長周期波による潜堤の岸側法肩部における被覆ブロックの被災機構に関する数値的研究

名古屋大学大学院工学研究科	正 会 員	○趙 彡	容桓
(株) オリエンタルコンサルタンツ	正 会 員	張	楚
名古屋大学大学院工学研究科	正 会 員	中村	友昭
名古屋大学大学院工学研究科	フェロー	水谷	法美

1. はじめに: 天端が静水面より低い潜堤は,来襲波浪のエネルギーを減少させる効果と海浜土砂の沖側への 流失防止効果よって,海岸侵食の進行を抑える海岸構造物の一つである. 潜堤の背後領域の水理的特性や潜堤 の侵食抑制効果は様々な研究により明らかになっているが,潜堤の安定性や被災機構に関する研究は少ない. 潜堤の安定性評価は,混成堤マウンドに対する水理実験により提案された被覆石の安定重量の評価式 (ブレブ ナードネリー式)[1]から検討されることが多いが,進行波が作用する潜堤では被災機構が異なるため検討が不 可欠である.そこで,潜堤被覆材の被災機構を究明する水理実験が実施され,潜堤被覆材の被害は,天端水深 が小さい場合には砕波の影響が卓越していること[2],沖側法肩に集中すること[3],被覆材の初期の被災が潜 堤全体の被災に繋がる連鎖的被災傾向となることが明らかとなっている[4].一方,既往の研究では,気候変動 のために近年頻発しているうねりや高潮等の長周期波を対象に,潜堤周辺の波浪場や潜堤の安定性に着目し た検討をするまでには至っていない.本稿では,コンクリートブロックで被覆された潜堤を対象に,1/50 スケ ールの水理実験[5]を断面 2 次元モデル化した数値解析を波と構造物の相互作用を計算できる FS3M を用いて 行い,長周期波による被覆ブロックの被災機構を天端付近の波浪場に着目して解明することを目的とする.

2. 数値モデルの再現性:計算領域の概略図を図-1(a)に、天端の被覆ブロックの配置を図-1(b)に示す.計算領域は水理実験[5]と同様に、造波ソースから 14.75m 離れた位置に不透過斜面(勾配 1/6,高さ 32.5cm,長さ 200cm)を設定し、不透過斜面上に矩形の不透過コンクリートブロック(幅 33mm,高さ 12mm)で透水性マウンド(空隙率 0.4,中央粒径 5mm)を被覆した潜堤を設置した.格子は、被覆ブロックの再現のために高解像度が必要となる潜堤周辺(14.25 $\leq x \leq 16.95m$, 0.23 $\leq z \leq 0.41m$)は $\Delta x = 3mm$, $\Delta z = 4mm$ の等間隔格子を、他の領域には 1.02 もしくは 1.08 の倍率で格子幅を増加させた不等間隔格子とした.図-1(a)に示すように、水理実験と同位置で水位(W)、流速(V)、間隙水圧(P)を計測した.沖側境界は造波境界とし、水理実験で岸側法肩部のブロックの被災が見られた天端水深 0cm、周期 8s、波高 11.99cmの長周期波を造波した.岸側境界は勾配ゼロとした.被覆ブロックは図-1(b)のようにブロック間に 1 格子分(3mm)の隙間を設けることで、被覆ブロックの上下の圧力伝播の不連続性を防止した.また、水理実験で被災ブロックに作用する波力を測定す

るため、対象のブロックの下に約2~3mmの隙 間を設けたことを再現するために、天端から1 格子(4mm)上に離してブロックを設定した.

図-2 に水位変動 η ,水平流速 u,岸側法肩部 の被覆ブロックに作用する鉛直波力 F_n の数値 計算(実線)と水理実験(〇印)の結果を示す. 同図より,ブロックとマウンドの間隔が数値計 算の方が若干大きく,そのためにブロックに作 用する流体力の作用面積が大きいことから,鉛 直波力 F_n を過大評価しているものの,水理実験



キーワード 潜堤, 被覆ブロック, 数値解析, 長周期波, 流動場

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻 Tel: 052-789-4634

-443-







3. 長周期波による被覆ブロックの被災機構:図-3に示す天端上の各 被覆ブロックに作用する鉛直波力(正:上向き)の空間分布を図-4に 示す. エラーバーは鉛直波力の最大値と最小値の範囲を表し, 青点は 鉛直波力の平均値 F_n^{mean},赤線は被覆ブロックの鉛直上方向への移動 限界を意味する水中重量 W_sである.同図より,天端上の沖側のブロ ックには下向きの波力が作用しており、安定した状態にあることが 確認できるものの、岸側法肩部の被覆ブロックには上向きの波力が 作用しており、最も移動しやすい状態にあることがわかる.この結果 は、岸側法肩部のブロックの滑動による被災可能性が高いことを示 唆しており,岸側法肩部の被覆ブロックが滑動からめくれに繋がっ て連鎖的に被災した水理実験結果[5]と傾向が合致すると考えられ る.長周期波作用時における潜堤周辺の圧力の変動を図-5 に示す. コンターは圧力分布,ベクトルは流速を表す.同図より,波の峰が潜 4 堤に到達する t = 8.55s と鉛直波力が最大になる t = 8.68s に着目する と、潜堤裏法肩周辺の圧力が局所的に減少している.これは、天端と 裏法面の落差により法肩付近で流速が増大しているためと考えられ る. また, このとき, 透水性マウンド内部とブロック上面側での圧力 正 伝播速度の差のためにブロック上下で圧力差が生じたことから、上 向きの鉛直波力が卓越したと考えられる. 天端岸側法肩の被覆ブロ ック上の水位が最大になる t = 8.81s では、ブロック上下の圧力差の 減少が見られる. また, 図-6 に示す t=8.75s のブロック B6 周辺の流 速場(青色:流体,灰色:ブロック)より,ブロック上下での流速差 による圧力差も鉛直波力発生機構の一つであると示唆される.

4. おわりに:本研究では、長周期波による潜堤の岸側法肩部における被覆ブロックの被災機構に関する実験スケールの数値解析を実施し、滑動による被災が生じる岸側法肩部の被覆ブロックの被災はブロック上下での圧力伝播の差と上下面の流速差によって生じる圧力差による上向きの鉛直波力の増加が原因であることが判明した.

参考文献: [1] Brebner & Donnelly(1962): Laboratory study of rubble foundations for vertical breakwaters, Proc., 8th Coastal Eng. Conf., 408-429. [2] 田中ら(1994): 人工リーフ被覆材の飛散機構に関する研究,海論, 41, 786-790. [3] 朝倉ら(1999): 潜堤被覆材の所要重量算定に関する実験的研究,海論, 46, 906-910. [4] 中村ら(2015): 人工リーフ変状連鎖に及ぼす砕波と設置位置の関係, 土論 B2(海岸), 71(2), I_1147-I_1152. [5] 趙ら(2017): 潜堤法肩部の被覆ブロックの被災機構に関する研究, 土論 B2(海岸), 投稿中.



