

杭・ヒンジ型没水水平板防波堤の波の遮断と作用波力の非線形効果

九州大学工学部 学生員○今里 龍司 山岡 貴司
 同上 正会員 牛房 幸光 吉田 明德 入江 功
 運輸省第四港湾建設局 正会員 和田 信

1. はじめに

沿岸域の高度で多様な利用に伴い、海水交換を妨げずに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と浮体構造物を組み合わせたハイブリッド構造物は優れた消波効果を期待できる(小島ら, 1993)。このハイブリッド構造物の係留方式としてヒンジと杭により係留する方式を提案し、限られた条件についてはあるが昨年実験をおこなった結果、条件によっては有効な消波効果を示すことがわかった(山岡ら, 1996)。ただし、実際の施工を考える場合には杭にかかる波力の特性を調べておくことは必須であり、また、この実験では入射波の有限振幅性に対する堤体の波浪制御特性は明らかにされておらず、没水深と入射波の条件によっては板上で砕波が生じるなどの非線形の現象によって波浪制御特性が大きく変化する場合もあると考えられる。

本研究では、この杭係留による浮遊式没水水平板の、波浪制御効果、杭にかかる水平波力および堤体の運動について実験的に明らかにすることを目的とする。

2 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)を使用し、水槽のほぼ中央に堤体を設置し、水深(h)は0.35mで一定、入射波はすべて規則波を用いた。実験で使った堤体は、図-1のように水平板と浮体をL字型のアンクルで結合し、これをヒンジを持つ2本のアームで結合し杭に係留した。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。

杭・ヒンジ型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')、浮体間隔(W_f)、アーム長(A)、アームと水平板のなす角(α)等が考えられる。表-1に示すように、水平板長(B)、水平板の没水深(h')、アーム長(A)、アーム角(α)を固定し、3通りの浮体間隔(W_f)について実験をおこなった。

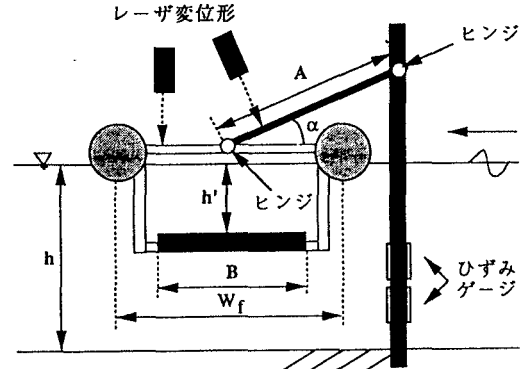


図1: 杭・ヒンジ型没水水平板図

まず、入射波の周波数変化に対する堤体の波浪制御特性を調べるために、入射波の波高(H)を $H/h = 0.10$ 程度にとり無次元波数を $kh = 0.60 \sim 3.00$ まで0.10刻みで変化させる実験をおこなった。図1のように水平波力は杭に取り付けたひずみゲージにより杭のひずみを測定して算定し、堤体の運動は2個のレーザ変位計によりアームおよび水平板の回転角変位を測定した。また、堤体の前後2.5mのところそれぞれ2本の容量式波高計を設置してサンプリング周波数20Hzで水面変動をデジタルレコーダーに記録して、分離推定法により波の通過率と反射率を算定した。

表1: 実験条件

W_f/h	h'/h	B/h	A/h	α
1.00	0.20	1.00	1.00	66.1°
1.83	0.20	1.00	1.00	66.1°
2.86	0.20	1.00	1.00	66.1°

次に、入射波の有限振幅性を調べるために、 $kh = 0.75 \sim 3.00$ まで0.25刻みの10ケースに対して、それぞれ入射波高を1cm~10cm程度までほぼ1cm刻みで変化させた実験をおこなった。

3 実験結果と考察

図-2は浮体間隔 (W_f) が3通りについての通過率 (K_T) の周波数特性を示しており、図-3はその時の単位奥行当たりの水平波力 (F) の無次元振幅を示している。 W_f/h が1.83, 2.86と大きい場合には、それぞれ $kh = 2.8 \sim 3.0$, $kh = 2.2 \sim 2.6$ 付近 ($W_f/L \simeq 1.0$; L は入射波長) でいずれも大きな遮断効果 ($K_T \simeq 0.2 \sim 0.3$) を生じるが、波長が長くなると遮断効果は著しく減少する。 W_f/h が1.00と小さい場合には通過率の最小値は $kh \simeq 1.7$ ($W_f/L \simeq 0.25$) 付近で $K_T \simeq 0.5$ 程度で、 W_f が大きい場合に比べると遮断効果はいくぶん悪くなるが、より広範囲の波長の波に対して有効である事がわかる。図-3より、浮体間隔 (W_f) が大きくなると水平波力 (F) の周波数に対する変動が大きくなり、特に $W_f/h = 2.86$ の場合には、波長が短くなるにつれて F は極大、極小値をとるようになる。図-3の結果を用いて、水深 (h) = 10m, 波高 (H) = 3m として、杭にかかる単位奥行当たりの水平波力を試算すると1.8t $\sim$ 2.7t程度となる。

図-4、図-5はそれぞれ通過率 (K_T) と、単位奥行当たりの水平波力 (F) の入射波の波形勾配 (H/L) に対する変化を示している。図-4より、波形勾配に対する減少の程度は kh によらずほぼ一定で、入射波の波形勾配が大きくなるにつれて波の遮断効果は増大することがわかる。図-5より、波長が短い場合 ($kh = 1.5, 1.75, 2.00$) は無次元波力は波形勾配に対して変化せずほぼ一定値 ($\simeq 0.09$) をとるが、波長が長い場合 ($kh = 1.00, 1.25$) は無次元波力は波形勾配が増大するにつれて極大値をとり、入射波の有限振幅の効果が現れることがわかる。

4 あとがき

今後さらに異なる浮体形状を含め、浮体間隔 (W_f)、水平板長 (B)、アーム角 (α) などを変化させた実験をおこなって、波浪制御効果、杭にかかる波力、堤体の運動について検討し、より効果的な係留方法および堤体の条件を明らかにしていくつもりである。

参考文献

- 1) 山岡 貴司 他 (1996) : 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 : 第51回年次学術講演会論文集
- 2) 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 : 第40回海岸工学論文集

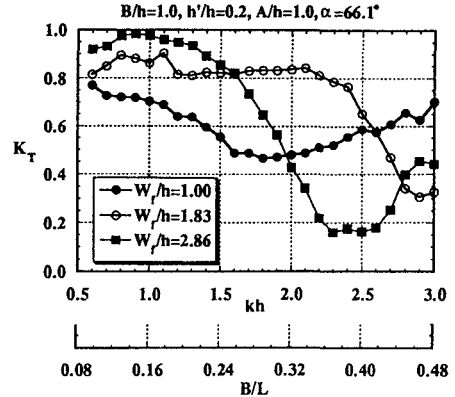


図 2: 通過率の周波数特性

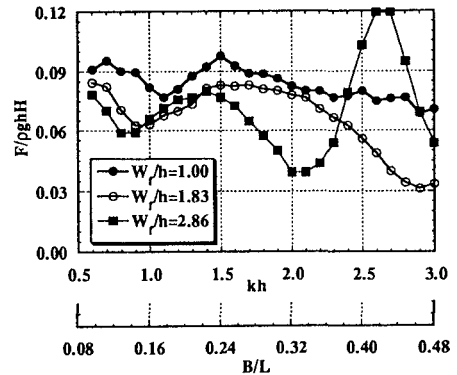


図 3: 水平波力の周波数特性

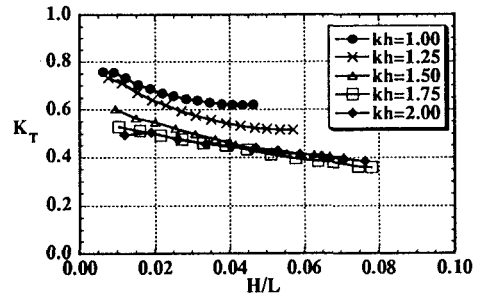


図 4: 波形勾配に対する通過率の変化

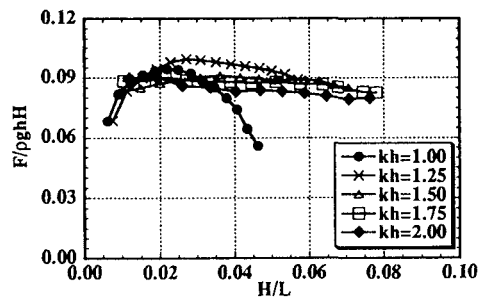


図 5: 波形勾配に対する水平波力の変化