

(Ⅱ - 45) 大水深域における浮体構造物の海震応答特性に関する実験的研究

運輸省港湾技術研究所 正会員 米山治男

運輸省港湾技術研究所 正会員 野津 厚

東北大学工学部 正会員 風間基樹

1.はじめに 一般に浮体構造物(以下、浮体と表記)の特徴の一つとして免震性が挙げられているが、これは水平地震動に対しての話であり、上下地震動に関しては、海震という現象のためその免震性が得られない。海震とは、海底の上下地震動により海水中に疎密波が引き起こされ、これによって海上に浮かんだ船舶や浮体に衝撃的な外力が加わる現象をいう。浮体の海震応答は、地震波の周波数特性と水深という二つのパラメータに依存している。水深が十分に小さい場合には、浮体の動きは海底面の地震動に追従する。ところが、水深が深くなる、あるいは地震波の周波数が高くなると浮体の海震応答性状は変化してくる(水の圧縮性に関連)。このような大水深における浮体の海震応答に関する研究は今までほとんど例がない。そこで本研究では、大水深における浮体の海震応答特性を実験的に探求し、係留索および浮体の構成材料の浮体の海震応答に与える影響についても考察を行った。

2.海震応答実験 本実験で用いた水中振動台は、3.4m×3.4mの正方形上載板を有する振動台であり、大水深での実験を可能とするためにその上載板を取り外し、最大水深3.5mまでの海震実験を行った(図-1)。浮体模型として、それぞれ浮体のサイズや浮体の底板の材料が異なったものを3種類採用した(図-2、表-1)。また係留方法は無係留とテンションレグ方式の2種類を考え、全部で5ケースの実験を実施した(表-2)。実験においては正弦波加振を行い、入力加速度を振動台上の3点、浮体の応答加速度を浮体上部の4隅の4点で測定し、振動台上の3点の加速度波形の平均を実際に入力加速度としてデータ整理を行った。さらに、浮体底板中央部における歪み量および係留索の張力も同時に測定した。

3.実験結果と考察 図-3～図-7は、それぞれのケースについて浮体の最大加速度比(浮体の応答加速度の最大値を入力加速度の最大値で除した無次元量)を示したものである。これらの図では、浮体上部4点での測定値のうち1点についてのみ示している。図-3では、水深が50～150cmまでは最大加速度比は1に近く、水深が200cmを越えると最大加速度比は急激に減少していく傾向がみられる。これは本実験の実施方法に原因があり、水深50～150cmでは振動台の振動箱内に水が入っている状態で、結局、閉水域での海震を再現したものとなり、水深200cm以上では水が広い水槽全体に広がった状態となり、開水域での海震を再現したものとなっているからである。開水域では入力地震波のエネルギーが散逸するためにこのような現象が発生すると考えられる。また水深200cm付近で最大加速度比が

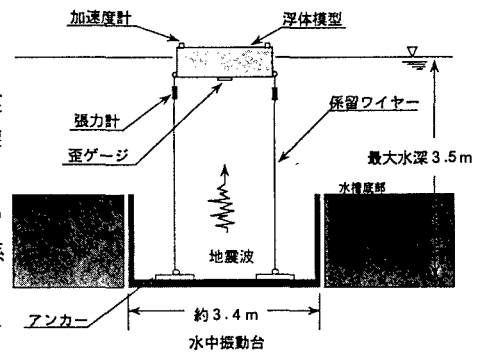


図-1 実験概要図(テンションレグ方式)

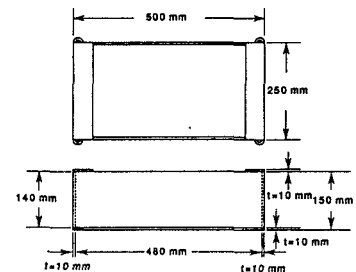


図-2 浮体模型 タイプ-B

表-1 模型の種類

種類	長さ(cm)	幅(cm)	高さ(cm)	底板の種類
Type-A	100	50	15	アクリル
Type-B	50	25	15	アクリル
Type-C	50	25	15	ネオプレンゴム

表-2 実験ケース

実験ケース	模型の種類	係留方法	変水(cm)	ばね定数(kgf/m)
ケース1	Type-A	無係留	5	-
ケース2	Type-B	無係留	5	-
ケース3	Type-B	テンションレグ	10	100
ケース4	Type-C	無係留	5	-
ケース5	Type-C	テンションレグ	10	100

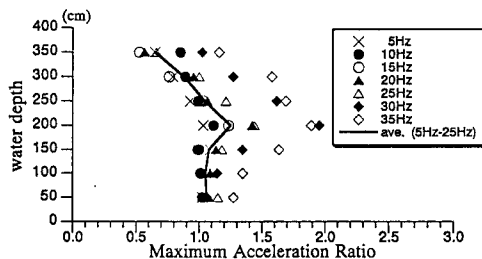


図-3 浮体の最大加速度応答(ケース1)

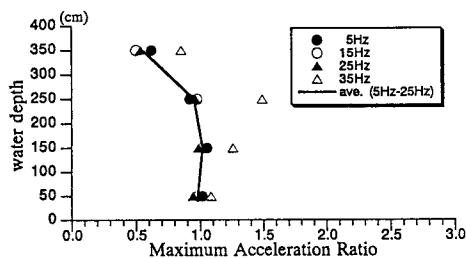


図-4 浮体の最大加速度応答(ケース2)

急に乱れて大きくなっているのは、閉水域から開水域への変換点だからである。さらに高振動加振(30Hz、35Hz)に対しては最大加速度比が大きいが、これは浮体底板の亚克力板の強度不足が原因と考えられる。図-4では図-3の場合と同様な傾向が現れている。図-5からはテンションレグ方式の係留では無係留の場合より浮体の応答が常にな大きくなることが分かる。またケース3では係留索の影響により加振振動数5Hzのときの最大加速度比が大きくなっている。図-6においてケース2の場合と比較すれば、ケース4の場合は高振動加振(25Hz、35Hz)に対してはネオプレンゴム製の底板が海震による浮体応答を低減している。加振振動数15Hzに対してはケース2の場合よりケース4の場合が最大加速度比が大きいが、ネオプレンゴム底板の固有振動数が15Hz付近にあるためだと考えられる。図-7ではケース3の場合に比較して高振動加振(25Hz、35Hz)に対する浮体応答の低減がみられるが、緊張係留による浮体応答の増大が図-5と同様に認められる。

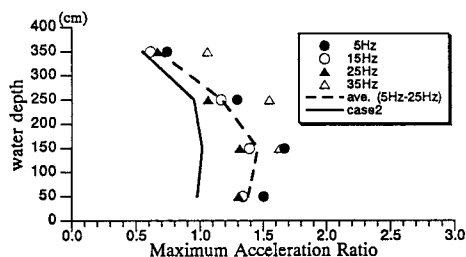


図-5 浮体の最大加速度応答(ケース3)

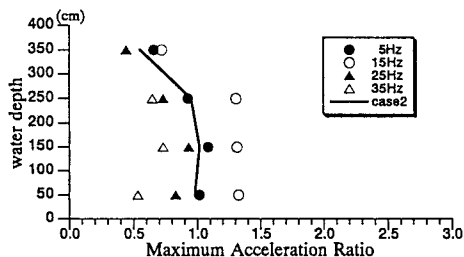


図-6 浮体の最大加速度応答(ケース4)

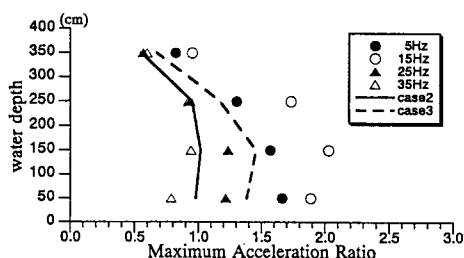


図-7 浮体の最大加速度応答(ケース5)

4.まとめ 1) 無係留で剛な浮体の場合、閉水域では浮体の海震応答は水深に関係なくほぼ一定であるが、開水域では水深が深くなるにつれて浮体の海震応答は小さくなる。

2) 柔らかい材質の底板を用いればその浮体の固有振動数を変化させることができ、高周波地震動に対する浮体の応答を低減できる可能性がある。

3) 係留状態に関しては、テンションレグ係留の方が無係留の場合よりも海震に対する浮体応答が大きくなる。つまり海震に対する浮体の免震性を確保するためには、浮体の緊張係留を行うことは回避すべきである。

5.おわりに 今後はこの実験結果をもとに数値解析により検証を行っていく予定である。なお本研究を進めるにあたり、三菱重工業(株)長崎研究所の池上国広氏、(財)電力中央研究所の萩原豊氏には種々の貴重な御意見を頂いた。ここに記して謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 岡本 他: 浮体における海震の影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), pp.939-940, 1987.10
- 2) 馬場: 海震に対する浮体の加速度応答について, 第8回海洋工学シンポジウム, pp.305-311, 1988.1
- 3) 松岡: 浮遊式構造物の免震性, 日本造船学会誌, 第706号, pp.12-18, 1988.4
- 4) 新宮 他: 浮体の海震による動的応答に関する実験的研究, 平成元年度日本大学理工学部学術講演会論文集, pp.265-266, 1989
- 5) 遠藤 他: 海震を受ける浮遊式海洋構造物の実験方法について, 第12回海洋工学シンポジウム, pp.371-378, 1994.1