

消波ブロック堤芯壁の防波特性¹⁾

坂本 洋一* 宮地 陽輔**

目 次

まえがき

1. 実験装置および実験方法

(1) 実験装置

(2) 芯壁構造と実験条件

2. 実験結果

(1) 不透過板の高さと波高伝達率

(2) 1枚多孔板の空隙率と波高伝達率

(3) 2枚多孔板の効果

3. 結 論

あとがき

引用文献

参考文献

まえがき

傾斜堤はケーソンなどの直立堤と異なり、港外からの波浪を堤体で強制碎波させてそれを阻止する構造で、消

波ブロック堤の場合、低反射でしかも透過性のあることが特徴である。そしてその特徴が防波堤としての長所でもあり短所でもある。

能取漁港や抜海漁港の防波堤では、伝達波の低減や漂砂防止のため、傾斜堤内に不透過壁を用いている。その効果については竹田がその有効性を示唆しているところであるが²⁾、傾斜堤内に芯壁を設置する場合、どの程度の防波効果があるのか、不透過板と多孔板との場合について実験を実施したので、ここにその結果を報告する。

1. 実験装置および実験方法

(1) 実験装置

実験に使用した水路は図-1に示す小型造波水路で、ペンデュラム型の起波機を備えている。水路の途中から最終端までの間は水路を2つに仕切り、その一方に模型を設置した。実験縮尺は1/25で、実験はフルードの相似律にしたがった。

波高の測定には容量式波高計を使用し、無現象オシロ

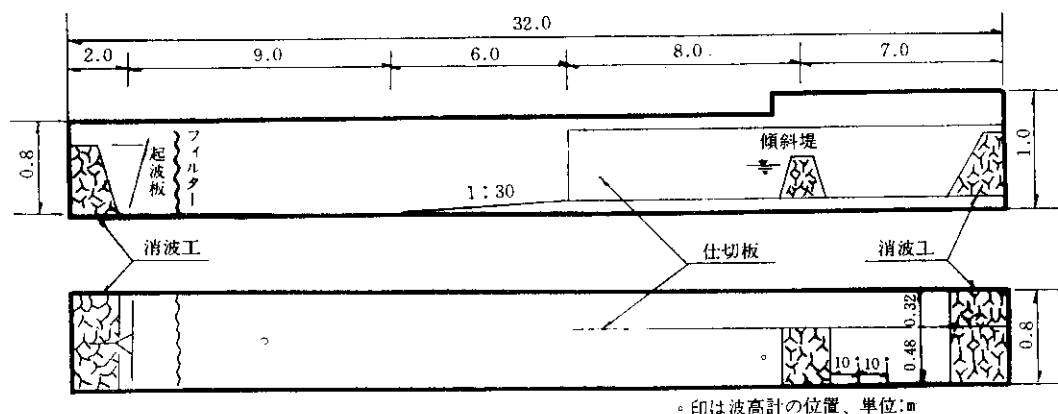


図-1 実験装置

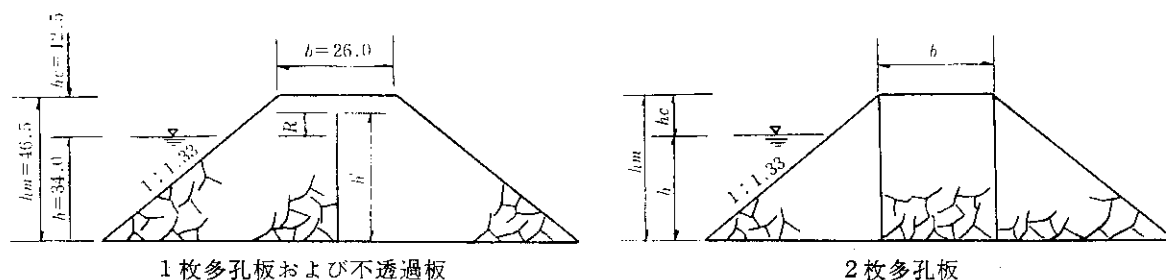


図-2 模型堤体

*港湾研究室員 **同室主任研究員

グラフに記録させ読み取った。入射波高は、当初模型の設置していない水路での波高を用いる予定であったが、無堤時に仕切板の両側水路で波高が必ずしも一致しなかったため、ヒーラーの方法により反射波から入射波高 H_i を求めた。伝達波は堤体背後 1 m および 2 m の 2 か所で測定し、その平均値を伝達波高 H_t とし、上記の入射波高との比より波高伝達率 $K_t = H_t/H_i$ を求めた。

(2) 芯壁構造と実験条件

実験に使用したブロックは 480 g テトラポッドで、図-2 に示す堤形状とした。堤体内に設置した芯壁は同図に示すように、1 枚の場合堤体中央に、2 枚の場合天端の法肩にそれぞれ 1 枚ずつ、設置した。芯壁はいずれも厚さ 18 mm の合板を用い、多孔板では直径 $\phi=15$ mm, 24 mm および 30 mm の円孔をあけ、表-1 の空隙率とした。多孔板を写真-1 に示す。

表-1 芯壁諸元

		$\frac{h'}{h_m}$	空隙率 γ
不透過板		1.0	—
		0.9	—
		0.8	—
		0.7	—
		0.6	—
		0.5	—
多孔板	1 枚	1.0	10
		1.0	20
		1.0	30
	2 枚	1.0	10
		1.0	20
		1.0	30

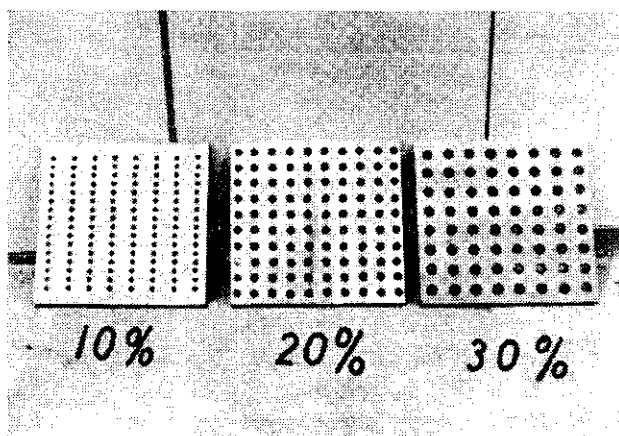


写真-1 実験に用いた多孔板

実験波はいずれの場合も周期 $T=1.2$ sec, 1.6 sec, 2.0 sec および 2.4 sec の 4 種類とし、波高は約 2 cm から天端を越波しない高さまでとした。

2. 実験結果

実験においては、仕切板と木製固定床との継目や芯壁と水路との合端などにわずかな隙間があったため、堤体高まで不透過板を設置した場合においても、伝達率は 0.1 前後になった。この合端などの隙間は今後完全にふさいだ実験を行う予定であるが、以降に述べる不透過板や多孔板の空隙率の効果については、完全に隙間がふさがっていない点に留意されたい。

(1) 不透過板の高さと波高伝達率

入射波高と伝達率との関係を周期別を示したのが図-3~6 である。図中の記号は静水面上の芯壁高 R を示

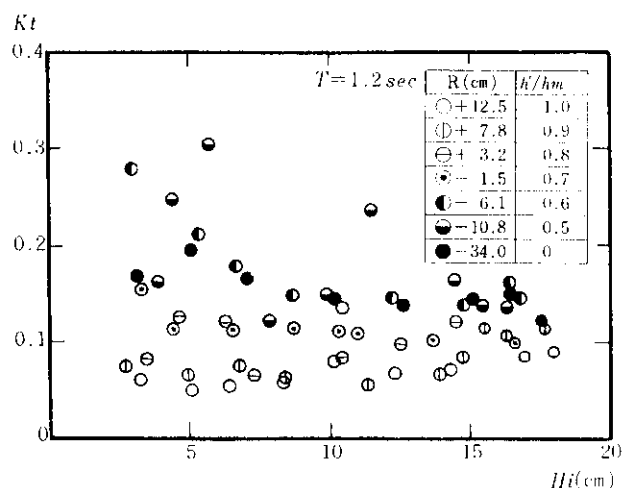


図-3 芯壁高別の波高と伝達率の関係 ($T=1.2$ s)

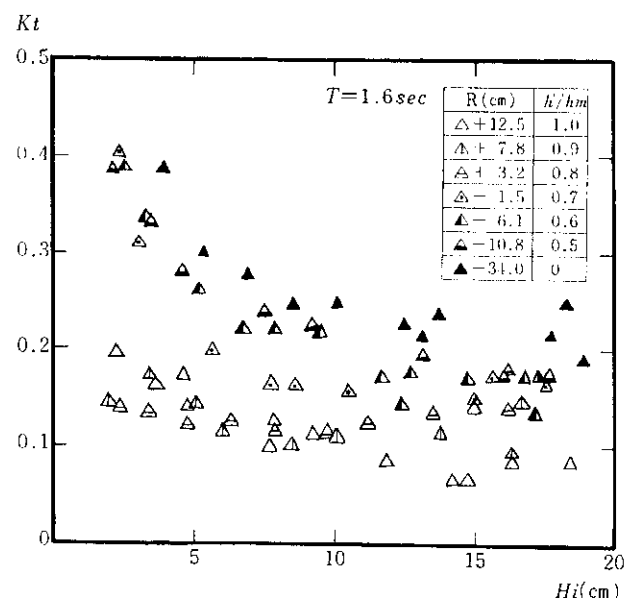


図-4 芯壁高別の波高と伝達率の関係 ($T=1.6$ s)

したもので、正の場合静水面以上に、負の場合静水面以下に芯壁天端があることを示す。

これらの図より芯壁高 R の効果を見ると、 R が正の時伝達率は一般に小さく、波高が大きくなると伝達率はほぼ一定の値を示している。 R が負となると伝達率は大きく、波高の増加とともに伝達率が反比例的に減少する傾向が認められる。

また周期別に見ると、周期が大きくなるにつれて伝達率が大きくなる傾向を示し、波高が小さい時にそれが顕著である。

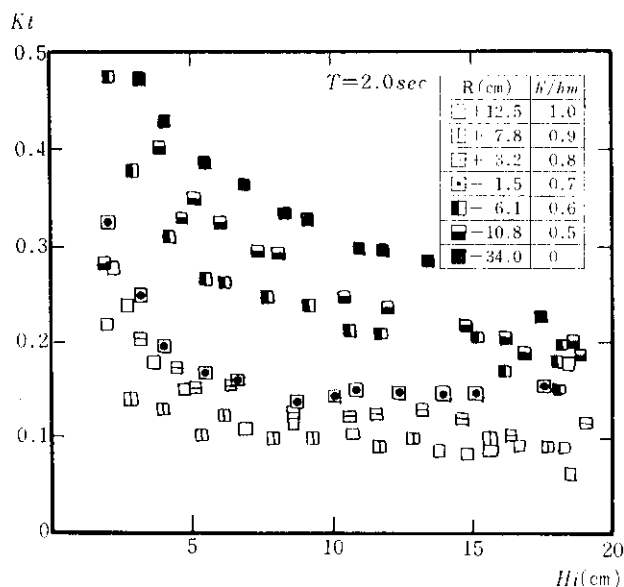


図-5 芯壁高別の波高と伝達率の関係 ($T=2.0$ s)

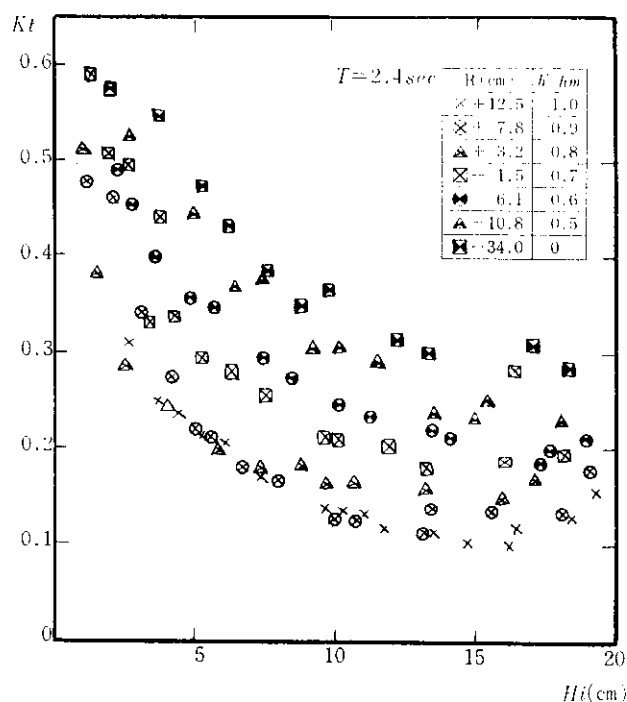


図-6 芯壁高別の波高と伝達率の関係 ($T=2.4$ s)

図-7 は芯壁高と伝達率との関係を示したものである。図中の記号は波高と周期を区分したものである。ほぼ同一の波高と周期においては、芯壁が静水面以下の時、伝達率は芯壁が水面に近づくにしたがい直線的に減少するが、芯壁が静水面以上になるとその減少の度合いは小さくなる。波高の影響を見ると、周期にかかわらず波高が大きいと伝達率は小さな値を示し、 R が負の時にその傾向は顕著である。一方周期については、周期の短かいものほど伝達率は小さな値を示す傾向がある。

以上により、 R が正で大きい時、伝達率は小さな波高を除いてほぼ一定の値を示すが、 R が負となると伝達率は波高の増加に反比例して減少する。また周期が長くなるほど伝達率は大きくなる。

これらのことから、芯壁高 R および入射波高 H_i が伝達率 K_t に強く支配していると考えられる。したがって、波高 H_i に対する静水面上の芯壁高 R との比 R/H_i と伝達率 K_t との関係を求めたものが図-8である。

データは周期によるバラツキが見られるが、 R/H_i が負の時伝達率 K_t は直線的に減少し、 R/H_i が正になるとほぼ一定の値になっている。模型堤体に芯壁を設置しない場合の伝達率は波形勾配の影響があるため、一定の値とはならないが、おおむね 0.2~0.4 の間にあった¹⁾。芯壁を設置すると R/H_i が負の場合では伝達率がおおむね 0.15~0.4 の間にあり、あまり効果が見られない。しかるに、 R/H_i が正の場合においては伝達率がほぼ 0.1~0.2 の低い値となっている。したがって、不透過板によって傾斜堤の波高伝達率を小さくしようとすれば、不透過板の高さを静水面以上にすることが望ましい。

(2) 1枚多孔板の空隙率と波高伝達率

孔径および空隙率を変えた多孔板を芯壁に用いた。小川、時川³⁾らは多孔壁の水理特性に関する実験から、孔の大小が伝達率に与える影響はないことを明らかにしている。したがって、以下においては孔径の影響を無視し、空隙率と伝達率 K_t の関係について検討した。

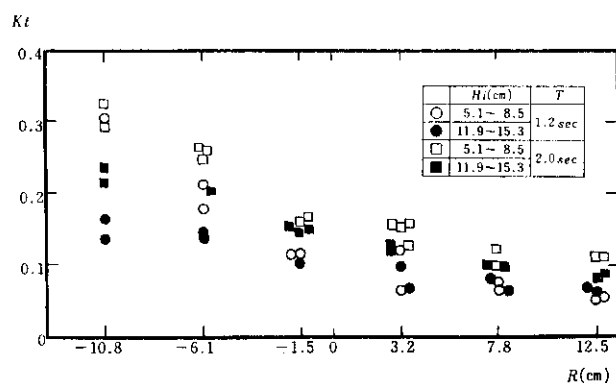


図-7 波高別の芯壁高と伝達率の関係

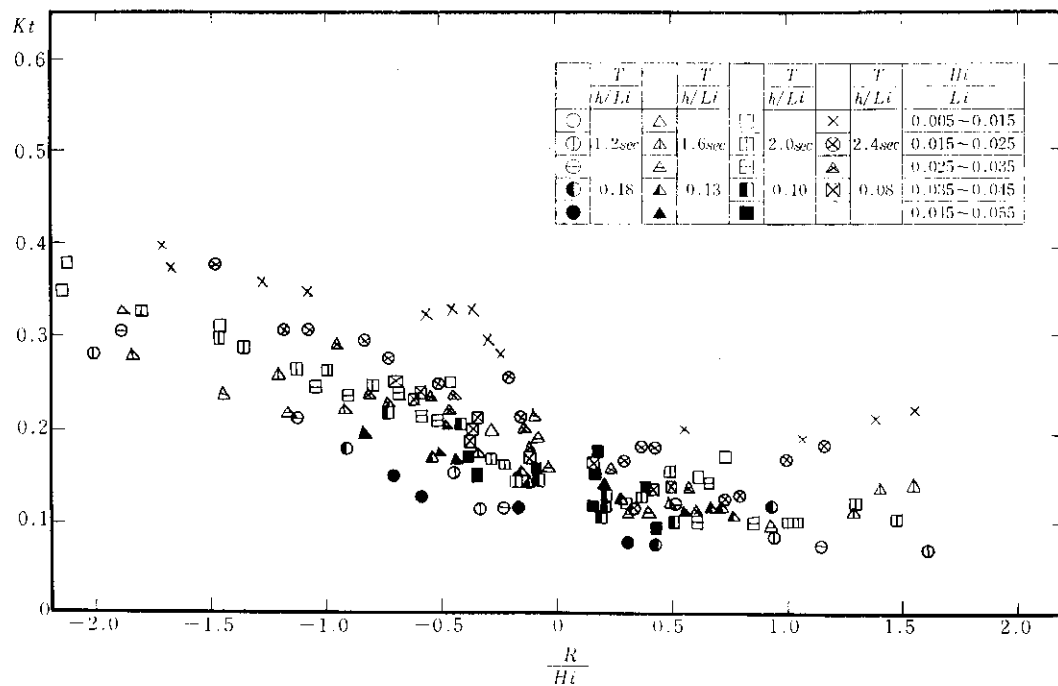


図-8
芯壁高の効果

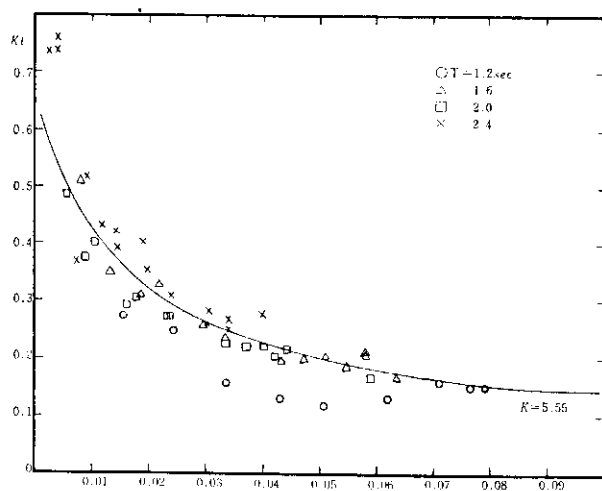


図-9 多孔板の波形勾配と伝達率の関係
(1枚多孔板, 空隙率 $\eta=10\%$)

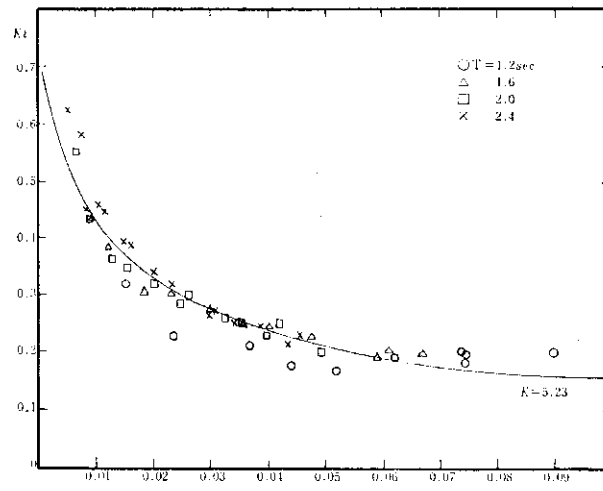


図-11 多孔板の波形勾配と伝達率の関係
(1枚多孔板, 空隙率 $\eta=30\%$)

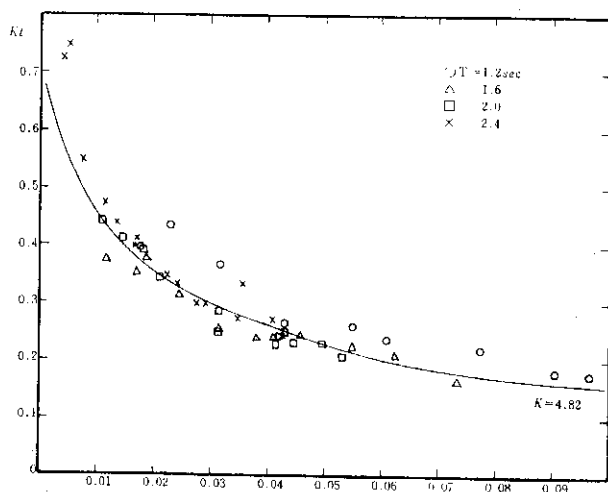


図-10 多孔板の波形勾配と伝達率の関係
(1枚多孔板, 空隙率 $\eta=20\%$)

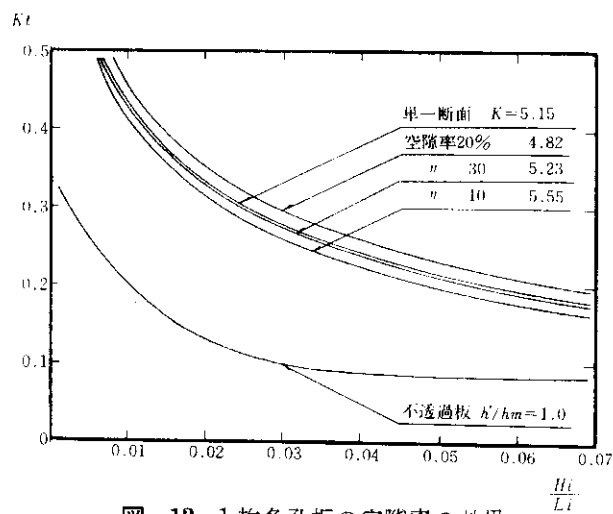


図-12 1枚多孔板の空隙率の効果

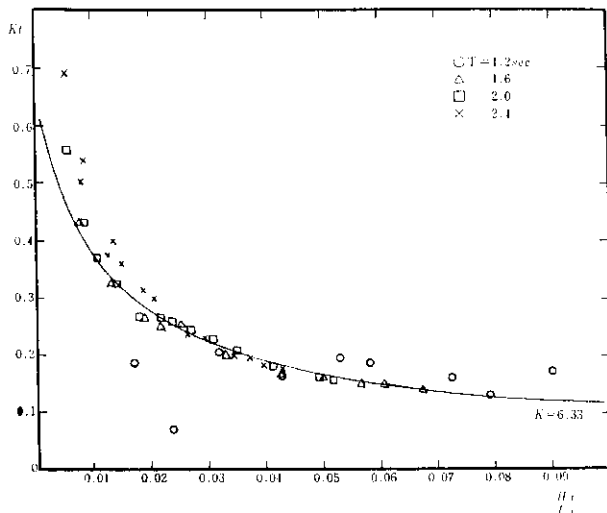


図-13 多孔板の波形勾配と空隙率の関係
(2枚多孔板, 空隙率 $\eta=10\%$)

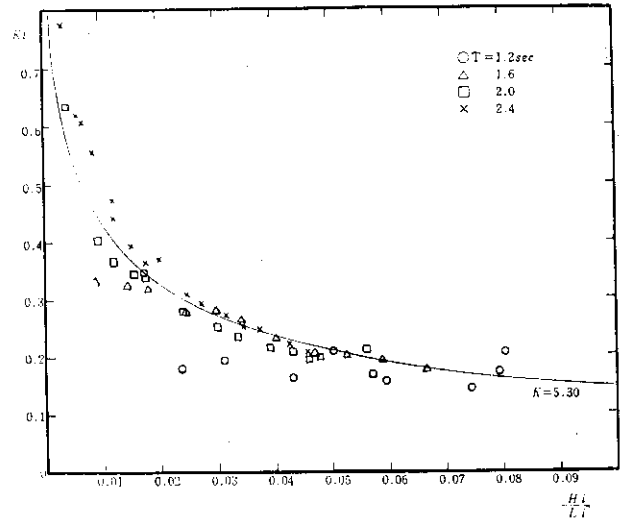


図-15 多孔板の波形勾配と空隙率の関係
(2枚多孔板, 空隙率 $\eta=30\%$)

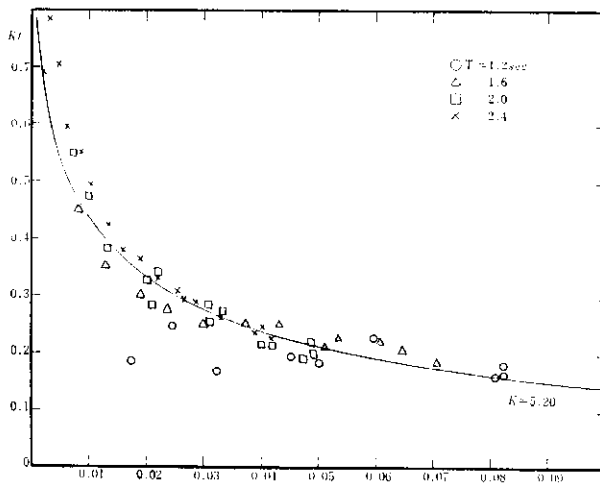


図-14 多孔板の波形勾配と伝達率の関係
(2枚多孔板, 空隙率 $\eta=20\%$)

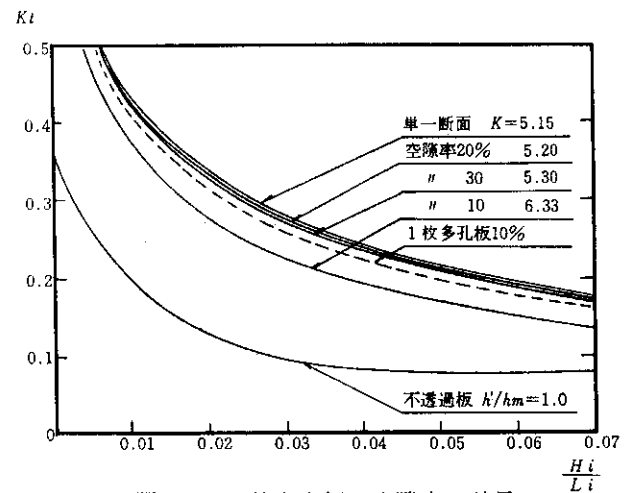


図-16 2枚多孔板の空隙率の効果

非越波時の単一断面における波高伝達率 K_t は、次式によって表わされる⁴⁾。

$$K_t = \frac{1}{(1 + K\sqrt{H_i/L_i})^2} \quad (1)$$

多孔板を有する傾斜堤にも式(1)が適用できるものとして、実験値から定数 K を逆算して求めた。図-9~11は1枚多孔板の波形勾配 H_i/L_i と伝達率 K_t の関係を示したものであるが、実験値は(1)式を表わす実線の近傍に分布している。これから実験結果を式(1)で近似してさしつかえないことがわかる。

図-12はそれらを比較したものである。なお不透過板については $h/h_m=1.0$ の実験値の中央値を記入した。図から空隙率 $\eta=20\%$ 以上においてはその効果は認められない。空隙率 $\eta=10\%$ の場合は若干低い値を示している。したがって、伝達率の低減効果を期待するならば、空

隙率 $\eta=10\%$ 未満にしなければならないと考えられる。

(3) 2枚多孔の效果

2枚多孔板の波形勾配 H_i/L_i と伝達率 K_t の関係を示したものが図-13~15である。これらの図の実験結果も1枚多孔板の場合と同様に式(1)で近似することができる。図-16はそれらを比較したもので、空隙率 $\eta=20\%$ 以上では1枚の場合と同様その効果は認められない。なお空隙率 10% の場合、1枚多孔板のときより伝達率は約 0.05 減少している。

3. 結 論

本実験の結果は次のとおりである。

- 1) 不透過板の高さを静水面以上にとすると防波効果は著しい。
- 2) 不透過板天端が静水面以上の場合、波高の違いによる伝達率の変化は天端が静水面以下の場合より少ない。

3) 1枚多孔板を傾斜堤内に設置する場合、その空隙率が10%以上ではその効果が期待できない。

4) 空隙率10%の場合、多孔板を2枚設置すると1枚の場合より伝達率で約0.05減少する。

あ と が き

本実験は、消波ブロック傾斜堤に芯壁を設置した時の伝達波特性について述べたものであるが、実際の設計に役立たせるためには今後次のような点を検討する必要がある。

① 不透過板の場合については、波高や周期の影響をさらに詳しく調べなければならない。

② 多孔板の空隙率10%未満の場合について、さらに伝達波特性を明らかにする必要がある。

なお、今後多孔板内に消波ブロックを入れずに遊水部

としたときの構造についても、伝達波特性を求める予定である。

引 用 文 献

- 1) 坂本、宮地、吉本ほか；傾斜堤の水利機能に関する調査研究(第3報)―伝達波特性―、第23回北海道開発局技術研究発表会論文集(1980)。

参 考 文 献

- 2) 竹田；消波ブロック傾斜堤内不透過壁の防波効果、土木学会北海道支部論文集(1980)。
- 3) 小川、時川；多孔型ケーソンタイプ消波防波堤の特性、第23回海岸工学講演会論文集(1976)。
- 4) 及川ほか；傾斜堤の水利機能に関する調査研究(第1報)、第21回北海道開発局技術研究発表会論文集(1978)。

研究動向の紹介

ロックフィルダム粗粒材のせん断試験装置

土や岩石を使用して作るロックフィルダムは、中心部分にある土の部分により水を止め、上下流に積んだ岩石の部分により土の崩壊を防ぐとともに、ダムの安定を保つ。この岩石(粗粒材)の部分には、直径が1mを越えるようなものを用いることが少なくない。ロックフィルダムの安定を保つためには、粗粒材のさまざまな性質(耐久性、密度、透水性、せん断強さなど)が優れていなければならない。特に上流や下流の斜面の崩壊(すべり破壊)と関係の深いせん断強さの大きいことが重要である。粗粒材は大塊の岩石を含むために、このせん断強さを直接、実験により求めるとなると非常に大きな試験装置が必要となり、簡単に実験を行うことが不可能となる。幸いなことに、粗粒材がすべり破壊を起こすときには、大塊の岩石の壊れることはなく、大塊の岩石の間に詰っている比較的小さな粒子の集まった場所ですべりが発生する。このため、粗粒材の試験では岩石の大きさある程度までに限定することができる。このため、通常の粗粒材の試験では岩石の最大の大きさを6~20cmの範囲とすることが多い。

土や粗粒材のせん断強さを調べる装置の代表的なものに、三軸圧縮試験装置と一面せん断試験装置がある。前者は、円柱状に作った試験試料の周囲をゴム膜でおおい、その外側から圧力を加えておき、縦方向に圧縮する。こ



大型一面せん断試験装置

(せん断面積1m²,最大垂直荷重100t/m²)

うすると、円柱状試料の任意の面(最もせん断抵抗力の小さな面)で粗粒材のせん断が起きる。後者は、上下に分かれた箱の中に粗粒材を入れ、縦方向に一定の荷重を加えておき、横方向からせん断荷重を加える。この時、