

浮消波堤の動特性に関する実験的研究

九州工業大学・工学部 正会員 ○加藤九州男

〃 正会員 久保 喜延

〃 正会員 渡辺 明

〃 学生員 長田 浩

1. まえがき 従来港湾で施工されてきた防波堤の設置水深は、ほとんどが20m以浅であったが、近年の海洋開発の進展に伴い、より厳しい自然条件下で港湾の外郭施設の設置が要求され出してきた。海洋空間の有効利用上からも沖合い人工島構想や静穏化海域構想も積極的に打ち出されている。このような要求に答えるべき構造物の設置水深は、より深くなるものと予想され、従来になかった設計法・施工法などを新たに開発することが急務となっている。そこで、種々の浮体の係留方法が考案されてきたが、その中でも水深100m以上の深海域での石油掘削プラットフォーム用に開発されたものが、緊張係留法である。この方法は、浮体をケーブルの張力で下方に引き込むことによって、浮体の浮力とケーブルの張力とでバランスさせて浮体の風や波浪による運動を拘束するものであり、柔構造としての特性を持ちながら浮体を海上でかなり剛に固定できる利点もある。この利点を深さ数十メートルの浅海域における種々の海洋および港湾構造物に応用することを考え、本研究では、スリット式浮消波堤を水槽実験をすることにより、この構造物の設計に対する基礎的データを得ることを目的とする。

2. 実験概要 実験装置は九州工業大学工学部開発土木工学科付属の造波機を備えた長さ20m、幅1.2m、深さ1.5mの水路を使用した。使用した模型は、図1のようなスリット式浮消波堤である。模型の大部分はウッドラックで製作し、底板にベニヤ板を張り合わせ、ボルトを介してステンレスワイヤーで水路床に取り付けている。静止水面からの水位変位量を測定するための2台の波高計の位置は、造波機の振動中心から波の進行方向に測った距離を x とすると、それぞれ $x=10.637\text{m}$ と 11.801m であり、模型の堤体の前面位置は $x=11.417\text{m}$ である。また、模型の変位は光学変位計で測定し、張力は路床に設けた片持式張力計で測定した。波圧の測定は受感部直径14mm、最大圧力感度 $p_s=500\text{g/cm}^2$ の波圧計を用いた。

水深 $h=1.039\text{m}, 1.093\text{m}, 1.164\text{m}$ （以後低水位、中水位、高水位と呼ぶ。）において波を発生させ、造波機の加振振幅、加振振動数を変化させて浮消波堤の挙動を測定した。データの記録は、東京測器製の10チャンネル用デジタル動歪計をパソコンによって制御し、サンプリング間隔10msecでデータ長15秒間をディスクにリアルタイムで記録した。

3. 実験結果と考察 ここでは、主に、中水位の実験結果について考察する。

図2は、造波装置による波の特性を調べた結果である。周期 $T=0.93\sim 1.71\text{sec}$ の範囲では造波機の偏心量 $e=2, 3, 4, 5\text{cm}$ の影響が小さく波長はほぼ $60\sim 85\text{cm}$ であり、このことは、本装置で得られる波の周期および波長の範囲が小さいことを意味している。 $x=10.637\text{m}$ と 11.801m の位置の波高計で測定した周期 T と波高 H との関係を造波機の偏心量 $e=4, 8, 12, 16, 18\text{mm}$ をパラメータとして示すと図3(a),(b)のようになる。

図4は、浮消波堤の下流部の上端に取り付けた周期 T に対する水平変位(a)および鉛直変位(b)の変動振幅との関係を示すものである。

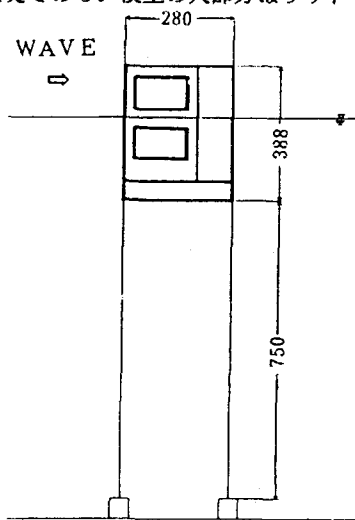


図1 浮消波堤 : 単位(mm)

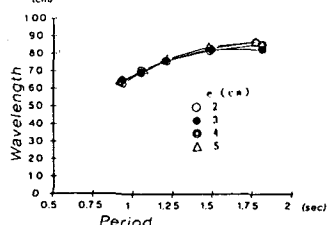


図2 周期と波長の関係

図5は波の周期 T に対する消波率(%) (卓越周期に対する模型の上流側の変動波高と模型下流側の変動波高の比) の関係を示したものである。

これらの図より、浮消波堤の波に対する挙動について考える。波高が大きくなると、浮体の鉛直変位の変動振幅は大きくなると言える。しかし、水平変位に関しては、一概にはそうとは言えない。これは、波高の変化が直接浮体の鉛直運動に反映されるのに対して、水平振動振幅は波長と波高の両者の影響を受けているためであろう。また、消波堤が波に追従して動いているところでは、周期 T が大きいほど水平変位も大きくなっている。これは浮消波堤を押し戻そうとする波圧が大きい周期の領域では無理なく伝達されるものと推察される。周期の短いところでは押し戻そうとする波圧も短い間隔で働くため、あるいは浮消波堤が波の動きに十分追従できないために生じる現象であろうと考えられる。また、小さい周期 $T=0.68\text{sec}$ 場合では、上流側の波高より下流側の波高が大きくなっている振幅の場合もある。このことは、実験中に観測された三角波や三次元的波が原因であると推測される。

次に浮消波堤の消波効果について考察する。波高と周期の関係について見ると、加振振幅が小さい $e=4, 8\text{mm}$ の場合、周期 $T=0.68\sim 0.8\text{sec}$ の領域では上流側の波高より、下流側の波高が大きくなっている。変動変位と消波効果について見ると、周期が小さい $T=0.68\sim 0.75\text{sec}$ では、水平・鉛直変位ともに小さく、周期 $T=0.93\text{sec}$ 以上においては、水平・鉛直変位ともに急激に大きくなっている。消波効果は、周期 $T=0.75\text{sec}\sim 1.5\text{sec}$ でどの振幅の場合でも約80% 以上となっていることがわかる。しかし、周期 $T=0.96\text{sec}$ の場合では全てのケースで最大消波率20%~50%となっている。この要因としては、浮体寸法がこの波長を消すことに寄与しているためであると思われる。またこの波長の波が良く消されていることより消波効果には、波長の影響が大きく関与するものと考えられる。

4.まとめ 以上でスリット式浮消波堤の波に対する挙動について調べたが、それをまとめると次のようになる。

1. 浮消波堤の消波効果は、断面形状および波の波長の影響とが重要な役割を果たしている。
 2. 浮体の挙動についてみると、波高は鉛直変位変動と直接関係するが、水平変位変動は波高と波長の両者の影響を受けている。
- 本研究では、波圧および張力等について述べなかったが、更に詳細に検討して、浮体の係留方法を明らかにしたい。
- 最後に、本研究は、第4港湾建設局の援助を受けたことを記して謝意を表する。

参考文献

- 合田・佐藤 『海岸・港湾』 彰国社
久保・森松:T.L.P.の対波浪挙動について 西部大会(1987)

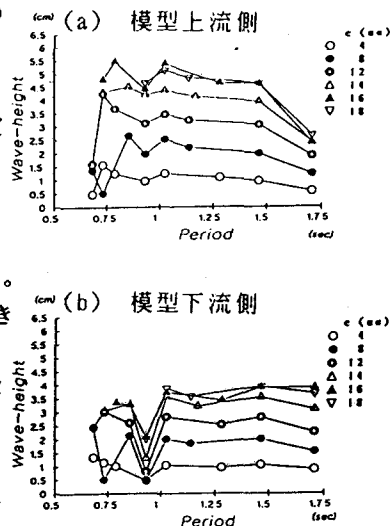


図3 周期と波高の関係

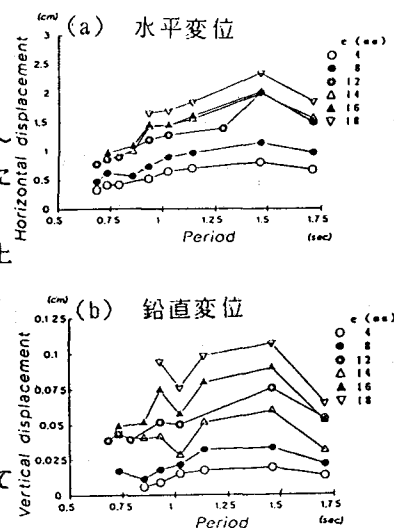


図4 浮消波堤の変位

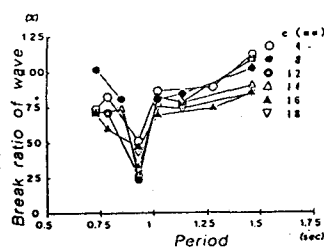


図5 波の消波率