

スネーク式造波装置による多方向不規則波の造波特性

中部電力株式会社 正会員 ○川嶋 直人
 中部電力株式会社 上海 義樹
 中電工事株式会社 正会員 佐藤 公己
 中電工事株式会社 正会員 若松 正文

1. はじめに

近年、海洋構造物の大水深化に伴い、沖合の波（多方向不規則波）を考慮する必要が生じてきた。ここ数年の間に各研究機関でも多方向不規則波造波装置を導入するようになり、数多くの水理模型実験が行われている。これまでは従来の一方向不規則波と多方向不規則波との違いに関する研究が中心であり、多方向不規則波の再現性について詳細な検討を行った例はあまりない。一般的に多方向波の内、方向分散性の大きい波（風波）は再現精度が良く、方向分散性の小さい波（うねり）は再現精度が悪いと言われている。その理由として、個々の水槽や装置の特性に応じて独自に造波制御システムを構築する必要があることに加え、方向スペクトルの解析手法に推定誤差が含まれていることが考えられる。

本研究では、スネーク式（連続型）造波装置を使用して効率的に多方向不規則波を精度良く再現することを目的として造波手法に工夫を加え、方向スペクトルの検証を行った。

2. 実験設備

平面水槽(23m×30m×1.2m)内に設置した多方向不規則波造波装置は横一列に連続して配置された造波板幅 50cm の造波機 42 台を有し、造波板の動きが蛇の這うように見えるためスネーク式造波装置とも呼ばれる。

造波装置はワークステーションで制御され、多方向不規則波は入力された波の諸元に基づき、主盤（パソコン）で作成された造波信号が制御盤を通して個々の造波機を作動させる。（図-1 参照）

消波に採石を用い、水深は 50cm とした。有効造波領域内に星形アレー（波高計 4 本）を 3 台設置し、同時計測した水面変動の平均値をスペクトル解析用データとした。

3. 造波信号の作成

当設備では多方向不規則波の造波信号作成にパソコンを使用し、1 ユニット毎（計 4 ユニット）に計算させることで波の作成時間の高速化を図っている。今回、シングルサンメーション法（SS 法）とダブルサンメーション法（DS 法）の 2 種類を試用した結果、信号作成に要する計算時間は SS 法で約 30 秒、DS 法（1024×36 分割）で約 2 分であった。本実験では DS 法を中心に水理実験を行った。

4. 実験および解析結果

波の入力諸元から作成された造波信号を補正することにより

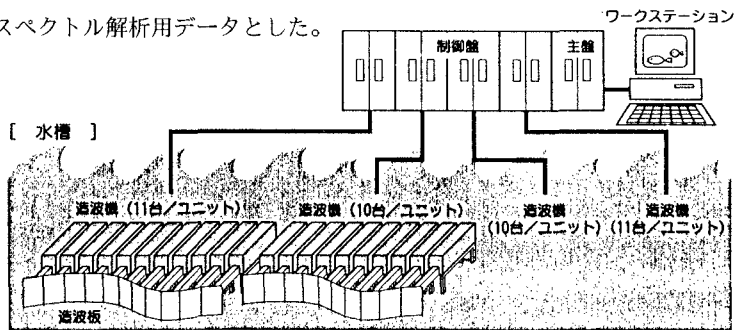
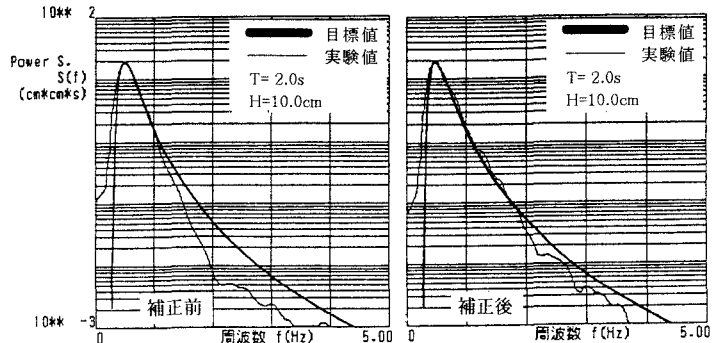


図-1 スネーク式造波装置 概要図

図-2 補正前後の周波数スペクトル特性の比較($S_{max}=75$)

多方向波のスペクトル特性を目標に近づけるべく工夫した結果を以下に述べる。

(1) 周波数スペクトル

図-2に補正前後の周波数スペクトル特性を示す。補正前は高周波数側のエネルギーが低下し、多方向不規則波特性の再現精度が低かった。そこで、各周波数毎に補正を加えた結果、0.5~2Hzのスペクトル特性を改善することができた。

(2) 方向スペクトル

方向スペクトルの解析手法には EMEP 法と BDM 法の2種類を用いた。

図-3は、周波数特性の補正前後の方向スペクトルコンター図を示す。周波数特性を補正する前は高周波側のエネルギーが現れず、ピーク周波数付近でコンターの「くびれ」が不明瞭であるために分散性の大きな波となったが、補正を加えることによって高周波数側のエネルギーが現れ、ピーク周波数付近で「くびれ」が生じるようになり目標に近い波とすることができた。

DS 法では各周波数毎に存在する複数の成分波を考慮しているためエネル

ギーの小さい成分波まで補正効果を造波信号に反映させることが可能となったものと思われる。SS 法における同様の方向スペクトルの比較を行った結果では、DS 法に比べ成分波の数が少ないために補正の効果は小さく DS 法ほどの精度は得られなかった。

図-4にピーク周波数における方向関数図の解析結果を例示する。補正により方向関数を目標値に近づけることができた。特に $S_{max}=75$ (うねり性の波) ではその効果が大きく目標値にほぼ一致させることができた。

図-5は、周期を $T=1.0\sim 2.0s$ の間で変化させたときの $S_{max}=75$ (うねり性の波) における周波数と方向集中度の関係度を EMEP 法と BDM 法により求めた結果である。分布特性は周期により異なり $T=1.0\sim 1.5s$ では目標に近い波が再現できた。また、周期 $T=2.0s$ の波の場合、EMEP 法では $S_{max}=30$ 程度であったが、BDM 法では $S_{max}=50$ 程度となり両解析手法による結果の差異が見られた。

5. まとめ

うねり性の波を精度良く再現するためには、個々の水槽や装置の特性に応じて造波制御システムの構築が必要であり、当設備では DS 法を用い周波数特性の補正により精度向上を図ることが可能となった。

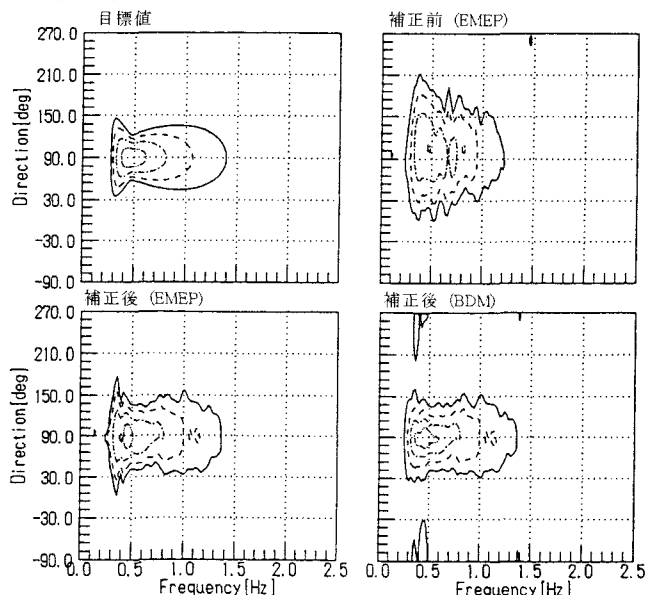


図-3 方向スペクトルコンター図 ($S_{max}=75$)

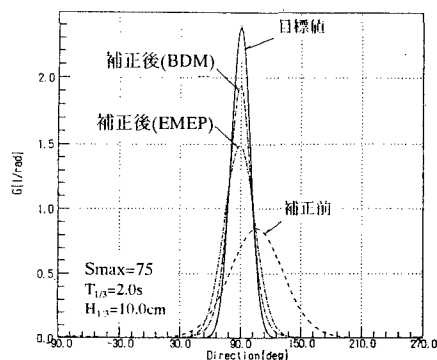


図-4 ピーク周波数における方向関数図

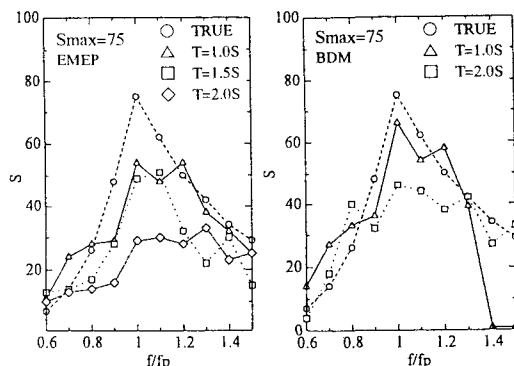


図-5 周波数と方向スペクトル集中度の関係