

I-600

消波ブロック内蔵型ケーソンの動水圧特性

運輸省港湾技術研究所 正会員 長田 信
 同上 正会員 上部達生
 同上 高野剛光

1. はじめに

大水深域に建設される港湾施設の構造断面を決める際、地震時動水圧は重要な外力となる。この動水圧の算定を、今後建設が予想される三次元的に複雑な形状の構造物に対して行う場合、現行の設計法では対応が難しい。図-1に示した消波ブロック内蔵型ケーソンもこのような構造物の一つである。本研究では、この新型ケーソンの特徴である消波ブロックを設置した遊水部の動水圧特性を、模型振動実験および水-構造物連成系の3次元FEMプログラム(BEAD3D)を用いて検討した。

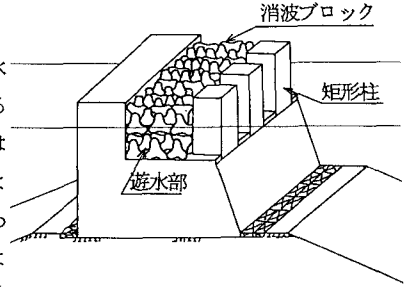


図-1 消波ブロック内蔵型ケーソン

2. 模型振動実験

(1) 実験概要: 消波ブロック内蔵型ケーソン遊水部の部分模型の概要および計測器の配置状況を図-2に示す。消波ブロックはモルタル製で重量300gf、体積130cm³のものを使用し、空隙率が0.5となるように設置した。水深は消波ブロックが完全に水没するように33cmとした。まず、消波ブロックがない状態で動水圧を測定し、続いて、消波ブロックを設置して測定を行った。入力波は正弦波5Hz、100Gal、波数10波を使用した。

(2) 実験結果: 実験結果では模型底部、頂部および消波ブロック頂部の応答加速度がほぼ同じであり、位相のずれも認められなかった。そこで、模型はほぼ剛体運動をしていたものと判断し、模型の応答加速度を重力加速度で除した値を震度kとし、このkで動水圧測定値pを除して結果を整理した。

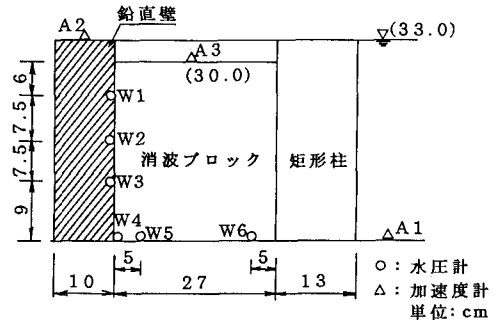


図-2 遊水部模型

図-3に鉛直壁に作用する動水圧分布を、図-4に底面の動水圧分布をそれぞれ示す。各図には現行設計法で用いられている Westergaardの理論式および消波ブロックがない場合のBEAD3Dの計算結果も併せて示した。なお、BEAD3Dの計算結果は水面

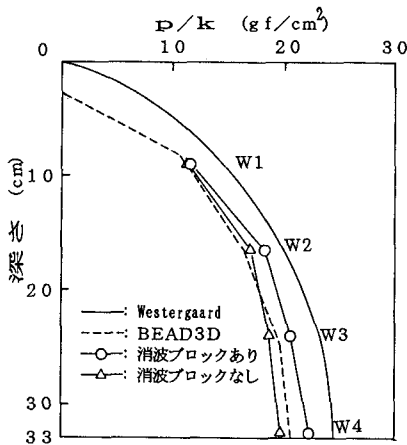


図-3 動水圧鉛直分布

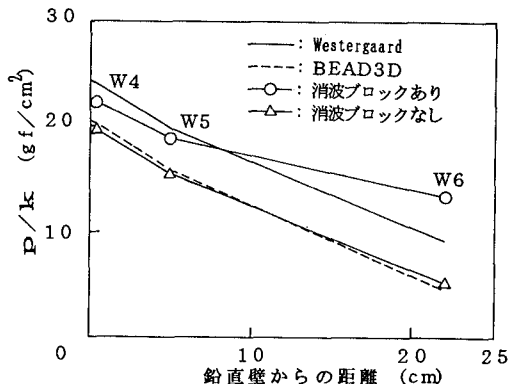


図-4 底面の動水圧分布

で零となっていないが、これは加振による水面の波の影響を考慮した結果である。BEAD3Dの結果は実験結果を良好に再現していると判断される。消波ブロックの有無の各場合における結果を比較すると、ブロックがある場合の動水圧が大きい値を示している。とくに底面の分布では鉛直壁からの距離が大きくなるに従いその差が顕著である。透水性の大きな碎石等を裏込めとした場合の間隙水の動水圧は、水だけの場合の動水圧と同様に扱えるとされている¹⁾。しかし、この遊水部のように消波ブロックに被覆された部分に作用する動水圧は、やや大きな値をとる可能性がある。

3. BEAD3Dによる動水圧の検討

実験結果で見られたような消波ブロックの有無による動水圧の差に関して、BEAD3Dでの再現性を検討した。ただし、消波ブロックの形状を表現すると莫大な容量を要するため、ここでは図-5に示すように鉛直壁を格子状に配列したものを消波ブロックの代わりとし、これを①~④の位置に配して計算を行った。計算条件は以下の通りとした。

- (a) 格子がない場合
- (b) ①に格子を入れた場合
- (c) ①, ②に格子を入れた場合
- (d) ①~④に格子を入れた場合

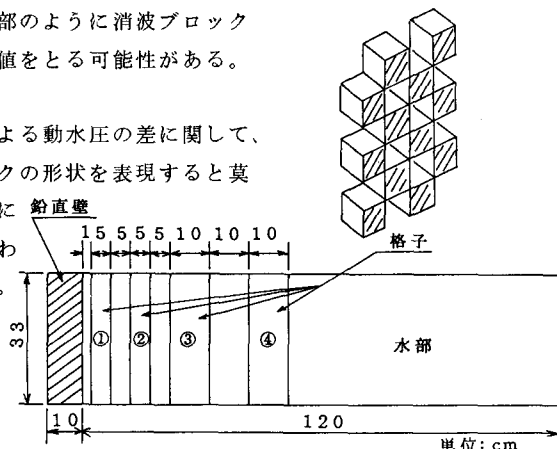


図-5 解析モデル

入力波は正弦波5Hz、100Galとした。なお計算では、格子はすべて剛体運動をするものとし、水面の波の影響を排除するために水面の水の速度ポテンシャルを拘束した。

図-6に鉛直壁に作用する動水圧の分布を示す。条件(b),(c)は明かに格子がない場合より大きな値を示しているが、条件(d)ではその差は小さい。図-7に示す底面に作用する動水圧もほぼ同様の傾向を示している。このように、鉛直壁に近い部分だけにブロックがある場合には、実験結果と同様に動水圧は水だけの場合より大きな値となる。また、鉛直壁から離れた部分にもブロックがある場合には、裏込めの間隙水による動水圧の考え方と同様に、水だけの値に近付くことが計算結果においても示された。消波ブロックがある場合に動水圧が大きくなる理由として、ケーソン外部から消波ブロックの間隙に水が流れ込んだ場合、消波ブロックの体積分だけ水の体積が小さくなるため、消波ブロック間隙部分の水の圧縮の度合いが大きくなることによると考えられる。この点に関しては今後検討を加えたい。

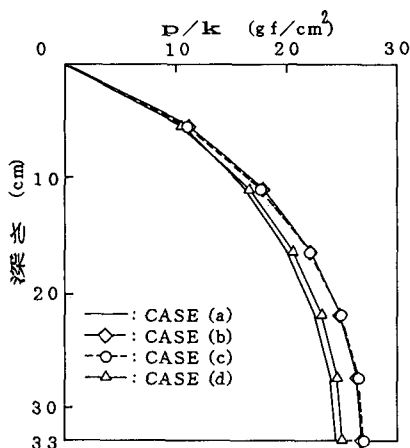


図-6 動水圧鉛直分布

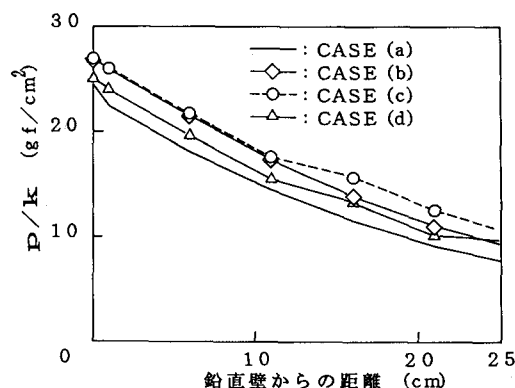


図-7 底面の動水圧分布

参考文献

1)大原資生：耐震工学、森北出版株式会社、1974年3月、pp.131