

神戸市立高専都市工学専攻科 学生員 ○山野 貴司
 神戸市立高専都市工学科 正会員 辻本 剛三
 大阪市立大学土木工学科 正会員 角野 昇八
 近畿大学土木工学科 正会員 竹原 幸生
 大阪市立大学環境都市工学科 正会員 重松 孝昌

1. はじめに

現在、沿岸部の環境保全を目的として多くの防波堤が開発・施工されてきたが、防波堤で囲まれた水域は産業廃水や生活排水によって水質が低下している。近年、この問題を解決するために防波堤の内外での海水交換が容易であり、臨海リゾート地のようなレクリエーションの場として利用できるように、景観を損なわないような防波堤の開発が要望されるようになった。これらの条件を満たすものとして角野ら¹⁾は、没水型防波堤(没水平板)を提案した。本研究では、この没水平板周辺の流動特性を画像計測により詳細に計測し、さらに、没水水平透過板を傾斜させた場合の消波効果を実験的に明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

実験は、長さ 16m、幅 60cm、深さ 80cm の二次元造波水槽を用いて行った(図-1 参照)。透過板模型は、図-2 のような 96cm×60cm の平板に、開口率を 10% とするために 1cm×48cm のスリットを 12 本設けている¹⁾。画像計測は PIV を用い、レーザー光線を平板の下部から上部へ照射し、レーザーが平板を通過するように平板の中央部をアクリル板で作成した。PIV のアルゴリズムは、Super Resolution KC 法²⁾、トレーサーには、直径 50 μ m、比重 1.02 のナイロン粒子を用いた。実験条件は、水深 37cm、天端上水深 5cm、周期 1.22 秒、波高 6.6cm である。

表-1 に、透過板の消波効率を求める実験条件を示す。波高は、3 本の波高計を用いて、合田による入射分離法により、入射波高 H_I 、反射波高 H_R および透過波高 H_T を測定し、図-3 の構造諸元、透過率 K_T 、反射率 K_R 、エネルギー消費率 K_L を用いて消波効率を検討する。ちなみに、エネルギー消費率 K_L は次式とする。

$$K_L = 1 - K_T^2 - K_R^2 \quad (1)$$

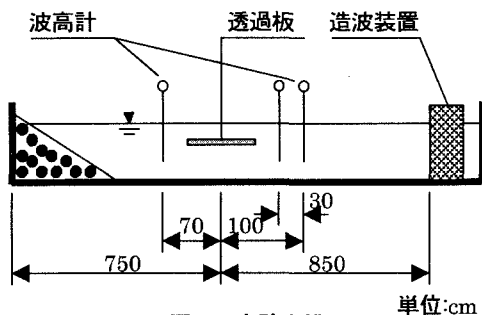


図-1 実験水槽

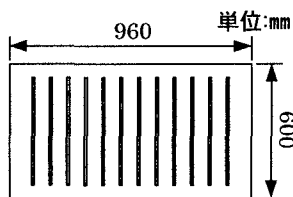


図-2 没水水平透過板模型

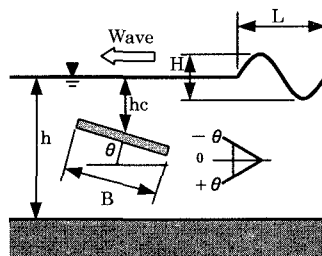


図-3 構造諸元

表-1 実験条件

周期 T(sec)	1.23, 1.35, 1.48, 1.60, 1.72, 1.84, 1.96, 2.09
水深 h(cm)	32, 37, 39, 42
天端水深 hc(cm)	0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0
傾斜角 $\theta(^{\circ})$	-6, -3, 0, 3, 6
波形勾配 H/L	0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.1
相対水深 h/L	0.09, 0.10, 0.11, 0.12, 0.13, 0.14, 0.15, 0.16, 0.17, 0.18, 0.19, 0.20, 0.2

Takashi Yamano, Gozo Tsujimoto, Syohachi Kakuno, Kohsei Takahara, Takaaki Shigematsu

3. 実験結果と考察

図-4、図-5 に画像計測により得られた波の峰および波の谷が平板上に到達したときの流速ベクトルの空間分布を示す。また、図中の破線で囲まれた領域は透過平板を表している。図-4 は、波の峰が到達した場合である。横軸 5cm, 12cm, 19cm 付近の開口部をみると、水粒子が、開口部を通して平板の下部から上部へ移動しているのがわかる。そして、平板開口部を通過後、時計回りもしくは反時計回りの渦となり、拡散している。次に、図-5 は、波の谷が到達した場合である。この場合は、開口部付近において、平板の上部から下部にかけて水粒子が移動しているのがわかる。波の峰の場合では、開口部の通過による渦の発生によって、平板上の流れが乱れているのに対し、波の谷の場合では、平板上の流れは岸向き流れのみが生じ、開口部による影響がほとんど見られない。このことから、透過没水平板の消波特性の最も大きな要因は、平板上の碎波よりも、むしろ波の峰が平板上に到達した場合に、開口部を通して平板の下部から上部へ流れが移動することによって、平板周辺で渦が乱れ、波高を減少させることにあると考えられる。

図-6～図-8 は、傾斜角 $\theta=0^\circ$ と、 $\pm 6^\circ$ の 3 種類の設置状態で、天端上水深 $h_c=5\text{cm}$ 、水深 $h=37\text{cm}$ 、周期 1.48 秒とした場合の、透過率 K_T 、反射率 K_R およびエネルギー消費率 K_L である。透過率 K_T をみると、傾斜角 $\theta=0^\circ$ の場合は、入射波高の 60% 前後であるのに対し、傾斜角 $\theta=\pm 6^\circ$ の場合は、入射波高の 50% 程度となっている。さらに、傾斜角 $\theta=6^\circ$ のほうが、 -6° の場合よりも、多少透過率 K_T が下がっているのがわかる。しかしながら、反射率 K_R についてみると、傾斜角 $\theta=-6^\circ$ では 0° のときよりも下がっているのに対し、傾斜角 $\theta=6^\circ$ のときでは、 0° のときよりも反射率 K_R は高く、傾斜板どうしでみると 20% 程度の差が生じている。そのために、エネルギー消費率 K_L は、傾斜板の場合では、どちらも水平板よりはエネルギーを多く消費しているが、傾斜角 θ が正の場合と負の場合を見比べると、ほとんど差がなくなってしまっている。

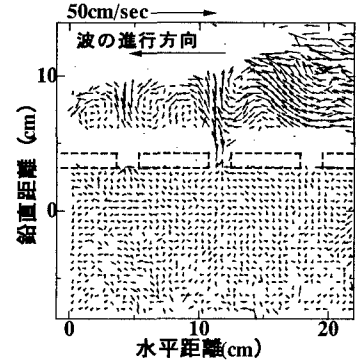


図-4 流速分布

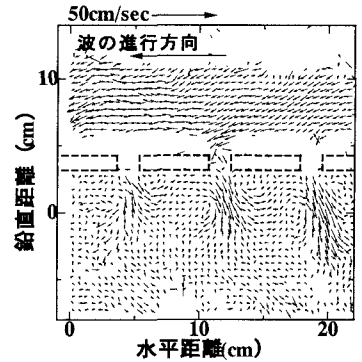


図-5 流速分布

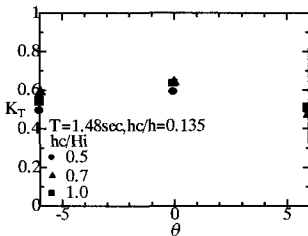


図-6 透過率

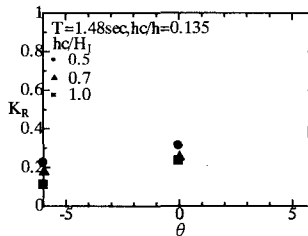


図-7 反射率

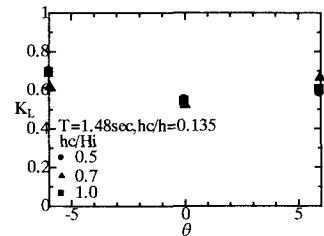


図-8 エネルギー消費率

4. まとめ

没水水平透過板を傾斜させて設置した場合、平板沖側端を平均没水深よりも上げた場合の方が、沖側を下げた場合よりも透過率は良くなるが、反射率が高くなるので、エネルギー消費率はあまり変わらない。しかしながら、傾斜の場合は、水平に設置した場合よりは、確実に消波効率は良くなる。

参考文献

- 1) 角野, 佐々井, 遠藤: 新しいタイプの人口リーフ堤体の水理特性に関する研究, 海洋開発論文集, Vol. 13, pp25-30, 1997.
- 2) 竹原幸生, R. J. Adrian, 江藤剛治: Super-Resolution KC 法の提案, 水工学論文集投稿中