海岸擁壁フーチング部の波浪による摩耗の進行速度に関する検討

八千代エンジニアリング(株)　正会員　○阿部　翔太
室蘭工業大学大学院　フェロー会員　木村　克俊
（一財）北海道道路管理技術センター　正会員　名越　隆雄

1．はじめに

礫性海岸に建設されたコンクリート構造物では，波浪による摩耗が顕在化している（例えば，名越ら[1)]）．**写真-1** に示す海岸擁壁は 2017 年に施工された後，フーチング部に波浪による転動石が衝突し，2020 年までに最大 14cm の欠損が確認され，摩耗の進行速度は 4.7cm/年となった．本研究では，現地における高波による粗石の移動状況を調査するとともに，水理模型実験により水粒子速度と粗石の衝突速度の関係を明らかにし，現地での摩耗の進行速度を推定する．

写真-1　磨耗状況

2．粗石移動の現地調査

2020 年 8～9 月に，現地において粗石の移動状況を調査した．**写真-2** に示すように，高波の作用前(8 月 20 日)に存在していた直径 30～60cm の粗石が，高波の作用後（9 月 17 日）に消失していた．現地に近接したナウファス測点においては, 9 月 15 日に $H_{1/3}$＝2.4m, T＝9.0s の波浪が観測されていた．

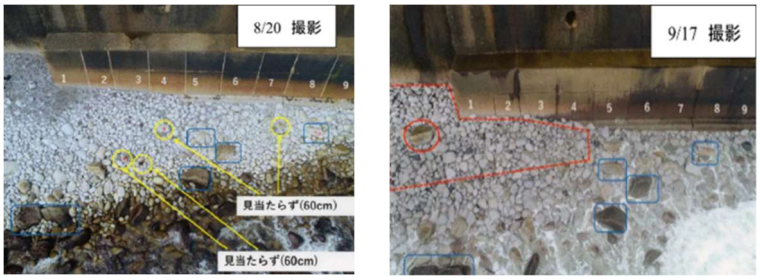

写真-2　高波の作用前後における粗石の状況

3．粗石の移動実験

2 次元造波水路(長さ 24m, 幅 0.6m, 高さ 1.0m)内に勾配 1 : 30 の海底地形を作成し，**図-1** に示す縮尺 1/25 のフーチング付き擁壁模型を設置した．以下，すべて現地量で表示する．

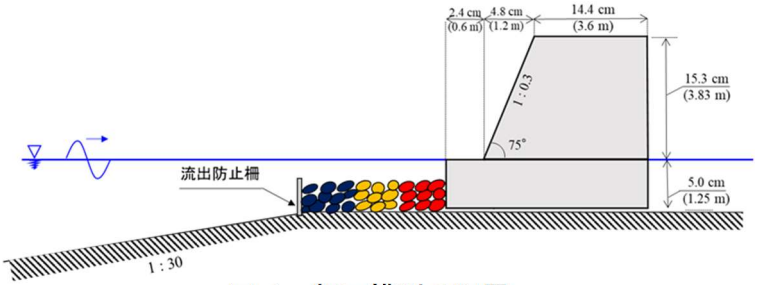

図-1　粗石模型の配置

実験水深はフーチング上面と同じ高さとした．波浪条件は周期 T=12s，換算沖波波高 H_0'を 0.5～5.0m の 10 種類に変化させ, 1 波群 150 波を作用させた．粗石模型は造園用の玉石を使用し，その直径 D を 30，40，50cm の 3 種類に変化させて, 堤体幅 1m あたりのフーチング部への粗石の衝突回数を求めた．

図-2 に，粗石の衝突回数と換算沖波波高の関係を示す．粗石の直径とともに衝突限界波高は大きくなる．衝突回数は波高とともに増大するが，H_0'=3.0m以降は頭打ちになる傾向がある．

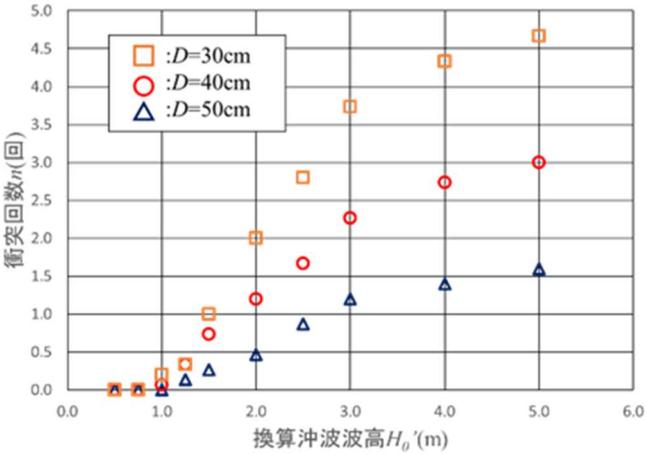

図-2　粗石の衝突回数

キーワード　海岸擁壁，フーチング部，波浪，摩耗，水理模型実験
連絡先：　〒050-8585　室蘭市水元町 27 番 1 号　室蘭工業大学大学院もの創造系領域

© Japan Society of Civil Engineers

４．球体模型の衝突実験

図-3 に示す縮尺 1/15 のフーチング付き擁壁模型を用いて，粗石を模擬した球体の衝突速度と水粒子速度の関係を求めた．波浪条件は，T=12s で一定とし，換算沖波波高 H_0'を 0.5～3.0m の 9 種類に変化させた．球体模型の比重は 2.6 とし，直径 D は 24cm および 45cm の 2 種類とした．堤体模型の上方にビデオカメラを設置し，球体の移動状況を撮影した．この映像を分析し，球体の移動距離を移動時間で除すことにより，球体のフーチング部への衝突速度を推定した．また堤体の前面にプロペラ式流速計を設置して，不規則波群中の最高波に注目して，押し波時の水平方向の流速のピーク値を求めた．

図-4 には，直径 24cm および 45cm の球体に対して，水粒子速度と球体の衝突速度の関係をプロットしている．さらにこれらを補間して，直径 30cm，40cm および 50cm に相当する水粒子速度と球体の衝突速度の関係を求めた．

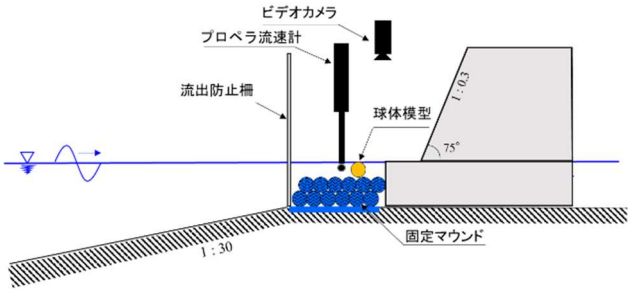

図-3　球体模型の配置

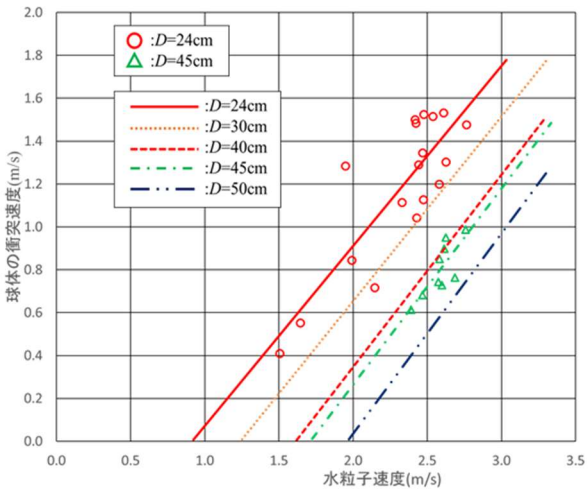

図-4　水粒子速度と衝突速度の関係

５．摩耗量の推定

粗石の質量，衝突速度および衝突回数から衝突エネルギーE_Rが得られる．以下に示す豊福ら[2)]の算定式によりコンクリートの摩耗量AD_{M}を求めることができる．

$$AD_{\mathrm{M}}=\beta\sqrt{E_R} \qquad (1)$$

ここで，βはすりへり速度係数で，標準的なコンクリートの場合にはβ＝0.33 が推奨されている．2018 年 1～12 月の近隣のナウファス観測点における波浪データを，前出の**図-2** および**図-4** の実験結果に適用することにより，直径 30，40，50cm の 3 種類に対する月別衝突回数が得られた．これらを用いて**図-5** に示す 1 年間の累積摩耗量が求められ，直径 35cm とした場合の計算結果が現地における摩耗量とほぼ一致することを確認した．

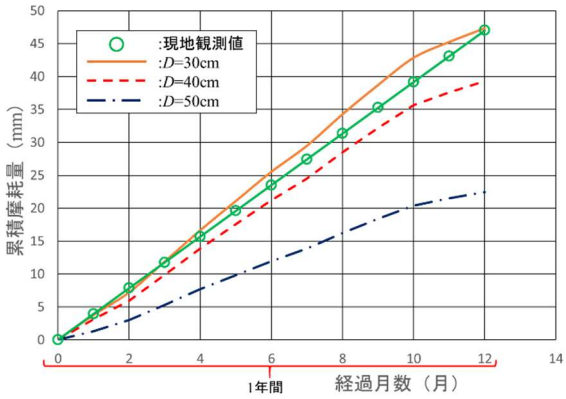

図-5　累積摩耗量

６．まとめ

(1)　礫性海岸に建設された海岸擁壁において，フーチング部の摩耗速度は 4.7cm/年となった．

(2)　検討対象とした海岸擁壁では，$H_{1/3}$＝2.4m，T＝9.0s の波浪により直径 30～60cm の粗石が移動した．．

(3)　水理模型実験を行って，換算沖波波高と衝突回数，水粒子速度と衝突速度の関係を示した．

(4)　フーチング部の摩耗の進行速度は，粗石の直径を 35cm とした計算結果が現地の値とほぼ一致した．

参考文献

1)　名越隆雄，木村克俊，嶋﨑晧輝，村上友翼，村田良英：礫性海岸に建設されたスリット式護岸の波浪による摩耗事例の分析，土木学会論文集 B3（海洋開発），75 巻 2 号 pp.I_815-I_820，2019.

2)　豊福俊泰，永松武則，鶴窪廣洋，豊福俊英：コンクリートのすりへりの進行予測に関する研究，土木学会論文集 B3（材料・コンクリート構造），72 巻 4 号，pp.380-399，2016.

© Japan Society of Civil Engineers