

大阪産業大学 工学部 正員 重光 世洋
 大阪産業大学 工学部 正員 山下 嘉治
 大阪産業大学 工学部 正員 宮島 昌弘

1. はじめに

浮体の運動を利用して波浪エネルギーを減殺させる浮消波堤に関する研究は、今までに各分野の研究者・技術者によって理論的・実験的に検討され、種々多様な型式が提案されているが、浮体の型式、係留方式などによって消波の特性も異なり、広範囲の周波数の波浪に対して安定した消波機能が發揮できるといったものは数少ないようである。浮体の運動自体によって波浪エネルギーを減殺するいわゆる active device 的なものは、浮体の構造特性によって、ある周波数域の波浪に対しては整調効果が働き、非常に高い消波効率を呈するが、この周波数域を少しでもはずれると、波浪との共振現象によりほとんど消波機能がなく、波浪エネルギーを全部透過してしまうといった不都合な事態が起り、したがってある特定の入射波浪のみにしか効果が現われないことになる。また主に浮体による反射を利用して波浪の透過率を減少させる passive device 的なものについては、浮体の規模が大きくなり、したがってこれを係留する係留索に大きな張力が加わり、係留施設の設計に難しい問題を提起する。このことから比較的単純な構造で前述の2つの消波機能を具備し、かつ広範囲な入射波の周波数域に対して所定のエネルギーを安定して減殺できるようなものを開発することが望ましい。本文はこのような視点から浮体自体の運動と反射の外に、浮体の全体系において、位相差をも考慮して Fig. 1に示すような基本的な構造形式を考案し、これについて実験的に検討した二、三の結果について報告する。

2. 本型式(スリット・ベン型)の特徴

本型式の本体は矩形ボックスの両側に適当なスリットを設け、底面には上下運動に伴って自動的に開閉できるベンを設置し、そしてボックスの両側の上端に十字型リブを付けた円筒によって浮揚させるといった構造がその基本形である。底面のベンは波の各部に対応して浮体が下降すると同時に開き、水塊をボックス内に、また波の峰がきたときには浮体の上昇に伴って自動的に閉じ、これに対応してボックス前面のスリットより通過する波浪エネルギーを、スリットによる拡散効果を利用して、巧みにボックス内においてエネルギーを消殺させるものである。なお、円筒は前述の本体を浮揚させる外に、水束を容易にスリットを通してボックス内に導入することと、越波水束をボックス内に導入して水束の相互干渉を期待してエネルギーを消殺する役割を有する。円筒に取付けてある水平リブは浮体の回転運動をおさえ、上下運動に伴ったベンの効果による消波機能がある程度保証させるものである。垂直リブはボックス内での水面攪乱の堤内域への伝達がある程度阻止する役割を持たせるものである。このような特殊な構造形式を有するものを筆者はスリット・ベン型浮消波堤と名付けることにする。

3. 実験装置と実験方法

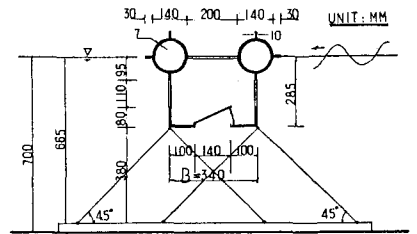


FIG. 1 TYPE-I SIDE VIEW

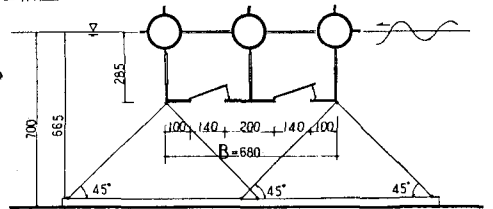


FIG. 2 TYPE-II SIDE VIEW

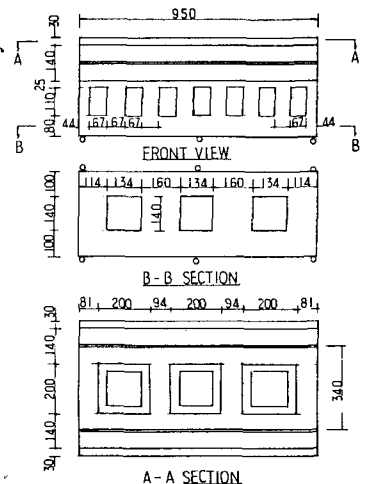


FIG. 3 SCALE OF TYPE-I

実験は長さ49m、深さ1m、幅1mの片面ガラス張り鋼製、ピストン型の2次元造波水槽を用いた。波高計は容量式を使用し、安定した波形が発生する造波板から7mに1本を入射波高の測定に、浮体前面より1波長の位置から沖側へ間隔 $\frac{1}{4}$ 波長ごとに1本ずつ計4本を反射波高の測定に、そして浮体背後1波長の位置に1本を透過波高の測定用に水槽の中心線に沿って設置した。浮体の模型はFig.1および2に示す2種類を用いた。Fig.2に示すTYPE-IIはFig.1に示すTYPE-Iの幅を2倍にしたものである。ただし、中央の隔壁は両側の構造と同じである。Fig.3はTYPE-Iの詳細な寸法を示す。模型の縮尺は実物の1/30を想定した。実験の入射波高は5と11cmの2種類で、周期は0.9~1.7secの範囲である。水深は70cm一定とした。模型は塩化ビニル製で、吃水は水平リブが静水面上にあるように浮体ボックスの底面両端のコーナーでステンレスアングルにより調整した。係留索は $\phi 1.5$ mmのステンレス・ワイヤーロープによって浮体の両底端から水底に45度の角度で係留した。係留は水槽の中心線と平行に浮体底面の4つのコーナーにそれぞれ1点、中央にそれぞれ1点とした。(Fig.3参照)係留方式はオープン、オープン・クロスおよび自由係留の3種類で、初期張力は0である。

4. 実験結果および考察

Fig.4~6はそれぞれの係留方式に対する消波堤タイプ別の消波効果を比較するために、縦軸に波高透過率 K_T 、横軸に浮体幅 B と入射波長 L との比 B/L で実験結果をプロットしたものである。これらにより次のことが考察される。

(1) 透過率は全般的に B/L の増大に伴ってほぼ指数関数的に単調に減少する傾向を示し、かなり広範囲の周波数域にわたって安定した消波機能を有する。

(2) 同一の B/L に対してTYPE-Iの方がTYPE-IIに比べてはるかに高い消波効率を示し、前者の規模で十分その機能を発揮できる。(3) 係留方式による消波効果はオープン・クロス方式が最も高く、次いでオープン、自由係留の順である。これは前述の浮体上下運動によるベンチの効果为例証するものと考えられる。

(4) 入射波高の規模による透過率の変化は係留方式により異なるが、オープン・クロスの方が最も小さく、安定した消波機能を有する。他の方式は同一の B/L に対して、特にTYPE-IIの場合には、波高の小さい方が全般的に透過率が高い。これは浮体の回転運動とボックス内への越波水束の干渉度合の相異によるものと考えられる。(5) 自由係留方式でも、低周波数域の入射波を除いてはかなりの効果が期待できる。Fig.7は参考のために透過率と反射率との対比関係の1例を示す。反射率はヒューの方法によって算定したが、測定の難しさもあって、問題は残るが、Fig.7から本型式の浮体本体での消波は高効率に機能することが推察されよう。

以上により、初歩的な実験ではあるが、本型式の消波効率は高く、かつ広い周波数域にわたる入射波浪に対して安定した消波機能を有することが判る。今後、TYPE-Iを基本に、規模をより小型にした場合について消波効果ならびに係留力について検討していきたいと考えている。最後に、本実験遂行に当り、大阪産業大学工学部学生、小芝真和、田中 進、杉本隆繁および坂田茂美君らの協力を得たことを記して 謝意を表す。

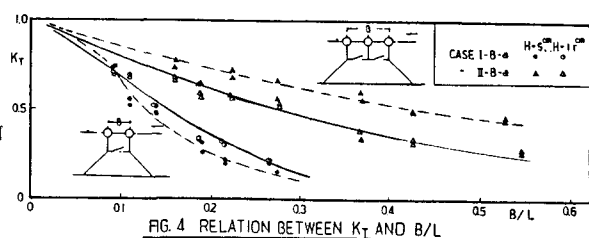


FIG. 4 RELATION BETWEEN K_T AND B/L

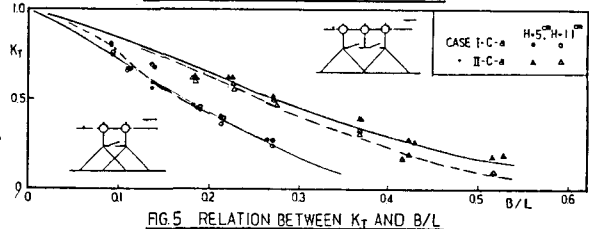


FIG. 5 RELATION BETWEEN K_T AND B/L

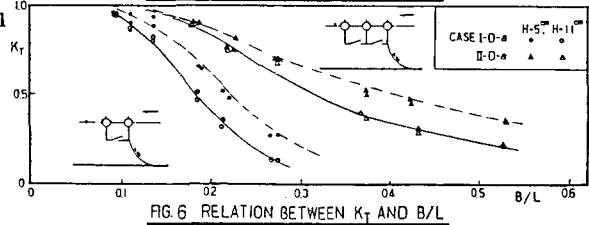


FIG. 6 RELATION BETWEEN K_T AND B/L

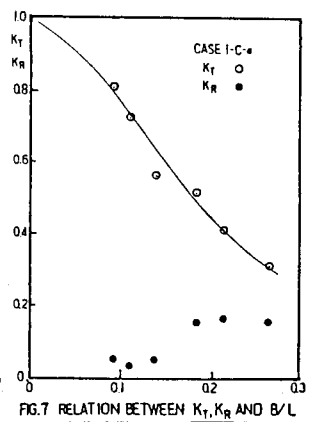


FIG. 7 RELATION BETWEEN K_T, K_R AND B/L