

多孔性直立護岸の消波特性に及ぼす空隙率の影響

埼玉大学大学院 理工学研究科 博士前期課程 学生会員 齋藤 将人
埼玉大学教授 工学部 建設工学科 フェロー 谷本 勝利
埼玉大学助手 工学部 建設工学科 正会員 湯谷 賢太郎
埼玉大学大学院 理工学研究科 博士後期課程 非会員 曹 雪飛

1. 研究目的

港湾・海岸構造物においては、静穏度の確保、周辺環境への影響緩和といった観点から、反射波の小さい消波構造物の建設が求められている。本研究で対象とする多孔性直立護岸は開口率の大きい前壁と不透過後壁との間に消波ブロックなどの多孔性材料を詰めたもので、直立の構造でありながらそうした要求に応えるものである。構造物内にある一様な空隙を波が流動することによりエネルギーが散逸され反射率が小さくなる。しかしながら、この種の構造物において、空隙率が反射率にどう影響を及ぼすかについてはまだ十分な検討がなされていない。そこで本研究は、反射率に対しての最適空隙率を水理模型実験と数値実験の両方により検討するものである。

2. 実験方法

水理実験による検討：水理模型実験は全長 18.0 m, 幅 0.4m, 高さ 0.75m の二次元造波水路を用いて行った。本実験に用いた多孔性材料は砕石である。模型は、前面は金網を用いた枠により、背面は不透過後壁により直立構造とした。入射波条件は 3 種類の周期 T (1.2s ~ 2.0s) と、それぞれについて 5 種類の入射波高 H_I (4cm ~ 12cm) の計 15 種で、構造物の空隙率 γ は 0.45, 0.64, 0.82 の 3 通りである。空隙率の調整は金網によるスペーサーを混入することで行った。構造物幅 B は 69cm に固定し、水深 h も 37.5cm で一定とした。

数値実験による検討：本実験による数値実験には、数値波動水路 CADMAS-SURF (2001 沿岸開発技術センター) を用いた。これの多孔性構造への適用に対しては、適切な抗力係数 C_D 、慣性力係数 C_M を与えなければならない。そのため、水理模型実験による相対波高分布と数値実験による相対波高分布とを比較することによって、 C_D および C_M の最適値を検討した。その上で、空隙率による反射率への影響を検討するための数値実験を行った。

3. 結果と考察

Fig.1 は水理模型実験の結果で反射率 K_R を γ に対してプロットしたものである。全データを示しているけれども、空隙率が高いほど、反射率は低下し、周期や波高による影響が大きくなるのがわかる。Fig.2 は同一の入射波の条件 ($T = 1.6s$, $H_I = 7.2cm$) で空隙率 γ に対する波高 H の分布を無次元化して示したものである。横軸の x は構造物前面を原点にとった水平座標で構造物内を負の領域、構造前面より沖側を正の

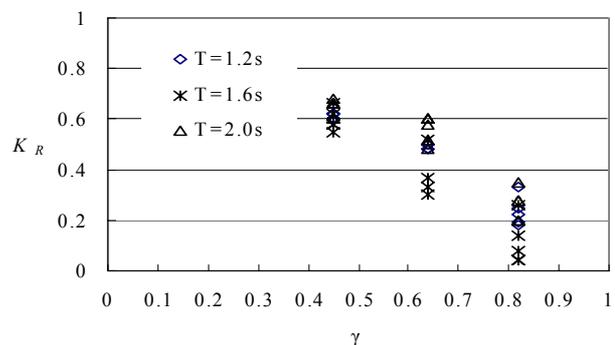


Fig.1 Reflection coefficient against porosity

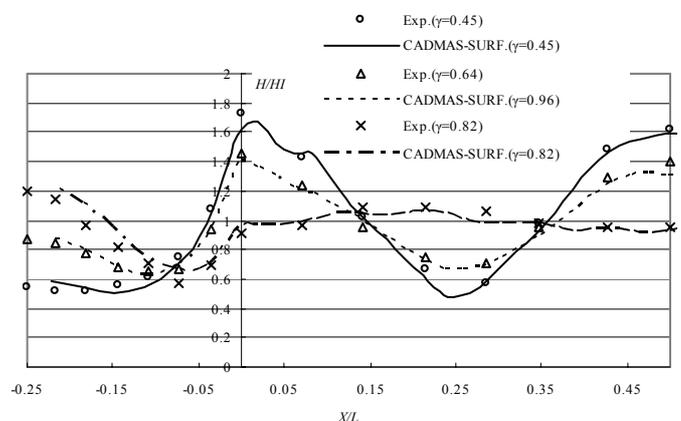


Fig.2. Wave Height distribution

キーワード 空隙率 反射率 多孔性直立構造 消波構造物 抗力係数 慣性力係数

連絡先: 〒338-8570 埼玉県 さいたま市 桜区下大久保 255 埼玉大学工学部 谷本勝利 TEL 048-858-3561

領域とした。 L は波長である。最適係数を用いた数値波動水路による計算結果も示してあるが、実験結果によく合っている。このとき最適係数は、空隙率 3 ケースとも C_D は 3.0、 C_M は 1.0 であった。金網によるスパーサーによるエネルギー消費も含むため高い抗力係数が得られた。

Fig.3 は、数値波動水路によって空隙率による反射率への影響をさらに検討したもので γ を 0 ~ 1.0 の間の 10 ケースについて計算したもので縦軸に反射率 K_R 、横軸に空隙率 γ をとって示してある。計算条件は、相対幅 $B/L = 0.25$ 、 $T=1.6s$ 、 $H=7.2cm$ 、 $C_M=1.0$ 、 $C_D=3.0$ である。図には模型実験結果も示しているが、両者はほぼ一致している。また計算結果によると、模型実験を行った空隙率 $\gamma=0.8$ 付近で反射率は極小となり、0.1 以下と非常に小さいことが分かる。また、現地条件では抗力係数が小さいことも考えられるので $C_D=0.5$ の抗力係数が小さい場合の計算結果も例として示した。 $C_D=3.0$ のときと同じように反射率は空隙率が大きくなるにつれて小さくなる。しかしながらこの場合、反射率を極小とする空隙率は 0.7 程度で、極小反射率は 0.3 程度と $C_D=3.0$ の結果と比較すると大きくなる。しかしながら、0.3 という反射率は実用的に十分小さい反射率とみなされている。

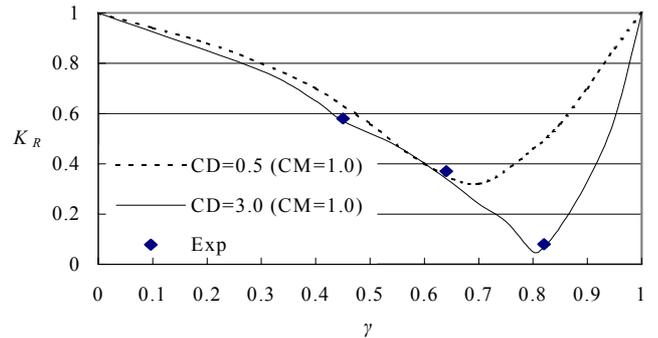


Fig.3 Variation of reflection coefficient with porosity

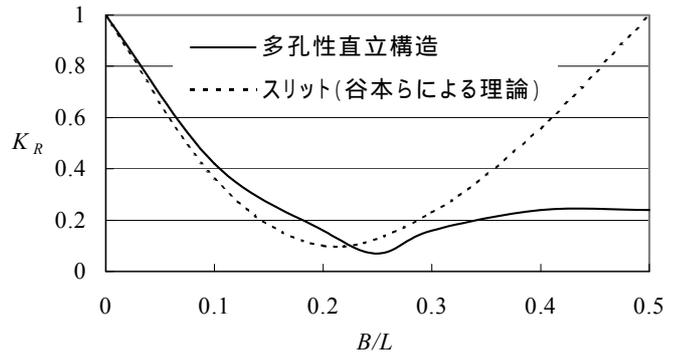


Fig.4 Variation of reflection coefficient

Fig.4 は縦スリットと遊水室を有した直立消波ケーソン護岸の反射率を谷本・吉本(1982)の近似理論を用いて求め、多孔性直立護岸の反射率と比べたものである。計算条件は $T=1.6s$ 、 $H=7.2cm$ 、 $h=37.5cm$ である。スリットの開口比は反射率が最小となるように $\gamma=0.15$ をとり、多孔性直立護岸の空隙率は $\gamma=0.82$ としてある。これによると、縦スリット護岸の反射率は、相対幅 0.2 付近で最小となり、そのあと大きくなっていく特性をもっていることがわかる。それに対し、多孔性直立護岸の方は構造物の相対幅 0.25 付近で反射率は最小になりそのあと相対幅 0.4 より大きくなるとほぼ一定になるという違いを示している。横軸は消波部の幅を一定にすれば入射波の周期の変化を表していると考えることができ、多孔性直立護岸のほうがスリット護岸よりも幅広い周期に対して反射率を小さくできるという利点があることがわかる。

4. 結論

本研究で得られた結論は以下のとおりである。

- (1) 多孔性構造物の反射率は空隙率によって大きく変化し反射率を極小とする空隙率が存在する。本実験の条件ではその空隙率は 0.8 程度とかなり大きく、その反射率は 0.1 以下であった。しかしながら、CADMAS-SURF による検討では、最適空隙率は抗力係数によって変化し、抗力係数が 0.5 に小さくなると最適空隙率は 0.7 程度となり、極小反射率は 0.3 程度となる。これらのことから、高い空隙率のもとで、大きい抗力係数が得られるような構造とすることで、高い消波効果が期待できることが示唆される。
- (2) 最適開口比の直立スリットケーソンと最適空隙率の多孔性構造物を比較した結果、スリットケーソンでは、反射率が周期によって大きく変化するのに対し、多孔性直立構造ではより広い周期の範囲で低反射性を確保できるという利点があることが例証された。