

II-317

水平消波管の消波特性に関する実験的研究

日本大学理工学部 学生員 大 川 衛 人
 日本大学理工学部 正 員 長 尾 義 三
 日本大学理工学部 正 員 岩 井 茂 雄

1. はじめに

本実験では、景観性を損なわず、利用空間の高い、そして海水の交換機能を有したパイプ状の透水性消波構造物（以下水平消波管と呼ぶ）の開発を目指し、2次元水路による模型実験を行って、その消波特性（反射率、透過率、エネルギー損失率）を調べたものである。以下その結果を述べる。

2. 実験概要

2-1 実験模型：実験に用いた消波管は、図-1に示すように管口部、管内部の断面形状に変化を持たせたものである。同一形状、寸法の消波管を波の入射方向に向けて水平に多数設置し、波が消波管を通過するときに流れにかわり、かつ急縮・急膨を繰返すことで、エネルギーを低下させようとするものである。実験には断面形状、寸法を変えた5種類の消波管を用いた。その諸元を表-1に示す。

2-2 実験装置：日本大学理工学部総合水槽棟内の平面水槽（ $10 \times 4 \times 0.6$ m）の中央部に、幅80cmの間隔で導波板を設置し、2次元水路として用いた。造波板から4.5mの水路内に、開口率40%の基礎ブロックを置き、その上に消波管模型を設置した。水平消波管の概要を図-2に示す。

2-3 実験方法：表-2に示す実験波を造波し、容量式波高計により入・反射波および、透過波の波高を測定した。反射率の計算は合田らの入・反射波の分離推定法¹⁾によった。Type I, II, IIIさらにこの結果を用いて透過率を算定した。

3. 実験結果および考察

図-3および図-4にType I～Type Vの消波管の波形勾配 H/L と反射率 K_R および透過率 K_T の関係を示す。図中に同一水路で実験を行ったテトラポッドの値も併せて示した。反射率は、Type IIIを除くと、いずれの消波管も H/L が増加するに従って増加傾向を示すが、 $H/L > 0.05$ となると、一定もしくは減少傾向を示している。テトラポッドでは、 H/L が増加するに従い反射率は漸減傾向を示し、 $H/L > 0.05$ で一定値となるようである。Type IIIは、 H/L の変化に対応せず、ほぼ一定の高い反射率を示す。Type Vの H/L の小さい場合を除いて、いずれのTypeの消波管もテトラポッドより高い反射率を示している。

図-4に示した H/L と K_T の関係より、Type IIIを除くと、Type IとIIおよびテトラポッドでは H/L の増加に従い、透過率は漸増し、 $0.02 < H/L < 0.04$ の範囲で K_T がピーク値をとる。そして $H/L = 0.05$ 近くまで K_T は減少し、その後ほぼ一定となる。Type IVおよびVは、 H/L の小さい範囲では、 K_T の変化は少ないが、 $H/L > 0.04$ となると K_T が減少する傾向を示す。Type IIIでは、 H/L の増加に従い漸減傾向を示している。テトラポッドの透過率は、Type I～Vの消波管よりも大きくなり、水平消波管背面の静穏度はテトラポッドより小さくなるのが判る。

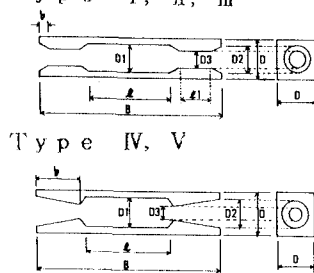


図-1 消波管模型

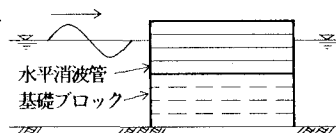


図-2 水平消波管

表-1 消波管模型諸元

(単位: mm) 表-2 実験波諸元

	Type I	Type II	Type III	Type IV	Type V
B	120		480	120	
D	25				
D ₁	20				
D ₂	20				
D ₃	10				14
l ₁	37	20		0	
l	26	60	420	80	
b	5			15	17
開口率 (ε)	12.5%				24.6%

水深	30.0 cm
実験波条件	周期
	0.71 sec
	1.00 sec
	1.27 sec
波長	77.4 cm
	137.2 cm
	190.5 cm
	217.2 cm
波高	4.0 cm
	6.0 cm

Type I と II の K_R , K_T の傾向を見ると, H/L の変化に対してほぼ同じ様に変化していることから, Type I と II の断面形状では l_1 の影響は無視できるとみなせる。Type IV は $l_1 = 0$ とし, 開口部の傾斜(テーパ角度)を緩くしたものである。Type IV は, Type I および II と同一開口率であるが, 反射率は Type I と II より低下し, 透過率はほぼ同様の傾向を示す。Type V では, Type IV に比べてさらにテーパ角度を緩くし, 開口率を 2 倍にしたため, 実験に用いた消波管の中で最も低い反射率となった。しかし, 透過率は, Type I ~ IV より大きくなった。以上のことから, 消波管のテーパ角度を緩くすると波が流入し易くなり, 反射率が低下し, さらに開口率を大きくすると, 流入量が増し, より反射率が低下することが明らかになった。Type III では, 管内の急拡部分の長さが Type I と II に比べて 16~7 倍の長さになっていることから, 管内に流入した水が管の後端から排水されるのに時間を要し, 波が管中へ流入しづらくなって H/L に関係なく反射率が高くなったのではないかと推察される。

図-5 に波形勾配 H/L とエネルギー損失率 K_L の関係を示す。 K_T Type III を除くと消波管の K_L は, H/L の増加に従って減少傾向を示す。Type III では H/L に関係なくほぼ一定となった。 $H/L < 0.03$ では, 消波管の K_L は 0.5~0.7 の範囲にあり, テトラポッドと同程度の K_L となっている。特に Type IV および Type V では, テトラポッドより大きな K_L になった。 $H/L > 0.03$ では, 多少のばらつきはあるものの Type IV および V の K_L は 0.50 以上あり消波管内の急縮・急拡構造によるエネルギー損失が十分に認められた。

4. まとめ

急縮・急拡の内部構造をもったパイプ状の透過性構造物(水平消波管)の水理模型実験を行い, 次の結論を得た。

- ① 開口部のテーパ角度が緩くなると, 波が流入し易くなり反射率が低下する。
- ② 開口率を大きくすると流入量が大きくなり, 反射率は低下するが, 消波管内の流れの影響が消波管背面の水域におよび, 透過率が高くなるようである。
- ③ 急拡部分を長くすると, 消波管内に流入した水の排出に時間を要し, 後からくる波の流入を妨げ, その結果反射率を高くすると考えられる。
- ④ 波長の長い波に対しては, 管の急縮・急拡によるエネルギー損失率が高いことが認められた。特に開口部のテーパ角度を緩くし, 開口率を大きくすれば, テトラポッド程度の消波効果が得られることが明らかとなった。

これらの結果から, 水平消波管は, H/L の小さな内湾のマリーナなどの防波堤として有効であるといえる。今回, 水平消波管の消波特性を限られた条件の下で定性的に調べた。今後さらに詳しい検討が必要であろう。

本実験を行うにあたり, 久保田鉄工(株)生産技術部の田中彬夫氏以下同部員の皆様より(模型の提供等)多大の協力をいただいた。また, 日本大学理工学部交通土木工学科卒業生 佐山正信君, および学部生の川崎政光君そして河野信夫君の協力を得た。深く感謝の意を表す。

一 参考文献 一

- 1) 合田良美他: 不規則波実験における入・反射波の分離推定法, 港湾技術資料, No. 248, pp. 1~24, 1976.

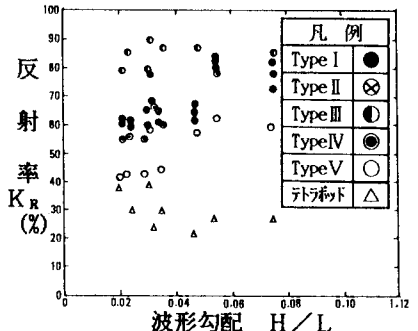


図-3 波形勾配と反射率の関係

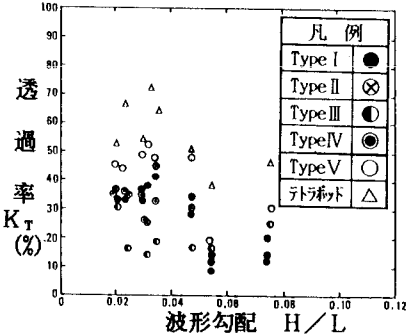


図-4 波形勾配と透過率の関係

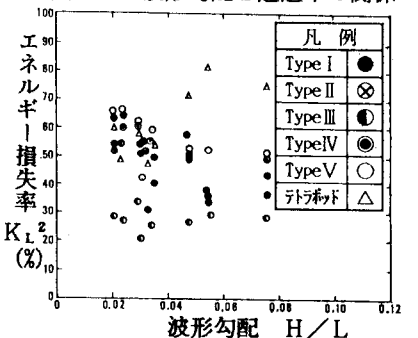


図-5 波形勾配とエネルギー損失率の関係