

# PS-8 実海域再現水槽で生成した波浪場の長時間造波による 特性変化の検証

流体性能評価系 \*大田 大地、黒田 貴子、宝谷 英貴

## 1. はじめに

短期海象中での船体最大応答の把握等の短波頂不規則波中での船舶の性能評価には、長時間短波頂不規則波浪場が生成可能な造波水槽での模型試験が必要となる。そのため、造波水槽には想定した海象に則した波浪場が生成可能であり、波浪場の特性が長時間一定であることが要求される。

海上技術安全研究所の実海域再現水槽は、全周に382台のフラップ式吸収型造波機を備えており、容易に短波頂不規則波浪場を生成可能である。そこで、上記のような模型試験に適した造波水槽であることの検証を目的として、本研究では実海域再現水槽で長時間生成した短波頂不規則波浪場の時間的特性変化を検証した。

## 2. 短波頂不規則波の計測

短波頂不規則波を実海象において3時間相当となる20分間造波し、実海域再現水槽の座標原点位置に設置した6台の容量式波高計を用いて水位変動を計測した。実海域再現水槽の座標系と波高計配置を図1に、造波した短波頂不規則波の波条件を表1にそれぞれ示す。

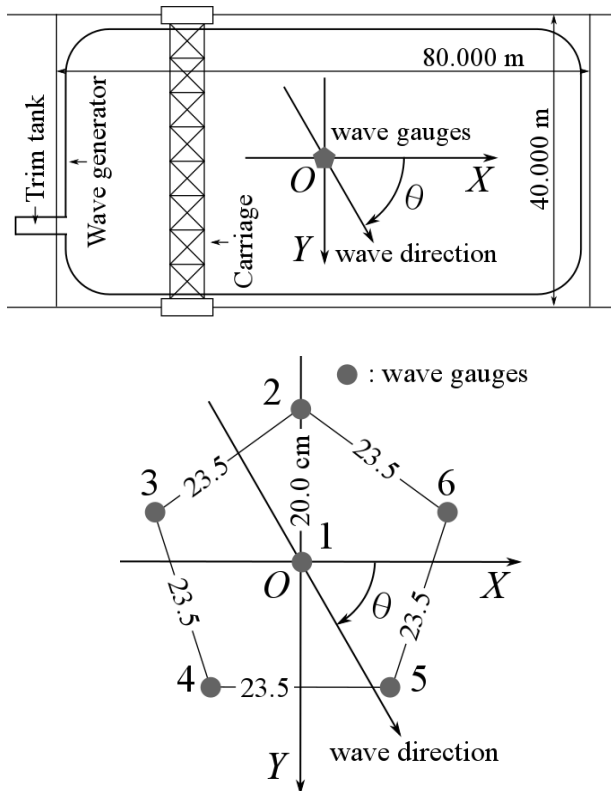


図-1 実海域再現水槽の座標系と波高計配置

表-1 短波頂不規則波の波条件

Frequency spectrum model	ITTC spectrum
Significant wave height	7.81 cm
mean wave period	1.05 sec.
Number of discrete frequencies	150
Directional spreading function	Cosine-4
Principal wave direction	90 deg.
Method of wave generation	Single summation
Sampling frequency	50 Hz

## 3. 波浪場特性の時間変化の検討

### 3.1 周波数スペクトルの推定による時間変化の検討

20分間の計測から得た水位変動時系列を5分間ごとに区切り、4区間それぞれで周波数スペクトルを推定した。また、周波数スペクトルの推定結果から有義波高 $H_{1/3}$ と平均波周期 $T_{01}$ を求めて時間変化を検討した。有義波高と平均波周期の時間変化を図2に示す。図中にそれぞれの目標値を赤の実線で示している。有義波高と平均波周期の平均からの変動係数はそれぞれ0.015および0.024であるため時間変化は小さく、図2から目標値ともよく一致していることが分かる。

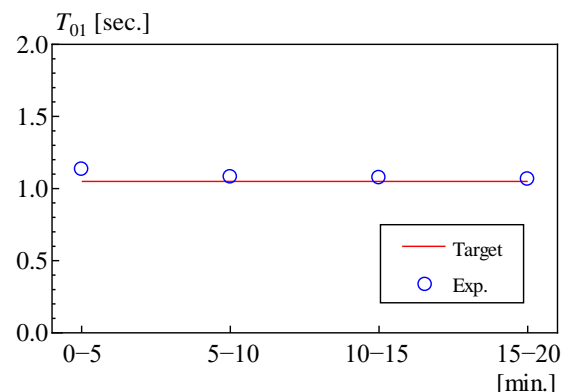
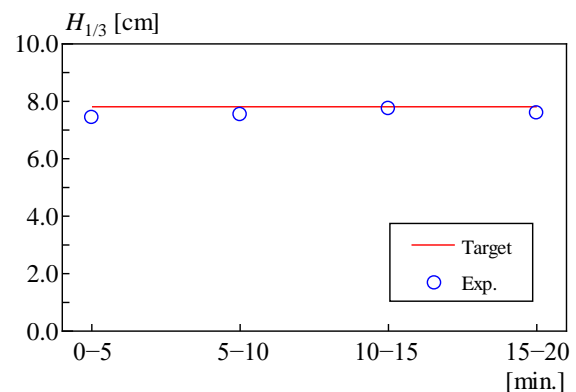


図-2 有義波高 $H_{1/3}$ と平均波周期 $T_{01}$ の時間変化

### 3. 2 方向スペクトルの推定による時間変化の検討

一般に、座標 $(x_m, y_m)$ ,  $(x_n, y_n)$ で計測した波動量間のクロススペクトル $\Phi_{mn}(f)$ と方向スペクトル $S(f, \theta)$ の関係は(1)式のように表される<sup>1)</sup>。

$$\Phi_{mn}(f) = \int_0^{2\pi} H_m(f, \theta) H_n^*(f, \theta) \times [\cos\{k(x_{mn} \cos \theta + y_{mn} \sin \theta)\} - i \sin\{k(x_{mn} \cos \theta + y_{mn} \sin \theta)\}] S(f, \theta) d\theta \quad (1)$$

ここで、 $H_m$ ,  $H_n$ は水位変動に対する水圧変動や水粒子速度等の波動量の伝達関数であり、 $k$ は波数である。本研究では、6台の波高計で計測した5分間ごとの水位変動時系列からクロススペクトルを求め、(1)式の関係にEMEP(拡張最大エントロピー原理)法<sup>2)</sup>を適用することで方向スペクトルの推定を行った。さらに、推定した5分間ごとの波浪場の方向スペクトルから波浪場の波エネルギー、波向および方向集中度を評価する指標である0次モーメント $M_{00}$ 、平均波向 $\theta_m$ および平均分散角 $\theta_k$ を求めた<sup>3)</sup>。図3にこれらのパラメータの時間変化を示す。

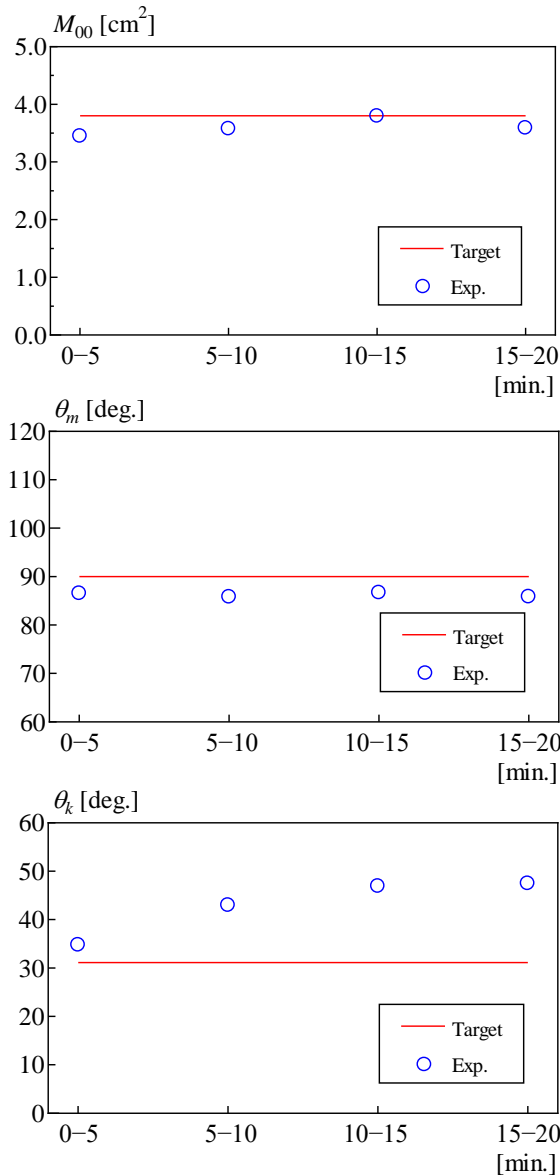


図3 0次モーメント $M_{00}$ 、平均波向 $\theta_m$ および平均分散角 $\theta_k$ の時間変化

0次モーメントの変動係数は0.034であり時間変化は小さく、図3から目標値とも概ね一致していることが分かる。平均波向の変動係数は0.005であり時間変化はほとんどないが、目標値と約4deg.の差がある。これは図1に示す波高計配置において、波高計1と2を結ぶベクトルが設定した主波向と平行であり、方向スペクトルの推定精度が低下したためであると考えられる。一方で、平均分散角は次第に値が増加していることが分かる。これは、造波時間の経過とともに吸収型造波機で吸収されずに生じた反射波が入射波に加わることで、成分波の見かけの方向分布が広がったためであると考えられる。このような反射波影響の時間的な発達について、MEMEP(修正・拡張最大エントロピー原理)法<sup>4)</sup>等を用いて方向スペクトルと同時に反射率の推定を行うことで、より詳細に検討する必要がある。

### 4. まとめ

実海域再現水槽で短波頂不規則波を実海象で3時間に相当する20分間造波し、その波浪場特性の時間変化を検討した。結果として以下の結論を得た。

1) 長時間生成した波浪場の有義波高と平均波周期は時間変化がほとんどなく、目標値ともよく一致した。

2) 計測領域における波エネルギーは時間変化が小さく、平均波向もほとんど一定であった。

3) 造波時間の経過とともに反射波の影響が大きくなり、平均分散角が増加した。

以上より実海域再現水槽は、反射率の推定によって反射波の影響をより詳細に検討する必要があるが、設定した波高や波周期、波向等の条件に即した短波頂不規則波浪場を長時間持続的に生成可能であることが確認された。

### 謝辞

本研究は日本財団助成事業の一環として日本船舶技術研究協会が実施した「目的指向型復原性基準に関する調査研究」の受託研究として実施しました。また、EMEP法のプログラムは九州大学大学院工学研究院の橋本典明教授よりご提供いただいたものを元に作成しました。関係各位に深く感謝申し上げます。

### 参考文献

- 磯部雅彦, 近藤浩右, 堀川清司: 方向スペクトルの推定におけるMLMの拡張, 第31回海岸工学講演会論文集, pp. 173-177, 1984.
- 橋本典明ほか: 海洋波の方向スペクトルの推定における最大エントロピー原理法(MEP)の拡張, 港湾技術研究所報告, 第32巻第1号, pp. 3-25, 1993.
- 合田良実: 共分散法を用いた波向推定方式の数値的検討, 港湾技術研究所報告, 第20巻第3号, pp. 53-92, 1981.
- 橋本典明ほか: 方向スペクトルの推定における拡張最大エントロピー原理法の入・反射波共存場を対象とした修正, 海岸工学論文集, 第41巻, pp. 51-55, 1994.