

砕波促進技術を応用した高消波性能を有する浮き消波堤の開発

山口大学大学院 学 ○山本一仁
 日本文理大学工学部 正 樋田操
 日本文理大学工学部 正 池畑義人
 日本文理大学大学院 学 山口裕昭

山口大学大学院 正 羽田野袈裟義
 九州大学大学院 正 松永信博
 日本学術振興会特別研究員 正 鶴崎賢一

1. 結論

昨年は我が国に10個の台風が来襲し、全国各地で多大な災害が発生したことは記憶に新しい。特に山口県のように水産業が重要な産業となっている地域では、台風によって発生する高波浪の港への進入を阻止するための消波構造物を設計することは重要な課題である。

消波構造物には、消波ブロックを使用したものがよく知られている。これらの構造物は一度設置すると撤去が困難であり、また海洋環境への影響も無視することができない。一方、浮き消波堤と呼ばれる浮体構造物は移動・撤去が容易であり、港内と港外の海水交換も阻害しない。これまでの浮き消波堤はポンツーンと呼ばれる箱型浮体を係留しただけものが大半であった。Kanzaki¹⁾は、このポンツーン型の浮き消波堤に図-1のようなトラスを取り付けて、消波能力を向上させたマリノタートルと呼ばれる浮き消波堤の性能の評価を進めてきた。

本研究では、マリノタートルのトラス底面に格子を取り付けることによって、砕波効率をより一層向上させることを試みた。

2. 実験概要

2.1. 実験装置

実験には図-2に示すような長さ32m、幅0.60m、高さ0.94mの二次元風洞付造波水槽を用いた。マリノタートルは、箱型浮体の前方と後方に消波トラスを取り付けた浮き消波堤である。この模型を製作し、トラスの底面に格子を取り付けた。格子はランチョンマットを加工して、格子幅2cm、4cm、6cmのものを製作した。

2.2. 透過率の算定 実験では表-1に示すように、波長 $L=0.49\text{m} \sim 4.36\text{m}$ 、周期 $T=0.56 \sim 2.00\text{s}$ の13種類の波を発生させた。全ての実験は、水深0.6mの条件で実施された。この結果、波長 L に対する水深 h の比である相対

水深 h/L は、表-1に示すような値になった。入射波の振幅は、入射波の波形勾配 H/L が0.05程度になるように調整された。ここで H は波高である。実験の手順を以下に示す。

- ① 図-2に示すように、マリノタートルの前後2点に波高計を設置した。
- ② Run.1~13において造波板の始動より3分経過してから0.05秒間隔で8192個のデータを取得した。
- ③ 分離推定法²⁾を用いて入・反射波と透過波の進行波・後退波の振幅を導き出した。
- ④ ③によって導き出した透過波の進行波の振幅と入射波の振幅から透過率を算出した。

2.3. 動揺の解析 浮体の動態を水槽側面からビデオ撮影し、得られた画像から図-1に示す浮体の図心と端部に付けられたマーカを追跡した。この追跡結果の座標からsurging（前後揺）およびheaving（上下揺）を算出した。浮体のみ（ $W=32\text{cm}$ ）の場合と、浮体幅 $W=32\text{cm}$ の浮体にトラス $a=16\text{cm}$ を取り付けて、格子なし、格子幅 $m=2\text{cm}$ 、 4cm の場合の撮影をした。撮影時間はそれぞれ8分間毎である。但し、波の条件は、表-1のRun.3、9、12の3ケースのみを使用した。従って、計12ケースを撮影し解析した。

3. 実験結果及び考察

3.1. 消波効果に対する格子の寄与の検討

図-3に堤体幅 $W=24\text{cm}$ の場合における相対水深に対する透過率の変化を示す。図-3から、透過率のトラス幅と格子幅への依存性を検討した結果、以下のことが分かった。

- ① トラス幅 $a=20\text{cm}$ 以上のときに格子を取り付けると、取り付けない場合よりも h/L が広い領域で透過率が良好に低減する。
- ② 格子幅の大小による消波効果の違いが見られたのは浮体幅 $W=24\text{cm}$ 、トラス幅 $a=16\text{cm}$ の条件であった。このときは、格子幅が2cmという最も小さい条件で顕著な消波効果が見られた。

表-1 実験条件

Run	波長(L) 単位:m	相対水深 (h/L)
1	4.36	0.138
2	2.79	0.215
3	2.27	0.264
4	1.86	0.323
5	1.54	0.390
6	1.28	0.469
7	1.07	0.561
8	0.92	0.652
9	0.79	0.759
10	0.70	0.857
11	0.62	0.968
12	0.54	1.111
13	0.49	1.224

③ トラス幅 $a = 12 \text{ cm}$ にした場合には、格子の影響をほとんど認めることができなかった。

以上から、格子幅の大小による効果は②の場合にのみ顕著であった。

3.2. 動揺実験 図-4 に浮体の図心と端部の変位の時系列を示す。ここで用いた浮体は、堤体幅 $W = 32 \text{ cm}$ でトラス幅 $a = 16 \text{ cm}$ の浮体に幅 2 cm の格子を付けたものである。図-4 から、浮体が前後には図心と端部でほぼ同じ動きをするが、上下には端部が図心よりも激しく振動していることがわかる。このことから、浮体の振動には roll (回転) の成分が含まれることが予測される。

4. 結論

トラス幅が大きいときには、格子部分の面積も広くなるため、あらゆる場合において格子による消波効果が確認できた。同様に、トラス幅が小さくなると格子の影響はほとんど認められなかった。

浮体の運動を画像解析によって求めたところ、前後揺が小さく上下揺が大きかった。このことから浮体の回転運動が示唆される結果が得られた。回転運動が生じるということは、トラスが水面下を攪拌することになり、このことからトラスによる波のエネルギー拡散が予測される。

謝辞：本研究は、九州建設弘済会の助成（代表：樋田操）により行なわれた。ここに記して深く感謝致します。

参考文献

- 1) Kanzaki, T., N. Matunaga, M.. Hashida, H. Tumori and K. Uzaki: Wave absorption efficiency of a steel floating breakwater with truss structure to promote wave breaking, proc. of TECHNO-OCEAN 2000 International Symposium, III, pp.739-742,2000.
- 2) 合田良実, 鈴木康正, 岸良安治, 菊地治：不規則波実験における入・反射波の分離推定法, 港湾技研資料, No.248,1976.

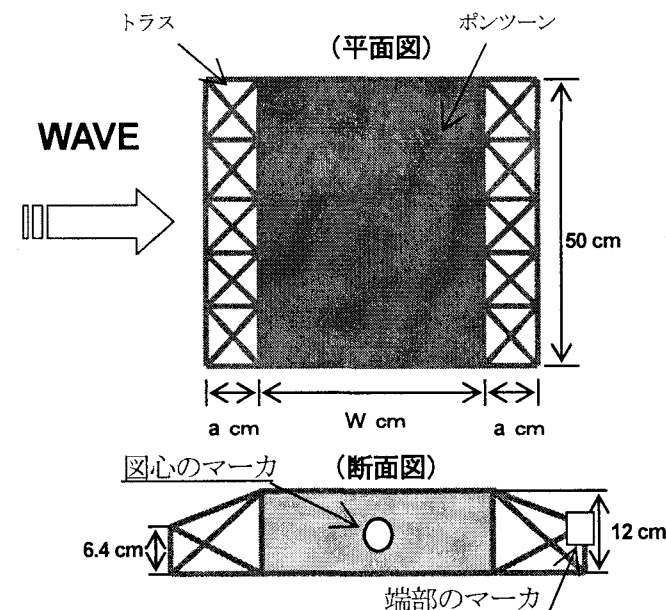


図-1 マリノートル模式図

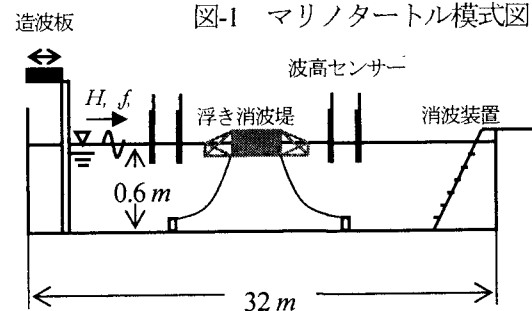


図-2 実験水槽

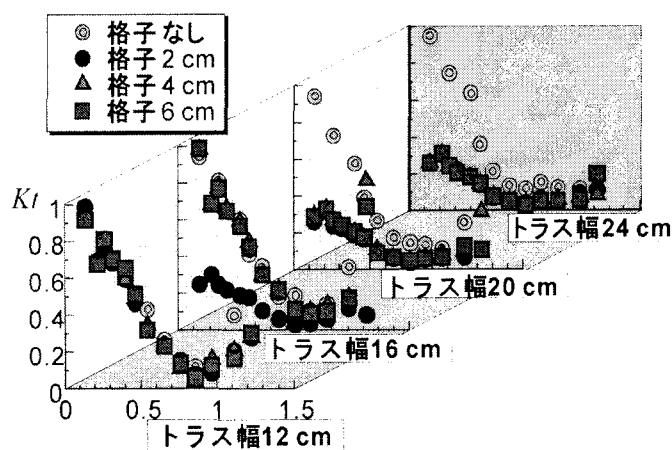


図-3 堤体幅 24 cm の浮体を用いた実験の透過率

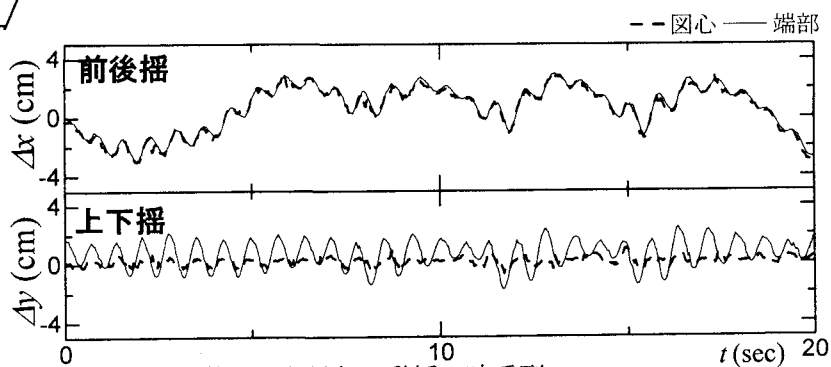


図-4 浮体図心と端部の動揺の時系列

($W = 32 \text{ cm}$, $a = 16 \text{ cm}$, 格子幅 2 cm , $h/L = 0.759$)