

IHI 浮消波堤について

石川島播磨重工業(株) 技術本部 製品開発室 荻上悠工門

1. はじめに

波長のいかに問わず、ほとんど 100 % 消波することのできる固定式の防波堤に比べて、浮消波堤は、経済性を無視して巨大な浮体を設置する場合は別として、一般的には、比較的波長の長い“うねり”に対しては、その消波効果は減少する。しかしながら、浮消波堤の特長として、固定式の防波堤と比較して、

- (1) 設置水深が増しても、建設費がそれほど増大しないので、水深が深くなるほど相当安く設置できる。
- (2) 工事の施工が容易で、短期間に設置することができる。
- (3) 海水の交流を殆ど阻害しないため、堤内の海水汚染等の問題は生じない。
- (4) 移設が比較的容易にできる。

などあげることができ、その特性を生かして目的・用途の応用のための研究開発が内外で活発になってきた。

すでに、内海の比較的波高の低い沿岸においては、ポンツーン型の浮消波堤が実用化されているが、沖合からの波浪をもとに受ける外海においては、まだその実施例は見ない。

経済水域 200 海里の時代を迎え、資源の乏しい我国にあって、海洋は、食糧・資源・エネルギー(石油など)の供給源として、ますますその重要度をまし、沿岸海域の有効利用は必須の課題となってきた。従来、比較的波の静かな、内海・浅海部に設置されてきた、各種港湾施設や水産増・養殖施設も自然条件の一段と厳しい外海へと拡大進出して行く傾向にあり、これらの施設の保護を目的として浮消波堤が注目されはじめた。

この様な背景のもとで、IHI では、内海はもとより、外海においても十分な耐久性を有し、有効な浮消波堤の開発を目的として、48 年度より数次にわたる海上試験を実施してきたが、その概要について紹介したい。

2. 海上試験

2-1. 三浦海岸における海上試験

三浦海岸にて実施した本体の基礎による小規模の海上試験は、次に計画していた大規模な海上試験の海の前準備試験で、模型による二次元水槽試験の結果と、実海上における試験の結果との相似性を明らかにするのを主眼として実施した。

係留方式は、変動張力モダンピングあるための中間ブイおよびウェートを設けた係留方式で、中間ブイチェーン・カテナリー係留方式との二種類について実施したが、両者間に本体動揺、係留張力等にはほとんど差は認められず、設置面積がいさくなること、コストが安くなることから前者がより勝っている。

2-2. 宮古湾オ一次海上試験

本試験は(財)日本船用機器開発協会とIHIとの共同研究によるもので、試験立案に関しては事業委員会にて検討され、種々の勧告を受け、それらを盛り込んで試験を行うものである。例えば、付着生物の調査; 気象観測をして波の肉観を見ること; 係留は必ずず掛け、トラブル発生時などの責任の所在なども明確にしておくこと; 荒天災害時など緊急措置がとれるように通報のルート、官庁への届出なども予め調査し明らかにしておくこと等のサジェスションがあった。

本体寸法などの主な仕様は一覧表に示した。宮古湾オ一次海上試験は現在継続中である。設置図をオ1図に示したが、係留方式は、中間ウェイト方式を採用した。このウェイトは単なる重量ウェイトではなく、むしろ地杭板の働きをもたせてあり、変動張力のダンピング効果にあぐれてあり、消波効果に対しても顕著な作用をなしている。

IHI 浮消波堤 海上試験 仕様表

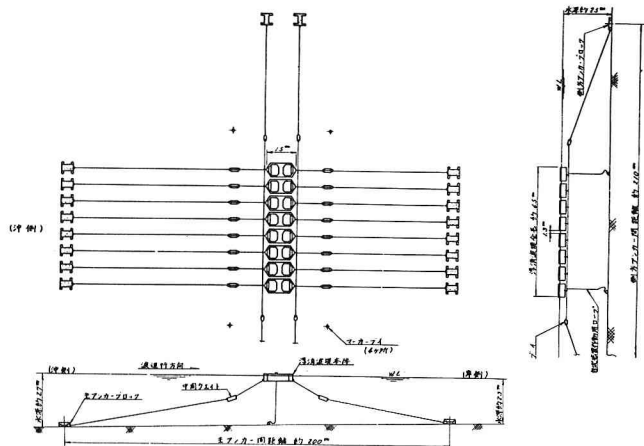
種別		三浦海岸	宮古湾オ一次	宮古湾オ二次
試験期間		S48.12 ~ 49.4	S49.8 ~ 50.2	S50.7 ~ 52.6(臺)
試験海域	堤 所	三浦海岸(神奈川県) 上宮田 沖合 370 m	宮古湾(岩手県) 大沢地先 700 m	同 左
	水深(本体位置)	約 7 m	約 25 m	同 左
	底 質	砂 地	砂 地	同 左
本 体	供試基数	2	8	2 (3)
	全設置中	7 m	65 m	15.5 m
	形 式	θ 型	θ 型	θ 型
	寸法(長さ×中×高さ)	6 × 3 × 1.9 m	15 × 7 × 3.25	同 左
	重 量 (ton/基)	3.5	26	27
	材質・種類	SS 41	SS 41および耐海水性鋼	同 左 (各 1 基)
	構造様式	一体溶接構造	一体溶接構造	同 左
係留装置	係留方式 および 種類	中間ブイ・ウェート式(1) 中間ブイ・チェーン式(1)	中間ウェート式	同 左
	係留索 または 鎖	索(タイダルF50T) 鎖(32 ^{mm} 2種)	係留索 沖 F200T タイダル 岸 F130T	係留索 AS線 400T
	アンカーブロック	15 ^t 方形ブロック	100 ^t Z 段横、H 型	同 左
	中間ブイ および 中間ウェート	0.6 ^t 浮カライ 0.5 ^t ウェート	ウェート(鋼板溶接) コンクリート詰マセ	同 左
試験項目	試験 または 計測項目	1) 設置工法 2) 波 高 3) 係留張力 4) 接手・チェーン等 消耗 5) 漂砂・沈堀等	1) 消波効果 2) 波高と係留力の 相関々係 3) 腐食・防食 4) 接手消耗 5) 生物付着 6) 自洗装置の作動 7) 設置・撤去工法	同 左 [但し、項目1)を 除く。]
最大波浪	試験期間中の 最大波浪。 但し、宮古湾オ二次 海上試験は51年8月末 現在を示す。	1) 3月22日 春一番 2) 波高 $H_{max} = 2.07m$ 3) 周期 $T = 9.0 sec.$ 4) 波長 $L = 68 m$ 5) 波形勾配 $H/L \div 0.03$ 但し、1) ~ 5) は同一 波についての記録	1) 2月22日 2) $H_{max} = 9.2 m$ 3) $T = 12.6 sec.$ 4) $L \div 175 m$ 5) $H/L \div 0.053$ 但し、 同 左	1) 50年11月12日 2) $H_{max} = 11.4 m$ 3) $T = 14 sec.$ 4) $L \div 200 m$ 5) $H/L \div 0.057$ 但し、同 左 (台風 19 号)

(註) 宮古湾オ一次の海上試験は、(財)日本船舶機器開発協会との共同研究によるものである。

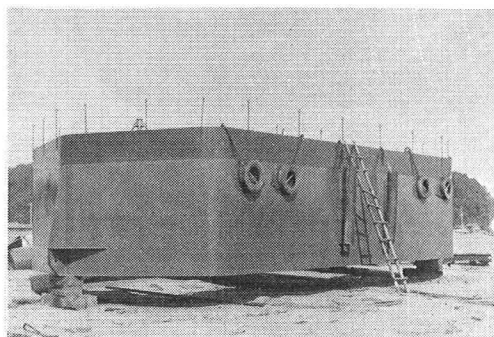
主係留索は、PE被覆のPC鋼線ワイヤーロープを使用しな。
 沖側と岸側で仕様を渡さなのは、
 水槽試験の結果、沖側は比べ岸側張力が約40%程度低い値を示すこゝで、
 疲労強度の異カウえは設計波高に対して安全率^{低い}低いといはあな、コスト低減をわうてゐる。

な、ワイヤーロープの引張疲労試験に關あるテストデータがほんど無カなため、実物モデルによつて100万回^{最大}の使用荷重の下での繰返し引張疲労試験を実施しな。

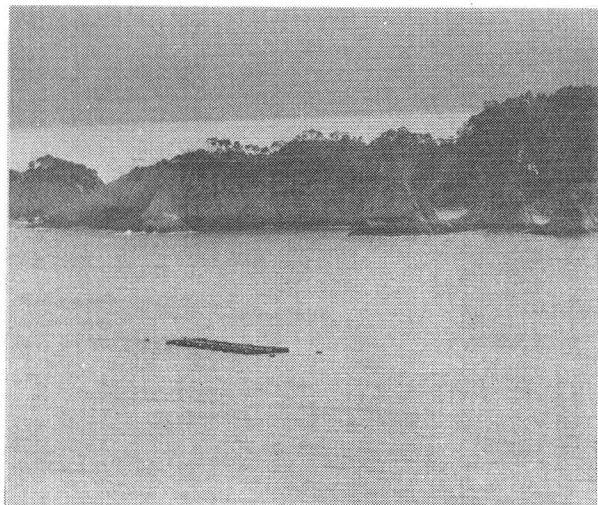
単純引張試験では十分な破断強度を示すロープも、疲労試験では20万回足らずの繰返数で断線を生じる例もあり、市販のロープのクランプ部^部に改良を加え、100万回の疲労試験に耐えるよになな。



オ1図 官古湾マ一次海上試験 設置図



オ2図 本体外観



オ3図
設置状況

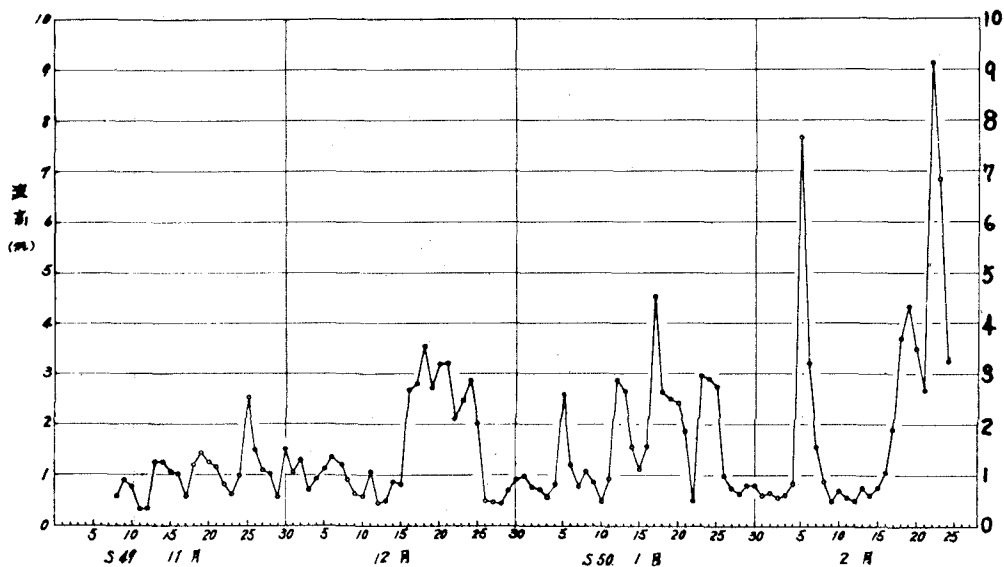
上記ロープの疲労SN曲線が得られなで、現地海域における一年間の平均的ロープ張力のひんた分布がわかれ、直線被害法則(マイナーの法則)が成立するとして、ロープの疲労寿命が推定できるこゝになる。

試験期間中に観測されな波は、周期5~18秒(平均的に10~12秒前後が多)、波長50~280m、波高最大9.2mで、いづれも推定計算値(例えは最大波高7m)を大巾に上回るものであな。オ4図は、各々の波について、解析装置によつて得られな結果を、各周期毎に10隻以上、自乗平均して求めな透過率を示している。

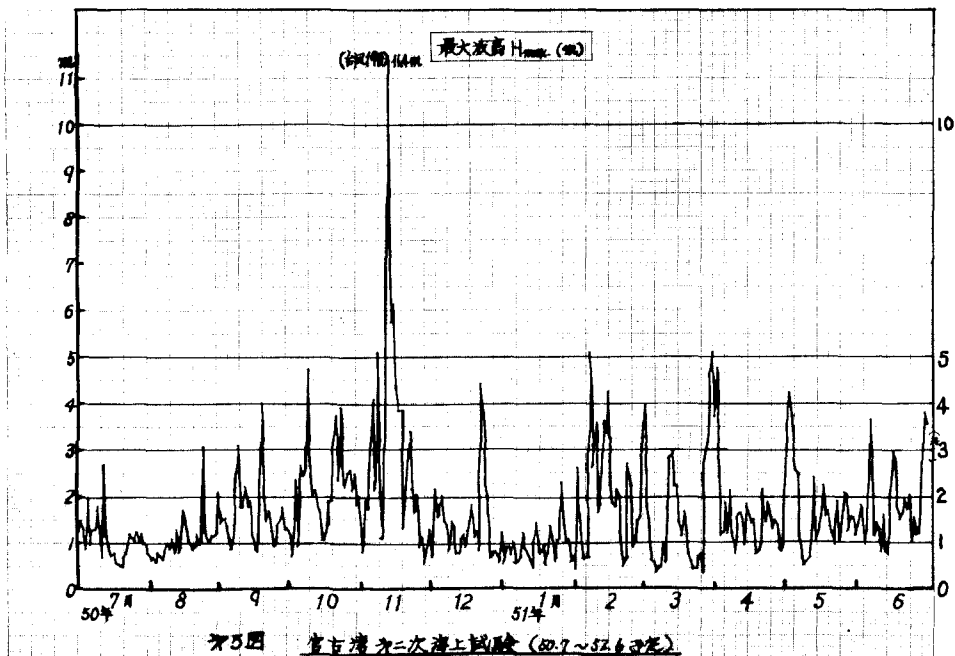
オ5図は同じく自乗平均して求めな値を無次元化して示な係留索張力である。

宮古湾一次海上試験並びに オニ次海上試験の最大波高記録を示す。

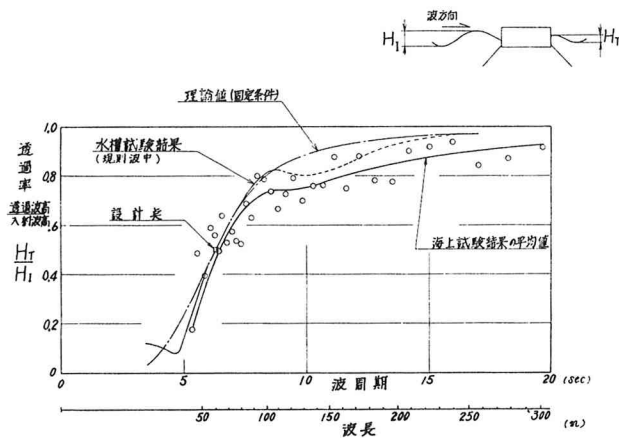
オニ次海上試験は、51年8月31日現在 耐久試験継続中であり、52年6月撤去、総実験の予定。



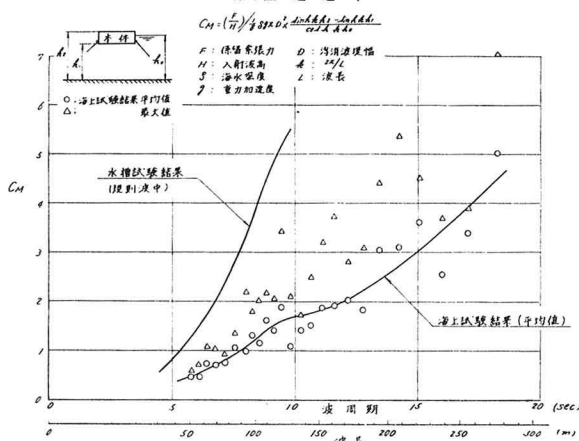
宮古湾第一次試験 第4図 波高記録(最大波高)



宮古湾オニ次海上試験(50.7~52.6月迄)



第7図 透過率



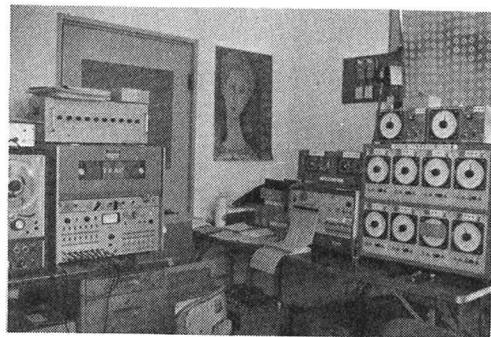
第8図 係留索張力

2-3. 宮古湾オニ次海上試験

オニ次の海上試験の結果、ロープ接手部を改造、自由波を増し、疲労強度を大巾に上げるなどの強化向上の対策を施した。

50年11月に台風19号が三陸沿岸を通過し、大時化となったが、($H_{max} = 11.4m$) それにも耐え、十分耐久力も有していることが実証された。

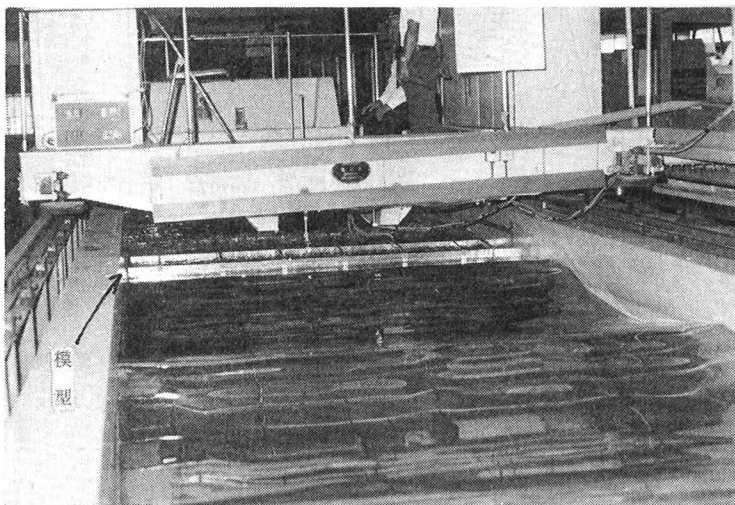
接手部の摩耗、疲労強度など、長期間のテストデータが必要のため、72年6月迄継続試験する。



オ6図 宮古水産試験所内観測室

透過率は、規則波中で行った水槽試験結果と海上試験結果は全般に傾向がよく合っており、波長の長い領域で海上試験結果の方が若干低い値を示している。予想したものより更に長い波周期の波まで効果があることがわかった。

オニ次海上試験の結果、最大の試験目的であった消波効果に関し、所定の成果が得られなかった。係留ロープの断れ(特に岸側)で切断事故が発生、推定設計波高に甘えがあったこと、ロープのつけ根に自由波が不足していたなどの原因によるものと判明し、次のオニ次海上試験において改造を加えた。



オ9図 大型模型による動揺・応力測定試験
手前・入射波側より見る