

II-16 大口径円筒に作用する多方向不規則波の波力の特性に関する一考察

名古屋大学大学院 正会員 ○水谷法美・岩田好一朗

名古屋大学大学院 松本真一・高柳伸次

中部電力(株)電力技術研究所 正会員 渡辺増美

1. はじめに：

近年、海域構造物の設置水深の大水深化が進行しており、それにともなって、設計波として多方向不規則波を考慮する必要性が生じている。最近、多方向不規則波動場に円筒構造物を設置し、作用波力の特性を議論した研究が幾つか行われるようになってきているが、大口径円筒の場合、波圧の検討例はあるものの、波力そのものに関しては十分検討されてはいない。したがって、一方向不規則波と多方向不規則波の波力の差を定量的に評価するには至っていないのが現状である。著者等は、こうした背景に基づき、多方向不規則波による回折波の実態を明らかにするための基礎として斜交波による非線形回折波の速度ポテンシャルの2次近似解の誘導を行ない、検討を加えている^①。本研究は、さらに多方向不規則波動場に設置された大口径円筒による回折波の波力の実態を明らかにするため、水理実験を行って作用波力を計測したので、その結果について報告するものである。

2. 水理実験：

実験を、中部電力(株)電力技術研究所の平面水槽で行った。同水槽には、幅50cmの造波板42台から構成される多方向造波装置が設置されている。造波板前面約7mの位置に半径(a)が30cm、高さ100cmの亚克力製円筒を、水槽底面に固定した支持工に三分力計を介して固定し、造波板法線(x)方向と平行(y)方向の作用波力 $F_x \cdot F_y$ を計測した。また、円筒前面、後面の6箇所での水位の計測を行った。有義波高を3種類($H_{1/3}=4, 8, 12$ cm)、有義波周期を3種類($T_{1/3}=1.0, 1.2, 1.6$ s)変化させ、方向集中度パラメータ S_{max} を10, 25, 75, 999(一方向波)の4種類変化させた。それぞれの条件で、水位変動と作用波力を静水状態から約4分間計測し、そのデータを50HzでAD変換し、ハードディスクに記録した。なお、すべての条件で、主波向きをx方向に設定した。

円筒前面の水位変動の記録を使ってゼロダウンクロス法により波別解析を行い、波毎の波力の最大値、および波高、周期を計算し、1/3最大値などの統計量を計算した。

3. 結果とその考察：

図-1に、方向集中度 S_{max} にともなう無次元波力 $F_{1/3}/\rho g \pi a^2 H_{1/3}$ の変動特性を示す。小口径円筒の場合の従来の結果と同様、 S_{max} が大きくなるほど、すなわち、波の方向集中度が高くなるにしたがい、主波向き方向の波力 F_x は大きくなる。逆に、その直交成分である F_y は小さくなる。斜交波の場合、x方向最大波力は、波の交差角が大きくなるほど小さくなることが明らかになっている^②。これは、最大波力作用時の円筒前面と後面での水位差が、交差角が小さいほど大きくなるためである。多方向不規則波の場合も同様に、方向集中度が高くなるほど、すなわち一方向波に近づくほど円柱前後の水位差が大きく

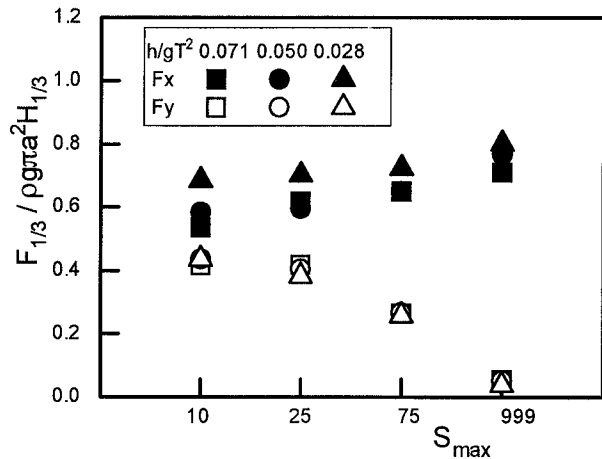


図-1 無次元波力と S_{max} の関係 ($H_{1/3}=8$ cm)

なりやすく、それにともなって波力も大きくなると考えられる。なお、本実験では、主波向きを x 方向に設定してあるため、全ケースで F_x が F_y より卓越していた。したがって、 F_x と F_y の合成波力は、 F_x の特性に近く、一方向波の方が多方向不規則波の波力に比べて大きくなることが判明している。また、図では 1/3 最大波力のみ示しているが、1/10 最大波力、平均波力についても同様の傾向が認められている。

図-2 は、規則波に対する MacCamy・Fuchs の解と $F_{x1/3}$ に対する本実験結果を比較したものである。 $ka(k$:波数)が 1.2 前後の場合を除いて、全体的に実験値は規則波に対する理論値よりも小さくなり、規則波の値はかなり過大評価となる。図示しないが、1/10 最大波力の場合も、1/3 最大値よりも規則波の理論値に近づくものの規則波の理論値との対応は良くなかった。したがって、多方向不規則波の回折波力を代表的な規則波により算定する手法は多方向不規則波の場合、不適であり、設計波高・周期で決まるような設計波からは多方向不規則波の回折波力を正確に予測することはできないといえる。

池谷ら¹⁾は、多方向不規則波動場に設置された大口径円筒表面の波圧分布を計測し、MacCamy・Fuchs の解を線形重ね合わせにより多方向不規則波動場へ拡張して比較検討している。全波力について、同様の比較を行った例を図-3 に示す。これによると、計算値の F_x は実験値と比較的対応は良いものの $S_{max}=10$ と小さいところで過大評価、999 の場合に過小評価する傾向がある。一方、 F_y の計算値は、一方向波の場合を除いてかなり実験値を過大評価する。これらの原因には、方向スペクトルの推算精度やそれに基づいて計算した各成分波の振幅・周期の予測精度が挙げられる。しかし、池谷らが指摘しているように、より精度高い解析には非線形性を考慮した解析も必要であると考えられる。

4. おわりに：

以上、大口径円筒に作用する多方向不規則波の波力の特性について考察した。本論では、実験結果を中心に解析した結果を報告したが、今後、非線形性を考慮した理論解析との比較、および波の多方向性が波力に及ぼす影響の機構と定量的な評価について検討を加える所存である。最後に、本実験を行うにあたり、多大なご協力を賜った中部電力(株)および中電工事(株)の関係各位に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1)池谷ら：多方向不規則波浪場における大口径円筒に作用する波圧特性,第 49 回年次講演要集,pp.778-779,1994.
- 2)水谷ら：斜交する波動場に設置された大口径円筒による非線形回折波の 2 次近似解,海岸工学論文集,第 43 巻,1996(投稿中).

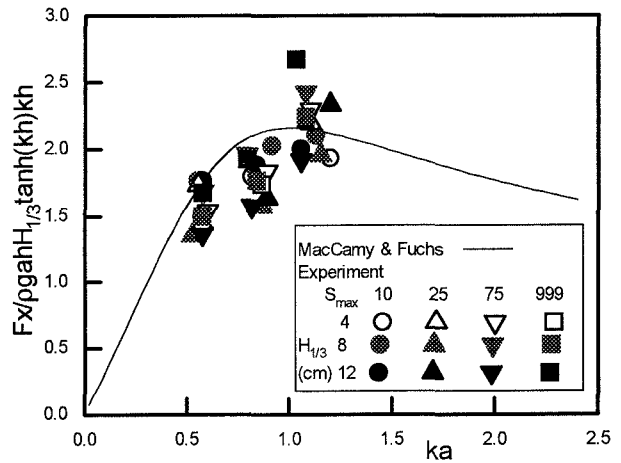


図-2 規則波の理論値との比較 ($F_{x1/3}$ の場合)

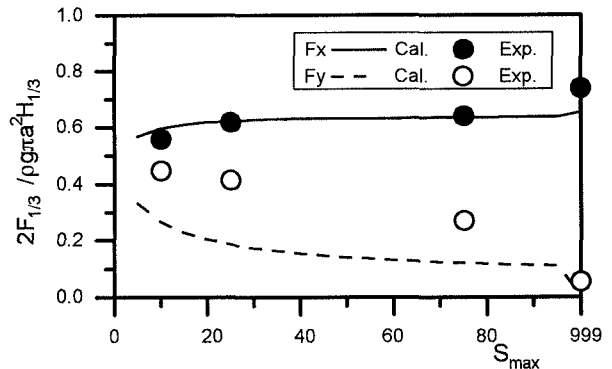


図-3 理論値と実験値の比較例

($H_{1/3}=12\text{cm}$, $T_{1/3}=1.2\text{s}$)