

長周期波のマウンド透過波と対策

(株) 日本港湾コンサルタント 技術本部 技術開発部 滑川伸孝 宮脇周作

1.はじめに

東北地方整備局管内の港湾において、長周期波による荷役障害の発生が報告されている。このため防波堤は風波、うねり以外に長周期波の浸入を防ぐ機能を兼ね備える必要がある。一般的に、長周期波を対象としたシミュレーションによる防波堤効果の検討においては、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。また、津波防波堤効果の観点からもマウンド透過波は大きな課題と言いうる。

そこで、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背後のマウンド透過波高の伝達率と周期との関係を調べて長周期波マウンド透過波防止対策の必要性を検討し、その対策に係る技術開発テーマの提案を行った。

2. 数値波動水路 (CADMAS-SURF) による長周期波マウンド透過波の計算例

(1) 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。水深は一律に 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。現地条件は石巻港南防波堤をイメージしたものである。

(2) 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、マウンド透過波高とする。入射波周期 60s とした場合の防波堤周辺の流速ベクトル図を図-3 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-4 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。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。越波伝達波が少ない類似の水理実験結果を同図に付した。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。

3. 長周期波のマウンド透過防止対策と技術開発テーマ

(1) マウンド捨石粒径とマウンド透過波の定量的評価

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」第 2 編 4.8 に、マウンド材の粒径が大きい場合には、長周期波のエネルギーがほとんど透過してしまうので、防波堤及びマウンド構造について適切な検討をした方がよいと記述されている。しかしながら、マウンド材の粒径とマウンド透過波の伝達率に関する定量的評価がなされていないため設計に反映できない。長周期波マウンド透過波の計算に捨石粒径の効果を取り込み、計算結果を水理実験等で検証したうえで、捨石粒径とマウンド透過波の伝達率の関係を整理する必要がある。

(2) 長周期波の回折波・反射波・マウンド透過波成分の寄与率の評価

防波堤法線に係わる長周期波の回折波・反射波成分と防波堤マウンド構造に係わるマウンド透過波成分の寄与を評価し、各成分の寄与率に応じた適切な長周期波対策を検討する必要がある。このために、ブジネスク方程式等の長周期波シミュレーションにマウンド透過波成分を取り込むことも必要と考えられる。

(3) 既存防波堤のマウンド透過波防止対策

管内における防波堤整備が進んでいることから、既存防波堤のマウンド透過波防止対策も必要である。既存防波堤に対しては、港内側マウンド上に比重が大きく、透過性が小さいマットを敷設することを提案する。マット類敷設工においては、高波浪時におけるマット類の安定性やマット類の敷設による揚圧力増大が堤体の安定性に及ぼす影響を十分検討し、安定を確保するようにしておかなければならない。

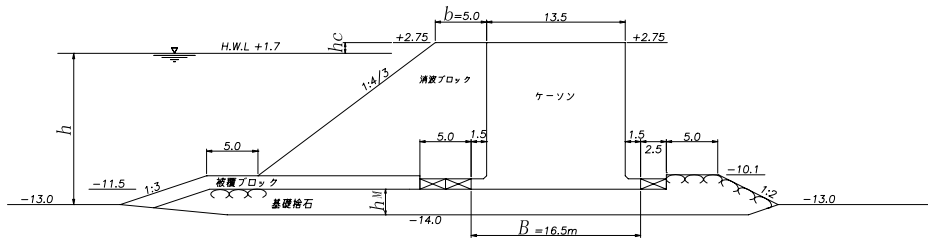


図-1 計算断面

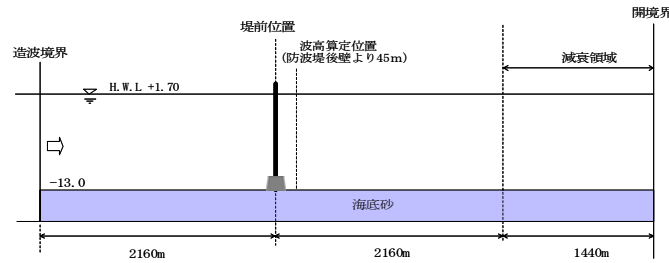
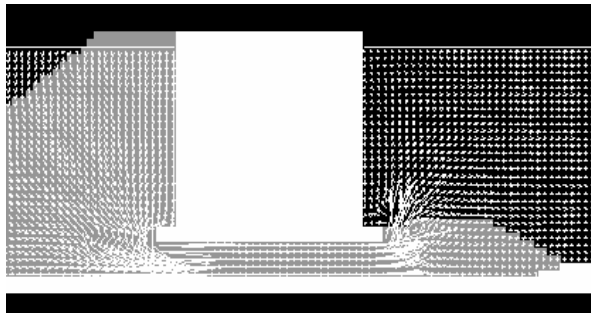


図-2 水路のモデル図

→ 0.1m/s, Time=308s



H=0.1m, T=60s

図-3 流速ベクトル図

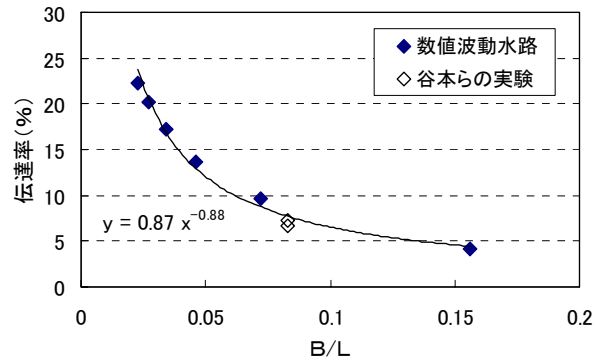


図-4 マウンド透過波の伝達率

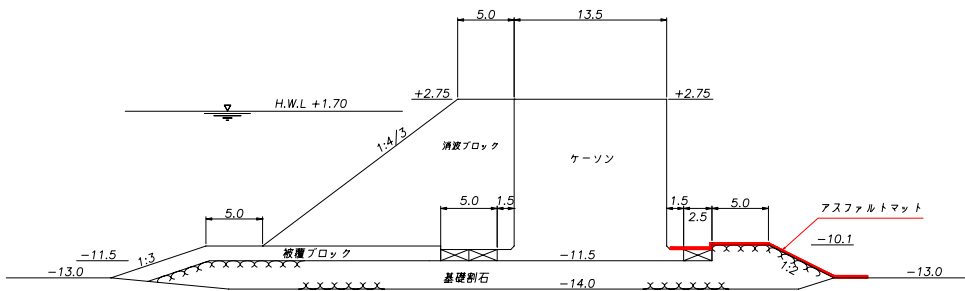


図-5 既存防波堤のマウンド透過波防止対策案

< 参考文献 >

- 榊山勉・鈴木一広 (1998) : 数值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
- 榊山勉・今井澄雄 (1996) : 消波護岸の越波に関する数值シミュレーション, 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
- 宮脇周作・滑川伸孝 (2004) : 長周期波のマウンド透過波に関する研究, 土木学会第59回年次学術講演会講演概要集 2-194