

II-32

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 明徳
九州共立大学工学部 正会員 小島治幸

1. まえがき 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。しかし、固定した没水水平板には大きな鉛直波力が作用するため、構造上の問題がある。このため、係留方法として、例えば二重管係留による構造形式(吉田ら、1992)や、浮体と水平板を組み合わせたハイブリッド構造物を係留索で係留する方法(小島ら、1993)等が考えられているが、二重管係留方式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く、係留索で係留する方式では比較的短波長の波にしか遮断効果が期待できない等の難点がある。そこで、本研究では、比較的長波長の波に遮断効果を有する没水水平板と、短波長の波に対して遮断効果を有する浮体とを組み合わせたハイブリッド構造物を、ヒンジと杭により係留する方式(図-1)を考案し、この杭係留による浮遊式没水水平板の波浪制御効果を実験によって調べた。

2. 実験方法及び実験内容 実験では、水平板と円柱浮体から成る堤体を両端にヒンジを持つ2本のアームで杭に係留した。したがって、堤体の運動はアームによって拘束されているが、水平運動、鉛直運動、及び回転運動が生じる(図-1)。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、入射波の無次元波数を $kh=0.50\sim3.00$ まで0.10刻みで変化させた。入射波の振幅 ζ_0 は、 $\zeta_0/h=0.10$ 程度に取り、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。同時に、堤体の動揺をビデオカメラで記録し、堤体重心の変位と堤体の回転角を読み取った。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')、浮体間隔(W)、アーム長(A)、アームと水平面とのなす角(α)(係留角(α))等が考えられるが、本研究では表-1に示すように、水平板長(B)、没水深(h')、アーム長(A)を固定し、浮体間隔(W)を水深と同程度の時と水深の3倍の時の2通り、係留角(α)を($\alpha=33.4^\circ, 54.0^\circ, 63.4^\circ$)と3通りに変化させ、消波効果を調べた。

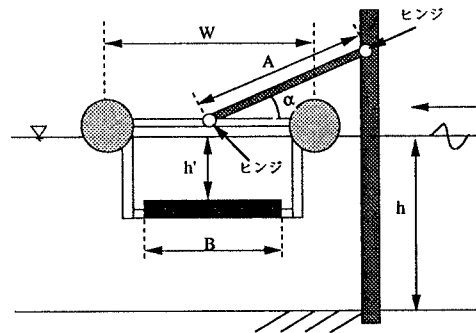


図-1 浮遊式没水水平板断面

表-1 実験条件

	W/h	$\tan\alpha$	$\alpha(deg)$
CASE1	1.00	0.66	33.4
	1.00	1.37	54.0
	1.00	2.00	63.4
CASE2	2.83	0.66	33.4
	2.83	1.37	54.0
	2.83	2.00	63.4
$B/h=1.0, A/h=1.0, h'/h=0.2$			

3. 実験結果と考察 図-2は浮体間隔(W)を水深と同じ $W/h=1.0$ に固定し係留角(α)を $\alpha=33.4^\circ, 54.0^\circ, 63.4^\circ$ と変化させた場合の通過率の変化を示している。係留角が小さい場合($\alpha=33.4^\circ$)には全ての周波数域に

おいて波を遮断する効果が小さく、防波堤としてあまり有効でない。しかし、係留角が大きい場合 ($\alpha=63.4^\circ$) には、広範囲の周波数 ($kh = 1.1 \sim 3.0$) の波に対して、通過率が0.5以下で非常に良く波を遮断しており、しかも、入射波の波長が浮体間隔 (W) の1/4程度となる波に対しては通過率は最小値0.3程度を取り、比較的浮体間隔が小さいにも関わらず極めて高い波の遮断効果が得られる事がわかる。ここに示してはいないが、係留角 $\alpha=33.4^\circ$ と $\alpha=63.4^\circ$ の場合の動揺変位の周波数特性を比べると、水平変位はほぼ同じであるが、鉛直変位と回転変位が大きく異なっており、これによる造波成分の差が、両者の遮断効果の違いを作っていると考えられる。なお、比較のため、図-2には堤体を固定した場合の通過率 (■印) を示しているが、係留角が大きい場合は、堤体が動揺するにも関わらず通過率が長波長域 ($kh = 0.5 \sim 1.7$) において、堤体を固定した場合とほぼ同じ波の遮断効果を有することは興味深い。

図-3は、できるだけ長波長の波に対して有効な遮断効果が得られる事を期待して、浮体間隔 (W) を $W/h=2.83$ と大きく取った場合である。しかし、浮体間隔 (W) と同程度の波長の入射波に対しては、通過率が著しく小さくなり ($0.1 \sim 0.2$) 大きな波の遮断効果を示すものの、長波長域では通過率の減少はみられなかった。この場合、 $W/h = 1.0$ の場合と異なって、係留角 (α) によって通過率がほとんど変化しないが、これは、ここに示してはいないが、 $W/h = 2.83$ の場合の係留角による動揺変位の変化を見ると、長波長域 ($kh < 1.5$) では動揺変位に違いがあるが、長波長域では堤体の動揺による造波効率も悪いため、波の遮断効果に対する効果が小さいこと、また、比較的短波長域では係留角 (α) によらず動揺変位はいずれも小さく、浮体と水平板が固定状態に近くなる事によると考えられる。

4. あとがき 没水水平板と、浮体とを組み合わせたハイブリッド構造物を、ヒンジと杭により係留する方式を考案し、その波浪制御効果を実験によって調べた結果、有効な波の遮断効果が得られる事、特に、浮体間隔を波長に対してそれほど大きくとらなくとも、比較的長い波長の波に対して有効な遮断効果を有する事が分った。今回は、浮体間隔と係留角条件のみについて実験的な検討を行ったが、今後、実験と理論解析を併用した検討を行い浮遊式没水水平板の特性を更に明らかにするつもりである。

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

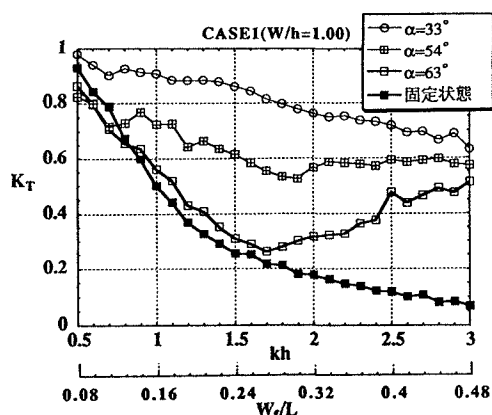


図-2 係留角 α による K_T の変化

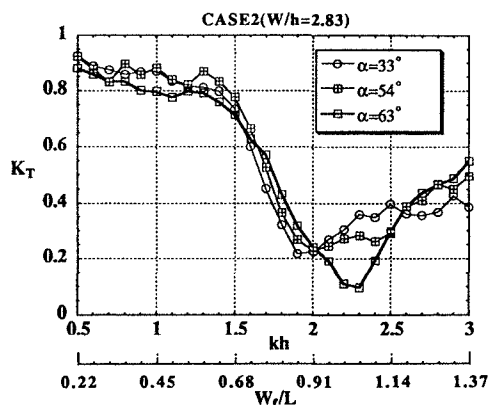


図-3 係留角 α による K_T の変化