

斜面形状の上部工安定に関する考察

九州地方整備局 下関港湾空港技術調査事務所 正会員 吉田秀樹
 九州地方整備局 下関港湾空港技術調査事務所 正会員 山本 悟
 九州地方整備局 宮崎港湾空港・整備事務所 正会員 岸良安治
 中国地方整備局 宇部港湾事務所 片岡勝徳
 日本港湾コンサルタント 正会員 ○滑川伸孝

1.はじめに

近年、耐波安定性と経済性に優れた上部斜面ケーソン堤が高波浪海域の全国の港湾で建設されてきている。東北地方整備局仙台港湾空港技術調査事務所は、上部斜面ケーソン構造形式の設計に用いる堤体全体の波力や部材照査の波力を「没水上部斜面ケーソン堤の設計・施工指針（案）（2003）」に示しているが、上部工自体の安定に用いる波力について明確に記述していない。本論文で、既往の実験や研究成果を整理して斜面部の波力特性について考察し、現時点における上部斜面ケーソン堤の上部工の安定に用いるべき波力を提案する。

2.斜面部に作用する波力の特性と波力式

森平ら（1979）は、上部斜面ケーソン堤の斜面に相当する直立壁に作用する合田波力(F_{GI})を斜面垂直成分(F_N)と斜面方向に滑る成分(F_0)に分解して、斜面方向に滑る波力成分が防波堤に作用しないと仮定した上部斜面堤の波力式を提案し、上部斜面堤の設計波力の基礎とした。（図-1 参照）

佐藤ら（1992）は、直立部が消波ブロックで被覆された上部斜面ケーソン堤において、大水深海域で周期が長く、波高が小さい場合では斜面部の波力が静水圧的に作用して増大し、森平式の仮定（斜面方向に滑る波力を無視できる）が成立しなくなることを実験で示した。

細山田ら（1994）は、周期と波高の関係を波形勾配（ H/L ）をパラメータとした波力低減係数により森平式を補正して、波形勾配が小さくなるにしたがい斜面部の波力が増大する細山田らの式を提案した。

小沢ら（2000）は、上部斜面堤全体の波力式として細山田らの波力式の適用性が高いが、直立部で細山田らの式の波力を下回り、斜面部で細山田らの式を上回る波力が発生していること、消波ブロック被覆上部斜面堤の斜面部波力の増大傾向が著しいことを2次元水理実験で確認している。

第四港湾建設局下関調査設計事務所（1999）は、細島港南沖防波堤の水理模型実験で類似した実験結果を得ている。（図-3 参照）

3.上部斜面堤の上部工安定検討に用いる波力

港湾構造物設計事例集（1999）において、上部斜面ケーソン堤の上部工の安定計算に細山田らの波力式が用いられているが、斜面部の波力が細山田らの波力を上回ることがあるという実験結果に注意が必要である。

堤体全体の安定性能の照査に用いる波力を、堤体を構成する部分の安定に用いて良いのは、堤体全体の波力が最大になる位相と、検討対象部分の波力が最大となる位相が一致する場合である。この意味で、最大波力の位相が異なる構造形式については、堤体安定性能照査に用いる波力として、全体安定の波力だけではなく、問題となる部分（上部工等）の波力も示しておく必要がある。

上部工斜面部全体に作用する最大波力は、斜面壁の部材性能照査に用いる波力に対応すると考えて良い。「半没水上部斜面ケーソン堤の設計・施工指針（案）」に、斜面壁（斜面角 45° ）の部材性能の照査に用いる荷重として、細山田らによる波圧を $\sqrt{2}$ 倍した波圧分布の計算例が示されている。（図-2 参照）

この計算例から、上部工斜面部に作用する最大波力の斜面垂直成分として、堤体全体の安定性能照査に用いる斜面垂直波力成分(F_N)ではなく合田波力(F_{GI})を用い、細山田らの係数（ λ ）を乗じて、上部斜面ケーソン堤の上部工の安定に用いる波力を求めることを提案する。（図-1 参照）

キーワード 上部斜面ケーソン堤, 上部工, 堤体安定性, 上部工安定性, 斜面最大波力, 部材波力

連絡先 〒141-0031 品川区西五反田 8-3-6 (株)日本港湾コンサルタント 技術開発部 TEL:03-5434-5307 FAX:03-5434-5393

4. 上部斜面堤の上部工安定検討に係る今後の課題

前述の設計指針（案）に示された斜面壁に作用する波圧分布は、ある防波堤断面の実験波圧をもとにしていて、水深、波浪条件や斜面角等の構造断面が相当異なる場合は、水理実験を別途追加して検討する必要がある。また、斜面壁の波力が最大になる時は上部工に海水が乗り上げて、鉛直荷重として作用することにより滑動抵抗が増大するので、斜面部の波力を細山田らの波力で過小評価したとしても、結果的に斜面部の上部工の安定が確保される可能性がある。しかし、これらの確認のためには滑動実験等が必要である。

上部工の場所打ちコンクリートを工夫することで、摩擦係数を増大させて安定を図ることも考えられる。今後、水理実験等の情報を追加して、上部工斜面部の設計法を合理化していく必要がある。

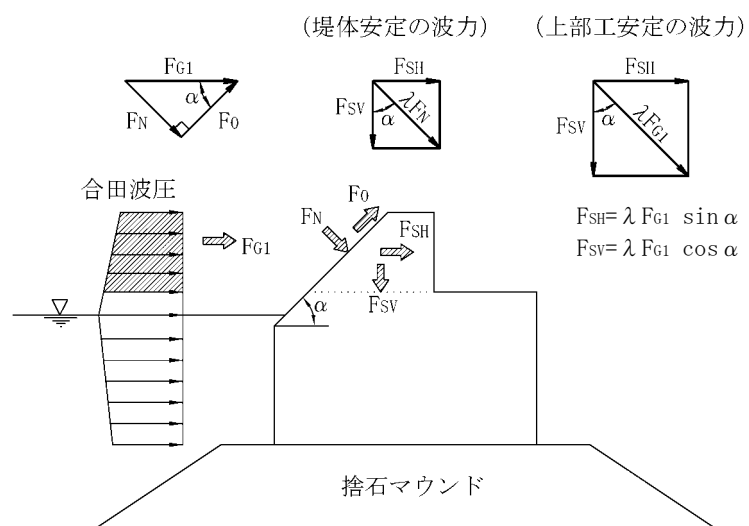


図-1 斜面形状の上部工に作用する波力

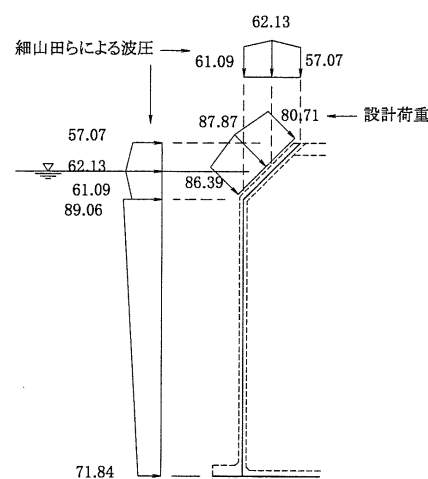


図-2 斜面壁部に作用する波圧分布の計算例

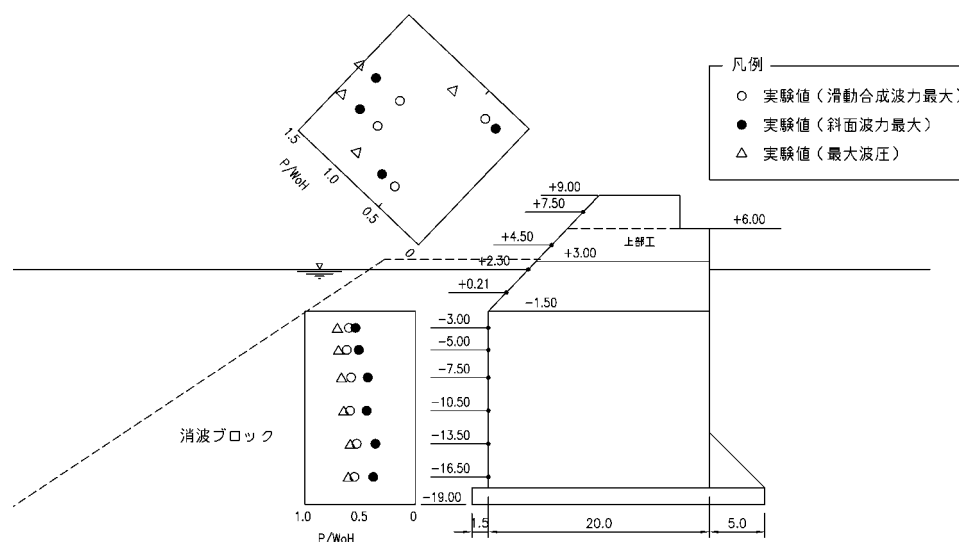


図-3 細島港南沖防波堤水理模型実験波圧分布

<参考文献>

- 国土交通省東北地方整備局 仙台港湾空港技術調査事務所（2003）：半没水上部斜面ケーソン堤の設計・施工指針（案），49 p.
- 森平，国田（1999）：斜面壁堤の水理特性に関する模型実験，第26回海岸工学講演会論文集，pp.295-298.
- 佐藤，山懸，古川，高橋，細山田（1992）：消波ブロック被覆上部斜面堤の適用性について，海岸工学論文集，第39巻，pp.556-560.
- 細山田，高橋，谷本（1994）：離島港湾における上部斜面堤の適用性について，海岸工学論文集，第41巻，pp.706-710.
- 小沢，山懸，岩淵，衛藤，板倉，小林，溝口，梅原（2000）：消波ブロック被覆上部斜面堤の天端高の設定と波力の算定法に関する実験的考察，海岸工学論文集，第47巻，pp.811-815.
- 運輸省第四建設局 下関調査設計事務所（株）日本港湾コンサルタント（1999）：細島港（外港地区）南沖防波堤水理特性調査報告書（財）沿岸開発技術研究センター（1999）：港湾構造物設計事例集，下巻，第7章 上部斜面ケーソン堤 pp.7-15,16.