

岸壁に入射した津波の反射と遡上に関する研究

名古屋大学大学院 正会員 ○水谷 法美
 名古屋大学研究員 正会員 中村 友昭
 住友ナノマテリアルハンドリング 子安友加里
 名古屋大学大学院 学生会員 廉 慶 善

1. はじめに : 陸上に遡上した津波は、構造物や人命などに甚大な被害をもたらす可能性がある。岸壁に入射した津波を考える場合、遡上波は岸壁から反射した波と密接に関係するが、津波のような長周期波が一部遡上波をとめないながら岸壁から反射する現象を定量的に評価した研究事例はあまりなく、その詳細は十分解明されてはいない。本研究は、Nakamura ら(2008)の数値波動水槽を使った数値計算結果に基づいて、単純な不透過な直立岸壁に津波を模擬した長周期波が入射した際の反射波を定量的に検討し、反射に及ぼす物理要因を明らかにする。そして、岸壁から遡上する津波を軽減するための方策について検討を加える。

2. 解析結果と考察 : 本研究では、図-1 に示す直立護岸を有するエプロンに津波が入射する場合を想定して数値解析を行った。反射を定量的に評価するために通常反射率を考えるが、津波のような長周期波を入射波と反射波に分離することは困難なので、本研究では、エプロンを設置しない場合の計算も実施し、これを入射波とした。そしてエプロンを設置したときの波との水位の差を反射波とした(図-2)。ここで、 H_0 は静水深、 R は静水深からのエプロンの天端高、 h はエプロン前面の水深、 H は入射波の波峰高、 T は初期周期とする。また、反射率を波峰高の比で定義した値 K_r とフラックスで定義した値 K_v の2種類を考え、検討することとした。

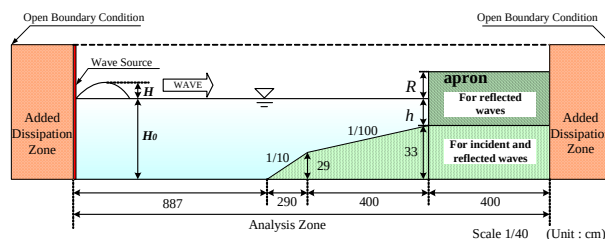


図-1 計算地形の概要

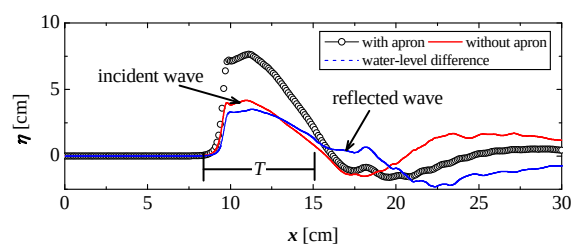


図-2 入射波・反射波と重合波

図-3 と図-4 は、入射波の波峰高、周期にともなう反射率 K_r の変化を示したもので、入射波の波峰高がエプロン高 R より小さい場合には完全反射に近い状態になり、 K_r はほぼ 1 となるが、波峰高が大きくなって遡上し始めると反射率は波峰高の増加とともに減少する。一方、周期の影響はほとんど認められない。紙面の都合上図示しないが、フラックスで定義した反射率の場合、周期の影響が認められた。これは波峰が通過した後、水位が静水面付近まで下がったときに変動が現れ、波一周期にわたって積分するフラックスの計算値にその変動の影響が現れてしまうためであると考えられる。そこで、本研究では、波峰高で定義した反射率を中心に検討することとした。

図-5 に反射率に及ぼす護岸前面水深の影響を示したものである。入射波峰高が等しい場合、反射率は前面水深にかかわらずほぼ一定であることが確認できる。したがって限られ

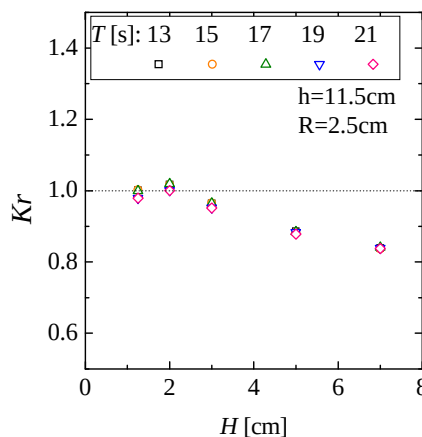


図-3 反射率と波峰高の関係

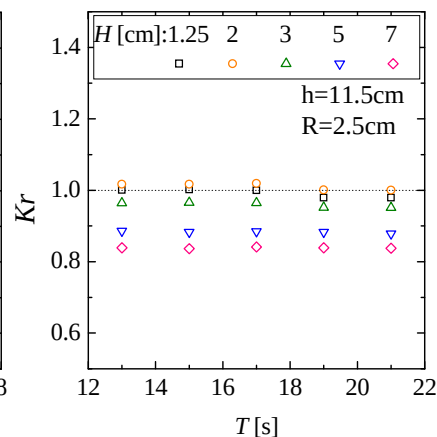


図-4 反射率と周期の関係

た範囲ではあるが、水深の影響は小さいと言える。図-6 はエプロン高にともなう反射率の変化特性を示したものである。エプロン高さが高くなるほど反射率は大きくなる傾向が認められる。これは上述したように、エプロンが高くなると波が遡上しにくくなり、反射波成分が大きくなることによる。なお、図-5 と図-6 で反射率が 1 を超えるものがあるが、これは波形が変化することによって反射波の峰が入射波よりも高くなったことによる。これは波峰高で反射率を定義する際の欠点でもあり、反射率の定義については今後検討する必要がある。

上記の検討から、反射率は波高とエプロン高に大きく影響されることがわかる。したがって、エプロン高さを高くすることにより反射率を大きくでき、逆に遡上波を軽減できることが考えられる。そこで、エプロンを嵩上げしたのと同様の効果を期待し、エプロンの前面に鉛直壁を設けた場合の反射特性を考えてみる。図-7 は異なる高さ(v)の鉛直壁をエプロン前面に設置した場合の反射率を示したものであるが、鉛直壁を設置した方が無い場合より反射率は大きくなり、遡上波の軽減効果が指摘できる。図-8 と図-9 は遡上波の最大水位と最大水平方向流速の空間分布をそれぞれ示したものである。鉛直壁が高くなるほど遡上波の水位が小さくなることわかる。一方、最大水平方向流速については、廉ら(2007)が指摘するように鉛直壁を高くする方が速くなるが、その範囲はエプロン前面近傍に限られてお

り、少し陸域に入ると鉛直壁の高い方が最大水平方向流速も小さくなることを確認できる。したがって、遡上水位、遡上流速の観点からも鉛直壁の設置は遡上津波による被害軽減策の候補として挙げることができる。

3. おわりに：以上、エプロンに入射した津波の遡上による被害軽減策について、護岸からの反射特性と関連づけて検討した。その結果、エプロン前面に鉛直壁を設置することは遡上水位、遡上流速の軽減という観点から一つの候補として挙げられることを指摘した。本研究では限られた範囲の検討しか行っていないが、今後引き続き検討していく所存である。最後に、本研究は科学研究費補助金（基盤研究(B) 代表：水谷法美）によって行われたことを付記し、感謝の意を表します。

<参考文献>廉慶善・水谷法美・白石和睦・宇佐美淳浩・宮島正悟・富田孝史(2007)：陸上遡上津波によるコンテナの漂流挙動と漂流衝突力に関する研究，海工論文集，第 54 巻，pp.851-855. Nakamura,T., Kuramitsu,Y. and Mizutani,N.(2008)：Tsunami scour around a square structure, Coastal Engineering Journal, Vo.50, No.2, pp.209-246.

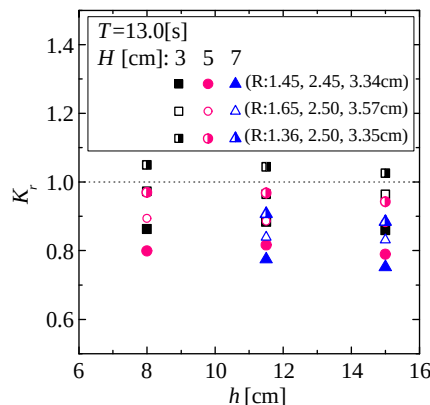


図-5 反射率と水深の関係

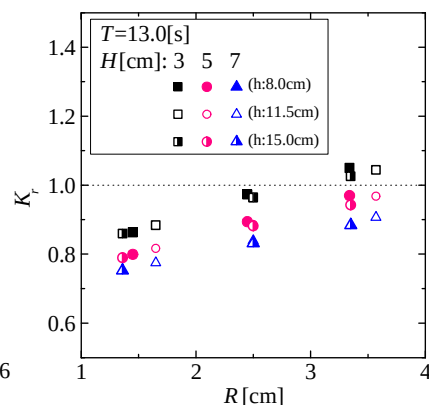


図-6 反射率とエプロン高の変化

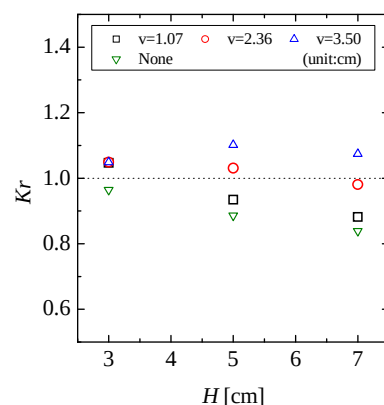


図-7 鉛直壁の反射率への効果

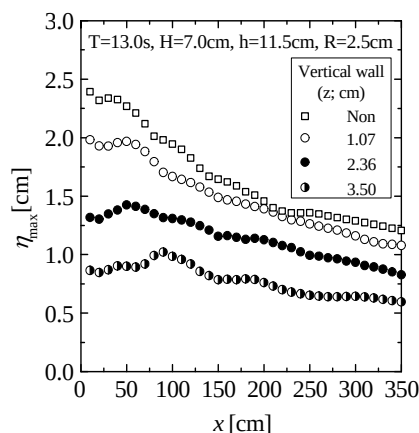


図-8 遡上水位に及ぼす鉛直壁の効果

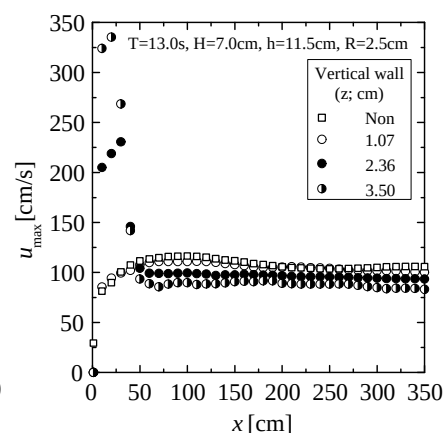


図-9 最大水平方向流速に及ぼす鉛直壁の効果