

II-328 低動揺型浮体の設計考察

東海大学大学院	学生員	竹内 寛
東海大学海洋学部	正 員	長崎作治
東急建設㈱	正 員	渡会英明
東急建設㈱	正 員	仲倉道雄

1 はじめに

現在、全国各地で数々の海洋性レクリエーション基地の開発構想計画が提案され、活況を呈している。その中に設置する海洋構造物の一つとして図-1に示すような浮体構造物が考えられ、これはステージ、シアター等の利用を目的としているため、比較的岸から近く港内あるいは海浜に面して設置することを前提としている。

本構造物は、係留索によるアンカー係留を付加する浮体構造物であり、暴風時には、曳船で安全か所に曳航して係留するものである。また、利用目的の性格上、必然的に高重心となりがちであり、なおかつ波浪、風浪に対し低動揺であることが必要条件となる。そこで、著者らは、図-2に示すような作用外力の最も小さい円盤型と上下運動の減衰効果を期待した円盤中空型の二タイプの低動揺型浮体構造物を考案し、設計考察を試みた。

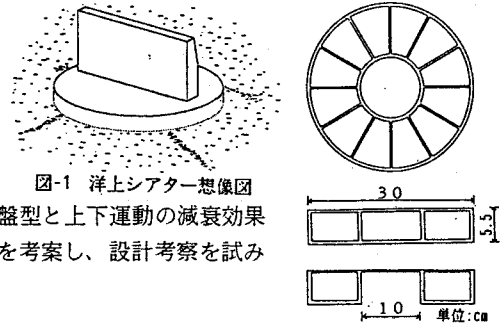


図-1 洋上シアター想像図

2 実験

今回の実験は三方向変位測定装置により二体のモデル(円盤型、円盤中空型)の各運動(上下揺れ、前後揺れ、縦揺れ)の比較、そして、波漂流力の最大値を求め係留設計することを目的とする。

実験は東海大学海洋学部臨海実験場の二次元造波水路(1m×38m×0.6m)を用い、縮尺 1/100模型で水深 40.0cmと 5.0cm、水路こう配は前者は0、後者は1/30とし(図-3)、設定波浪は周期6種類(0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2sec)、波高2種類(1.5, 3.0cm)の組合せとし、同条件で3回測定し1ケースとした。

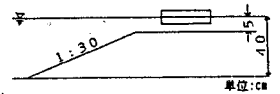


図-3 実験水槽の略図

波漂流力の算定方法としては田才の理論(田才1974)を使用した。上下揺れと前後揺れの位相差より波漂流力係数 C_s を求め、波漂流力係数 C_s を式(2)に代入して波漂流力 F_s を求める。

$$C_s = \cos^2(2 \cdot \pi \cdot \varepsilon_1 / T) \quad \dots (1)$$

$$F_s = n \cdot W \cdot C_s \cdot (H/2)^2 \cdot B \quad \dots (2)$$

ここで、 W は水の単位体積重量、 H は入射波高、 T は周期、 ε_1 は上下揺れと前後揺れの位相差、 B は受圧幅とする。また、 n は次式により定めるものとする。

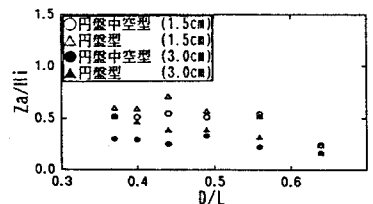
$$n = (1/2) \times [1 + \{2 \cdot \kappa \cdot h / \sinh(2 \cdot \kappa \cdot h)\}] \quad \dots (3)$$

ここで、 κ は波数、 h は水深とする。

3 実験結果および考察

1) 上下揺れについて

水深 5cmのとき各ケースにおいて、円盤中空型で波高 1.5cmのとき動揺の全振幅と入射波高の比 Z_a/H_i がほぼ一定で、平均が0.47となっている。また、円盤型のときは同様のケースで平均が0.53となった。波高 3.0cmのときは円盤型も円盤中空型も、波高 1.5cmのときよりも Z_a/H_i の値が低く現れている。これは、波高 3.0cmのときにモデルを

図-4 Z_a/H_i と D/L の関係(5cm)

越波したケースがあり、そのため上下揺れの運動を抑制したものと考えられる。

円盤型と円盤中空型のモデルの違いを比較してみると、円盤型の全平均が0.45なのに対し、円盤中空型では0.37と20%程度抑えられている（図-4）。これは、円盤中空型の内部の空気圧がダンパーの役割をして上下揺れの運動を抑えているものと考えられる。

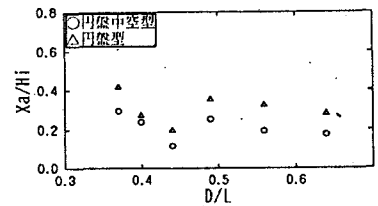


図-5 Xa/H_i と D/L の関係(5cm)

2) 前後揺れについて

各ケースにおいてほぼ同様の傾向が見られる。 D/L が小さい方が Xa/H_i は高い値を示し、 D/L が大きくなるにつれて Xa/H_i はやや低くなっている。また、水深による違いは各モデルともほとんどなく、モデルの形状で比較してみると、上下揺れと同様円盤型に比べ円盤中空型の方が前後揺れの運動を抑えており（図-5）、波高に対する割合は、上下揺れに比べて前後揺れの方が値は小さくなっている。

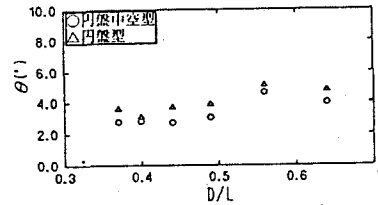


図-6 θ と D/L の関係(5cm)

3) 縦揺れについて

各ケースにおいて、縦揺れの振幅 (θ) は D/L と正比例の関係にあることがわかった。また、モデルによる比較では、円盤中空型の方が20～30%運動が小さくなっている（図-6）。ここでも円盤中空型の内部の空気圧が縦揺れに対して影響を及ぼしているものと考えられる。

4) 波漂流力について

水深40cmと5cmを比較すると、5cmのほうがやや高い値を示している。波漂流力の最大値としては、水深5cm、波高3.0cmのとき35.21g（現場で35.21t）という値を示した。また、数値にかなりのばらつきがあるが（図-7）これは、理論値が二次元的に算出しているのに対し、実験値には三次元的要素が多分に含まれているためと考えられる。

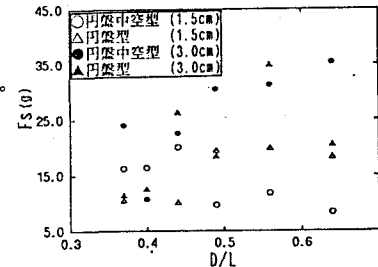


図-7 F_s と D/L の関係(5cm)

4 係留設計

今回のモデルの設計条件として、波高2.0m、水深5.0m、流速1.9m/s、風速15m/s、海底面を砂地盤とした。また、浮体の上部構造として、幅23.5m、高さ16.0mの壁体を設置するものとする。

浮体に作用する外力として、風力、波漂流力、流体力があげられる。計算の結果、風力7.25t、波漂流力15.38t、流体力16.97t、作用外力の合計は39.60tとなる。ここで、実験結果の波漂流力の最大値が35.21tであるが、これは波高3mの結果であり、丸尾の理論（丸尾1960）による計算結果とほぼ一致する。よって、設計波高の2.0mを用いて丸尾の理論より波漂流力を算出した。以上のことから浮体を4点係留するものとする。JIS F3302-36のチェーンを用い、1本の長さは25mとする。また、アンカーは高さ2.0m、幅、奥行き共に5.8m、重量96.6tのコンクリートアンカーとなる。

5 まとめ

今回の実験から得られた結果として、円盤中空型は円盤型よりも20%程度運動を抑制できた。しかし、どのようなメカニズムによって運動が抑えられたのか、明確な回答を導き出すことはできなかった。今後は中空内部の空気圧を測定するなどしてそのメカニズムを明確にし、また係留方法についても、この構造物により適したものを検討することが必要である。

参考文献

長崎 作治：海洋浮遊構造物の係留設計、山海堂、pp.83～111、1981

長崎 作治：浮体の係留ラインとアンカーの設計計算の一考察、埋立と浚渫 No.138、pp.30～41、1987