

II-374

上部斜面型杭式波浪制御構造物の耐波安定性に関する検討

新日本製鐵株式会社 ○大久保寛 小島一雄
運輸省港湾技術研究所 高橋重雄

1. はじめに

沿岸域の有効利用を図るため、鉛直板と傾斜板を組み合わせた上部斜面型杭式波浪制御構造物の開発を進めている。その水理特性を解明するため、2次元造波水路に於いて消波特性、波力特性に関する水理実験を行った。その結果、防波板に作用する水平方向の波力の低減効果が認められ、耐波安定性に寄与することが確認できた。

2. 上部斜面型杭式波浪制御構造物の概要

上部斜面型杭式波浪制御構造物は、図-1に示すようにジャケットに鉄筋コンクリート版を前面に取り付けた構造である。杭をジャケットで補剛することによって耐荷力を高め、さらに水面付近に斜面部を設けて水平波力の低減を図ったものである。また、海底部付近に開口部を設け、通水性を確保している。大水深・高波浪域、軟弱地盤域、岩盤域等、従来の工法では建設が困難とされている地点で比較的容易かつ経済的に建設が可能な構造形式であり、プレファブ化されているため、現地海上工期の短縮を図ることができる。

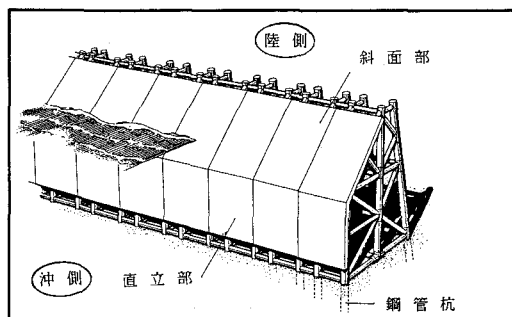


図-1 概要図

3. 水理実験

2次元大型造波水路（水深 1 m）においてアクリル、鋼管よりなる模型を用いて消波特性および波力特性に関する実験（概況を写真-1に示す）を行った。斜面部および開口部の存在によって、波力の低減が期待できる反面、特に周期の長い波に対する消波効果は低下することが予想される。そこで天端高さ（15～71%：対水深比）、開口部の大きさ（0～47%：対水深比）、斜面部の没水深さ（0～45%：対水深比）を変化させて、消波特性、波力特性に及ぼす影響を検討した。実験波は水深波長比 $h/L=0.08 \sim 0.4$ 、波形勾配 $H/L=0.02 \sim 0.06$ の範囲に設定した。

3-1. 消波特性に関する実験

不規則波を用いて堤体の前面、背面の波高を計測し伝達率、反射率を求めた。図-2は伝達率の水深波長比 h/L に対する変化を示したもので、代表的構造条件に対して天端高さ、開口部の大きさ、斜面部深さを变化させた場合の伝達率に及ぼす影響を検討したものである。この図より、波周期依存性が大きく、特に開口部の大きい場合は顕著であり、斜面部を深くすることにより、伝達率を小さく抑えられることがわかる。

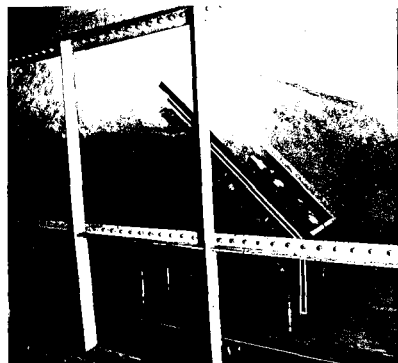


写真-1 水理実験の概況

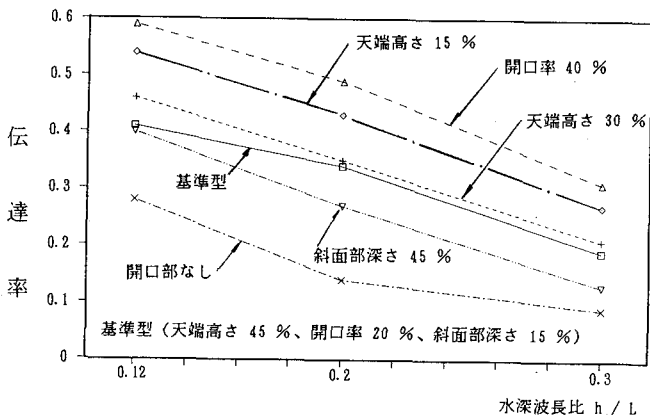


図-2 構造条件が伝達特性に及ぼす影響

3-2. 波力特性に関する実験

規則波を用いて分力計、波圧計により防波板に作用する波力および波圧分布を計測し、構造条件および波浪条件が平均波圧の低減量に及ぼす影響について検討した。図-3は実験結果の一例で水深波長比 h/L に対する波圧低減の変化を示したものであり、縦軸は合田波圧を基準波圧としてその低減量を百分率で表示したものである。この図は代表的な構造条件（水深に対して、開口率 20 %、天端高さ 45 %、斜面部の没水深さ 15 %）に対して、天端高さ、開口部の大きさ、斜面部の没水深さを変化させ、波圧の低減率に及ぼす影響を示したものである。波形勾配 (H/L) は 0.06 とした。波周期の長い波（水深波長比 $h/L=0.08 \sim 0.12$ ）に対して構造条件によらず、4~5 割程度の波圧の低減が見られる。また、波周期の短い波（水深波長比 $h/L=0.3 \sim 0.4$ ）に対して斜面部の没水深さが深い（斜面深さ 45 %）場合、波圧の低減が顕著である。

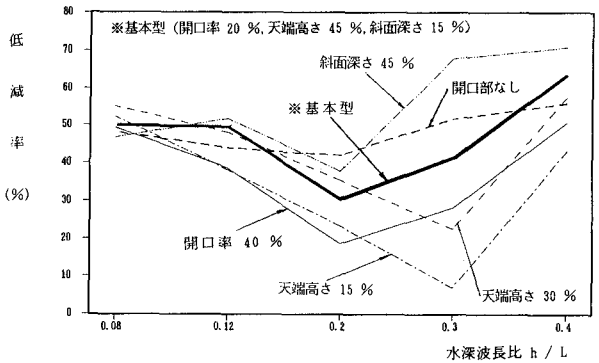


図-3 構造条件が波圧低減率に及ぼす影響

図-4は代表的構造条件に対して波圧の低減をもたらす以下の3つの要因を調べた例である。すなわち、①開口部および斜面部の存在による前面波圧の低減、②背面波圧による波圧の減殺効果による低減、③最大波圧発生時間の位相差による低減の3つの要因があり、総体として④波圧の低減が生じていると捉え、波圧計測結果に検討を行ったものである。この図は押波時の波圧計測結果より平均波圧を求め、合田波圧を基準波圧として低減率を要因別に百分率で示したものである。水深波長比 $h/L=0.4$ では位相差による低減効果が大きく、水深波長比 $h/L=0.08$ では、前面波圧そのものの低減効果が顕著となっている。

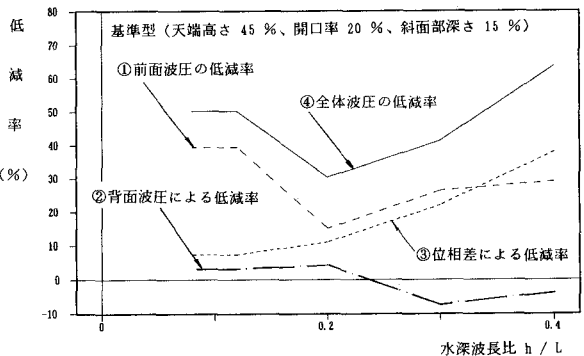


図-4 波圧低減率（要因別）

4. 耐波安定性

通常の設計においては異常波浪時の波力が支配荷重となり、波力の水平方向成分によってもたらされる転倒モーメントが杭の発生軸力、構造部材に発生する断面力をほぼ決定することになる。そこで、上部斜面型杭式波浪制御構造物の耐波安定性を検討するため、防波板をカーテン状に配置したカーテン式防波堤を比較対象として構造設計を行い、杭に発生する軸力、部材断面力および鋼重を検討した。その結果、上部斜面型杭式波浪制御構造物は水平波力の低減及び斜面部に作用する波力の鉛直成分が構造全体を安定化するのに有効に作用しており、構造部材に発生する断面力を低減し、その結果、鋼材重量はほぼ半減されることが明らかとなった。

5. まとめ

水理模型実験を実施し、特に波周期の長い波に対する消波特性および設計上重要となる水平方向波力について検討を進めた結果、斜面部および開口部の存在により波力の低減が認められ、この低減効果及び斜面部に作用する波力の鉛直方向成分によって耐波安定性能を向上させることがわかった。