

II - 28

透過防止型捨石傾斜堤の水利特性について

東北電力株式会社 正会員○佐々木大輔

正会員 保坂 稔

正会員 佐藤 啓二

1. はじめに

通常、原子力発電所などの専用港湾において、防波堤構造物として捨石傾斜堤を採用する場合は、温排水再循環や海底砂の流入を防ぐため、港内側に鋼矢板等による透過防止工を設置しているが、鋼矢板等を用いた工法は多額の工事費を要し、港内入射波の再反射などにより港内静穏度悪化の原因となることがある。このため、捨石傾斜堤に遮水層を設置し、透過防止工を省略した「透過防止型捨石傾斜堤」とすることによって港内静穏度の向上と港湾規模の縮小化による工事費の大幅な合理化が可能であると考えられる。これらのことから、本報告は透過防止型捨石傾斜堤の上部工および遮水層に作用する水利特性を模型実験により把握し、実験結果に基づいた波力算定式（波圧低減率等）を策定したので報告するものである。

2. 研究概要

実験は、図1に示す2次元造波水路（長さ35.0m、幅0.7m、深さ1.0m）を使用して、縮尺1/36の堤体模型を図2に示す断面を標準として製作し、堤体模型上部工は現地換算値で底面位置をそれぞれH.W.L.+1.5, 2.65, 3.8m ($h'/h=0, 0.1, 0.2$)とした。実験波は不規則波で有義波周期は現地換算値で16, 13, 10秒の3種類とした。

3. 実験結果および考察

(1) 水平波力

図3に上部工基面高さ変化に伴う波高水深比と水平波力の関係を示す。なお、図中Hkは砕波後の波高低下を無視して直線的に増加するものと仮定した。上部工が静水面より離れるに従い水平波力は低下する傾向があり、遮水板の有無による水平波力の影響はないものと思われる。次に、上部工基面位置と水平波力の関係を谷本・小島の波力算定法に基づき検討した。本検討では、消波ブロックの波力低減効果のみ考慮して、上部工基面位置($h'/h=0.00$)の条件の波圧低減係数を求め、本モデルケースの波力を算定することとした。

$$\lambda = \exp[-10(h/L)^{1.5}]$$

(2) 揚圧力

図4に上部工基面高さ変化に伴う波高水深比と揚圧力の関係を示す。遮水板がある場合、上部工に作用する揚圧力は上部工基面位置が静水面に近づくほど大きく、全体的に遮水板がない場合に比べ揚圧力が大きくなる傾向があったため、揚圧力については遮水板がある場合とない場合それぞれについて実験式を求めた。

a. 遮水板がない場合

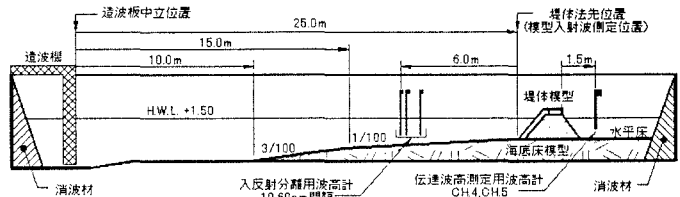


図1 実験装置概要図

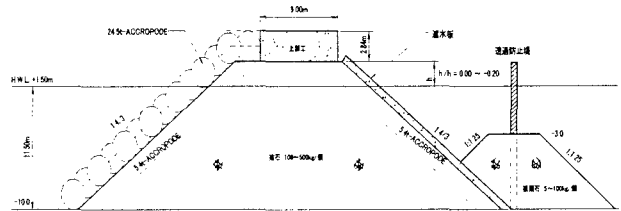


図2 実験装置標準断面図

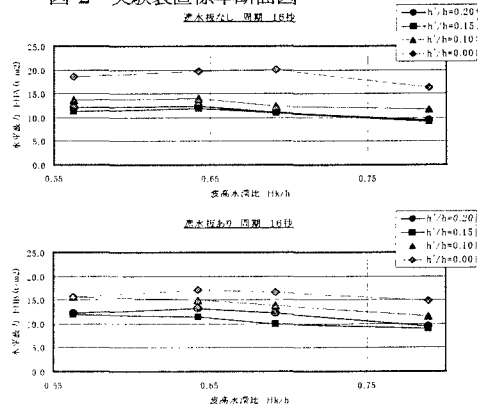


図3 波高水深比と水平波力の関係

前趾揚圧力強度の算定方法は、谷本・小島らの作用幅 lu の変化を考慮した上で、実験で得られた揚圧力 PU が上部工底面に3角形分布するものとし、実験値と合うように前趾揚圧力強度 pu_e を求めることとした。波圧算定に当たっては、波圧測定用のセンサー取付位置が上部工前面下端および基面前趾を捕らえていなかったため推測となるが、計測結果によると水平力波圧強度と前趾揚圧力強度のピークが同時刻に作用していないことから、前趾揚圧力 (pu_a) = 水平波圧強度 (p_3) の定義を考慮せず前趾揚圧力強度のみ独立して求めることとし、得られた前趾揚圧力強度 pu_e と谷本・小島らの前趾揚圧力強度 pu_c の比と上部工基面位置をパラメータとしてまとめることとした。

$$\alpha_4 = \exp \{8.0 (h'/h)\}$$

$$pu_a = \alpha_4 \times pu_c$$

$$PU = 0.5 (pu_a \times lu)$$

α_4 : 揚圧力低減係数

pu_a : 上部工前趾波圧強度 (t/m^2)

b. 遮水板がある場合

防波堤内に遮水板を設けた場合の揚圧力は、上部工後趾においても波力が作用することから上部工底面の揚圧力が台形分布するものとして求めることとした。実験結果から遮水板へ作用する揚圧力は静水面下においてほぼ均一に作用し静水面上では徐々に減衰する傾向が見られ、静水面下の波力が波圧算定式中の波圧の作用範囲 η^* にかなり良好に比例することがわかった。したがって、得られた遮水板の天端波圧強度が、遮水板設置による波圧強度増加分であると仮定した場合、遮水板および波圧上部工に作用する揚圧力は、実験結果から次式により求められる。なお、上部工への作用幅は、 $SF_c < 0$ となる場合、前趾・後趾の波圧強度により、前趾から波圧 0 となる距離を推定し3角形分布の揚圧力を算定している。図6に計算値と実測値を示す。遮水板の有無にかかわらず良好な結果が得られたことがわかる。

$$SF_c = \eta_c \times \omega_0 = 0.3 \omega_0 (\eta^* + h')$$

$$SF_{c0} = pu_b = SF_c (1 + h'/\eta_c)$$

$$SF_{c0} \geq 0 \text{ and } h'/h < 0 \text{ then } pu_a = p_3 \alpha_4 + SF_{c0}$$

$$\therefore PU = 0.5B (pu_a + pu_b) \quad SF_{c0} \geq 0$$

$$PU = B pu_a^2 / 2 (pu_a + pu_b) \quad SF_{c0} < 0$$

SF_c : 揚圧力 (t/m^2) 静水面以下に適用

SF_{c0} : 揚圧力 (t/m^2) 静水面以上に適用

B : 堤体幅 (m)

η_c : 遮水板揚圧力作用幅 (m)

pu_b : 上部工後趾波圧強度 (t/m^2)

4. おわりに

本研究では、上部工基面の位置変化による波圧算定および捨石傾斜堤背面に遮水層を設けた場合の波圧の変化を谷本・小島による波力算定法をもとに実験式を得た。今後は、本研究を各地点に反映させるため、具体的な設計条件での検証実験を行うとともに経済性および施工性を考慮した、より合理的な上部工・遮水層の断面構造の検討を進める予定である。

《参考文献》 1) 合田 良寛：港湾構造物の耐波設計—波浪工学への序説—，鹿島出版，昭和57年5月

2) 谷本勝利・小島朗史：傾斜堤上部工およびブロック式混成堤に働く波力，運輸省港湾研究所，

港湾技術資料 (No. 450—June1983)

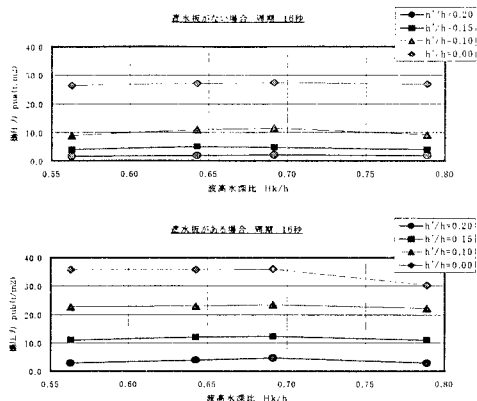


図4 波高水深比と揚圧力の関係

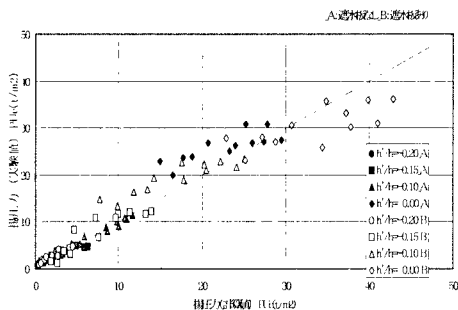


図5 計算値と実測値の相関