

波列に含まれる個々波の護岸越水量に対する風の影響について

宮崎大学 工学部 学生会員 山下真奈 荒木豪
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

護岸設計は平均越波流量をもとに合田ら¹⁾の越波流量算定図を用いて行われる。ただし、越波流量算定図は風がない場での実験結果にもとづくものであるため、現状の護岸設計に風の影響は明示的に含まれない。一方、越波が問題となるのは強風が作用している状況であり、風による越波流量の増加を見込んだ護岸設計が重要と考える。

平均越波流量に対する風の影響に関する研究は幾つか散見されるが²⁾³⁾、不規則波列に含まれる個々波の越波流量（短時間越波流量）に対する風の影響は調べられていない。たとえ平均越波流量が小さくても、越波流量の大きな波が1波でも起こると護岸背後地は危険であり、短時間越波流量に対する風の影響の検討は重要である。

本研究は、波列に含まれる個々の波が護岸を越流する際の越流水深と流速を水理模型実験で計測し、個々の越波流量とピーク値に対する風速の影響の検討を目的とした。対象とした護岸断面は、直立護岸、直立消波護岸、フレア型護岸で、護岸断面の違いによる風の影響の差異についても検討した。

2. 実験方法

実験は、図-1に示す長さ15m、幅0.6m、高さ1mの風洞付二次元造波水路を用いて実施した。模型縮尺は1/25程度を想定し、勾配が1/10のよう斜面上に護岸模型を設置した。実験に用いた護岸断面は、直立護岸、直立消波護岸、フレア型護岸で、護岸高さを0.12m、護岸設置水深を0.05mとした。各護岸の断面図を図-2に示す。

実験は不規則波を主に実施し、直立護岸については規則波の実験も行った。造波した不規則波の有義波周期は $T_{1/3}=1.6, 2.0$ sの2種類、有義波高は、 $H_{1/3}=0.11$ m, 0.13mの2種類で、それらを組み合わせた波条件で実験を行った。また、規則波の実験では、上記に $H_{1/3}=0.09$ mも加えた。風洞内の風速は、沖から岸に向かう条件で $U=0, 4, 6, 8$ m/sの4種類とした。

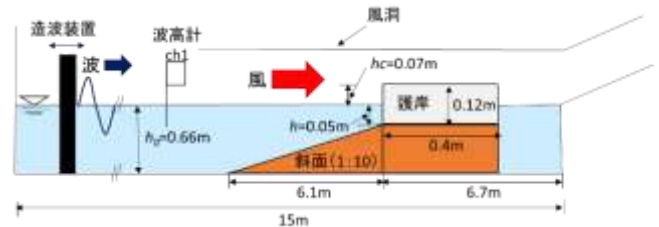


図-1 風洞付二次元造波水路

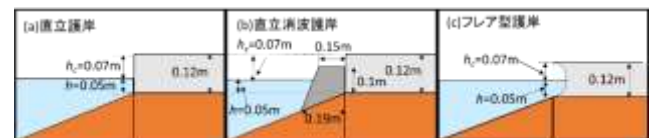


図-2 各護岸の断面図

実験では、護岸天端上を越流する波の水深と流速を同時計測して越波量を求めた。なお、波は護岸天端上を一樣に越流しないので、写真-1に示すように、天端上に3本の波高計と2本の流速計を設置し、それらの計測値の平均値から越波量の時間変動を求めた。



写真-1 個々波の越波量計測装置

3. 実験結果

図-3は、直立護岸に規則波を入射した際の護岸天端上で計測した水位と流速の時間変動と、それらから求めた越波流量の時間変動を示したものである。越波は護岸前面での砕波や波の打上に関係する複雑な現象であり、規則波実験においても計測された越流水深や流速、越波流量は個々で変動している。このような越波量の時系列データを用いて、個々波の越波流量のピーク値と越波水量に対する風の影響を検討した。

図-4は、直立護岸に規則波が入射した際の越波流量のピーク値の頻度分布を $U=0$ m/sと $U=8$ m/sの場合につ

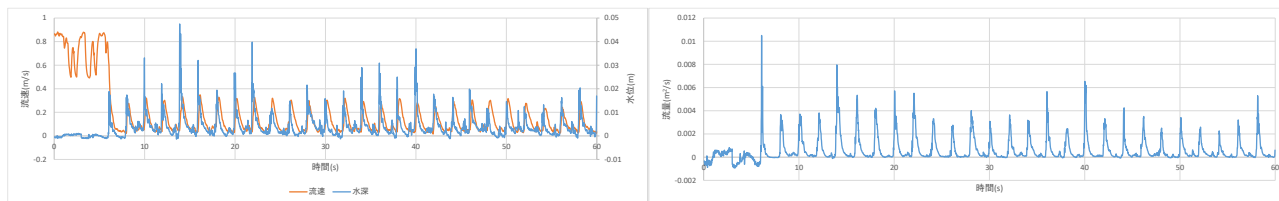


図-3 計測した波形と流量

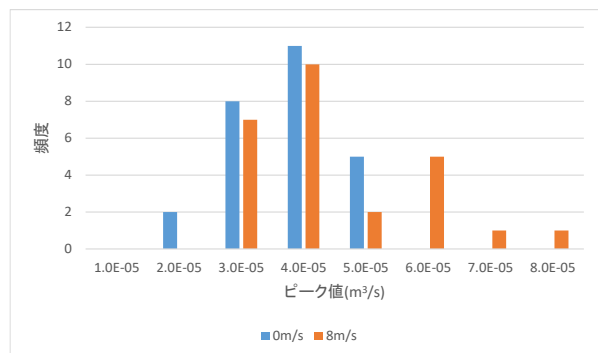


図-4 ピーク値の頻度分布(H=0.13m,T=2.0s)

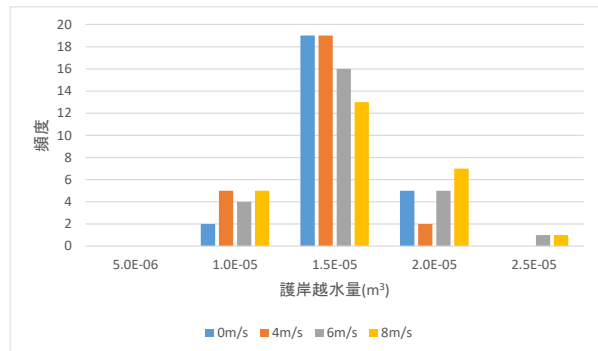
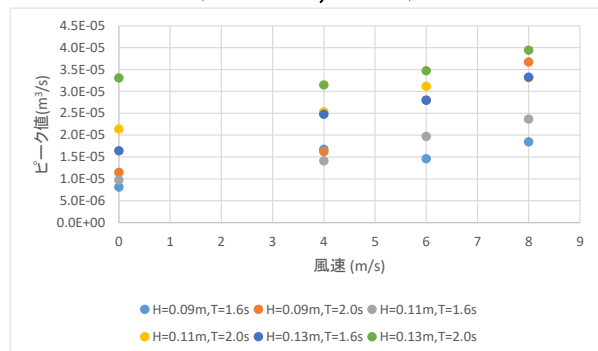
図-5 個々波の護岸越水量の発生頻度分布
(H=0.13m,T=2.0s)

図-6 越波流量のピーク値の平均値と風速

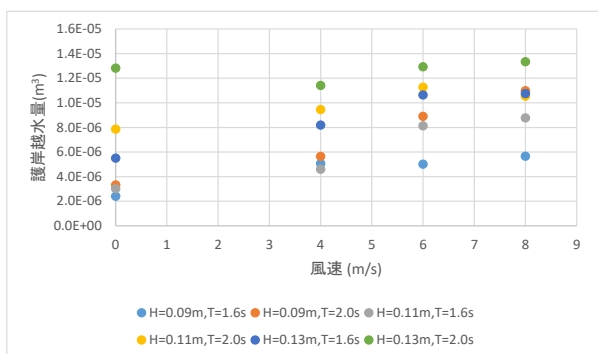


図-7 護岸越水量の平均値と風速

いて示している。U=0m/s では値の小さいものの頻度が大きい、U=8m/s では値の大きいものの頻度が大きくなり、値のばらつきが大きくなる。

図-5 は、個々波の越波流量の発生頻度分布で、無風時と有風時の結果を示している。風速が大きくなるとわずかではあるが、個々波の越波流量も大きいものが増える傾向がある。

図-6 と図-7 は、変動する個々波の越波流量のピーク値と越波水量の平均値と風速の関係を示している。全体的な傾向として風速が大きくなるとつれて越波流量のピークの平均値および越波水量は増加することがわかる。越波流量のピーク値の平均値と越波水量の増加の様子を比較すると、よく似たグラフになっていることから、ピークの値が増加するのに伴って越波水量も増加していることがわかる。

4. まとめ

直立護岸を対象に、規則波の波列に含まれる個々波の護岸越水量に対する風の影響について検討した。越波流量のピークの値は風の影響を受けて上昇する傾向があることを示した。また、ピーク値の上昇に伴って個々波の越波水量が大きくなるという結果も得た。

同様の実験は不規則波を作用させた場で直立消波護岸とフレア型護岸についても行っており、類似した結果を得ている。

参考文献

- 1) 合田良実・岸良安治・神山豊(1975)：不規則波による防波護岸の越波流量に関する実験的研究，港湾技術研究所報告，第14巻，第4号，pp3-44
- 2) 村上啓介・杉本直弥・遠藤政宗・真木大介・竹鼻直人(2016)：風作用下におけるフレア型護岸の越波と飛沫について，土木学会論文集，第72巻，pp.907-912
- 3) 山城賢，吉田明德，橋本裕樹，久留島暢之，入江功(2004)：非越波型護岸の越波防止効果に対する風の影響，海岸工学論文集，第51巻，pp.626-630