

風作用下におけるフレア型護岸の越波及び飛沫輸送特性について

官崎大学工学部 学生会員 都地亮博 杉本直弥
官崎大学工学部 正会員 村上啓介 真木大介

1.はじめに

フレア型護岸は波を沖上方に返すため、返された水塊が風によって飛沫となって輸送され、護岸背後での塩害が危惧されている。護岸の設計では、飛沫の輸送に関しては風の相似則の問題があり、風の影響はあまり考慮されてこなかった。ただし、沿岸部の安全・安心な利用の観点から、越波量のみならず、飛沫の輸送特性についても十分に把握しておく必要がある。このことは、フレア型護岸に限らず、直立消波護岸についても同様である。そこで、本研究では、フレア型護岸の飛沫輸送特性を水理模型実験により検討することとした。

フレア型護岸の飛沫輸送特性について検討した事例は幾つかある。例えば、天端高さが等しいフレア型護岸と直立型護岸の越波低減効果と飛沫輸送量特性を風洞実験による比較し、フレア型護岸の飛沫低減効果を検証したものが¹⁾。ただし、同一の天端高さでの比較であるため、越波量そのものが異なることから、その結果を設計時に参照することはできない。

そこで、本研究は、フレア型護岸と直立護岸について、越波量が同一となる条件において、両護岸の飛沫輸送特性が風作用下においてどの程度異なるかを水理模型実験による明らかにすることとした。

2.実験条件

実験には、長さ15m、幅0.6m、高さ1mの二次元風洞水槽を用いた(図-1)。模型縮尺は1/25程度を想定した。水深は $h_0=0.66\text{m}$ とし、風洞内に風速が2, 5, 9m/sの風をそれぞれ吹かせた状態で造波して飛沫飛散量を計測した。風速は、山城ら²⁾の実験風速の現地風速換算を参考に、模型縮尺を考慮して決めた。実験では有義波高が $H_{1/3}=0.06\text{m}$ 、有義波周期が $T_{1/3}=1.2, 1.6, 2.0\text{s}$ の波を造波した。

実験条件として、フレア型護岸と直立護岸の越

波量を同じにする必要がある。フレア型護岸は直立護岸に比べて越波量が極端に小さくなるため、風速ゼロの条件で越波が生じる天端高さが直立護岸に比べて低くなりすぎて実験条件が設定できなくなる。そこで、風速が5.0m/sの場合の越波量が同じになるようにフレア型護岸と直立護岸の天端高さを調整した。

飛沫の測定方では、護岸天端先端から0.09m後方に飛沫貯留升を設け、升内部を0.1m間隔で仕切って水平方向分布を求めた。また、護岸天端上に0.07m間隔で鉛直方向に飛沫捕獲機を設置し、飛沫の鉛直分布を求めた。

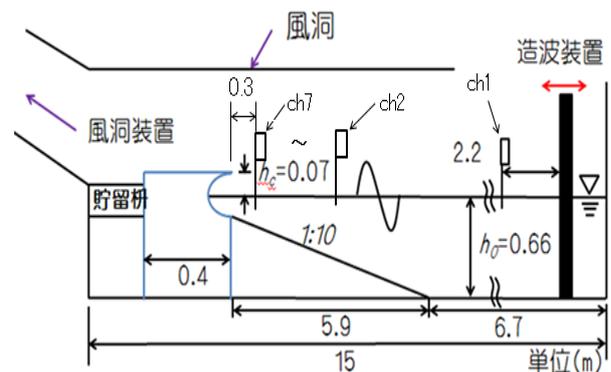


図-1 二次元風洞水槽実験装置

3.実験結果

3.1 風作用下での越波量の比較

本研究では、護岸天端上を越流して背後に輸送される水塊の量を“越波量”，護岸背後に輸送される越波量以外の水量を“飛沫量”と定義した。

図-2, 3は、風作用化におけるフレア型護岸と直立護岸の越波量を比較したもので、有義波高は $H_{1/3}=0.06\text{m}$ 、有義波周期は $T_{1/3}=1.2$ と $T_{1/3}=2.0$ 秒の場合の結果である。 $T_{1/3}=1.2$ 秒の場合、フレア型護岸においては無次元風速が7になるまでは越波していない。また、 $T_{1/3}=2.0$ 秒の場合は無次元風速が12の時にフレア型護岸と直立護岸の越波量がほぼ同じになっていることが確認できる。

両護岸断面とも、風速が増すにしたがって越波量が増大するが、風速が小さい領域では、風作用下においてもフレア型護岸の越波量が直立護岸に比べて低く抑えられていることが確認できる。

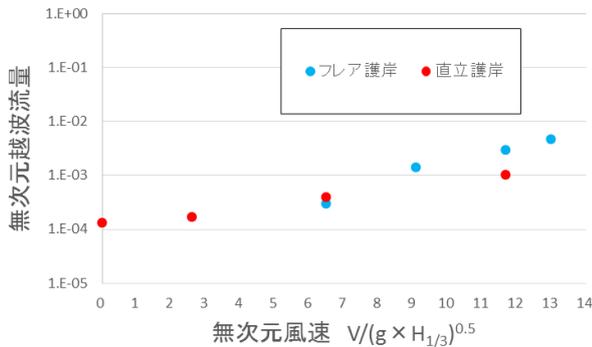


図-2 風作用下における越波量の比較($T_{1/3}=1.2$)

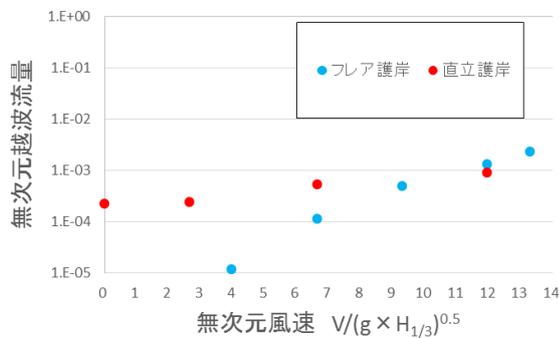


図-3 風作用下における越波量の比較($T_{1/3}=2.0$)

3.2 風作用下での飛沫量の比較

図-4 は、護岸背後に輸送される飛沫量をフレア型護岸と直立型護岸で比較したもので、有義波高は $H_{1/3}=0.06\text{m}$ 、有義波周期は $T_{1/3}=2.0$ 秒の場合の結果である。

風速が 2m/s の場合、フレア型護岸断面の飛沫の輸送量と飛散距離は直立護岸に比べて極端に小さい。この傾向は、風速が 5m/s の場合についても、両護岸断面の差は小さくなるもの確認することができる。さらに風速が大きい条件では、護岸断面の違いによる飛沫量と飛散距離には明確な差が見られなくなる。

山城らの現地風速への換算によれば、本実験の風速 5m/s は現地風速で約 15m/s に相当することからその程度の風速までは、飛沫の飛散に関してフレア型護岸が直立護岸に比べて有利であると考えられる。ただし、暴風条件になれば両者の飛沫量に明確な差は見られない。

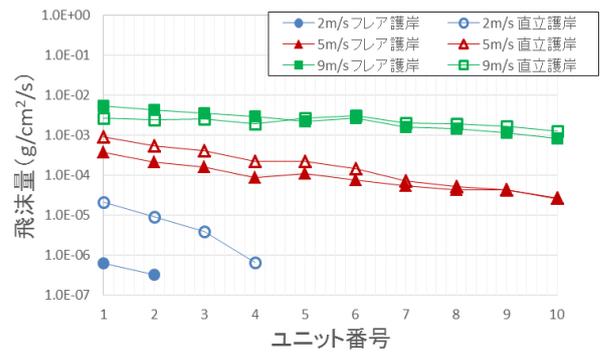


図-4 風作用下における飛沫量の比較($T_{1/3}=2.0$)

風速が増すにつれて越波量や飛沫量が増大する傾向はフレア護岸と直立型護岸で共通した特性である。図-5 は、各護岸前面の平均水位の上昇量を、有義波周期 $T_{1/3}=2.0$ で風速が 0m/s と 9m/s の場合について示したものである。

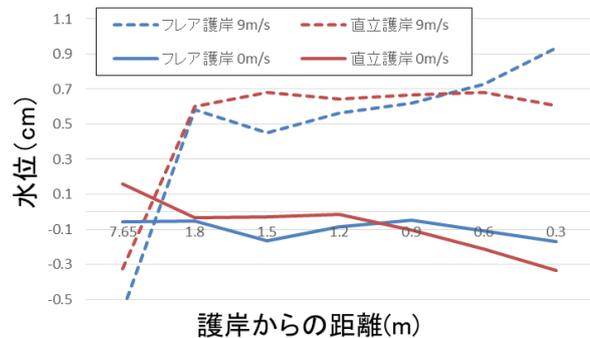


図-5 風作用下における平均水位の比較($T_{1/3}=2.0$)

4.まとめ

フレア型護岸は、風速が増すにしたがって越波量は増大するが、風速が小さい領域では、風作用下においては直立護岸に比べて低く抑えられていることを確認した。同様の結果は、飛沫の飛散量についても確認した。このような特性は、曲面護岸断面部で波返し運動に由来するものであり、検討の詳細は講演時に示す。

参考文献

- 1) 神田一紀, 上久保祐志, 入江功, 村上啓介: フレア型護岸背後への飛沫輸送特性に関する研究, 土木学会年次学術講演会公演概要集, (1999), pp.42-43
- 2) 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の現地風速への換算, 海洋開発論文集第 20 巻(2004), pp.653-658