

浮筒波堤の決定は難題は海面自由浮体の寿命の動揺である。

動揺する浮体は二次波の発生主体、観測を容易に巨大な浮体でありと迎へ消えぬ。

巨大動揺する浮体の係留が技術的に困難で1日1か所程度の浮体となる。

1.3 対策-1 浮体の動揺制御手段

浮筒波堤の致命欠陥が動揺にあるとすれば、これを定常化するために何れも先に着眼すべきことはこの動揺を防止する制限する手段を講ずることである。そのために次のようないくつかの手段が考へられる。

(1) アレシヨレ・レフガ方式

浮体をその係留以上の重量とケーブルによって水中に固定する方法で、アメリカではすでにこれを利用してオイル・リグの原型が実物実験に成功している。

(2) ユラウ・スタビライゼレグ

沖縄海岸の浮体が抱えているアクアホリスの構造は半浮体型でありユラウ・スタビライゼレグ型と呼ばれる複数の直立円筒状浮体と外縁に配置して構造物全体の動揺を制限する方法で、丁更なる係留が広くオイルリグとして利用され、すでに内外に数多くの実績がある。

(3) 安定板による動揺制御

前提の2波長の範囲を越える場合は、上波の水平板が主として消波機能を果し、下波の水平板が有効に浮体の動揺を制限していることと、上下の水平板の間隔が大きいほど動揺が少く、消波効果が大で、かつその効果のバラツキが小さいことが実験結果として明確に示されている。

波の粒子の円運動であり防円運動であって、その運動半徑は海面からの深さに従って急激に減少する性質がよく知られている。水面からある深さに浮体に設置した水平板は表面波の影響を大きく受けるため、これを板面と垂直の方向に動かすことを容易である。この水平板による浮体の安定効果は板の大きさやフィートのテストにおいて明確に実証された。

(4) 低重心による浮体の安定

ハイドロメーター(液体比重計)の安定性、大島沖の系船中継駅の安定性はよく知られている通り、浮体の低重心と利用したものである。浮筒波堤でもこれを利用することはできる。

1.4 対策-2 波力、係留力の低減手段

浮筒波堤の難題の一つである係留の困難性を緩和する力とは、堤体の作用する波力とできる限り小さくすること、力が瞬間的衝撃的にならぬことであって、そのための有効な手段の一つが人工島の活用である。

海水浴場の天然の浜では、波が碎けて岸に達し上り、一部は砂浜に吸収されるから、やがて波力の増大に代って、たとえ大波と引退して行く。この現象が繰り返されるということとをわねねり小供のときから見て平太。この自然の摂理と学んで併せて人工の浜をつくらば波を弱くすることができるものである。

防波堤や護岸の直立壁が、真正直に波の衝撃を排斥しようとしているのみならず、常に一定の時に空間に波のエネルギーを分散させ、平均化させておとむるエネルギーを吸収している。一方は瞬間的に集中する強大な衝撃力とやがて波を押し退けているのみならず、他方が柔軟に、持続的に、平均化された力を吸収処理している現象の性質に違ふ。

実験の結果からして、人工島が有効に消波機能を果たすことができ、波力、係留力の低減に必要以上の大きな効果をもたらすことが明らかになる。

1.5 設計上の基本原則

以上の推論から、新しい消波堤の開発にあり、仮りに次の点と基本原則として設計を試みることにした。

- (1) ちやべく物面付近の消波板橋りより、波のエネルギーを処理する。
- (2) 消波板橋りちやべく固定式と固定式の間に——動揺の小さい——状態の保持する。
- (3) 波のエネルギーを一定の時間間隔に分散平均化させて、消波板橋りの作用より波力——従ってこれを支持する土の必要の保力——を最小限に止めるための手段とする。(この目的のための適切な手段の一人工法である)

2 新型消波堤(BTB)の消波性能

前述の原則に従って設計する消波堤を仮りにBTB(ちやべく型消波堤, Beach Type Breakwater)と呼ぶ。

消波堤の性能の一般に入射波高 H_i と透過波高 H_t の比 H_t/H_i で表わされ、透過率 α とも呼ばれる。

透過率は消波堤の型によって、同じ条件に於いても値が異なるが、波長 L と消波堤の巾 (L) の比 L/L に大きく支配される。

どの消波堤でも波長の長いうねりを消えなく、波長の短い風浪は消え易い。しかし波として恐ろしいのは平均値よりエネルギー密度の高く風浪であって、うねりの方向普通の海上作業に害が少なくない。

消波堤の性能は、透過率と堤内波長の比の関係で表わすのが便利であり、次式で表わすことができる。

$$H_t/H_i = \exp(-\alpha L/L) \dots \dots \dots (1)$$

∴ α は消波堤の型によって定まる係数であって、図1にこれを図示したものである。

∴ α の値が大きいくほど、つまり図1で曲線が下側に集まるほど

消波性能が高くなる。

BTBは巾を定めたことにより消波性能が高まることのできるから、巾で勝負する——巾の広いものを安くつくる——ことが一法であるが、ちやべく狭い巾で効果を高めることも必要である。性能とトータルコストとのバランスのとれた最適設計を追求することがこれからの課題である。

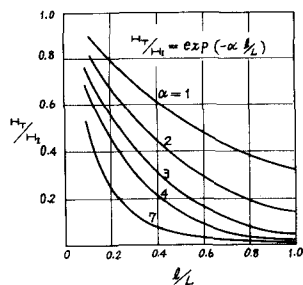


図1 消波性能評価曲線

3 試作機による海上実験

試作機による海上実験については小川氏の報告は詳しいので重複は

けなく、消波性能係数の値が2.7と低いのは不利である、これを堤長が

短くなるとの設置間隔が大きいため波の回折の影響が大きいためかと見られる、これらのことについては設計施工上の工夫によって改善の可能性が十分あると考へている。

安定性が従来の防波堤と比較して著しく良好なことは、保力力が予想外に低い値を示していることは、前述の設計原則に基本的な違ひがつかう、 α とは立証しており、今後の研究開発の大きな希望をうけるものとして海上実験による評価は収穫であったと判断している。

4 多様な条件に対応する応用設計の要綱

消波堤の要求される条件は設置場所の自然条件と、その使用目的によって多様に変化する。試作1号機は大水害で比較的條件のゆるやかな養殖漁場を対象として設計されたものであるが、同じ設計原則に準拠して、条件に応じて多種多様な設計が理れることになる。つまり応用設計の要綱と掲げて見よう

4.1 汎用型消波堤-BTB-FL-A(図2.10)

試作1号機の原型は、これと相似型寸法と変えることによって広汎に用途に利用することが可能になる。

例へば大波津、東京湾等の浮体工場の海上基構が変遷するとす
れば、不可欠の防浪施設として消波堤が必要となる。その場合、
17~25mのBTB-A型は最も経済的な消波堤として検討の
対象となりうるとする。その堤上へ甲板を設けてアクセス道は
兼用とすることも可能である。

この型式に近い将来大水深の外洋に出現を予想される奇台所、
C.T.S等の大型協同プロジェクトのための防浪施設として用途
が広い。既に水深35mの浮上は設置する中50mのBTB-A
と在来型の重力式防波堤と比較して見ると図・3のようになる。

このBTB-Aの鋼重が20%の軽さと判明した。

4.2 可搬式浮消波堤 BTB-FL-T (図・2-②)

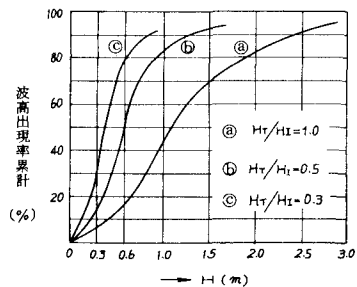
図2-②の下部は円筒のフロートを取りつて浮上状態の割合
のよいように太型である。図2-②に比して鋼重が20~25
%増加することになる。

浮消波堤のいさで土木関係の信用の裏に、BTBの従来の
ものと少しばかり趣を異にしていて安さの吟味しては太過ぎる。
として永久構造物として利用する可なり。海上工場の施設等と
して試験するのを考えて見ては太過ぎる。この可搬式BTB
の利用上の効果と便利に即して計算して見よう。

図4の④條の麻島沖の年間波高出現率、⑤、⑥條の如く、
超過率1/2及び1/3のBTBを利用した場合のBTBの内部の波高分
布を平し、下表の如くを数字で平したものである。

つまり消波堤がない場合波高60cm以下の日数約半減するが
14%であるのに対し、超過率1/2の消波堤を利用すればそれが
58%に、超過率1/3の消波堤を利用すればそれが80%に達す
ことを示す。超過波高30cm以下の波高出現率も、4%→13%
→34%と増加する。

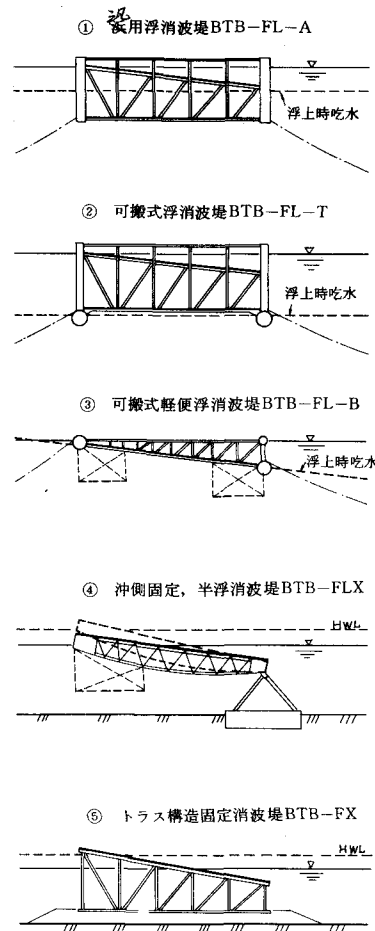
これによって統制率の大半の改善、安全性と工事精進の向上に
資する効果は明らかであるのと看做する。



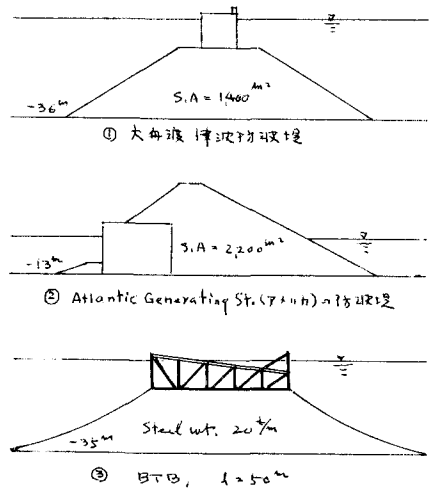
図・4 麻島沖年間波高出現率と
消波堤の効果

H(m)	④	⑤	⑥
>2.0	17	1	0
1.0~2.0	37	17	6
0.6~1.0	22	24	14
<0.6	14	58	80
<0.3	4	13	36

表・左図に数字で表わす



図・2 BTB応用設計の事例



図・3 大水深の重力堤とBTB

4.3 軽便浮筒堤 BTB-FLB (図2-③)

浚渫用の消波堤性能が若干異なるため、操業面から低コストが重要な条件となる。その要請に応へるため図2-③のよう軽便型が考へられる。これに近似の型が小型のもの最近江戸越前川に試験的に設置された。この型が広く普及するよう研究を取りつて性能を高めることが出来る。

4.4 沖側固定半浮筒堤 BTB-FXL (図2-④)

沖側バサと固定した軽便型式である。浮筒ではテレスコピック構造で図2-④の様に利用可能であるが潮位差の大きい海域では不適である。岸定板の利用は可能。

4.5 トラス構造固定消波堤 BTB-FX (図2-⑤)

BTBは収の浮筒が対象として考へ出されたが人工渚の浚渫域にも固定消波堤として利用可能である。

プロック構堤を含む重力式消波堤について考へると、その構造のなかで空陸に波に強く接しているのはその沖側の表面であって沖側の土石表の表面の形と受へる支保工によるものである。

そう太くすると、波が処理するために正確な要する表面であって、それと受へる横断は厚くした方があれる、どんな構造であつてもいいはずである。そこで図2-⑤のようにトラス構造の上面を床板で覆った型も考へられる。

トラスは各種構造物のなかで最もせいの内の少ない合理的な構造物とされる。材料は鋼材でもコンクリートでも構構でもいい。これは重力式でなく軽量式である。この型式を適用して、いまだの重力式と比較してつぎのようメリットを期待したいものである。

- (1) 材料がきわめて少量で足りる。
- (2) 主構造は陸上でプレハブ量産し、現場作業を簡易化する。
- (3) 海水の流通がよく、浚渫機が通過、また用込にたい岸側で掃き出しが可能
- (4) 海底の浚渫が容易で、トラスの空間がイキスめとなる。
- (5) 岸板と設けて作業場、釣り場その他多目的利用可能
- (6) 以上を総括して西側の低コスト、短工期で利用価値の高い消波堤となる。

おわりに

報告の終わりに一言私見を述べさせていただきます。

200カイル幅のわが国では、海洋スペースの利用が、資源エネルギー問題と直接の重要課題になっている。ところがこの重要なことが一つ見落としていて、あつたはあさうめられていてと云う方が多い、それはそれが消波堤であつたと思ひます。

海洋スペースの利用は始めから終りまで波との戦いであります。この戦いに勝つためには強い構造物が必要だが、波の勢から海域をつくり出すか、二つを解決する必要がある。オイルリグやアークボリスは代表的に強い構造物でありますが非常に高価なものである。消波堤が同様な新鋭な海域で、容易に、安全に、経済的にスペースを活用することは量産の取組で意義のある問題と考へます。

一定の時間帯は一定の有能地をもつ波のエネルギーを、その時間帯で処理する方が必ずあるという原則に徴すれば、消波堤という問題は永久運動とは違って解決可能な問題であるといふことが出来る。大きな問題でなく時間的にかゝるといふことが、海洋日本が、自主開発技術によって、この問題と世界をリードする日の来ることとを期望しております。次の進出と取り組むべきことを期待したいと思います。