

II-422 多段水平板式透過性防波堤の消波特性 に関する実験的研究

株熊谷組 技術研究所 正員 山西博幸
株熊谷組 技術研究所 正員 新田良典

1. まえがき

従来の護岸や防波堤に代表される港湾構造物は沿岸域の保全を第一に考えたもので、波を遮断し静穏な水域を保持する形式であった。しかし、近年、この形式による弊害として、海水流通の阻害による水質の悪化、堤体前面の反射波の増大による小型船舶の航行に対する支障等の問題が指摘されている。また、構造物の大型化に伴い、製作ヤードを確保することが困難となっている。このような背景より、筆者らは、波浪の厳しい海岸域の静穏化を図り、水流の透過性に富み、かつ、構造物のプレハブ化施工が可能な水平板と鉛直板を多段に構成した防波堤を考案し、消波性能について一連の実験を行った。本実験は、消波性能の優れた構造形式を選定することを目的としており、構造物の構成条件の諸元変化と消波性能の関係を調べ、構造形式の最適化を図った。

2. 実験方法

実験は、反射波吸収式の二次元造波水路（長さ15m、幅0.3m、高さ0.45m）を用いた。実験方法は、図-1に示すように水路床に1/30の一様な海底勾配を設け、水深が0.2mとなったところで水平床とし、この平坦部に模型を設置した。模型の前後には波高計を所定の位置に設置し、沖側2台で反射波高を、岸側2台で透過波高を測定した。模型は縮尺を1/50とし、実験に使用した模型は図-2の基本型および基本型をベースに種々の構造条件を変化させたものも含め大別して4種類で（図-3参照）、空隙率、底板厚さもパラメータとした。その諸元を表-1に示す。なお、実験波は入射波高2.4, 6, 8cm、周期0.57~1.98秒を組み合わせた16種類とし、すべて規則波で行った。

3. 実験結果と考察

図-4は基本型で、空隙率 ε （通水面積/堤体面積 $D \times h$ ）を $\varepsilon = 0.3$ （TYPE-1）、 $\varepsilon = 0.4$ （TYPE-2）と変化させ、空隙率が消波特性に及ぼす影響を調

べたものである。これより、反射率 K_R は $\varepsilon = 0.4$ より0.3が、透過率 K_T は $\varepsilon = 0.3$ より0.4の方がこれらを低減させるのに効果的である。また、 B/L の変化に対して K_R はさほど大きな変化は見られないが、 K_T は $B/L > 0.25$

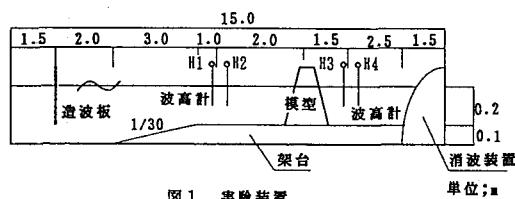
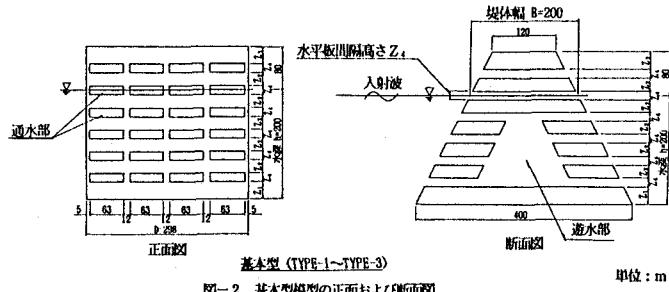


図1 実験装置



基本型 (TYPE-1~TYPE-3)

単位:m

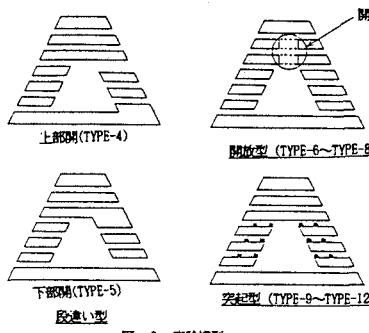


図3 実験模型

表-1 模型諸元

基 本 形 式	断面空隙率 ε			吸い戻 開口 箇所	開 口 部 置 所	実 験 箇 所
	L (cm)	W (cm)	h (cm)			
TYPE-1	3.2	2.4	3.2	1.6	0.3	—
TYPE-2	3.25	1.8	3.05	2.1	0.4	—
TYPE-3	7.25	1.8	3.05	2.1	0.3	—
TYPE-4	3.2	2.4	3.2	1.6	0.3	上部
TYPE-5	3.2	2.4	3.2	1.6	0.3	下部
TYPE-6	3.2	2.4	3.2	1.6	0.3	上部
TYPE-7	3.2	2.4	3.2	1.6	0.3	下部
TYPE-8	3.2	2.4	3.2	1.6	0.3	上下部
TYPE-9	7.25	1.8	3.05	2.1	0.3	—
TYPE-10	7.25	1.8	3.05	2.1	0.3	右端
TYPE-11	7.25	1.8	3.05	2.1	0.3	右端
TYPE-12	3.2	2.4	3.2	1.6	0.3	右端

において大きく低減し、波周期と空隙率の両方の影響を受けることがわかる。なお、図に示す計算値は本堤体を一様透過性体モデルと仮定し、ポテンシャル接続法の選点解法を用いた計算結果をプロットしたもので、その近似解は実験値を概略推定している。

図-5はTYPE-3とTYPE-11の消波性能の比較を行ったものである。ここで、TYPE-3は表-1に示すように水平板間隔高さ Z_4 はTYPE-2と同じで、底板厚さ Z_1 を約2倍にし、空隙率を $\varepsilon=0.3$ として長周期の透過波を低減させることを狙った模型である。TYPE-3では予測どおり長周期の K_T の低減に効果的であったが、TYPE-1, TYPE-2と同様、目標値($K_R \leq 0.5$ 、 $K_T \leq 0.6$)を満足させることができなかった。そこで、 K_R 、 K_T を同時に満足させるためには、水粒子の攪乱を促進させ、積極的に波のエネルギーを逸散させる必要があることから、TYPE-3に突起を設けたTYPE-11の模型を用い実験を行った。その結果、 K_R に関してはTYPE-3、TYPE-11ともさほど変化は見られないが、 K_T は大きく低減し、突起がエネルギー逸散に効果的であることが確認された。また、 K_R 、 K_T とも B/L の増加に従い減少することより、堤体幅を大きくすることは反射率、透過率を共に小さくするのに有効な手段と考えられる。図-6は、突起が消波特性に及ぼす影響を明確に把握するために、TYPE-11とTYPE-3との K_R 、 K_T 、 K_L^2 の差分を示したものである。 K_R に関しては、その差分がほぼ0付近に分布していることから、突起が反射率に及ぼす影響は少ないことがわかる。しかしながら、 K_T 、 K_L^2 に関しては、その差が顕著に表れており、突起をつけたものとそうでないものとの $|\Delta K_T|$ と $|\Delta K_L^2|$ は、0.1以上にも及び、突起が透過率の低減に効果的であり、特に、長周期の波に対して有効であることがわかる。図-11は、目標値に対するTYPE-1, 3, 11の実験結果をプロットしたもので、各々の構造型式に対する消波性能を一見して把握できるものである。これより、消波性能の目標値を満足する型式はTYPE-11の突起型であり、本型式を最適構造形式とした。

4. まとめ

①基本型の消波特性として、反射率は空隙率に、透過率は波周期と空隙率の両方に影響を受けることが明らかとなった。

②突起型の場合、反射率、透過率とともに B/L の増加に伴い減少する。これより、堤体幅を大きくすることは反射率、透過率を共に小さくするのに有効な手段と考えられる。

③水平板上に突起を設けても、反射率を高くすることなしに透過率を下げられる。

参考文献

- 吉田明徳・小島治幸・鶴本良博：波動境界値問題におけるポテンシャル接続法の選点解法、土木学会論文集、第417号/2-13、pp.265～274, 1990.

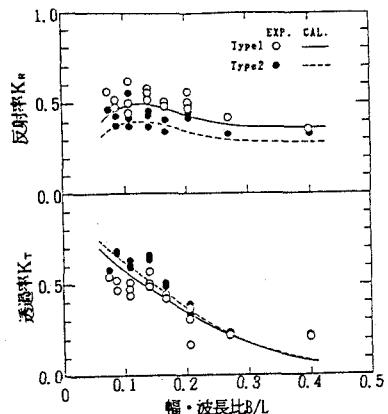


図-4 TYPE-1とTYPE-2の消波特性の比較

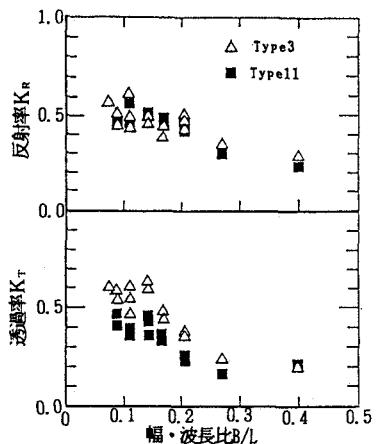


図-5 TYPE-3とTYPE-11の消波特性の比較

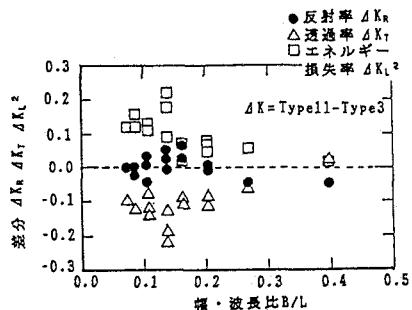


図-6 TYPE-3とTYPE-11の消波特性の差

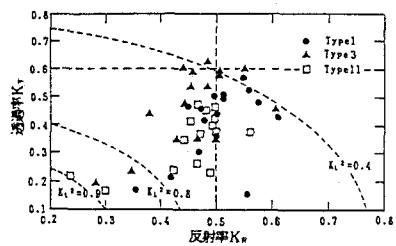


図-7 目標値に対するTYPE-1, 3, 11の消波特性