

II-398

新型防波堤の水理模型実験によるスケール効果について

東北電力(株) 正員 阿部修司

東北電力(株) 正員 奥野敏彦

東北電力(株) 村野清一郎

1. はじめに

防波堤構造は、港湾施設の大規模化に伴い、大型化する傾向にある。一般に大水深部ではケーソン式防波堤が用いられているが、構造体の大型化に伴う建設コストの低減、かつ防波堤の耐波浪安定性を向上させることが課題となっている。ここでは、角度の異なる2つの傾斜壁を有する新型防波堤の開発に伴い、実施したスケールの異なる水理模型実験(1/50実験, 1/10実験)のスケール効果について述べるものである。

2. 水理模型実験の概要

水理模型実験は、新型防波堤(台形ケーソン上部斜面堤)の水理的機能及び堤体の安定性を確認するため実施したものである。実験では、小縮尺実験(scale: 1/50実験)及び大縮尺実験(scale: 1/10実験)を行った。

実験水路は、1/50実験では当社研究所内にある二次元水路(長さ35.0m×幅0.7m×深さ1.0m)、1/10実験は電力中央研究所・我孫子研究所内にある大型造波水路(長さ205.0m×幅3.4m×深さ6.0m)を使用した。

実験項目は、反射・伝達率、越波量、局部波圧、全波力(1/50実験のみ)、滑動量の5種類である。

実験対象模型は、水深18.33m(H.W.L.), 基礎捨石マウンド厚3.0m, 設計有義波高 $H_{1/3}=7.6$ m, 設計有義波周期 $T_{1/3}=16$ 秒に対して、それぞれフルードの相似則に基づき製作した。

実験波は、Bretschneider・光易型スペクトルを目標とした不規則波を中心に行い、波圧・全波力実験のみ規則波で行なった。実験周期は両波とも、現地換算で13, 16, 19secの3周期とした。

3. 実験結果

(1) 反射率

反射率の測定結果は、図-2に示す。実験結果は周期によって0.1程度の範囲内にばらつきがあるが、反射率は相対水深 $h/L_{1/3}$ が大きくなると、すなわち波長が長くなると若干低くなる傾向が見られる。1/50モデルとの比較では、1/10モデルの方がやや大きくなる傾向が見られるが、ほぼ同じ値をもつことから、モデルスケールの違いによる差はないものと考えられる。

(2) 伝達率

反射率の測定結果は、図-3に示す。波高伝達率は、入射波高が大きくなると K_T が増加する傾向を示し、 $h/L_{1/3}$ が大きくなると K_T が高くなる傾向がある。この傾向は1/50モデルと同様の傾向を示し、ほぼ同じのバラツキをもつことから、モデルスケールの違いによる差はないものと考えられる。

(3) 越波量

平均越波量の測定結果は、図-4に示す。図中の縦軸は、測定した越波量を測定幅と取水時間で除した単位時間・単位幅あたりの平均越波流量 q ($m^3/m \cdot sec$)のかたに換算したものを $\sqrt{2gHm_{1/3}}$ で除して無次元表示したものである。図より、 $h_c/Hm_{1/3}$ が小さくなると、すなわち波高が高くなると無次元平均越波流量は増加し、また、周期の長い波ほど無次元平均越波流量は増加する傾向が見られる。この傾向は、1/50モデルと同様の傾向を示し、ほぼ同じバラツキをもつことからモデルスケールの違いによる差はないものと考えられる。

(4) 滑動量

滑動量の測定結果は、図-5に示す。 H_{max} は実験波の特性試験から得られた最大波高および有義波高を基

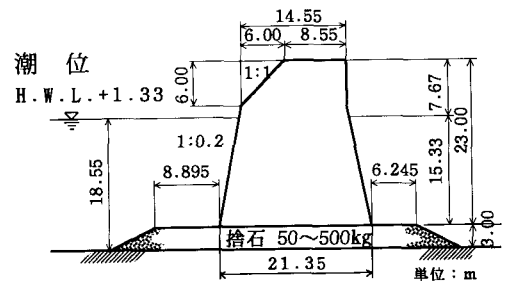


図-1 台形ケーソン上部斜面堤断面

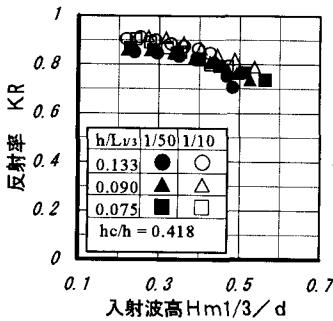


図-2 反射率

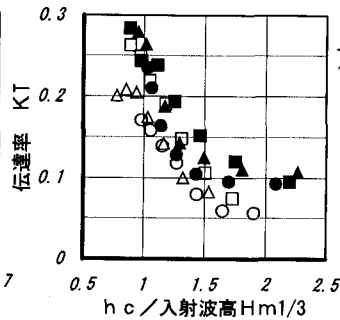


図-3 伝達率

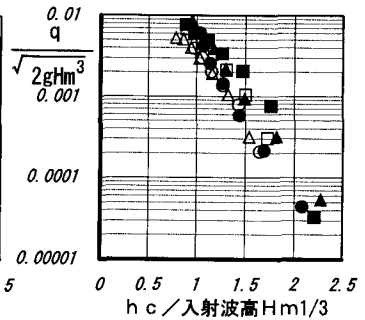


図-4 平均越波量

に碎波を考慮して推定した期待最大波高を示し、 H_{cg} は合田の波力式から求めた滑动限界波高を示す。

図より、滑动限界は、 $H_{max}/H_{cg} = 1$ を中心にバラツキを持っていることがわかる。また、 H_{max}/H_{cg} が1を上回る領域は、設計条件を越える波に対する滑动特性を示しているが、1/50モデルと同様の傾向を示し、その傾向に差はなく、ともに同じ範囲のバラツキをもっている。1/10モデルの結果は、1/50モデルの実験結果とほぼ一致しており、モデルスケールの違いによる滑动限界の相違は認められない。

(5) 波圧実験

1/10実験の測定結果は、図-6に示す。図は規則波を作用させた時の波圧計から求めた最大波圧強度と実験波から合田式を用いて計算した結果とを比較したものである。実験周期は、現地換算で16秒の測定結果を示す。

ケーソン堤の底部、下部傾斜部および上部斜面部に作用する波圧は、図に示すとおり、分布の状況を見ても分かるように入射波高がいずれの場合もほぼ同様の傾向を示しているが、実験による波圧強度は入射波高が高いほど計算値に比べて低くなる傾向が見られる。これは、台形ケーソン上部斜面堤の傾斜壁による波力の分散効果が十分高いためと考えられる。実験結果から、台形ケーソン上部斜面堤の波圧算定法に合田式を適用できることが確認できる。また、1/10モデルの結果は1/50モデルの実験結果と可成り相似しており、モデルスケールの違いによる差はないものと考えられる。

4. おわりに

台形ケーソン上部斜面堤の滑动および水理特性は、数値上あるいは傾向的にみても両実験値は可成り一致していることが確認できた。このため、両実験値間にはスケール効果は存在しないものと考えられる。したがって、台形ケーソン上部斜面堤の機能あるいは水理特性の検討はいずれの実験値を用いても可能であると判断できる。

最後に、本実験に当たり、運輸省港湾技術研究所及び電力中央研究所の関係各位に深く感謝する次第である。

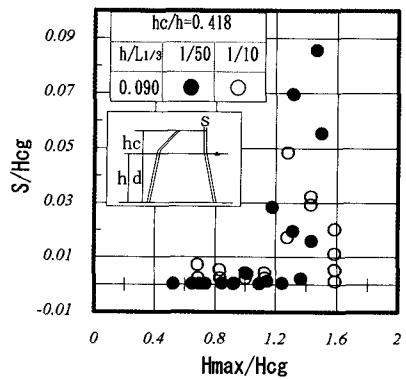


図-5 滑动限界波高に対する滑动量変化

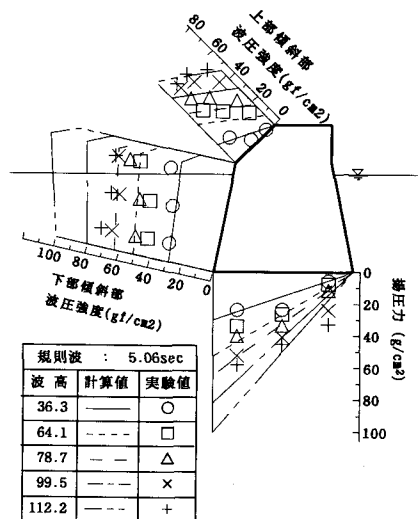


図-6 波圧強度分布変化 (SCALE = 1 / 10)