

I-416

混成式防波堤の剛体模型に作用する動水圧に関する振動実験

飛島建設株式会社	正会員	岡本 浩
運輸省港湾技術研究所	正会員	上部 達生
" "	正会員	守屋 正平
" "		工藤 勝己

1. はじめに

近年、リアス式海岸の湾口の大水深域に幾つかの津波防波堤が建設されている。この大水深防波堤は津波防護が主要な目的であるから、その耐震性の検討が重要であるが、この耐震性の検討では大水深防波堤に作用する地震力の他に、大水深域において急激に大きくなる動水圧が重要な課題である¹⁾。本報告で対象としている構造物は割石マウンドとコンクリートケーソンからなる混成式防波堤である。一般には、剛な鉛直壁に作用する動水圧は Westergaard の近似式により、剛な斜面に作用する動水圧は Zainger の実験式により算定する。しかし、混成式防波堤の形状は複雑で、これらの式の適用が問題となる。そこで、この混成式防波堤の鉛直壁および斜面に作用する動水圧を検討するために、混成式防波堤の剛な模型を用いて動水圧に関する振動実験を行った。また、境界要素法を用いて様々な形状の混成式防波堤について動水圧を算定し、Westergaard の近似式により算定した動水圧と比較した。

2. 模型振動実験

混成式防波堤のような複雑な形状を持つ構造物に作用する動水圧を検討するために、混成式防波堤の剛な模型について振動実験を行った。マウンドの高さおよび勾配、マウンドの天端幅、ケーソンの高さ等を変えて、種々の実験を行うには非常に多くの労力を要する。そこで、もっとも重要と考えられるマウンド天端幅の影響について検討することとし、マウンド天端幅を段階的に変化させた混成式防波堤の模型について実験を行った。実験に使用した模型はアクリルで製作した。図-1に示すように、マウンド模型は振動台底面に固定し、その上にケーソン模型を設置した。マウンドの高さは 50 cm であり、水深は 1 m である。10個の水圧計により動水圧を計測した。このケーソン模型は取り外しが可能であり、図-1に示すように天端幅を 0, 10, 20, 30, 40, 50 cm となるように変化させ、それぞれの天端幅に対して振動台最大加速度が約 50, 100, 150, 200, 250 Gal となるような合計 30 ケースの実験を行った。

図-2 は天端幅を 0, 30, 50 cm と変化させたときの動水圧の実験結果と境界要素法による算定結果を比べたものである。図中に●、▲、■で示したものは動水圧の実験結果であり、線で示したものは境界要素法による動水圧の算定結果である。計算結果と実験結果はよく一致しており、マウンド天端幅が大きくなるにしたがって、鉛直壁およびマウンド斜面に作用する動水圧は小さくなる。

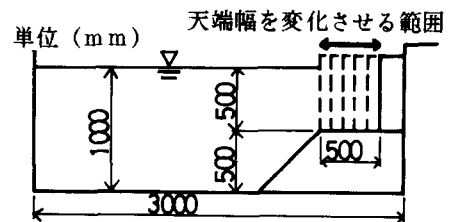


図-1. 振動実験模型

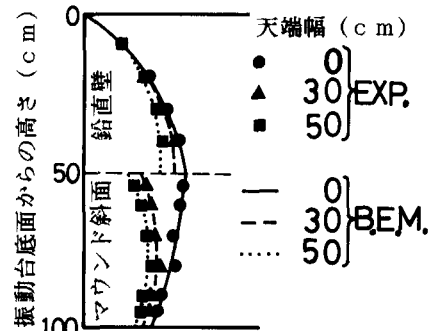


図-2. 実験結果と境界要素法の比較

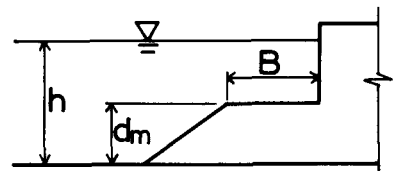


図-3. 混成式防波堤の形状の定義

3. 混成式防波堤の形状の変化が動水圧に与える影響

混成式防波堤の形状は図-3に定義するマウンド幅 B 、マウンド高さ dm 、マウンド勾配、水深 h によって決定されるものとして、計算に用いるパラメーターを B/h 、 dm/h およびマウンド勾配の3つに設定した。より合理的な解析を行うために、既設の防波堤の調査を行った結果から、パラメーターの値を以下のように設定した。

- ① マウンドの勾配：1:4/3, 1:1.5, 1:2.0, 1:2.5, 1:3.0
- ② マウンド天端幅と水深との比 B/h ：0.25, 0.5, 0.75, 1.0
- ③ マウンド高ささと水深との比 dm/h ：0.2, 0.4, 0.6

境界要素法により算定されたケーソンに作用する動水圧の合力と、Westergaard の近似式により算定されたそれとの比により、両計算手法の比較を行った。Westergaard の近似式による算定ではマウンド天端水深を用いた。図-4にこの動水圧の合力の比を B/h に対して示した。 $dm/h = 0.4$ で勾配を変化させた場合について示してある。これによれば、 B/h が大きくなれば境界要素法による計算結果は小さくなる。また、マウンドの勾配が緩やかになれば動水圧が小さくなるのが分かる。 $B/h = 0.25$ のときには、境界要素法による計算結果は Westergaard の近似式に比べて最大で約 10 % 大きくなり、 $B/h = 1.0$ のときには最大で約 6 % 小さくなる。

次に、マウンド天端幅 B とマウンド天端水深 $hm (= h - dm)$ との比 B/hm に対してケーソン下端の位置の動水圧の境界要素法による算定値と Westergaard の厳密解との比を示したものが図-5である。 B/hm が大きくなれば厳密解に近付き、 $B/hm > 1.5$ で厳密解との差は4%以下であり、 $B/hm = 2.5$ で1 % 程度以下となり、厳密解との差はほとんどないことが分かる。

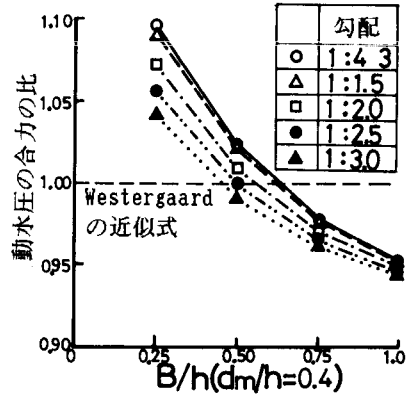


図-4. B.E.M. と Westergaard の近似式の比較

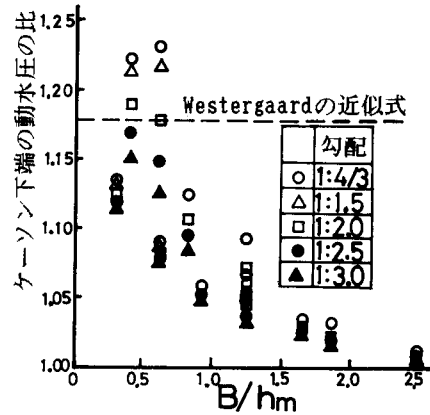


図-5. B.E.M. と Westergaard の厳密解の比較

4. 結論

- 1) アクリル板で製作した剛な混成式防波堤の模型に作用する動水圧の振動実験結果と、境界要素法による動水圧の数値計算結果はよく一致した。
- 2) マウンド天端幅 B と水深 h の比 B/h が 0.25 のときは、境界要素法による数値計算の動水圧の合力は Westergaard の近似式による合力より大きく、最大で約 1.1 倍であった。
- 3) マウンド天端幅 B とマウンド天端水深 hm の比 B/hm が 1.5 より大きくなれば、境界要素法による数値計算で得られた混成式防波堤のケーソンの鉛直壁下端に作用する動水圧と、剛な鉛直壁に対する Westergaard の厳密解より与えられた動水圧との差は 4 % 以下となることが判明した。

【参考文献】

- 1) 上部達生：大水深混成式防波堤の地震応答と耐震設計、昭和58年度港湾技術研究所講演会講演集、1983年12月、pp.103-165