

斜面壁堤の水理特性に関する模型実験

森 平 倫 生*, 国 田 治**

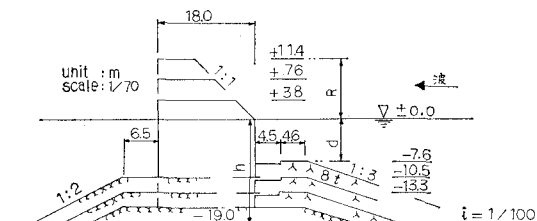
1. はじめに

斜面壁堤は、直立壁堤に比べ、堤体に作用する波力が小さい長所を有する^{*)}が、その反面、港内への伝達波高が増大するのが難点であるとされている。

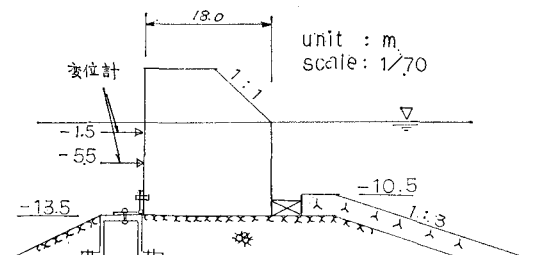
しかし、例えば衝撃的な波力が作用する可能性のある場所での防波堤建設を行なう場合や、主防波堤の内側に副防波堤を建設する場合、あるいは沈下やそれに伴う維持補修を極力なくすることのできる離岸堤を計画する場合等、特殊な条件のもとでの防波堤に対しては、激浪時における伝達波はある程度許容し、安全性の増大、およびコストの低減を主眼とする場合が生じるものであり、この意味から斜面壁堤の研究の必要性が認識される、

今回の実験では、ケーソン式混成堤に、斜面壁を導入することを前提としたため、施工性の観点から、斜面壁が静水面から始まり、1:1 コウ配で上部工天端に変わる形式の、上部斜面壁タイプの防波堤構造とした。

ここに，上部斜面壁堤の伝達波および作用する波力についての実験結果を報告する。



図一1 実験堤体形状



図一2 転倒実験方法

2. 実験条件および実験方法

水深、海底コウ配、堤体形状等の条件を 図—1 に示す。模型の縮尺は 1:70 とし、フルード相似則による歪なしの 2 次元模型を用いた。なお作用させた波は規則波である。

3. 實驗結果

(1) 伝達波の実験結果

伝達波高は堤体法線から背後へ 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, はなれた位置での値を測定し, 4 つのデータの平均値で整理した.

図-3~5 は R/H_I (=天端高さ/入射波高) と K_T (=伝達波高/入射波高) の関係を示したもので、いずれの

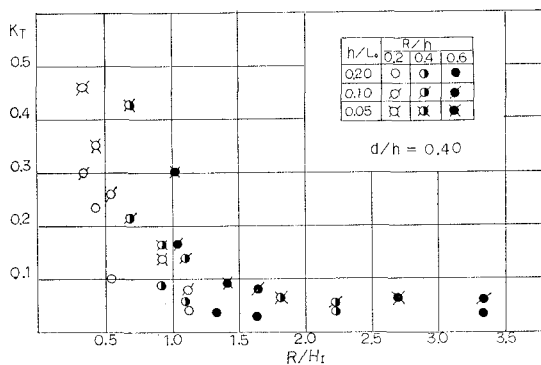


図-3 上部斜面壁堤の $K_T \sim R/H_I$ の相関

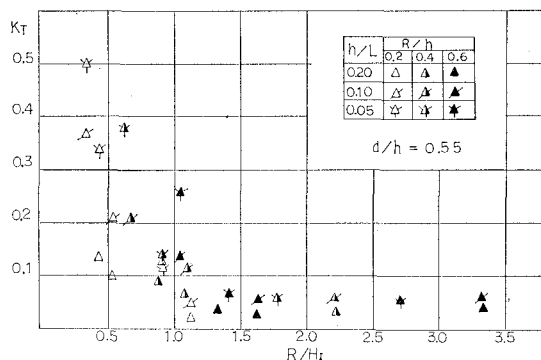
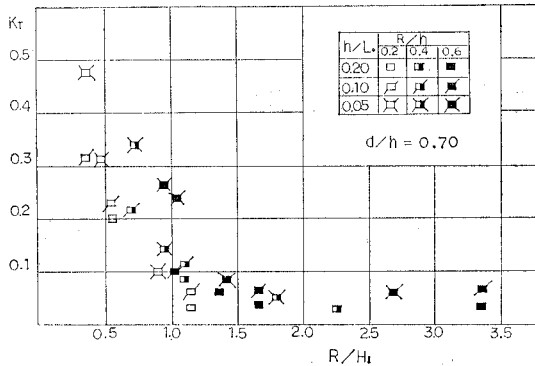
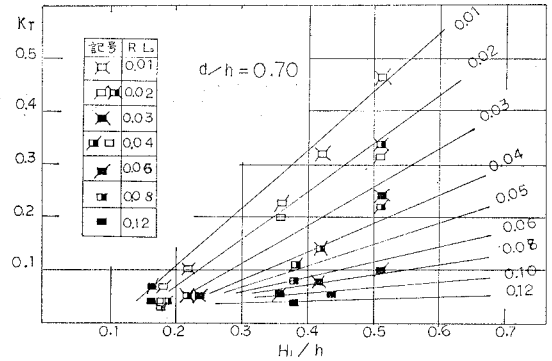
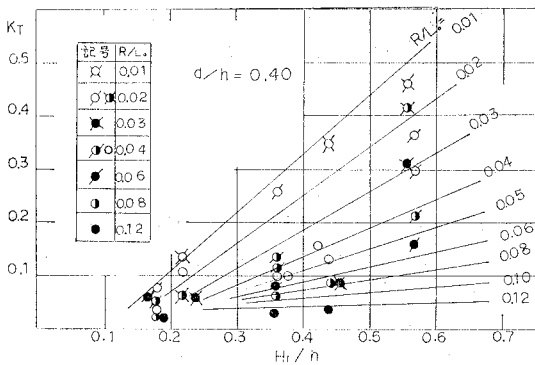
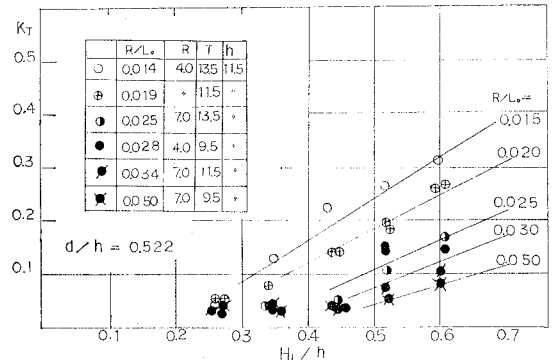
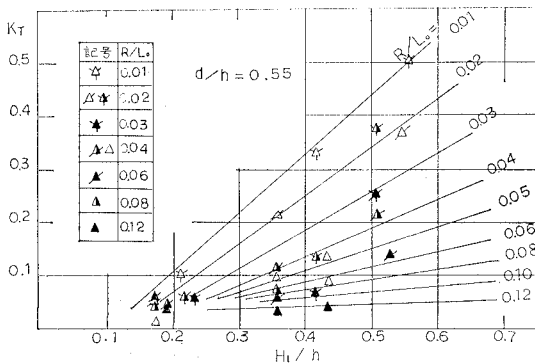


図-4 上部斜面壁堤の $K_T \sim R/H_I$ の相関

* 正會員 (前)運輸省第一港灣建設局新潟調査設計事務所長

運輸省第一港灣建設局新灣調查設計事務所建設專門官

図-5 上部斜面壁堤の $K_T \sim R/H_I$ の相関図-8 上部斜面壁堤の $K_T \sim (H_I/h, R/L_0)$ の相関図-6 上部斜面壁堤の $K_T \sim (H_I/h, R/L_0)$ の相関図-9 直立壁堤の $K_T \sim (H_I/h, R/L_0)$ の相関図-7 上部斜面壁堤の $K_T \sim (H_I/h, R/L_0)$ の相関

図においても R/H_I の値の増加に従って K_T が減少していることが分る。

図-6～8 は、 $(R/L_0, H_I/h)$ と K_T の関係を図示したものである。多小のばらつきはあるが R/L_0 の値の増加に比例して K_T が減少する傾向が見られる。

一方、直立壁堤の伝達波の特性に関しては、当所で過去に実施した結果^{*)2)}を用いて、図-9 が得られる。図-9 は $d/h=0.522$ であるから、図-7 ($d/h=0.55$) と対比することができ、これら2つの図から、上部斜面壁堤の K_T は直立壁堤の場合の値の約2倍であることが分

る。

(2) 滑動実験結果

a) 平均波圧係数

平均波圧係数 (α) は次式で算出した。

$$\alpha = \frac{\mu(W - u - V)}{w_0 H_I (h' + \bar{R})} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

α ; 平均波圧係数

μ ; 実験における摩擦係数

W ; 堤体の滑動限界重量 (空中重量, t/m)

u ; 合田式^{*)3)}による揚圧力 (t/m)

V ; 浮力 (t/m)

h' ; ケーソン底面から水面までの距離 (m)

$\bar{R}$; 静水面から波の作用高さまでの距離 (m)

図-10～12 に平均波圧係数を示す。直立壁堤において問題とされる衝撃的な波力は、上部斜面壁堤においても発生していることが分る。ただし、その発生条件は図-10 における $d/h=0.4$, $h/L_0=0.10$ のみであり、かつ $H_I/h > 0.5$ という条件に限定されていることから、直立壁堤において考えられる衝撃的な波力の発生範囲よりも狭いように思われる。

図-13 は当所で過去に実施した直立壁堤の実験結果^{*)4)}を抜粋したものである。図により、衝撃的な波力

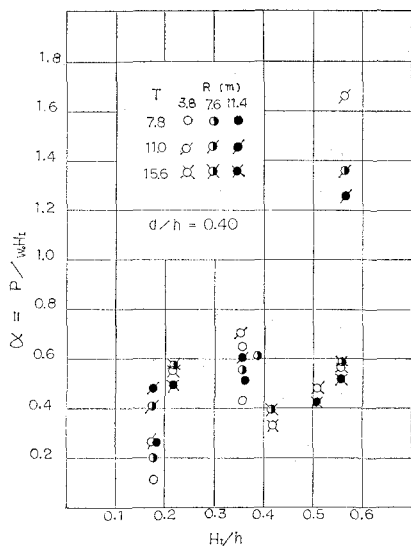


図-10 上部斜面壁堤の波圧係数

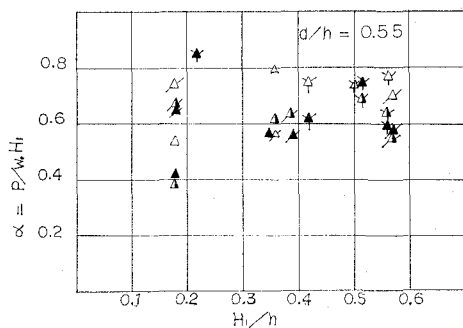


図-11 上部斜面壁堤の波圧係数

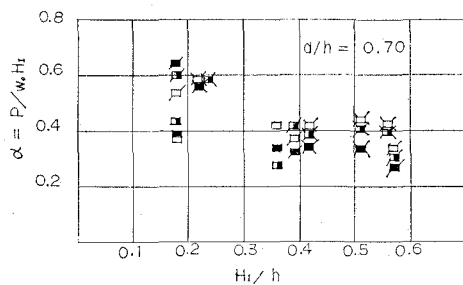


図-12 上部斜面壁堤の波圧係数

が作用する場合においても、通常の波力が作用する場合においても上部斜面壁堤の平均波圧係数は、直立壁堤の値の約 60% であることが分る。

b) 水平方向波力の算定式

水平方向波力を求める場合に、衝撃的波力が作用する領域を除外した通常の波力が作用する領域において、直立壁堤の波力公式として用いられている合田式が準用できるかどうかを検討した。直立壁堤の波力を準用する方

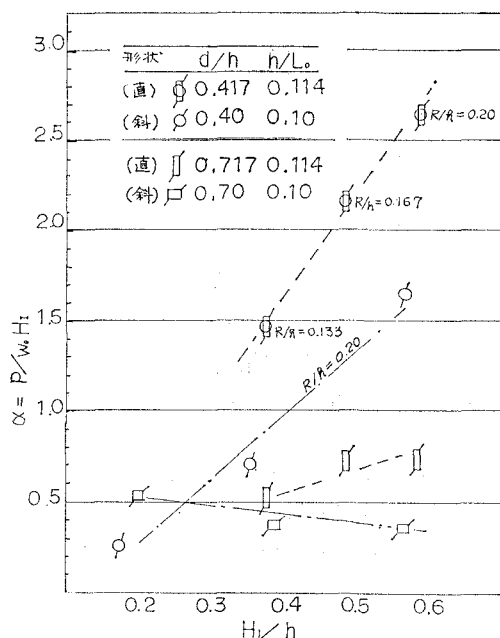


図-13 直立壁堤の波圧係数と上部斜面壁堤の波圧係数の比較

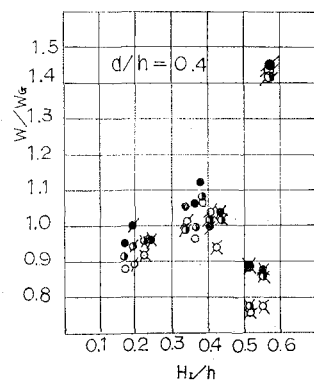


図-14 上部斜面壁堤の水平方向波力に関する実験値と波力算定式の比較

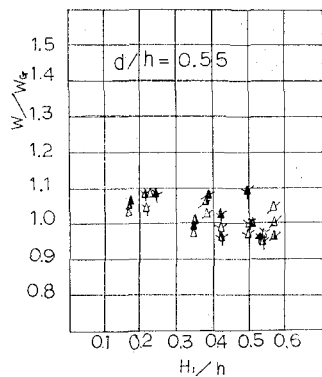
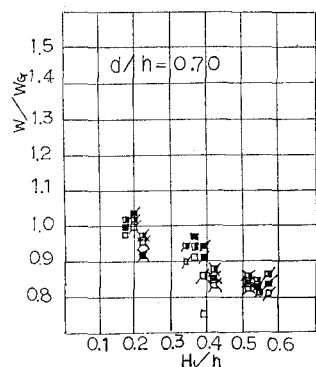


図-15 上部斜面壁堤の水平方向波力に関する実験値と波力算定式の比較



図—16 上部斜面壁堤の水平方向波力に関する実験値と波力算定式の比較

法はいくつか考えられるが、ここでは、“合田式で求められた直立壁に作用する波力（水平力）は、斜面壁において、面平行方向成分と垂直方向成分に分解され、そのうちの垂直方向の成分の力のみが堤体に作用する”とするモデルを用いた。

図—14～16 における記号の意味は、下記の通りである。

W ; 実験から求められた滑動限界重量（空中重量, t/m）

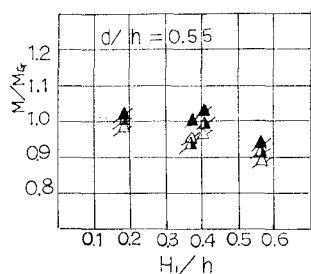
W_0 ; 合田式を準用して求めた滑動限界重量（空中重量, t/m）

図—14～16 により、衝撃的な波力の作用する領域を除けば、ほぼ水平方向波力が正しく求められることが分る。

(3) 転倒実験結果

水平方向波力および揚圧力等にもとづく波力によるモーメントが、合田式の準用によって計算可能であるかどうかを転倒実験により検証した。

転倒実験の方法は、図—2 に示すとおり、後壁下部をヒンズで固定し、ある波を作用させ、重量を変化させ、堤体の回転量を調べる方法を用いた。このような方法により堤体の回転量を観察すると、ある重量から堤体の回転量が急激に増加することが分る。この時の重量によるモーメントは波力等にもとづくモーメントの値に等しい



図—17 転倒モーメントに関する実験値と波力算定式の比較

と考えることができる。

図—17 に転倒実験の結果を示した。ただし、図における記号の意味は次のとおりである。

M ; 実験から求められた堤体空中重量の値を用いて計算した堤体による抵抗モーメント（空中・t-m/m）

M_0 ; 合田式を準用して、転倒安全率を1とするために必要な、堤体自重（空中）にもとづくモーメント（t-m/m）

図—17 は $d/h=0.55$ の場合である。この結果によれば、合田式の準用によって転倒安定を検討することが可能であると思われる。

4. 結 論

以上の検討結果から、以下の事項が結論としてまとめられる。

(1) 伝達波高

同じ条件の場合、上部斜面壁堤における伝達波高は直立壁堤の値の2倍程度である。また、逆に直立壁堤の伝達波高を目標とする場合には、斜面壁堤の天端高さを、直立壁堤の天端高さの約2倍にすればよい。

(2) 波 力

衝撃波力は上部斜面壁堤においても発生が見られる。ただし、その発生領域は、直立壁堤の場合における領域よりも狭いと思われる。

平均波圧強度は衝撃的な波力の場合も、通常の波力の場合にも、直立壁堤の値の約60%に減少している。

(3) 波力の算定法

衝撃的な波力の作用する特異な領域を除けば、合田式を、3. (2) b) で述べた方法で準用すれば、ほぼ正しい値が計算できる。

5. おわりに

本実験の結果、上部斜面壁堤の水利特性がほぼ明らかになり、実用の見通しがついたと考える。

今後は、実施上の課題を更に詰めてゆきたいと考える。

本報告を終えるにあたり、この実験の実施に関係された各位の労に感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- 谷本勝利・原中祐人・高橋重雄・小松和彦・轟正彦・大里睦男：各種ケーソン式防波堤の反射・越波及び波力特性に関する模型実験，港研資料，No. 246, 1976
- 第一港湾建設局新潟調査設計事務所：港内伝達波高および反射率に関する模型実験報告書，1979
- 運輸省港湾局：港湾の施設の技術上の基準・同解説，日本港湾協会，pp. 2-106～2-108
- 第一港湾建設局新潟調査設計事務所：波圧に関する模型実験報告書（大水深防波堤），1978