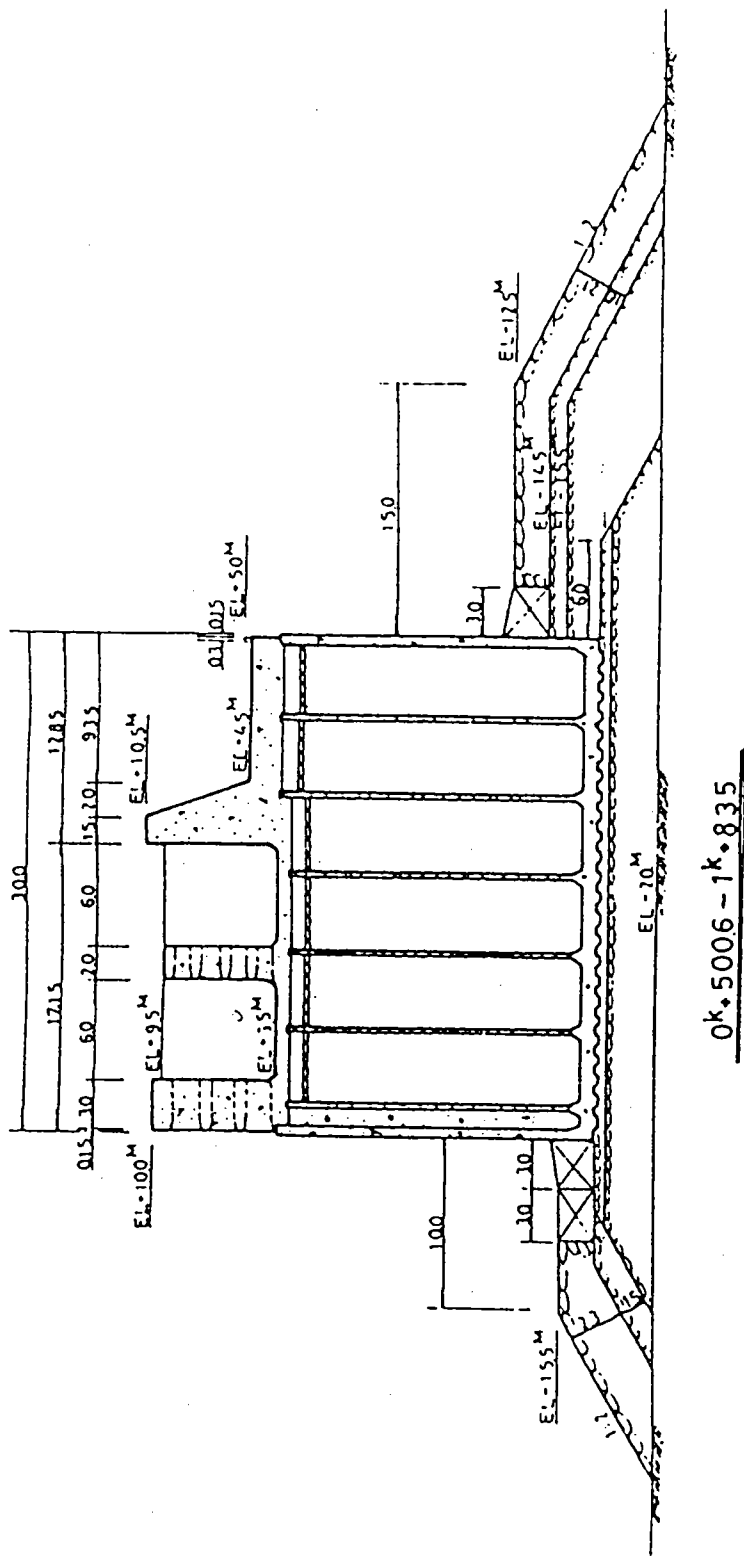


圖 5 試驗斷面(III)水深-20m

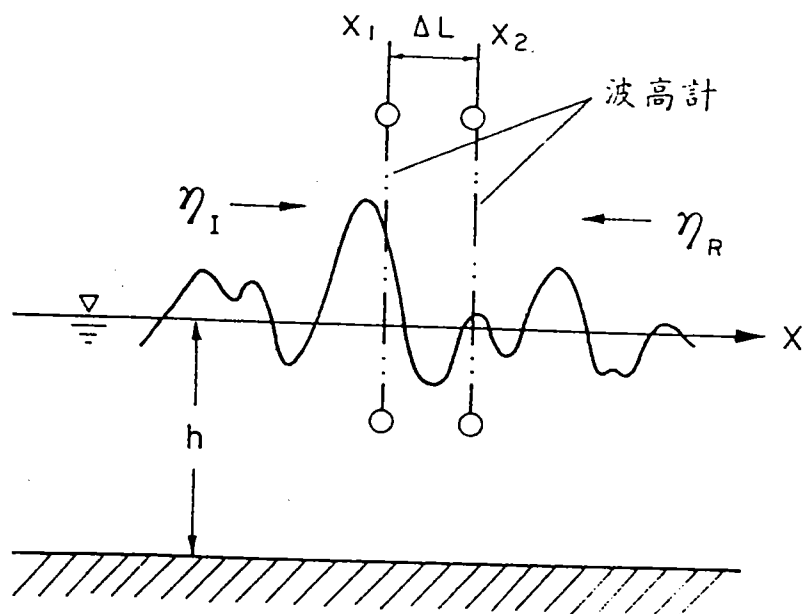


圖 6 入、反射波形及波高計示意圖

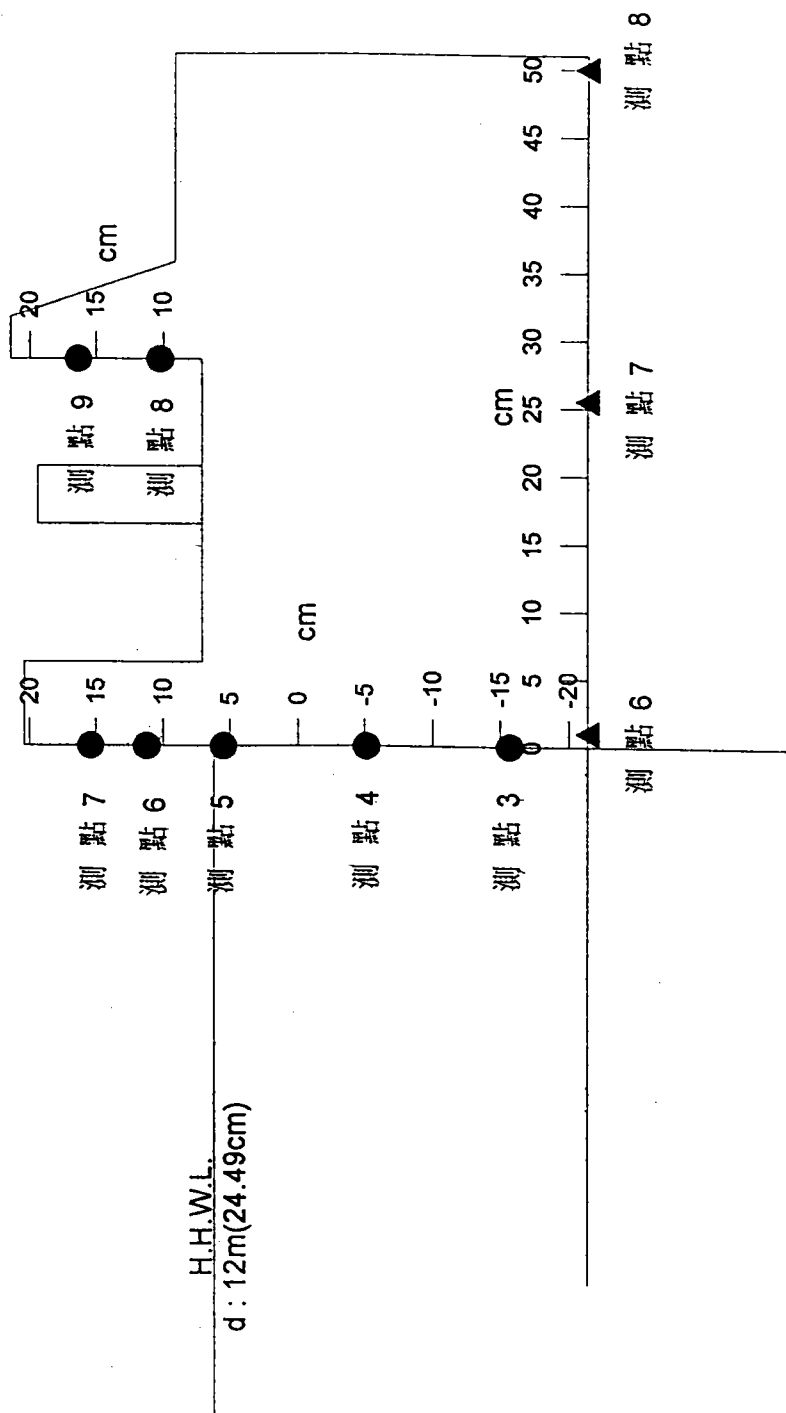


圖 7(a) 試驗斷面(I)壓力感受器相關位置示意圖

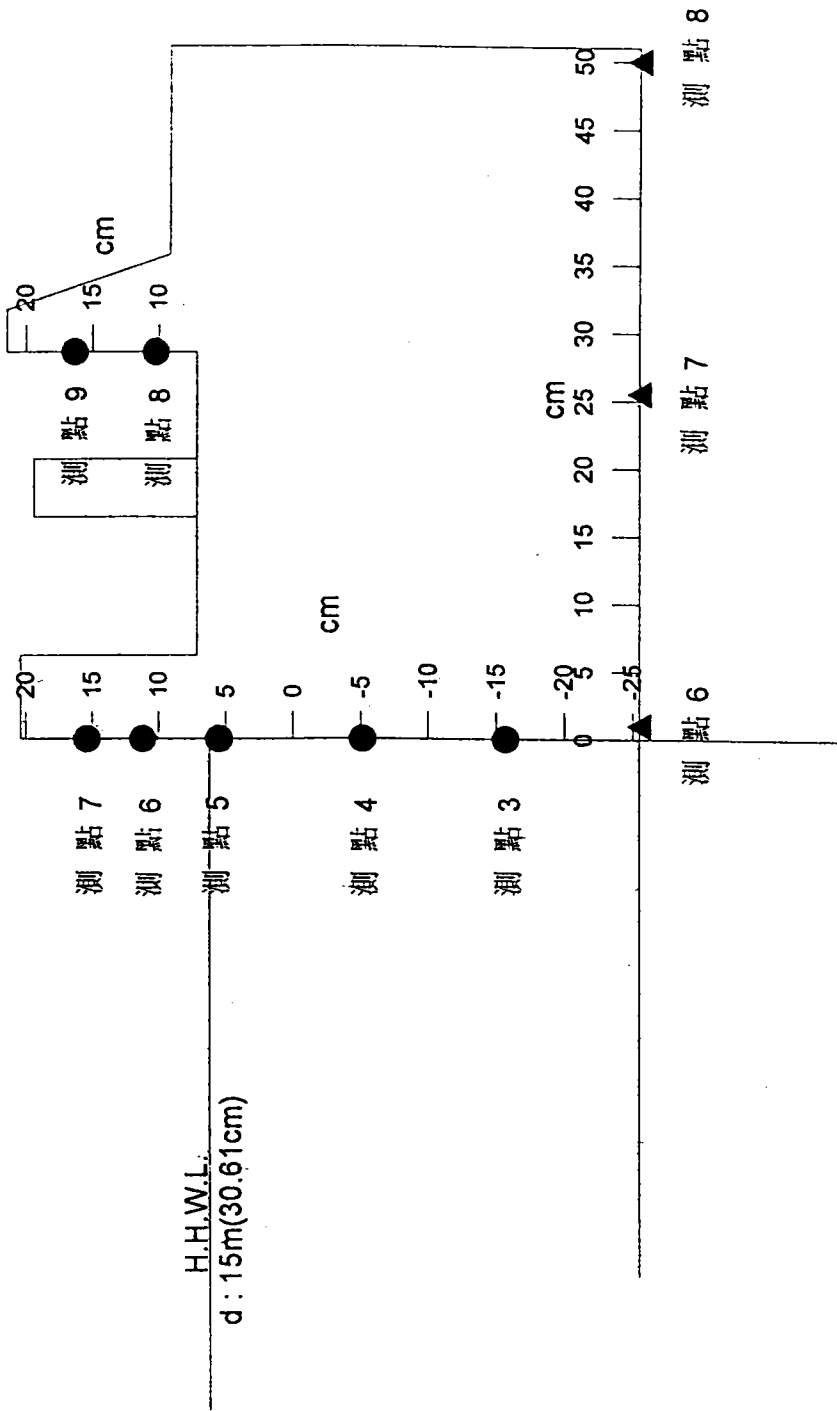


圖 7(b) 試驗斷面(II)壓力感受器相關位置示意圖

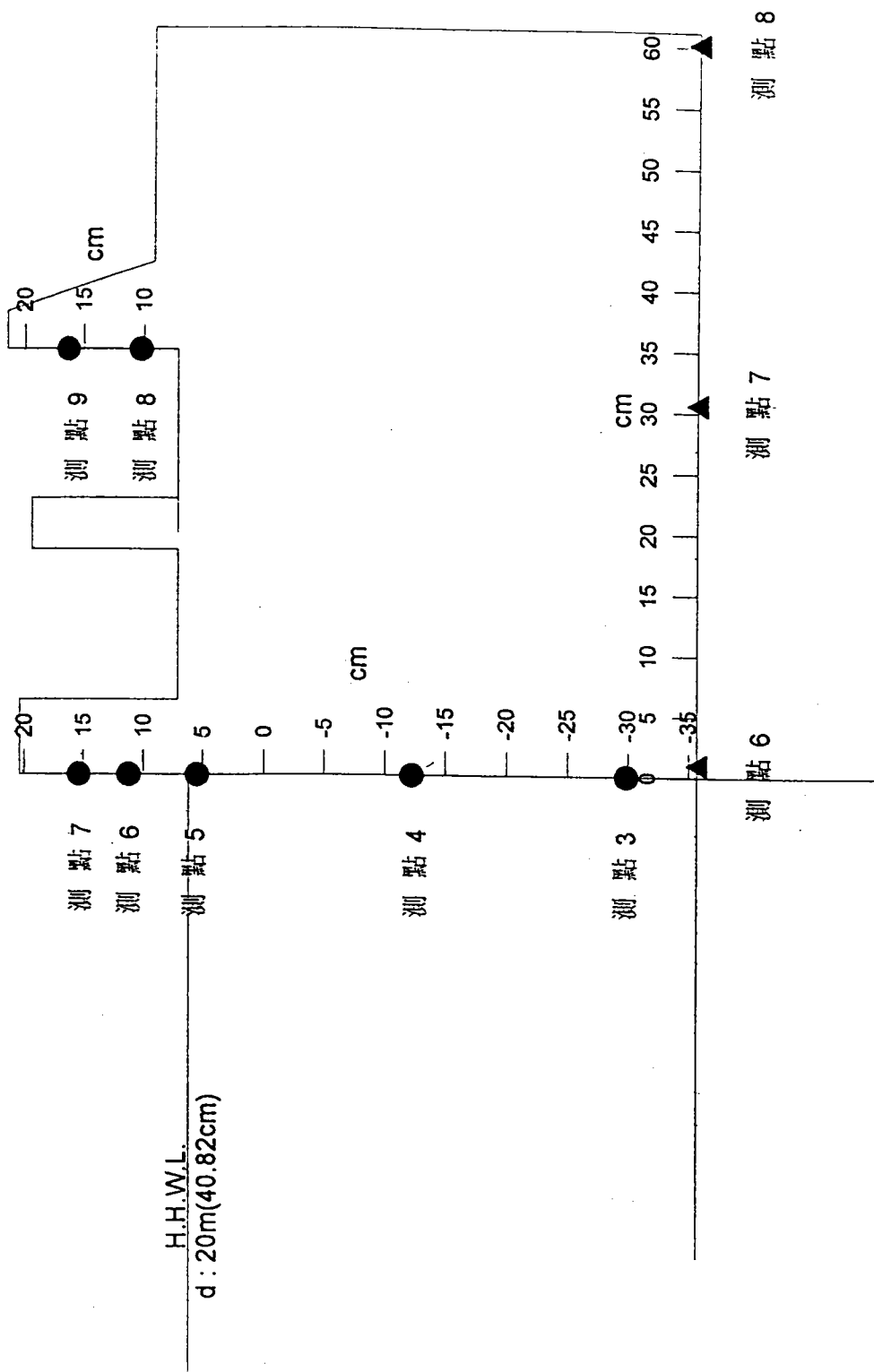
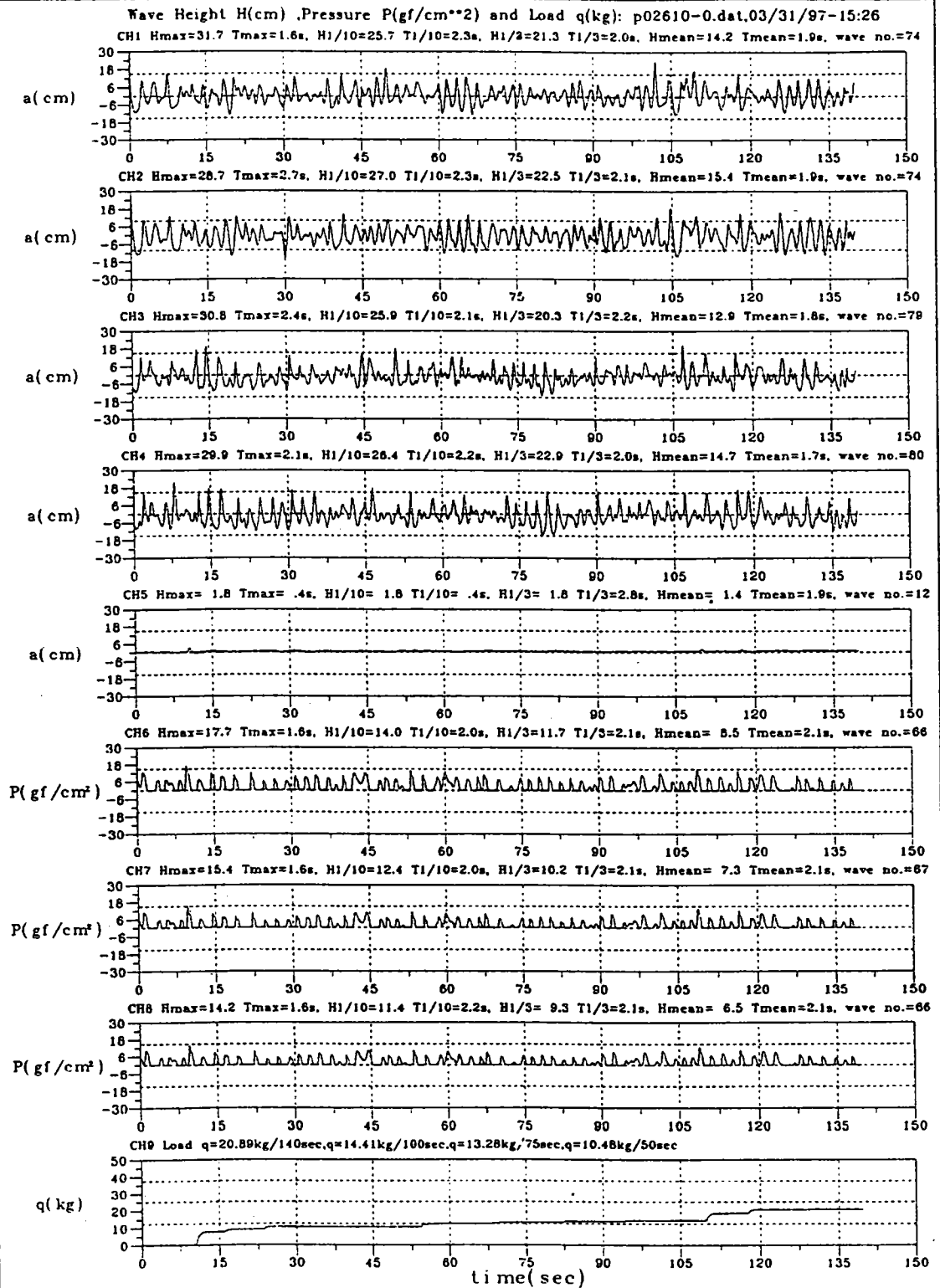


圖 7(c) 試驗斷面(III)壓力感受器相關位置示意圖

Water Level a(cm) ,Pressure P(gf/cm**2) and Overtopping q(kg)



P02610-0.HT1

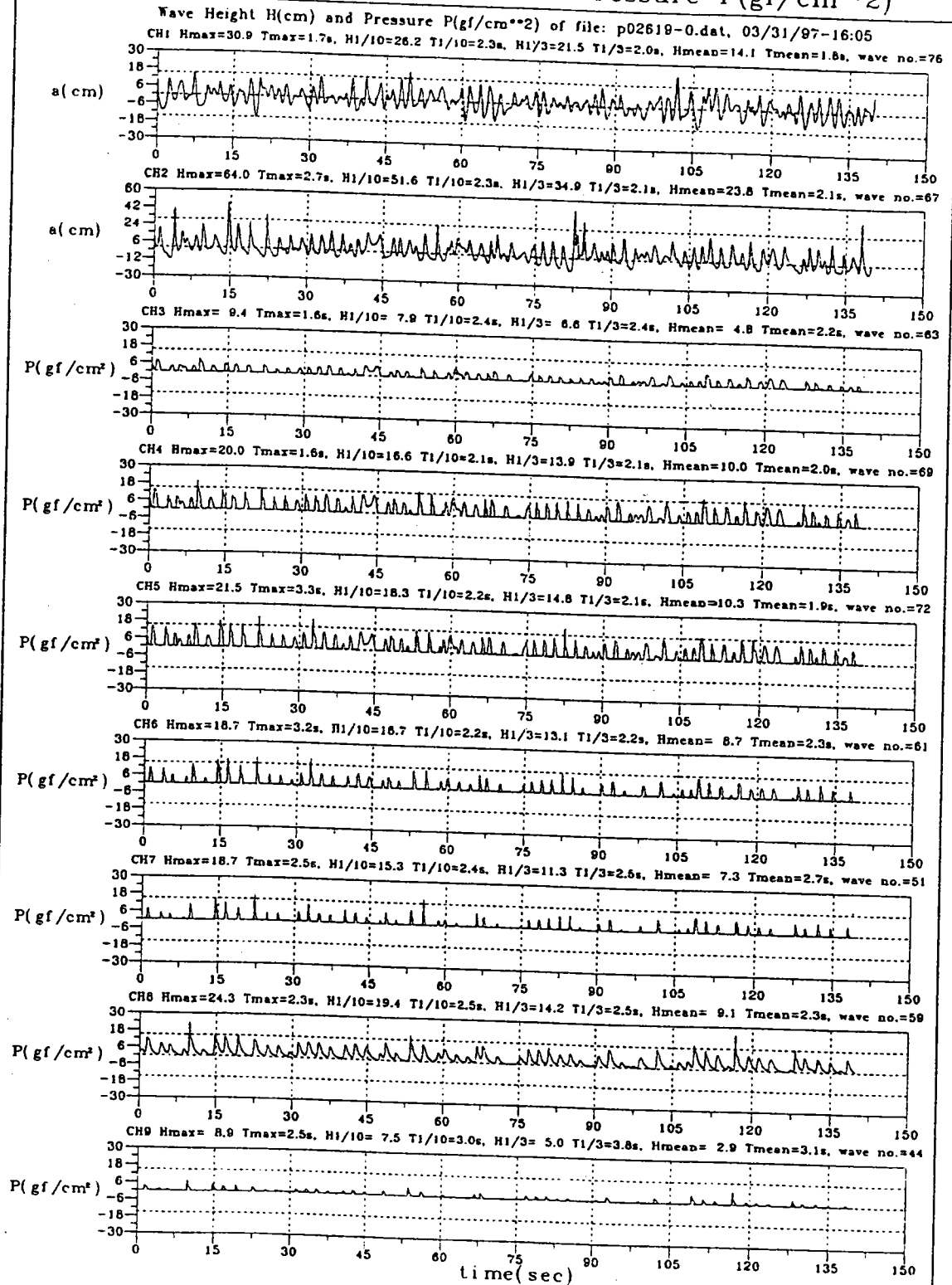
Institute of Harbor & Marine Technology

PLD2V FOR

1997.10.15

圖 8(a) 第 I 階段實驗断面 I 波高 12.6m , 週期 14.6m ,
各物理量延時變化圖

Water Level a(cm) and Wave Pressure P(gf/cm²)



P02619-0.HT1

Institute of Harbor & Marine Technology

PLDAIV.FOR

1997.10.15

圖 8(b) 第II階段實驗斷面 I 波高 12.6m, 週期 14.6m, 各物理量延時變化圖

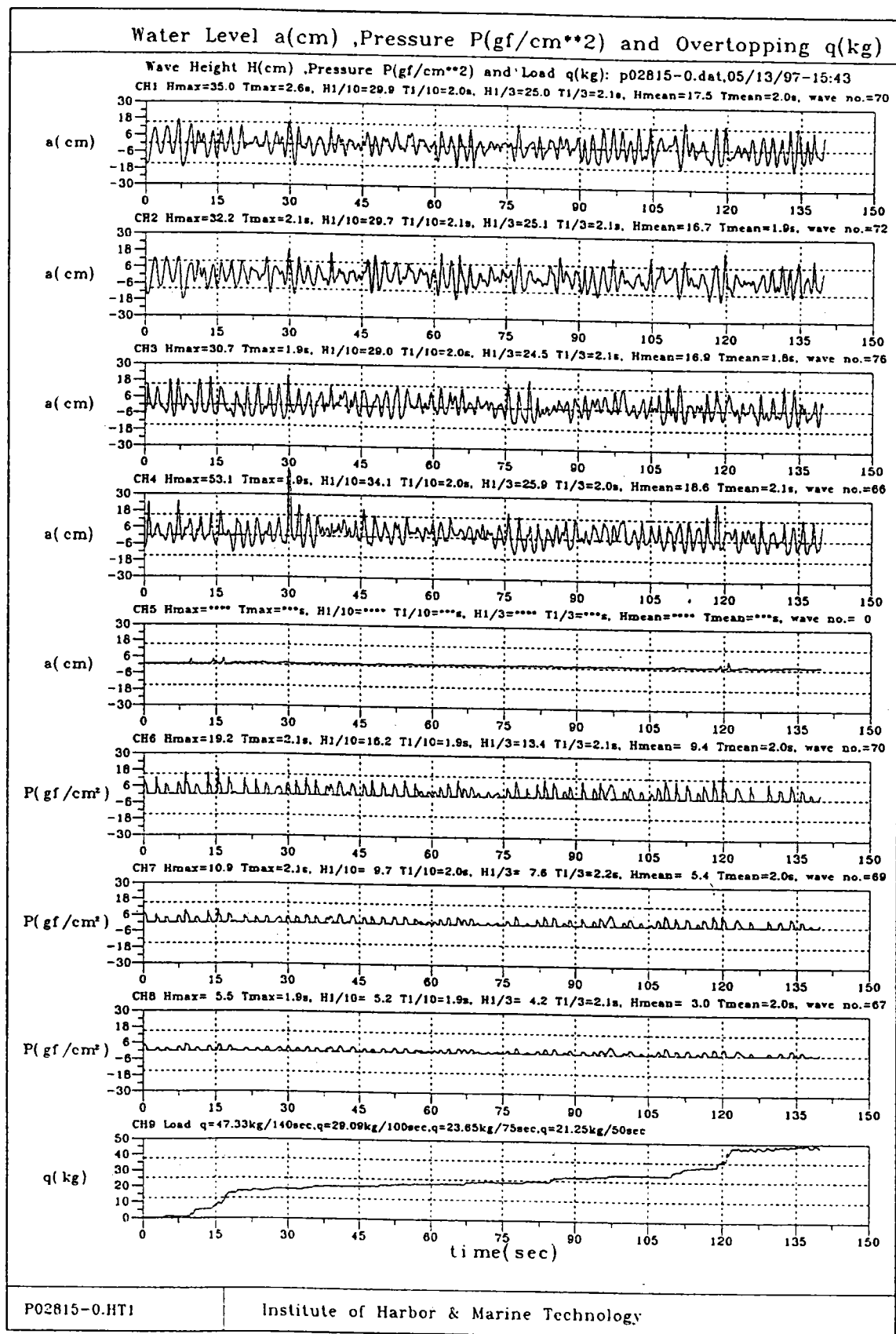
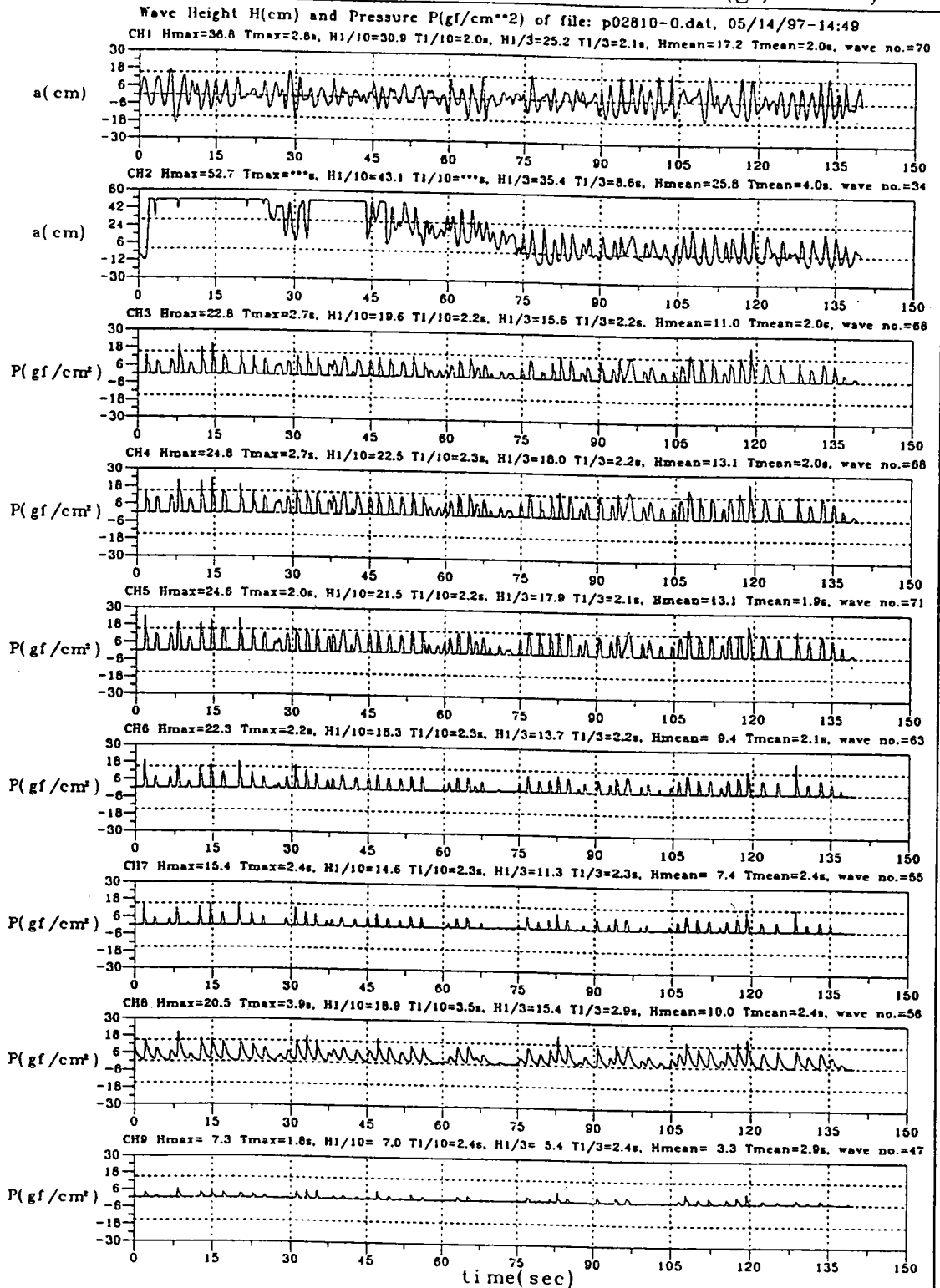


圖 9(a) 第 I 階段實驗断面 II 波高 12.6m , 週期 14.6m ,
各物理量延時變化圖

Water Level a(cm) and Wave Pressure P(gf/cm**2)



P02810-0.HT1

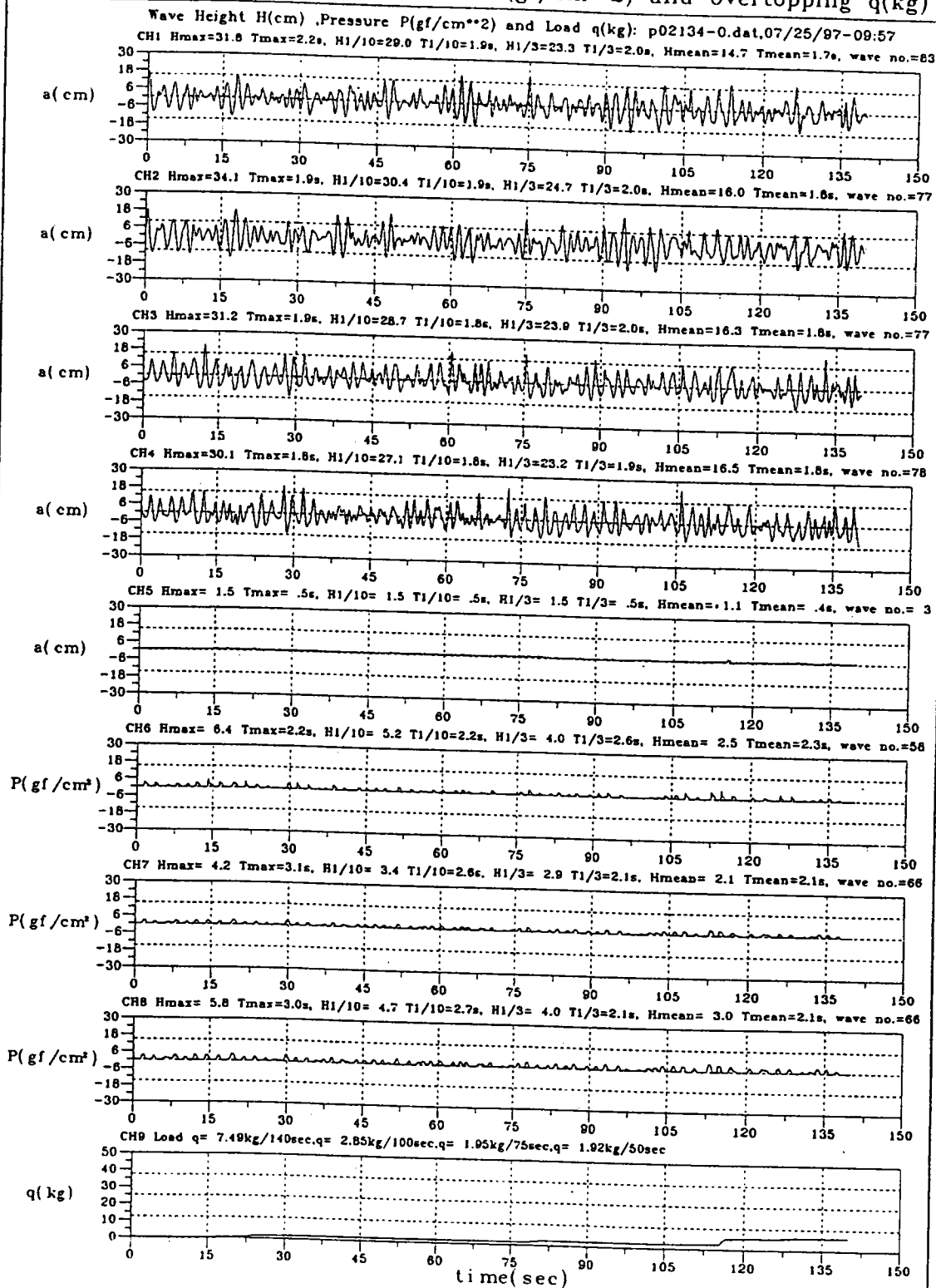
Institute of Harbor & Marine Technology

PLDAIV FOR

圖 9(b) 第II階段實驗断面II波高 12.6m, 週期 14.6m, 各物理量延時變化圖

1997.10.15

Water Level a(cm) ,Pressure P(gf/cm²) and Overlapping q(kg)



P02134-0.HT1

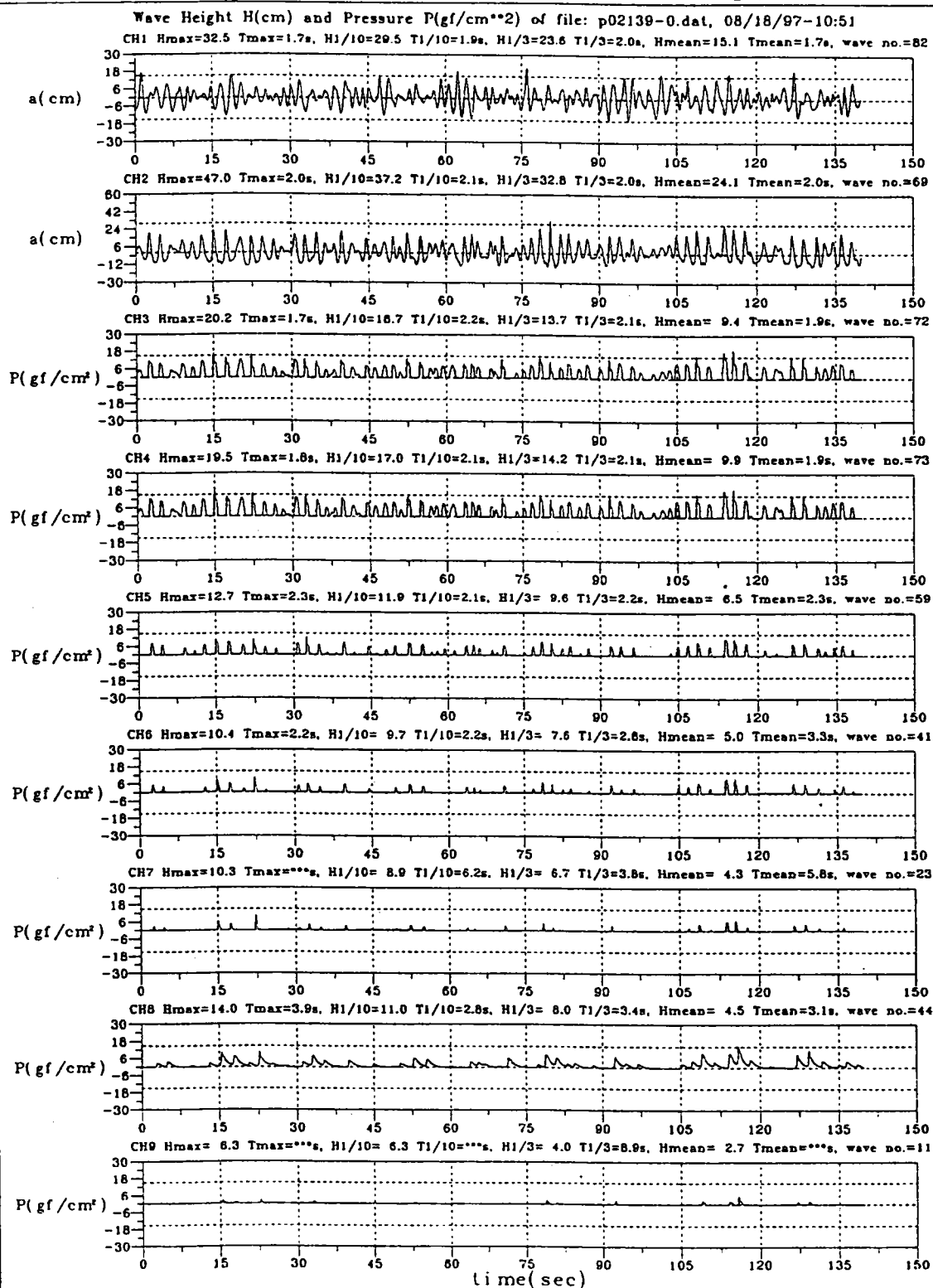
Institute of Harbor & Marine Technology

PLD42V.FOR

1997. 10. 10

圖 10(a) 第 I 階段實驗斷面 III 波高 12.6m , 週期 14.6m ,
各物理量延時變化圖

Water Level $a(\text{cm})$ and Wave Pressure $P(\text{gf}/\text{cm}^2)$



P02139-0.HT1

Institute of Harbor & Marine Technology

PLDAIV.FOR

1997.10.15

圖 10(b) 第 II 階段實驗斷面 III 波高 12.6m，週期 14.6m，
各物理量延時變化圖

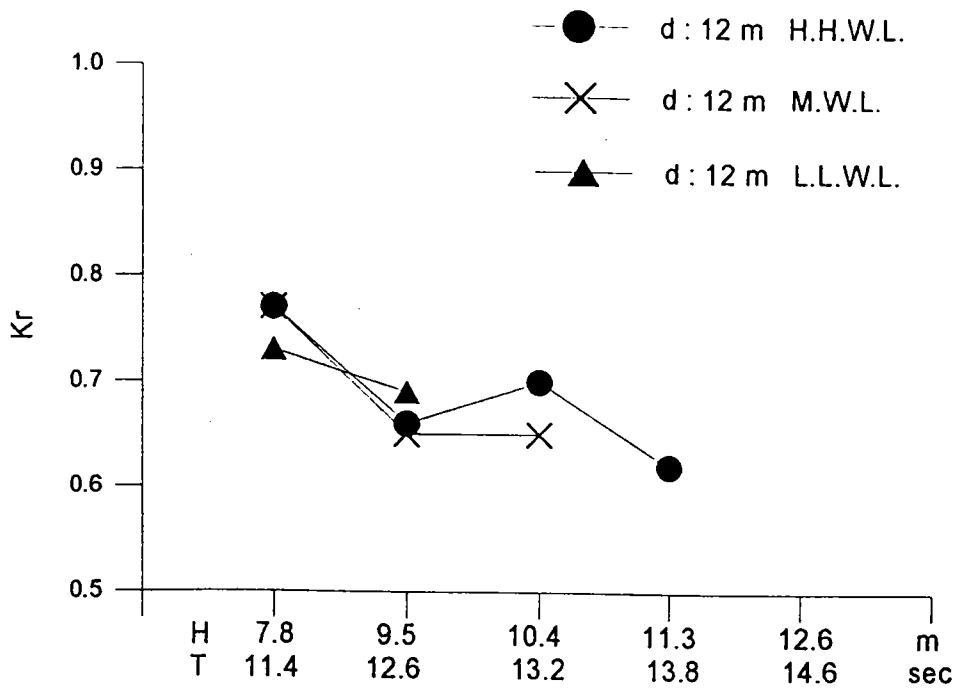


圖 11 反射率與波浪條件關係圖

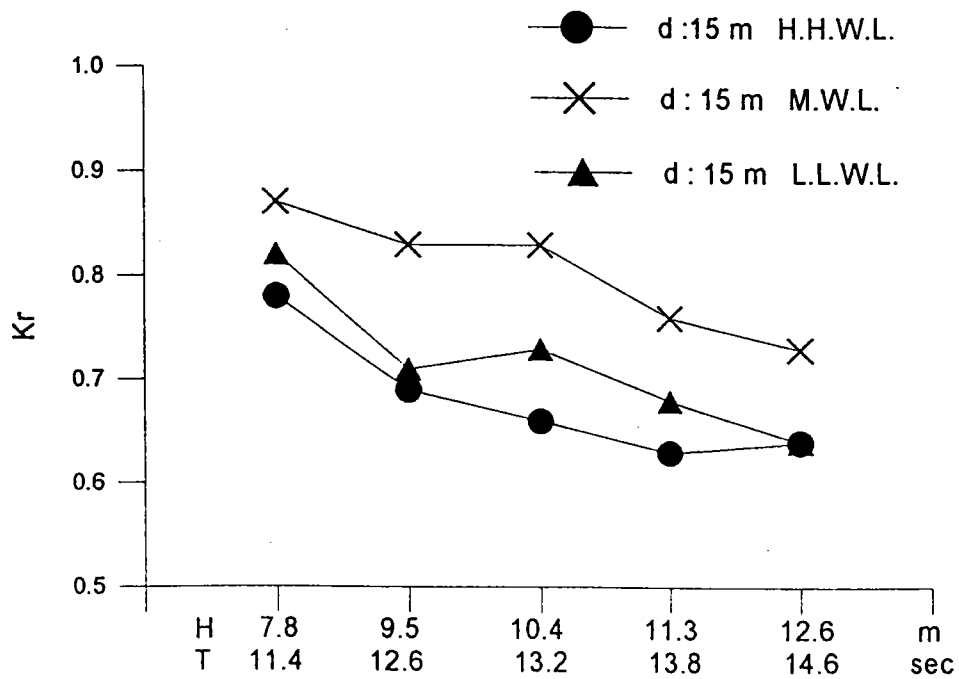


圖 12 反射率與波浪條件關係圖

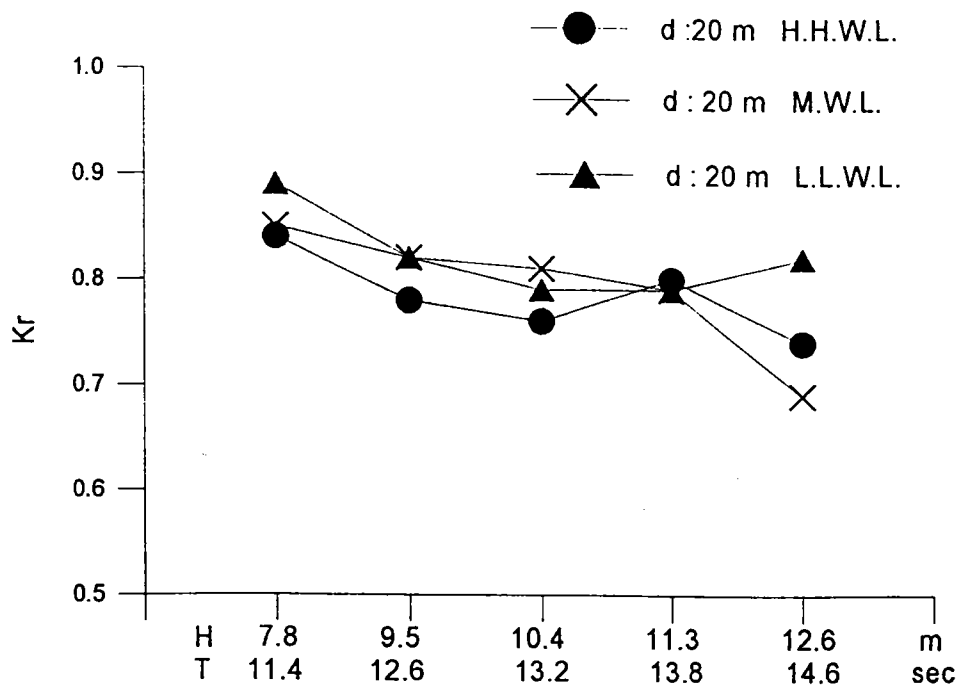


圖 13 反射率與波浪條件關係圖

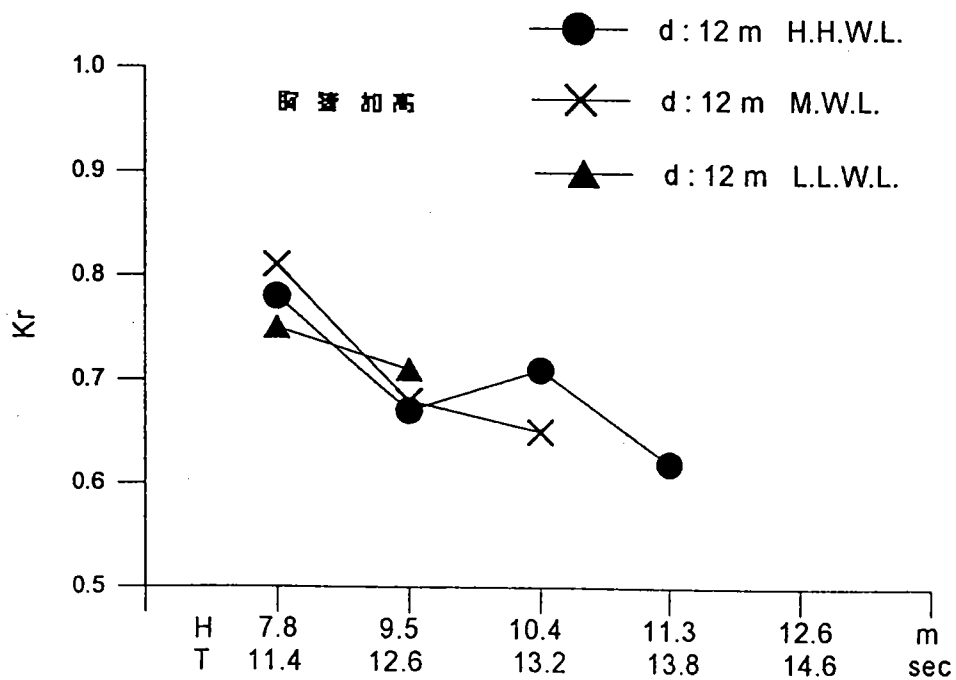


圖 14 反射率與波浪條件關係圖

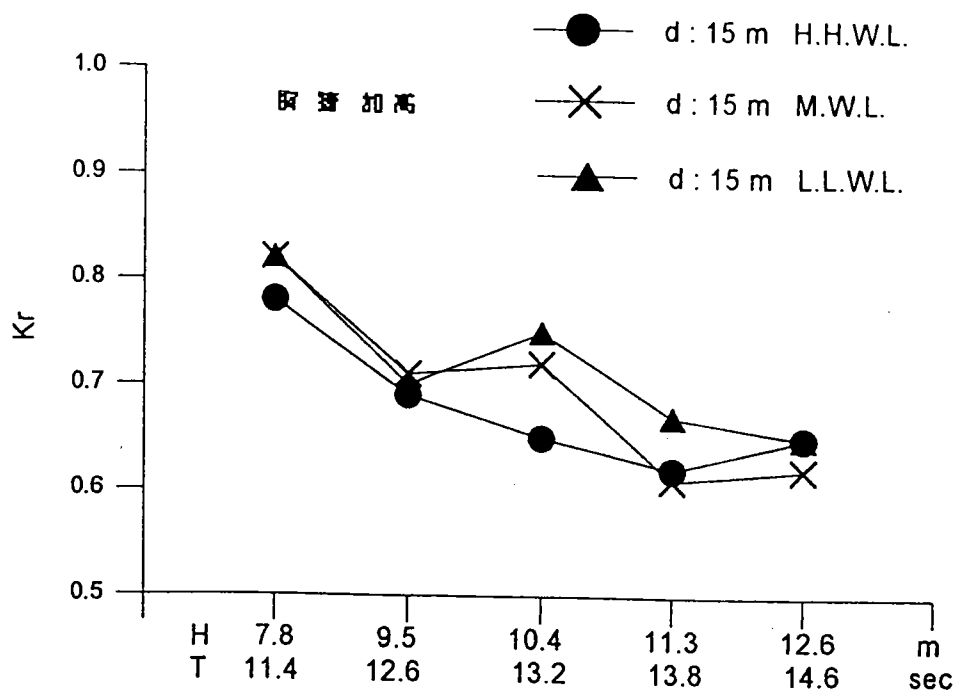


圖 15 反射率與波浪條件關係圖

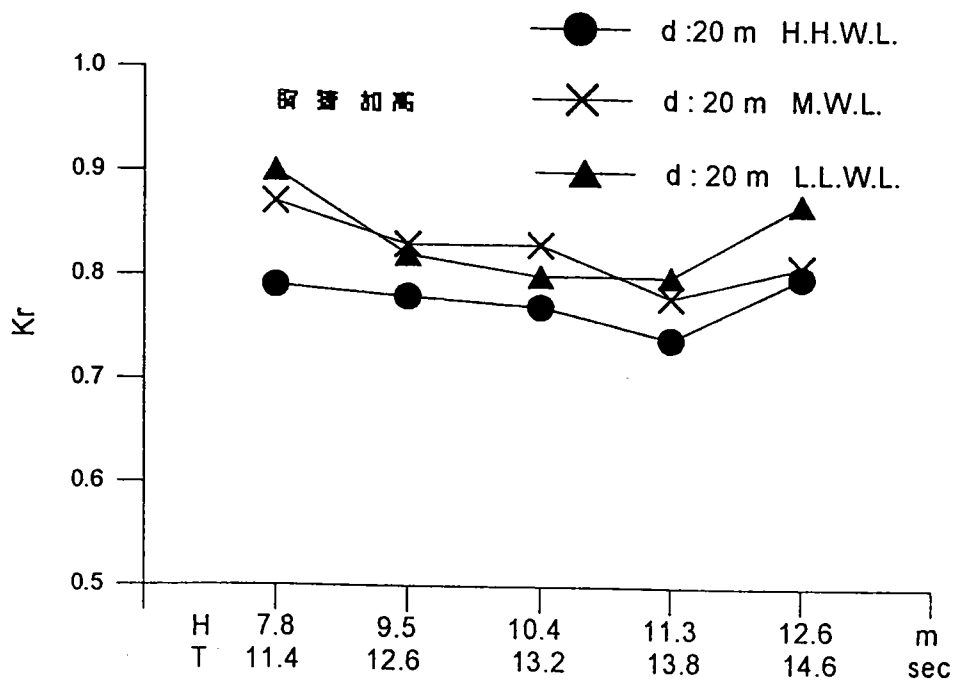


圖 16 反射率與波浪條件關係圖

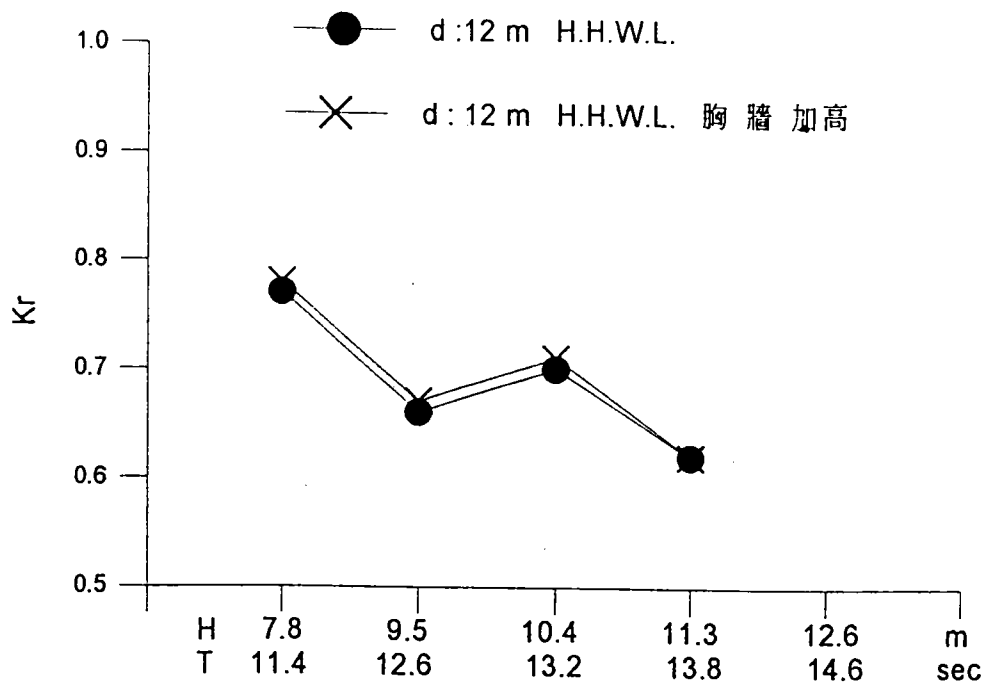


圖 17 反射率與波浪條件關係圖

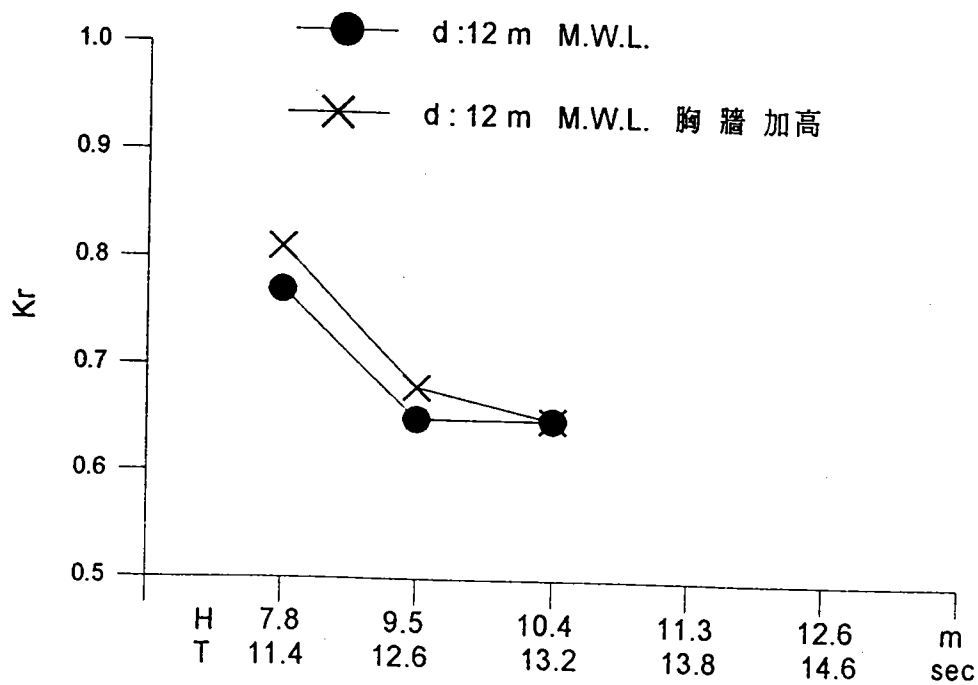


圖 18 反射率與波浪條件關係圖

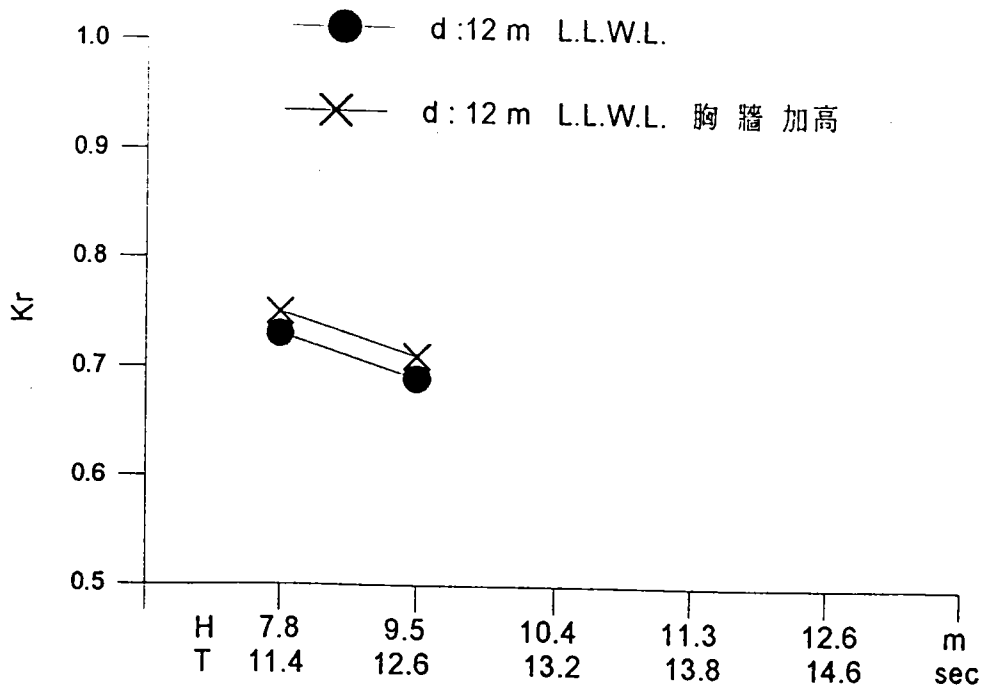


圖 19 反射率與波浪條件關係圖

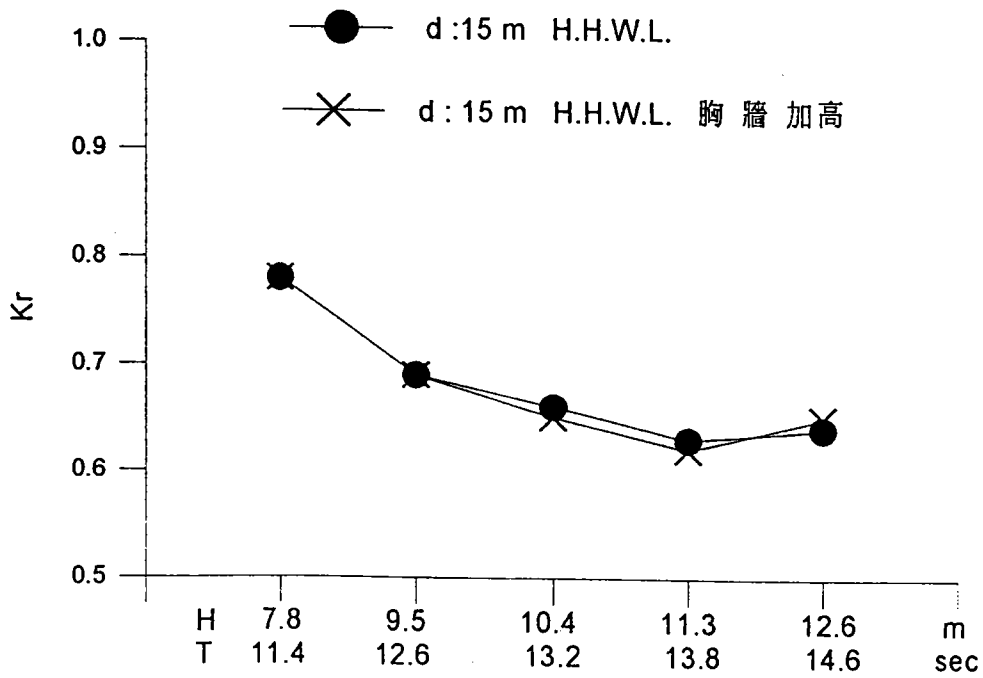


圖 20 反射率與波浪條件關係圖

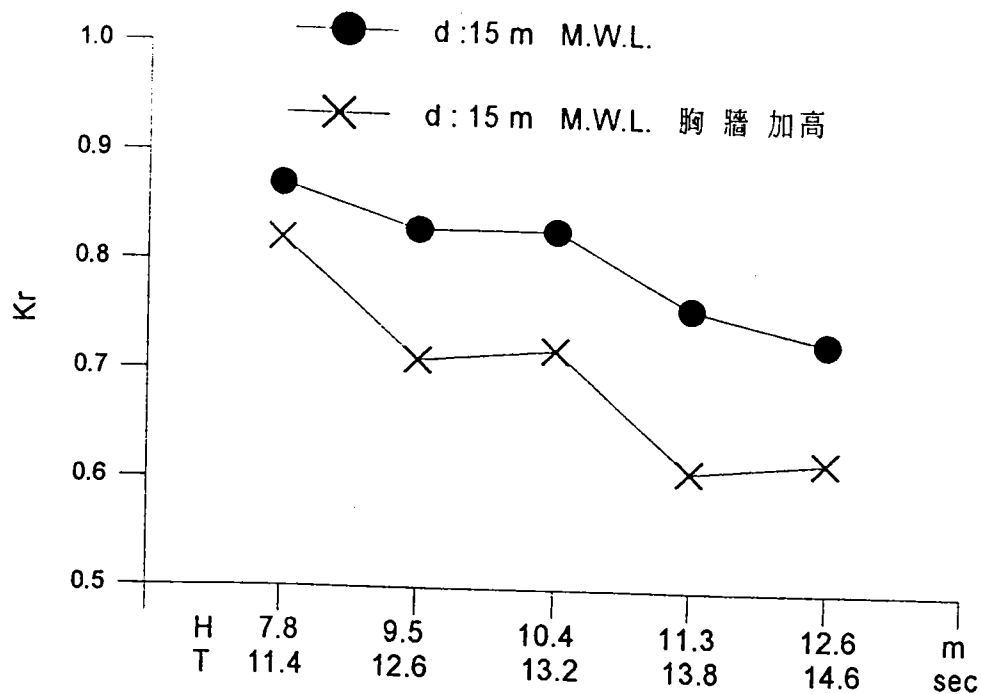


圖 21 反射率與波浪條件關係圖

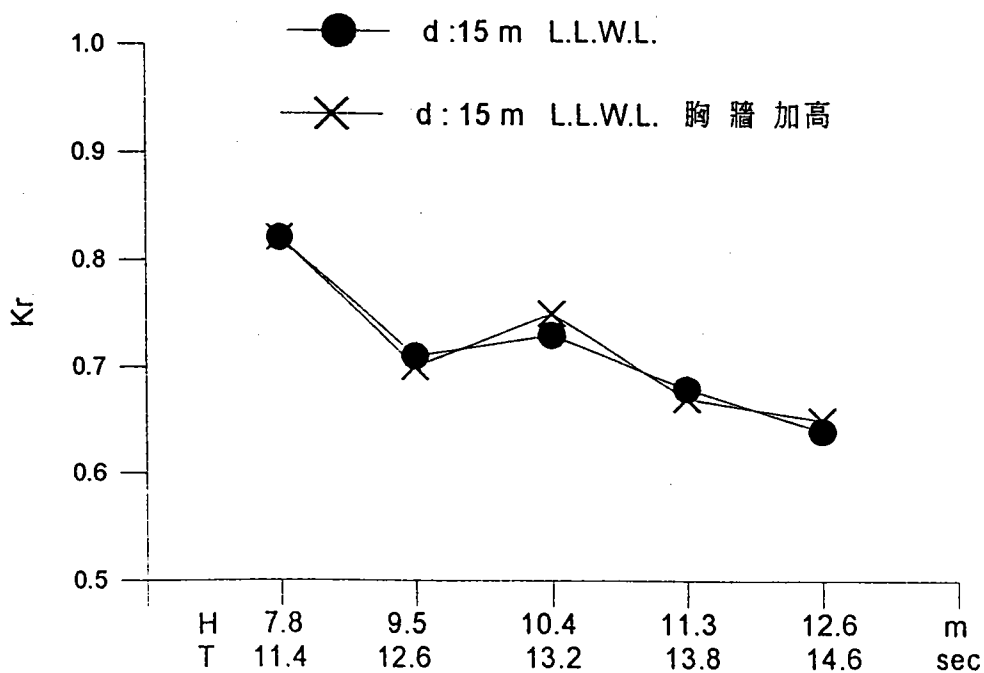


圖 22 反射率與波浪條件關係圖

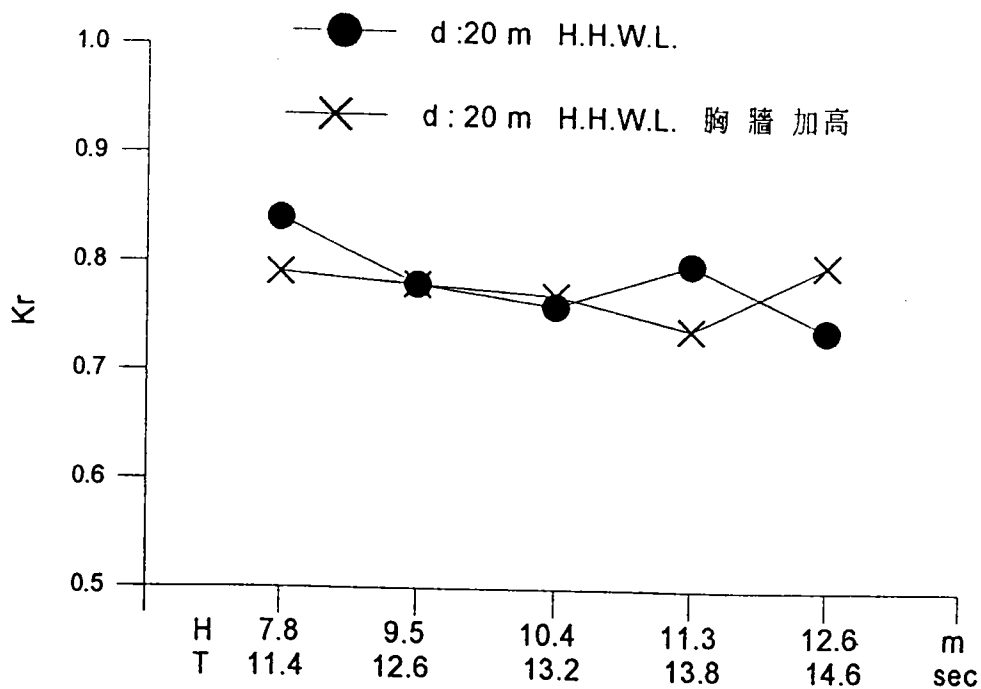


圖 23 反射率與波浪條件關係圖

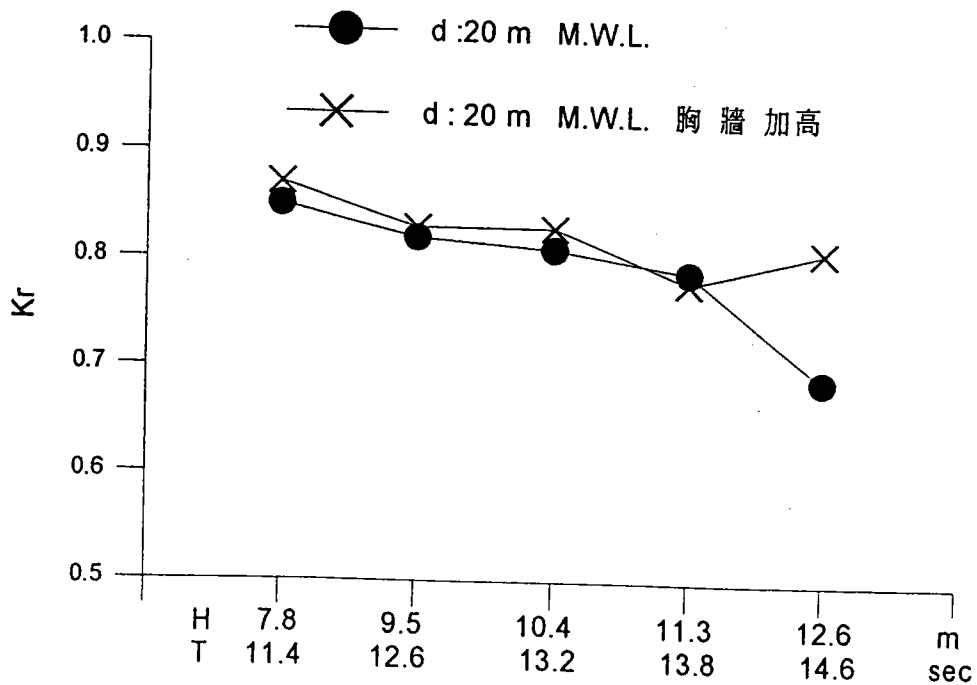


圖 24 反射率與波浪條件關係圖

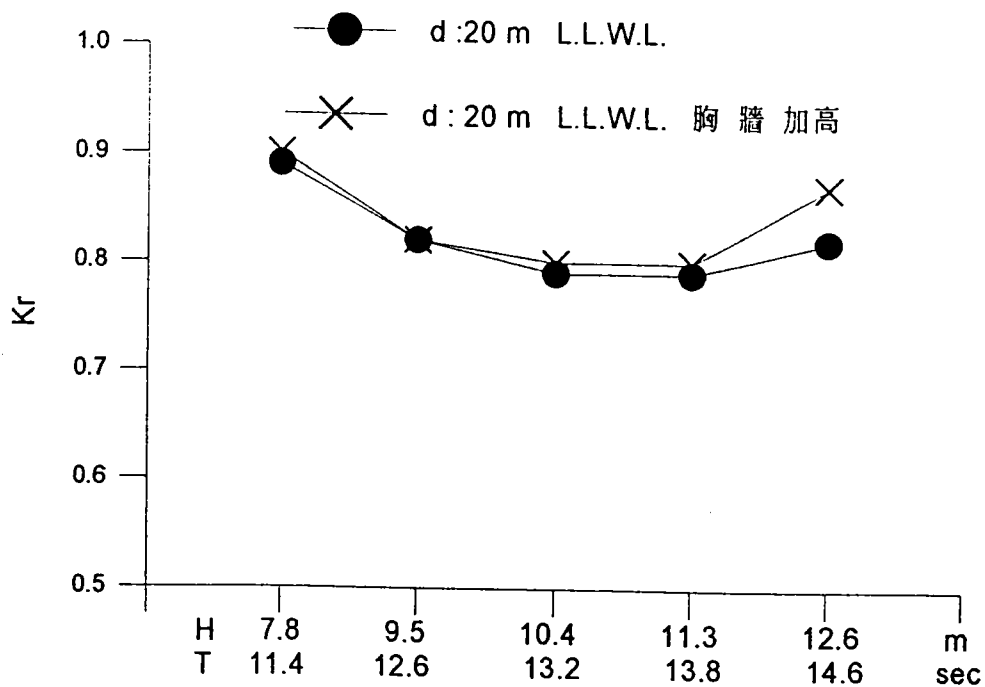


圖 25 反射率與波浪條件關係圖

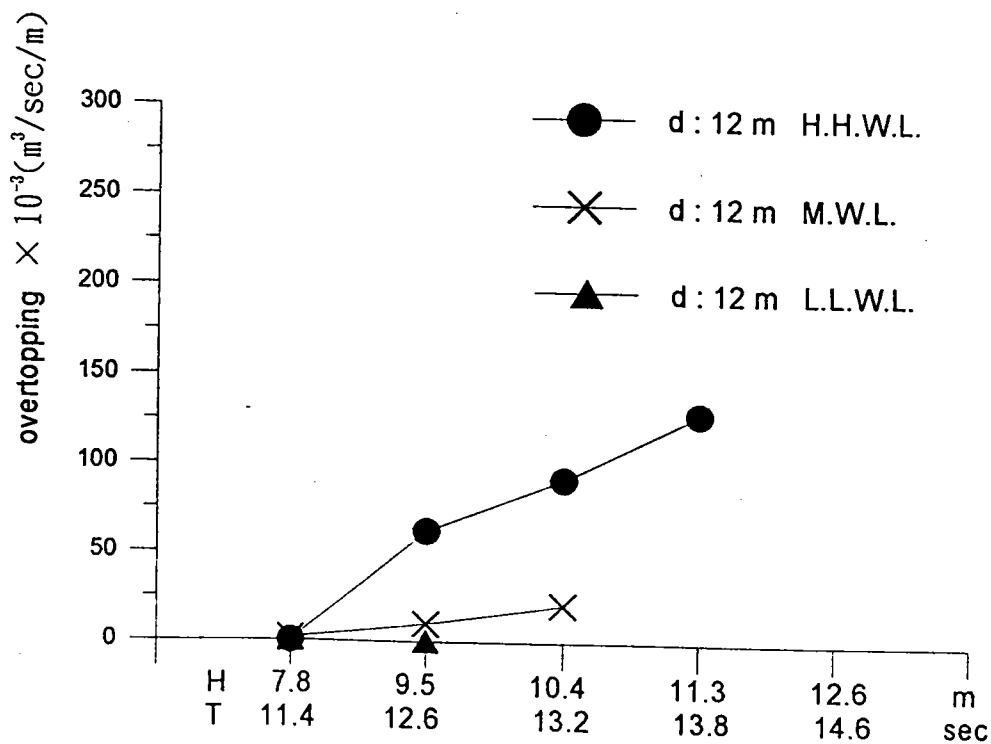


圖 26 越波量與波浪條件關係圖

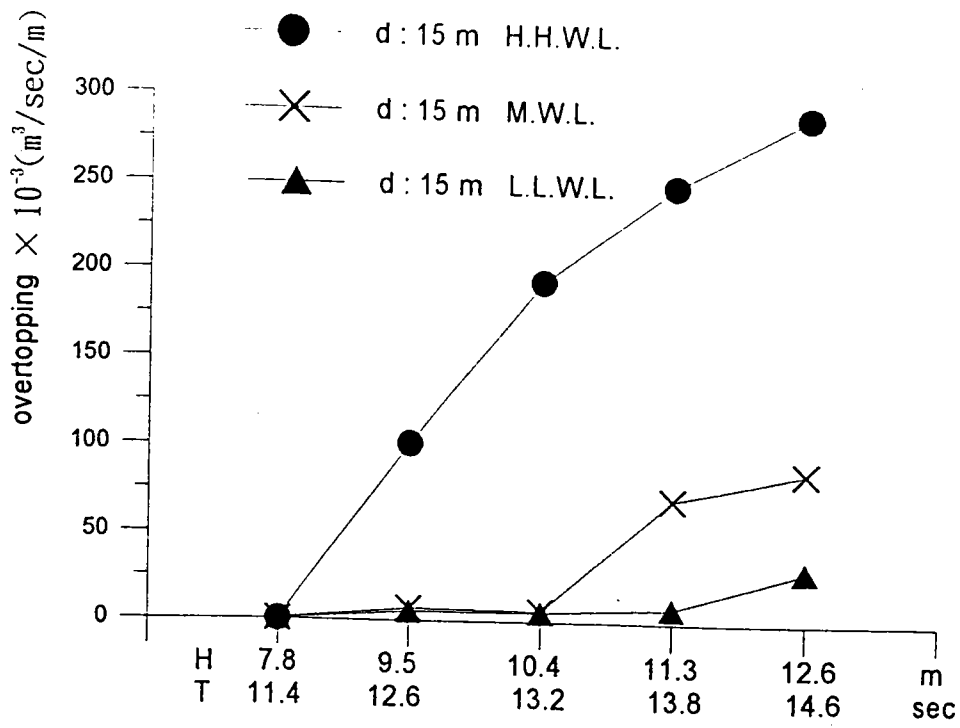


圖 27 越波量與波浪條件關係圖

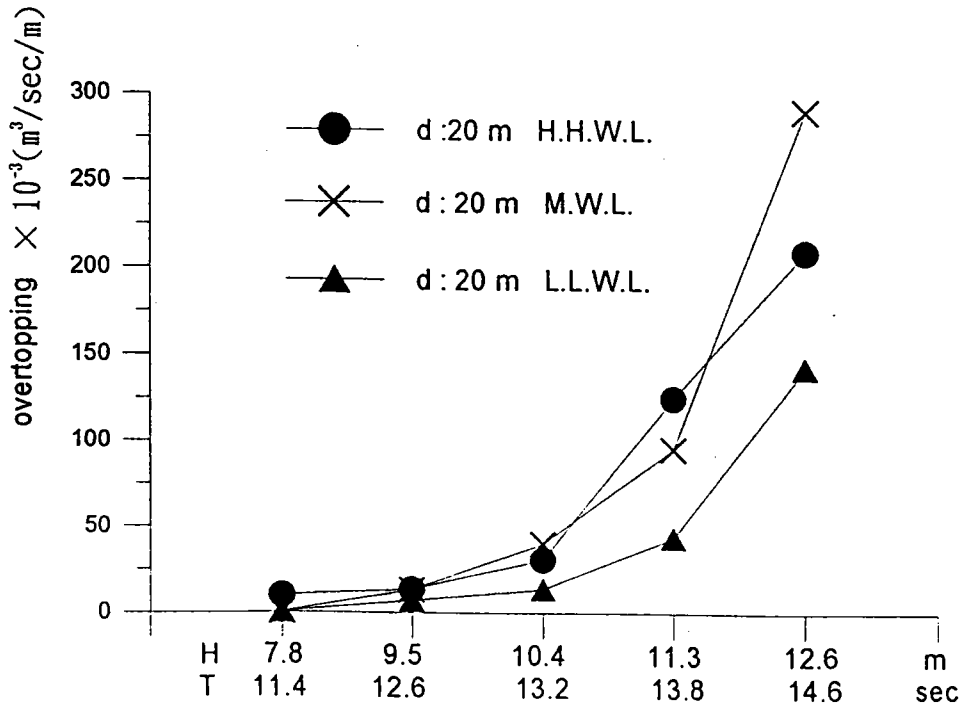


圖 28 越波量與波浪條件關係圖

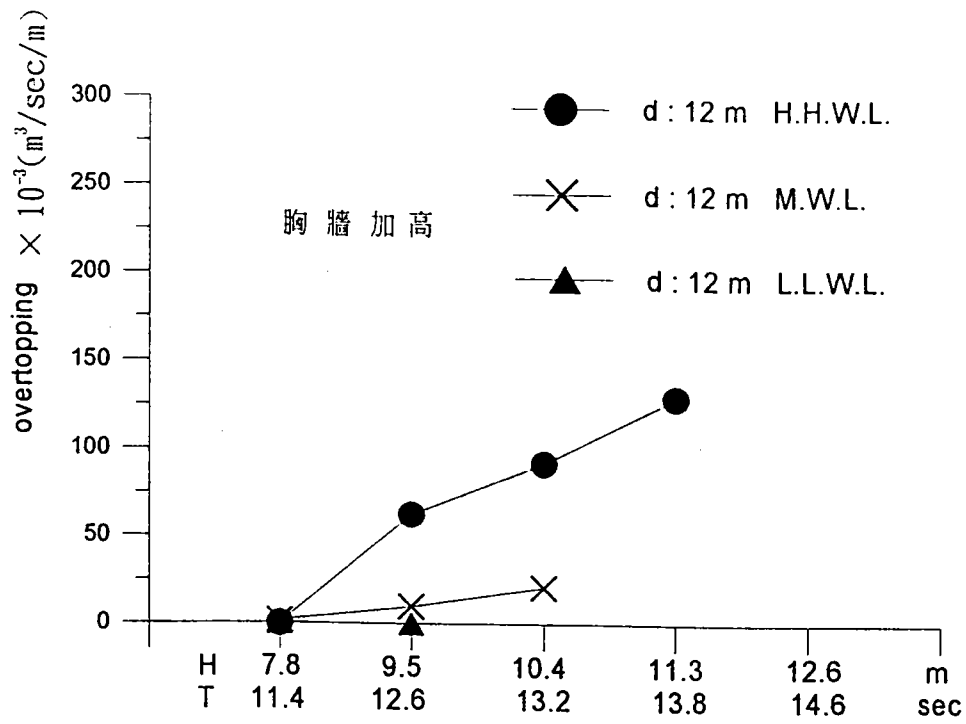


圖 29 越波量與波浪條件關係圖

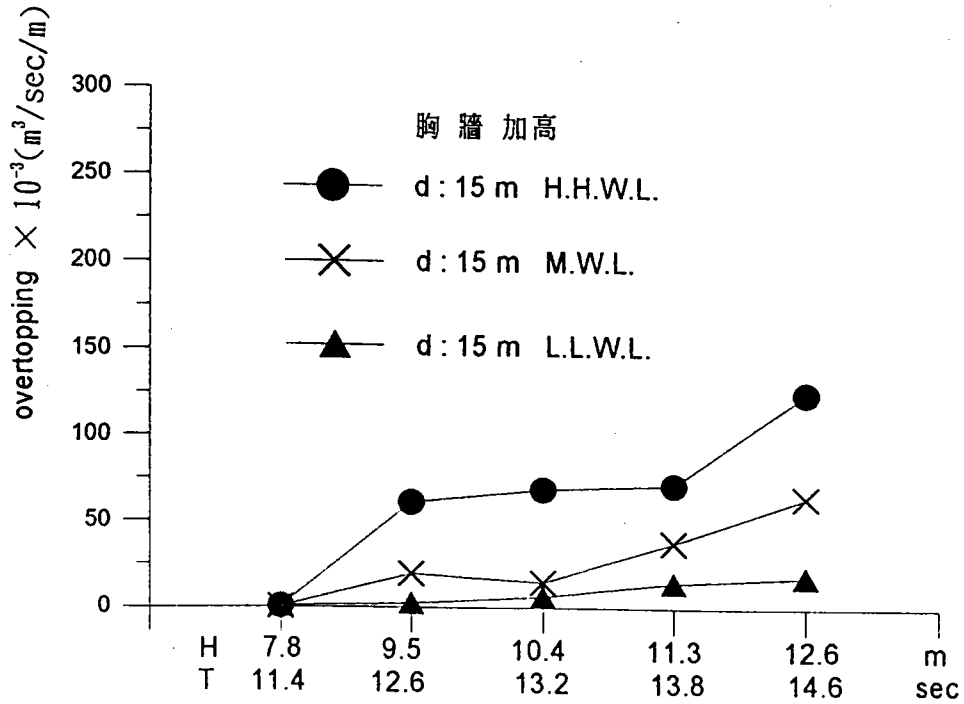


圖 30 越波量與波浪條件關係圖

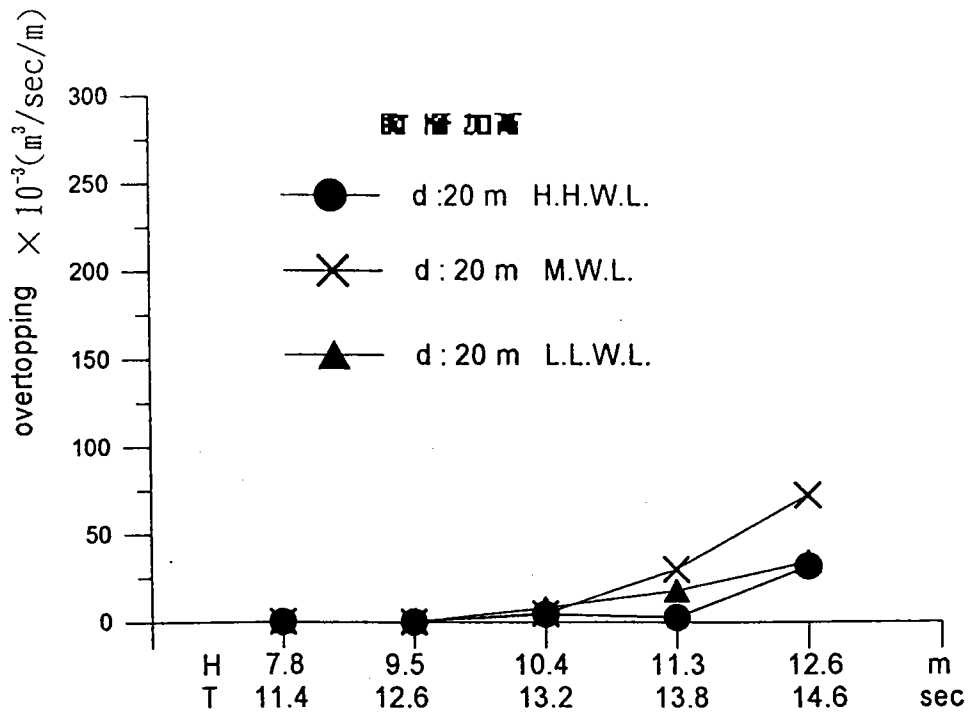


圖 31 越波量與波浪條件關係圖

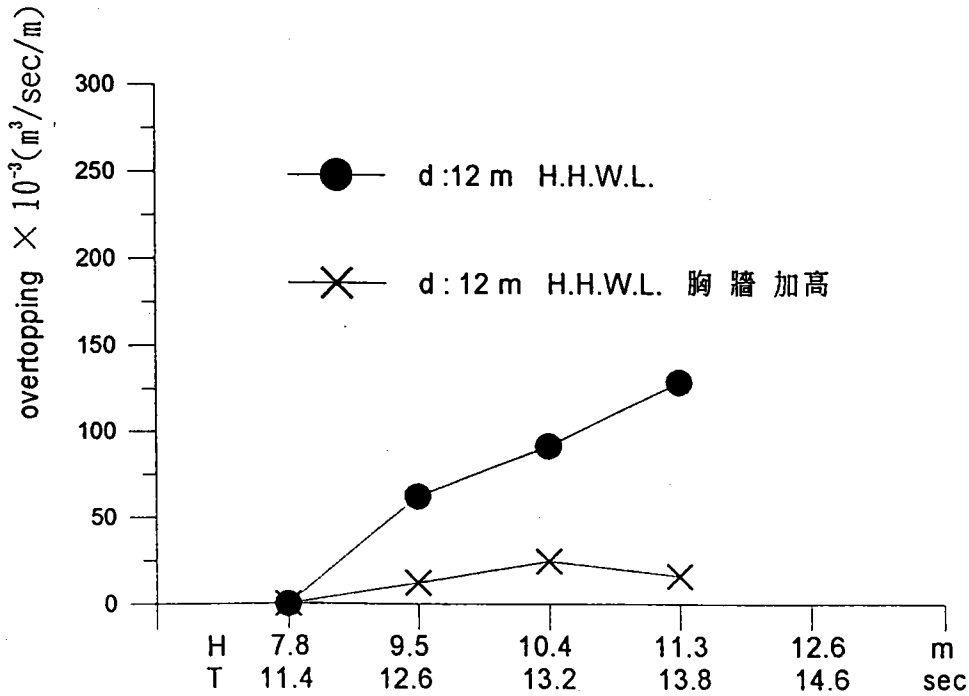


圖 32 越波量與波浪條件關係圖

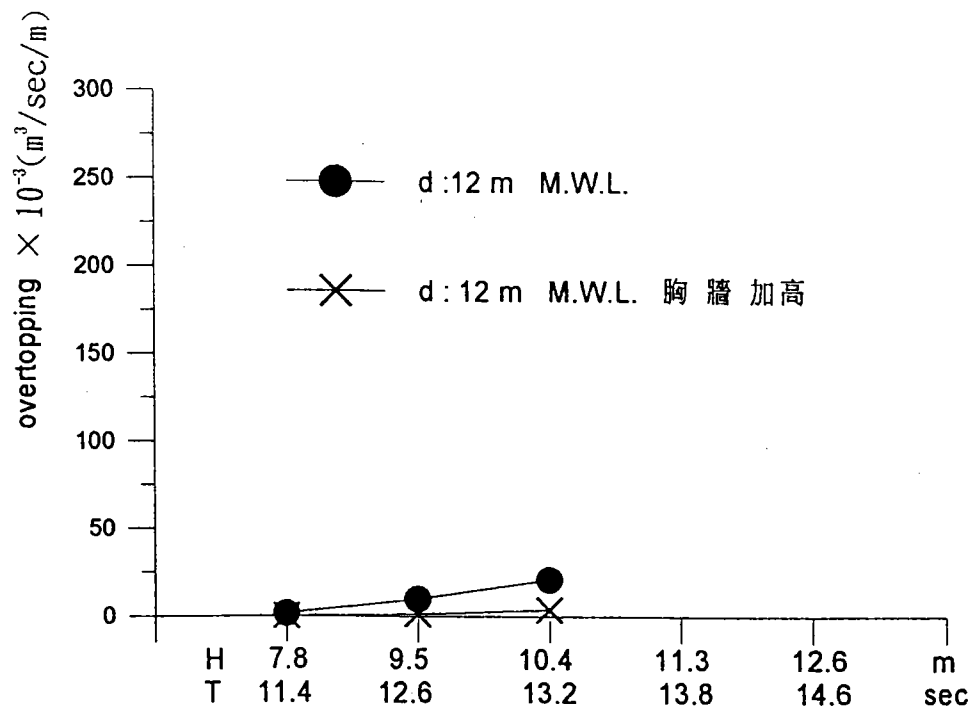


圖 33 越波量與波浪條件關係圖

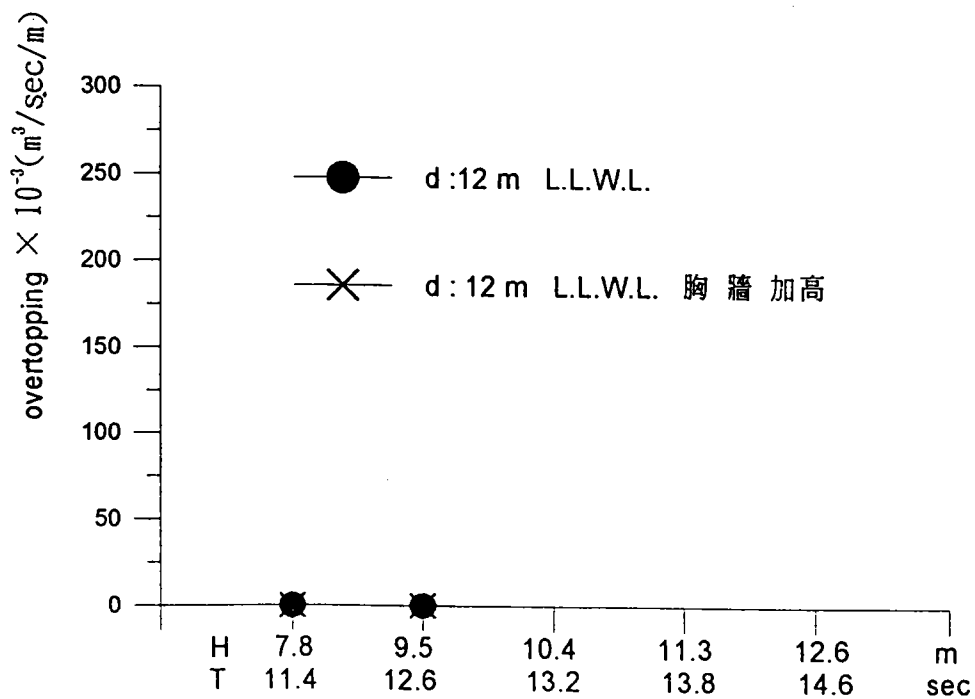


圖 34 越波量與波浪條件關係圖

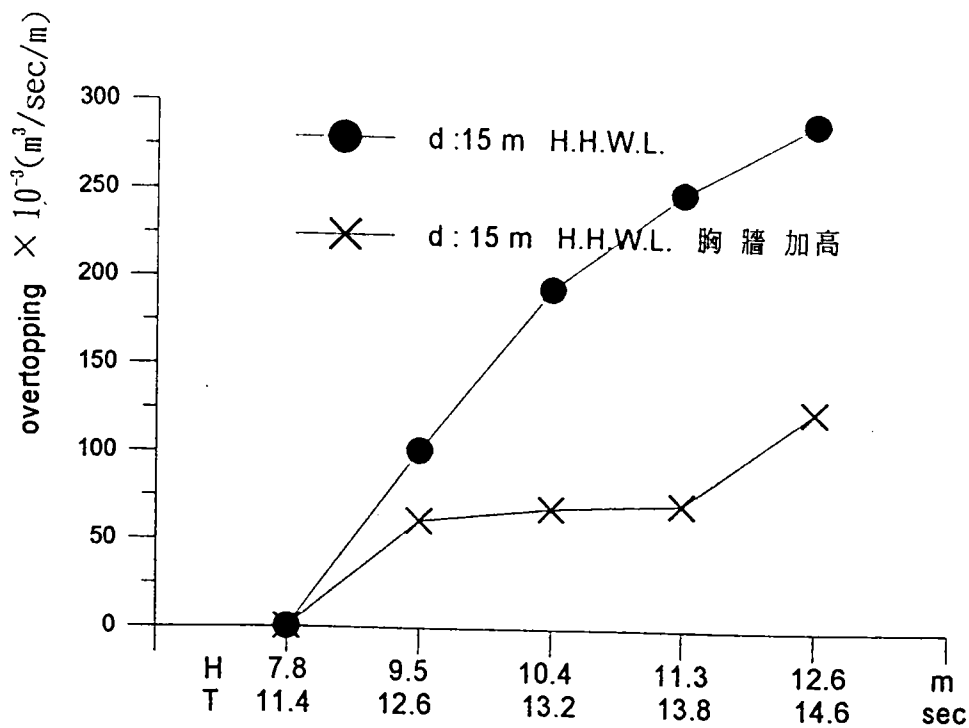


圖 35 越波量與波浪條件關係圖

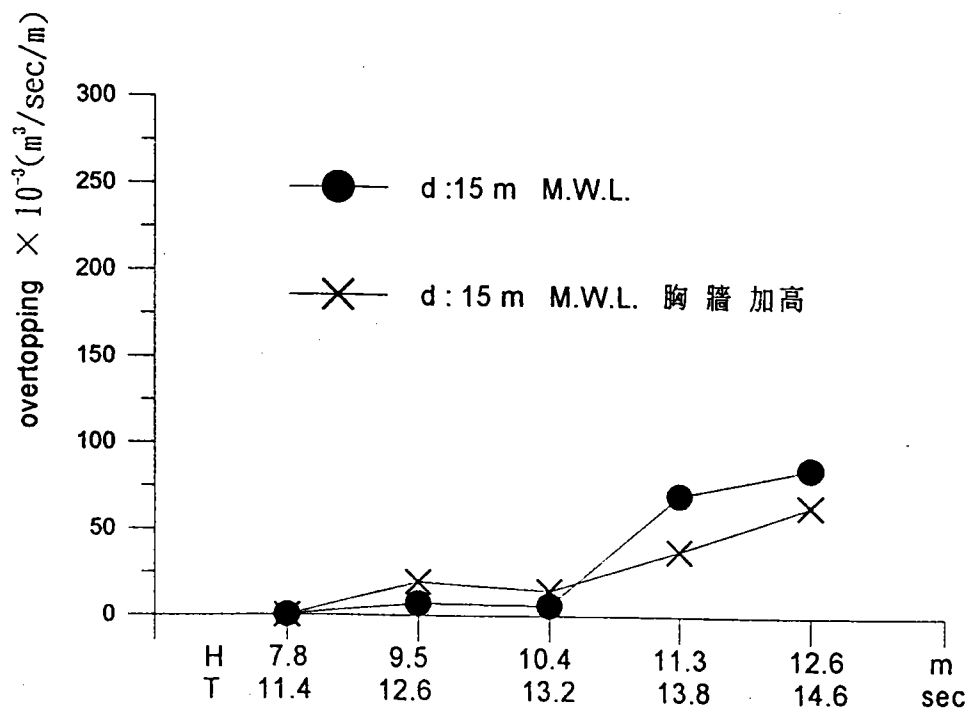


圖 36 越波量與波浪條件關係圖

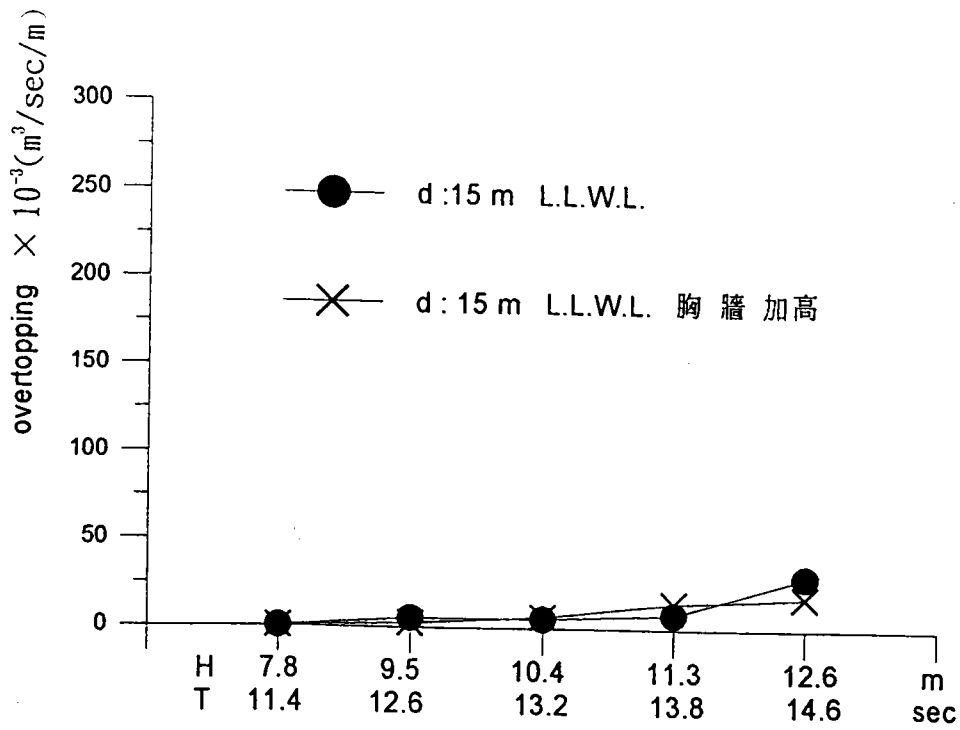


圖 37 越波量與波浪條件關係圖

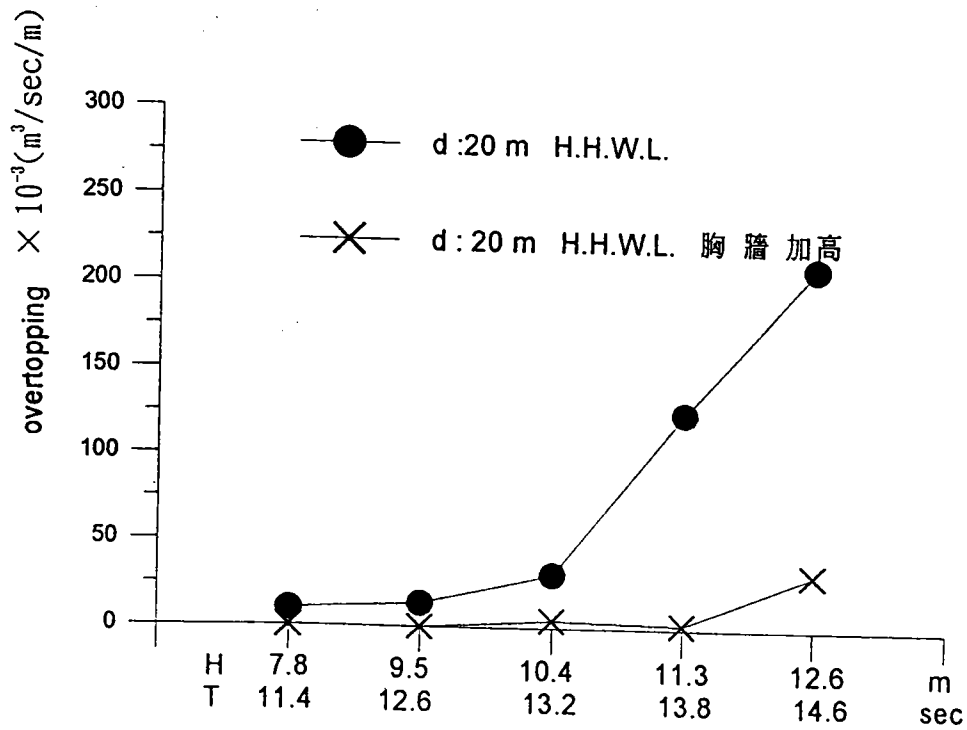


圖 38 越波量與波浪條件關係圖

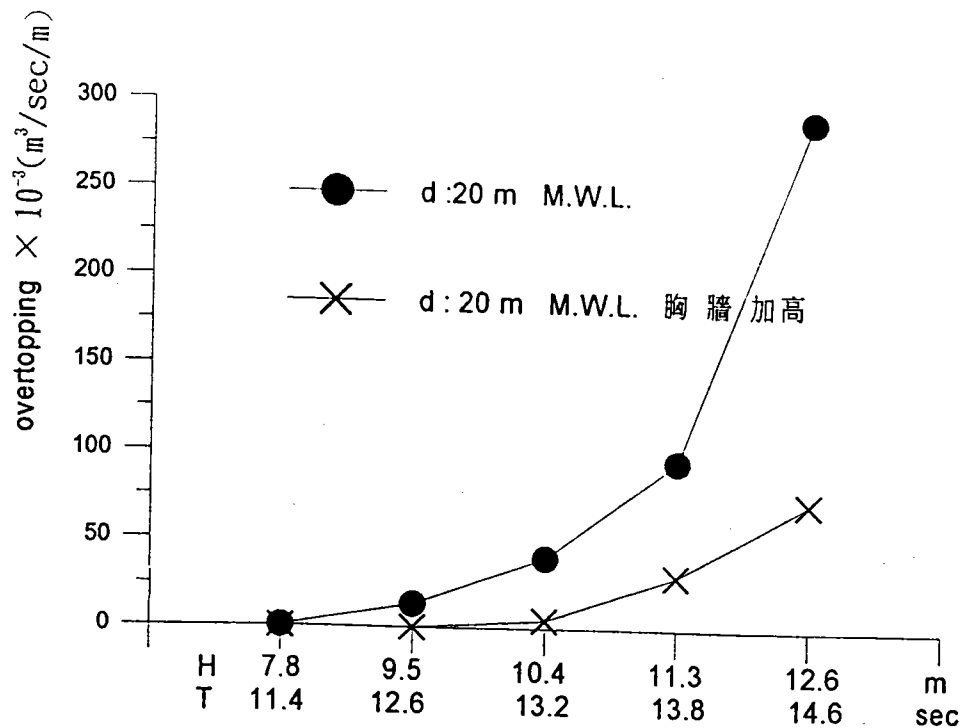


圖 39 越波量與波浪條件關係圖

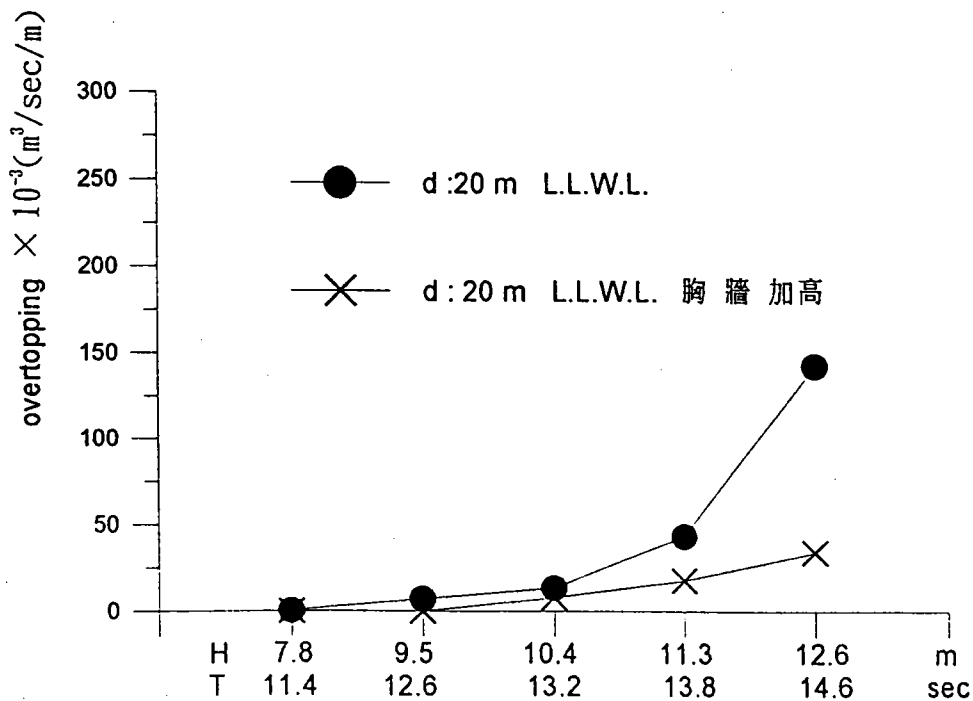


圖 40 越波量與波浪條件關係圖

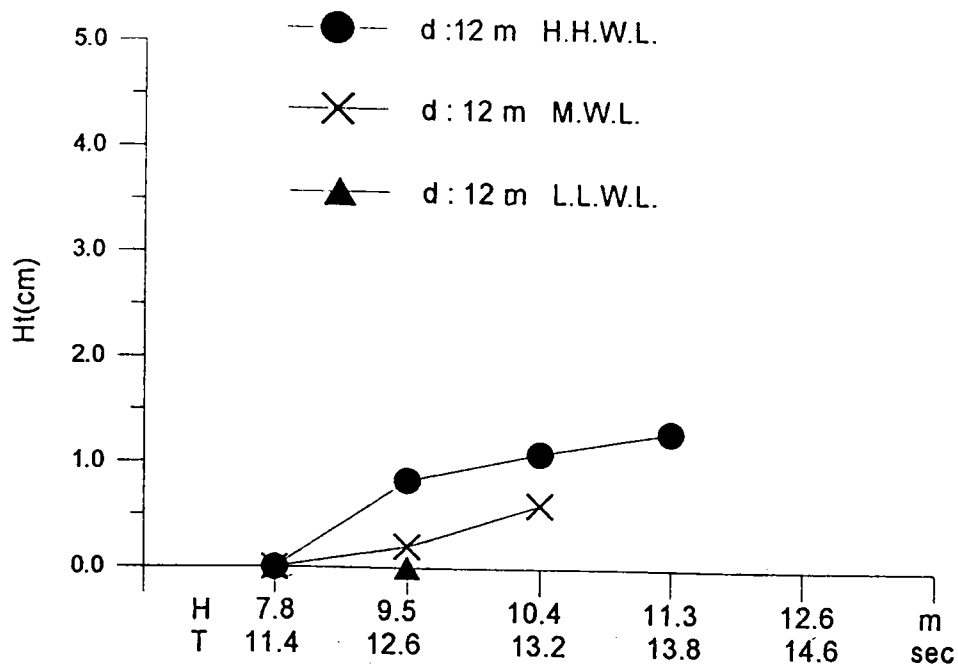


圖 41 傳遞波與波浪條件關係圖

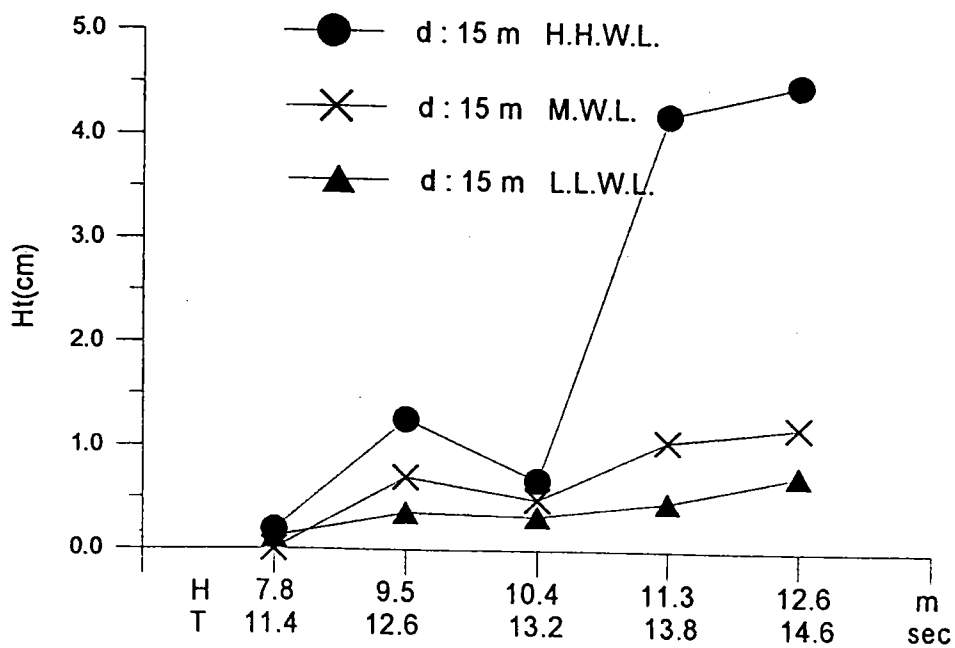


圖 42 傳遞波與波浪條件關係圖

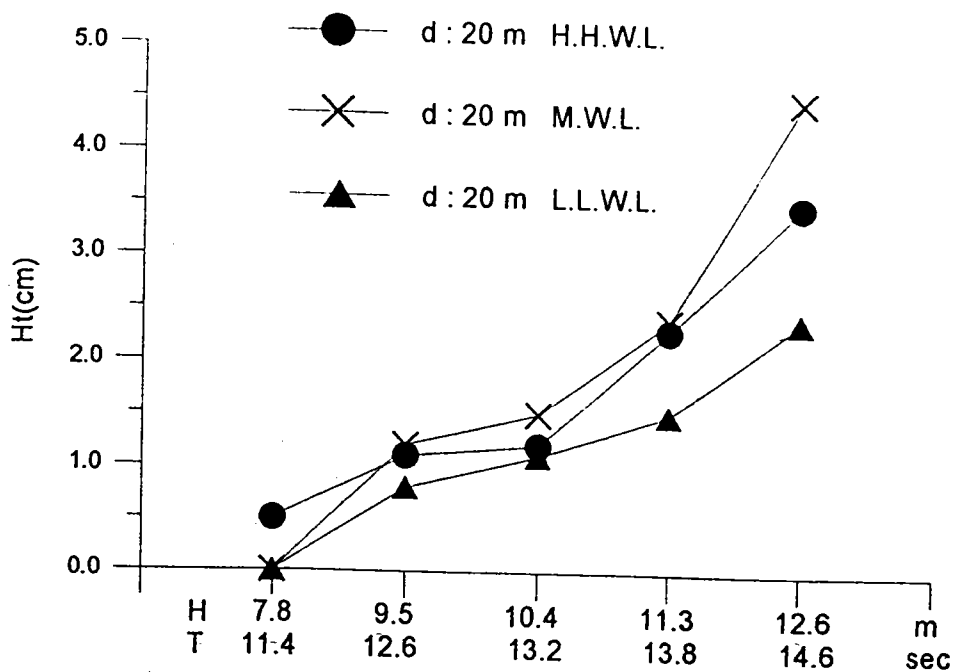


圖 43 傳遞波與波浪條件關係圖

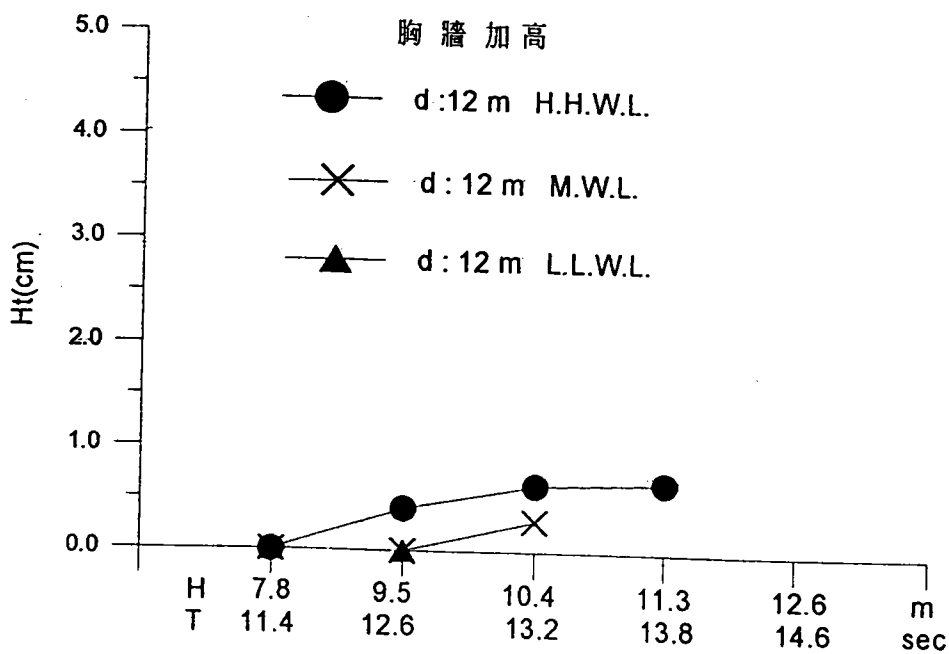


圖 44 傳遞波與波浪條件關係圖

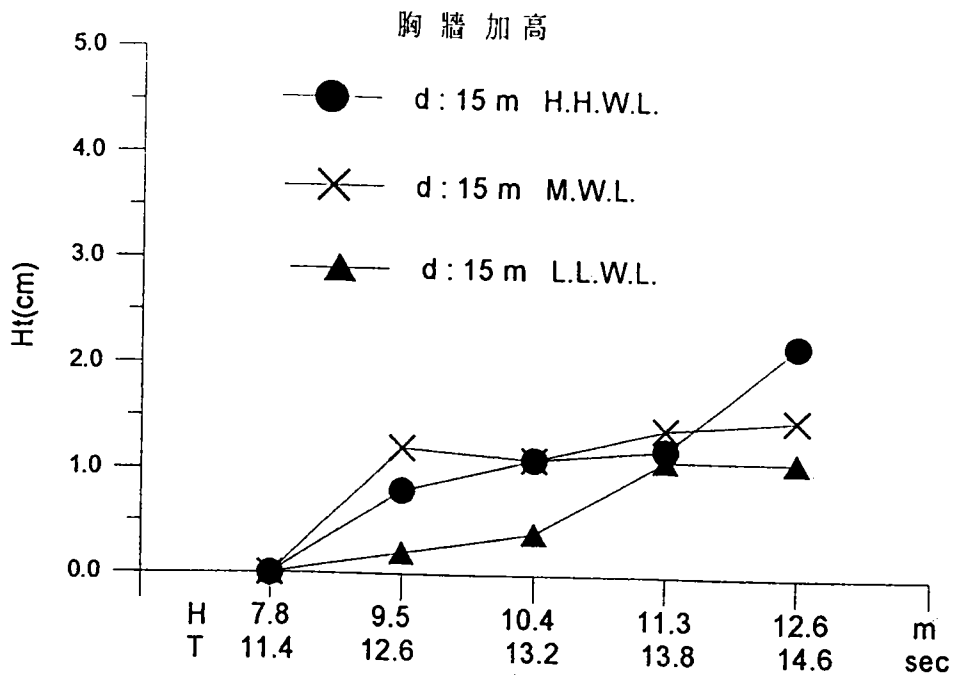


圖 45 傳遞波與波浪條件關係圖

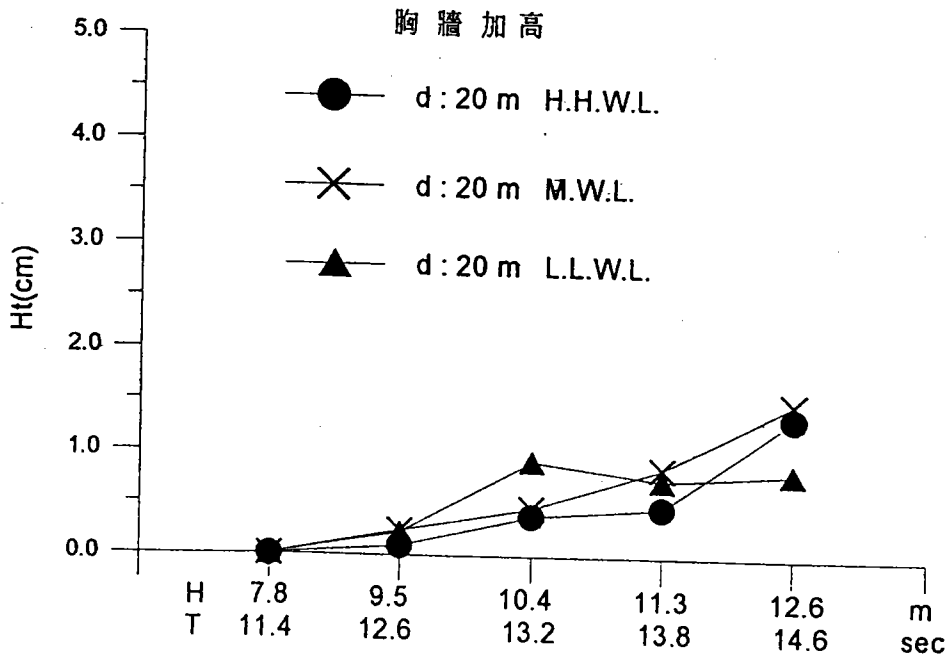


圖 46 傳遞波與波浪條件關係圖

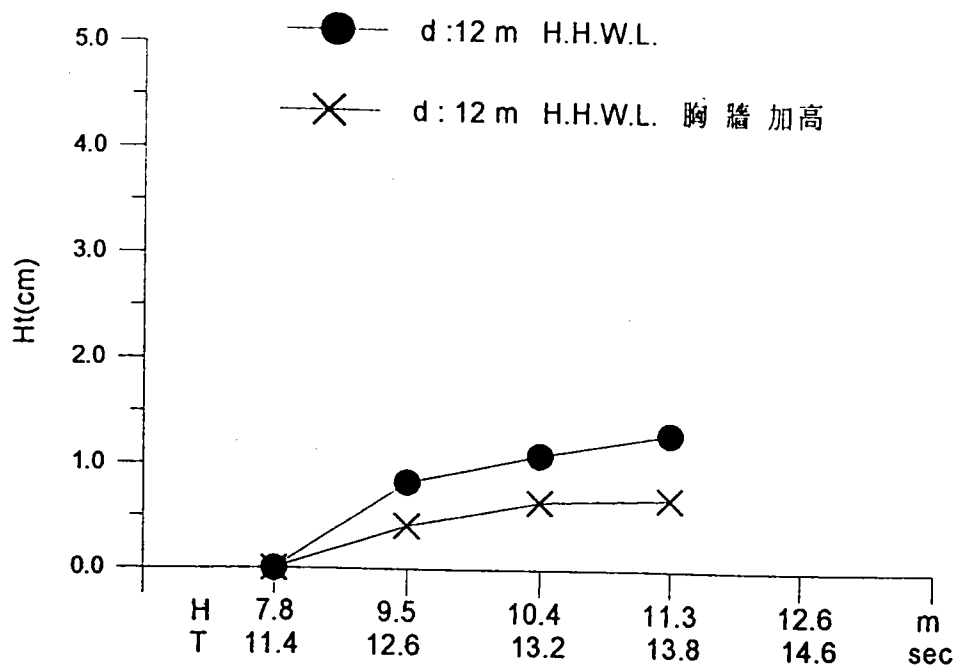


圖 47 傳遞波與波浪條件關係圖

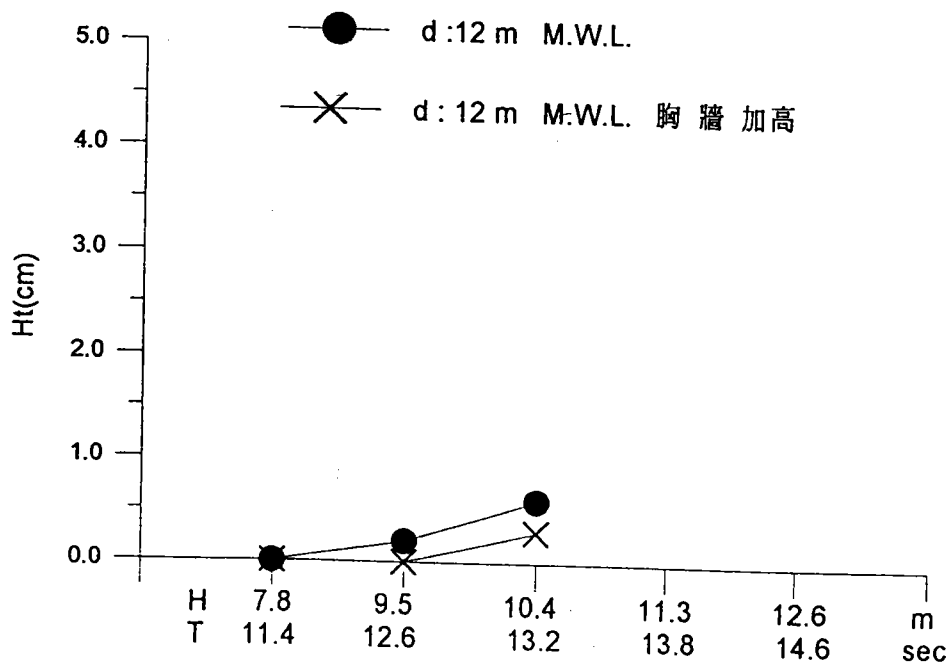


圖 48 傳遞波與波浪條件關係圖

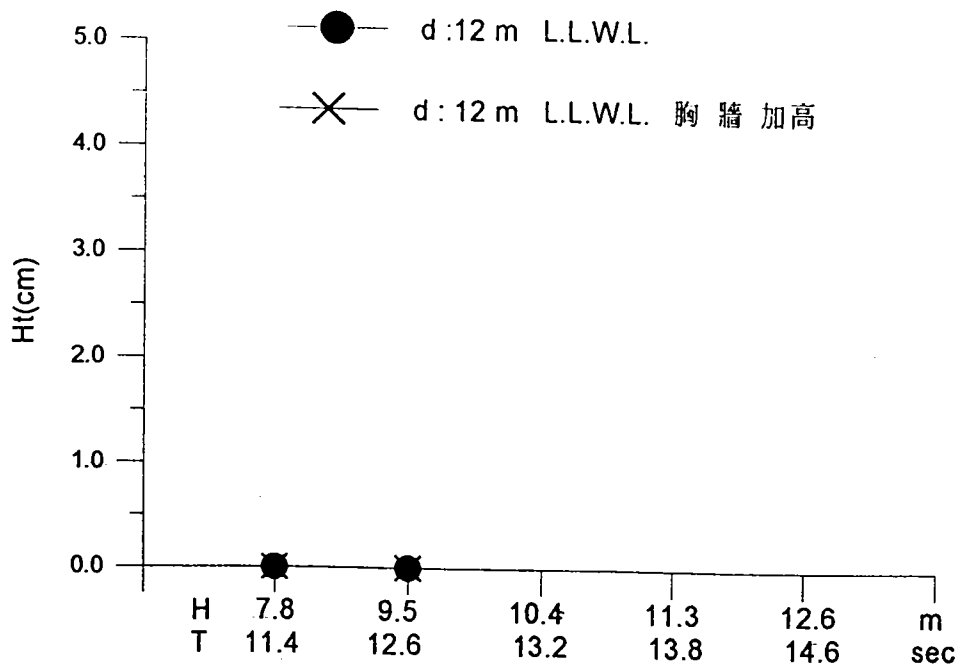


圖 49 傳遞波與波浪條件關係圖

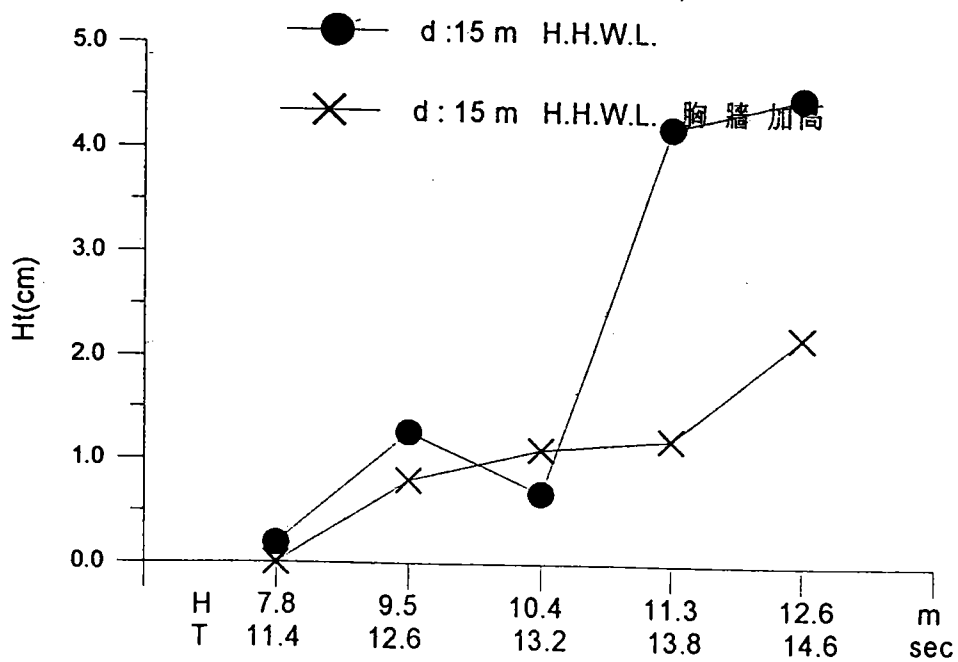


圖 50 傳遞波與波浪條件關係圖

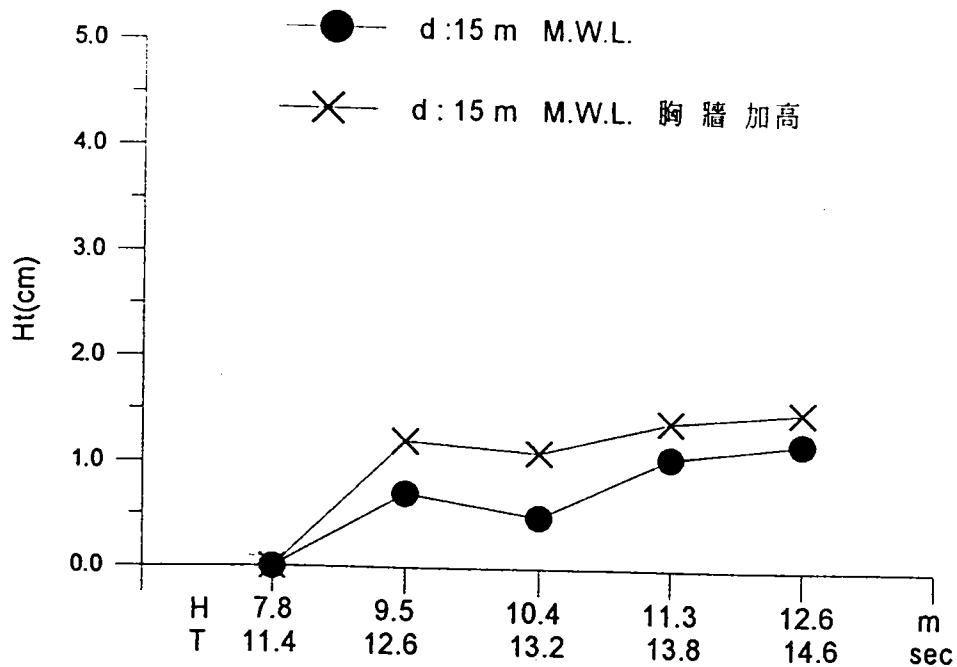


圖 51 傳遞波與波浪條件關係圖

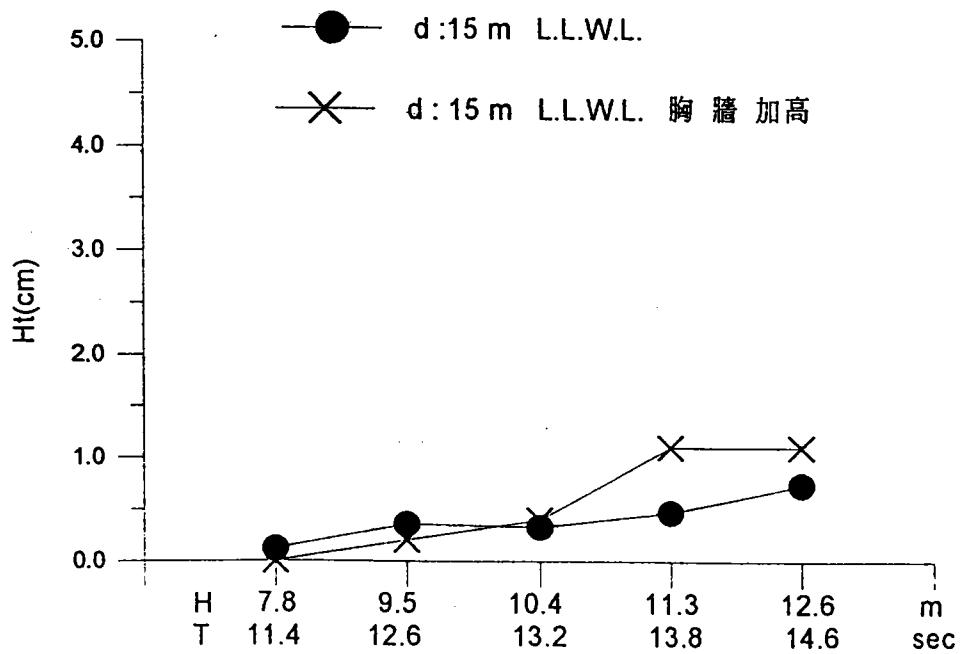


圖 52 傳遞波與波浪條件關係圖

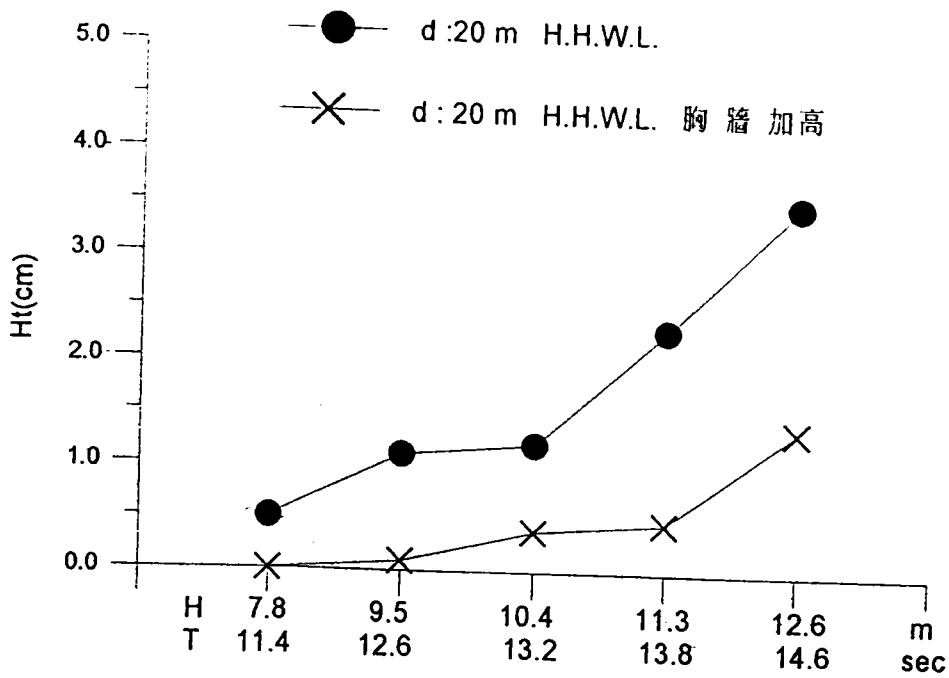


圖 53 傳遞波與波浪條件關係圖

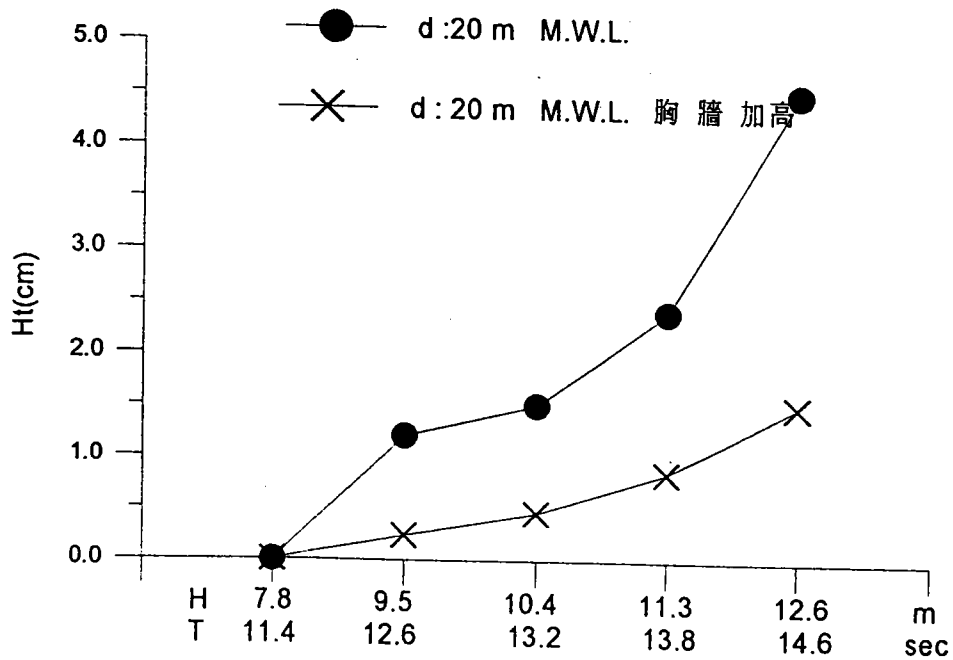


圖 54 傳遞波與波浪條件關係圖

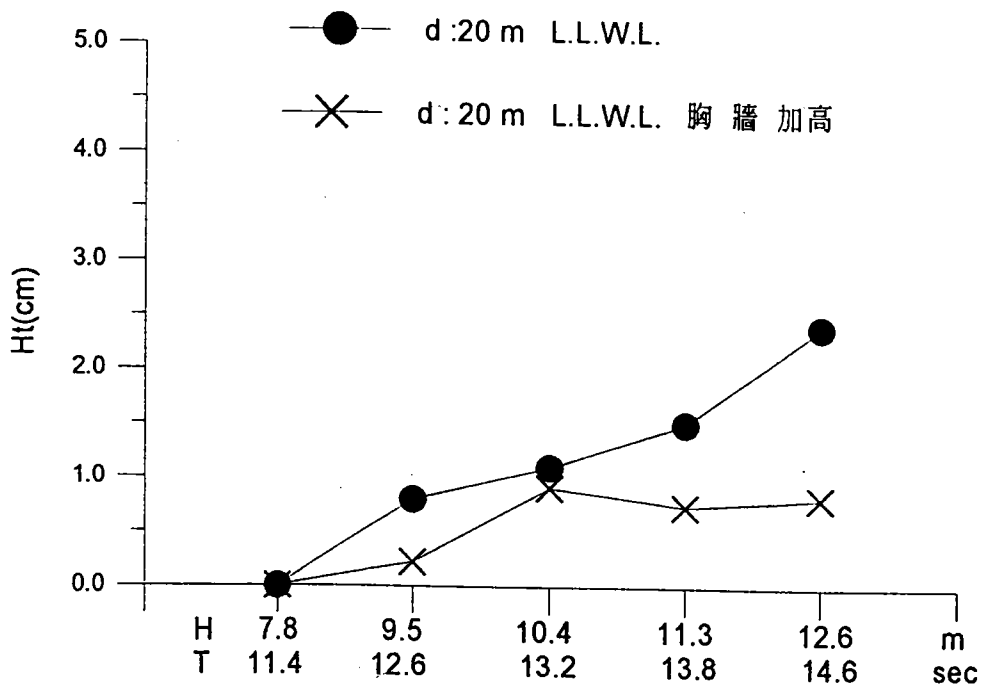


圖 55 傳遞波與波浪條件關係圖

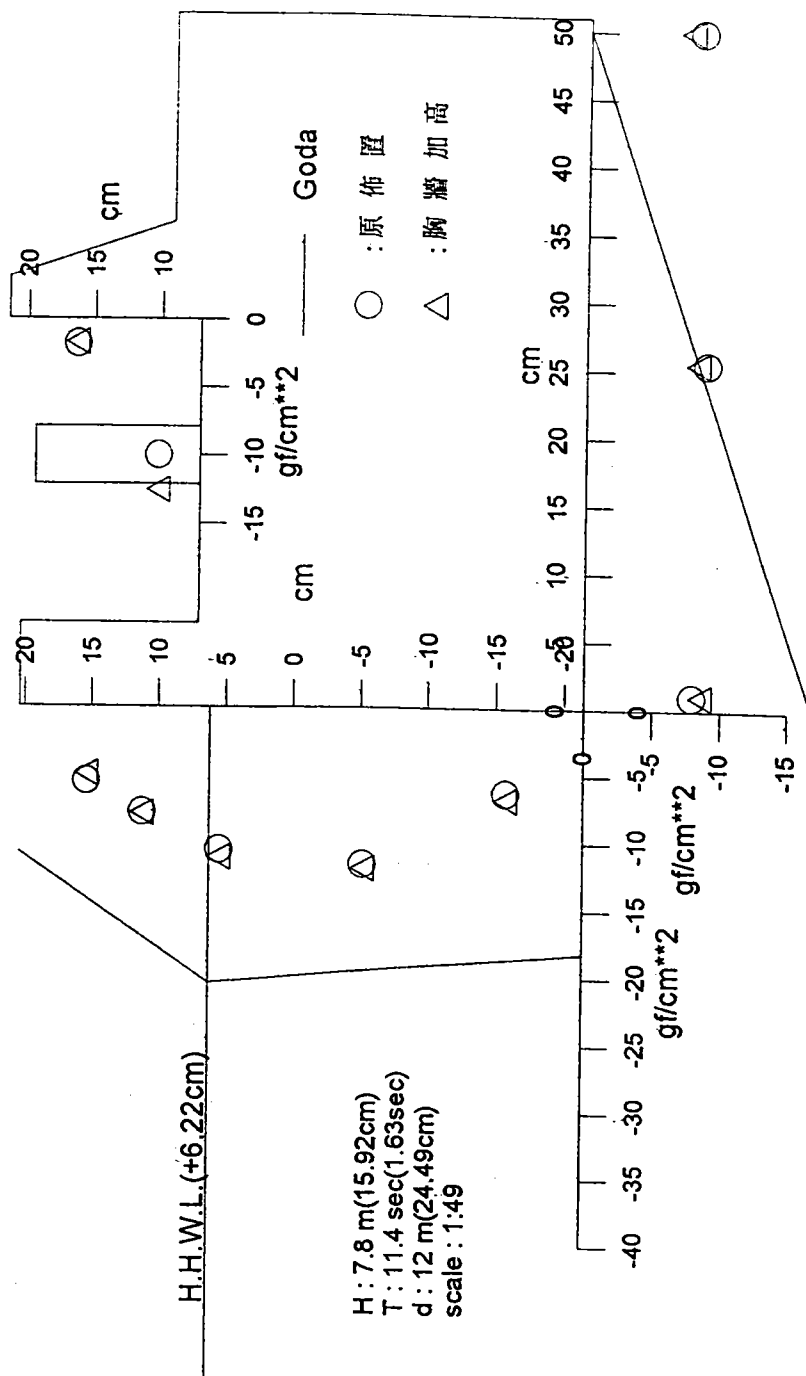


圖 56 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

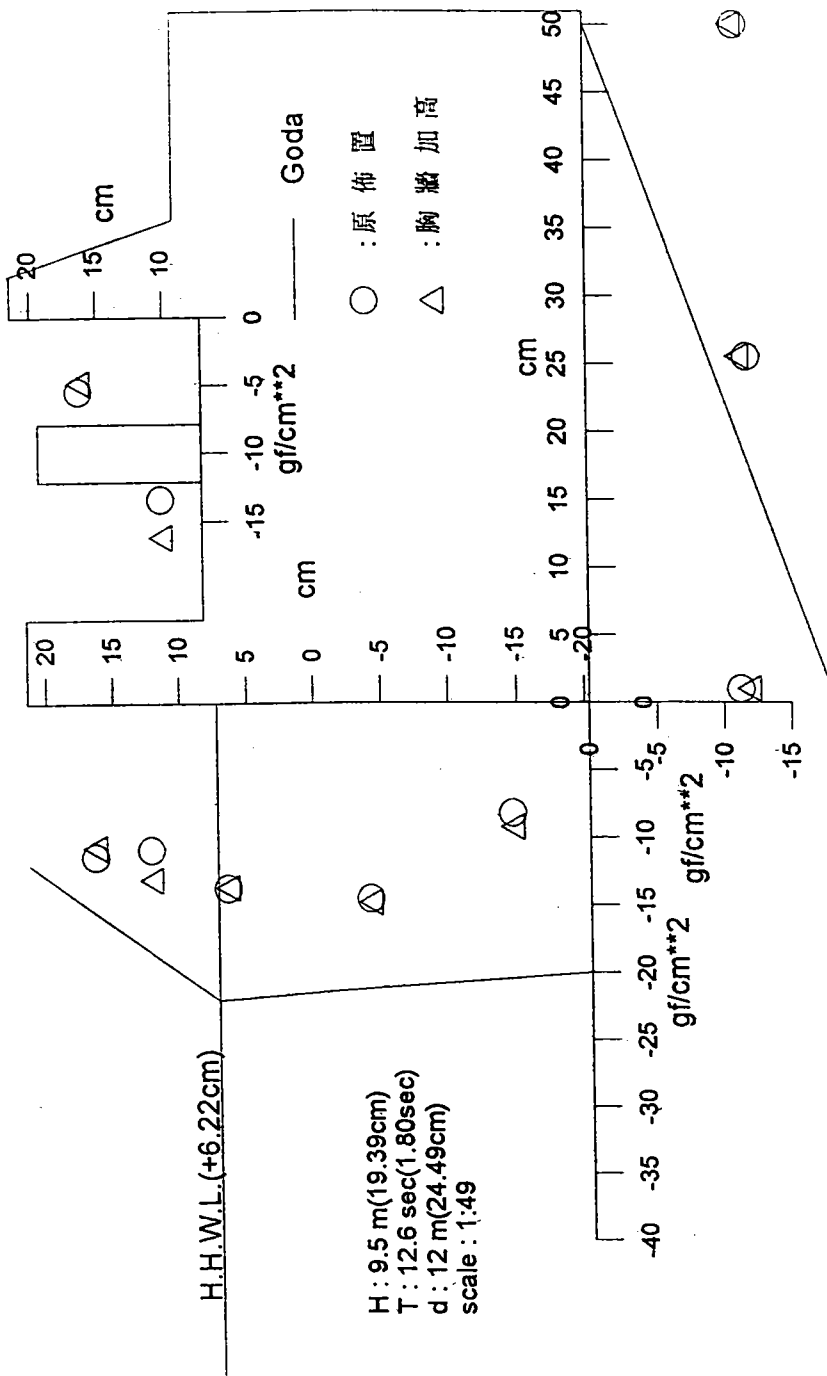


圖 57 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

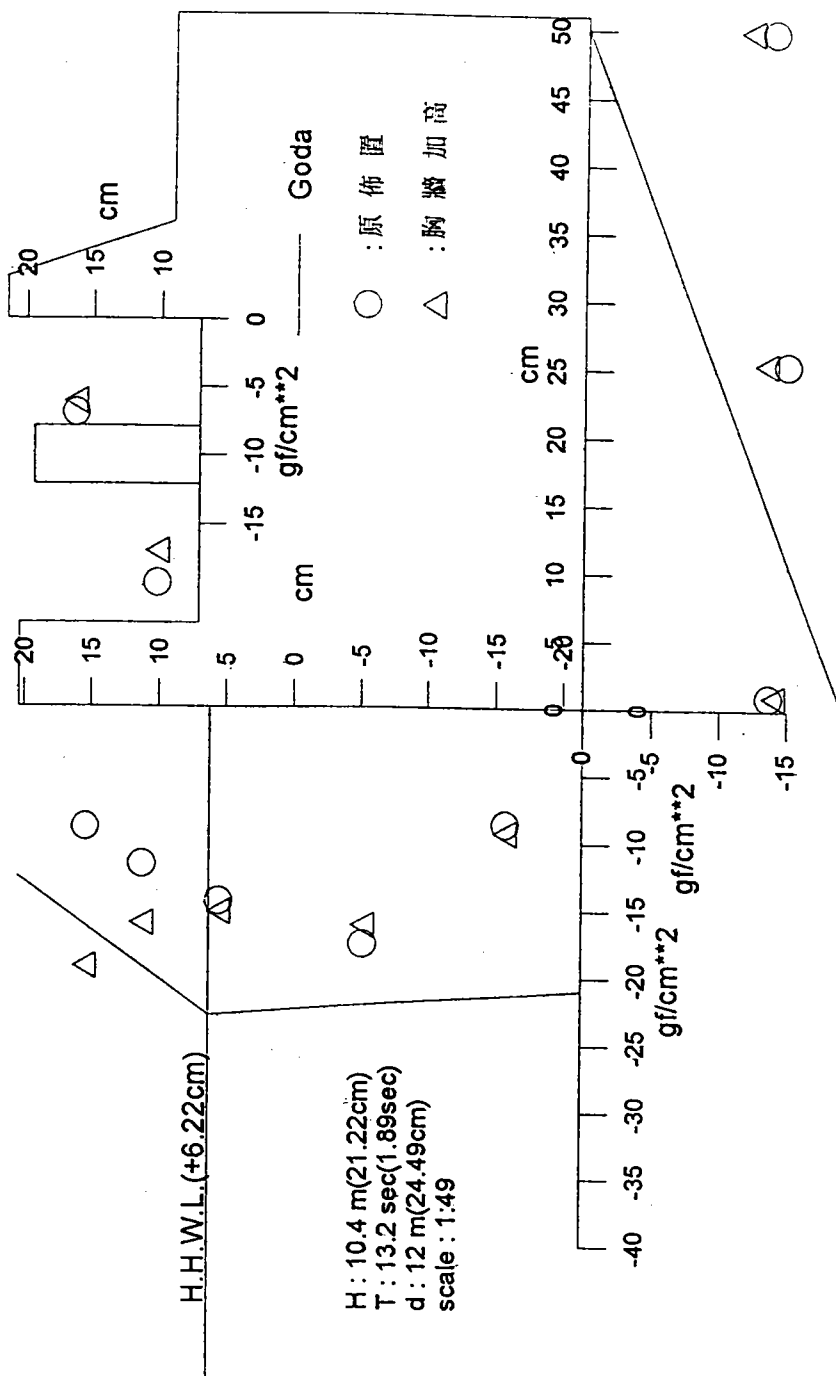


圖 58 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

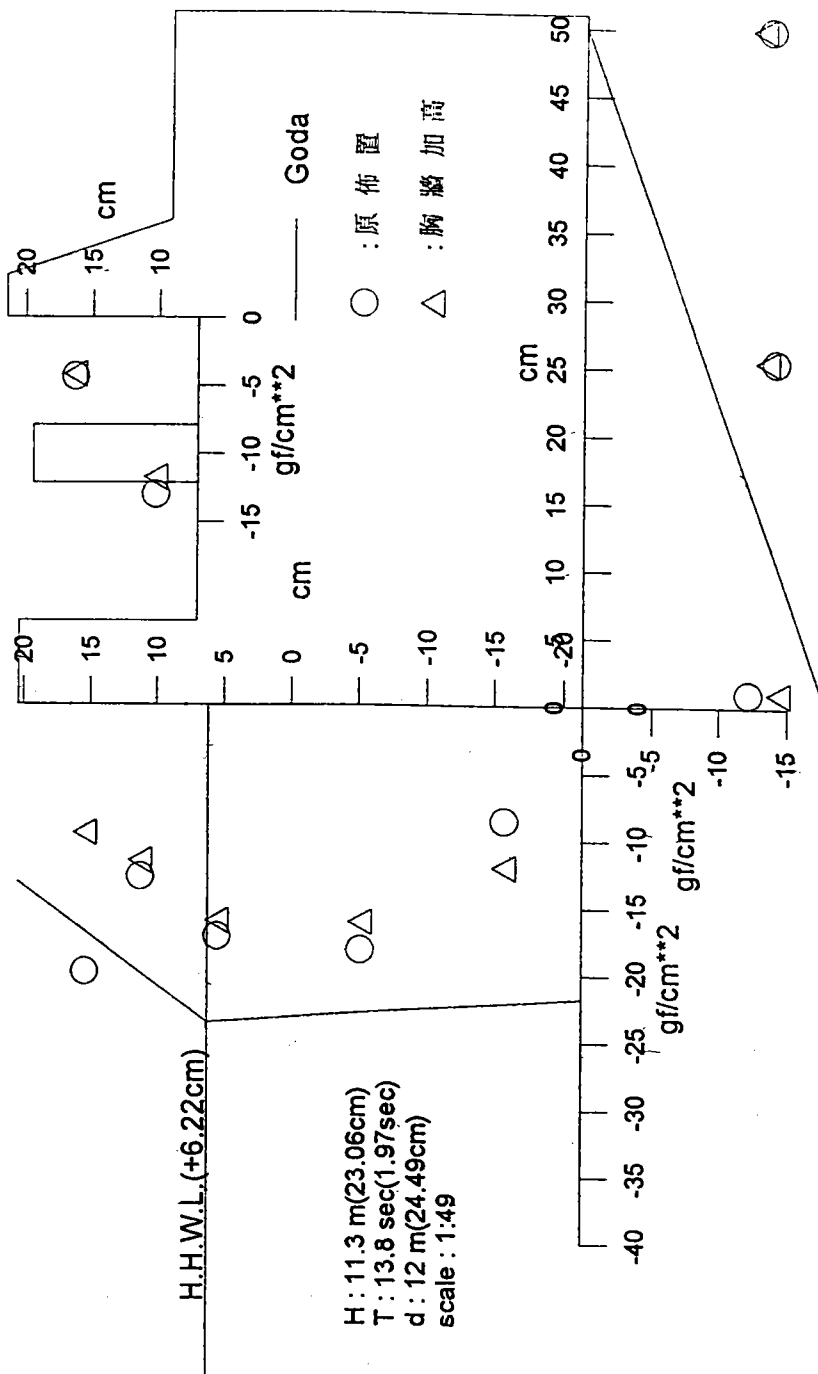


圖 59 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

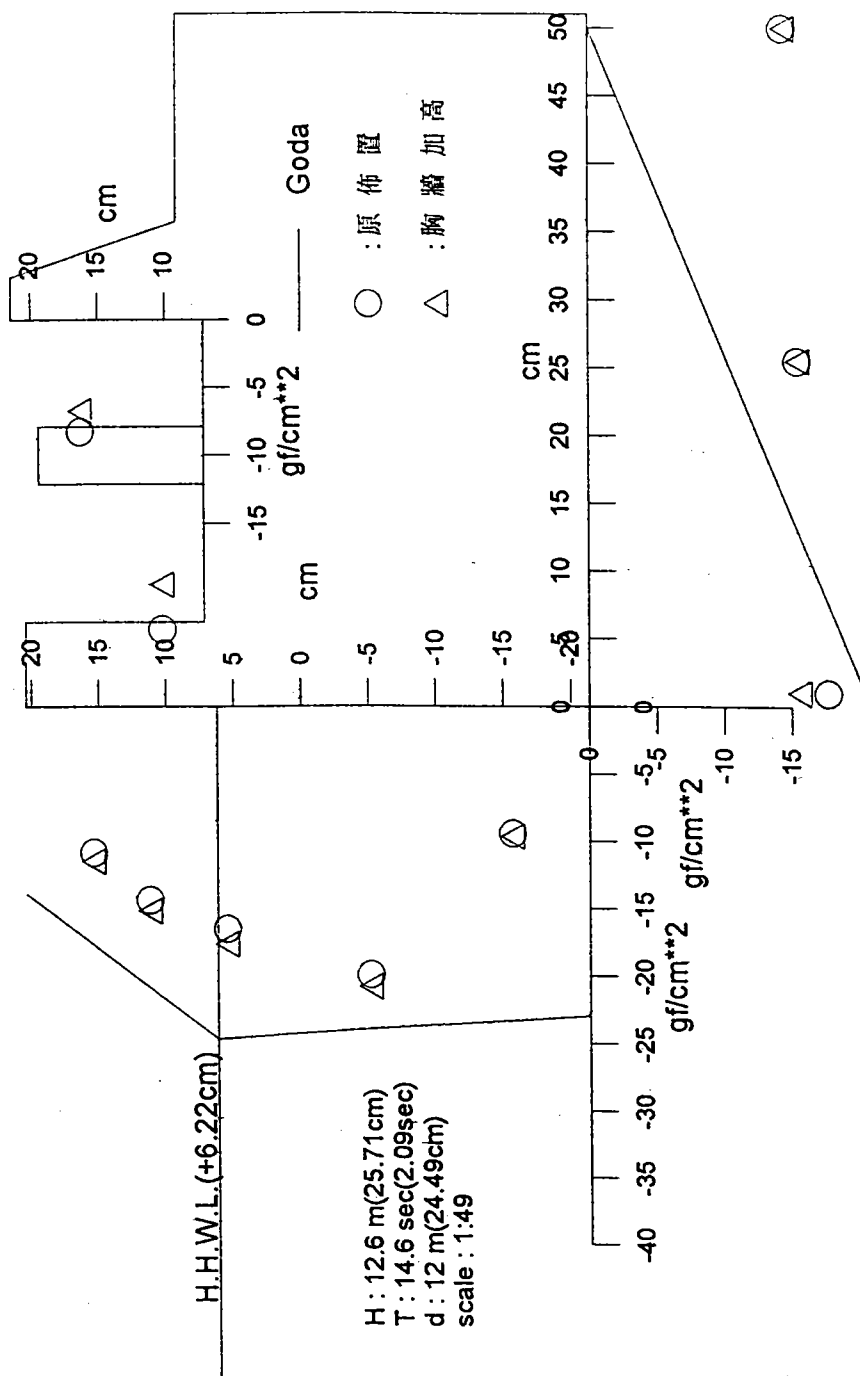


圖 60 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

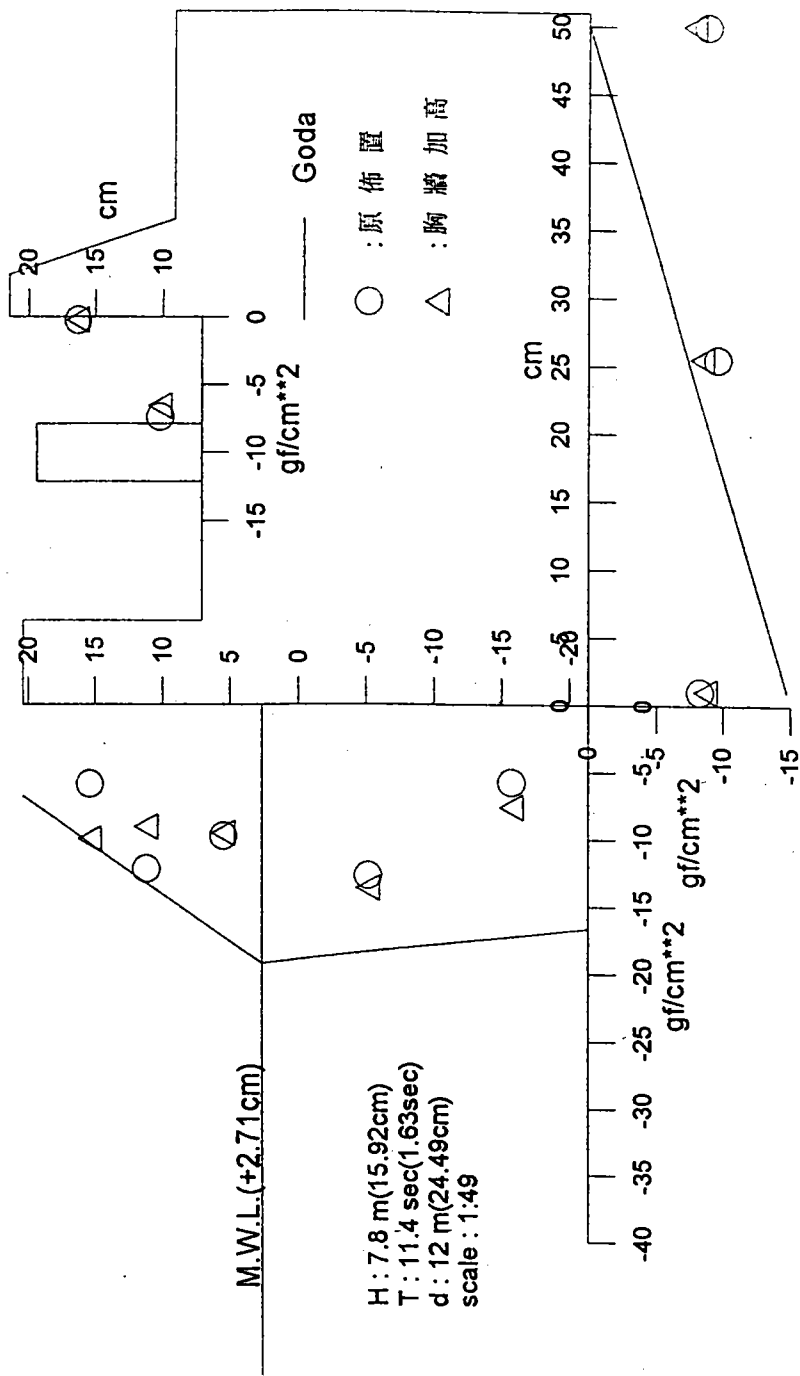


圖 61 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

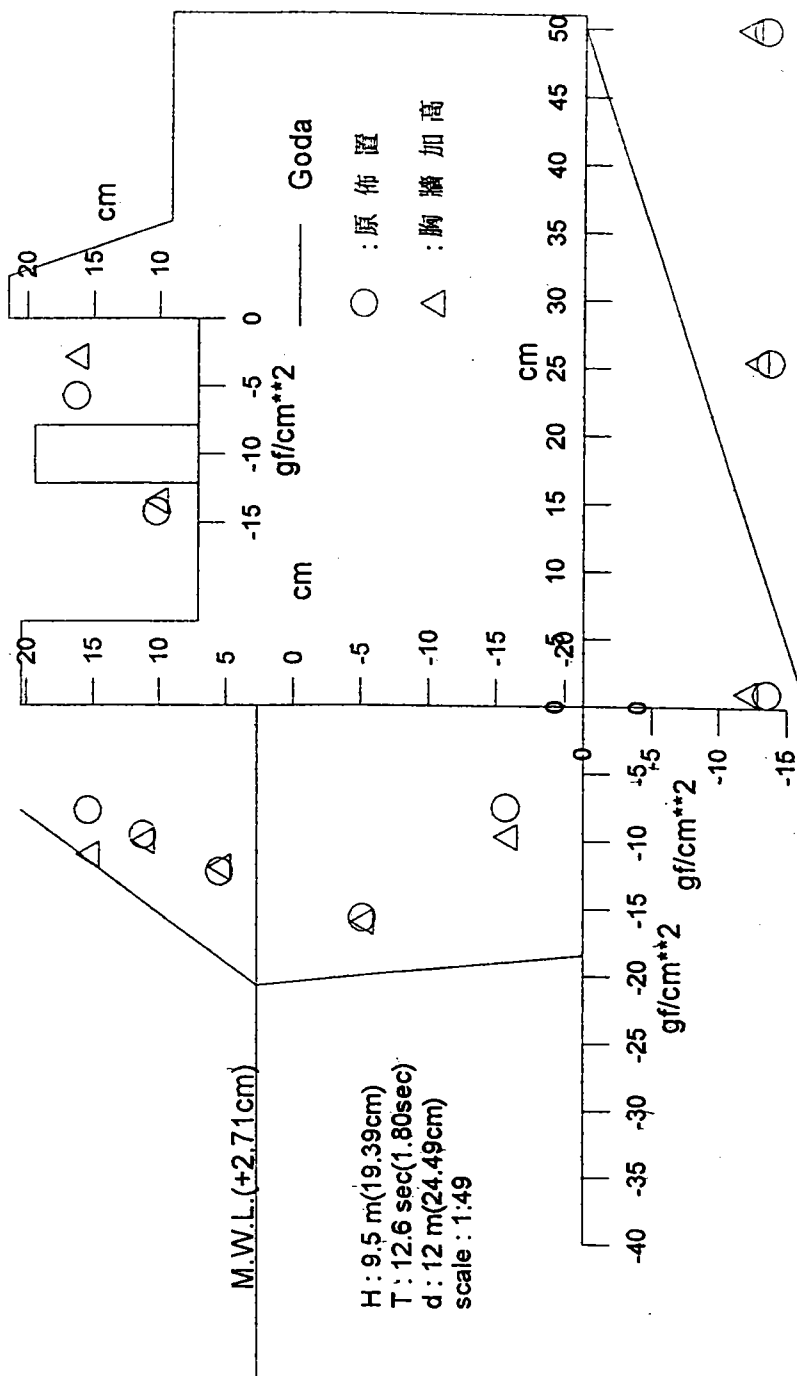


圖 62 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

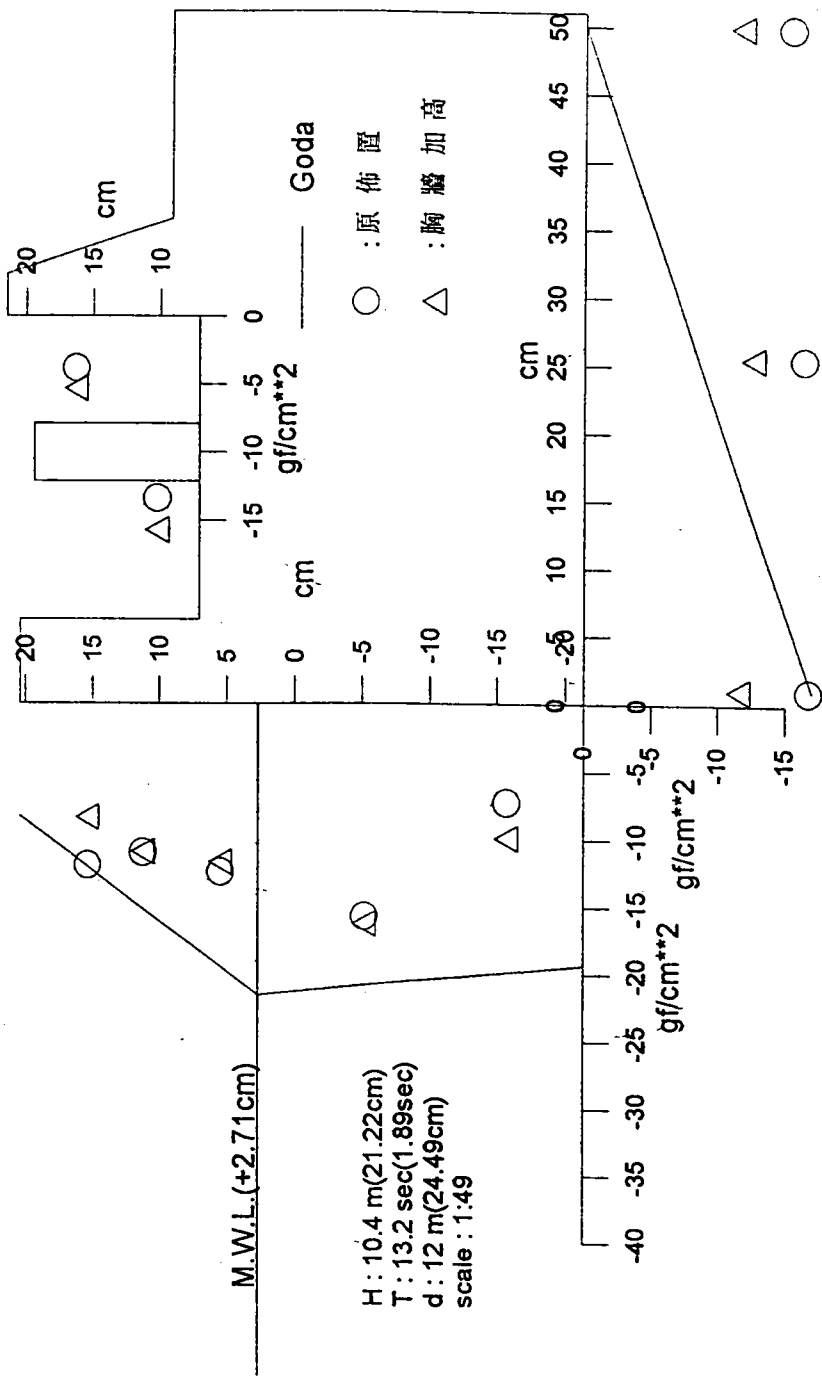


圖 63 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

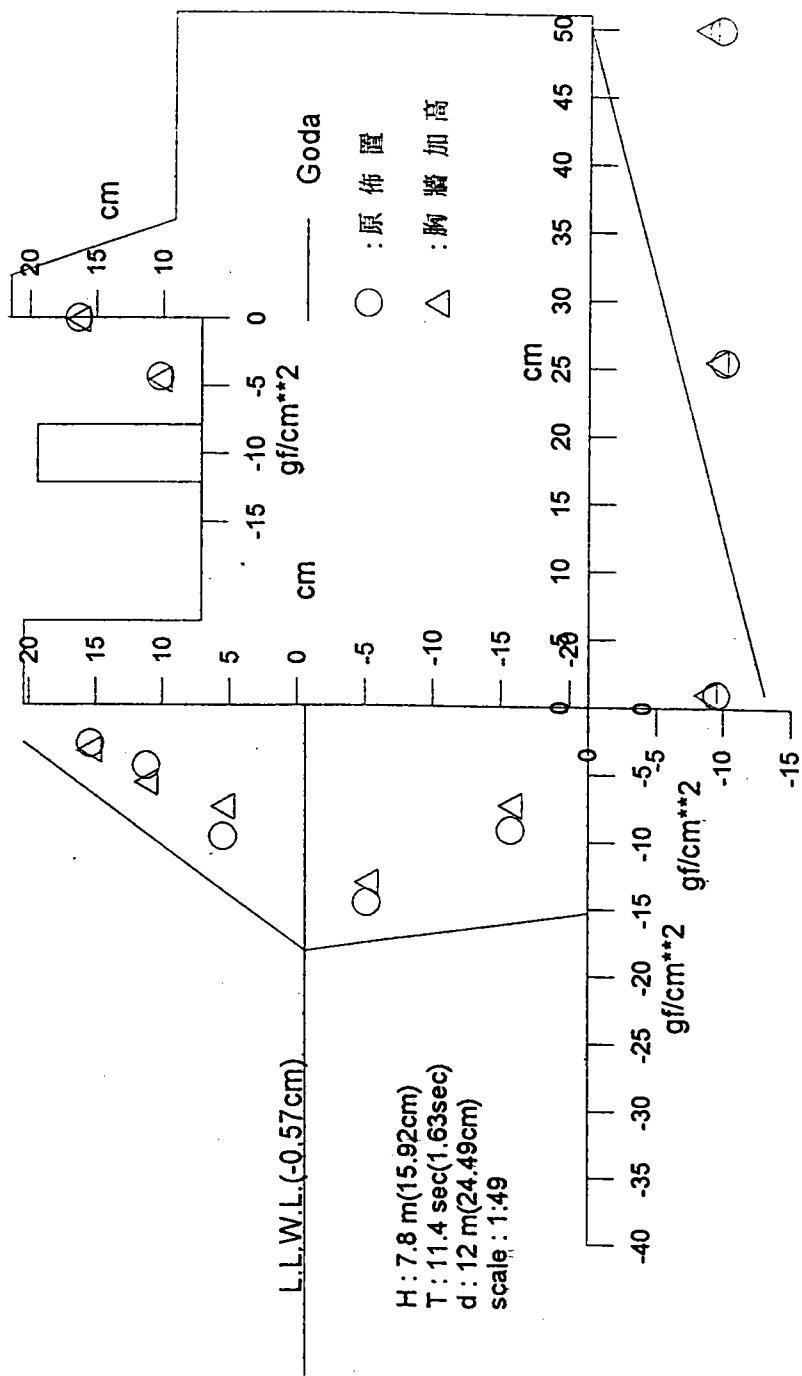


圖 64 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

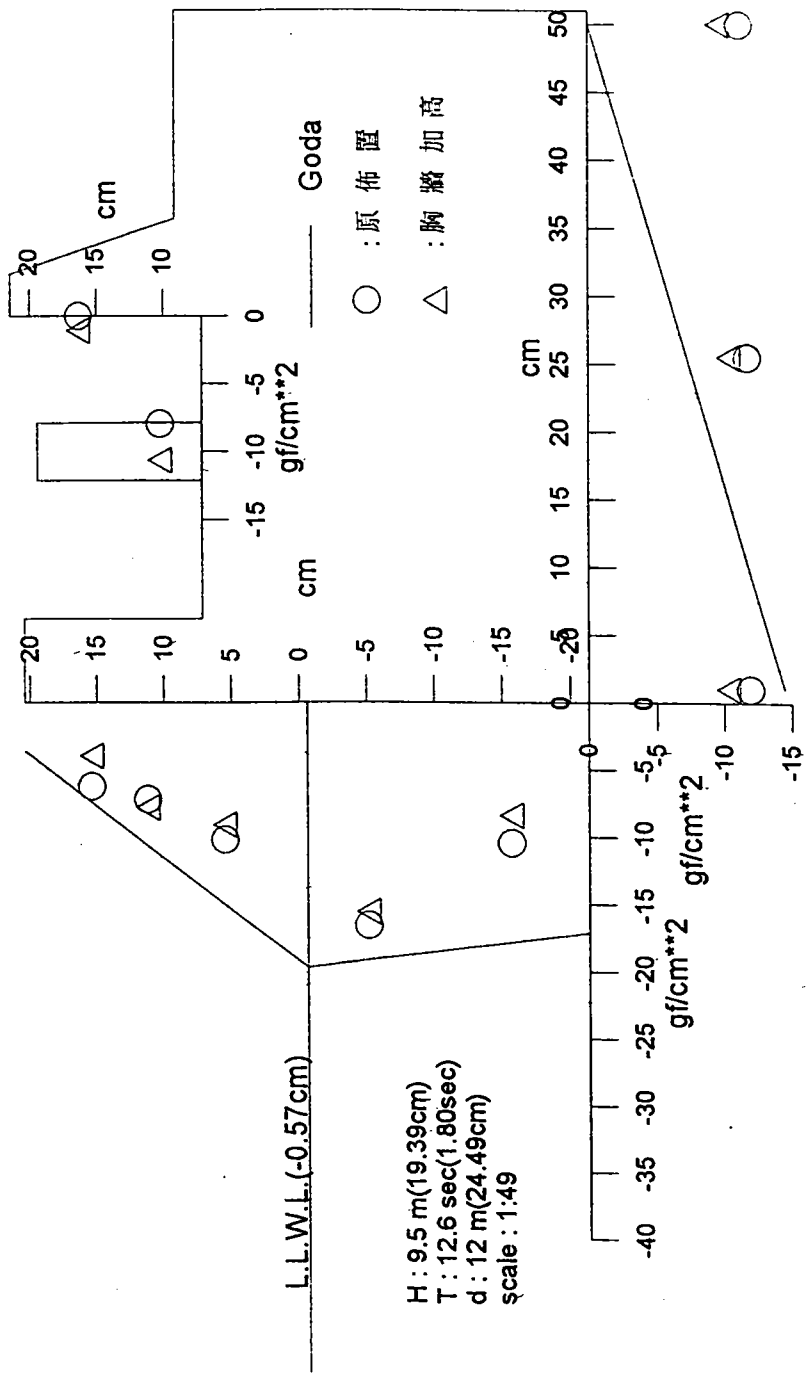


圖 65 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

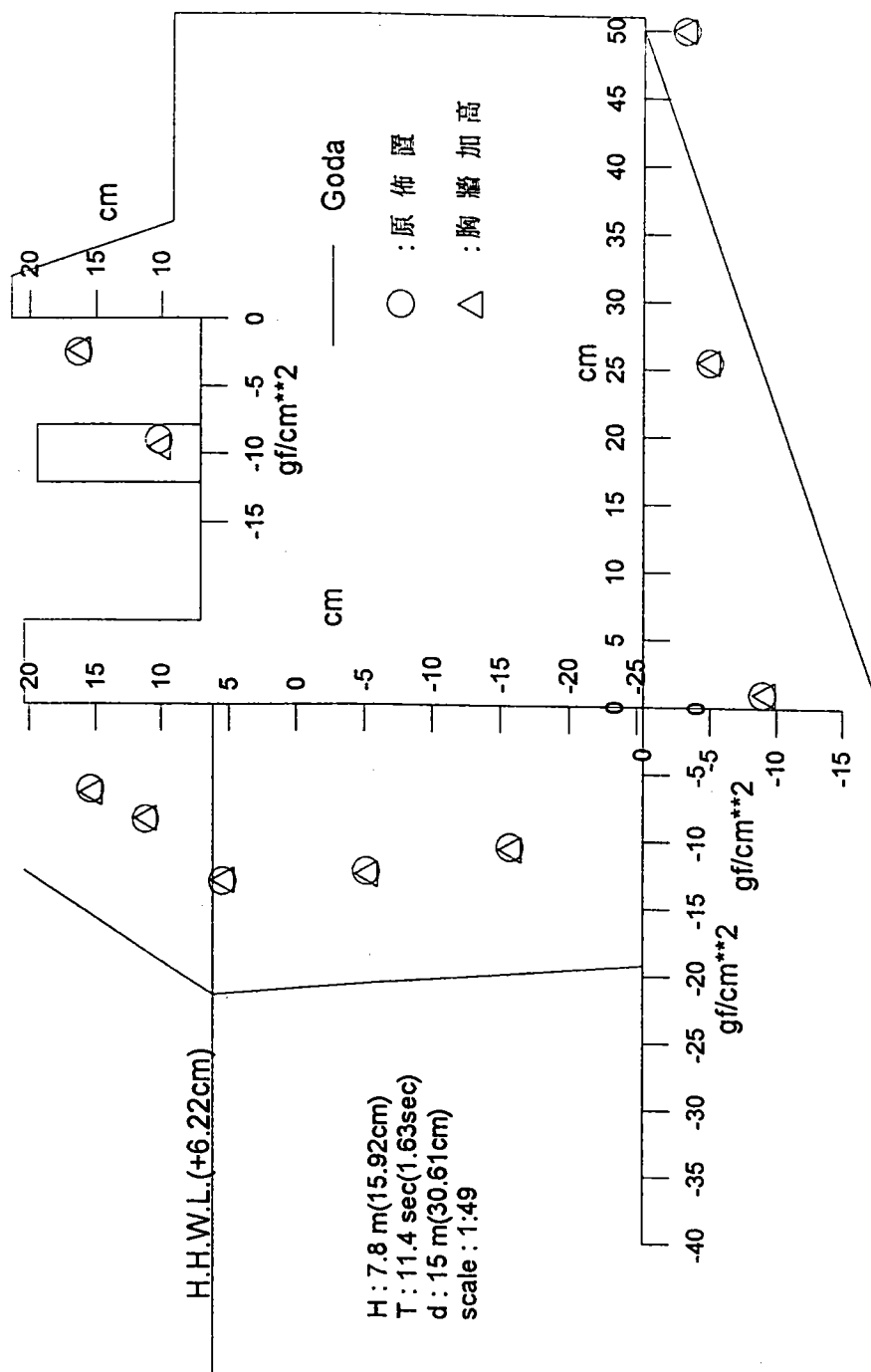


圖 66 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

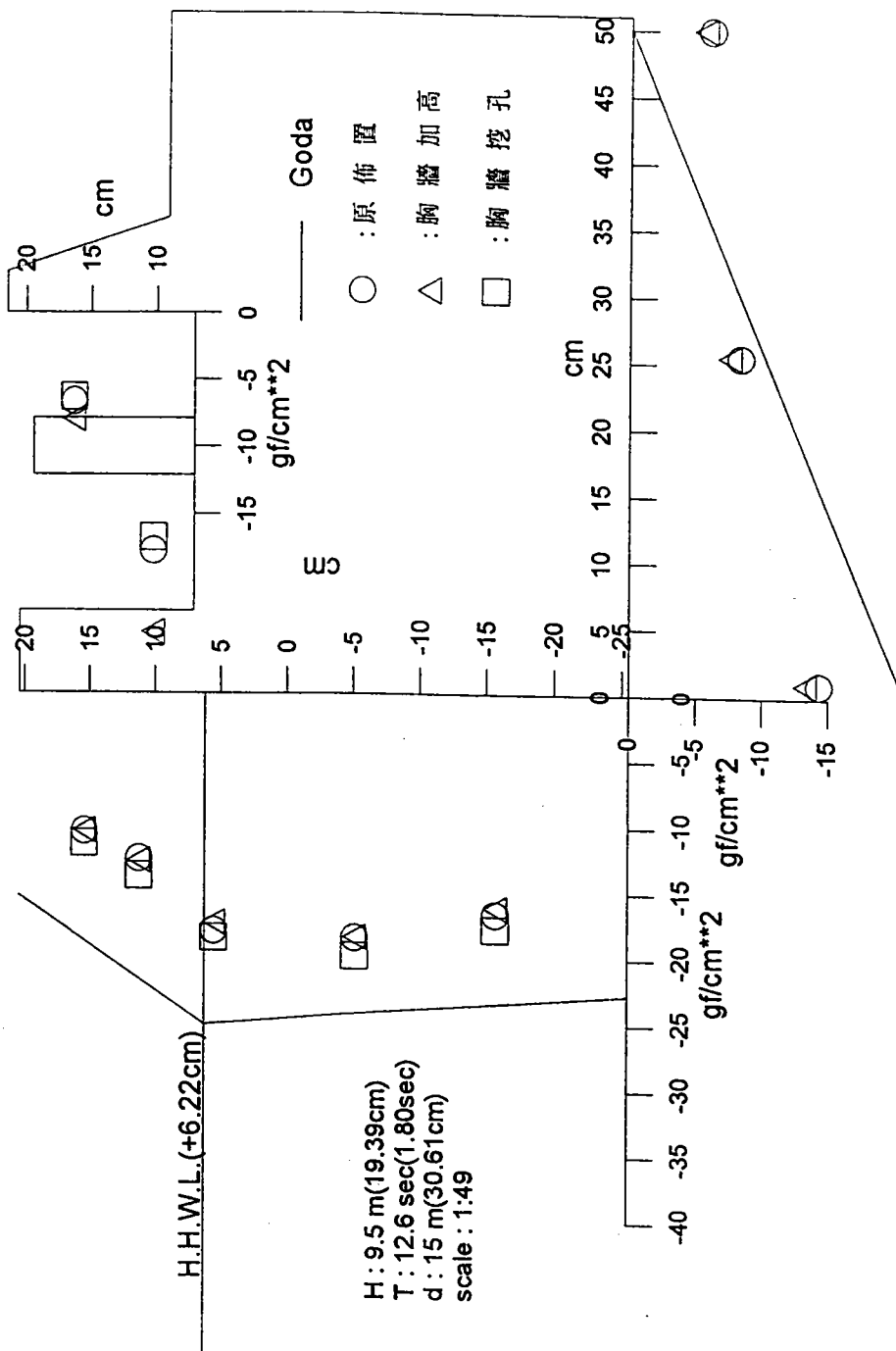


圖 67 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

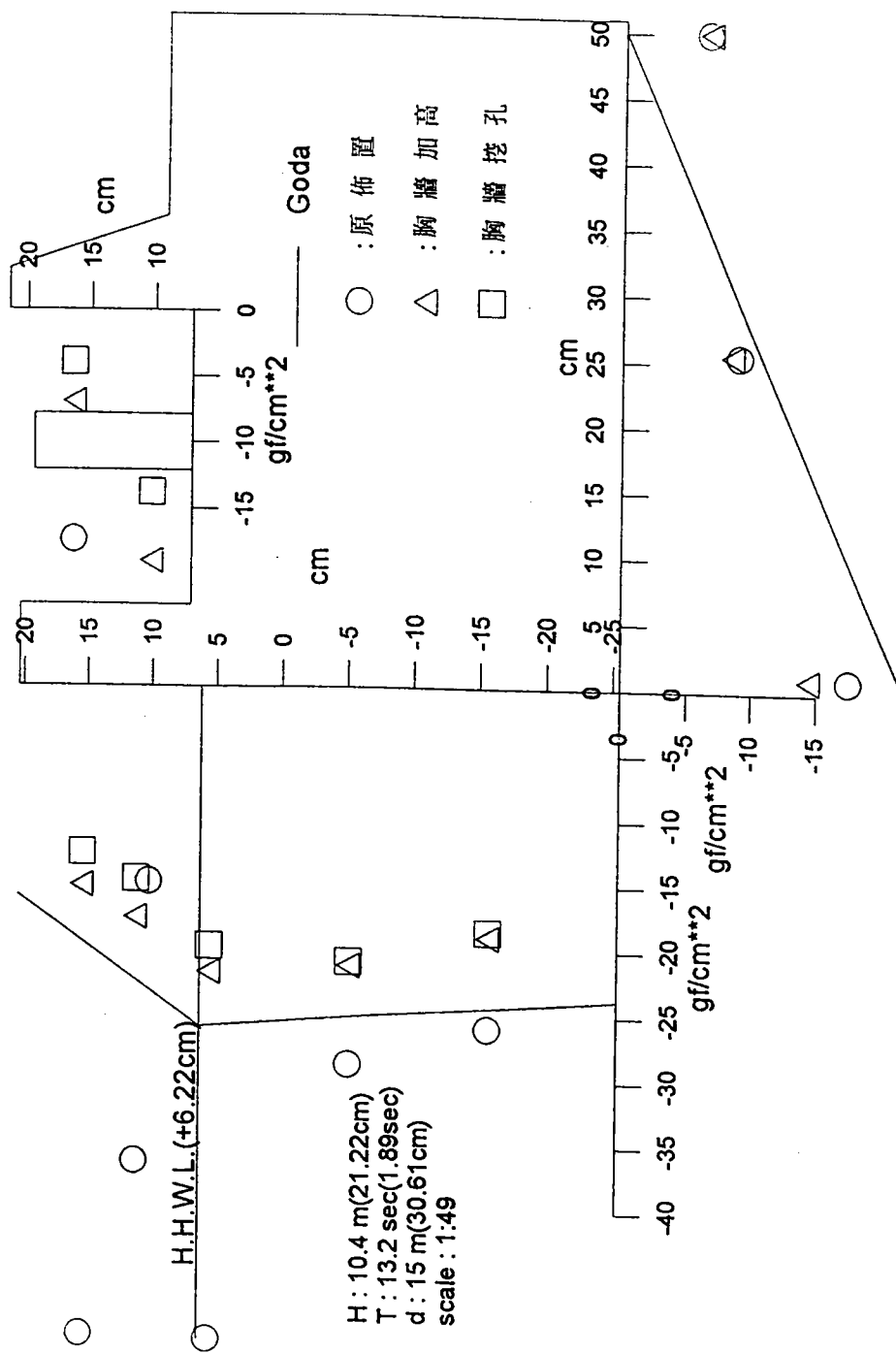


圖 68 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

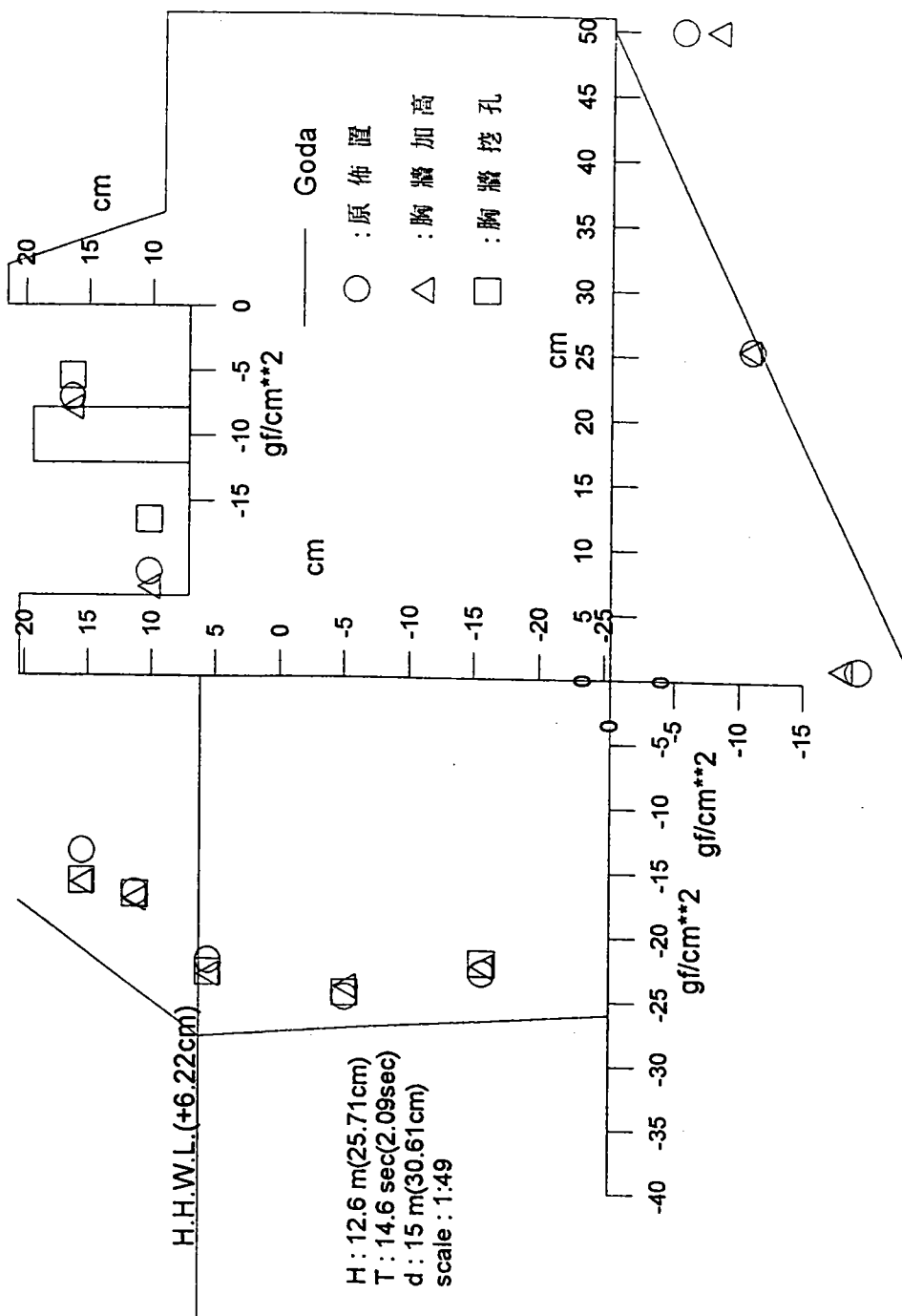


圖 70 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

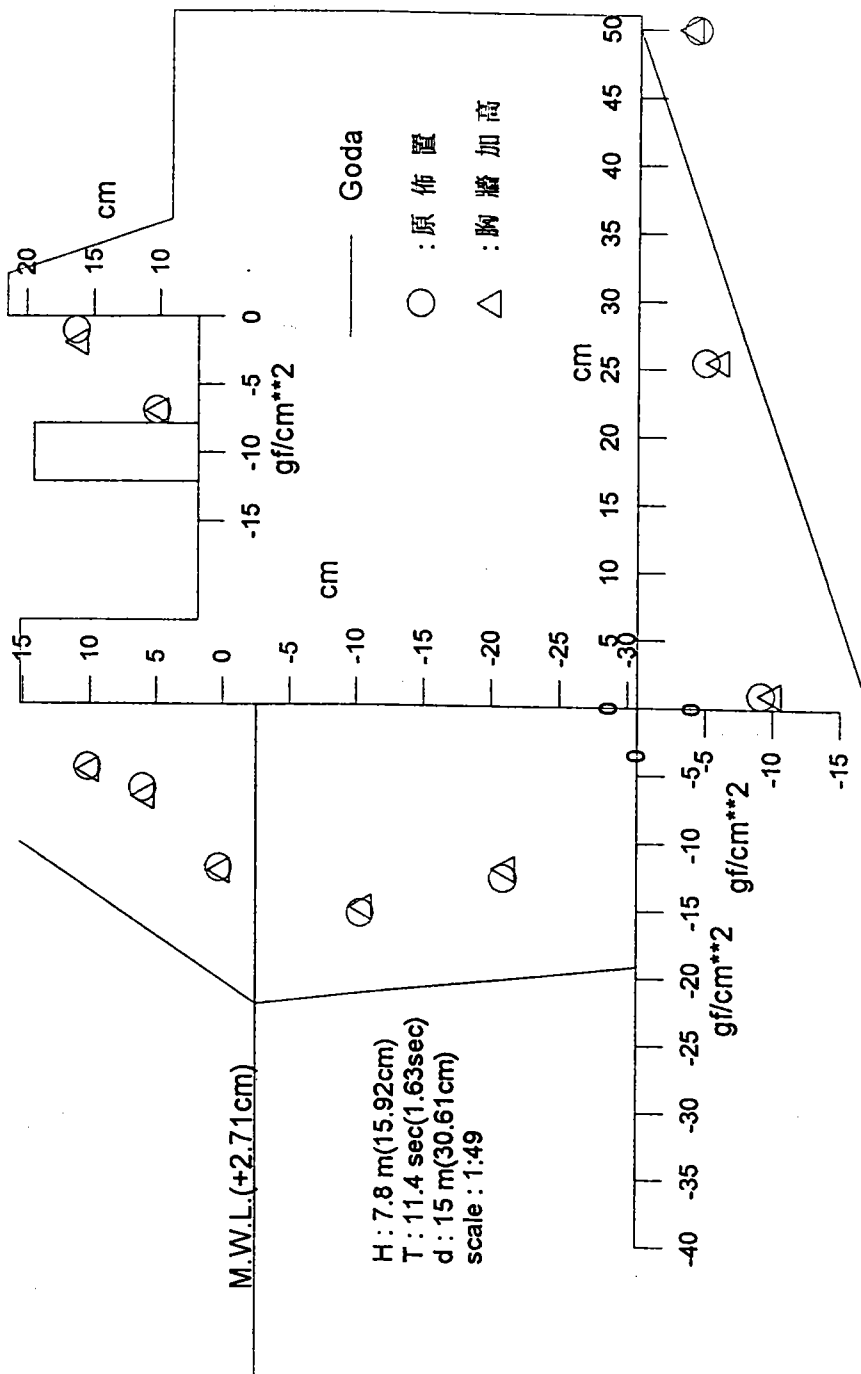


圖 71 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

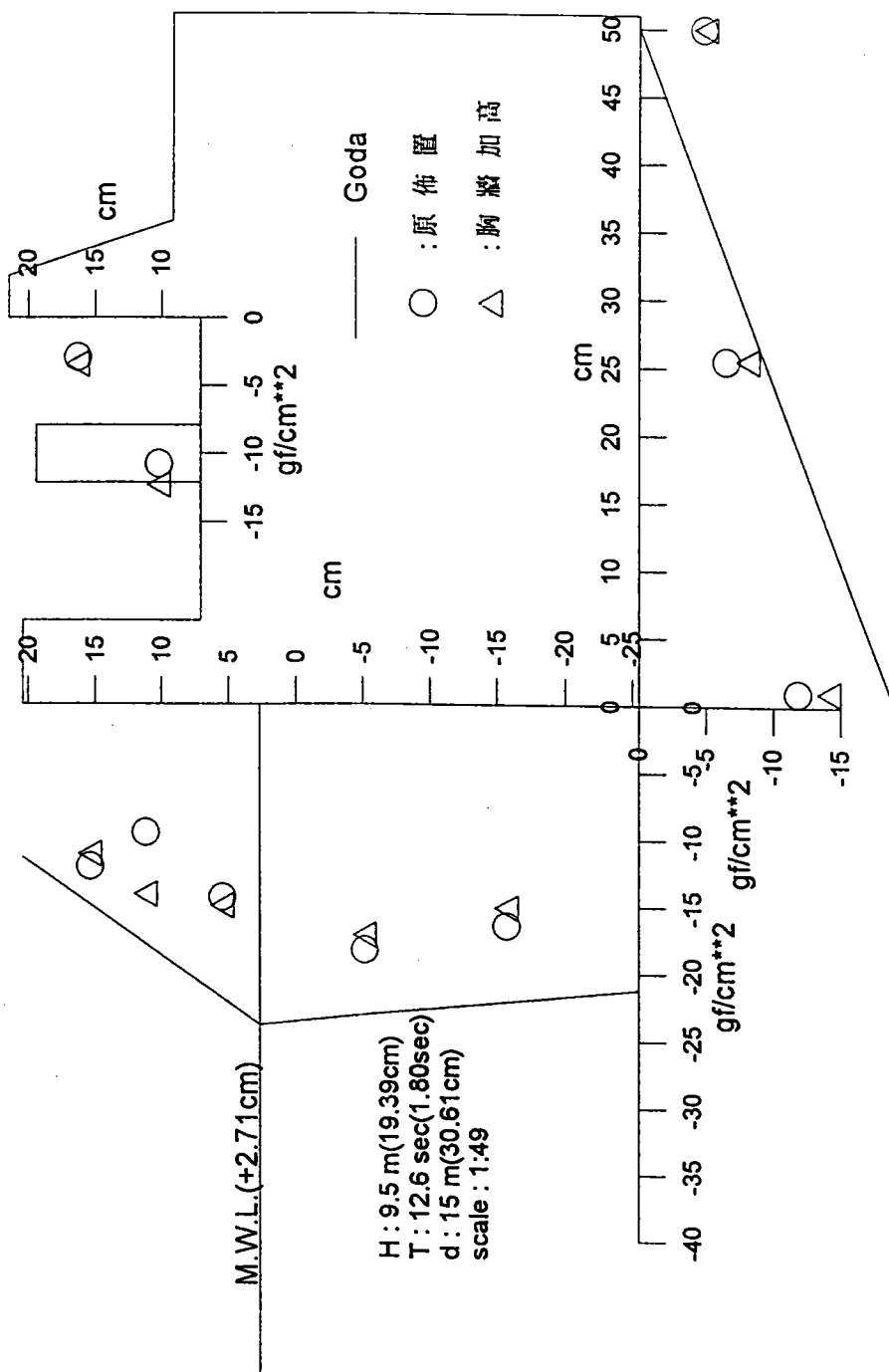


圖 72 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

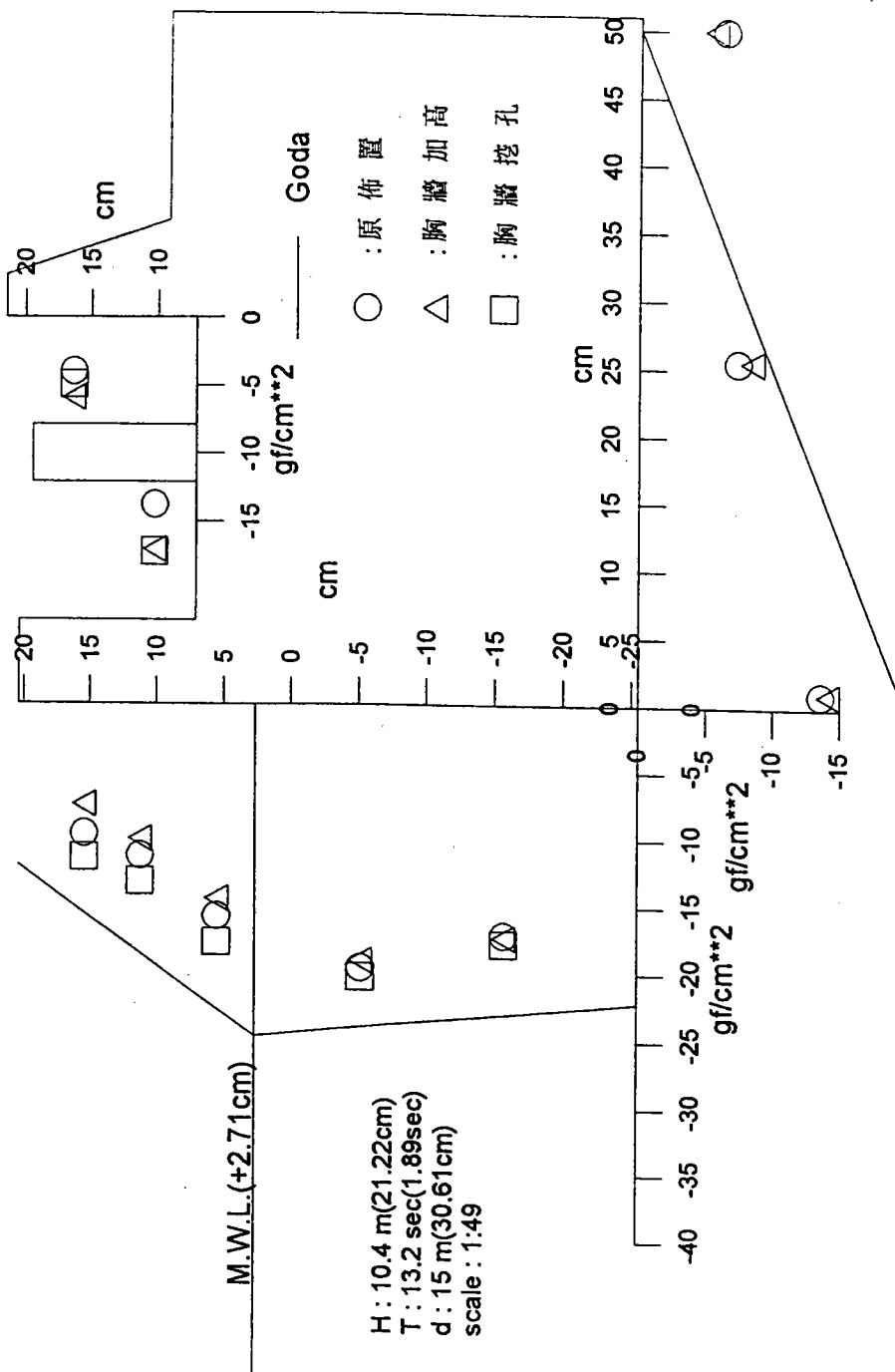


圖 73 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

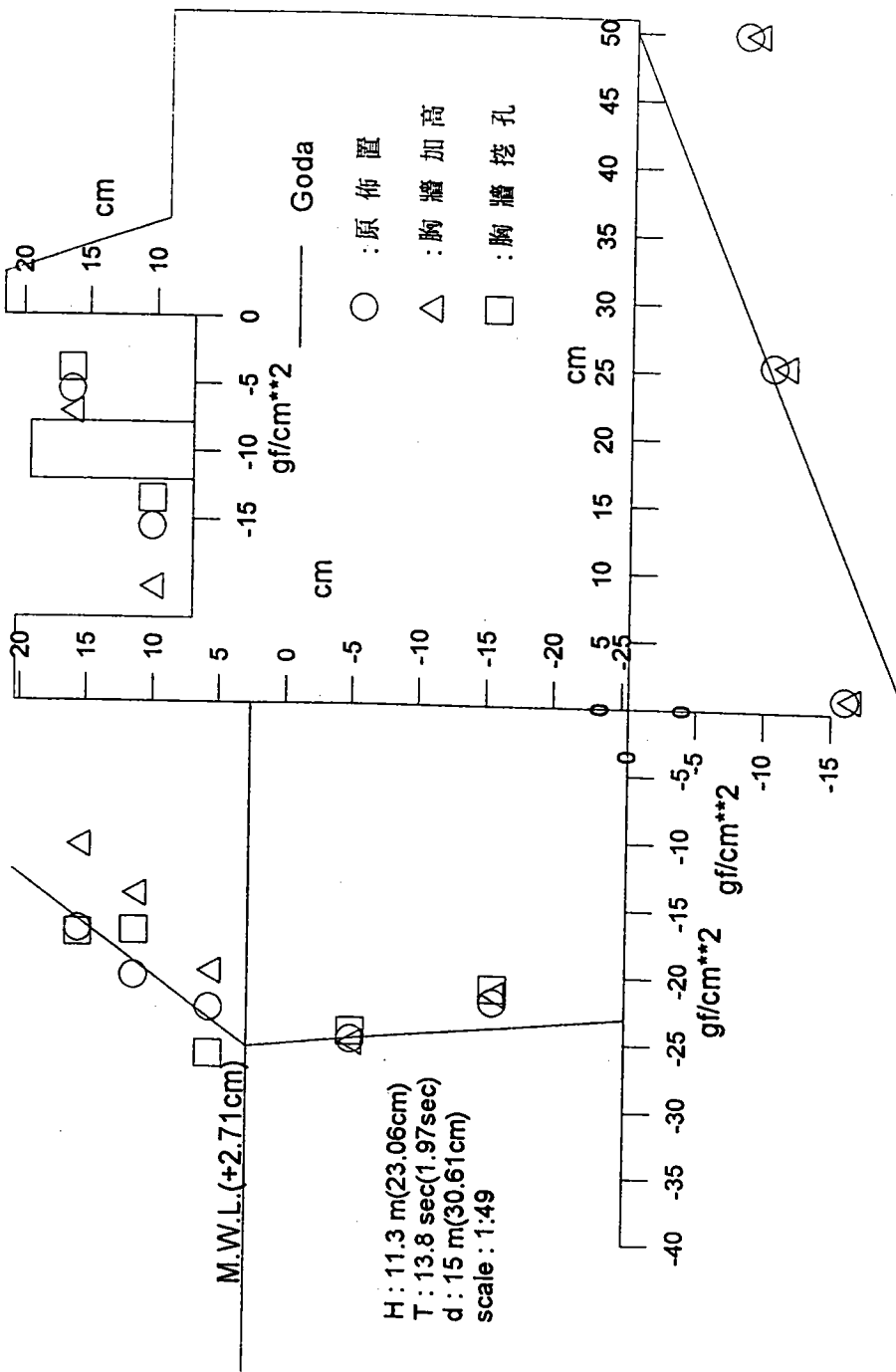


圖 74 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

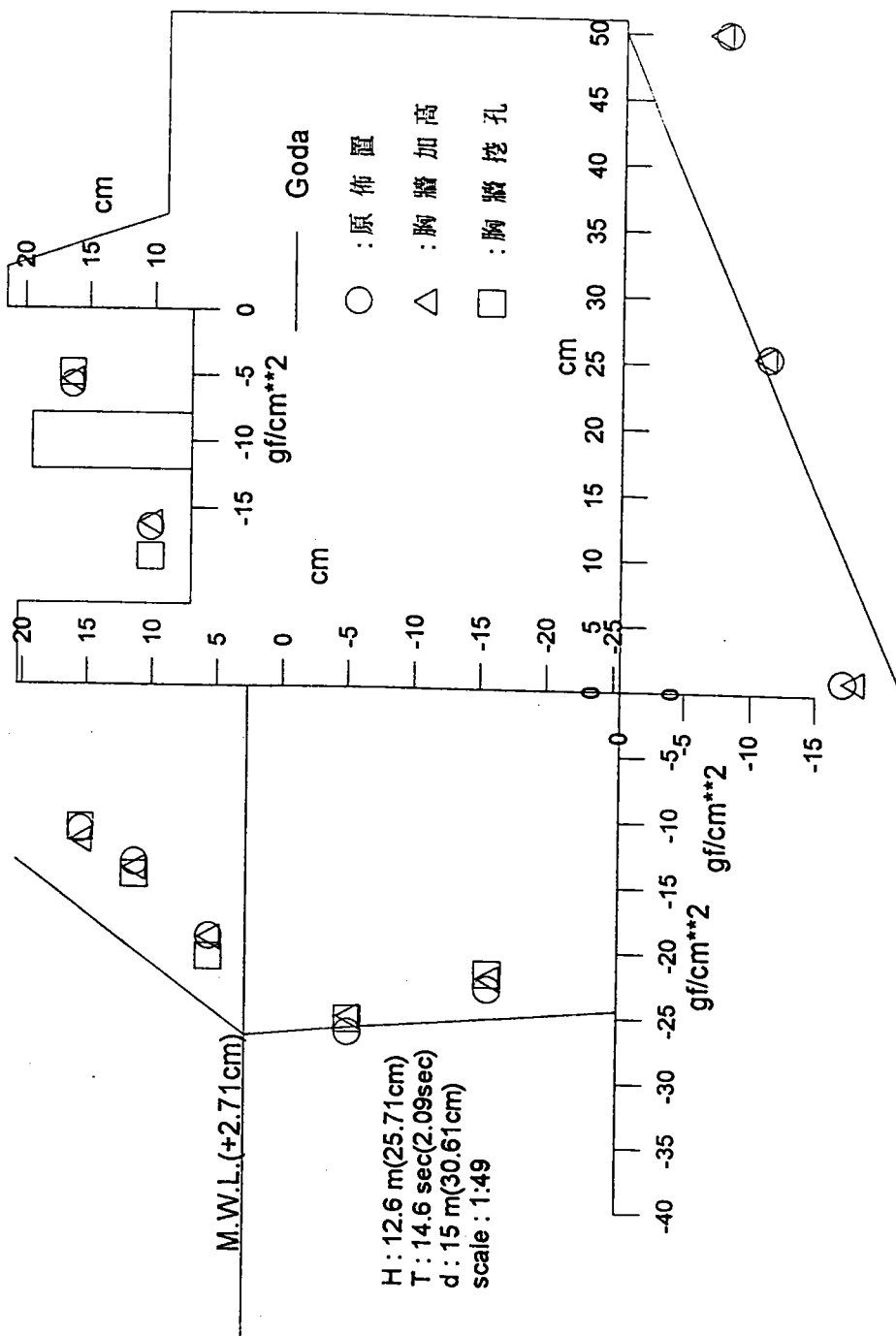


圖 75 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

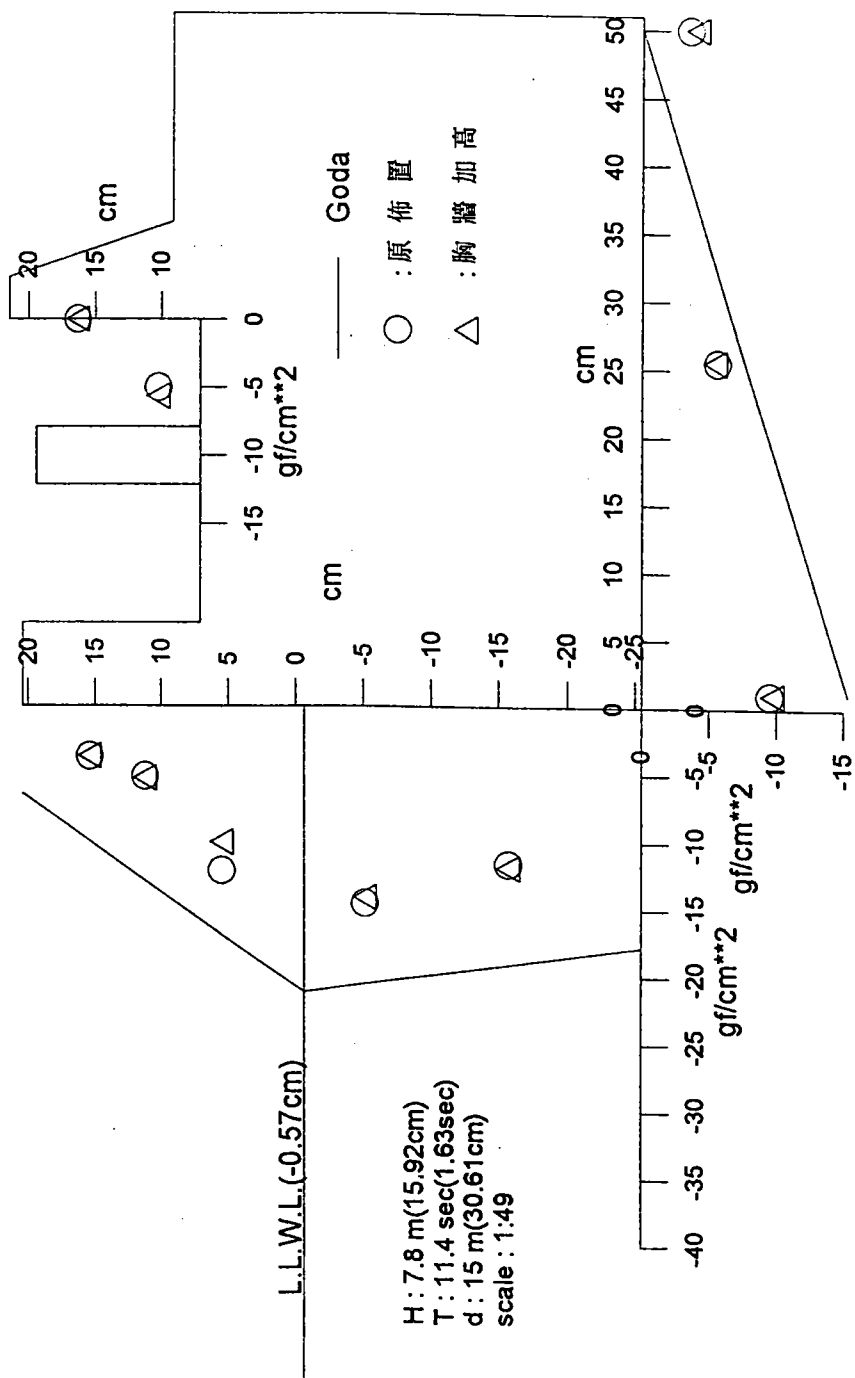


圖 76 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

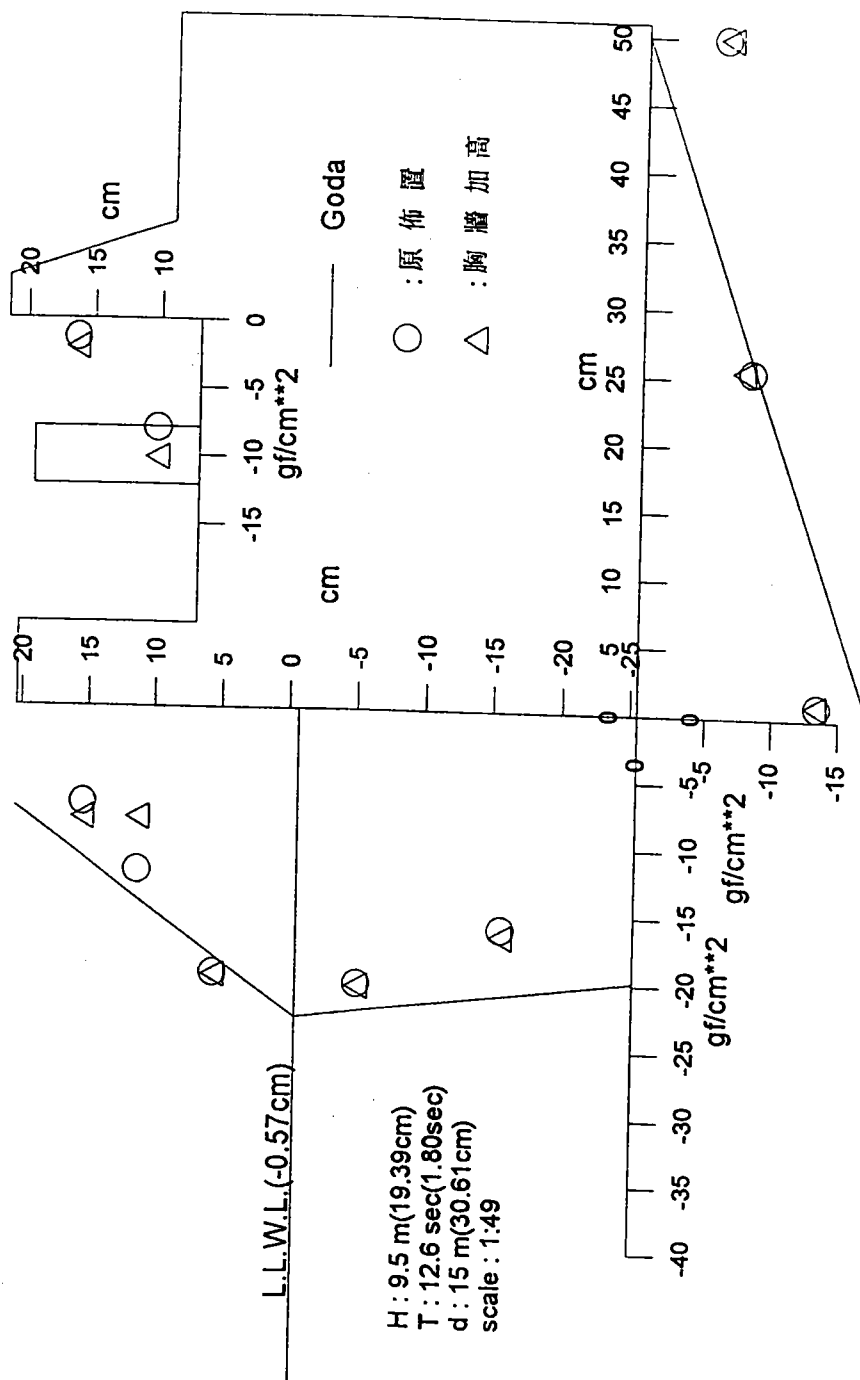


圖 77 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

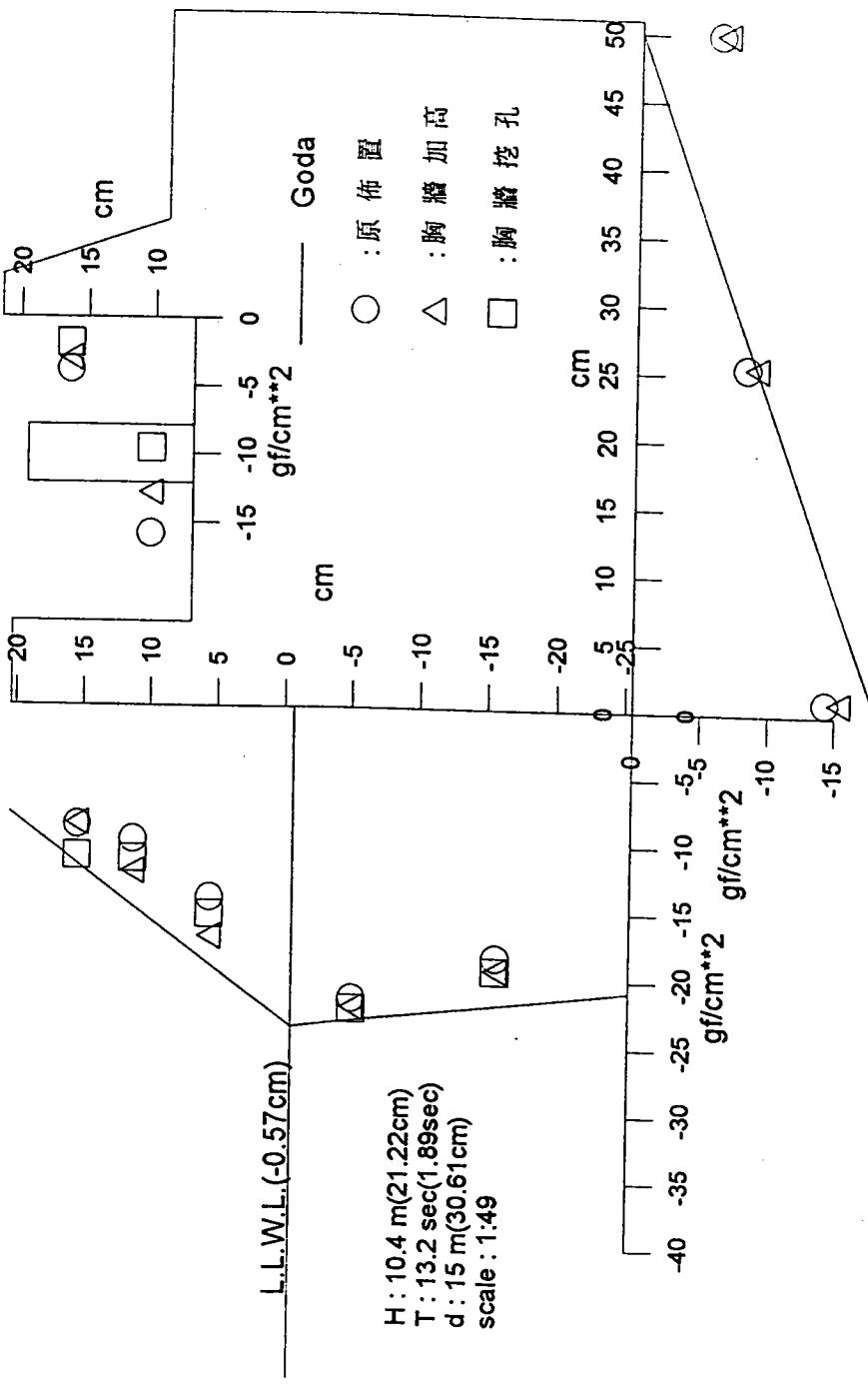


圖 78 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

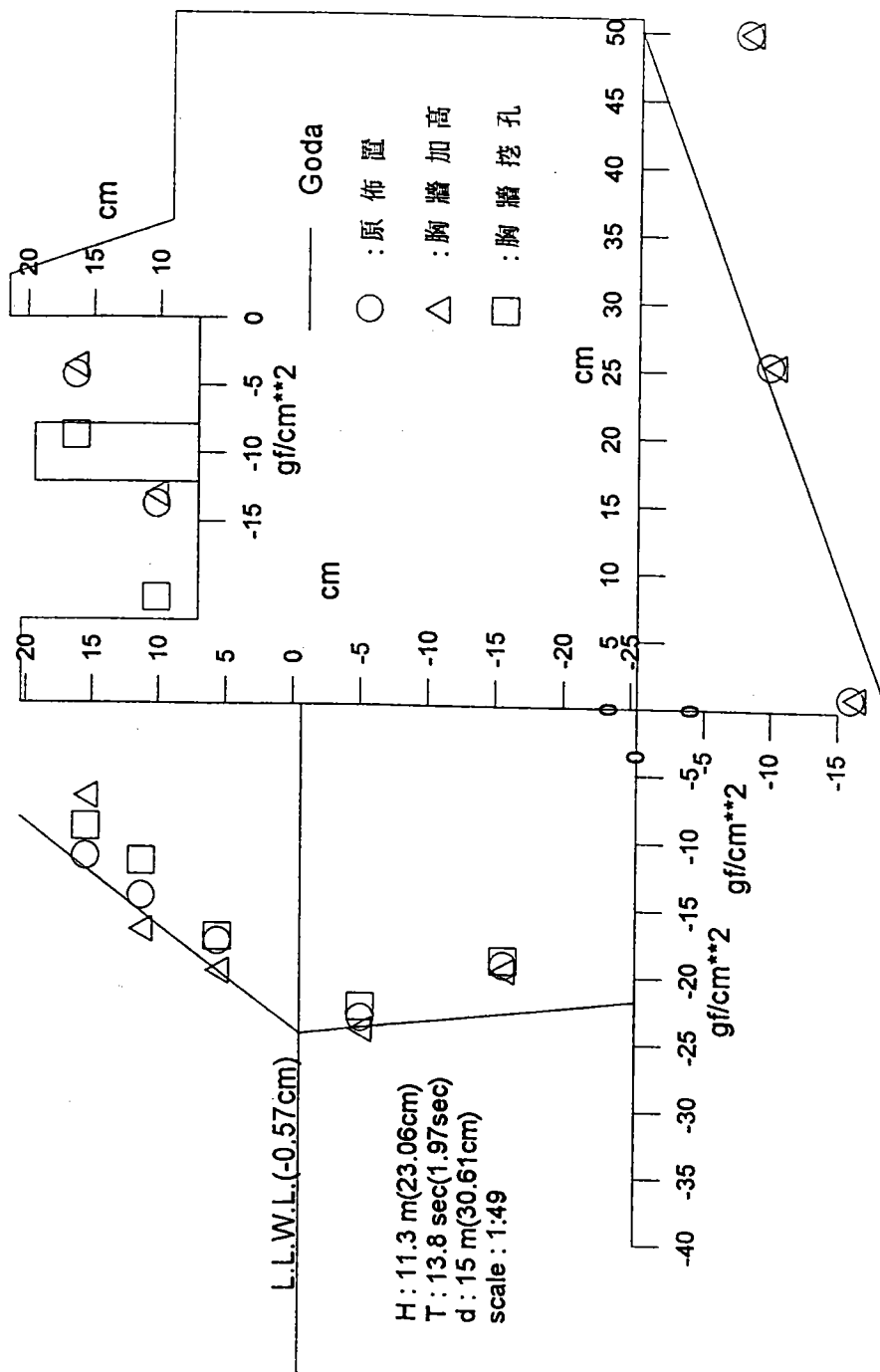


圖 79 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

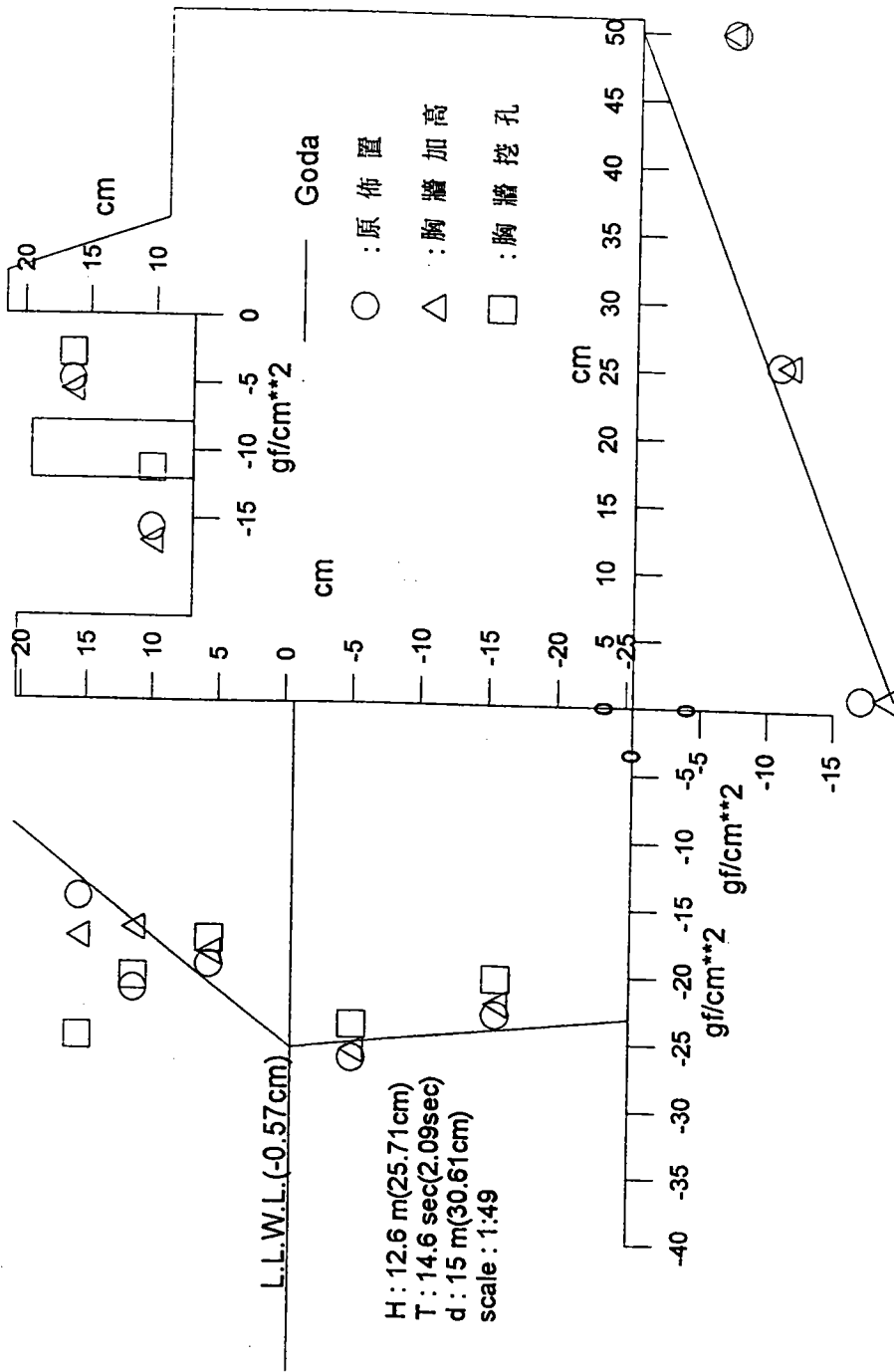


圖 80 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

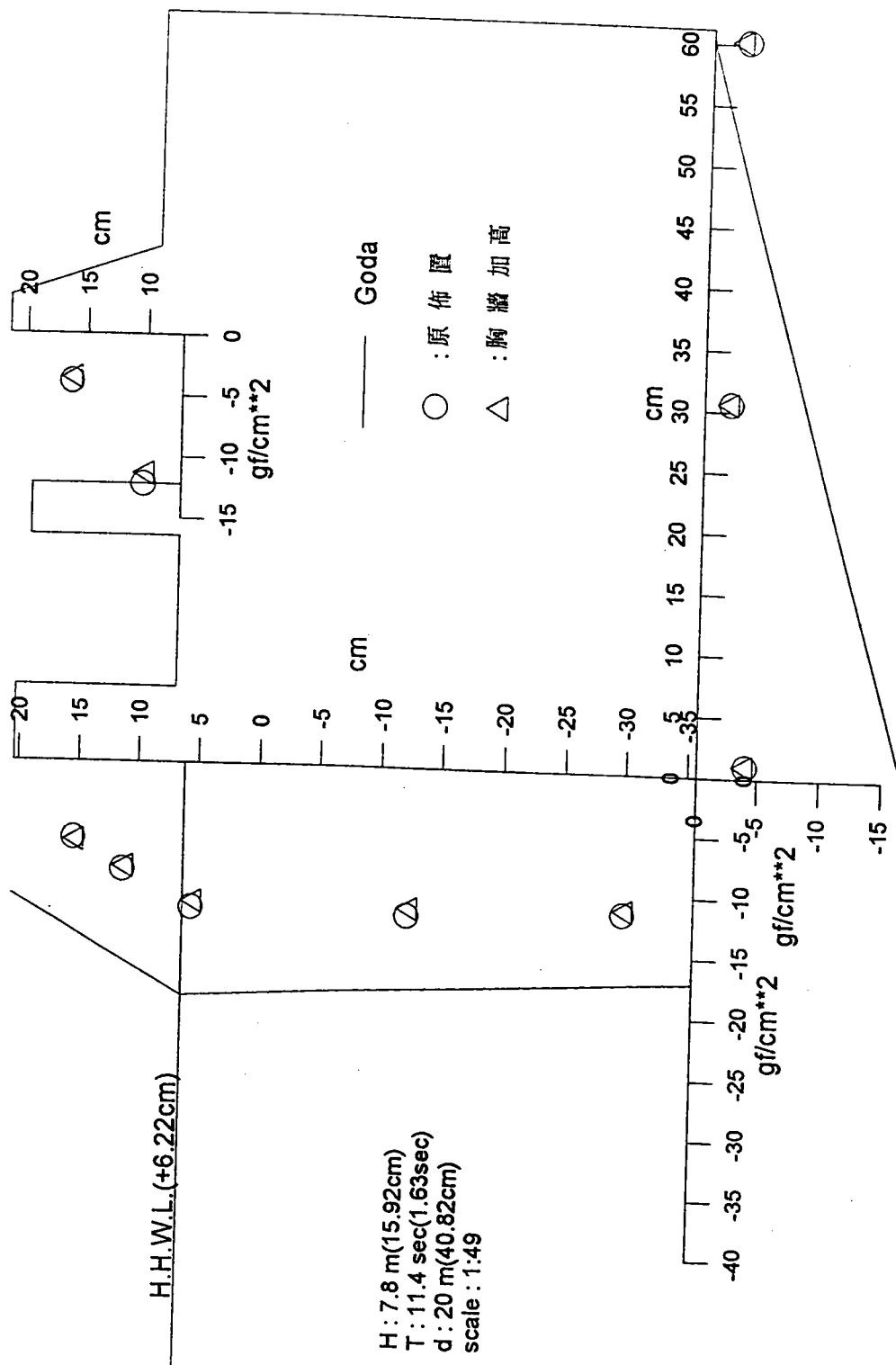


圖 81 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

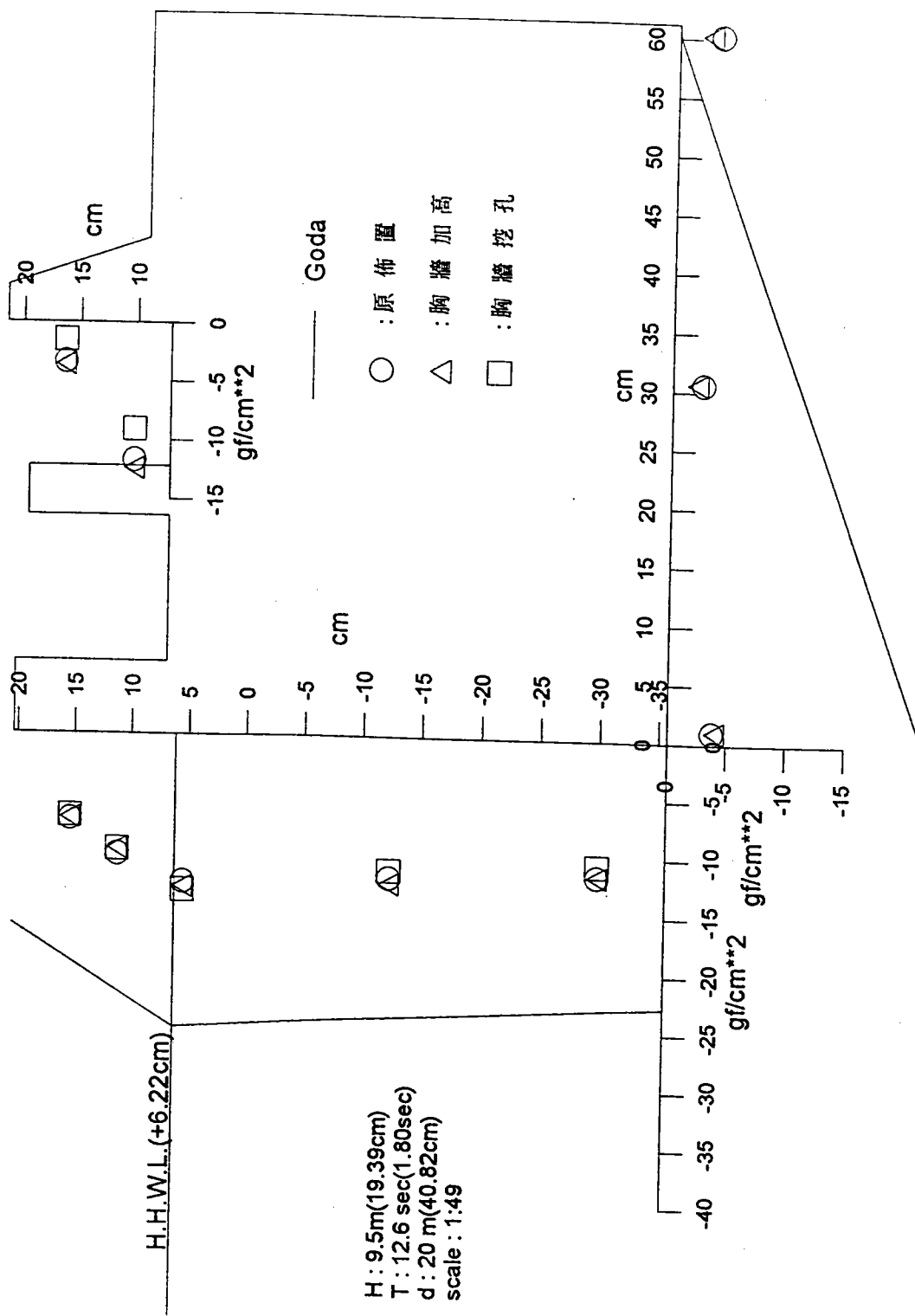


圖 82 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

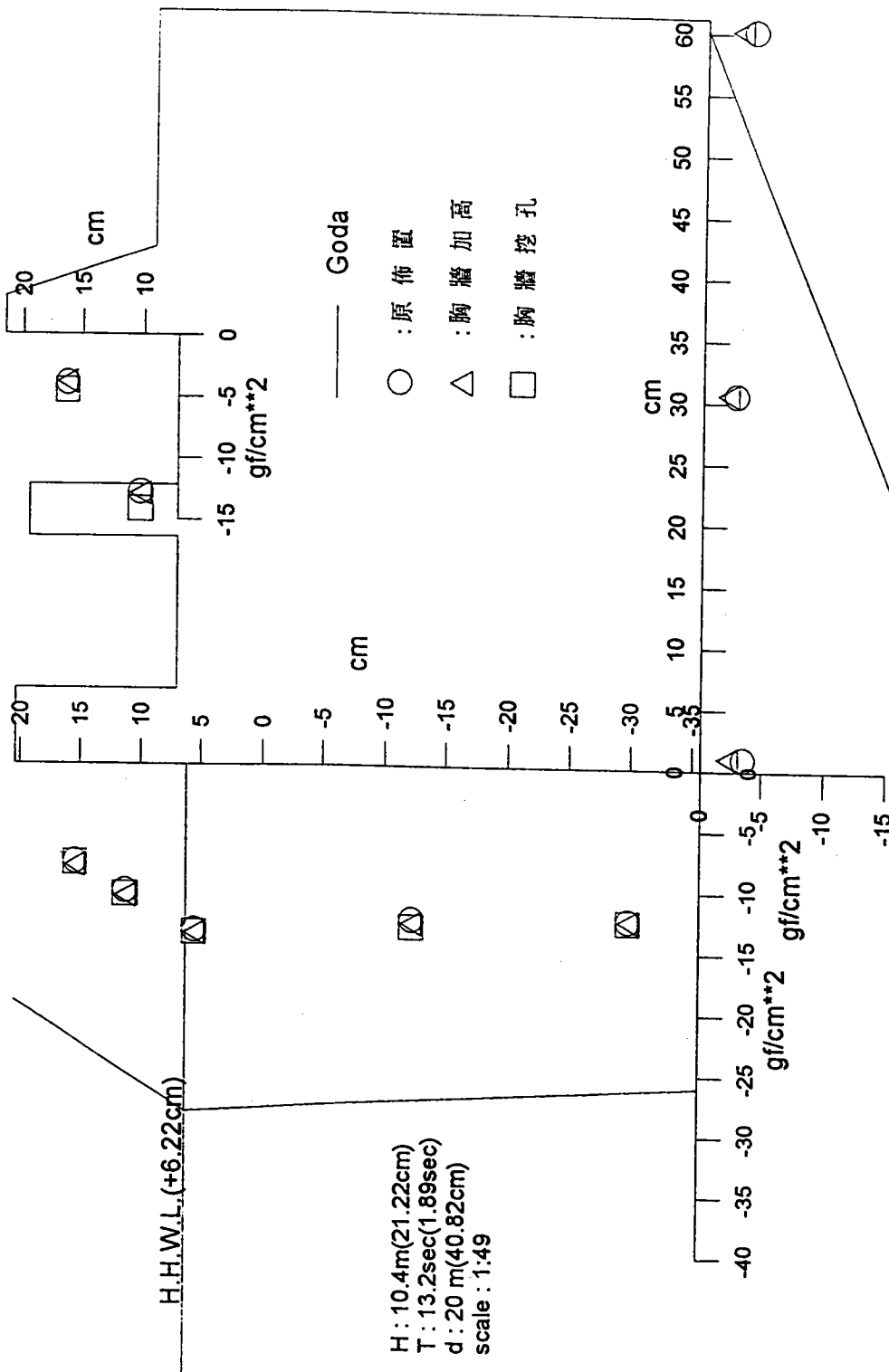


圖 83 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

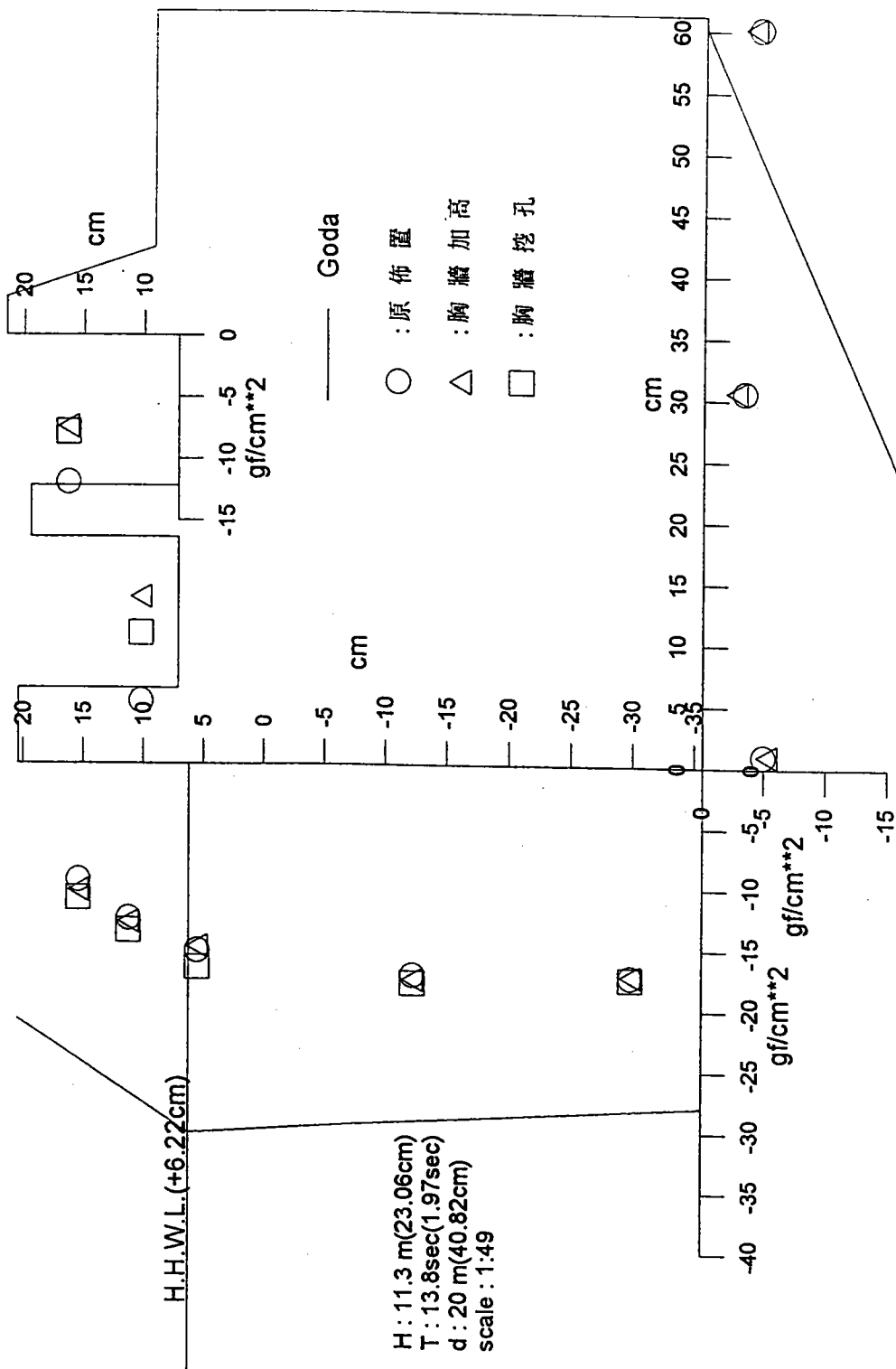


圖 84 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

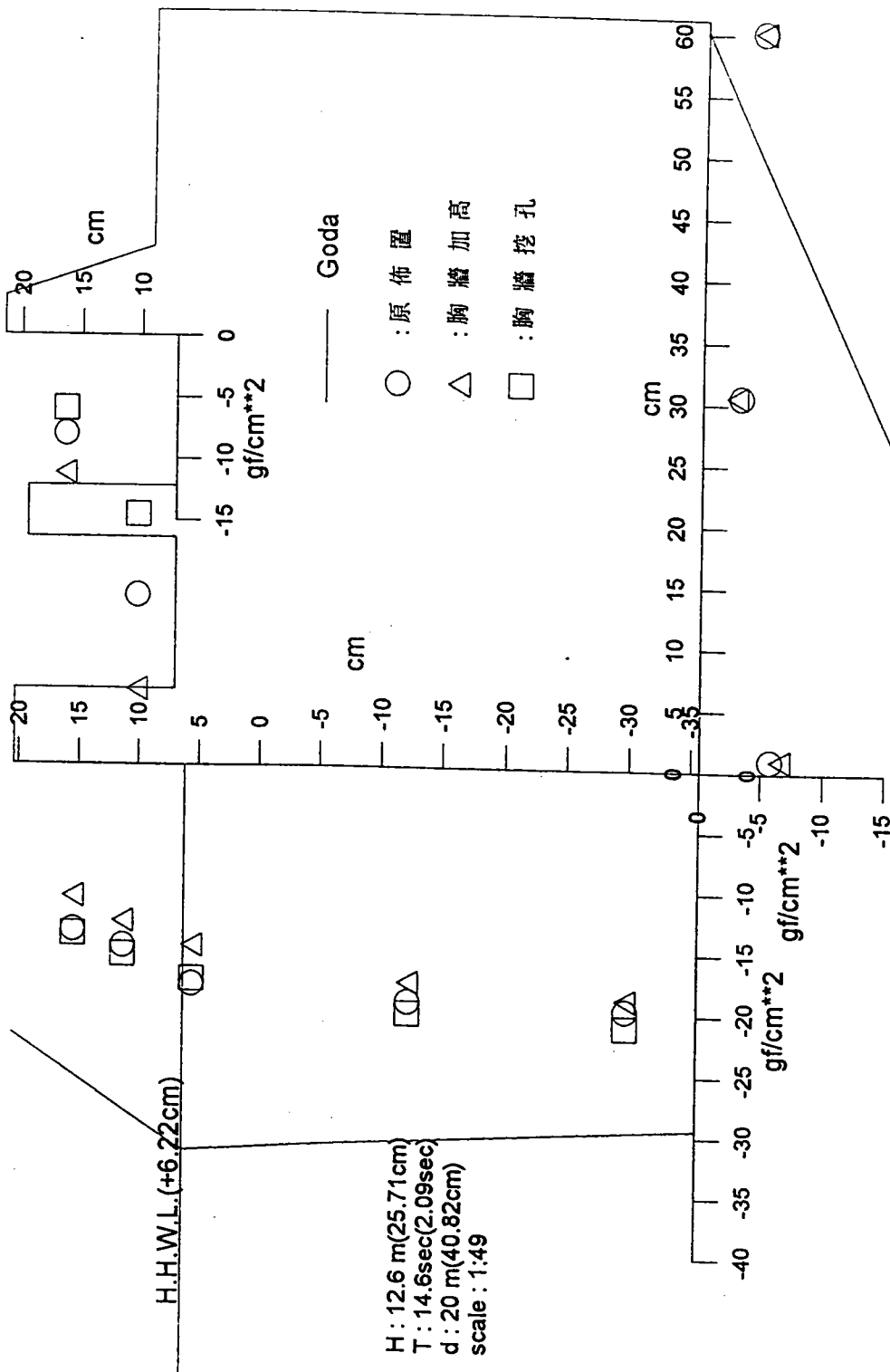


圖 85 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

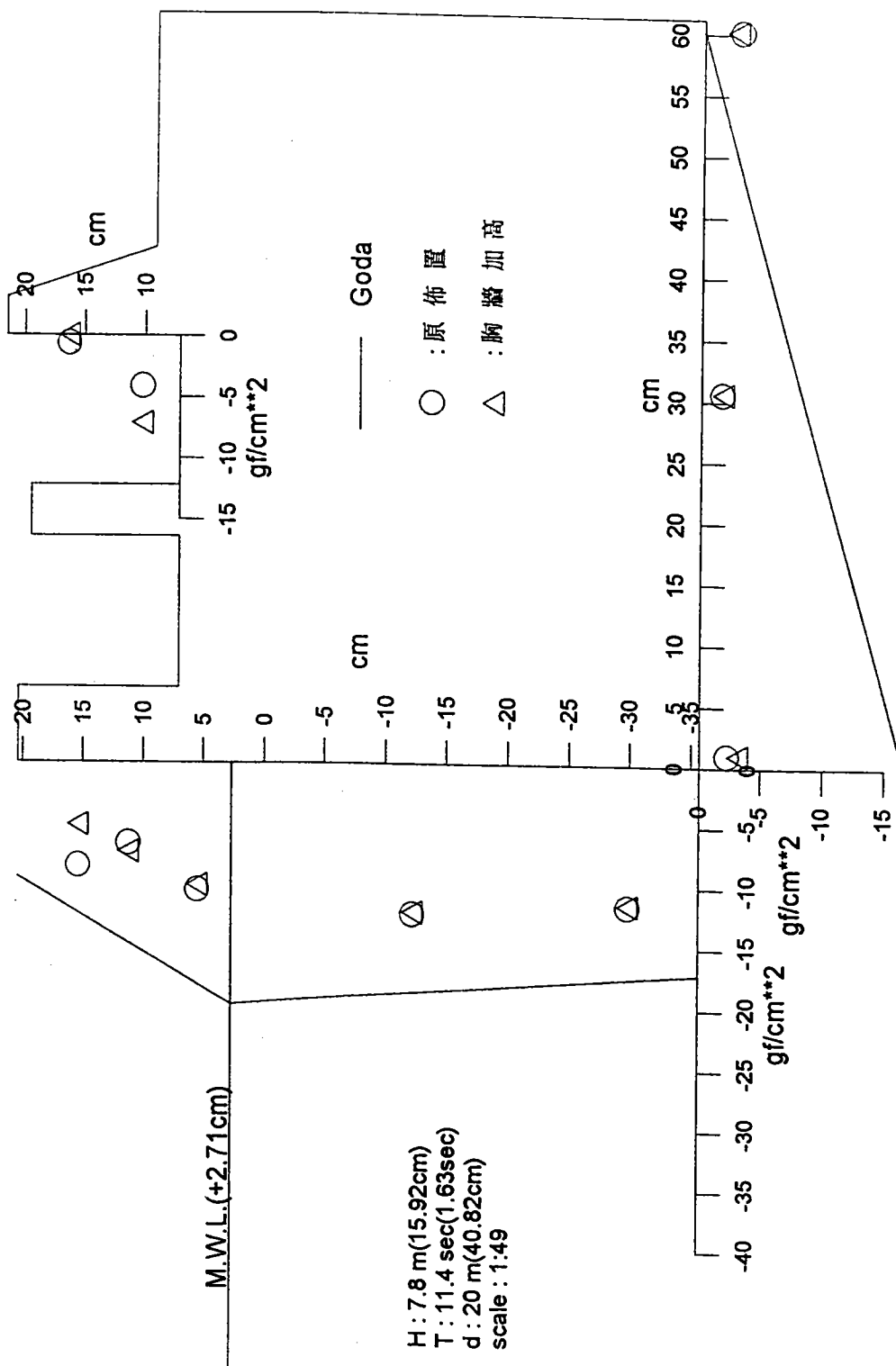


圖 86 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

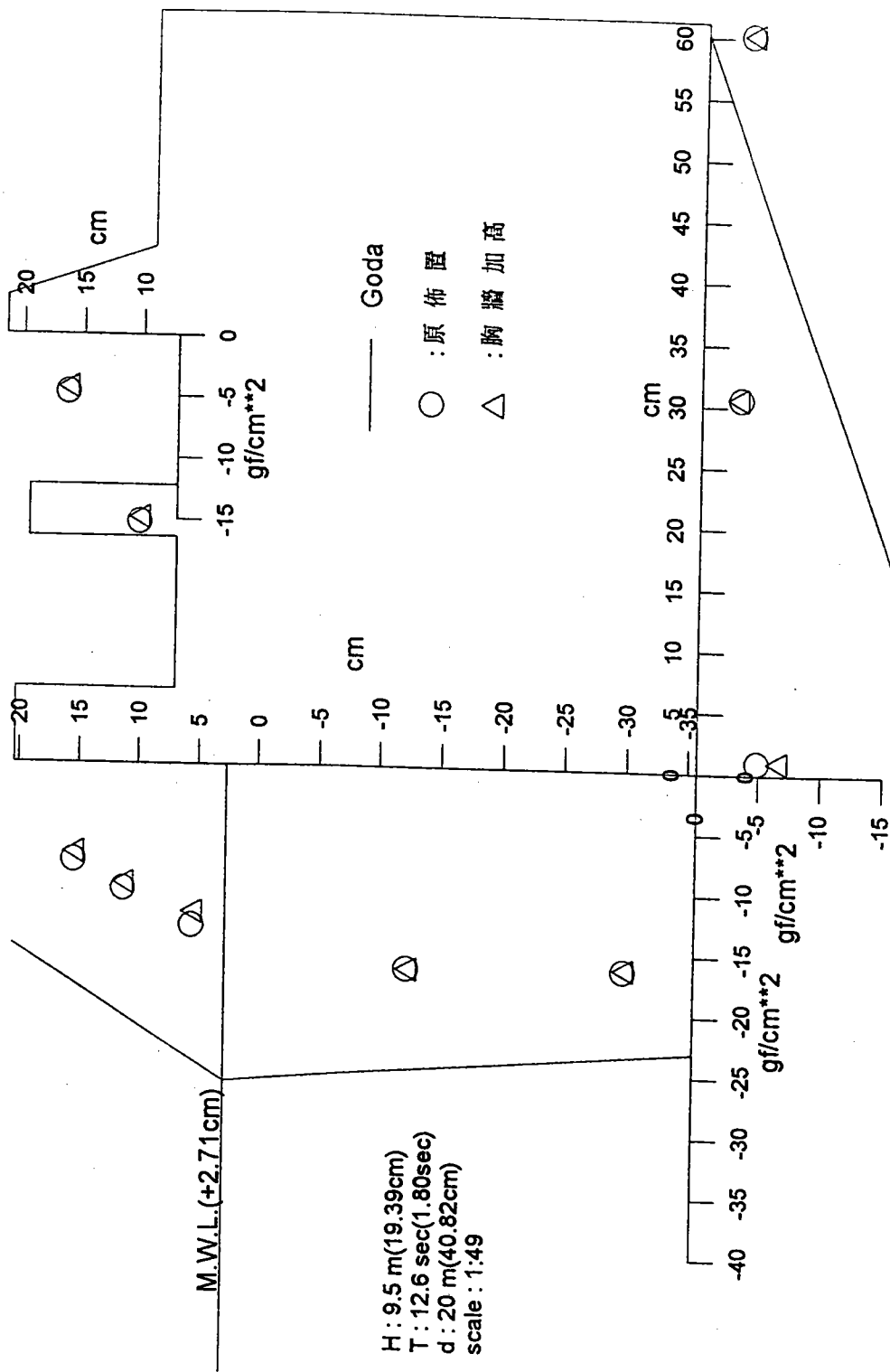


圖 87 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

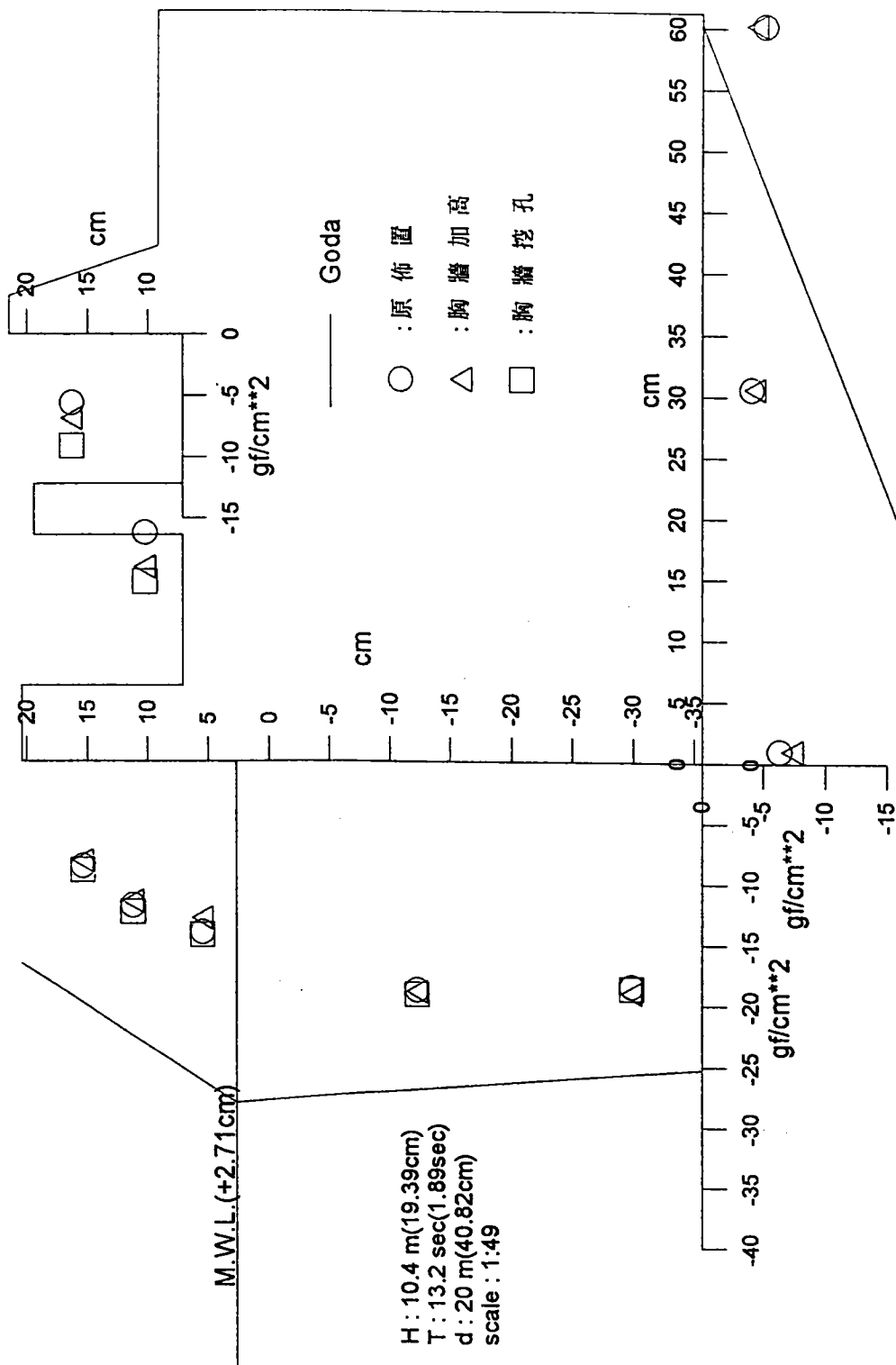


圖 88 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

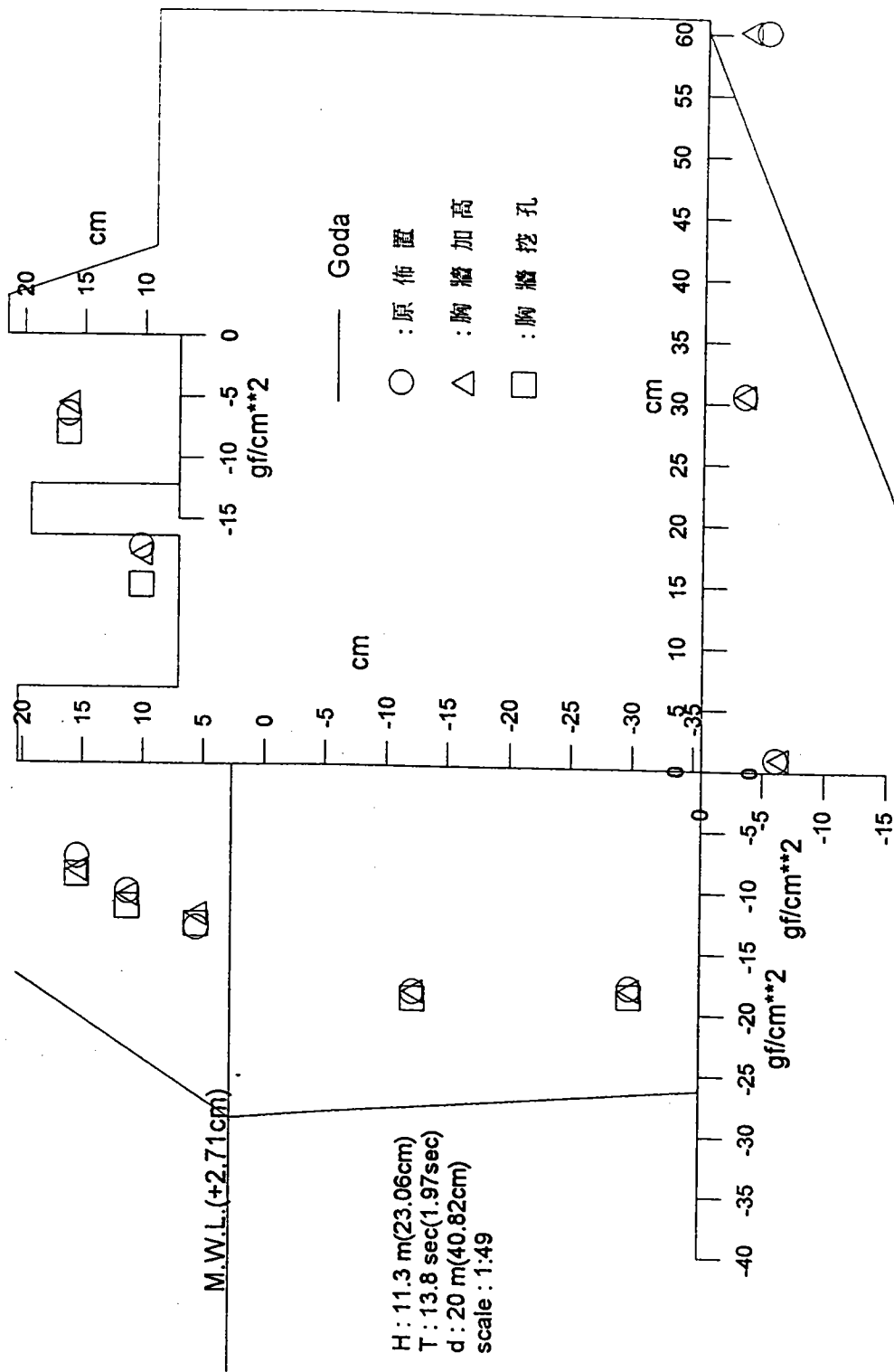


圖 89 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

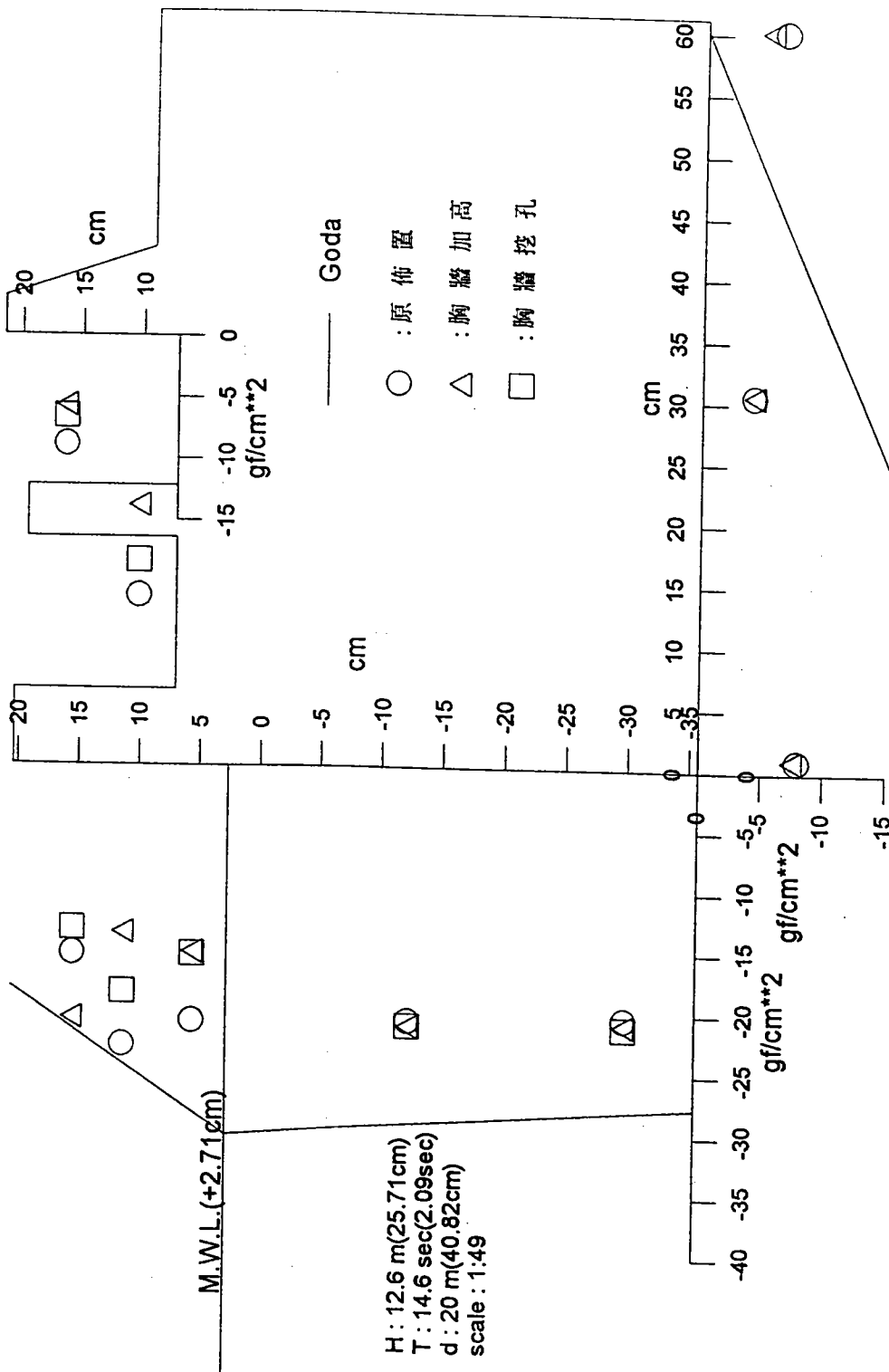


圖 90 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

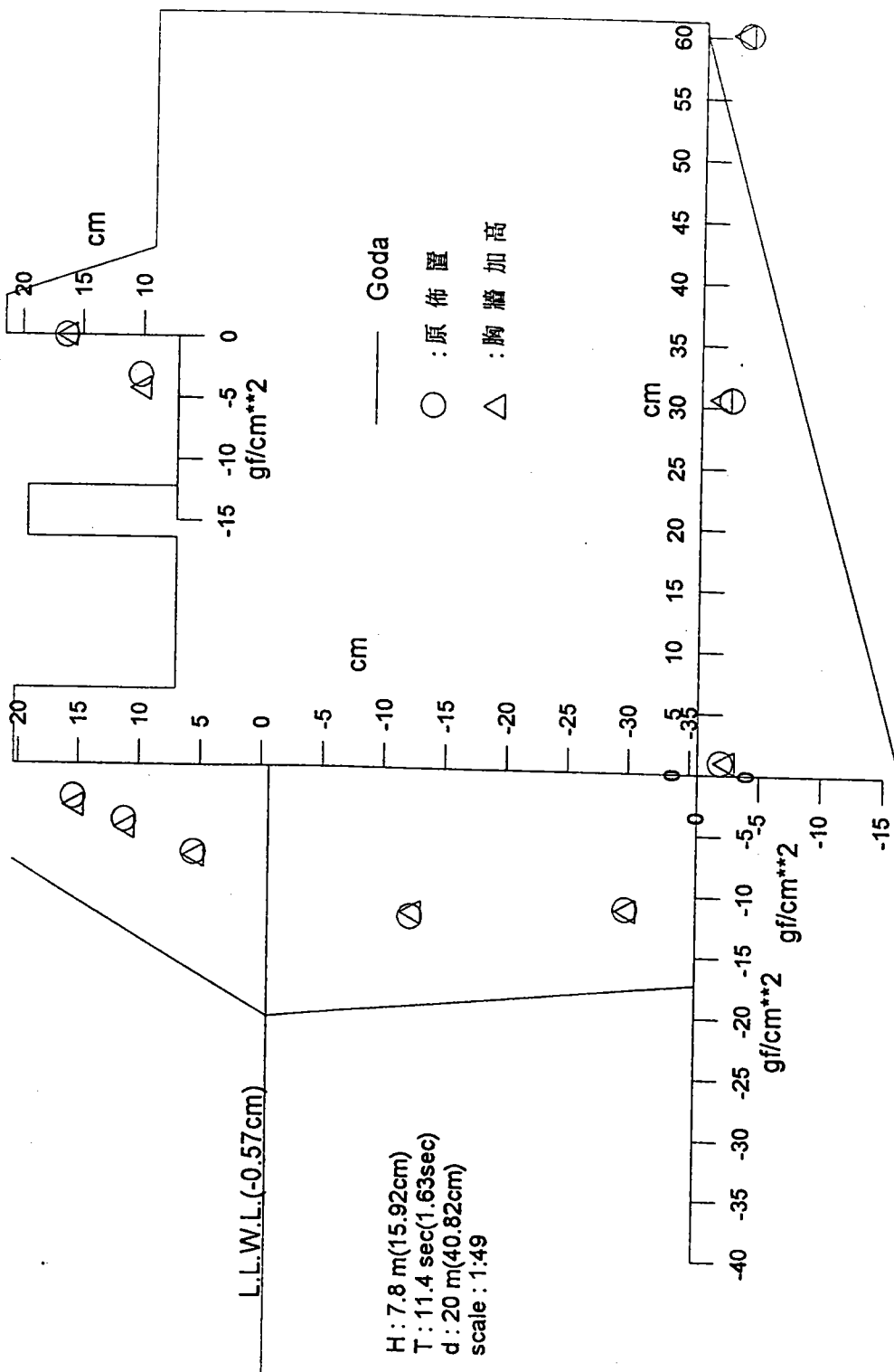


圖 91 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

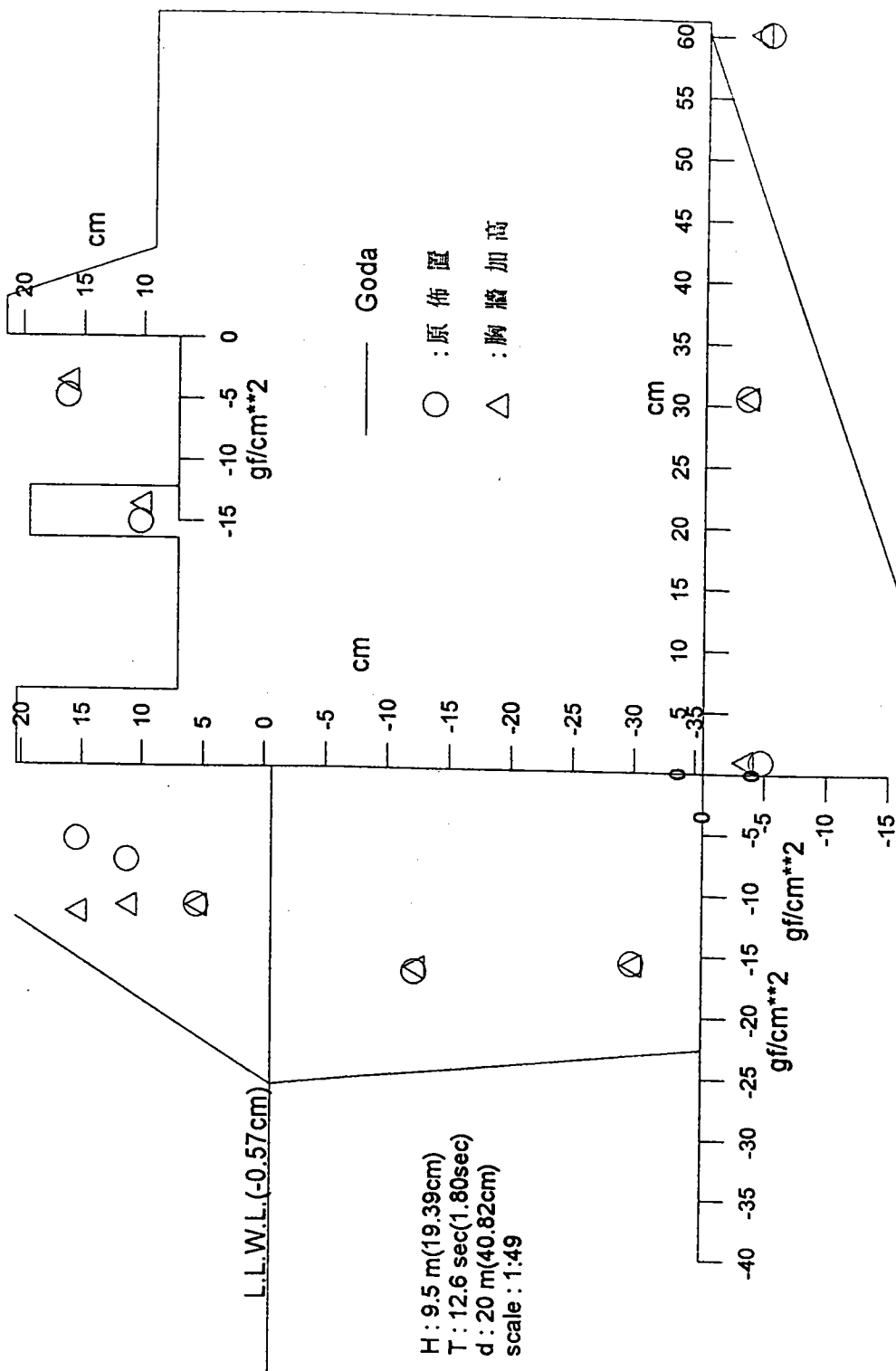


圖 92 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

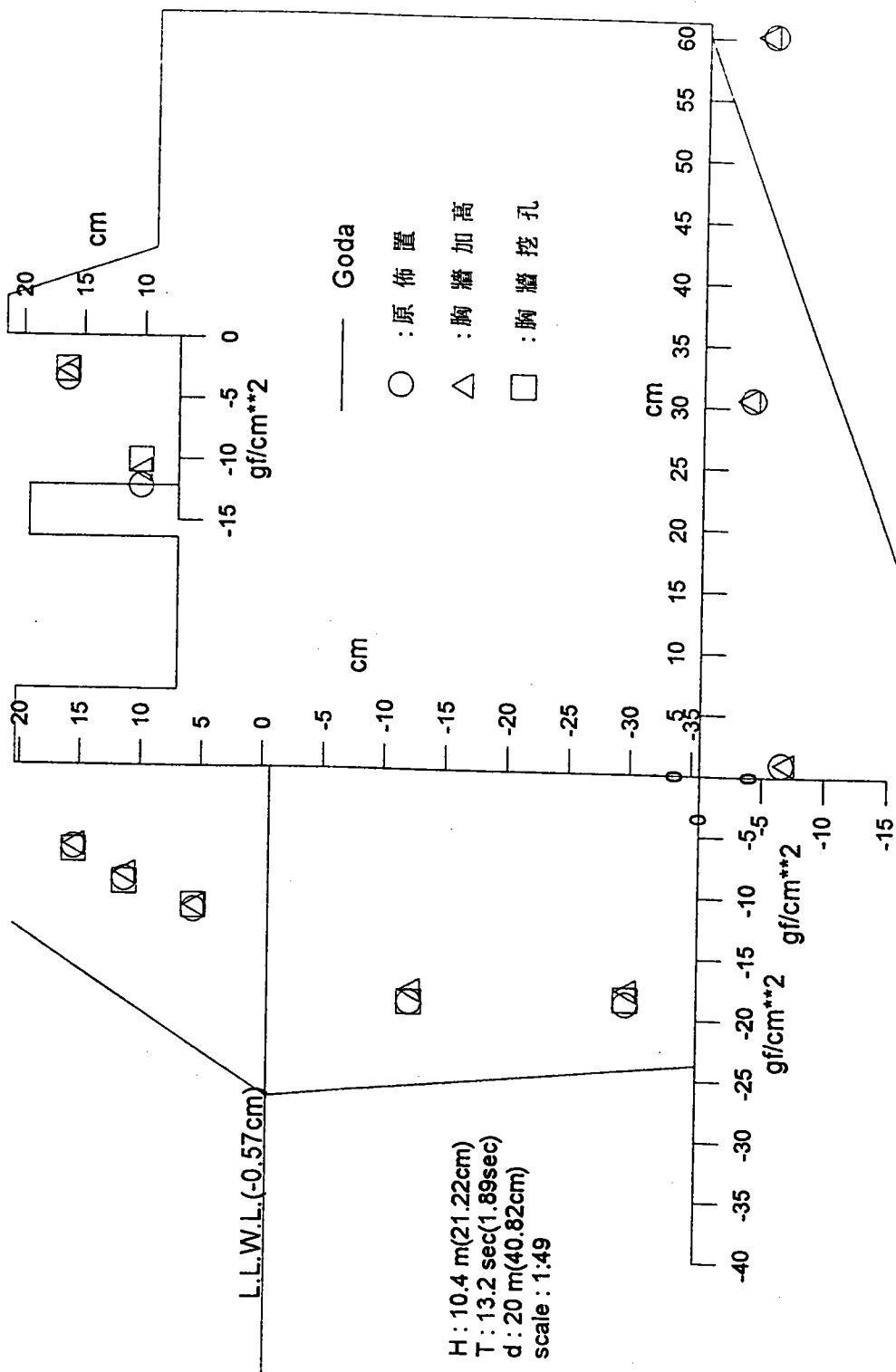


圖 93 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

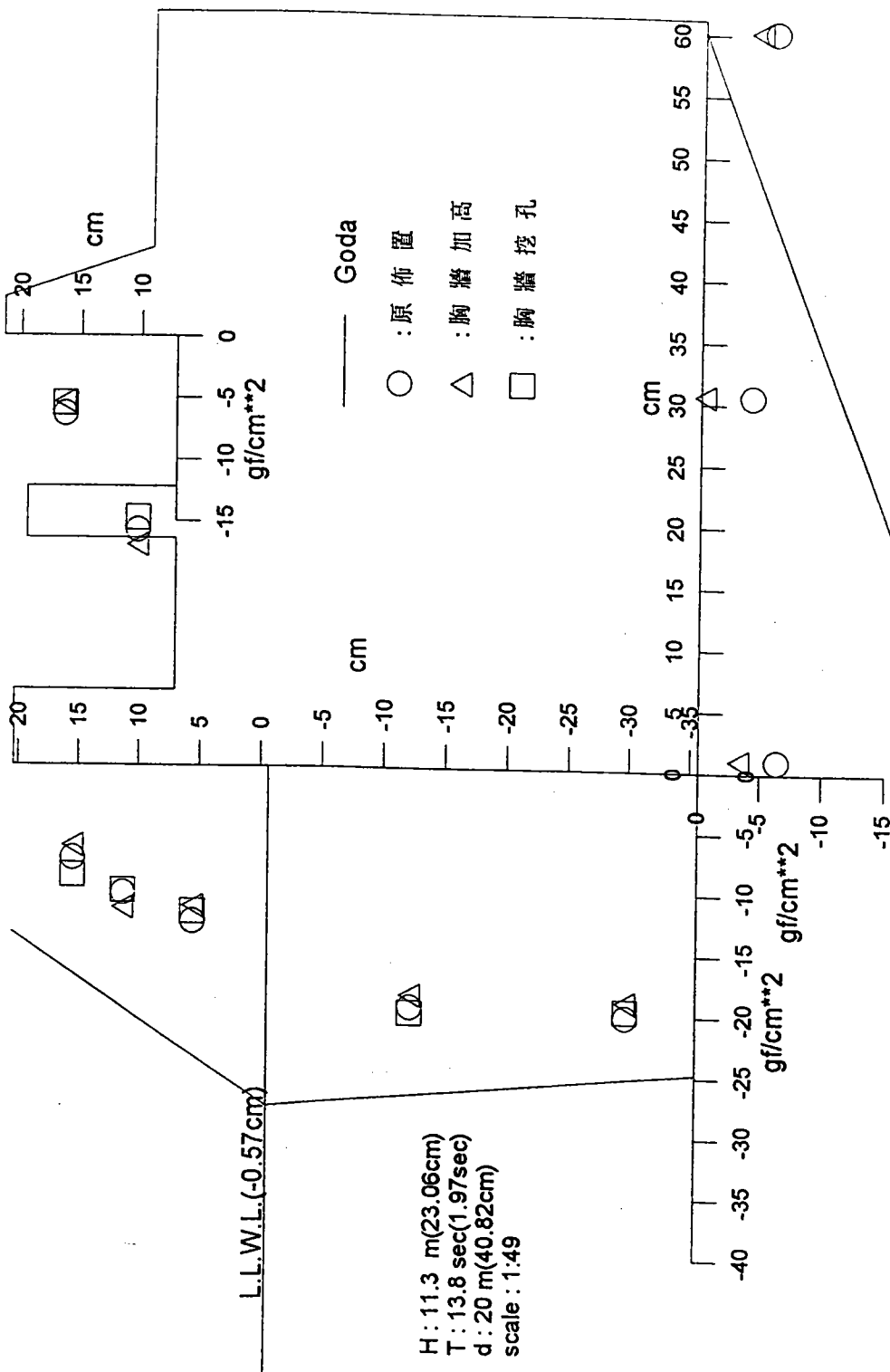


圖 94 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖

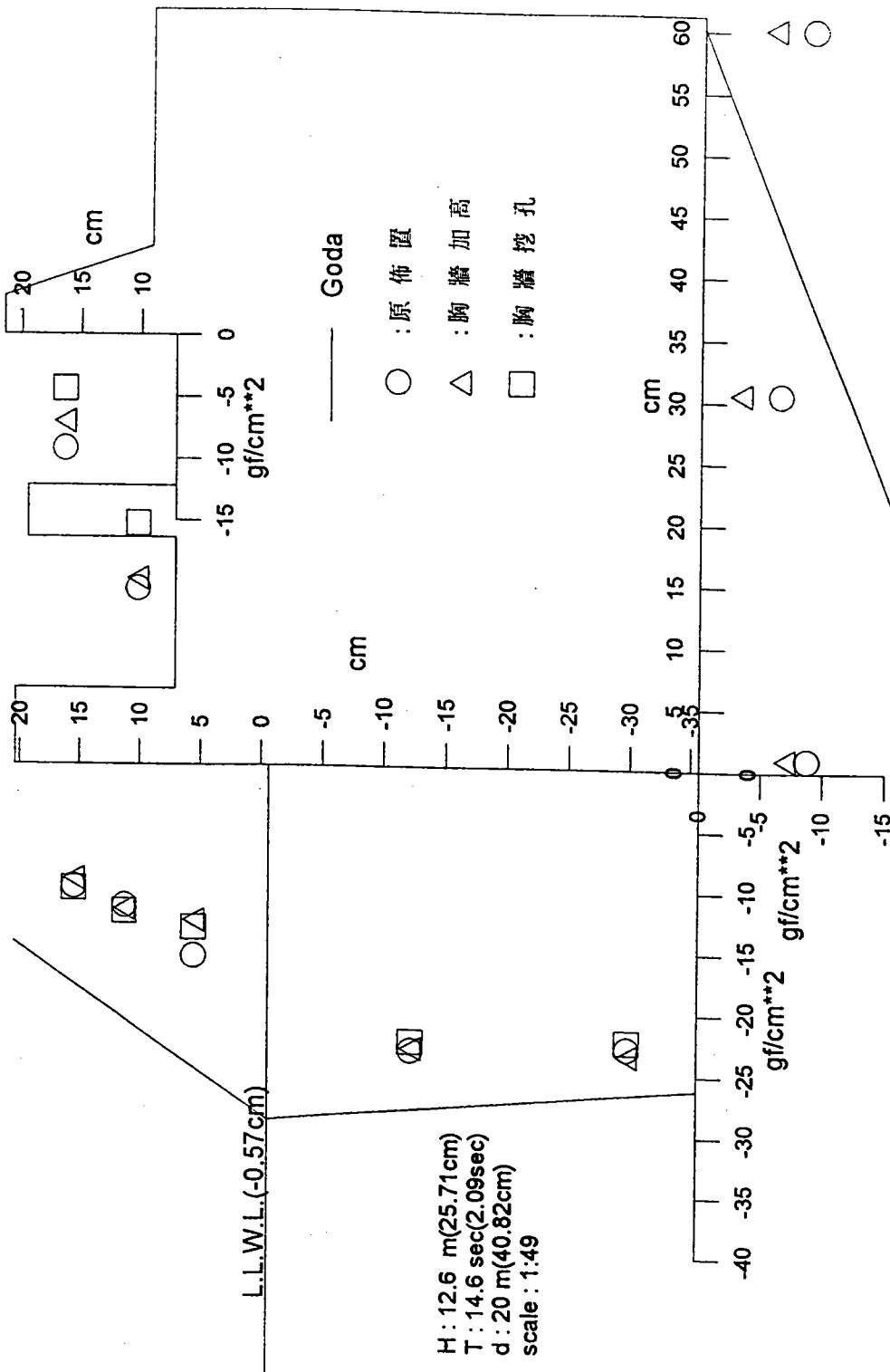


圖 95 堤面波壓及上揚力剖面分佈圖