

II-330 波エネルギー吸収型浮消波堤の開発

大成建設(株)技術開発部 正員 田中 良弘
 同 上 元良勇太郎
 同 上 正員 ○古川 圭三

1. はじめに

浮消波堤の歴史は古く、過去に種々の構造形式が開発され一部は実用化されている。しかし、それらの多くは単に消波のみの目的で開発されたものであり、入射波の持つエネルギーは砕波、浮体の運動および係留索の張力等に散逸させるだけで、波エネルギーが有効に利用されていないのが現状である。

本研究で提案する波エネルギー吸収型浮消波堤は消波堤としての機能だけでなく Terminator 型のダブル振動水柱(D.O.W.C)の原理により波エネルギーを効率よく吸収し、電気及び熱等として有効に利用することを目的に開発を行ったものである。

2. 開発の経緯

波エネルギーを有効に吸収するには、構造物を固定状態に近づけることが必要である。従来の弛緩係留では係留索に働く張力は小さいが、浮体の動揺は殆ど拘束されず、長周期の波エネルギーは殆ど吸収できなかった。これに対して緊張係留は、浮体の動揺のうち ROLL, PITCH, HEAVE の運動モードを拘束することが可能で、エネルギー吸収型の浮消波堤の係留として適している。

開発対象構造物は緊張係留を考慮した断面形状で、T型およびII型の二種類とし、各々次のような特徴を有する。

T型浮体は大きな没水浮力体と、その上に位置する前後背中合わせの二つのO.W.C空気室より構成され、左右の隣合う空気室間はProjection wallで仕切られている。前側の空気室は入射波に対して、後側の空気室は浮体のSWAY運動に伴うRadiation waveのエネルギーを回収することを目的としている。また、吃水面部分には大きな浮力を持つ部材がないので、波浪及び潮汐等の水位変動に対して浮力変動が少ない。

II型浮体は大きな没水部体積と小さな水線面面積を有する、いわゆるセミサブ型浮体で、ダブルハルで囲まれた部分が空気室となっている。また、空気室は大きな自由水面によるスロッシングの振幅を減少させるため、前後二室に隔壁で仕切られている。

本稿は、この浮消波堤に関する一連の実験のうちT型及びII型の2次元実験およびT型浮体に斜め波を入射させた3次元実験について、その消波効果および空気変換効率について若干の考察を行ったものである。

3. 実験の方法

本実験の供試模型の断面形状を図1に示す。

2次元及び3次元実験共、縮尺率1/40、水深 $h=125\text{cm}$ とした。実験パラメータとして2次元実験では入射波周期: T_w 、波高: H_w 及び空気室ノズル比: ε を、3次元実験では入射波周期: T_w 、波高: H_w 及び波入射角: χ を系統的に変化させた。

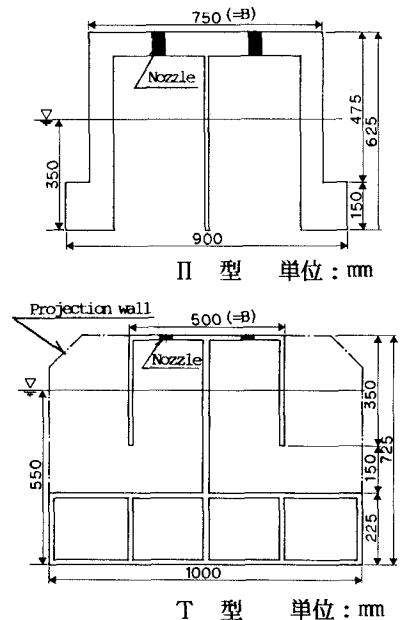


図1 実験模型 (S=1/40)

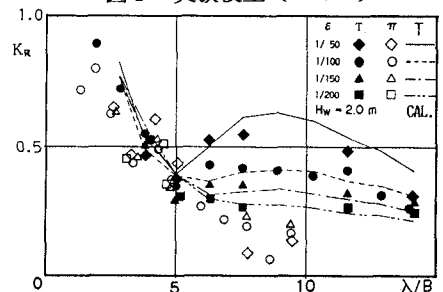


図2 T型、II型の反射率(2次元)

4. 実験結果

4.1 2次元実験結果（T型、II型の消波特性と空気出力効率特性）

図2、3に各タイプの反射率 K_R と透過率 K_T を各ノズル比 ε に対して示す。図中 λ は入射波の波長、 B は各模型の水線面の幅を示す。T型の K_R は、 $\lambda/B < 5$ の短周期域では ε による違いは見られないが、 $\lambda/B > 5$ では、その差が明確に現れており、 ε が大きい程 K_R が大きくなる。また、II型は ε の違いによる K_R の差はあまり見られない。T型の K_T は、 ε の影響を顕著に受けており、 ε が小さいほど K_T が大きくなる傾向がある。また、II型の K_T は値がかなりばらついているが、 ε による影響は余り見られない。図中、境界要素法によるT型の理論計算値を折れ線で示してあるが、実験値と良い一致を示している。

空気出力効率 $\overline{EFF}$ については、図4に示すようにII型よりT型の方が良好で、T型では ε が小さい程 $\overline{EFF}$ が大きくなる。II型では ε による影響は明確ではないが、 $\lambda/B > 8$ の長周期域で ε が小さい程大きい効率を示す。また、T型はエネルギー損失率 K_L^2 が高く、浮消波堤としても有効である。

4.2 3次元実験結果

3次元実験については、波の入射角度の違いによる空気出力効率の変化について考察する。

図5に入射波高 $H_w = 2\text{ m}$ 、 $\varepsilon = 1/100$ の場合の各入射角に対する前後それぞれの空気室ごとの空気出力効率を示す。図6は前後の空気室の空気出力効率の和を示した。

波の入射角による影響は顕著で、 $\lambda/B < 6$ の短周期域では入射角度が小さい程効率が大きく、 $\lambda/B > 6$ では逆に入射角度が大きい程、効率も大きくなる傾向にある。これは浮体前部に張り出している空気室の仕切り壁(Projection wall)による集波効果が働いているものと考えられる。

また、前と後ろの空気室それぞれの効率は、 $\lambda/B < 6$ では前が後ろより大きいが、 $\lambda/B > 6$ では逆に後が前より大きくなる。これは、長周期域においては浮体のSwayおよびSurge運動が大きくなり、これに伴いRadiation Waveが大きくなり、後の空気室がこの発散波の波エネルギーを効果的に吸収するためと考えられる。

空気出力効率は $\lambda/B = 5$ 付近で35%程度を示し、2次元実験の結果と比べ若干小さい。

5. 結論

(1) T型浮体

- ① 広範囲の波周期に対して消波特性および空気出力効率が優れている。
- ② 長周期域での後側空気室の空気出力効率が高い。
- ③ 空気出力効率から見た最適ノズル比は $1/150 \sim 1/200$ であり、消波効果から見ると $\varepsilon = 1/50$ となる。

(2) II型浮体

- ① 消波特性および空気出力効率は波周期に対する依存性が強い。
- ② 長周期の波に対して消波効率が悪い。
- ③ 空気出力効率はT型に比べ小さい。

なお、この研究はJOIAが日本小型自動車振興会の補助事業として行った研究開発の一部であり、関係各位に感謝の意を表します。

【参考文献】1) 小島・合田ほか：波力発電ケーソンの空気出力効率の解析、港研報告第22巻第3号, 1983。

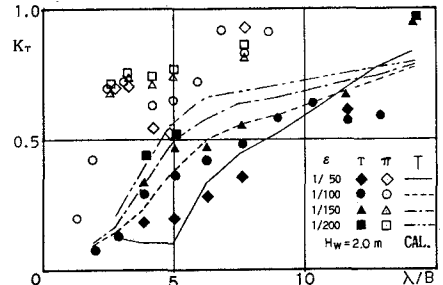


図3 T型、II型の透過率（2次元）

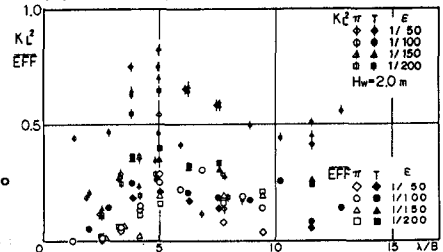


図4 T型、II型の空気出力効率とエネルギー損失率（2次元）

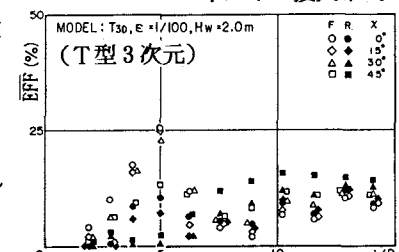


図5 前後の空気室における空気出力効率

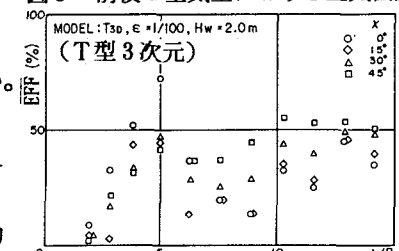


図6 波入射角が空気出力効率に与える影響