

まえがき

大水深の沖合に消波施設を設置する場合、従来の重力式防波堤ではその規模に限界があるようであり、しかも海水の交流を妨げる欠点がある。

なぎさ型浮消波堤はこのような欠点をなくすために考案されたものの一つであり、なぎさ斜面での碎波現象を沖合につくり出して消波を画するもの⁽¹⁾である。

特長は 1. 海水を流を妨げない 2. 反射率が小さい 3. エアレーションが促進される 4. 係留ラインの張力が小さくて済む 5. 堤体の安定性がよいである。

碎波が十分に行なわれるためには浮設した消波板の動揺を可能な限り抑えることが必要であり、このためにコラムスタビライジングと2段バリアー⁽²⁾による動揺抑制機能が備えられている。

さらに堤体を安全に係留しておくためにとくに係留ラインの張力が過大にならないように堤体の構造および係留方法に考慮が払われている。

沼津市内浦湾での現地実験でこのようななぎさ型浮消波堤の特長を確認することができたのだとの成果の一部について報告する。

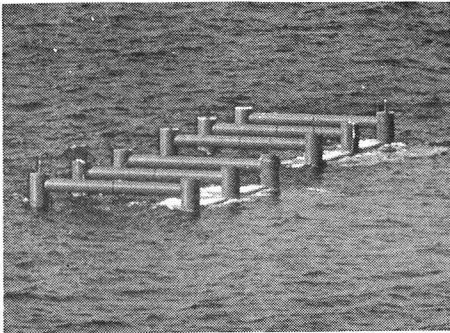


写真-1 なぎさ型浮消波堤

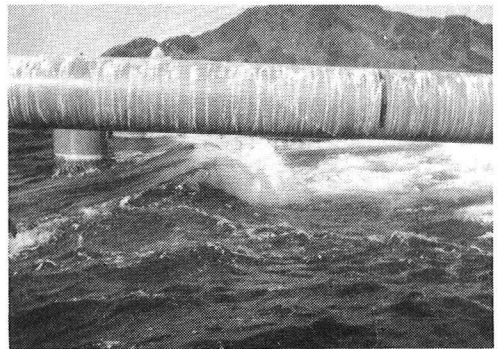


写真-2 斜面上の碎波

1. 設置場所

設置場所は駿河湾の奥であること、かつ一般に静穏な海域である。

年間を通して最も海が荒れる時期は台風の影響を受けたとき、および西風が卓越する冬の2～3月である。

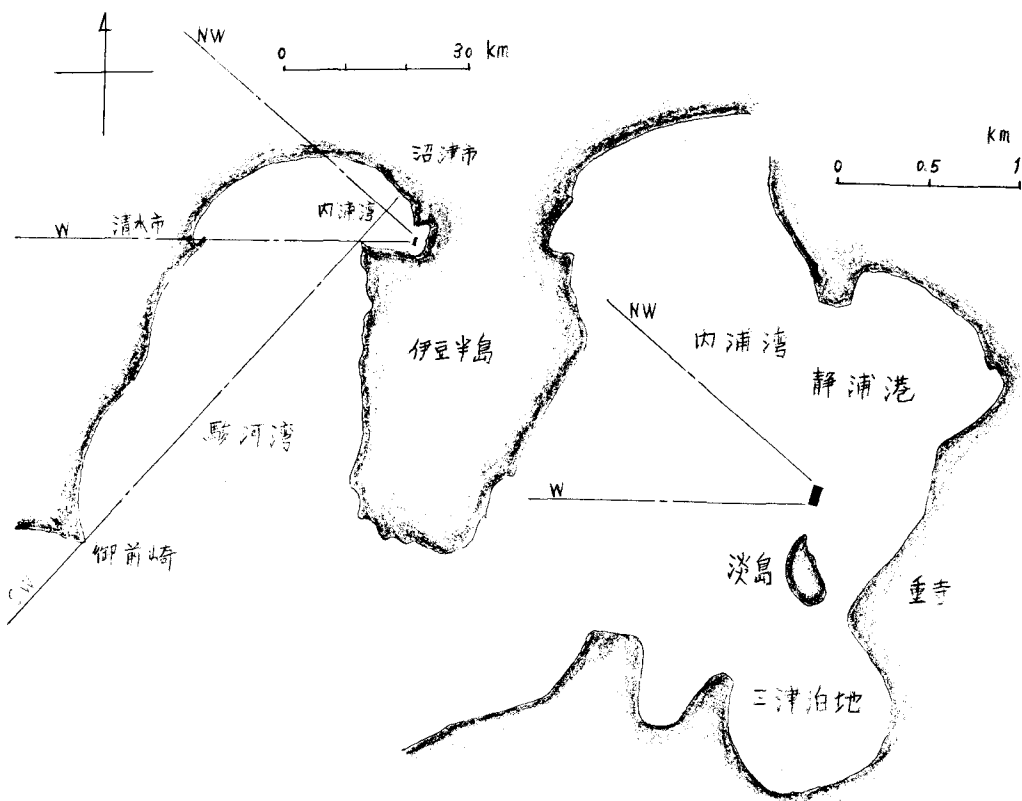
過去5年間に観測された資料では、波高2.5mを越えたものは3回であり、3.0mを越えた波は観測されなかった。

西風に対する最大吹送距離は清水市方面からの35kmであり、波高3.5m 周期7.3secが発生する条件をSMB法によって求めると27m/sec 吹送時間2時間となる。

以上の観測資料および推定値から設計波を次のように設定した。

設計波 波 高 $H = 3.5 \text{ m}$
周 期 $T = 7.3 \text{ sec}$

水 深 $h = 50 \text{ m}$
潮 流 $V = 1.0 \text{ m/sec}$



2. 構造

なぎさ型浮消波堤は大水深の沖合に浮設して局所的な浅海域をつくり、波を砕くことによって静穏な海域をつくり出そうとする消波施設である。

安定板は消波板の動揺を抑えるために比較的深いところに水平に設置し、コラムフロートの頭部は水面から凸出して適当な余剰浮力が付与されている。

とくに安全を考慮して鋼管の肉厚を厚くした(9mm)が消波板と安定板は実験期間が1年6ヶ月と短かいこと
から、デッキプレート(2.3mm)を使用している。

固有周期(計算値)

ヒービング 39 sec.

ピッチング 16 "

ローリング 20 "

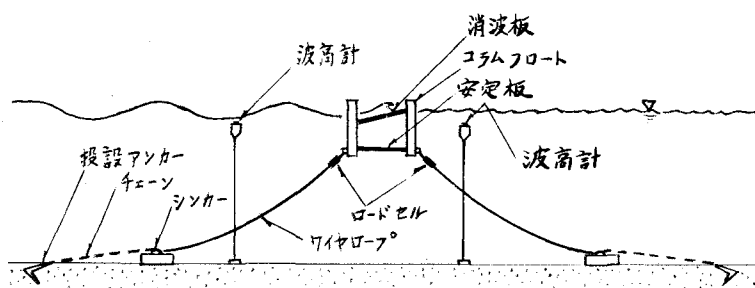


図-1 仮設型浮消波堤の基本型

堤体の仕様は次のとおりである。

表-1 堤体の仕様

重量	幅(波間)	長さ	高さ	吃水	全剩浮力	全排水量	全浮力	堤体数
48 ㌥	7.5 m	12.0 m	7.5 m	6.2 m	15 ㌥	54 ㌥	69 ㌥	2 杯

堤体の防食はタールエポキシ塗料と流電陽極法による電気防食を併用している。

塗装の仕様は次のとおりである。

表-2 塗装仕様

区 分	品 名	塗装回数	全塗装膜厚(μ)
没水部	SDジンクプライマーZEN0100	1	15
	エポシールNT	2	250
水上部	SDジンクプライマーZEN0100	1	15
	エポシールNT + ラバマリンB/A	2 + 2	250 + 80

係留ラインは堤体に運動の自由度を与えるために適当な長さが必要であり、このため水深の3倍の長さとした。形状は海底に接するカタナリー曲線とし、アンカーの位置を決めて初期張力を与えた。

海底が軟質土であるため施工性のよいため型投設アンカーを用いることとし、係留ラインの中途に把持力の減少を防止するためと衝撃を緩和させるためにシンカーを着底して取付けている。

係留ラインの仕様は表-3のとおりである。堤体の配置図を図-2に示しておいた。

表-3 係留ラインの仕様

部 材	沖 側	岸 側
係留索	ワイヤロープ 42mm 長さ150 m	同左 (ナイロン12被覆)
同水中単重	5.7 Kg/m	同左
チェーン	48mm 長さ15 m	32mm 長さ15 m
アンカー	クイックホルドアンカー 3.5 ㌥	同左 2.3 ㌥ (空中重量)
シンカー	コンクリートブロック 7 ㌥	同左 4 ㌥ (空中重量)

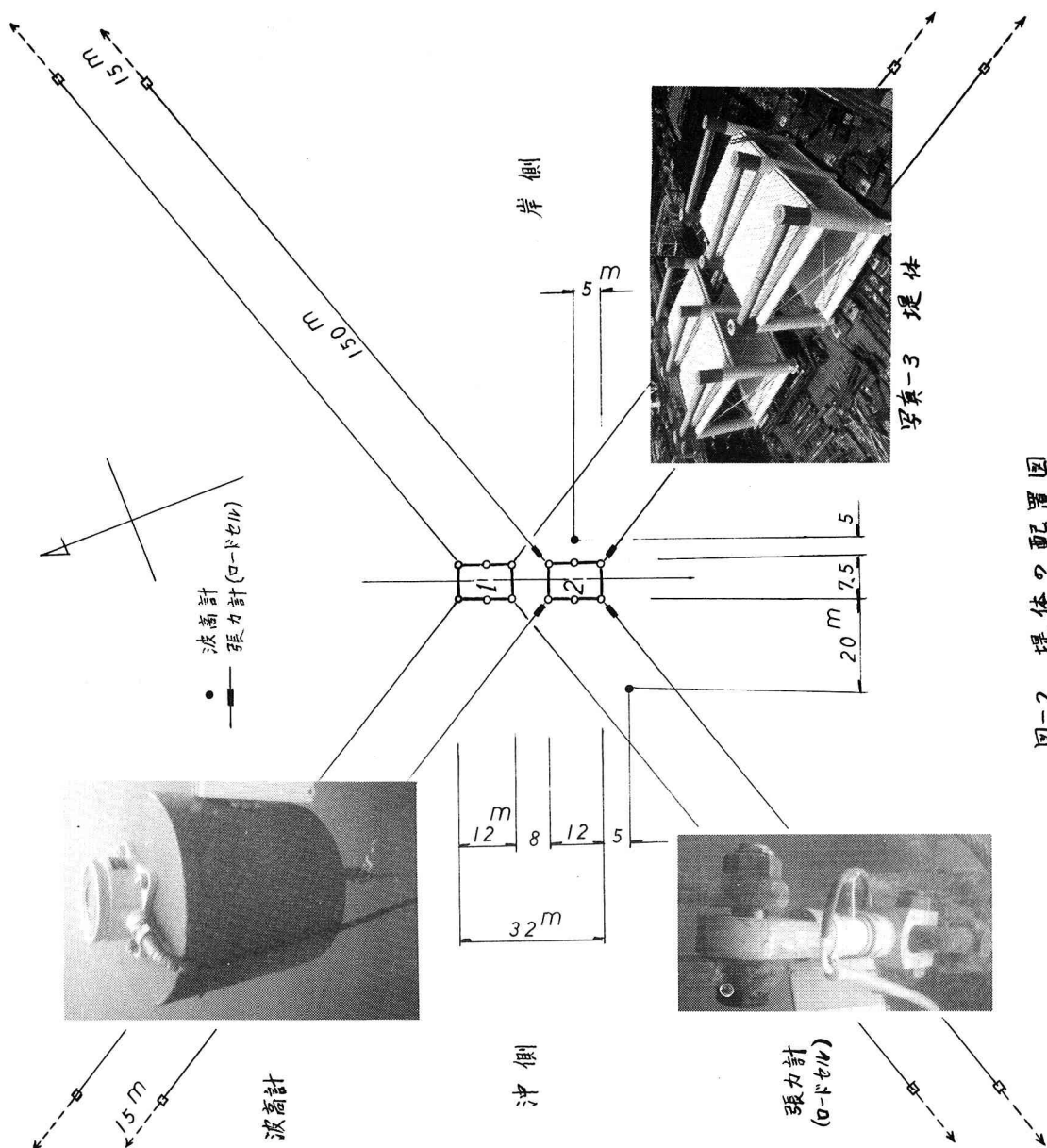


図-2 堤体の配置図

3. 計測

計測器は図-2に示したように反射波の影響の少ないところに入射波高計、2号堤の直後に透過波高計、2号堤の4本の係留ラインの導出部に各々張力計(ロードセル)がそれぞれ設置されており、全ての検出器の出力信号は日時とともに同時記録される。

記録は2時間毎に波高がチェックされそのとき波高が規定値を越えていれば10分間カセットテープに記録される。計測システムは図-3に示したとおりである。

消波効果をより正確に調べるには堤体の長さをできる限り長くする必要があるが、実験の規模に限界があるので透過波高計を堤体に近づけて回折波の影響が小さくなるようにして測定した。

波高計は水圧式であり、静水面下3mの深さに強制係留された中間パイの頭頂に固定されている。

出力信号はケーブルを介して堤体の鋼管の中に収納されている計測器に自動記録される。

4. 消波効果および係留ラインの張力

実地実験の透過率 H_t/H_i (H_i :入射波高、 H_t :透過波高) は入射波および透過波をそれぞれの有義波で代表し、その比をとったもので表わすと0.51~0.52であり、16mmフィルムの記録と対比すると十分消波されていることが確認できる。

堤幅波長比 L/L (L :堤幅、 L :波長) を有義波長から計算し透過率を図示すると図-4のとおりである。

なお、2次元波動水槽模型(縮尺4分の1)による規則波の消波効果を合わせて図-4に示しておいた。

波形勾配の大きさによって透過率が異なり同一波長でも消波能力に差異が生じるようである。

模型実験は波形勾配0.015~0.040の規則波に関するデータである。

図-4によれば堤幅の消波効果に対する影響が顕著であり、必要とする消波能力に応じて堤幅を決定すればよいことが判る。

堤幅波長比 L/L を0.25~0.5にとれば

透過率 H_t/H_i は0.4程度確保できよう。現在、実験継続中であるがデータが整理された時点でパワースペクトル解析とともにさらに詳しくまとめる予定である。

実地実験では冬期季節風による最高波高 $H_{max}=2.2$ m を記録したが係留ラインの張力は0.8tと小さく、波の卓越周期(堤体の動揺周期)とはほぼ同一周期(同位相)で変動し、衝撃力は認められなかった。

係留ロープの初期張力は1.6tである。設計段階では係留ラインの張力を35tと見積り、たが実測値が小さいのでさらに水槽模型実験で張力を調べ、張力が十分小さくて済むことを確認した。

5. 堤体の安定性

消波能力を向上させるためには、なげさ斜面の動揺をできる限り抑制することが不可欠であり本浮消波堤はこの目的のために考えられた浮体である。

すなわち、浮体の動揺に対する減衰力が大きくかつ復元力が小さくなるように工夫されている。

ポンツーンでは通常減衰力は無視されるが本浮体では重要な役割を果たす。

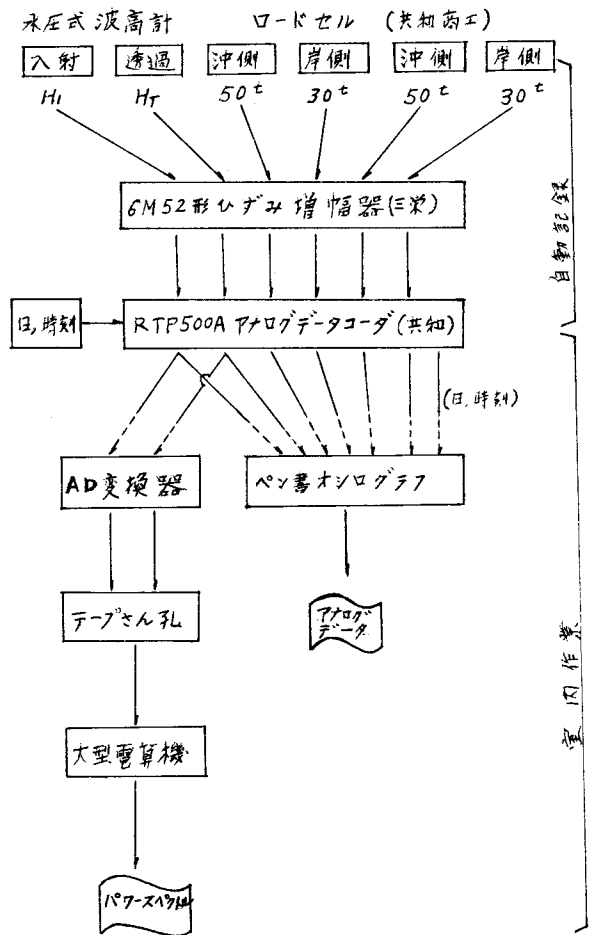


図-3 計測システム

ポンツーンでは固有周期と波の周期が一致すると動揺振幅が数倍に達する場合があるが本浮体ではこのような共振現象は観察されない。

模型実験によって減衰常数を求めるとピーピングで0.98, ピッチングで0.91が求められた。

実地実験では有義波 $H_{1/2} = 1.5 \text{ m}$, $T_p = 4.2 \text{ sec}$ に対して動揺の最も大きい岸側コラムの上下動が最大0.6 mと観測された。

サージング、スウェ

イングおよびヨーイングは係留ラインの方法に大きく左右されるが少なくとも水粒子の回転半径を越えることはないと考えられるので衝突の心配は少ないと思われる。

実地実験でのサージングは目視観測によると0.5 m以下であり僅少であった。

6. 今後の検討事項

堤体を設計する際にはとくに水平板および傾斜板に作用する波力とその分布が重要である。

実施設計においては模型実験から得られた波力およびその分布を使用しているが、理論的基礎に依りてさらに検討を加える必要があると思われる。

係留ラインの張力についても同様であり、堤体の特長的な形状からくる係留ラインの張力変動についてさらに検討しておく必要があると思われる。

以上、模型実験と積重ねてさらに実地実験を試みた結果、本浮消波堤の性能が十分確認されるとともに実用化のための有益なデータを得ることができた。

現在、あるゆき条件に適応できる設計、製作手法の確立を進めている。

引用・参考文献

- (1) 畑 敏男 消波システム研究会 昭和49年6月
- (2) 加藤重一 土木学会誌 昭和49年5月
- (3) 服部昌太郎 消波システム研究会 昭和49年5月

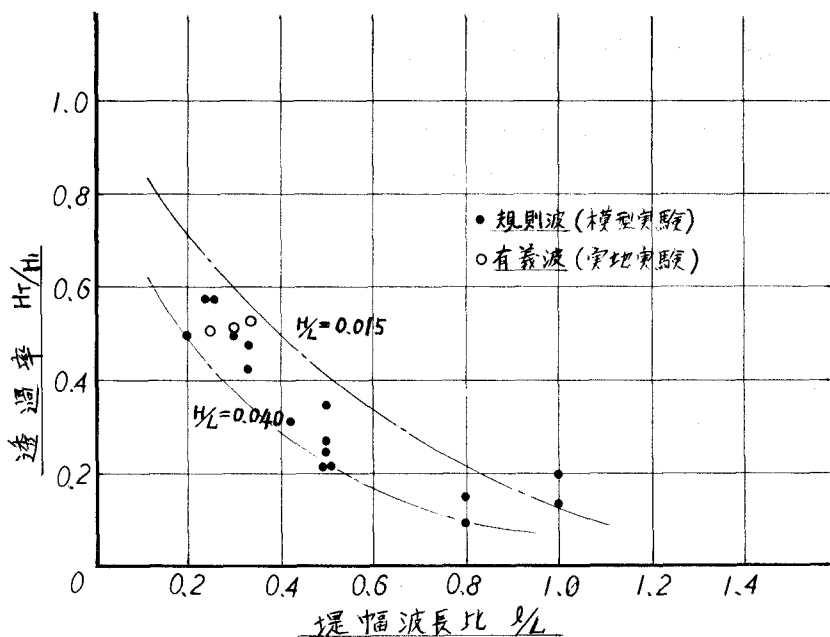


図-4 消波効果(透過率)