

II-316

透過・消波型ハイブリッド防波堤に関する水理実験

NKK 応用技術研究所 正員 磯崎 総一郎

NKK 鋼構造建設部 正員 田中 征登

NKK 鋼構造建設部 正員 若菜 弘之

1. まえがき

ある程度の波の透過は許容する一方、港内外の海水の交流を阻害せず、港内の水質を保全できる形式の防波堤に対してニーズが高まっている。そのようなニーズに対応して今回、当社で開発中の鋼・コンクリートの合成構造によるハイブリッドケーソン防波堤に、海水交換とさらに消波の機能を付加した形式について検討した。図-1 にその概念図を示す。図に示されるように、重力式のハイブリッドケーソン支柱に防波堤体を乗せた構造になっており、堤体下部を通しての海水交流により港内の水質悪化が防止され、また、堤体内部にスリットを介して遊水室を設けることにより、反射波高が低減される。

今回、一般的に想定される海象条件に対して堤体の外形寸法を決定し、それをベースに遊水室の消波効果を実験的に検討したところ、きわめて有用な特性を示すことが分かったので、概要を報告する。

2. 実験

実験は、防波堤体の消波区画（遊水室の設けられている区画）を対象にした二次元模型を製作し、それを二次元造波水路（ $b0.9\text{m} \times h1.5\text{m} \times l32\text{m}$ 、無反射式造波装置付き）にセットして所定の波を作用させることにより行った。模型の寸法諸元及び実験条件を図-2 に示す（実験は1/10の縮尺模型実験であり、図中の数値は実機換算した値である）。堤体幅、没水深、スリット開口率を図中に示す数値とし、遊水室後壁の位置を種々変えた場合の消波効果（透過率、反射率）、波力（水平波力、鉛直波力）に及ぼす影響を調べた。波条件は実機換算で、波高は $H=0.5\text{m}$ の規則波、周期は $T=2.8\text{sec} \sim 10.3\text{sec}$ の範囲から選択した18種類であり、水深は $h=10\text{m}$ で一定とした。また、消波効果は、波高計を沖側に2台、岸側に1台セットし、水位変動を計測することにより求めた。また波力については、模型を上端部で固定し、中間にロードセルを介して計測することにより求めた。

3. 実験結果

図-3～6 に実験結果を示す。なお図中、記号の無い実線は、模型の外形寸法を有する固定された矩型ポンツーンに対する理論計算値（領域分割法による）であり、また記号■で示されるものは検証のために行った矩型ポンツーンの実験値である。実験値に多少の変動はあるものの、両者の値はおおむね一致しており、実験結果の妥当性を確認できる。

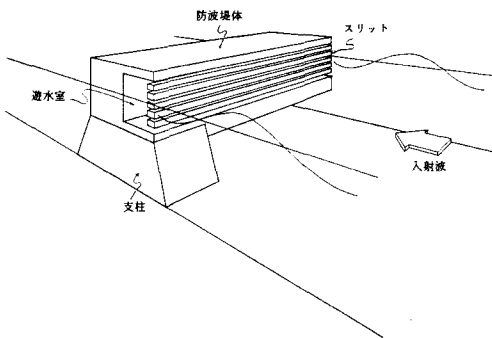


図-1 概念図

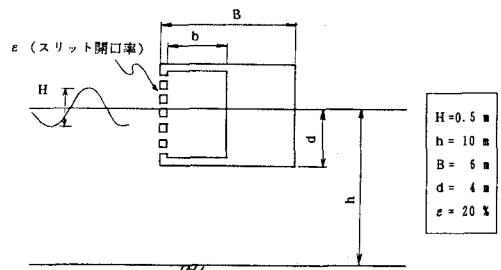
遊水室幅 b : $b/B=0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8$

図-2 実験条件

さて、図-3は反射率の特性を示している。当然ながら遊水室の幅が狭まるほど、矩形ポンツーンの値に近づくが、遊水室があると入射波周期に依存して反射率は大きく変動し、それぞれある特定の周期で、反射率がほぼ0となる。その周期は、遊水室の幅が広がるほど長周期側に移動しているが、その傾向はいわゆる直立消波ケーソンの消波特性と類似しており、同様の消波機構が考えられる。つまり、遊水室内部に入り込んだ水塊の同調周期に対応して遊水室内部・外部との間に水位差が生じ、スリット部で大きなエネルギー損失が生じることにより、反射率に変動が発生するようである。

図-4は透過率の特性を示している。透過率の場合は、周期に対しては単調に変化し、長周期になるほど、防波機能が低下する。ただし、遊水室幅が広がるほど透過率は低下する傾向がみられることから、反射率の傾向と合わせて考えると、遊水室でのエネルギー損失は透過率の低減にも寄与するようである。

図-5、6は波力の特性を示している。水平波力については、スリット部と遊水室後壁の2カ所が反射面になるので、位相差効果により矩形ポンツーンよりも波力は小さくなる。ただしその効果は、周期が長くなるにつれて位相差が小さくなるので低下する。一方、鉛直波力は、遊水室内部の水塊によって遊水室底面に発生する下向きの圧力が、堤体底面に作用する上向きの揚圧力に影響を及ぼすので、遊水室内部の水塊の水位変動特性に対応して変化する。実験結果によれば、短周期の場合に矩形ポンツーンよりも大きくなるものの、広い周期の範囲にわたってみると、鉛直波力は平均的に小さくなっている。

4. あとがき

今回の実験により、本形式の防波堤は、消波性能(反射率低減)のみならず、波力の面においても優れた特性をもつことが分かった。今後の沿岸域開発に不可欠である波浪制御構造物の一形式として提案する次第である。
(参考文献)・井島武士:最近の波浪理論における境界値問題の解法、第7回水工学に関する夏期研修会講義集、土木学会水理委員会、1971.、・谷本勝利、吉本靖俊:直立消波ケーソンの反射率に関する理論及び実験的研究、港湾技術研究所報告、Vol.21、No3、pp.43-77、1982.

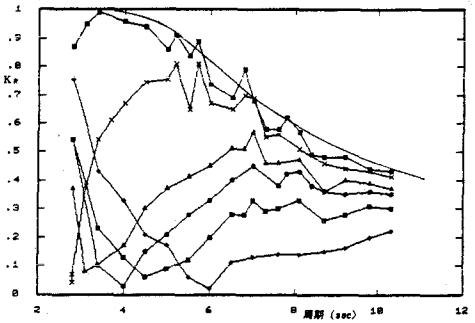


図-3 反射率

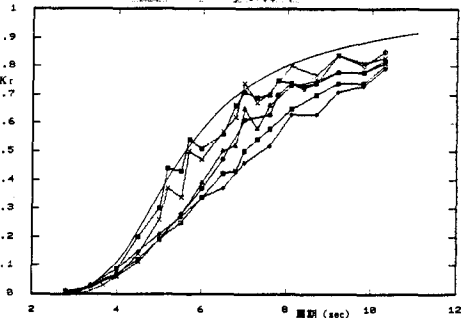


図-4 透過率

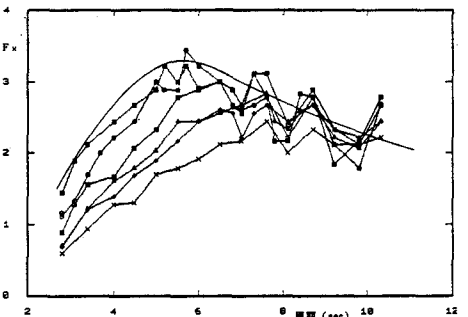


図-5 水平波力

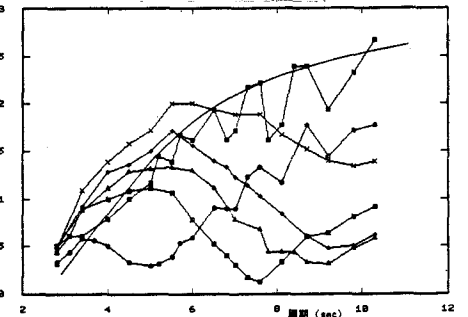


図-6 鉛直波力

【図中の記号の説明】

K_R : 反射率、 K_T : 透過率、 F_x : 水平波力 (ton/m)、 F_v : 鉛直波力 (ton/m)

×: $b/B=0.2$ 、△: $b/B=0.4$ 、○: $b/B=0.5$ 、□: $b/B=0.6$ 、◇: $b/B=0.8$ 、■: 矩形ポンツーン