耐波浪性能向上型浮体構造物の弾性応答に関する実験的研究

鳥取大学工学部 フェロー会員 上田 茂 三菱重工業株式会社 非会員 井上 俊司 三菱重工業株式会社 正会員 池田 宗弘

1 はじめに

神奈川県横須賀市横須賀港に展開されたメガフロートは湾内の比較的静穏な海域に設置され、また東北防波堤による波浪の遮蔽効果もあり設計波高は 1m~2m 波周期 4s~6s 程度であった。しかし、将来の大水深海域における浮体構造物の設置を考える場合、高波浪及び長周期波にさらされることが予測されこれを抑制するために防波堤を設置することは多大の費用を必要とする。したがって、防波堤の設置なしで浮体構造物本体に作用する波力を低減させる構造物(以下、減揺構造)を付加させ、安全に運用させることは経済性及び環境保全の面において大変有効であると考えられる。

2 減揺構造の概要

本研究では、減揺構造として図-2 に示すカーデンウォール型、L型、 没水ビーチ型の 3 型式を検討した。すなわち弾性応答現象を、「波上側 で波浪エネルギーが浮体の弾性振動エネルギーに変換され波下へ伝播 する現象」であると捉え、浮体の波上側の付加構造により、波の反射 率を高めて浮体に入力される波エネルギーを低減し、これによって浮 体の弾性応答を低減することを考えた。

3 2次元水理模型振動実験

本研究ではまずポンツーン型浮体構造物へ減揺構造の設置による耐 波浪性能の向上を目的に水理模型実験を行った。実験は幅 60cm の断 面水路を用いて行った。表-1 は模型浮体の諸元を示したものである。

浮体本体は 1.2cm のアルミ板で剛性を設定し、また発泡スチロールにより 浮力を確保した。模型浮体の縮尺は 1/50 とし、フルードの相似則を適用した。水深は 60cm とし、実機プ ロジェクトを想定すると 30m となる。 波浪は規則波とし反射波の影響の現れない有効波数の範囲内での実験とした。表-2 は実験で実施した波周期を示したものである。図-3 は実験概要図を示したものである。波上側に設置した波高計 H1~H3で浮体に入射する入射波及び浮体より反射される反射波を測定した。 波下側に設置した波高計 H4、H5 により浮体を透過する透過波及び水路壁からの反射波を測定した。上下変位はレーザー変位計 HDV1~10

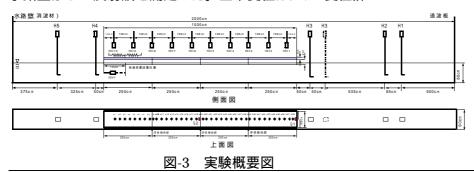


図-1 減揺構造の概要

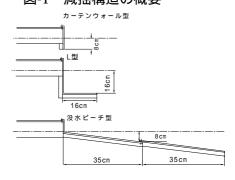


図-2 減揺構造

表-1 模型浮体の諸元

プロジェクト	模型浮体	相当実機
長さ(m)	10	500
幅(m)	0.6	(2次元)
深さ(m)	0.14	7
喫水(m)	0.04	2
剛性(kgf•m²/m)	1014	6.50E+09

表-2 波浪条件

模型		実機	
波高(cm)	波周期(s)	波高(m)	波周期(s)
8.0	0.85	4.0	6.0
	0.99		7.0
	1.13		8.0
	1.27		9.0
	1.41		10.0
	1.56		11.0
	1.7		12.0
	1.84		13.0
	1.98		14.0
14.0	1.13	7.0	8.0
	1.27		9.0
	1.41		10.0
	1.56		11.0
	1.7		12.0
	1.84		13.0
	1.98		14.0
	2.12		15.0
	2.26		16.0

キーワード:浮体構造物、減揺構造、模型実験、近似理論、弾性応答解析

連絡先(〒680-8552 鳥取市湖山町南4丁目101、TEL:0857-31-5286、FAX:0857-28-7899

で計測した。前後揺れは係留装置付近に設置したレーザー変位計 HDH1 で計測した。浮体の歪みは 25cm 間隔で貼付した歪みゲージで計測を行った。また、各減揺構造の本体にも歪みゲージを設置し歪みを計測した。浮体前端部及び中央に加速度計を設置し加速度を測定した。

4 実験値と数値解析結果の比較及び考察 1)2)

図-4 は浮体断面をモデル化したものである。 減揺構造を有する浮体構造物の波力の算定は 特にL型、没水ビーチ型では、砕波を含む非 線形性が強く一般に解析は困難である。しかし、 浮体内部の動揺に関しては減揺構造を通過した 透過波の影響を受けると仮定し浮体底面を通過 する透過波の波力を推定すれば応答を把握でき ると考える。

そこで、本研究では透過波を実験値に基づいて与え、浮体底面に作用する揚圧力を伊藤・千葉の近似理論を用いて算定し、浮体構造物を弾性支承上の梁に近似して弾性応答解析を行った。

図-5、図-6、図-7、図-8 は減揺構造無し、かけかけール型、L型、没水ビーチ型における周期 8s及び 14sの実験値と計算値を比較したものである。図の横軸に浮体長を縦軸に単位波振幅当たりの上下変位を示す。実験値と計算値は、分布形状及び浮体内部の応答の極値を見る限りではほぼ良く傾向を捉えていると思われる。しかし、没水ビーチ型では周期 14s において浮体端部の実験値と計算値の相違が見られる結果となった。これは没水ビーチ型が特に渦の発生、流れの剥離及び砕波などの非線形現象による影響が大きいためと考えられる。

5 まとめ

本研究では減揺構造を付加した浮体構造物 について水理模型実験を行い弾性応答の低減効 果の把握を行った。そして、実験結果に基づき

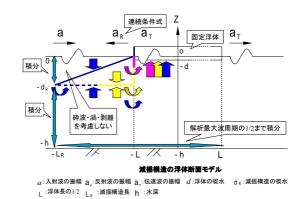


図-4 浮体断面のモデル化

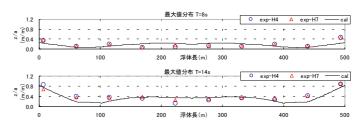


図-5 最大値分布(減揺構造無し)

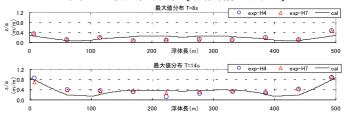


図-6 最大値分布(カーテンウォール型)

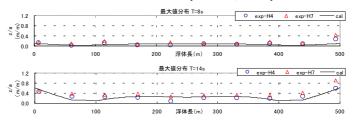


図-7 最大値分布(L型)

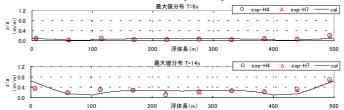


図-8 最大値分布(没水ビーチ型)

伊藤・千葉の近似理論を用いて減揺構造物を有する浮体構造物の揚圧力の算定を行い、弾性応答解析により 実験値との比較を行った。実際の実験では減揺構造付近において、渦の発生、流れの剥離及び砕波などの非 線形現象が卓越しており、これらを含めた詳細な現象の把握には至っていないが、浮体端部の上下変位、浮 体全体の変位分布等を検討する限りでは、ある程度の現象の把握ができたのではないかと思われる。

参考文献

- 1) 伊藤 喜行・千葉 繁: 浮防波堤の水理に関する近似理論と応用、港湾技術研究所報告第2号 1972.6
- 2)田村 章義 谷口 修共訳:新版工業振動学、コロナ社