

# 超高強度コンクリートパネルを用いた海岸擁壁補強工の変状分析

Damage patterns of ultra-high strength concrete panels for repairing seawalls on gravel coast

室蘭工業大学大学院博士前期課程 ○学生会員 鴨崎 直也 (Naoya Kamozaki)  
 室蘭工業大学大学院もの創造系領域 フェロー 木村 克俊 (Katsutoshi Kimura)  
 (一財)北海道道路管理技術センター 正会員 名越 隆雄 (Takao Nakoshi)  
 (株)構研エンジニアリング帯広事務所 中山 敦智 (Atsutomo Nakayama)  
 八千代エンジニアリング株式会社 正会員 阿部 翔太 (Shota Abe)

## 1. はじめに

礫性海岸に建設されたコンクリート構造物においては波浪による摩耗が顕在化している。消波護岸に対しては、名越ら<sup>1)</sup>がスリット式護岸、小関ら<sup>2)</sup>が直積ブロック式護岸を対象として、波浪による摩耗特性を明らかにするとともに、その補修方法について提案を行っている。

一般的な海岸擁壁においても、消波護岸よりは摩耗の進行は遅いものの被害は発生している。国道336号広尾町宝浜第3覆道(旧道)においては、施工後50年程度経過したコンクリート擁壁の下部において、写真-1に示すような摩耗による欠損が発生した。欠損部分に対しては、2017年10月に、写真-2に示すように超高強度コンクリートパネルを用いた補強工が実施された(生田ら<sup>3)</sup>)。また、現地で使用されたパネル材料については、河野<sup>4)</sup>が製造過程と室内試験結果を報告している。

本報告では、2020~2021年に実施した現地調査結果を示すとともに、擁壁前面における粗石の打ち上げについて、水理模型実験により再現するものである。



写真-1 摩耗による欠損 写真-2 補強後の状況

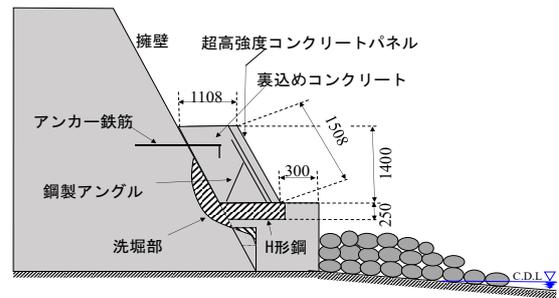


図-1 擁壁補強工の断面形状

## 2. 補強工の目地部における摩耗状況

補強工は、図-1に示すように、パネル(高さ1508mm, 幅1000mm, 厚さ100mm)を、鋼製アングルとボルト接合し、これをアンカー鉄筋により既存の擁壁コンクリートに定着させたものである。パネルと擁壁との間の裏込材としてレディミクスコンクリートを打設している。パネルに用いたコンクリートの設計基準圧縮強度は180N/mm<sup>2</sup>とし、設計耐用年数はコンクリートの断面減少を想定して15年としている。補強工の設置区間の延長は34mで、護岸の法線方向に34枚のパネルが設置されている。使用したコンクリートには、直径0.2mm、長さ15mmの張力鋼繊維を混入して耐摩耗性を高めてある。

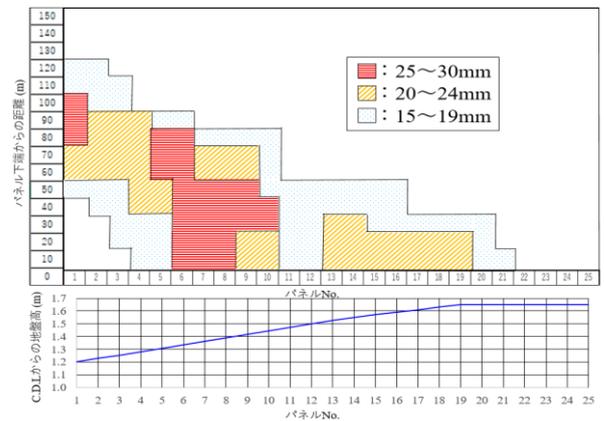


図-2 目地部の摩耗量

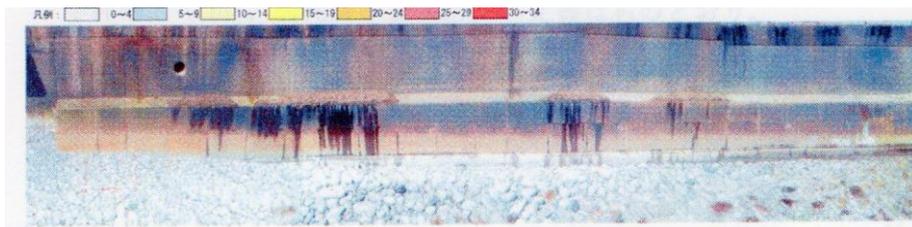


写真-3 補強工の状況 (2021年7月21日撮影)



写真-4 目地部の摩耗状況

写真-3は、2021年7月21日に撮影した補強工の状況である。パネルNo.1からNo.15に見られる赤色の帯状の変色は、コンクリート表面が剥離し、鋼繊維のさびが発生したものと考えられる。また目地部分には写真-4に示すような摩耗が発生している。図-2に各部の摩耗量を示す。最大の摩耗量はNo.1の34mmで、下端から90cmの位置で発生していた。No.2～No.10までは、最大摩耗量がおおよそ30mmで、その位置は徐々にパネル下端に近づく傾向がある。

### 3. 擁壁前面における粗石の移動状況

写真-5に、2020年に調査した現地における粗石の移動状況を示す。パネルNo.1から3の前面に着目すると、高波の作用前(8月20日)には存在しなかった直径30～50cmの粗石が、高波の作用後(9月17日)に新たに堆積した。現地に近接したナウファス観測点においては、9月15日の15時に有義波高2.5m、周期9.0sの高波が発生していたことが確認されている。

## 4. 球体の打ち上げ特性

### 4.1 実験方法

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-3に示す模型を用いて、現地の護岸を縮尺1/15で再現した。以下すべて現地量で示す。護岸模型の天端高さ5.18m、法面勾配1:0.3とし、護岸前面の法先部に粗石が堆積している状況を再現するため、粗石を模した固定マウンドを設置した。波浪条件は周期 $T_0 = 10$ sで一定とし、換算沖波波高 $H_0'$ は9種類(0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.25, 2.5, 2.75, 3.0m)に変化させた。また現地での潮位を水深3種類(W.L.1, W.L.2, W.L.3)に変化させることで再現した。また実験は150波1波群の不規則により行った。

打ち上げ実験では、固定マウンド上に球体(直径 $D = 0.24$ m、比重2.6)を30個設置した。なお実験中における球体の沖側への流出を防止するため金属網を設置している。固定マウンド上での球体の打ち上げ状況を動画解析し、不規則波群中の上位5波に着目して球体の打ち上げ高さ $A_{max}$ を求めた。また球体の打ち上げが発生した際には、水塊の打ち上げ高さ $R_{max}$ を同時に解析した。

### 4.2 球体の打ち上げ高さ

写真-6に、潮位W.L.3、 $H_0' = 3.0$ mにおける球体と水塊の打ち上げ状況を示す。図-4に、3種類の水深条件に対する $A_{max} / R_{max}$ と $H_0'$ の関係を示す。3種類の水深条件に対して、波高とともに $A_{max} / R_{max}$ は一樣に変化し、その値は40%で一定となる。また直径0.24mの球体が高さ1.4m程度まで打ち上げられることを確認し、打ち上げ高さが現地での摩耗の激しい部分での打ち上げ状況を概ね再現した。

## 5. まとめ

本研究により以下に示す事項が明らかになった。

- (1) パネルの目地部において、下端から90cmの位置で最大34mmの摩耗が発生していたことを確認した。
- (2)  $A_{max} / R_{max}$ に及ぼす水深と波高の影響を示し、直径

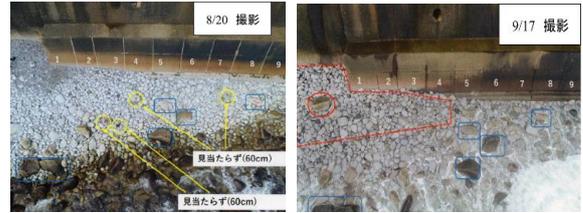


写真-5 擁壁前面における粗石の移動状況

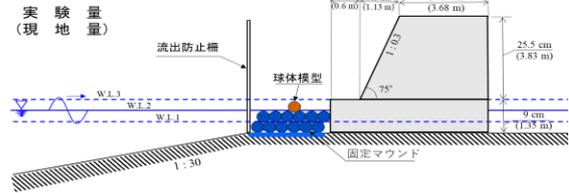


図-3 実験に使用した堤体模型

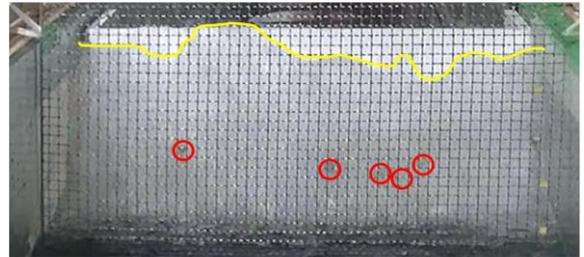


写真-6 球体の打ち上げ状況

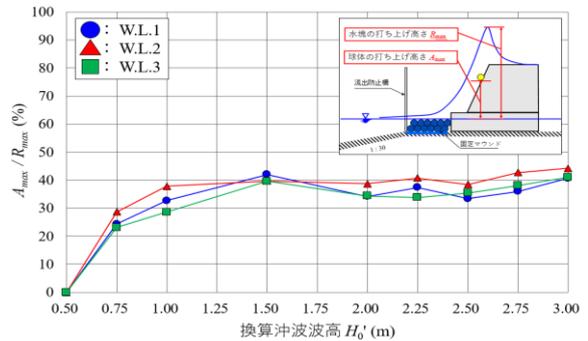


図-4 打ち上げ高さに及ぼす水深の影響

0.24m程度の球体が高さ1.3m程度まで打ち上げられることを確認した。

- (3) 現地の来襲波高における粗石の打ち上げ高さは、目地部における摩耗の激しい位置とほぼ一致した。

## 参考文献

- 1) 名越隆雄・木村克俊・嶋崎皓輝・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)，Vol.75, No.2, I\_815-I.820, 2019.7.
- 2) 小関成美・木村克俊・名越隆雄・嶋崎皓輝・村田良英：礫性海岸に建設された直積みブロック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)，Vol.76, No.2, I\_576-I.581, 2020.7.
- 3) 生出靖・瀧ケ平正美：浸食が進む海岸擁壁の補修—超高強度繊維補強コンクリートによる補修事例—，平成29年度北海道開発局技術研究発表会，2018.2
- 4) 河野克哉・森香奈子・安田瑛紀・多田克彦：海岸擁壁の補修工事に適用した繊維補強 PFC パネルの製造と性能，太平洋セメント研究報告，第172号，2017.