

大水深域非越波型護岸の越波に対する風の影響と飛沫対策

九州大学 学生会員 ○吉岡 孝通 橋本 裕樹
正会員 山城 賢 吉田 明德

1. はじめに

沿岸部では波の打ち上げやそれに伴う越波，風による飛沫などによって多大な被害を生じることがある．当研究室では，図-1 に示すような形状により，波を冲向きに返し越波を防ぐ非越波型護岸の開発を行っている．この護岸は従来の直立護岸より低天端を実現することができ，護岸上を有効利用できるといった利点がある．一方，非越波型護岸では波を冲向き上方に膜状で返すため，打ち上がった水塊に対する風の影響が懸念される．従来の直立護岸や消波護岸では設計においては風の影響は考慮されていないが，非越波型護岸の現地適用の際には越波に対する風の影響を把握しておくことが重要である．

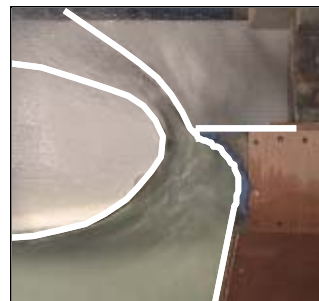


圖-1 非越波型護岸

本研究では、非越波型護岸に対し風と波を同時に作用させることで越波に対する風の影響を調べた。また、天端高が等しい直立護岸に対しても同様の実験を行い、越波流量の空間分布について比較を行った。

2. 実験内容

本研究ではある現地海岸の条件をもとに、非越波型護岸を設計した場合を想定し実験を行った。使用した装置は図-2 に示す反射吸収式二次元造波風洞水槽で、非越波型護岸の模型は図-3 に示す直線部の上に曲線部をもった形状とし、模型縮尺は 1/45 とした。実験条件は表-1 に示す通りで、入射波や潮位に関しては異常気象時を想定しており、きわめて厳しい条件であるため、非越波型護岸といえども越波し易い状況になっている。また、越波量の測定は箱型の柵を護岸の背後に並べて、造波終了後の柵に溜まった水量から単位面積あたりの越波流量を求めた。越波の計測時間については、造波した不規則波に含まれる最低周波数成分が 200 波程度含まれるように 11 分間とし、定常となる造波開始 1 分後から越波量の計測を行った。また、実験風速は無風および 4.0m/s ~ 8.0m/s を 1.0m/s 間隔で変化させた。これまで越波を対象とした風洞実験において、現地と風洞水槽内の風速の対応に関しては風速の相似則が不明という問題があった。しかし、山城ら(2004)によれば、過去に行われた越波の現地観測結果をもとに、越波実験における現地風速と風洞水槽内の風速の対応を調べた結果、1/45 縮尺模型では風洞水槽内風速は現地風速のおよそ 1/3 に、風速についてはこの対応を目安とした。

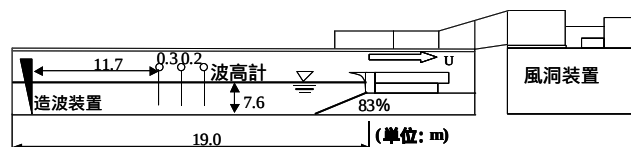


圖-2 反射吸收式二次元造波風洞水槽

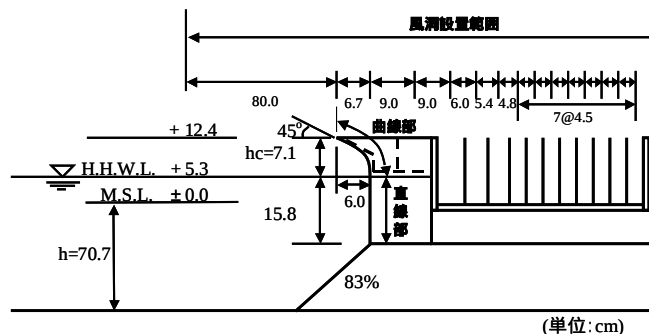


図-3 非越波型護岸の実験模型

表-1 実験条件

	現地	模型
沖波有義波高 H_0	3.28m	7.3cm
沖波有義波周期 T_0	6.2s	0.92s
沖波有義波長 L_0	59.97m	133.3cm
平均水深 h	31.8m	70.7cm
潮位上昇量	2.4m	5.3cm
天端高(平均水位上) h_c	5.6m	12.4cm

また、非越波型護岸と天端高が等しい直立護岸の場合についても、無風および実験風速 8.0m/s の条件について同様の実験を行った。

3. 実験結果

非越波型護岸および直立護岸における越波流量の水平分布を図-4 に示す。横軸は護岸前面からの距離、縦軸は単位面積あたりの越波流量を対数表示しており、ともに現地換算している。また、凡例では実験風速に対応した現地風速を括弧内に示している。全体的に、越波流量は護岸直背後で最も多く、護岸から離れるにしたがい急激に減少していることが分かる。非越波型護岸と直立護岸とを比較すると、無風時では護岸の直背後で直立護岸の越波流量が非越波型護岸に比べ格段に多い。これは図-5 左図に示すように、護岸に波が作用した際に非越波型護岸は波をほぼ完全に冲向きに返しているのに対し、直立護岸では水塊が越

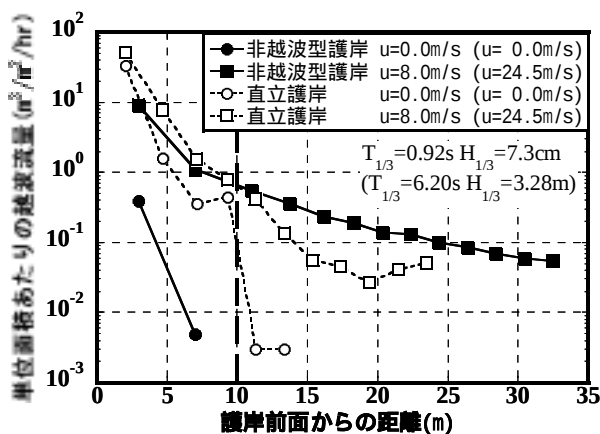


図-4 越波流量の水平分布
(非越波型護岸と直立護岸の比較)

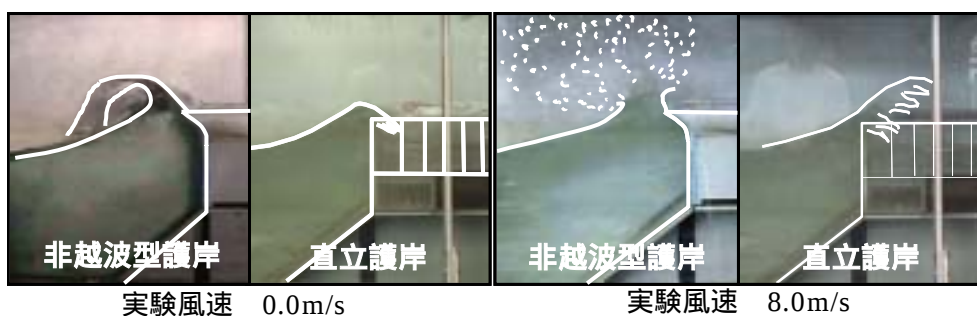


図-5 大きな波が作用した瞬間の様子

流量が多い。図-5 右図にみられるように、直立護岸では水塊が越流するために風による影響が小さく、護岸から離れた位置へ越波水は運ばれない。しかし、非越波型護岸では波を冲向き上方に、また膜状で返すために風の影響を強く受け、多量の飛沫が生じ護岸から離れた位置まで飛沫が運ばれる。

図-6 は図-4 の越波流量水平分布を積分した単位幅あたりの越波流量と風速の関係を示している。非越波型護岸では、越波流量に対する風の効果は風速の増大につれ徐々に大きくなり、越波流量が大幅に増加している。直立護岸でも、越波流量は増加しているものの、非越波型護岸ほどの大幅な増加はみられない。この違いは、先に述べたように護岸の形状の違いにより越波の形態が異なり、それにより越波量分布に対する風の影響に差が生じたためである。ただし、無風時では非越波型護岸の越波流量が格段に少なく、暴風時においても非越波型護岸の越波流量は直立護岸の1/3程度となっていることから風の影響を考慮した場合においても、非越波型護岸は直立護岸に比べて越波防止効果が高いといえる。

4. おわりに

暴風時においても非越波型護岸は直立護岸に比べ越波防止効果が高いものの、非越波型護岸では風速が大きくなるにつれ風の影響により越波流量が増加し、飛沫が広範囲に分布するため、今後は飛沫対策について検討し、その成果については講演時に述べる。

<参考文献>

山城ら (2004): 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, 第20巻, pp.653-658

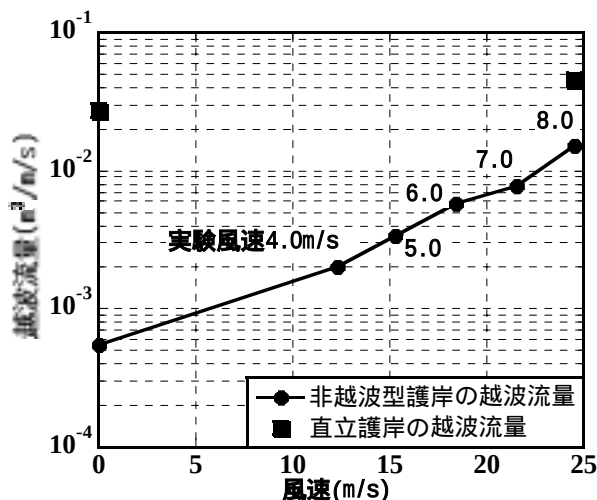


図-6 風速と越波流量の関係
(直立護岸の実験結果を含む)