

# 杭係留による浮遊式没水水平板の波浪制御効果に関する実験的研究

九州大学工学部 学生員○山岡 貴司 三宅 司  
 同上 正会員 入江 功 吉田 明德 牛房 幸光  
 九州共立大学工学部 正会員 小島 治幸

## 1. はじめに

沿岸域の高度で多様な利用に伴い、海水交換を妨げず海域を静穏にする消波構造物が望まれている。このための構造物として没水水平板や種々の浮防波堤などの構造物が考えられている。中でも、没水水平板は、板長および没水深を適切に設定してやることにより、比較的、波長の長い波に対して消波効果があることが知られている。一方、浮体構造物は波のエネルギーが水平面近くに集中している比較的波長の短い波に対し消波効果を有していることから、これらの構造物を組み合わせたハイブリッド構造物は、より優れた波浪制御効果が期待できる(小島ら,1993)。没水水平板の係留方式として例えば二重管係留による構造形式(吉田ら、1992)等が考えられているが、この係留方式では、精度の良い杭の施工技術が要求されるため現場で実現するのは現在のところ難しい。そこで、上記で述べたハイブリッド構造物としてヒンジと杭により係留する方式を考案した(図-1)。他の消波構造物との特性比較をした結果を表-1に示している。本研究では、この杭係留による浮遊式没水水平版の波浪制御効果を実験により調べることを目的とする。

## 2. 実験模型

実験で用いた堤体は、水平板と浮体を L 字型のアンクルで結合し、これを両端にヒンジを持つ 2 本の

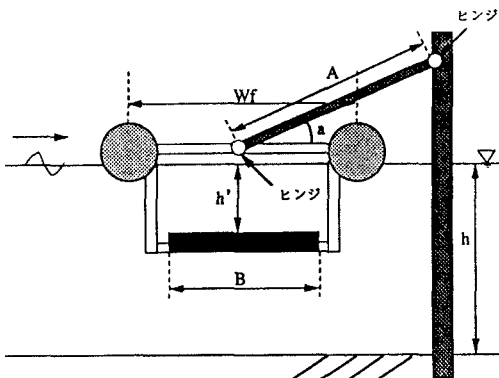


図 1: 浮遊式没水水平版断面

表 1: 消波構造物の特性比較

|                   | 静穏性 | 涌上 | 地震条件 | 海水交換 | 景観 | 設置水深 | 生態系 | 安定性 |
|-------------------|-----|----|------|------|----|------|-----|-----|
| ケーソン式防波堤          | ◎   | ◎  | ○    | ×    | ×  | △    | △   | ◎   |
| コンクリート式通過防波堤      | ◎   | ◎  | ○    | △    | ×  | △    | ○   | ◎   |
| 二重管式没水水平板         | ○   | ○  | △    | ◎    | ○  | ×    | △   | ○   |
| 浮防波堤              | △   | ◎  | ◎    | ◎    | ×  | ◎    | △   | ×   |
| ハイブリッド型没水水平板(係留索) | △   | ◎  | ◎    | ◎    | △  | ◎    | △   | ×   |
| ハイブリッド型没水水平板(杭係留) | ○   | ◎  | ◎    | ◎    | △  | △    | △   | ○   |

(◎ > ○ > △ > △ > ×)

アームで接合し杭に係留した。したがって、堤体には水平方向、鉛直方向の運動、及び回転運動が生じる(図-1)。

## 3. 実験方法および実験内容

実験は、一端に波吸収式造波装置を持つ 2 次元造波水路(長さ 28m, 幅 0.3m, 高さ 0.5m)を用い、水槽のほぼ中央に堤体を設置した。水深( $h$ )は 0.35m で一定とし、入射波は全て規則波とし無次元波数を  $kh = 0.50 \sim 3.00$  まで 0.10 刻みで変化させた。入射波の振幅  $\zeta_0$  は、 $\zeta_0/h = 0.10$  程度とし、水面変動を堤体の前後 2.5m のところに設置した 2 本の容量式波高計で測定しサンプリング周波数 20Hz でデジタルレコーダーに記録して、分離推定法(合田ら、1976)により波の通過率と反射率を算定した。また、水平版の動きをビデオカメラで記録し、水平版に設けたマーカーと水槽に設けたグリッドから、堤体の重心の変位と回転角を求めた。浮遊式没水水平板の消波効果に影響する構造条件としては、水平板長( $B$ )、水平板の没水深( $h'$ )、浮体長( $W_f$ )、アーム長( $A$ )、アームと水平面とのなす角( $\alpha$ )(アーム角( $\alpha$ ))等が考えられる。本文では表-2に示すように、水平板長( $B$ )、没水深( $h'$ )、アーム長( $A$ )、アーム角( $\alpha$ )を固定し浮体の幅( $W_f$ )

表 2: 実験条件

|       | B/h  | h'/h | Wf/h | A/h  | $\tan \alpha$ |
|-------|------|------|------|------|---------------|
| CASE1 | 1.00 | 0.20 | 1.00 | 1.00 | 0.66          |
| CASE2 | 1.00 | 0.20 | 1.83 | 1.00 | 0.66          |
| CASE3 | 1.00 | 0.20 | 2.83 | 1.00 | 0.66          |

を3通りに変化させ消波効果を調べた結果について述べる。

#### 4. 実験結果と考察

図-2は、浮体幅 ( $W_f$ ) に対する通過率、図-3は反射率を示しており、図-4は、 $W_f/h = 2.83$  の場合の堤体の重心の鉛直変位 ( $\eta$ ) と水平変位 ( $\xi$ )、堤体の回転角 ( $\theta$ ) の無次元振幅を示している。図-2より浮体の幅が大きくなるにつれて通過率の極小値は小さくなる (波の遮断効果は大きくなる) ことが分かる。 $W_f/h = 2.83$  では、浮体幅に対して、入射波の波長が同程度あるいはそれ以下の波に対しては通過率が0.4以下と小さく、特に浮体幅と波長がほぼ等しくなる所で、最小値0.2~0.3を取る。これは、図-4に示すように、浮体幅よりも小さい波長の波に対して動揺変位はいずれも小さく、浮体と水平版が固定状態に近くなる事によると考えられる。CASE3と異なりCASE2において、浮体幅よりも大きい波長のところで通過率が極小となるのは、短波長域における浮体の消波効果が大きく寄与しているためと考えられる。また、反射率は最大でも0.6以下と小さいことから消波効果の高い構造物だといえる。さらに、動揺変位が入射波の波長によらず入射波の振幅よりも常に小さく、特に消波効果が大きい波長域では、入射波の振幅のほぼ2割程度であって動揺の振幅が小さいことは堤体の構造上好ましいと言える。

#### 5. おわりに

本研究により以下のことが分かった。固定した没水水平板や二重管係留の没水水平板に比べると、構造物の運動の自由度が高いため長波長域では有効な消波効果は得られないが、波長が堤体間隔と同じ程度になると非常に有効な消波効果が得られることが分かった。今後さらに、水平板長 ( $B$ )、没水深 ( $h'$ )、アーム長 ( $A$ )、アームと水平面とがなす角 ( $\alpha$ ) 等の消波効果への影響について研究を進めていく予定である。

#### 参考文献

- 1) 小島 治幸 他 (1993) : 浮体と没水水平板のハイブリッド構造物による波の制御 : 海岸工学論文集 .
- 2) 合田 良実 他 (1976) : 不規則波実験における入・反射波の分離推定法、港湾技研資料、No.248, pp.1-24.
- 3) 吉田 明徳 他 (1992) : 二重管係留システム出係留された没水水平板による波の制御 : 海岸工学論文集

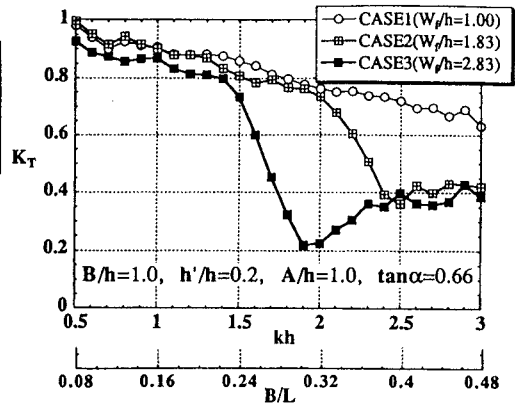


図 2:  $W_f/h$  の変化による  $K_T$

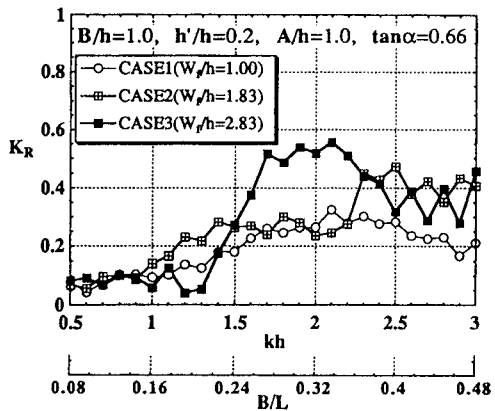


図 3:  $W_f/h$  の変化による  $K_R$

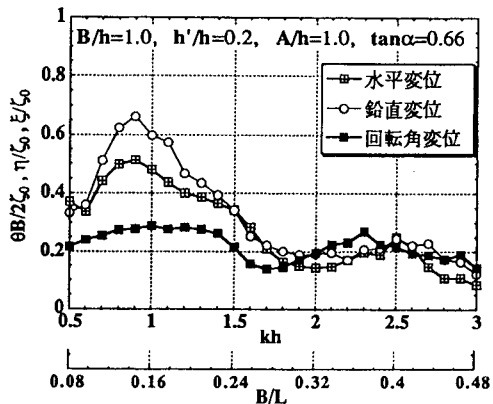


図 4: 堤体の動揺変位 (CASE3)