

有孔没水平板の水利特性に関する研究

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，沿岸海域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，外海との海水交換機能を持ち，レクリエーションの場で利用できるように，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．これらのように，沿岸海域の景観や生態系を考慮した防波堤として角野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，有孔没水平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)．水平透過板模型は，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 μm，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，合田による入反射分離法により，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．

$$K_L = 1 - K_T^2 - K_R^2 \tag{1}$$

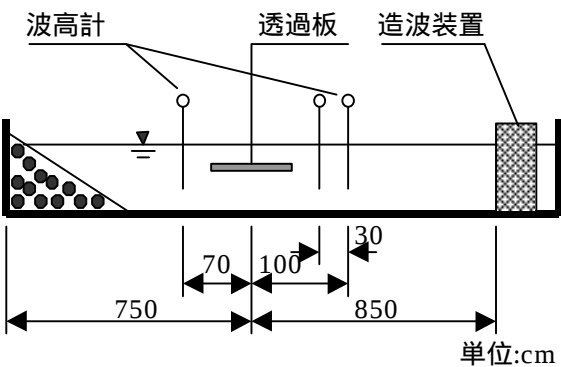


図-1 実験水槽

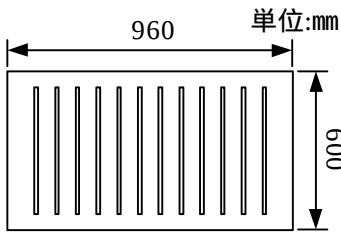


図-2 没水平透過板模型

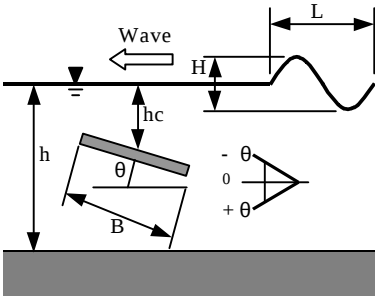


図-3 構造諸元

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)	37, 42
天端水深 hc(cm)	5.0, 10.0
傾 斜 角 $\theta(^{\circ})$	-10, -6, -3, 0, 3, 6, 10
波形勾配 H/L	0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07
相対水深 h/L	0.09, 0.10, 0.11, 0.12, 0.13, 0.15, 0.16, 0.17, 0.19, 0.21

Key words 没水平板，波，消波特性

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, それによって乱れた水粒子は, 岸向き流れによって移動する. 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, 平板下部にも同じような渦が発生しているが, その周辺の流れはほとんど無く, 岸向き流れのみが生じている. これらのことから, 有孔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水粒子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.

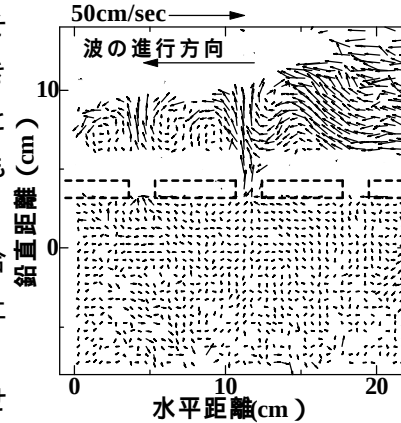


図-4 流速分布

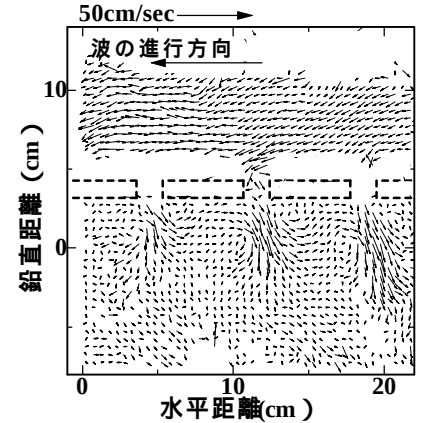


図-5 流速分布

図-6 ~ 図-8 は, 傾斜角 $\theta = 0^\circ, \pm 3^\circ$ および $\pm 6^\circ$ の 5 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, 図-9 ~ 図-11 は, 傾斜角 $\theta = 0^\circ, \pm 6^\circ$ および $\pm 10^\circ$, 天端上水深 $h_c = 10\text{cm}$, 水深 $h = 42\text{cm}$ 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. 水深 37cm の場合では, -6° よりも $+6^\circ$ の方が透過率は多少小さくなるが, $+6^\circ$ の反射率が大きくなるために, エネルギー消費率はあまり変わらなくなる. 水深 42cm の場合では, θ が正の場合の方が透過率は小さくなり, 反射率が多少大きくなることをふまえても, エネルギー消費率そのものは確実に大きくなっている.

まとめとしては, 天端上水深が小さい方が消波効率は良くなり, 透過没水平板の場合では, 平板沖側端を上げた方が沖側端を下げるよりも消波効率は良くなるが, 反射率は大きくなる.

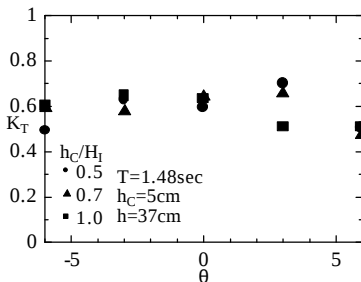


図-6 透過率

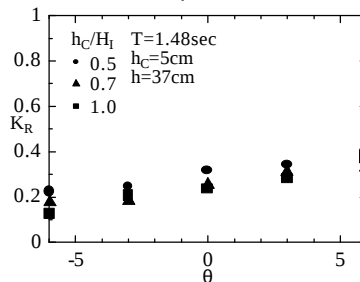


図-7 反射率

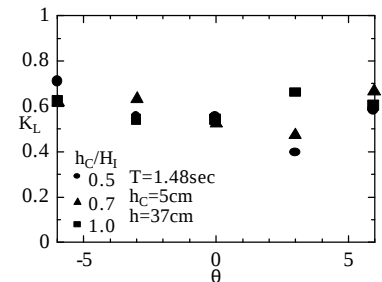


図-8 エネルギー消費率

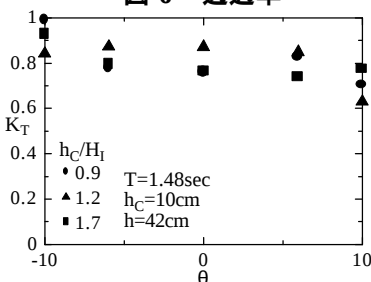


図-9 透過率

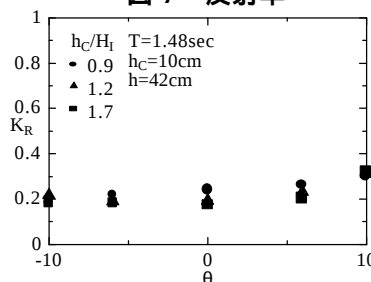


図-10 反射率

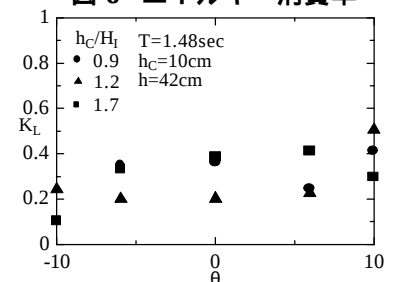


図-11 エネルギー消費率

参考文献 1) 角野昇八, 佐々井伸行, 遠藤正男: 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