

多方向波浪場における円筒構造物に作用する波力の実験的研究

中部電力(株) 正会員 渡辺 増美
 同 上 正会員 川嶋 直人
 中電工事(株) ○正会員 若松 正文
 名古屋大学 正会員 岩田 好一朗

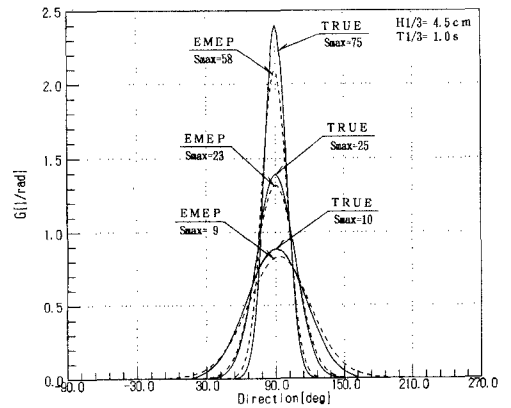
1. はじめに.

近年、海洋構造物は沖合展開が目立ち、現行の設計法に加え、波の多方向性を考慮する必要性が生じてきている。多方向波浪場における大口径円筒構造物の作用波力に関する研究も幾つか行われるようになってきているが、単一円筒に関する検討はなされているものの複数の円筒に作用する波力特性の議論は少ないようである。本研究は汽力発電所の沖合取水塔等を想定し、単一円筒と2基の円筒の多方向不規則波浪場における波力特性の相違について水理模型実験を行い検討した。なお、大口径円筒構造物の直径・波長比は $D/L=0.2\sim 0.4$ の波浪条件で実施した。

2. 実験方法および実験ケース

実験は中部電力(株)電力技術研究所が所有する全幅21mの多方向不規則波造波装置を設置した平面水槽²⁾(23m×30m×1.2m)において水深 $h=50$ cmで行った。造波機は幅50cmの造波板42枚から構成されるスネーク式である。円筒模型は直径 $D=60$ cm、高さ100cmの亚克力製で底面中心に六分力計を取り付け、造波板前面より6mの位置の水槽底面に固定した。2基の円筒配置間隔の検討は開口幅と直径の比 e/D が0.5, 1.0, 1.5, 2.0の4タイプについて両者の波力測定を行い、その平均値で評価した。

実験波は模型設置前において有義波周期 $T_{1/3}=1.0\sim 1.6$ s、有義波高 $H_{1/3}=4.5\sim 9.5$ cm、方向集中度パラメータ $S_{max}=10, 25, 75, \infty$ の4種類に変化させ計32種類の多方向不規則波をダブルサンメーション法で作成した。なお、目標とした周波数スペクトルはBretschneider-光易型、方向関数は光易型を用いた。図-1に実験波の方向スペクトルをEMEP法により解析した結果の一例を示す。どの実験波とも同図の様に目標をほぼ満足する方向関数の多方向波を作成することができた。測定は円筒周りの水位変動と作用波力 F_x (主波向き成分)と F_y (F_x と直交成分)で造波開始後、波浪場が定常に達した後、100~150の波群をサンプリング間隔0.05sで測定解析し、実験データの評価を1/3最大値で行った。

図-1 実験波の方向関数図($S_{max}=25$)

3. 実験結果と考察

(1) 単一円筒の場合

図-2に単一円筒に作用する無次元波力 $(2F/\rho g H_{1/3} D h)$ と作用波の S_{max} との関係を示す。単一円筒に作用する波力のうち F_x の無次元波力は $S_{max}=10$ の場合に比べ $S_{max}=\infty$ においては5~10%増大する程度で S_{max} の増大に伴う変化は小さい。一方、その直交成分 F_y は S_{max} の増大に伴い減少し、その無次元波力値は $S_{max}=10$ の場合に0.5~0.6であったものが $S_{max}=\infty$ (一方向不規則波)においては0.15程度まで減少する。これらの傾向は従来の知見と同様である。

(2) 2基の円筒の場合

図-3に配置間隔比 $e/D=1.0$ の2基の円筒に作用する無次元波力 $(2F/\rho g H_{1/3} D h)$ と S_{max} との関係を示す。 F_x と S_{max} の関係は単一円筒の場合とほぼ同様であるが、 F_y の S_{max} の増大による減少傾向は単一円筒の場合に比べ緩やかで、 $S_{max}=\infty$ における無次元波力値は単一円筒の2倍程度となった。これは入射波の方向集中度が大きい波においても両円筒間の曲面反射により形成される部分重複波動場が多方向波動場

となるためと考えられる。また、図-2および図-3で実験で結んだ点は各タイムステップにおいて分力計の F_x と F_y の計測値の2乗和の平方根を取り、統計処理して求めた合成波力 F_{xy} を示す。合成波力 F_{xy} は単一円筒も2基の円筒の場合も S_{max} の増加に伴う変動は小さいが、単一円筒の場合はわずかな増大傾向を2基の円筒の場合はその逆で S_{max} の小さい方が若干、波力の大きい傾向を示した。

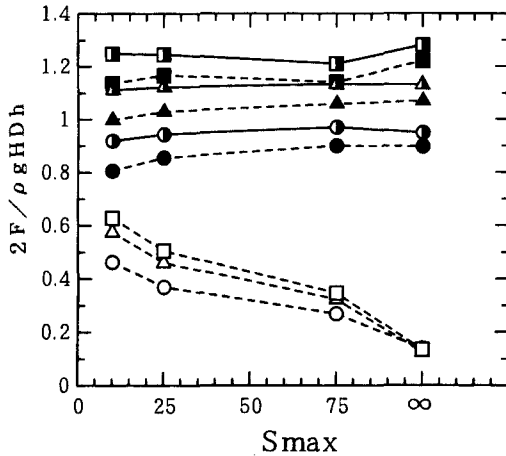


図-2 単一円筒の無次元波力と S_{max} の関係

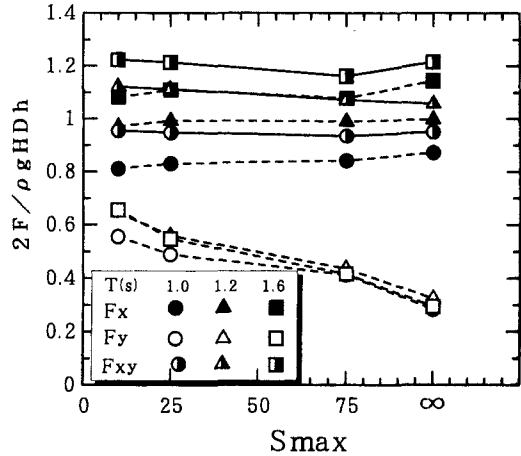


図-3 2基の円筒の無次元波力と S_{max} の関係

図-4は合成波力 F_{xy} の無次元波力を縦軸に開口幅 e と有義波長 L との比 e/L を横軸として2基の円筒で行った全ての波力測定結果を示す。波の多方向性に注目すると $T=1.0s$ と $1.2s$ の波において、 $e/L \leq 0.4$ で S_{max} の小さい多方向波の方が円筒全体に作用する合成波力が大きく、 $e/L > 0.4$ においては S_{max} の違いによる合成波力の差異は小さい。また、一方向波 ($S_{max}=\infty$) の合成波力は e/L の増大より増加し、多方向波のそれらより大きくなる。これは単一円筒の従来の知見と同様の傾向であり、円筒の配置間隔 e が増大すると相互干渉が小さくなり、単一円筒の状態に近づくためと考えられる。このように多方向波浪場における2基の円筒に作用する波力特性は単一円筒の場合と異なり、配置間隔と波長の比 e/L によっては従来の一方向不規則波に比べ、方向集中度 S_{max} の小さい多方向不規則波の方が波力の大きくなることが明らかとなった。

4. まとめ

多方向不規則波浪場における単一円筒と2基の円筒に作用する波力の実験的検討結果を示した。今後は円筒を3基に増設した場合の検討をするとともに理論解析手法について検討を加え、波の多方向性が波力に及ぼす機構と定量的な評価について検討する予定である。最後に本研究は文部省科学研究費の助成を受けて実施したことを付記する。

<参考文献>

- 水谷法美・岩田好一郎 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
第51回年講演演義要集, pp. 32-33 (1996)
- 平石哲也・富田康大ら 円柱波力における波の多方向性の影響
海岸工学論文集 (第41巻), pp. 836-840 (1994)

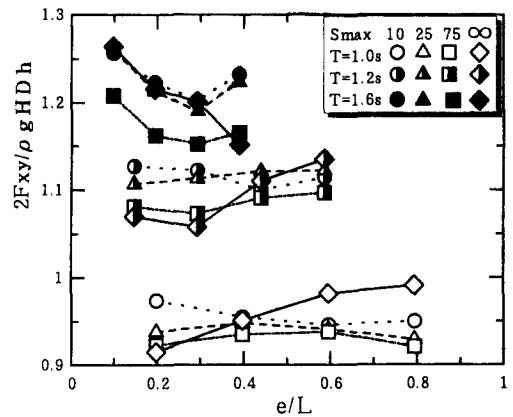


図-4 2基の円筒の無次元波力と e/L の関係