

大成建設株式会社 正会員 ○田 中 良 弘

// // 寺井幸夫

“ “ 松 元 和 彦

1. はじめに

近年、欧米のLPG液化貯蔵コンクリートバージや重力式石油生産貯蔵用コンクリートプラットフォームの建造例にみられるように、コンクリート材料の海洋浮遊構造物への適用が見直されてきている。これらを設計する場合、材料がコンクリートということで、設計外力、特に波浪荷重を把握して断面算定する必要がある。本報告は、積載能力500トンのコンクリートバージ（ $L \times B \times D = 37m \times 9m \times 3.1m$ ）を試作するために行った設計のうち、主に波浪荷重について述べ、次いで建造後の実機による海上実験より得られた測定値と、井島の理論により求めた計算値との比較を行なったものである。

2. 設計

2.1 基本的な考え方

コンクリートリバージの設計に関しては、現在「プレストレストコンクリートリバージ基準」（日本海事協会，１９７５年）があるが、今回試作したリバージは、この基準が対象としている使用海域や使用目的また規模の点で若干相違するため、図-１に示す設計フローチャートに従って、直接設計法により波浪荷重を求めた。

2.2 波浪荷重

直接設計法は、ストリップ法により規則波中の種々の船体応答の周波数応答関数を求め、一方、使用海域における波浪観測データより波浪スペクトルを求め、規則波中の応答を線形で重ねられるとして、この両者より不規則波中の応答を求め、これを統計理論により処理することにより、応答期待値を予測するものである。実際の計算にあたっては、東京湾木更津沖の波浪観測データを用いて、有義波高、周期ごとの出現確率のテーブルを作成、これより波浪スペクトルを求めた。船体を23等分し、波向を全方向考え、満載状態およびバラスト状態について応答計算を行なった。縦強度に関する断面力を図-2に、また横強度に関する変動水圧を図-3に、それぞれ長期出現確率 $Q=10^{-4} \sim 10^{-6}$ で示す。

3. 実機による波浪実験

3.1 測定方法

測定は、図-4に示すように、パーズを自由にした状態で波を横方向から入射させて、パーズの動揺を電気式傾度計により、底面に働く変動水圧を水圧計により、また波高を投棄

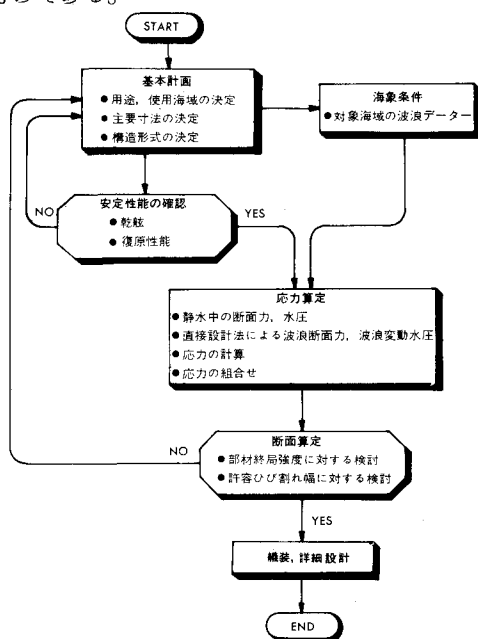


図-1 設計フローチャート

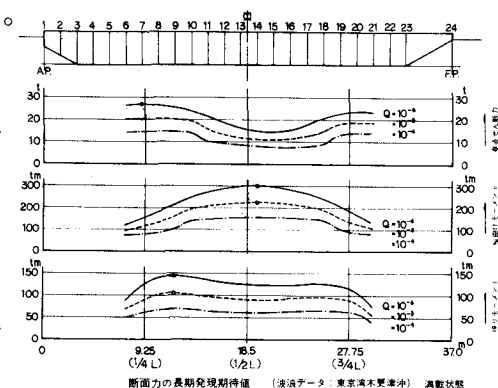


図-2 縦強度に関する断面力

型水圧式波高計により測定し、データレコーダーで記録した。

3.2 測定結果

記録データをA-D変換して、パワースペクトルを計算した結果を、図-5、図-6に示す。波浪パワースペクトルより、水面変動の標準偏差 $Y_{rms}=1.47\text{ cm}$ 、卓越周期3.2秒で、一方平均波法による $H_{1/3}=5.43\text{ cm}$ 、 $T_{1/3}=3.16\text{ 秒}$ で、 $H_{1/3}=4.0\text{ Yrms}$ が成立する。また水圧変動の標準偏差 $Prms$ は、入射直後の水圧5-2が一番大きく、中央の水圧5は小さい。これは、図-3に示す設計時の変動水圧分布に似ている。なお、静水域での動揺試験により、ローリング固有周期が3.8秒、減衰定数0.2であった。

3.3 理論計算

式-(1)により、測定から得られた応答パワースペクトル $S_{RR}(f)$ と波浪パワースペクトル $S_{WW}(f)$ を用いて、伝達関数 $T_R(f)$ を求めたものを、図-7、図-8に示す。

$$S_{RR}(f) = [T_R(f)]^2 \cdot S_{WW}(f) \dots\dots\dots (1)$$

一方、井島の理論により単一波高の規則波を入力して、有限水深における矩形断面物体の運動として計算し、線形の重ね合わせができるとして、伝達関数 $T_R(f)$ を求めた。

4. 結果および考察

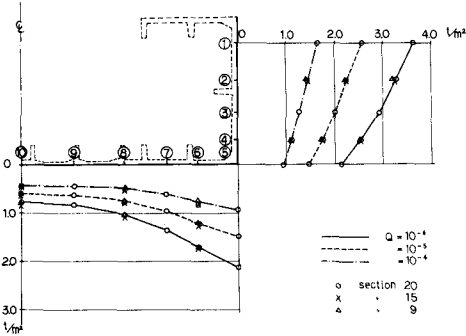
- 理論計算によるローリング固有周期は、実測による卓越周期や動揺試験時の固有周期（いずれも3.8秒）と非常に良い一致を示している。
- 側部の変動水圧（水圧5-2、5-1）の卓越周期が、ローリングの固有周期に一致していることから、ローリング運動が側部の変動水圧に大きな影響を与えていると考えられる。
- 設計時の底板の変動水圧分布と、実測の変動水圧分布のパターンが似ている。

5. おわりに

本ページは、コンクリートの長所を積極的に活かした海洋浮遊構造物による、海洋スペースの有効利用を目指すアプローチとして試作されたものであり、今後大型化された場合についても、設計外力などの点で研究を進める予定である。

なお、本ページは、(財)日本船用機器開発協会と共同開発したもので、設計、構造面で元良教授（東大・船舶）、村田教授（都立大・土木）および日本海事協会の御指導を載いた。ここに、厚く御礼申し上げます。

<参考文献> 井島・田淵・湯村；「有限水深の波による矩形断面物体の運動と波の変形」土木学会論文集，第202号



変動水圧の長期発現期待値（波浪データ：東京湾木更津沖）満潮状態 $d=2.5\text{ m}$

図-3 横強度に関する変動水圧

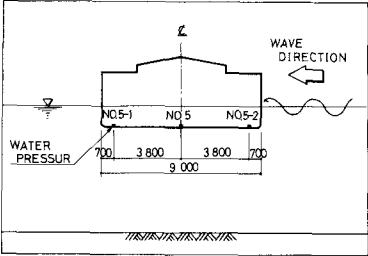


図-4 水圧計配置図

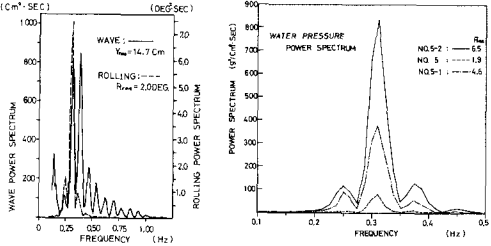


図-5 波浪、ローリングパワー 図-6 水圧パワー

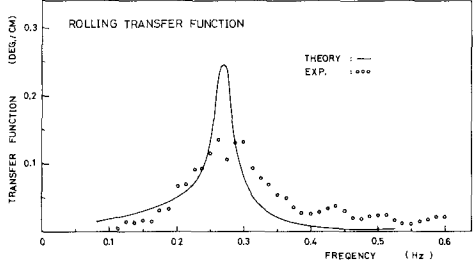


図-7 ローリング伝達関数

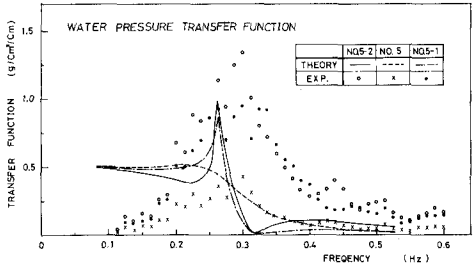


図-8 変動水圧伝達関数