

多孔型護岸から発生する飛沫量

日本文理大学工学部 正 員 ○各務 敏明 正 員 樋田 操
九州大学大学院総理工 正 員 松永 信博 学生員 香月 理

1.はじめに

沿岸域の防災と大気環境アメニティーを両立できる護岸工法の一条件として、消波効果を損なわずに飛沫発生量を低減できることが望ましいと考えられる。その様な構造物として、著者らは多孔型護岸を提案し、実験による検討を加えている¹⁾。

本研究は、多孔型護岸の模型諸元を種々変えた場合の飛沫輸送量を測定して、最適な形状諸元を調べるとともに、消波ブロック被覆護岸(テトラポッド、近藤ら³⁾)と比較することにより、多孔型護岸の飛沫量の低減効果を検討したものである。

2.実験装置および実験方法

実験には、近藤ら³⁾と同じ風洞付き二次元造波水槽を用いて、水槽中央部に多孔型護岸の模型を設置した。背後の陸域モデルの諸元および実験水深も同じである。

ここで考えている多孔型護岸の構造は、図-1に示すように、捨石上に円筒状の構造物をハニー・カム状に配列したものである。従来の消波ブロック被覆護岸工法では、空隙率が全断面でほぼ均一(約50~55%)になるように施工することで波を碎波し、エネルギーを吸収・消散している。そのために、飛沫は多量に発生する構造となっている。多孔型護岸の特徴は、空隙率の大きい(約70~80%)円筒状の透過性構造物(多孔壁)を斜めに設置することで、碎波の衝突による飛沫の発生量を低減し、波のエネルギーは多孔壁の内部、あるいは空隙率の異なる捨石などで消散させることにある。図-2は、多孔壁の模型を示したものである。模型は、塩化ビニール製パイプをハニー・カム状に接着したものである。パイプ孔径を $D=18, 26, 38, 66\text{mm}$ の4通りに、また、パイプの長さを $l=22, 44, 88, 132\text{mm}$ の4通り変えることにより、合計14通りの実験を行った。この場合 $l=44, 88\text{mm}$ は、それぞれ3.2型テトラポッドの1層積みおよび2層積みの厚さに等しい。造波周期は $T=1.0\text{s}$ 、断面平均風速は $U_m=13.6\text{m/s}$ に設定(一定)して、水域全体に碎波が生じている状態で実験を行った。この波と風の条件において、沖波波長は $L_o=1.56\text{m}$ 、碎波しながら進行する卓越波のPos.1における波高は $H=12.2\text{cm}$ 、波長は $L=1.38\text{m}$ 、波形勾配は $H/L=0.088$ であった。飛沫量の測定は、Pos.2および8の2断面で行った。

3.実験結果および考察

実験した全条件(14通り)について、単位時間・単位面積当たりの飛沫量 $q(\text{g/cm}^2\text{s})$ の鉛直分布を求めた。その結果、パイプ孔径が $D \leq 38\text{mm}$ 、また、パイプ長が $l \leq 44\text{mm}$ と、比較的小さい場合に、飛沫発生量が少なくなる傾向が見られた。

図-3は、多孔型護岸($l=44\text{mm}$)の D の違いによる飛沫量の低減効果を、護岸背後のPos.2について示したものである。ここで、 Z は、陸域水平床の底面から鉛直上向きにとった座標である。この図より、護岸に近いPos.2では、水平床の近傍において、 D が小さいほど飛沫量が低減されることがわかる。また、 $D=18\text{mm}$ の場合には、全体として飛沫量の低減効果が顕著であることがわかる。

図-4は、多孔型護岸($D=26\text{mm}$)の l の違いによる飛沫量の低減効果を、同じくPos.2について示したものである。パイプ長が最も短い $l=22\text{mm}$ の場合には、とくに水平床近傍において、飛沫量の低減効果が大きいことがわかる。これに対して、6倍も長い $l=132\text{mm}$ の場合には、風洞水槽の天井近傍まで多量の飛沫が飛散している。これは、 l が長くなるとパイプ内からの波の透過・排水が不十分のままで、次の波が衝突・遡上したり、パイプ内の空気の破裂により飛沫が発生するためであると考えられる。

図-5(a)および(b)は、多孔型護岸から発生する飛沫量 q を鉛直方向に積分した値 $Q(\text{g/cm}^2\text{s})$ が、 D と l の大きさによりどのように変化するかを、護岸背後のPos.2と、6mほど風下のPos.8について示したものである。図中の実線は、同一の波と風の条件($T=1.0\text{s}$, $U_m=13.6\text{m/s}$)における消波ブロック被覆護岸(テトラポッド、近藤ら³⁾)からの飛沫積分量を表わす。Pos.2においては、多孔型護岸から発生する飛沫量は $D \leq 38\text{mm}$, $l \leq 44\text{mm}$ の場合において、消波ブロック被覆護岸から発生する飛沫量の約50~70%に低減できることがわかる。この場合、 $l=44\text{mm}$, 22mm はそれぞれ消波ブロックの1層積みと、その半分の厚さであることから、消波ブロック被覆護岸よりも薄い構造物で飛沫量を低減できる可能性があることを示唆している。一方Pos.8では、 $l=44\text{mm}$ において $D=18\text{mm}$, 26mm および $l=22\text{mm}$ において $D=38\text{mm}$ の場合を除いて、消波ブロック被覆護岸よりも飛沫積分量が增大している。この理由として、多孔型護岸の場合には粒径の小さい飛沫が発生しやすいため、飛沫が沈降することなく陸域の風下まで輸送されることが考えられる。しかしながら、これらの図から明らかなように、Pos.8での飛沫積分量は、いずれの D と l の条件においても、Pos.2に比べて極めて微小な値となっていることから、Pos.8における両護岸の飛沫積分量の差は無視して良いと考えられる。

4.おわりに

多孔型護岸の形状諸元を適切に決定すれば、消波ブロック被覆護岸よりも薄い構造物で、飛沫量を約50~70%に低減できることがわかった。今後、消波工として設計上重要である反射率、越波量、波力等の評価を行うことが重要な課題である。

本研究は、平成10年度日本文理大学工学部土木工学科海洋環境研究室の卒業研究生(児島宏希、杉浦大介、宮崎大輔)の協力得て行われたことを記し、ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 樋田他3名：平成9年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.346-347, 1997.
- 2) 香月他3名：第53回(平成10年度)土木学会年次学術講演会講演概要集、第2部、pp.210-211, 1998.
- 3) 近藤他3名：平成10年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、1998.

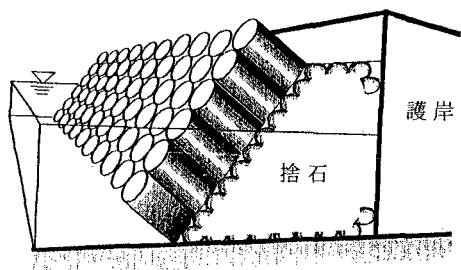


図-1 多孔型護岸のイメージ図

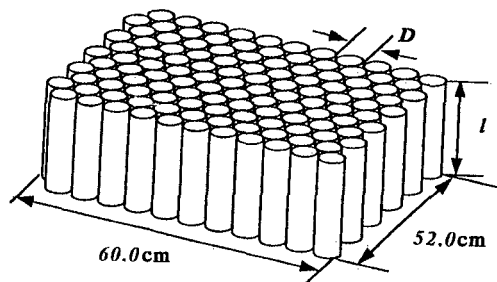


図-2 多孔壁の模型

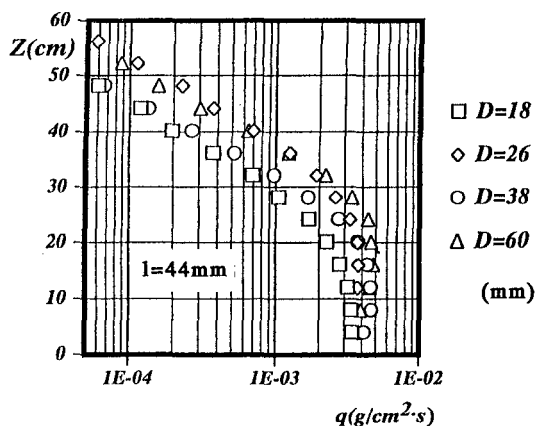


図-3 飛沫量に及ぼすDの影響(Pos.2)

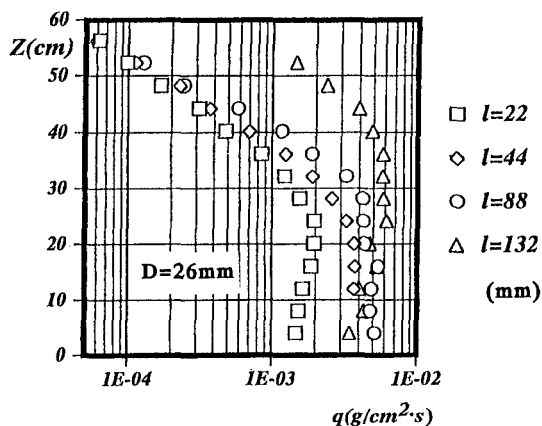


図-4 飛沫量に及ぼすlの影響(Pos.2)

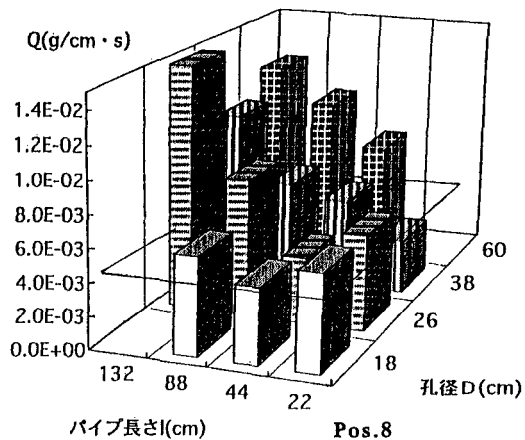
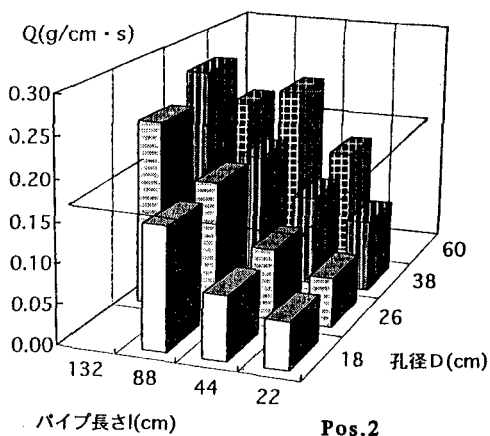


図-5 多孔型護岸による飛沫積分量および消波ブロック被覆護岸によるものとの比較
(実線一は消波ブロック被覆護岸による飛沫積分量)