

II-156

多方向不規則波による斜面上の円筒に作用する波力特性

中部電力株式会社 正会員○川嶋 直人
名古屋大学大学院 正会員 水谷 法美
中電工事株式会社 正会員 若松 正文

1. はじめに

近年の海洋構造物は大水深域での建設が目立つようになり、それに伴い沖合を対象とした水理検討も数多く行われるようになってきた。当研究所においても多方向不規則波を水槽内で発生させて水平床に設置した円筒構造物に作用する波力特性について検討を進め、波の多方向性と波力の関係について定量的な傾向を把握することができた。しかし、実海域を対象とした場合、波は海底地形の影響を受けて浅水変形および屈折変形が生じ、スペクトル特性も大きく変化する。斜面上を進行する多方向不規則波の変化特性について水理実験による現象把握を行った事例は少なく、さらに斜面上に設置した構造物に作用する波力特性を明らかにすることは今後の課題と言える。

本研究では、実験水槽内に 1/20 勾配の斜面地形を製作し、その上に円筒構造物を設置して水理模型実験により波力および波圧特性を検討したのでここに報告する。

2. 実験概要

実験は平面水槽(30×23×1.2 m)で行い、波を発生させる装置として多方向不規則波造波装置(造波板 50cm×42 枚)を使用した。水槽内には 1/20 勾配の斜面地形を製作し、水深が 30cm となる斜面上に2種類のアクリル製円筒模型(直径 600mm, 高さ 675mm)を設置した。1体は円筒下部に6分力計(50kgf)を据え付けて波力を測定し、別の1体は水面下 5cm の円周上に 15 度間隔で 15 個の波圧計を取り付けて波圧分布を測定した。最初に単体の円筒の波力および波圧を測定し、次に円筒を2体設置した場合には、設置間隔 e を直径比 D で変化させ、 $e/D=0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ とした(図-1,2 参照)。造波板前面の波の作用条件は表-1 に示す通りであるが、斜面上を進行する多方向不規則波は水深が浅くなるにつれピーク波向きにおける方向スペクトル値は大きく変化し、斜め入射波では卓越波向きも変化するため、円筒設置個所と造波板前面の波浪特性は異なった。なお、計測データのサンプリング間隔は 50ms とし、波力および波圧は 1/3 最大値を評価した。また、一昨年度に実施した水平床(一様水深 $h=50\text{cm}$)における同一円筒模型および同一波浪諸元での作用波力実験結果についても比較のために記載する。

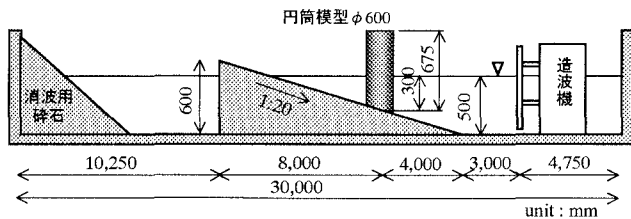


図-1 模型断面図

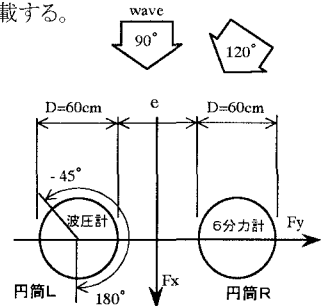


図-2 模型平面図

3. 実験結果

(1) 主波向きと波力の関係

図-3 は、1/20 勾配の斜面上に設置した2体の円筒($e/D=1.0$)に作用する波力と方向集中度 S_{max} の関係について主波向き別に評価した結果である。なお、横軸の方向集中度 S_{max} は円筒設置個所における方向スペクトル実測値を示すが、浅水および屈折変形を伴い

表-1 波浪諸元

周期 (s)	1.0, 1.2, 1.6
波高 (cm)	4.0~9.5
方向集中度 S_{max}	10, 25, 75, ∞
主波向き (°)	90, 105, 120

キーワード 多方向不規則波、波力、波圧、円筒構造物

勤務先 〒459-8522 名古屋市緑区大高町字北関山 20-1 TEL 052-624-9442 FAX 052-623-5117

波は変化し、目標値とは異なる値となった。いずれの主波向きに対して、波力 F_x (汀線と直交方向) は S_{max} が大きくなるにつれ緩やかに増大し、 $S_{max}=\infty$ では $S_{max}=10$ に対して1割程度の増加を確認した。一方、 F_y (汀線方向) は S_{max} が大きくなると特性が異なり、主波向きが 90 度では減少傾向を示したが、 120 度では F_x 同様に増加傾向を示した。波の多方向性が強い場合では、波向きの違いによる波力の差は小さいが、一方向波に近づくにつれ波力に大きな差が生じる結果となった。

(2) 単円筒と2円筒の波力の比較

図-4は、単円筒と2円筒の波力の比較を示す。単円筒の場合、 $1/20$ 勾配の結果の他に一昨年度に実施した水平床の結果も評価の対象とした。このとき斜面と水平床では円筒設置水深が異なるため、同一条件での波力の比較は難しい。そこで h/L (水深波長比) が同じとなる波浪条件について波力を比較検討した。その結果、斜面と水平床で円筒に作用する波力 F_x にほとんど差が生じないことを確認した。次に2円筒と単円筒を比較すると F_x は2円筒の方が1割程度小さくなった。円筒間では波の相互干渉により複雑な波浪場が形成され波力を相対的に小さくしたものと考えられる。また、円筒間隔の違い、 S_{max} の違いは F_x に影響は与えないことも確認した。一方、 F_y は S_{max} による違いが生じ、多方向性が強い波ほど大きな波力を示す傾向となった。図-5は、合成波力 F_{xy} について単円筒と2円筒を比較した結果である。ここで合成波力 F_{xy} は、 F_x が正成分となる各タイムステップの F_x, F_y の2乗和の平方根を $1/3$ 合成波力として算出した。 F_{xy} は F_x と同様な傾向を示し、単円筒に比べ、2円筒の方が1割程度小さくなることから明らかとなった。

(3) 波圧分布

図-6は、もう1体の円筒で計測した $S_{max}=10$ における波圧分布の結果を示す。単円筒の場合、波圧は円筒前面($-45^\circ \sim 45^\circ$)の範囲でほぼ等しく、背面の 135° 以降は前面の50%程度となった。これに対し2円筒では設置間隔に関わらず、円筒前面 60° 付近で最大値を示し、単円筒の前面波圧に対し $1.2 \sim 1.3$ 倍程度まで増大した。また、この特性は方向集中度 S_{max} が変化しても同様な傾向を示した。

4. まとめ

今回、斜面勾配を $1/20$ に限定して水理実験を行ったが、 h/L が同じであれば円筒に作用する波力は、水平床で実施したときと同等な値を示すことを確認した。また、円筒を2体に増設した場合には、単円筒に比べ波力は1割程度減少した。ただし、波圧分布については、単円筒より2円筒の方が局所的に大きくなることも確認した。

<参考文献>

- 1) 川嶋ら: 沖合を対象とした大口径円筒構造物に作用する波力特性, 第52回年次学術講演会, pp.94-95, 1997
- 2) 水谷ら: 大口径円筒に作用する多方向不規則波の波力, 第51回年次学術講演会, pp.32-33, 1996
- 3) 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, pp.901-905, 1996

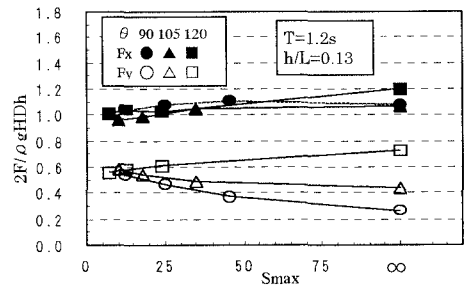


図-3 主波向きと波力の関係

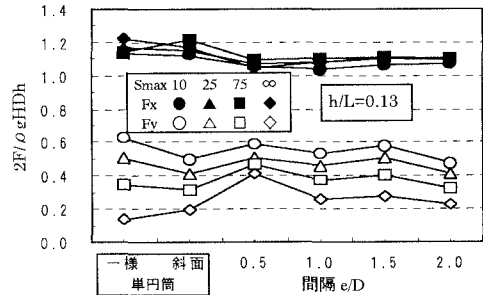


図-4 単円筒と2円筒の波力の比較

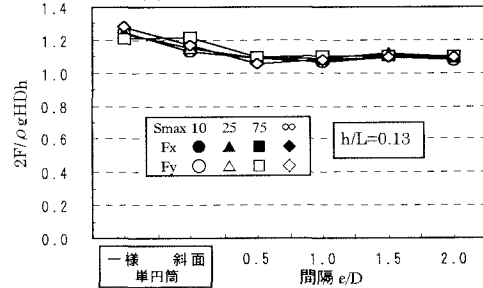


図-5 単円筒と2円筒の合成波力の比較

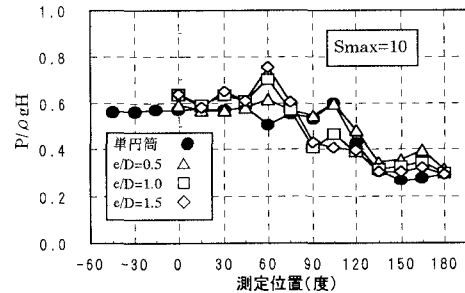


図-6 円筒周囲の波圧分布