

長周期波のマウンド透過波に関する研究

（株）日本港湾コンサルタント 正会員 宮脇周作 滑川伸孝

1.はじめに

近年幾つかの港湾において、長周期波による荷役障害の発生が報告されており、防波堤に長周期波の消波機能が求められてきている。一般的に、長周期波を対象としたシミュレーションにより防波堤効果の検討を行う場合、回折による進入波成分や、反射波成分は考慮されているが、マウンド透過波成分については考慮されていない。長周期波のマウンド透過波についての研究は数少なく、その特性やメカニズムは明確に把握されていないのが現状である。

本研究では、捨石やブロック内の流速を計算できる VOF 法を用いた数値計算モデル (CADMAS-SURF) により、消波ブロック被覆堤に越波が生じない入射波を作用させて、防波堤背後のマウンド透過波を求め、透過波高の伝達率と周期との関係を検討した。

2.計算条件

数値波動水路 (CADMAS-SURF) を用いて計算を行う。計算断面は、図-1 に示す消波ブロック被覆堤を対象とし、図-2 に示す水路で現地スケールにて計算を行った。水深は一様に 14.7m、波高は 0.1m で一定とし、周期は 10,20,30,40,50,60s の 6 種類を用いた。なお、いずれの周期においても、越波を生じないことを確認している。計算格子間隔はマウンド透過波を精度良く再現するため、堤体周辺の格子間隔を細かくし (水平方向 0.5m、鉛直方向 0.5m)、それ以外の領域では徐々に粗い格子とした。

捨石マウンドのパラメータは、榊山・鈴木 (1998) を参考にして一様に、空隙率 0.43、抗力係数 1.0、慣性力係数 1.2 とした。消波ブロックのパラメータは榊山・今井 (1996) を参考に、空隙率 0.5、抗力係数 0.9、慣性力係数 1.5 とした。

3.計算結果

図-2 に示す防波堤背後の波高算定位置において波高を算定し、波形が安定している連続した 3 波の平均値を検討に用いるマウンド透過波高とする。入射波周期 60s とした場合のマウンド透過波の時系列波形を図-3 に、防波堤周辺の流速ベクトル図を図-4 に示す。

マウンド透過波高の入射波高に対する比を伝達率と定義し、フーチングを含めた堤体幅 B を入射波の波長 L で除した相対堤体幅との関係を図-5 に示す。マウンド透過波の伝達率は、波長 (周期) が長くなり、相対堤体幅が 0.05 以下になると指数関数的に増大する。周期が最も長い 60s においては約 22% の伝達率となった。このことから、周期が長い長周期波ほどマウンド透過波に対する対策が重要になることがわかる。

類似の水理実験として谷本ら (1979) の不規則波による実験があり、越波伝達波が少ない相対天端高 $hc/H_{1/3}=1.3$ の有義波高の伝達率を同図に付した。このときの実験条件と計算条件を表-1 に示す。実験結果と計算結果は概ね対応しており、計算結果の信頼性を裏づけている。

4.あとがき

一般に長周期波の周期は 1 分から数分である。今回の計算結果のように、現地長周期波のマウンド透過波の伝達率が指数関数的に増大していくとすれば、周期 1 分以上の伝達率は相当大きくなることが予想される。今後、周期の長い条件のマウンド透過波について、実験による検証を追加したうえで、1 分以上の周期の伝達率を評価し、マウンド透過波を減衰せしめる研究をしていく必要がある。

キーワード 長周期波, マウンド透過波, 数値波動水路解析, 伝達率, 相対堤体幅

連絡先 〒141-0031 品川区西五反田 8-3-6 TEL:03-5434-5307 FAX:03-5434-5392

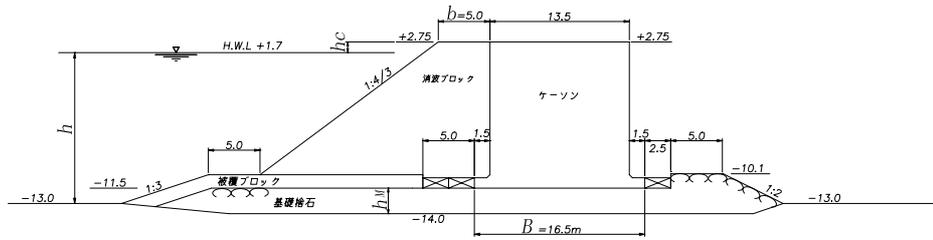


図-1 計算断面

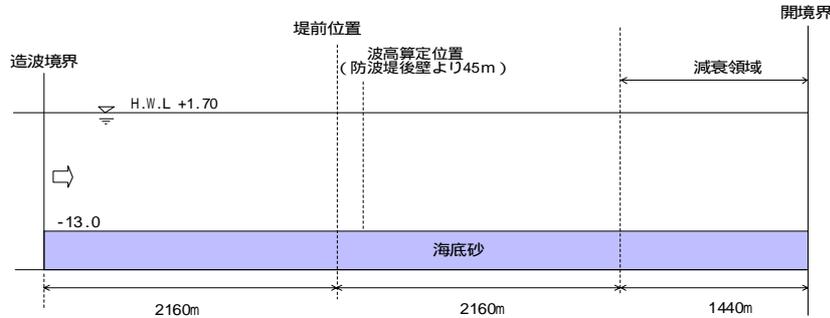


図-2 水路のモデル図

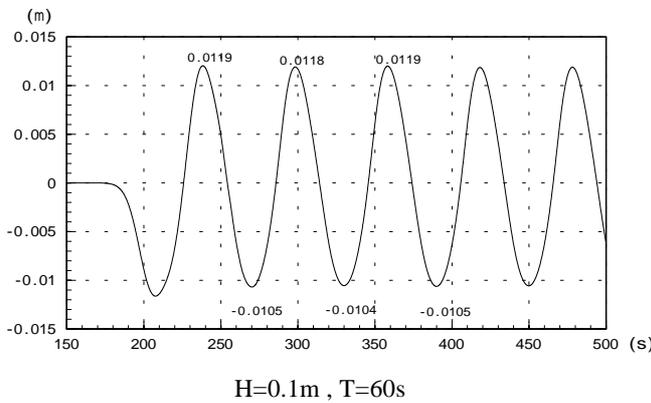


図-3 マウンド透過波の時系列波形

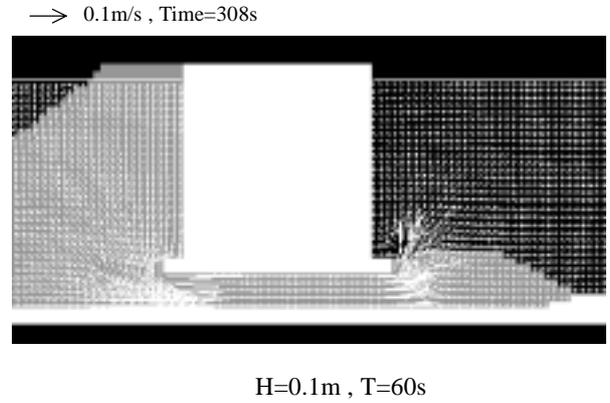


図-4 流速ベクトル図

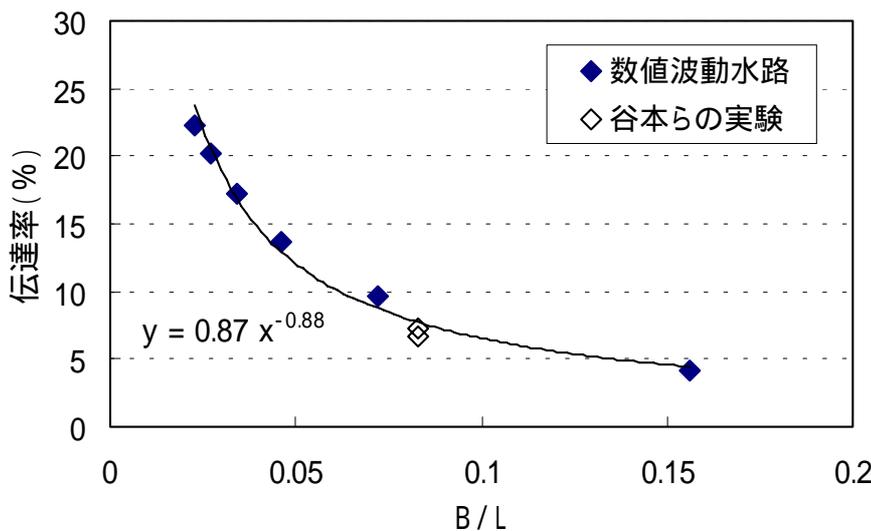


図-5 マウンド透過波の伝達率

表-1 実験条件と計算条件

	実験	数値計算
ケーソン幅 B	0.4m	16.5m
ブロック幅 b	0.158m	5.0m
波高 H	0.2m	0.1m
周期 T	2.5s	10 ~ 60s
水深 h	0.42m	14.7m
マウンド厚 h_M	0.11m	2.50m
天端高 h_c	0.26m	1.05m
h_M/h	0.26	0.17
h_M/H	0.55	25.0
h_c/H	1.3	10.5
h/L	0.09	0.02 ~ 0.14
b/L	0.03	0.007 ~ 0.046

<参考文献>

神山勉・鈴木一広(1998): 数値波動水路による放水口ケーソンマウンド内の底質の吸出し評価, 海岸工学論文集, 第45巻, pp.741-745
 神山勉・今井澄雄(1996): 消波護岸の越波に関する数値シミュレーション, 海岸工学論文集, 第43巻, pp.696-700
 谷本勝利・北谷高雄・大里睦男(1979): 不規則波による消波ブロック被覆堤の模型実験例, 港湾技研資料 No.321