

三次元造波水槽端に用いる消波装置の開発とその特性について

九州産業大学 正会員 ○奥蘭英明

九州産業大学 正会員 阿部孝行

1. はしがき

海岸・港湾工学における基礎的研究や、構造物の模型実験などを行う造波水槽においては、一般に造波装置と相対する水槽端に消波装置が設置される。特に、実際海域と同様な方向スペクトルを持った不規則波実験を行う平面水槽では、精度の高い実験を行うためには、入射波の周期や波向によらずできるだけ反射率の低い消波装置が必要とされる¹⁾。

ここでは、二次元造波水路において、断面形状の異なる数種の消波装置の比較実験を行い、これをもとに多方向不規則波造波装置をもつ平面水槽に用いる消波装置を選定し、その反射率特性について検討を行った。

なお、ここで検討した消波装置の特長は、周期の短い波は水面付近の緩やかな勾配により砕波させ、周期の長い波は透過壁背後に設けた遊水部の効果²⁾により消波させるところにある。

2. 二次元造波水路による消波装置の開発

実験は図-1に示すように、長さ18m、高さ70cm、幅40cmのピストン式造波装置をもつ2次元水路において、水深を $h=50\text{cm}$ として行った。

消波装置は、直径6.4cmのプラスチック・ボールを寸切りボルトにより串刺しにしたもので構成し、断面形状は図-2に示すような様勾配(1:6)と3次曲線($y = -0.001x^3$)をなすもののほか数種作製した。なお、消波装置と背後不透過壁の間は45cm開けた。

入射波の周期は $T=0.82\sim 2.24$ 秒すなわち $\sigma^2h/g=0.4, 0.5, \dots, 3.0$ (σ は角周波数, g は重力の加速度)、波高は $H_1=5\text{cm}$ と 8cm の規則波である。

反射率は、図-1に示すように間隔 $\Delta\ell=15\text{cm}$ と 25cm として設置した3本の容量式波高計を用いて合田の方法³⁾により測定した。

図-3は、一様勾配消波装置の $H_1=5\text{cm}$ のときの反射率 K_r を、 σ^2h/g を横軸として示したものである。プラスチック・ボール2層で構成した透過壁の空隙率は $V=0.494$ 、厚さは $d=11.9\text{cm}$ 、全長は $\ell=360\text{cm}$ である。

反射率 K_r は、 $\sigma^2h/g=0.4$ で最も大きく0.55を示し、 σ^2h/g が大きくなる(周期が短くなる)に従って K_r は小さくなる傾向にある。

図-4は、消波装置断面が三次曲線で、入射波高が $H_1=5\text{cm}$ と 8cm のときの K_r を示す。ボール層は3層で、空隙率は $V=0.482$ 、厚さは $d=17.8\text{cm}$ である。 $H_1=5\text{cm}$ のときの K_r の値は、透過壁の全長が一様勾配消波装置の半分の180cmにもかかわらず、図-3と

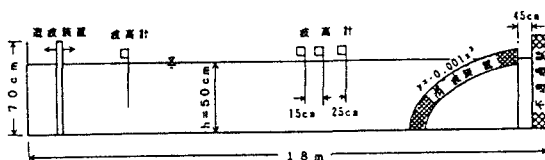


図-1 二次元造波水路概略

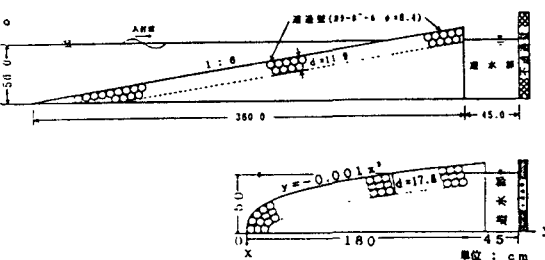


図-2 消波装置断面図(二次元水路)

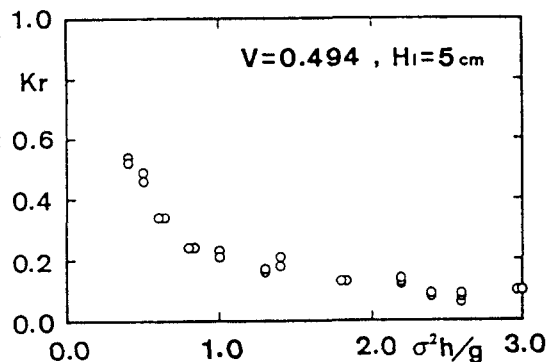


図-3 一様勾配消波装置の反射率(二次元水路)

同様な値を示す。

特に、 $H_1=8\text{cm}$ のときは、 $\sigma^2 h/g$ が 0.6 よりも大きい波に対しては K_r はすべて 0.2 以下となる。これより、平面水槽に用いる消波装置は三次曲線をなすものとした。

3. 平面水槽に用いた消波装置の特性

平面水槽は、図-5 に示すように、長さ 22.3m、幅 12.3m であり、幅 50cm の造波板 22 枚を 23 台のサーボモータにより駆動することにより、多方向不規則波を造波できる。水深は $h=50\text{cm}$ とし、消波装置は先に示した三次曲線断面と全く同じ形状のものとし、幅 10m に渡って設置した。ただし、消波装置内には、寸切りボルトの固定と、斜め入射波に対して消波効果を高めるための、厚さ 4mm のプラスチック板を 45.5cm 間隔で挿入した。また、消波装置の背後には、潮汐発生用の上下可動の矩形のブランジャーがあり、その位置は図-6 のように選定した。

図-7 は、入射波高 $H_1=5\text{cm}$ の規則波の反射率を示す。 $\sigma^2 h/g=0.8$ のとき $K_r=0.28$ とやや大きな値を示すが、これを除いた $0.4 \leq \sigma^2 h/g \leq 3.0$ の範囲で K_r は 0.2 以下となり、本装置の消波効果が優れているのが分かる。特に、 $\sigma^2 h/g=0.4$ の長周期の波に対しても反射率が小さくっており、二次元の場合と異なる。これは、ブランジャーの前後面と底面付近の渦によるエネルギー損失が寄与しているものと予想される。

図-8 は、消波装置に対して不規則波が直角に入射したときの反射率を示す。有義波高は $H_{1/3}=5\text{cm}$ であり、入射波の周波数スペクトルはブレッグシュナイダー光易型とした。反射率は入射波の周波数によらず実験範囲内ですべて 0.25 以下となり、不規則波についても、規則波と同様に消波効果が高いのが分かる。

4. むすび

ここでは、斜め入射や方向スペクトルをもつ不規則波についての実験は行わなかったが、今後、水槽側壁部分の消波装置の整備を進めるとともに、造波特性を明らかにし、港湾内の回折波現象などについての研究を行う予定である。最後に、熱心に実験と結果の整理を行った卒研生諸君に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 高山知司・平石哲也：サーベント型造波機で発生した多方向不規則波の特性、第34回海岸工学講演会論文集、pp.101~105、1987
- 2) 奥園英明・阿部孝行：造波部をもつ直立消波構造物前面の水面変動特性について、第33回海岸工学講演会論文集、pp.382~386、1986
- 3) 合田良美・鈴木康正：不規則波実験における入・反射波の分離推定法、港湾技研資料、No.248、pp.1~24、1976

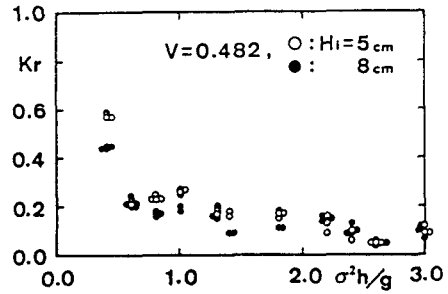


図-4 三次曲線消波装置の反射率（二次元水路）

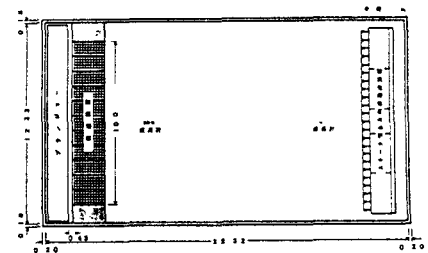


図-5 多方向不規則波造波装置をもつ平面水槽

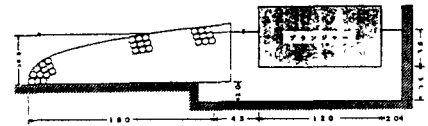


図-6 三次曲線消波装置の断面図（平面水槽）

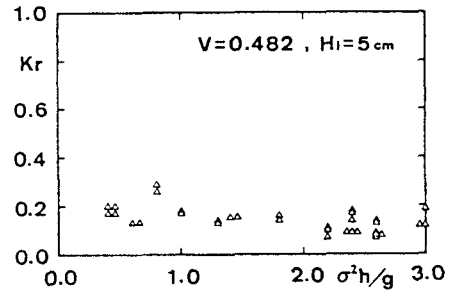


図-7 規則波に対する反射率（平面水槽）

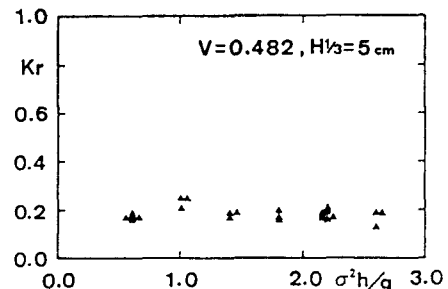


図-8 不規則波に対する反射率（平面水槽）