

護岸前面での波の打ち上げに対する風の影響について

宮崎大学 工学部 学生会員 荒木豪

宮崎大学 正会員 村上啓介 真木大介

(株)神戸製鋼所 鉄構・砂防部 正会員 荻野啓

1. はじめに

越波飛沫の現象は海底および周辺の地理的条件などに強く依存する。我が国の主要な社会資本の多くは沿岸部に集中しており、越波災害は解決すべき重要な課題である。強い海風の影響を受ける沿岸部では、護岸前面で打ち上げられた水塊の一部が風の影響を受け、護岸背後地に輸送されて無風時よりも越波量と飛沫量は増大することは容易に想像できる。沿岸部の高度な土地利用を推進するためには、強風下での越波飛沫が発生するプロセスを解明する必要がある。

仲村ら¹⁾は、バックライト法を用いて護岸背後での越波飛沫の輸送過程を可視化し、二値化処理した結果から飛沫の粒径と数を計測している。また、水谷ら²⁾は、可視化した画像から流速などの物理量を計測している。飛沫の輸送現象を可視化技術により解析する研究は散見されるが、強風下での波の打ち上げは複雑な検証であり、越波飛沫の発生や輸送プロセスは十分に解明されているとは言えない。

本研究は、海岸護岸を対象に強風下での波の打ち上げ現象を可視化し、水塊の打上挙動に対する風の影響を明らかにすることを目的とする。

2. 実験条件

実験には、図-1に示す長さ15m、幅0.6m、高さ1mの風洞付造波水路を用いた。水路中に一様勾配1/10の Slope を設け、その末端に護岸模型を設置した。図-2に実験に用いた護岸断面寸法を示している。実験の模型縮尺は1/25程度を想定した。

本実験では、直立護岸、直立消波護岸、フレア型護岸を対象とした。各護岸模型の高さは0.12mで、護岸前面水深は0.05mである。水路の水平床部の水深は $h_0=0.66\text{m}$ とし、入射波は規則波とした。

有義波高は $H_{1/3}=0.09\text{m}$, 0.11m , 0.13m の3通り、有義波周期は $T_{1/3}=1.2\text{s}$, 1.6s , 2.0s の3通である。風洞水路内の風速は山城ら³⁾を参考に、 $U=0, 4, 6, 8\text{m/s}$ とした。

実験では、波と風を同時に発生させ、水路内が定常になった状態で護岸前面での波の打上現象を、高速度カメラを用いて撮影した。撮影範囲はアクリル隔壁で0.4mと0.2mに分け、0.4m側から光を照射して0.2m側の波の挙動を水路側壁側から撮影した。

撮影の鮮明さはアクリル隔壁に設けたスリットにより異なる。本研究では、複数色の塩化ビニル板と和紙を用いてスリットを作成して撮影した。撮影範囲は暗室とし、撮影時のカメラのフレームレートは200fps、画像サイズは640*480ピクセル、露光時間は1/200sとした。カメラは2台で、ライトからスリットまでの距離は0.27m、カメラから水路までの距離は0.65m、カメラ間の距離は0.3mに設定した。

3. 画像解析と結果について

(1) 画像解析

解析では、各ケースの波の打上げ動画から水塊の運動を確認し、打上げ高さが最大となった瞬間の静止画を用いることとした。図-3と図-4は一例として直立護岸と直立消波護岸の前面での波の打上げ状況を示したもので、 $H_{1/3}=0.13\text{m}$, $T_{1/3}=2.0\text{s}$, $U=0, 4, 8\text{m/s}$ である。

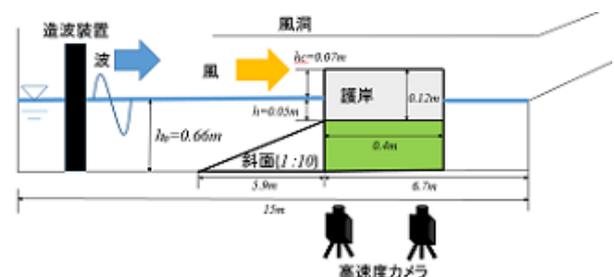


図-1 二次元型風洞付造波実験装置 (直立護岸)



図-2 護岸断面寸法



図-3 直立護岸前面での波の打上げ状況

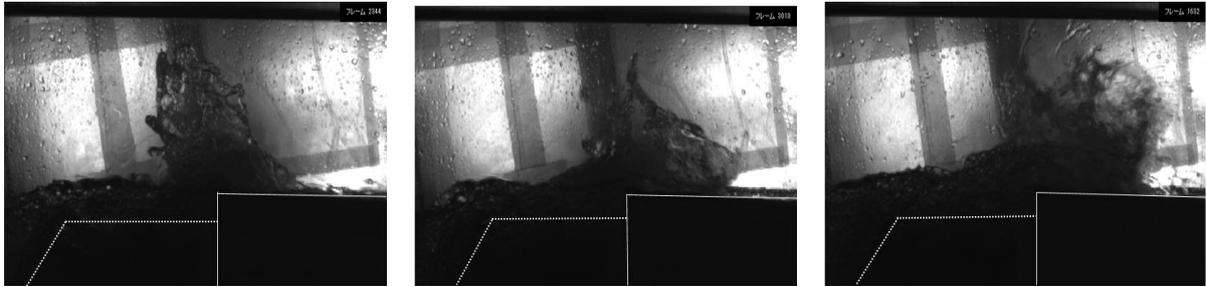


図-4 直立消波護岸前面での波の打上げ状況

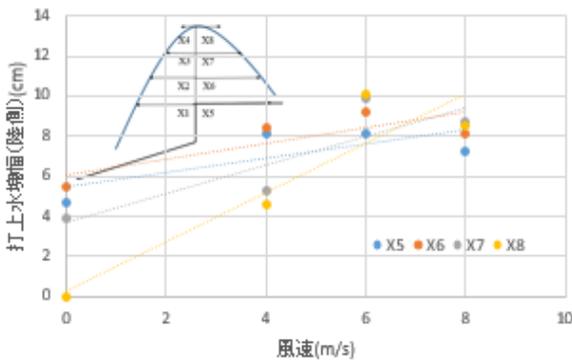


図-5 直立護岸打上水塊幅

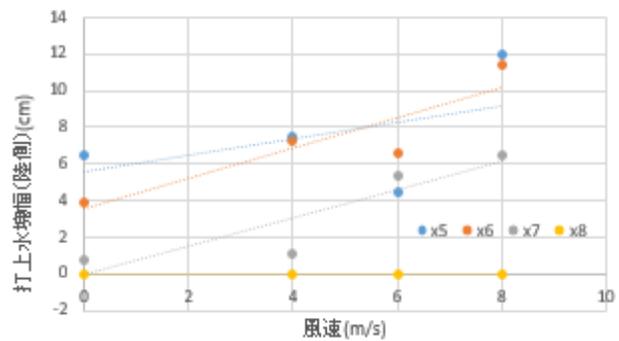


図-6 直立消波護岸打上水塊幅

実験では、打上げられた水塊は風の影響を受けて護岸上で風下側に輸送される。そこで、護岸先端の頂部から鉛直上方に5cm間隔で座標を取り、各高さにおける水塊の横方向の広がりを実測した。なお、打上げられた水塊の一部は千切れて飛沫状に輸送される。本研究では、打上げられた水塊本体に対する風の影響を評価することを目的とすることから、千切れて飛沫状に輸送される部分は解析には含めていない。

(2) 打上水塊幅の計測結果

図-5と6は、風速に対する打上げ水塊幅を直立護岸および直立消波護岸について示したものである。両護岸とも、風速の増加に伴い打上げ水塊が陸側に輸送され、増加傾向は直線的であることが確認できる。また、各高さの増加傾向を比較すると、護岸天端より上方ほど大きいことが読み取れる。

直立護岸と直立消波護岸について、天端面上(x5)での結果を比較すると、直立消波護岸が若干大きい値

を取っている。波の打上げ高さそのものは直立消波護岸の方が小さいが、強風下で護岸前面水位が上昇して消波工法面を水塊が遡上することから天端面上(x5)での値が大きくなったものと考えられる。

4. まとめ

護岸前面での水塊の打上挙動に対する風の影響を水理模型実験で検討し、影響の程度は風速に比例することを確認した。同様の実験はフレア護岸についても行っており、その結果は講演時に加えて示す。

参考文献

- 1) 仲村歩「水理模型実験による越波飛沫の計測法について」, 土木学会年次学術講演会講演概要集, II-161頁, Vol170, 2015.
- 2) 水谷夏樹, 鈴木武「流動場計測における可視化技術について」国土技術政策総合研究所資料, No259, 14p, 2005.
- 3) 山城賢, 吉田明德, 橋本裕樹, 久留島暢之, 入江功: 越波実験における風洞水槽内風速の現地風速への換算, 海洋開発論文集, Vol. 20, pp. 653-658, 2004.