

II-518 発電所搭載浮体の遮蔽水域内動揺実験と近似計算法の適用性

（財）電力中央研究所 正会員 ○池野正明 鹿島遼一

1. はじめに：防波堤で囲った半閉鎖水域に係留した発電所搭載浮体の動揺特性を検討するため、実際の波浪に近い多方向不規則波による動揺実験を実施した。また、係留水域境界による多重反射の影響を近似的に考慮した実用計算法の適用性を検討している。

2. 水理模型実験：長さ35m、幅45m、深さ1.1mの平面水槽と、48枚の造波板（全長19.2m）から成る多方向不規則波造波装置を有する平面水槽を用いて、縮尺1/100相当の模型実験を実施した。図-1に示すように、長さ4.42m×幅7.24mの水域面積を有する防波堤模型内中央に、プラント模型2基（一基の平面寸法142cm×142cm、喫水11.6cm、設置水深24cm）を浮体壁間隔が140cmとなるように設置した。冷却水の取水を目的として、防波堤模型中央部に、幅150cmの開口部が設けられている。この開口部から、波浪が侵入しプラントに作用する。実際には、開口部の前方に、更に外郭防波堤を配置することを前提としているが、侵入波が大きくなり、プラントの動揺量が増大する恐れがある場合は、開口部に透過堤を設置して侵入波を抑制する必要がある。そこで、本実験では、長さ20cm×幅180cmの透過籠を開口部に設置した場合の動揺実験も実施した。この透過籠には、重量128gのテトラポットを1528個詰め、空隙率は46%である。防波堤模型の内側壁は表面が滑らかな直立壁であり、侵入波が完全反射に近い状態で反射される構造である。

実験波は、規則波および一方・多方向不規則波を用いた。規則波実験では、波高を3~4cm、周期を0.1s刻みで0.8~2.5sとした。不規則波実験では、Bretschneider一光易型周波数スペクトルと光易型方向関数を用い、有義波高を5.6cm、有義波周期を1sとした。実際に造波された波の特性を模型が無い状態で検定し、方向集中度パラメータの最大値 S_{max} の値を10、50および ∞ （一方向波）と設定した。プラントの動揺の計測には、12台のレーザ変位計を使用し、1浮体の6カ所の変位データから、剛体としての座標変換により、6自由度運動成分を算出した（池野ら、1991a）。実験データは、規則波実験では0.02s刻みで1024個、不規則波実験では0.05s刻みで8192個（入射波400波分に相当）計測した。

3. 近似計算法の概要：青木（1990）は、規則波を対象とし、港湾境界の影響を忠実に考慮した厳密解法を示しているが、最終目的である不規則波浪場への拡張を考えた場合、計算が煩雑になるため、実用的な近似計算法を開発した。遮蔽水域内に生じる多重反射波を、係留水域開口部からの侵入波および係留水域境界からの反射波が、位相関係を保ちながら多方向波として、開放水域の浮体に作用すると仮定した計算法である。開放水域の浮体運動の応答関数（池野ら、1991b）と遮蔽水域内の多重反射波とを、各成分波毎に位相を考慮してかけ算し合成した。本研究では、係留水域開口部を、無限小の造波板幅を有するサーベント型造波機とみなして、Takayama（1982）の造波理論解により発生波を入力し、浮体中心座標における侵入波の水位変動の振幅・位相および波向を計算した。波向は、流速の楕円軌道の長軸方向と定義した。また、水域境界で反射された侵入波は、丸山ら（1982）の位相折り返し法と同様の考え方により、水域境界に対する浮体中心座標の鏡像点における水位変動の振幅に反射率を乗じ、波向を折り返すことにより計算した。水域境界による反射波は2次反射まで考慮した。開口部に透過堤を設置した場合には、侵入波の水位変動の振幅に透過堤の透過率0.4を乗じて計算した。

4. 動揺特性と考察：本計算法と厳密解法の主な相違点は、本計算法では、浮体によって変形された侵入波が、水域境界で再反射され、浮体に作用する影響を無視していることである。この影響は、侵入波の波長に比べて、水域境界と浮体とが近接している場合には無視できなくなると考えられるため、その適用限界を十分検討しておく必要がある。図-2に、開口堤に規則波が侵入する場合の X_1 の周波数応答特性を示す。また、図-3に、透過堤に規則波が侵入する場合の X_0 の周波数応答特性を示す。図-2、3によると、開口部に直角入射する場合は、左右のプラント動揺量は等しくなるはずであるが、実験では、侵入波の波高分布が非対称なため、左右の動揺量に若干差が生じている。計算結果は、0.7~1.25Hz（波長200cm以下）の侵入波について実験結果をよく再現している。図-4に、開口堤に不規則波が侵入する場合の X_0 の周波数スペクトルの実験結果を示す。図中の方向集中度の異なる3種類の実験結果に明瞭な差異は認められず、遮蔽域の場合は、外洋の波浪が直接作用する場合と異なり、多方向波と一方向波とで動揺特性の差異は小さいと判断できる。従って、動揺計算は一方向波で行うこと

にした。図-5に、透過堤の場合の X_6 の周波数スペクトルを示す。動揺スペクトルの周波数特性は、図-4と相似形であり、スペクトル値は、動揺振幅にして4割程度に減少している。図-6に、透過堤に不規則波が侵入する場合の6自由度運動の有義値を示す。計算結果は、有義波周期1sの場合の実験結果の概略を再現できている。
 <参考文献> 青木伸一（1990）：大阪大学学位論文，258p. 池野正明他（1991a）：第46回年講概要集，2-450，pp. 940-941. 池野正明他（1991b）：海岸工学論文集，第38巻，pp. 781-785. Takayama, T. (1982) : Report of the Port and Harbour Research Institute, Vol. 21, No. 2, pp. 3-48. 丸山康樹他（1982）：電中研研究報告381035.

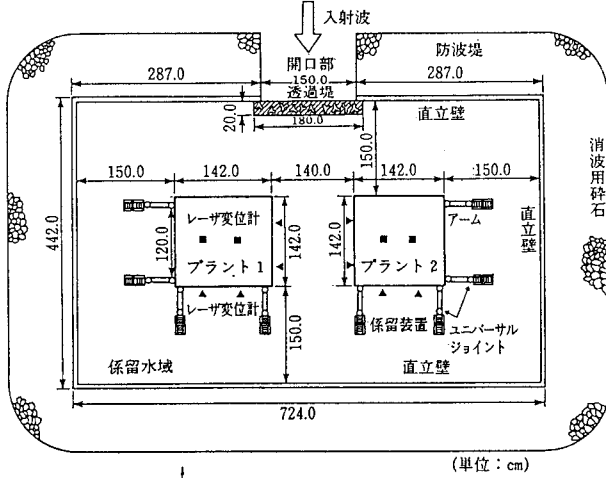


図-1 プラント模型および防波堤模型

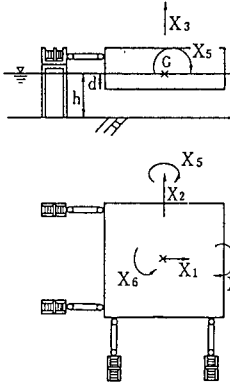


図-2 開口堤の場合の X_1 の周波数応答特性

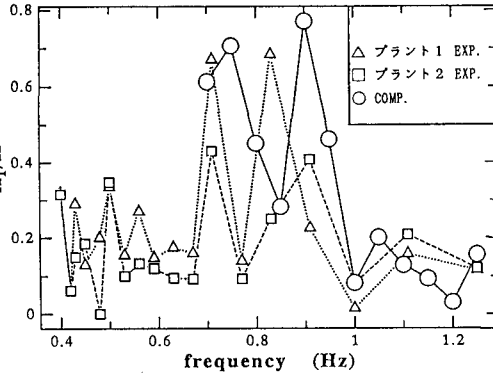


図-3 透過堤の場合の X_6 の周波数応答特性

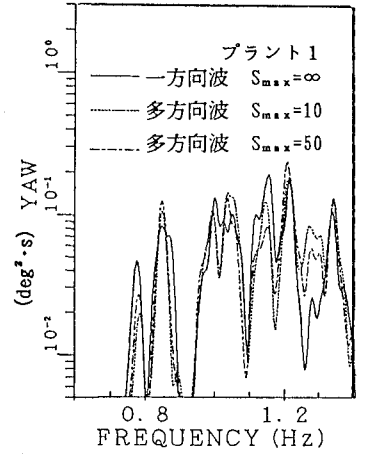
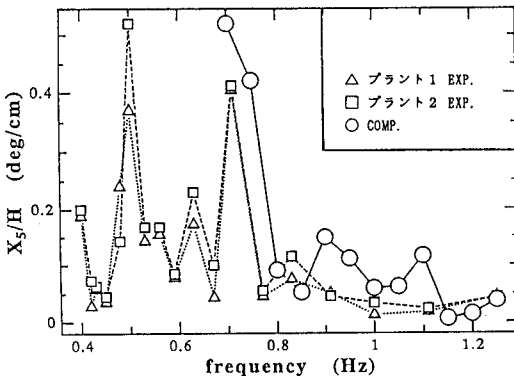


図-4 開口堤の場合の X_6 の周波数スペクトルの実験結果

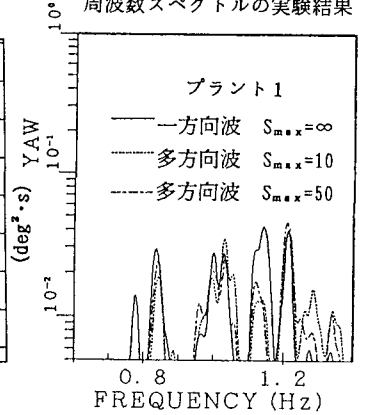


図-5 透過堤の場合の X_6 の周波数スペクトルの実験結果

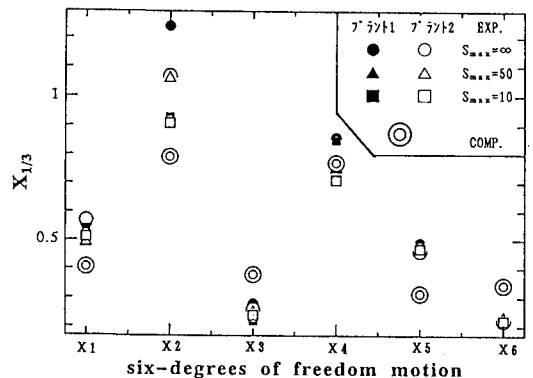


図-6 透過堤の場合の6自由度運動の有義値 ($X_1 \sim X_5$ の単位; cm, X_6 の単位; deg)