

固定水平板對垂直壁減壓效果之實驗研究

岳景雲* 王嘉興** 施益章** 周宗仁***

摘 要

本文係以試驗方法探討在規則波作用下單層潛水式固定水平板對不透水垂直岸壁消波及減壓之效果。試驗條件包括考慮改變水平板寬度，改變水平板設置水深，改變水平板與垂直岸壁距離，及九種波浪無因次造波週期。經由試驗結果分析顯示在水平板寬度、設置水深、與垂直岸壁距離中，以水平板設置水深對於降低反射率及減壓效果較其他兩種因素要明顯有效。

一、前 言

一般影響波浪因素除了波高外尚有波長，大多數學者專家均着手於如何減小入射波之波高為目的，對於較長週期波作用於岸壁之波壓與消波效果之研究至今尚很缺乏。短週期之波浪其活動影響範圍在靜水面附近，而長週期波浪活動影響範圍較廣，若水深突然改變時對較長週期之波浪應具有較大之影響，因此考慮在海岸結構物前方設置一水平板，當波浪入射到達水平板時會因水深改變使波浪分裂成上下二種不同波長之波浪，通過水平板上之波浪因水深變淺以致波長變短，此二種波浪於通過水平板後會產生重疊作用合成一波長較短之波。周等⁽¹⁾於1987利用微小振幅波理論數值解析潛水固定或繫留水平板受規則波作用引起波之分裂及衰減，王⁽²⁾於1987利用試驗方法針對潛水固定水平板研究波浪衰減現象，提出水平板對波浪分裂之現象有明顯趨勢。因此本文繼續周、王之研究，利用試驗方法探討固定水平板設置於不透水岸壁前，了解其對岸壁所產生之消波與減壓效果。

二、試驗過程

2.1 試驗設備與儀器

本試驗係於國立臺灣海洋學院河海工程學系海港工程試驗室斷面造波水槽進行，該水槽長50

* 國立臺灣海洋學院河海工程系講師

** 國立臺灣海洋學院河海工程研究所研究生

*** 國立臺灣海洋學院河海工程系教授

公尺、寬1.8公尺、高1.5公尺，一側為鋼筋混凝土壁，另一側為玻璃壁可供觀察，造波機為活塞式造波機，以電腦控制其造波狀況，可適當調整其週期和波高。波高計採用線性容量式波高計，經由增幅器放大後由記錄器記錄之。波壓計則採用日本KYWA公司製造之PML-200GC型，最大容許壓力為 $200\text{g}/\text{cm}^2$ 。

2.2 試驗佈置

本試驗佈置如圖1所示，而量測反射率係採用合田等⁽³⁾之分離推定法，在水平板前方適當位置處放置二支波高計，分別測取兩點之波形時間變化，因此在週期改變時，無須移動波高計，僅須將兩波高計間隔及波高計與模型距離保持在有效範圍內即可。合田指出兩波高計間隔與有效波長之關係為 $L_{\max} = \frac{\Delta\ell}{0.05} > L > \frac{\Delta\ell}{0.45} = L_{\min}$ ，又指出靠近模型側之波高計與模型間有效距離為 $X_1 \geq 0.1L$ ，本試驗週期在0.8秒變化至1.8秒故 $\Delta\ell$ 採用30公分 X_1 採用300公分均合乎上述範圍內。水平板及垂直岸壁均用2公分厚夾板以螺絲固定，可視為固定不動且不透水之結構物，另在垂直岸壁夾板上由靜水面開始向下每隔 $Z = 5$ 公分預留一波壓計孔，以測定各種不同狀況下波峯波谷到達時之壓力值。

2.3 試驗條件

本試驗水深 h 取40公分，水平板寬度 $\ell = 40$ 公分、60公分，水平板設置水深 $q = -10$ 公分、 -20 公分，水平板與垂直岸壁距離 $d = 10$ 公分、20公分、40公分，造波週期以無因次週期 $\sigma^2 h/g$ 表示，在0.5~2.5間每隔0.25造波。其中 $\sigma =$ 週頻率、 $h =$ 水深、 $g =$ 重力加速度，試驗波高以波浪入射至水平板上不會碎波為限，因本試驗之研究目的不在於使入射波發生碎波，而是在於希望波浪通過水平板時能產生短波長之波。

2.4 試驗步驟

本試驗共進行108種情況其進行步驟如下：

- (1) 率定波高計、波壓計。
- (2) 測定水平板不存在時之反射率與波壓力。
- (3) 選擇一種水平板寬度，固定擺放水深與垂直岸壁之距離。
- (4) 改變各種不同入射波週期，在波浪到達垂直岸壁反射後再到達兩支波高計時開始記錄波形時間變化，而當反射波到達造波板再次反射時停止記錄。
- (5) 水平板寬度不變，改變擺放水深與岸壁距離再重覆(4)步驟。
- (6) 變換另一種水平板寬度重覆(3)(4)(5)步驟。
- (7) 由波高計記錄上以合田分離推定法計算反射率值。
- (8) 由波壓計記錄上判讀波峯、波谷到達時之波壓力。

三、試驗結果與討論

本文因試驗次數繁多，僅就其中選擇代表性圖加以說明。

(I) 反射率

圖 2～圖 17 表示水平板在各種不同佈置下，反射率 (K_r) 與無因次週期 ($\sigma^2 h/g$) 之關係。

其中 σ ：週頻率， h ：水深、 g ：重力加速度。圖中

- * — 表示水平板不存在時所測得之反射率值，
- ⊙ — 表示水平板距岸壁 $0.25h$ 時測得之反射率值，
- □ — 表示水平板距岸壁 $0.5h$ 時測得之反射率值，
- △ — 表示水平板距岸壁 $1.0h$ 時測得之反射率值。

本試驗因波形尖銳度分佈在 $H/L = 6.1 \times 10^{-3} \sim 2.0 \times 10^{-2}$ 範圍內，所以當水平板不存在時，經由合田分離推定法所求得之反射率值約在 $0.88 \sim 1.0$ 間，尚屬合理。

1. 水平板距岸壁距離與反射率之關係

圖 2～圖 3 表示 $q = -0.25h$ 、 $l/h = 1.0$ 及 $l/h = 1.5$ 時，改變水平板距岸壁距離對反射率的影響，可以看出其反射率均較無水平板時為小。

圖 4～圖 5 表示改變設置水深為 $q = -0.5h$ ，而 $l/h = 1.0$ 及 $l/h = 1.5$ 時，改變水平板距岸壁距離發現其反射率與無水平板時之反射率接近，變化不大。

2. 水平板寬度與反射率之關係

圖 6～圖 8 表示 $q = -0.25h$ 時，改變水平板距岸壁距離，在距岸壁 $0.25h$ 時水平板寬度較寬時其反射率較小，但在距岸壁 $0.25h$ 及 $1.0h$ 時，改變水平板寬度反射率在某一週期範圍內有顯著減小的趨勢，但是在另一週期範圍內却又顯著增加。

圖 9～圖 11 表示改變設置水深為 $q = -0.5h$ 時，改變水平板距岸壁距離，雖然增加水平板寬度但其反射率變化不甚明顯。

3. 水平板設置水深與反射率之關係

圖 12～圖 14 表示水平板寬度 $l/h = 1.0$ 距岸壁距離分別為 $0.25h$ 、 $0.5h$ 、 $1.0h$ 時由於設置水深不同所求得反射率也有很大差異，一般而言水平板設置於 $q = -0.25h$ 所求得反射率要比設置於 $q = -0.5h$ 為小。

圖 15～圖 17 表示增加水平板寬度為 $l/h = 1.5$ ，距岸壁距離仍為 $0.25h$ 、 $0.5h$ 、 $1.0h$ 時亦可明顯看出水平板設置水深於 $q = -0.25h$ 其反射率有顯著降低趨勢。

(II) 作用於岸壁的波壓

圖 18～圖 29 表示水平板在各種不同佈置下，波浪作用於直立壁之波壓。橫座標以壓力 $P/\rho gH$ 無因次表示，其中 H 為入射波高，縱座標以波壓計設置水深 Z/h 無因次表示，其中 Z 表波壓計設置水深。圖中

- 表示經由 Sainflou 公式算出之波壓，
- * — 表示水平板不存在時測得波壓，

- 表示水平板距岸壁 0.25h 時測得波壓，
- 表示水平板距岸壁 0.5h 時測得波壓，
- △—表示水平板距岸壁 1.0h 時測得波壓。

本試驗因波形尖銳度分佈在 $H/L = 6.1 \times 10^{-3} \sim 2.0 \times 10^{-2}$ 範圍內，所以當水平板不存在時，所測得波壓在較長週期時與經由 Sainflou 公式算出一致，而在較短週期時其波壓較 Sainflou 小。

- (1) 圖18~圖20表示水平板寬度 $l/h = 1.0$ ，設置水深 $q = -0.25h$ 時，在 $\sigma^2 h/g = 0.5$ ，水平板與岸壁間之距離對波壓無顯著影響。在 $\sigma^2 h/g = 1.0$ ，水平板距岸壁較近時不論波峯或波谷到達其波壓顯著降低，有明顯減壓效果。而在 $\sigma^2 h/g = 2.0$ ，水平板距岸壁較近時反而波壓增大，但距岸壁較遠減壓效果良好。
- (2) 圖21~圖23表示當水平板寬度 $l/h = 1.0$ ，設置水深增為 $q = -0.5h$ 時，改變水平板與岸壁距離，對波壓無顯著影響，減壓效果不明顯。
- (3) 圖24~圖26表示當水平板寬度增為 $l/h = 1.5$ ，而 $q = -0.25h$ 時，在 $\sigma^2 h/g = 0.5$ ，此三種佈置均有減壓效果。在 $\sigma^2 h/g = 1.0$ 距岸壁 0.25h 及 1.0h 其波壓均有明顯減小趨勢，但在距岸壁 0.5h 佈置下，其波壓則沒有降低，與水平板不存在時波壓相近。在 $\sigma^2 h/g = 2.0$ 則以距岸壁 1.0h 之減壓效果良好。
- (4) 圖27~圖29表示水平板寬度 $l/h = 1.5$ 而設置水深增為 $q = -0.5h$ 時，在 $\sigma^2 h/g = 0.5$ 此三種佈置波壓很接近，減壓現象不明顯。在 $\sigma^2 h/g = 1.0$ 波壓略有增大現象。在 $\sigma^2 h/g = 2.0$ 除了 $d/h = 1.0$ 時略有減壓現象外，其餘二種佈置的波壓反有增大的趨勢。

四、結 論

經由本文試驗結果發現，利用潛水式固定水平板是會降低波浪作用於港灣結構之波壓力及減小反射率。但是尚無法得到一最佳配置，因此擬繼續進行數值計算解析以求得一最佳配置方案，作為工程上設計之參考。

就試驗結果發現水平板設置水深、水平板寬度、水平板距岸壁距離，三者因素中，以水平板設置水深對減壓及消波效果的影響明顯有效。在本研究之試驗範圍而言，水平板設置於水面下 0.25h 時在不同的水平板寬度、距岸壁距離的條件下，其反射率均比水平板位於水面下 0.5h 處為小。另由波壓力試驗結果也可看出，水平板位於水面下 0.25h 時的減壓效果比水平板位於水面下 0.5h 時明顯。

五、參考文獻

1. 周宗仁、翁文凱、井島武士：潛水固定或繫留水平板受規則波作用引起波之分裂及衰減。
國立臺灣海洋學院河海工程學系河海研究第34號，76. 4.
2. 王嘉興：固定水平板引起波浪衰減之實驗研究。國立臺灣海洋學院河海工程研究所碩士論文，76. 6.
3. 合田良實、鈴木康正等，(1976)：不規則波實驗における入射波、反射波分離推定法。運輸省港灣技術研究所，No. 208 PP1~24。

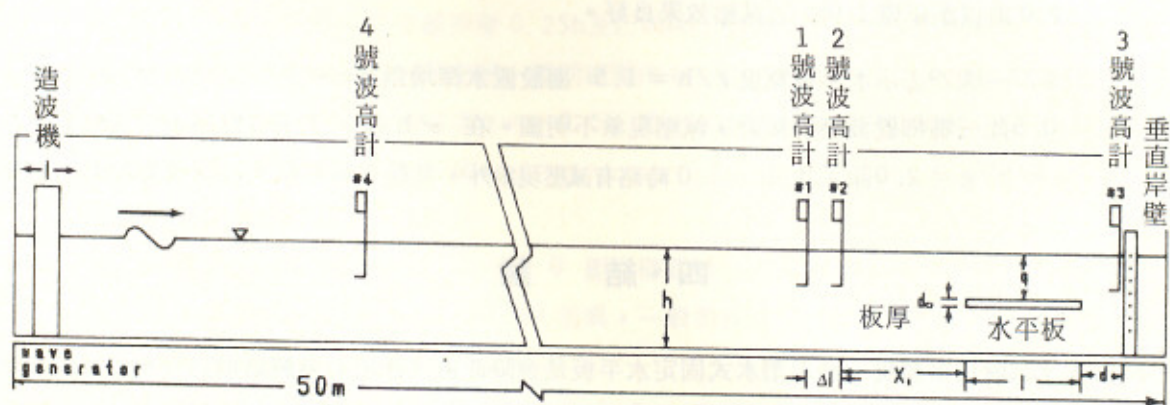


圖1 斷面造波水槽佈置示意圖

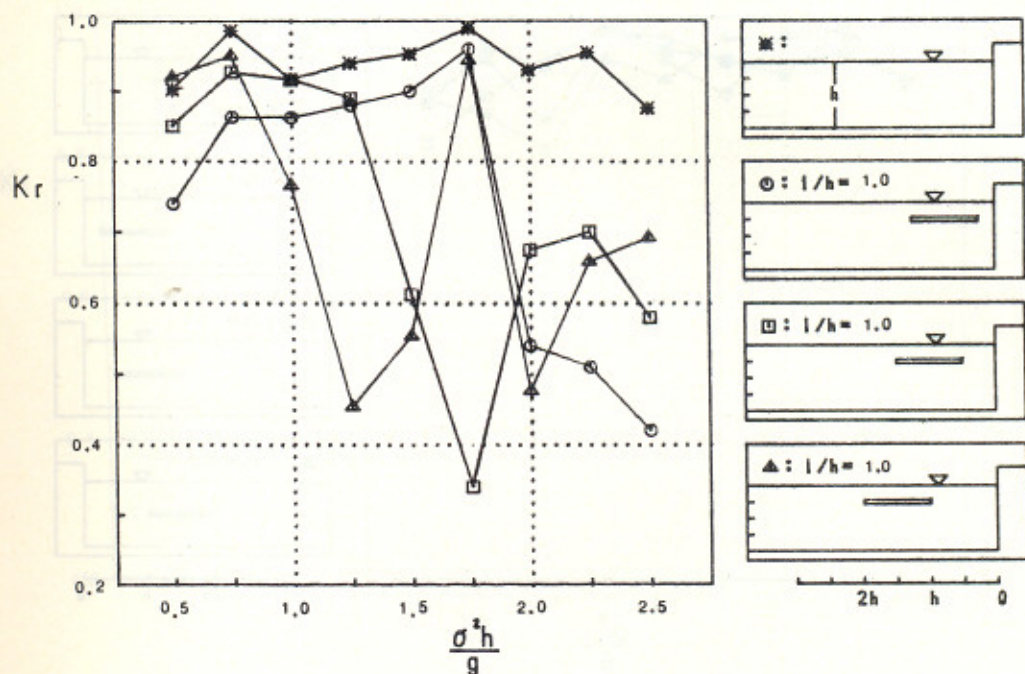


圖 2 反射率與無因次週期之關係

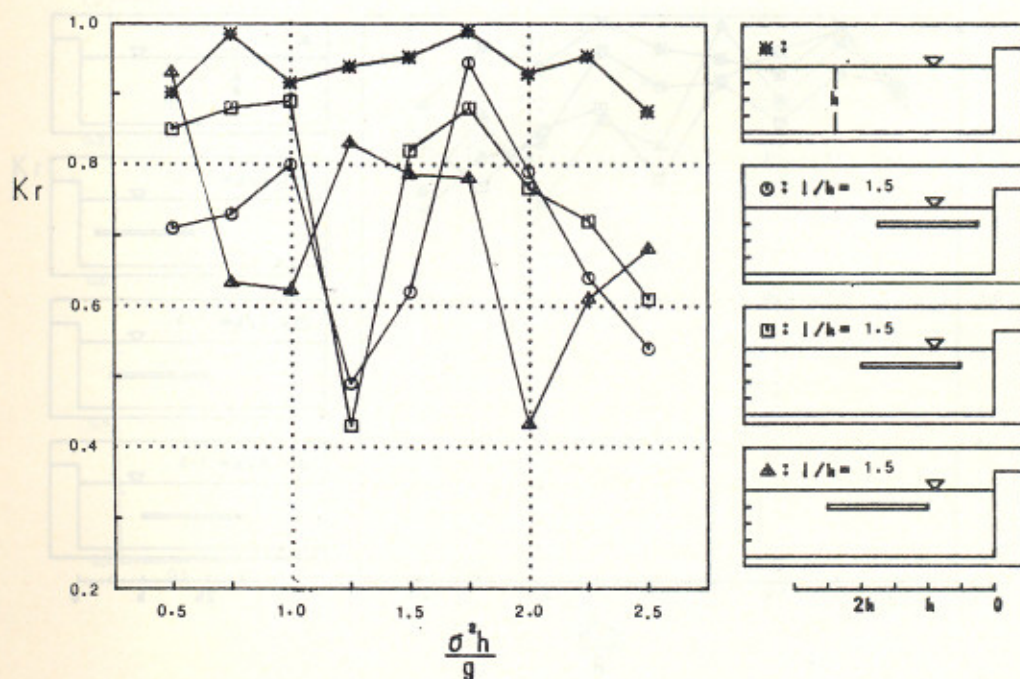


圖 3 反射率與無因次週期之關係

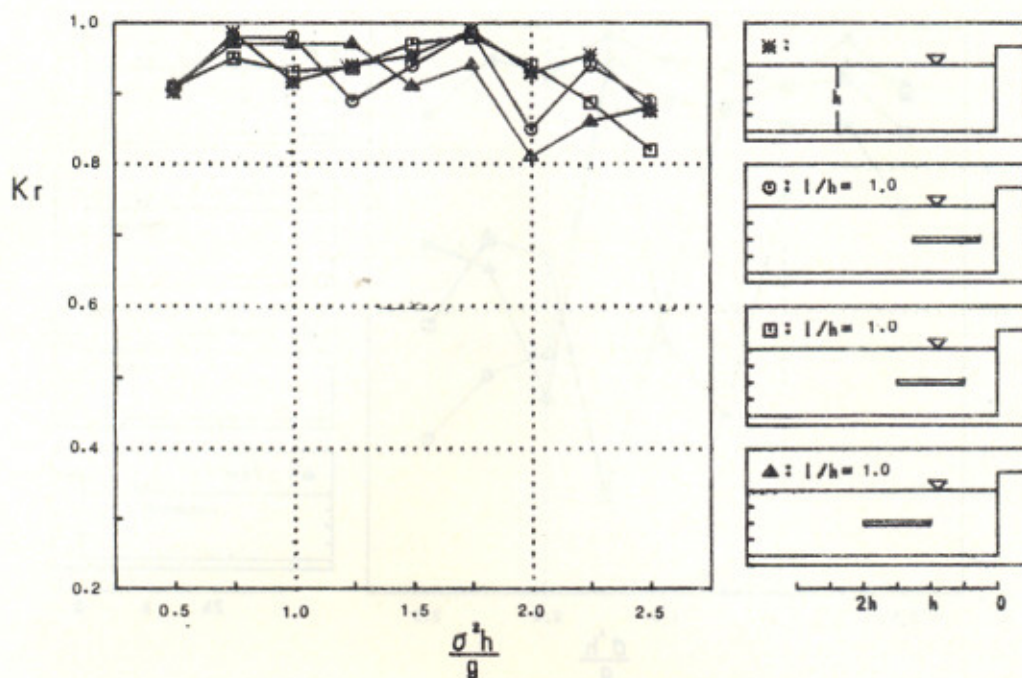


圖 4 反射率與無因次週期之關係

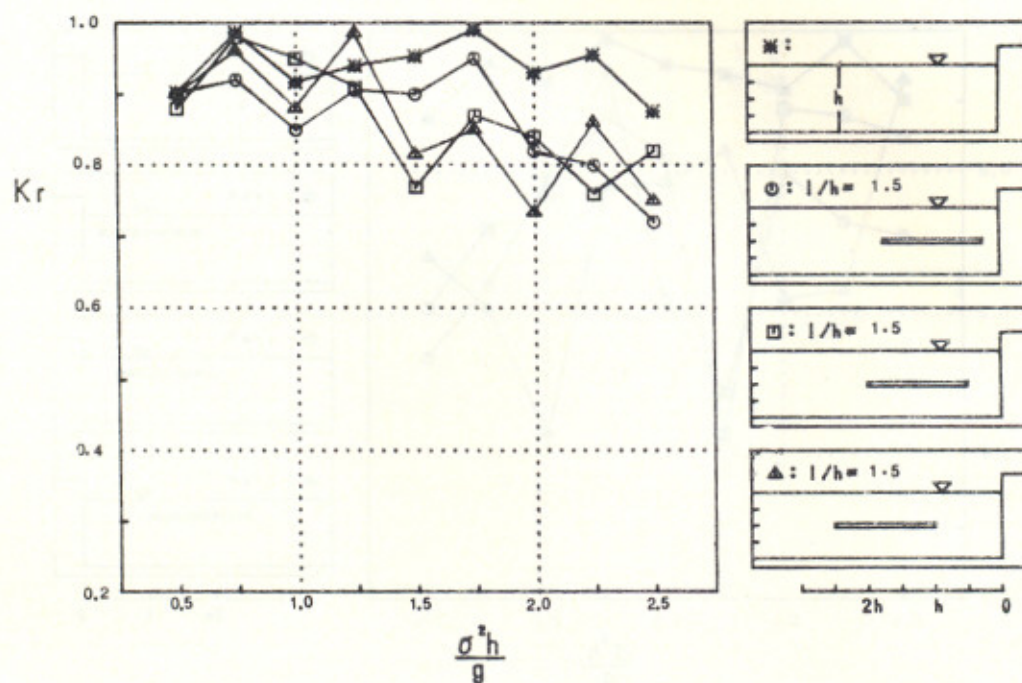


圖 5 反射率與無因次週期之關係

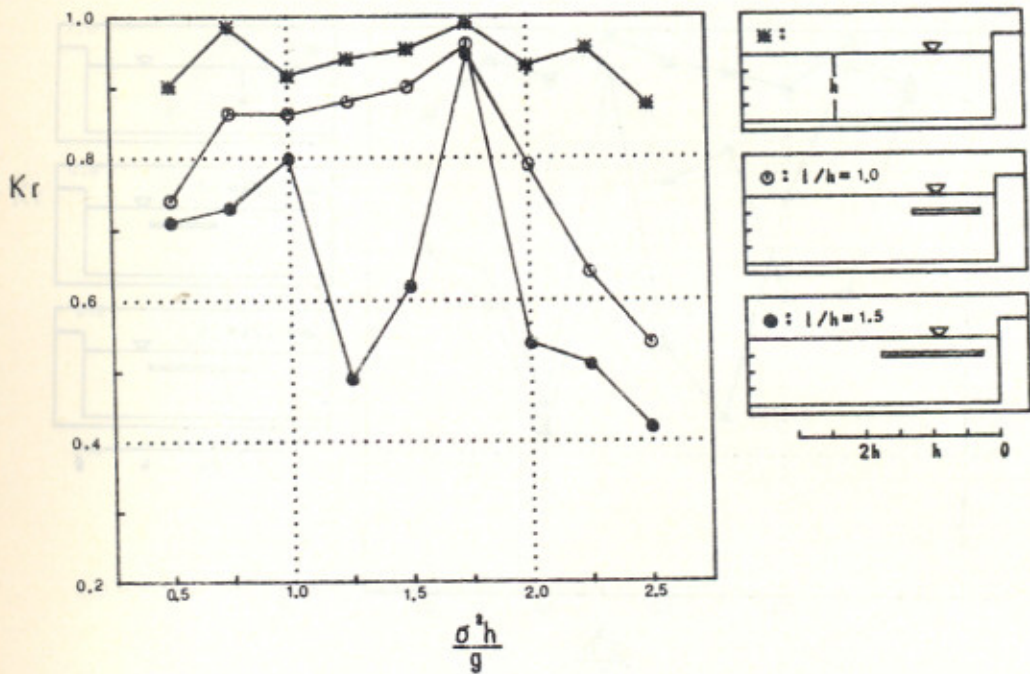


圖 6 反射率與無因次週期之關係

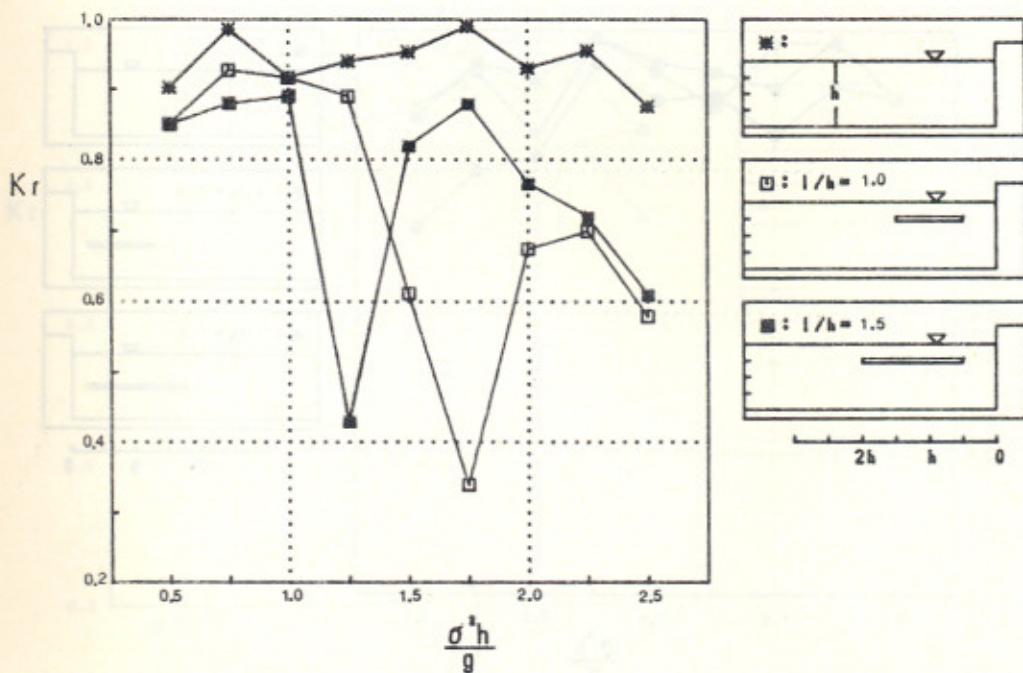


圖 7 反射率與無因次週期之關係

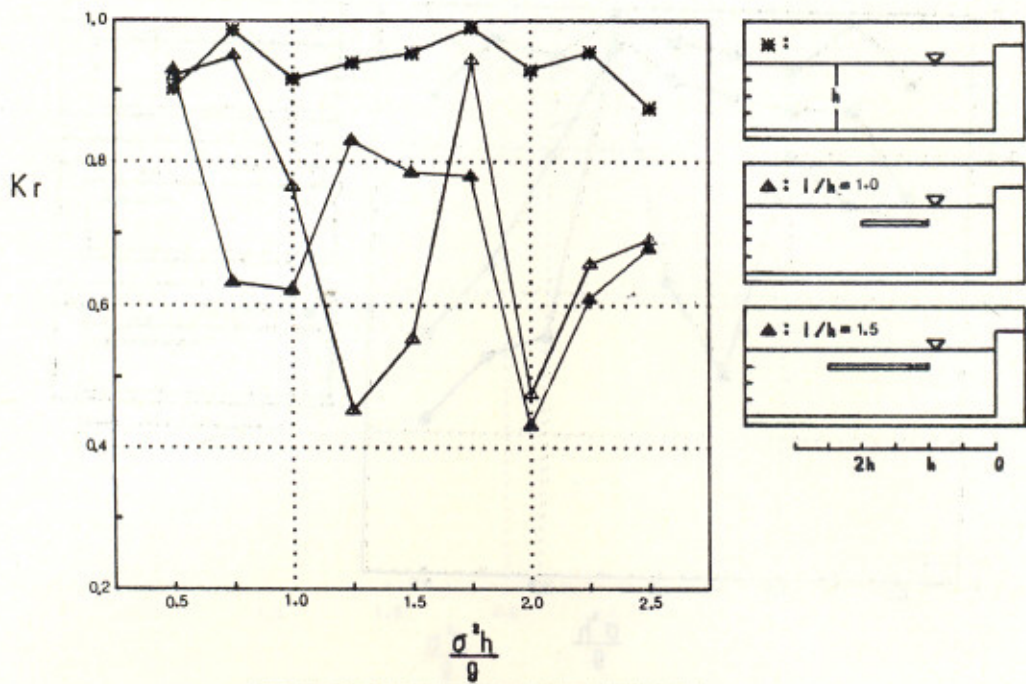


圖 8 反射率與無因次週期之關係

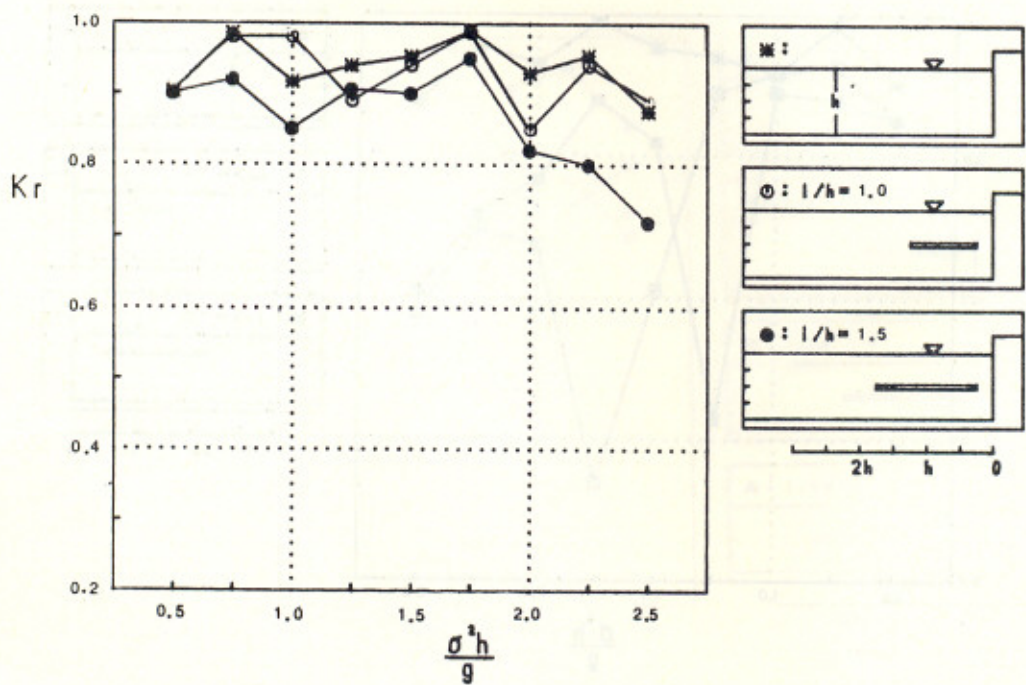


圖 9 反射率與無因次週期之關係

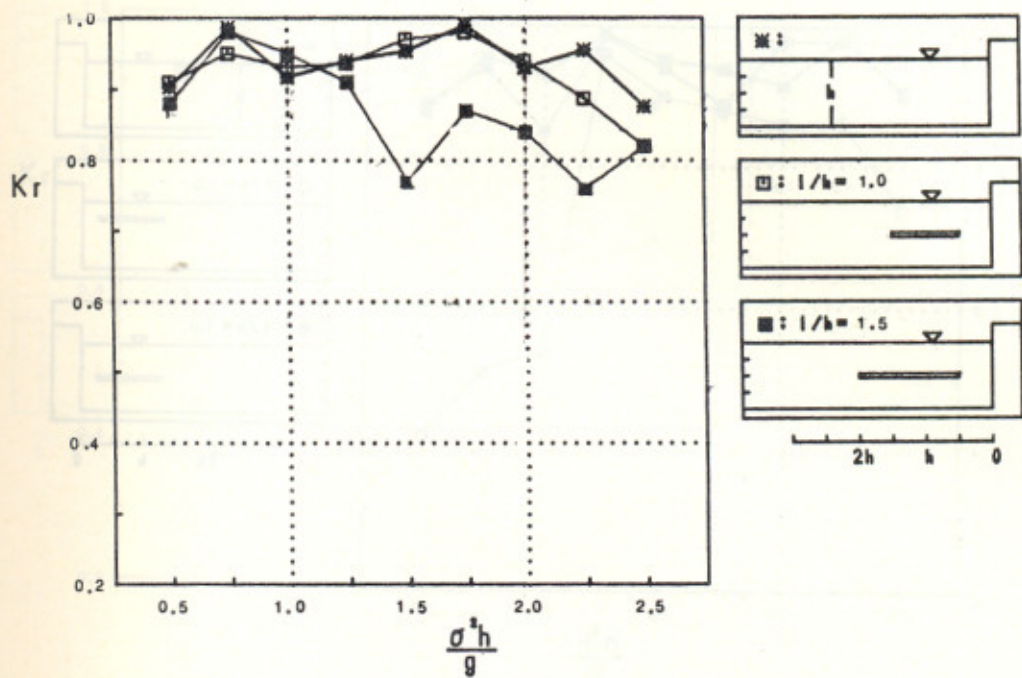


圖10 反射率與無因次週期之關係

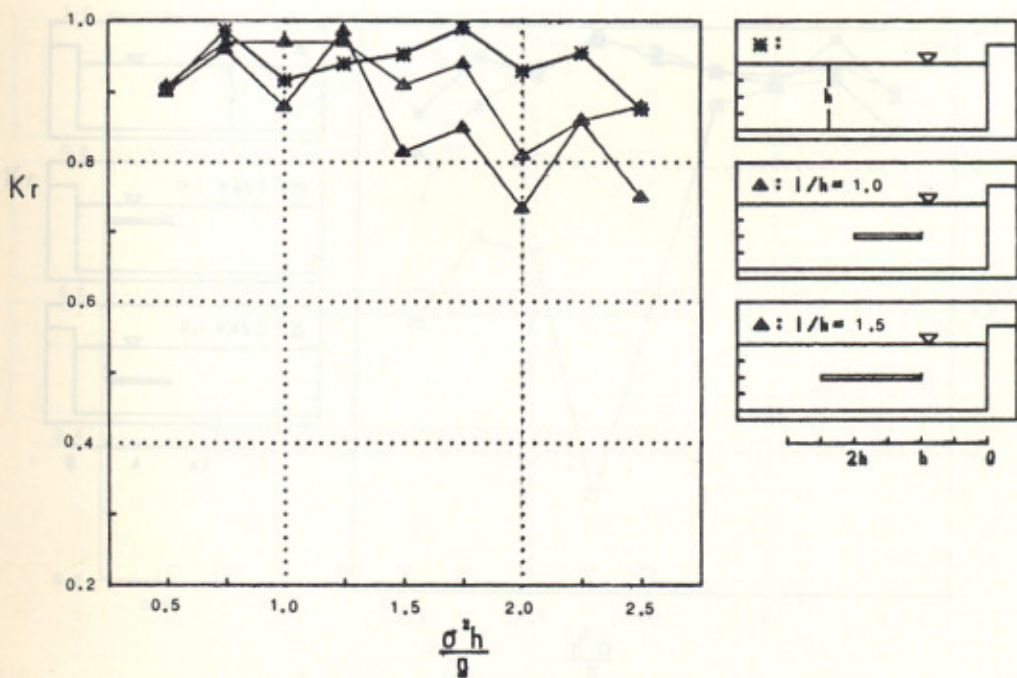


圖11 反射率與無因次週期之關係

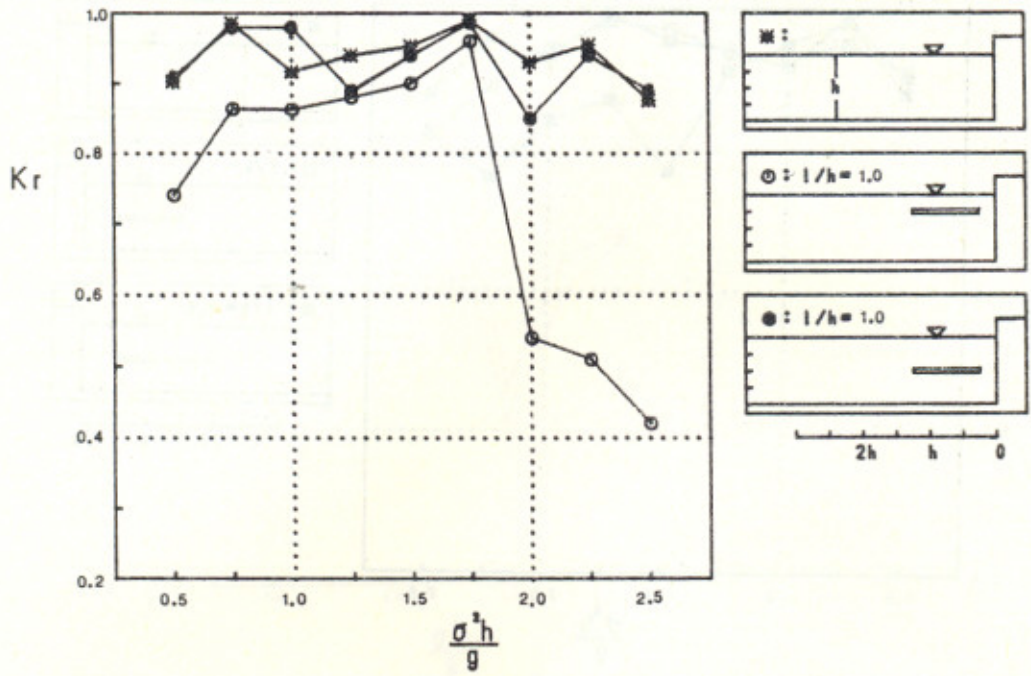


圖12 反射率與無因次週期之關係

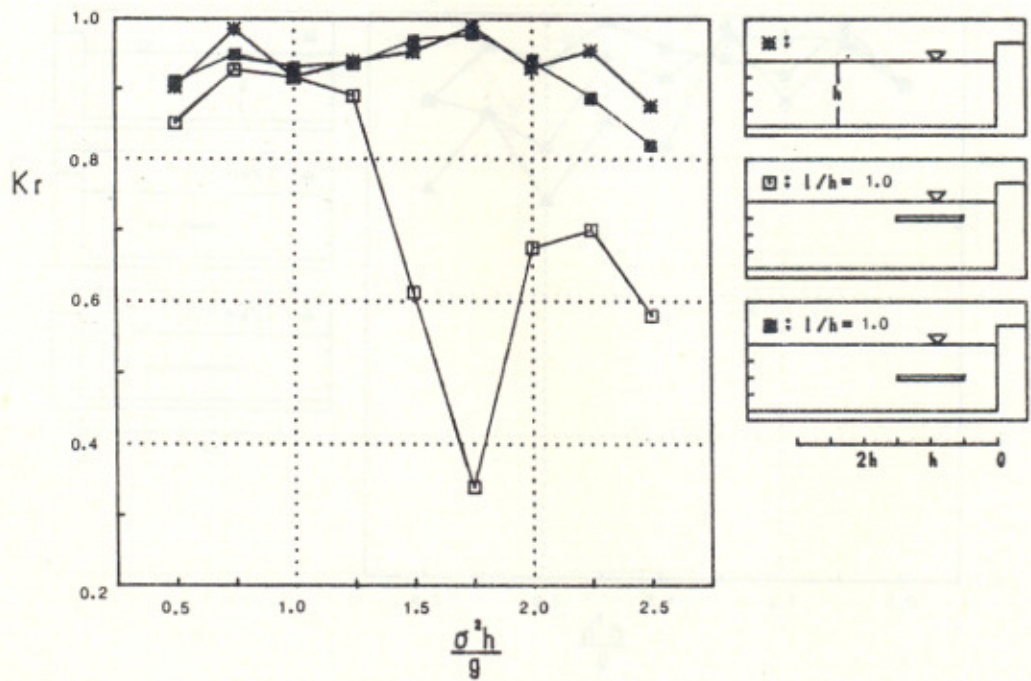


圖13 反射率與無因次週期之關係

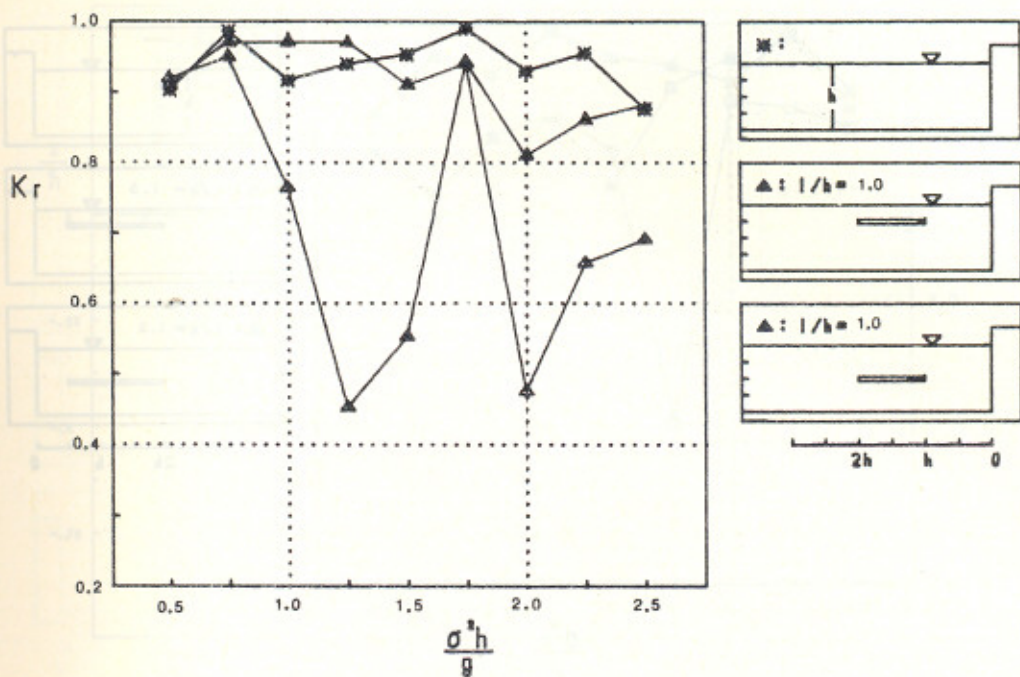


圖14 反射率與無因次週期之關係

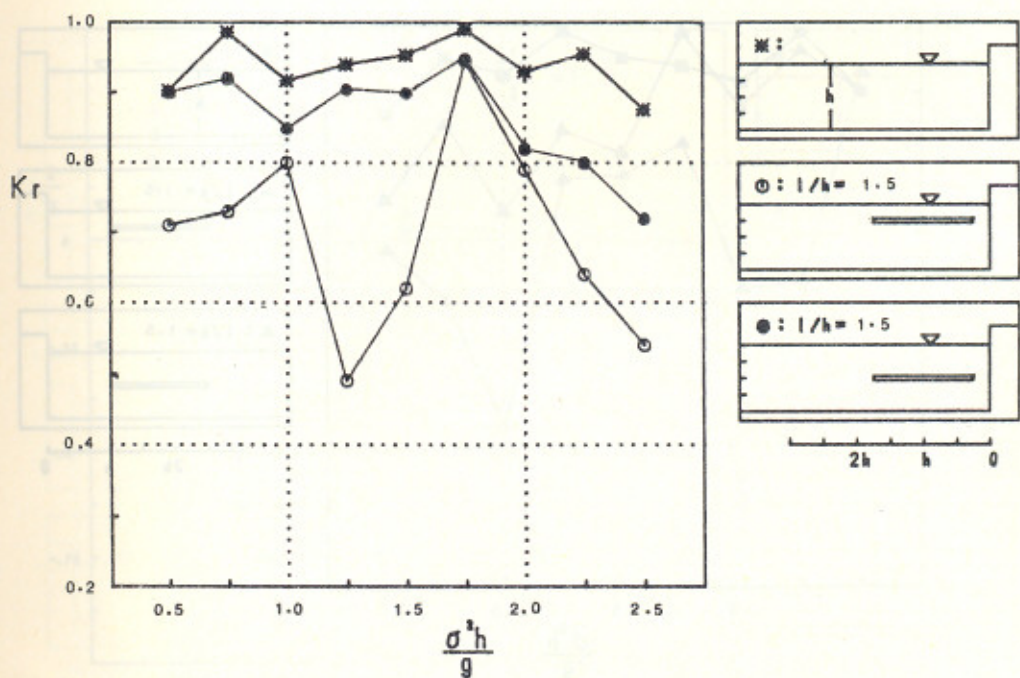


圖15 反射率與無因次週期之關係

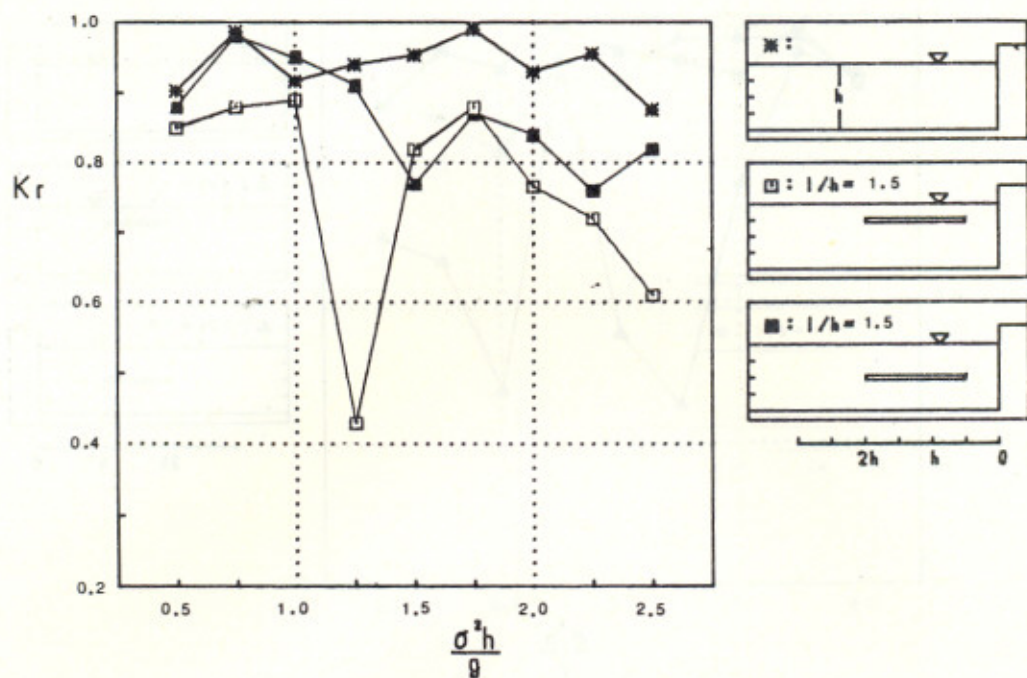


圖16 反射率與無因次週期之關係

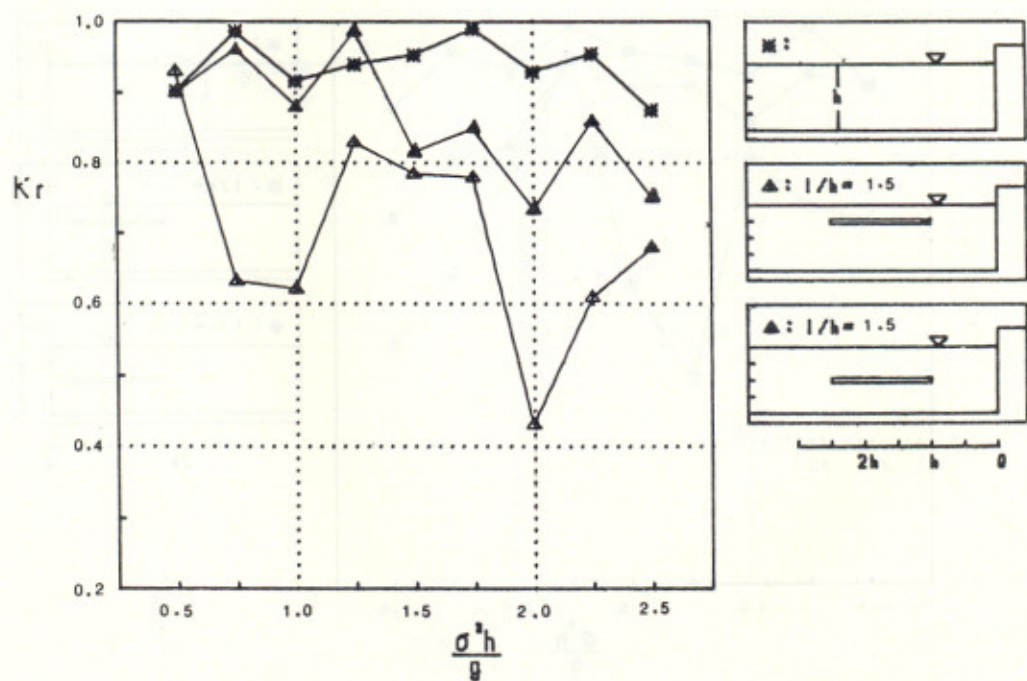


圖17 反射率與無因次週期之關係

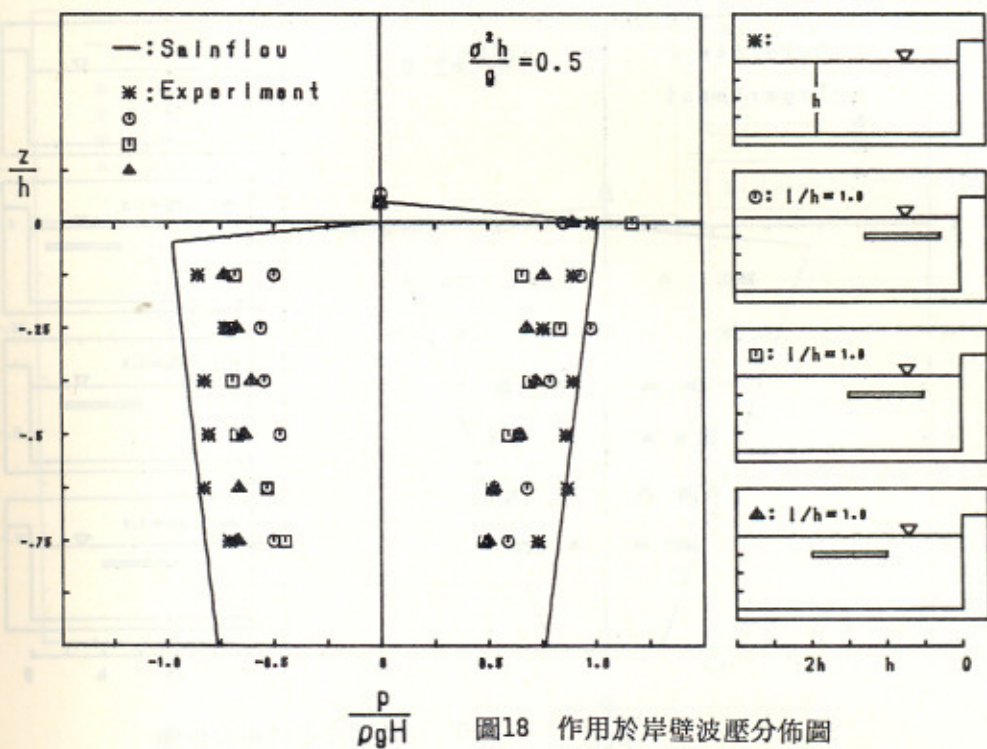


圖18 作用於岸壁波壓分佈圖

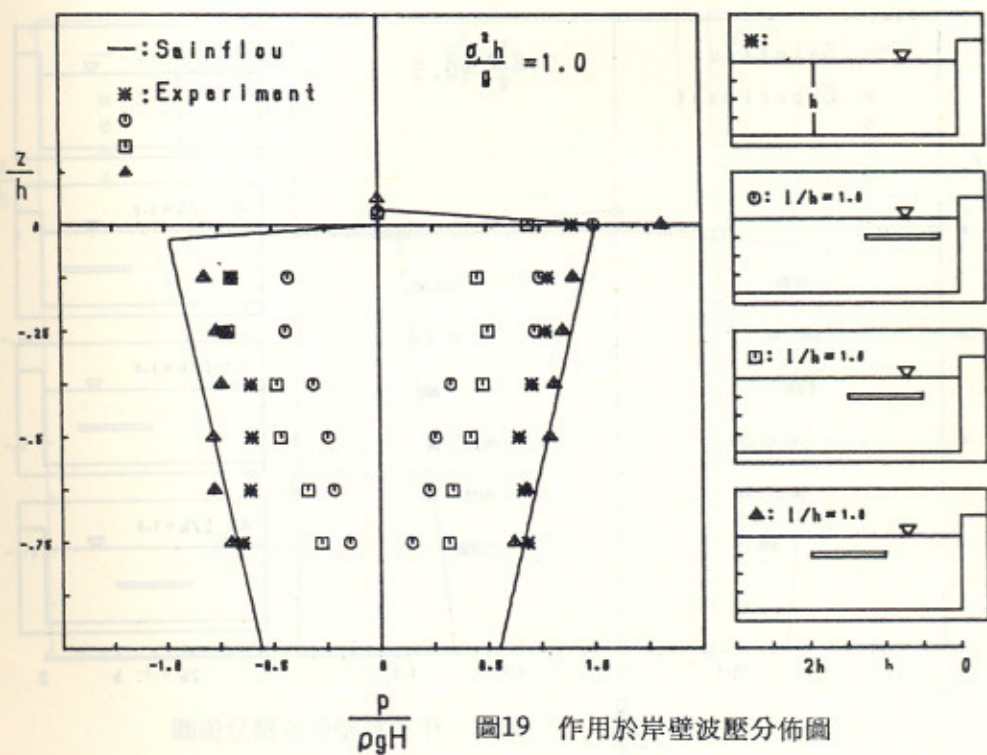
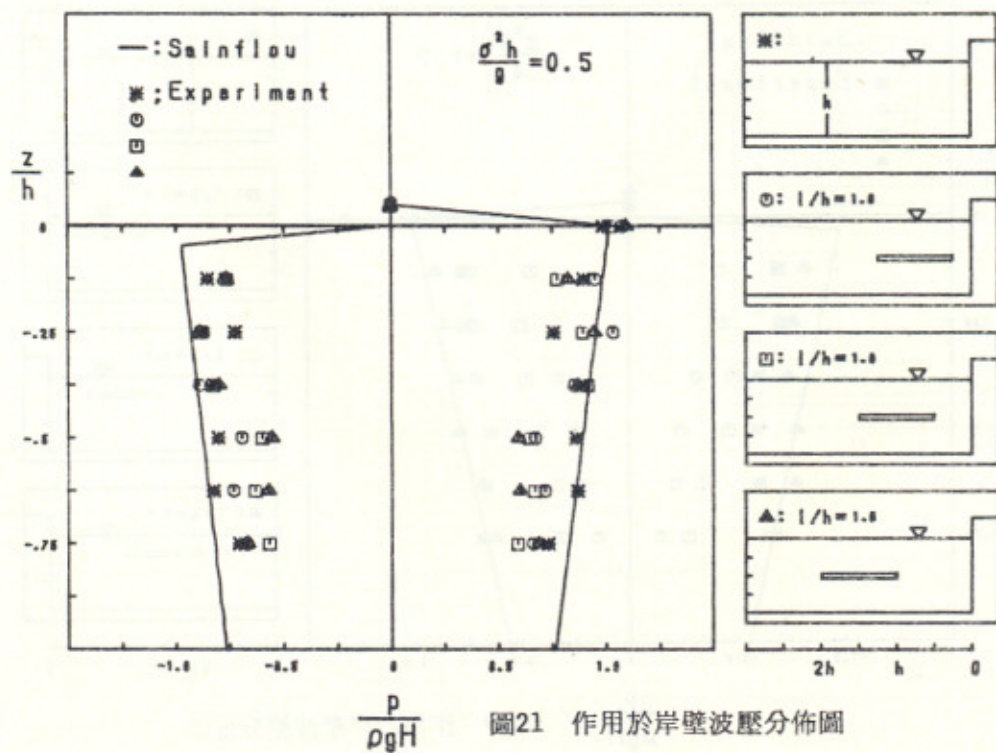
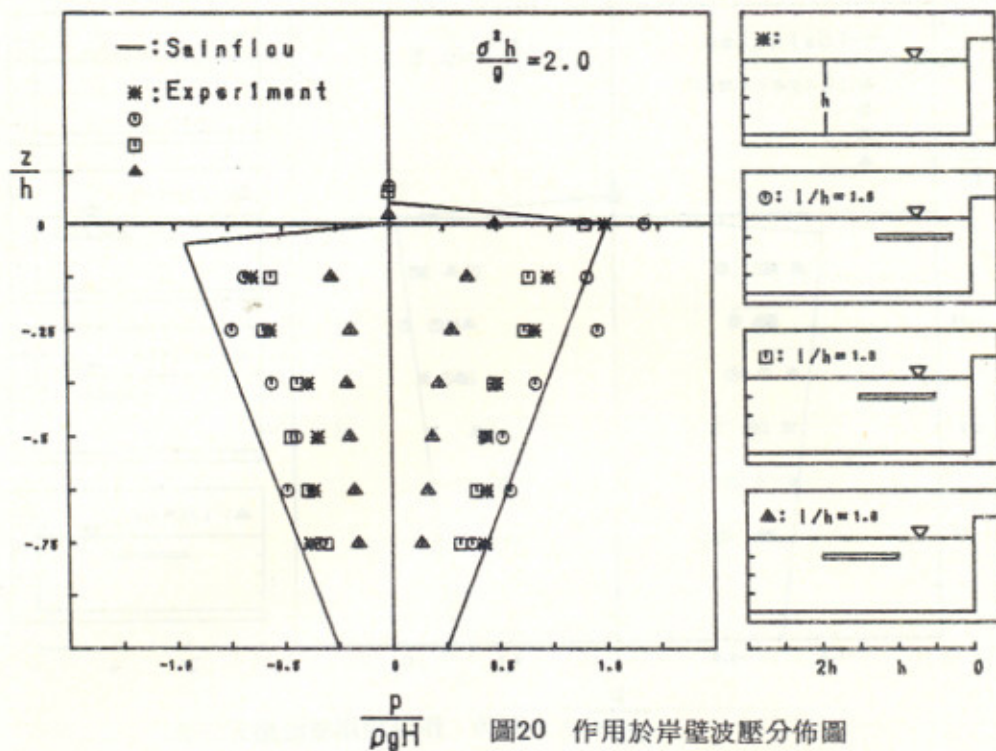


圖19 作用於岸壁波壓分佈圖



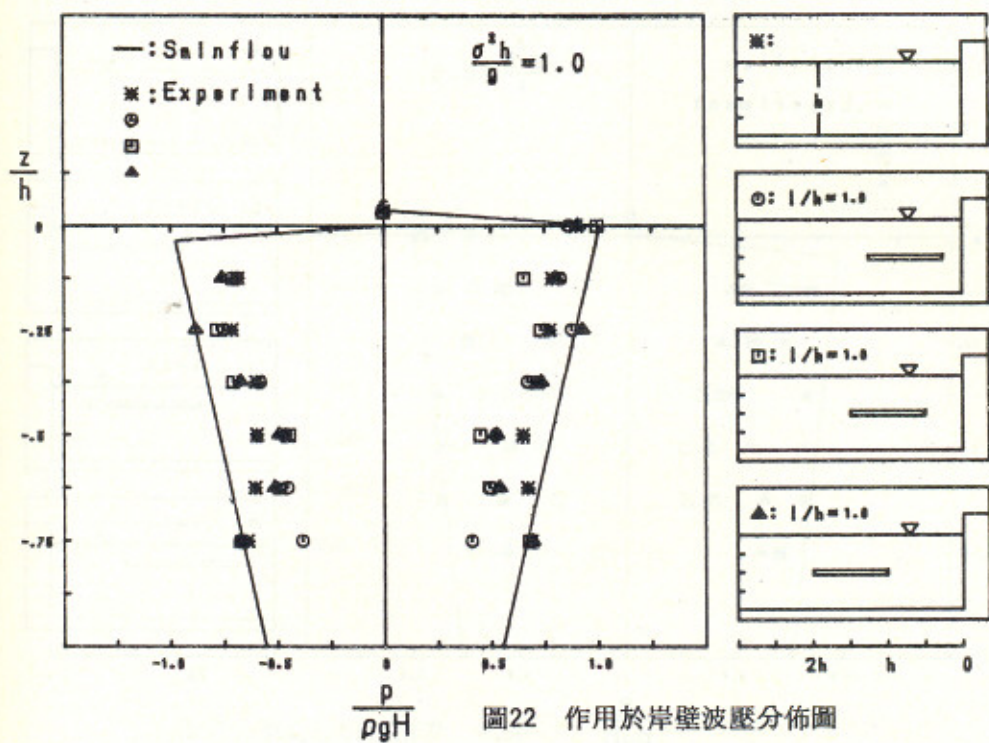


圖22 作用於岸壁波壓分佈圖

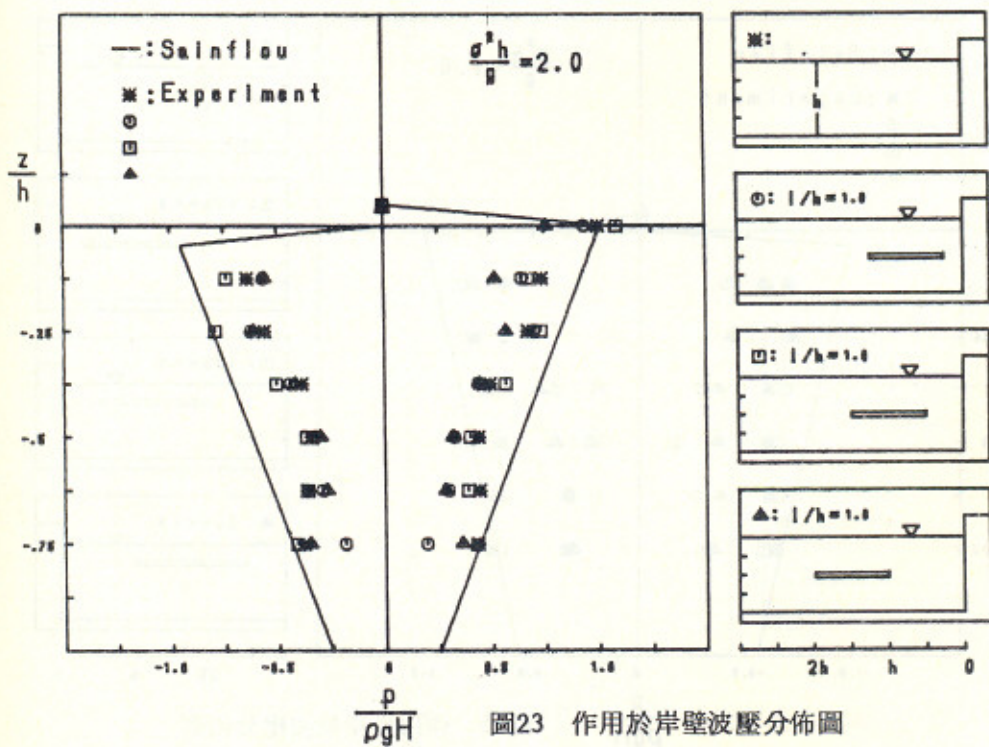


圖23 作用於岸壁波壓分佈圖

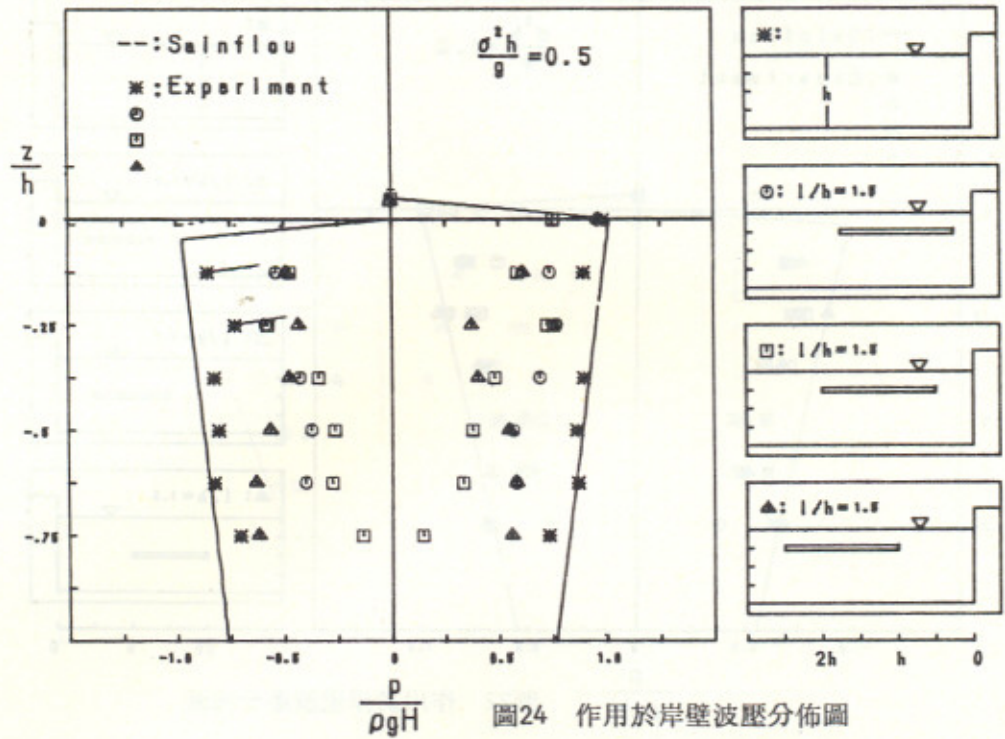


圖24 作用於岸壁波壓分佈圖

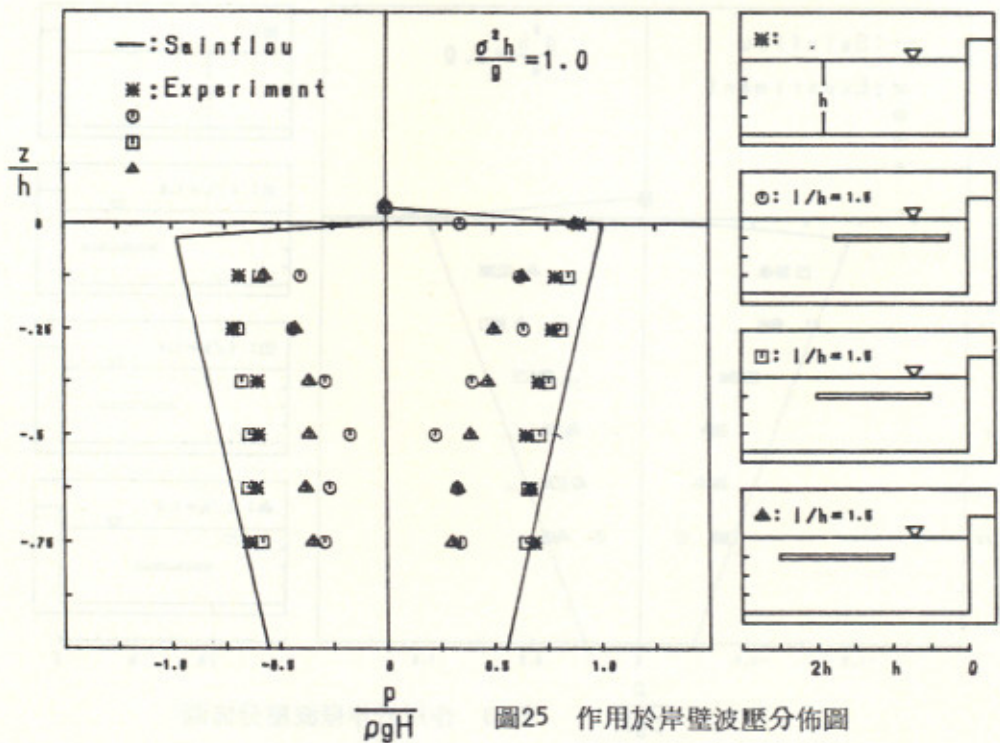


圖25 作用於岸壁波壓分佈圖

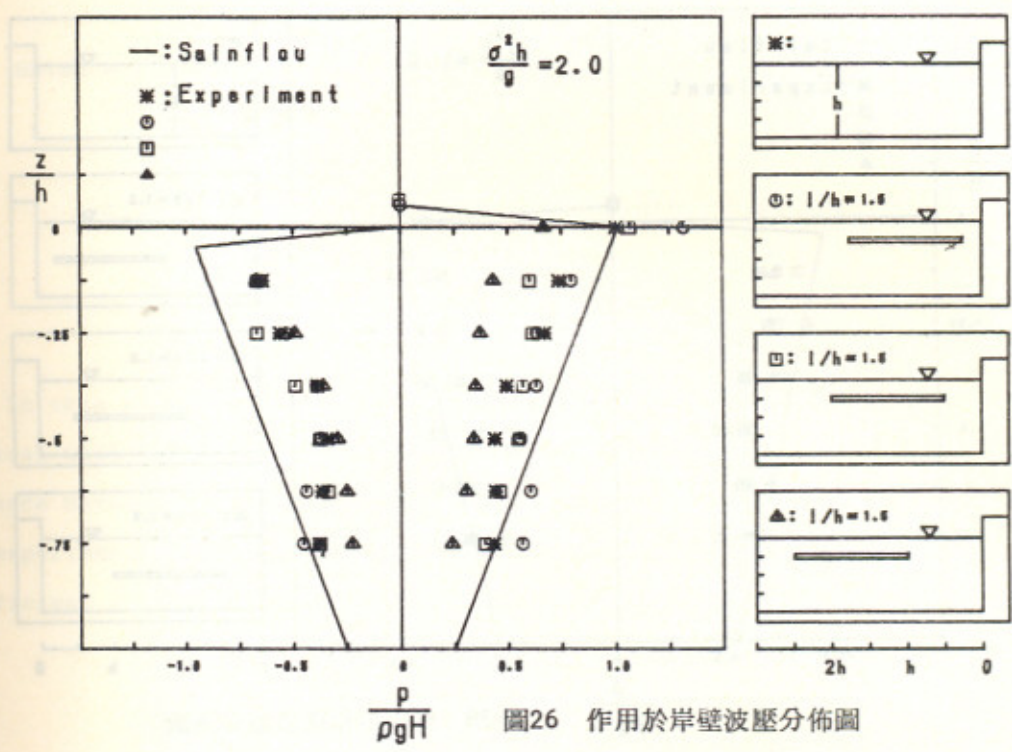


圖26 作用於岸壁波壓分佈圖

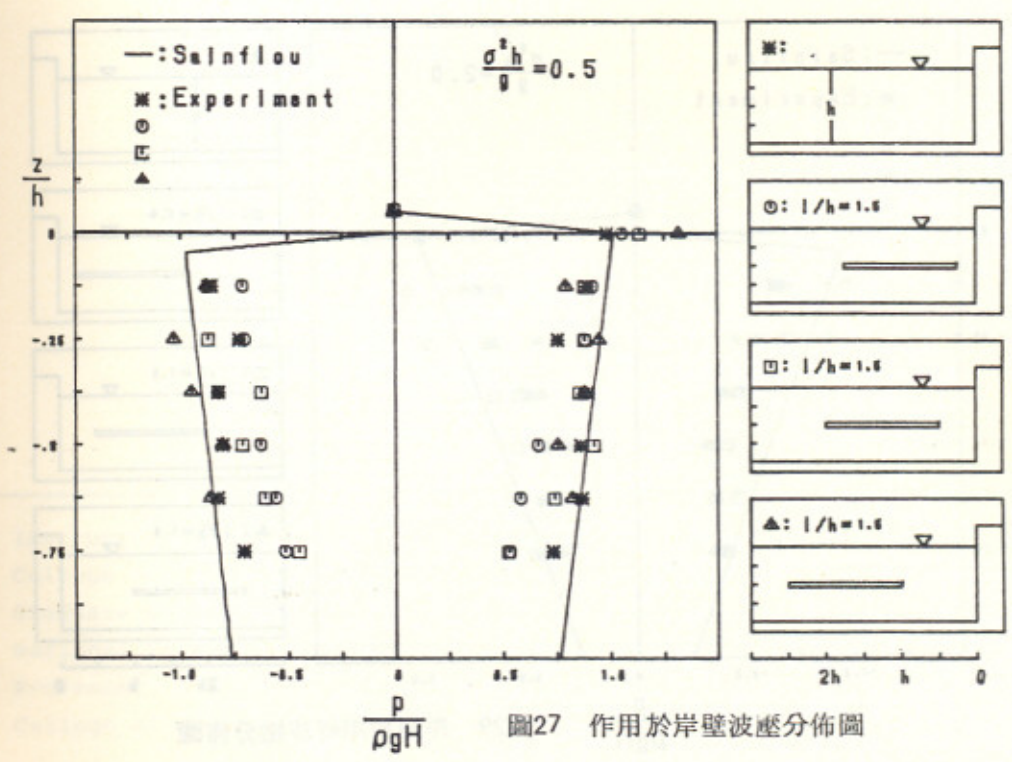


圖27 作用於岸壁波壓分佈圖

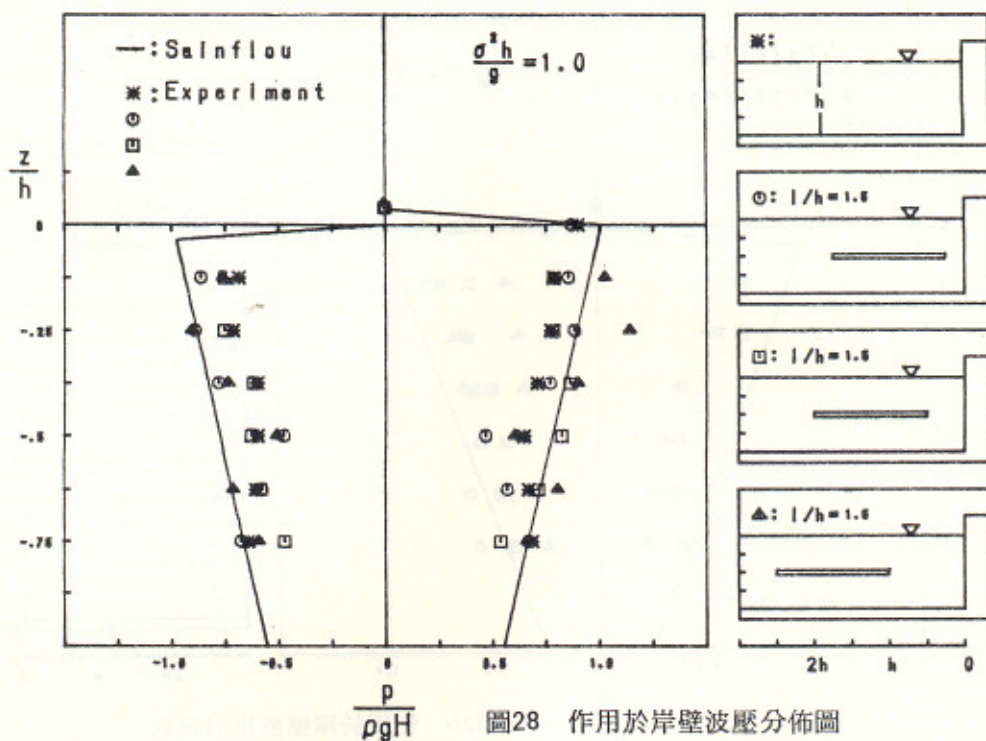


圖28 作用於岸壁波壓分佈圖

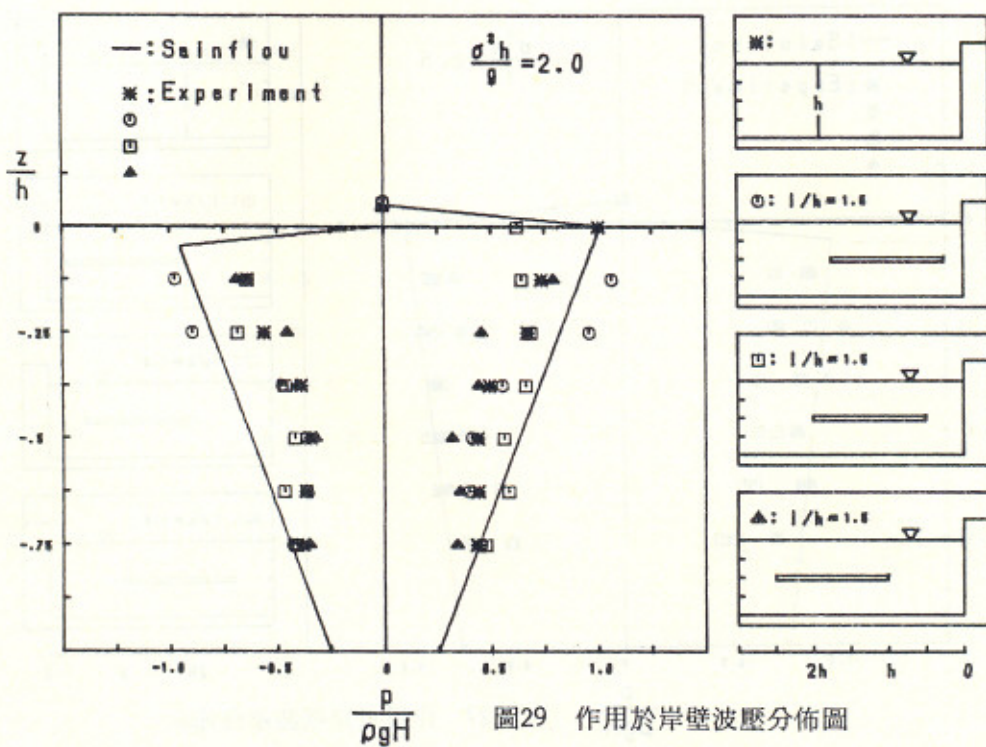


圖29 作用於岸壁波壓分佈圖

USING HORIZONTAL PLATE TO REDUCE WAVE FORCE ON THE VERTICAL WALL

by

C.Y. Yueh* C.H. Wang** Y.C. Shin** C.R. Chou***

ABSTRACT

In this study we use fixed-horizontal plate to reduce wave force on the vertical wall for different wave conditions, such as the width of plate, the distance between vertical wall and plate, the depth of plate, and wave period. The experiments results show that in order to reduce wave force and the coefficient of reflection, the depth of plate is more effective.

*: Instructor, Department of Harbor and River Engineering National Taiwan College of Marine Science and Technology.

** : Graduate student, Graduate Institute of Harbor and River Engineering National Taiwan College of Marine Science and Technology.

***: Professor, Department of Harbor and River Engineering National Taiwan College of Marine Science and Technology.