

## 小口径円柱に作用する多方向不規則波の波力に関する一考察

名古屋大学工学部 正会員 水谷 法美  
 名古屋大学工学部 正会員 富田 孝史  
 東洋建設(株) 正会員 倉田 克彦  
 名古屋大学大学院 学生員 ○今井 聡  
 名古屋大学工学部 正会員 岩田好一朗

### 1. はじめに

構造物の作用波力はこれまで一方向波を中心に研究が行われてきたが、近年、多方向不規則波造波装置が普及しはじめたことにより、実海域により近い多方向不規則波の波力の研究が開始されつつあり(例えば、平石ら;1994)、多方向不規則波の波力は一方向不規則波の波力に比べて小さく、一方向不規則波に対する波力の予測は工学上安全側の値となることが報告されている。しかし、多方向不規則波の波力が小さくなる機構は詳細には論議されておらず、両者の波による波力の差を定量的に評価するには至っていない。したがって、多方向不規則波の波力について、その発生機構を含めた詳細な論議が必要であると考えられる。本研究は、その第一段階として小口径円柱に作用する多方向不規則波の波力のうち、1/3最大値のような平均統計量についてまず検討を加えたのでその結果について報告するものである。

### 2. 水理実験および解析

実験では、東洋建設鳴尾研究所所有の平面水槽(長さ30m、幅21m)を使用した。波力計測用の円柱(直径 $D=8\text{cm}$ )を造波板中央の前面7mの位置に設置し、上面にとりつけた三分力計により円柱に作用する全波力の内、造波板に平行な向きの成分 $F_x$ と法線方向の成分 $F_y$ を計測した。また、同位置における水位変動と静水面下25cmにおける両方向の流速の計測も円柱を取り外した状態で計測した。なお、静水深 $h$ は50cmで一定とした。有義波高 $H_{1/3}$ を8, 10, 12cmの3種類、有義周期 $T_{1/3}$ を1.0, 1.4, 2.0秒の3種類、 $S_{\max}$ を10, 25, 75, 999の4種類変化させ、合計36種類の不規則波を生起させた。いずれの不規則波も周波数スペクトルはBretschneider-光易型を期待スペクトルとする。実験で計測した水位、流速、波力の時間変化を全てデータレコーダーに記録し、50HzでAD変換した後、それぞれの時間波形についてゼロアップクロス法により波を定義して、1/3最大値などの計算を行った。

### 3. 実験結果

波力の極大値の特性を論議する上で、抗力と慣性力の卓越状況を把握しておくことがまず必要である。図-1は造波板に直交する方向の波力 $F_y$ の1/3最大値の波高にともなう変動特性を比較したものである。同図に例示するように、最も抗力の割合が大きくなると考えられる $T_{1/3}=2$ 秒のケースでも無次元波力 $F_{y1/3}/\rho g H_{1/3} D^2$ には $H_{1/3}/D$ にともなう変化はほとんど認められない。すなわち、波力が波高に比例することを示しており、慣性力が卓越していることがわかる。

図-2~4は、 $F_y$ の1/10最大値、1/3最大値と平均値に対する無次元波力の $S_{\max}$ の変化にともなう変動特性を示した一例である。波の周期により無次元波力に差はあるものの、いずれの無次元波力も全体的には $S_{\max}$ が大きくなるほど大きくなる傾向があり、一方向不規則波( $S_{\max}=999$ )に対する値が最も大きくなる。これは、これまでに報告されている結果と同様であり、エネルギーが一方向に集中するほどその方向の作用波力は大きくなることが本研究からも確認された。一方、造波板に平行な波力成分の $F_{x1/3}/\rho g H_{1/3} D^2$ は、図-5に例示するように、一方向波の場合、作用波力は揚力のみになるため著しく小さくなる。しかし、多方向波の場合、 $S_{\max}$ が小さくなるほど無次元波力は大きくなる傾向がある。これは、 $S_{\max}$ が小さくなるほど多方向性が強くなり、造波板と平行な成分の水粒子の運動が大きくなるためである。ただし、この傾向は、短周期の場合顕著であるが、周期が長くなると一方向波を除いて $S_{\max}$ による差は小さくなる。

本研究では、波力の波形にもゼロアップクロス法を採用しているため、両方向の合力である合成波力の大きさについては同様の解析を行わなかったが、 $F_x$ と $F_y$ の1/3最大値を合成した波力 $F_{T1/3}$ に対する無次元波力は図-6に例示するように、若干ではあるが一方向波が最も小さく、逆に $S_{\max}$ の減少とともに大きくなる傾向がある。この合成波力は両方向の1/3最大波力が同時に生起する場合を想定した場合の波力に相当するため、現実にはこのような波力が発生する確率は非常に小さく、合成波力の時系列から求められる値はこれより小さくなると考えられるが、二方向の波力が同時に大きな値をとり得るような位

相関係の場合には、必ずしも多方向不規則波の波力が一方向不規則波の波力より小さくなるとは限らないことを示唆するものと考えられる。この点については今後更に詳細に論議したい。

#### 4. おわりに

以上、多方向不規則波による作用波力について、小口径円筒の場合をとりあげ論議した。そして、波のエネルギーが一方向に集中するほどその方向の作用波力は大きくなることが確認された。本研究はまだ初期の段階であるため、本報告では、これまでに報告されている結果の検証程度の議論しか行っていないが、今後は多方向波と一方向波の波力の差について、機構を含めて詳細に論議していく所存である。

【参考文献】平石・富田・鈴木(1994)：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.

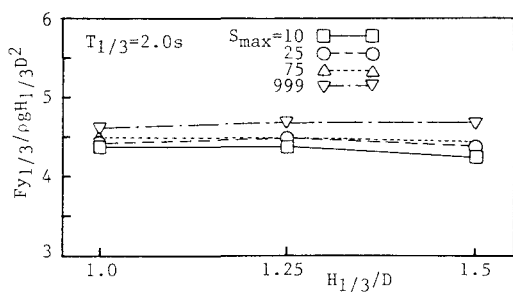


図-1  $F_{y1/3}/\rho g H_{1/3} D^2$  と  $H_{1/3}/D$  の関係

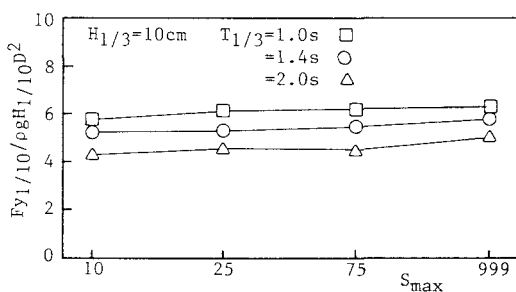


図-2  $F_{y1/10}/\rho g H_{1/10} D^2$  と  $S_{max}$  の関係

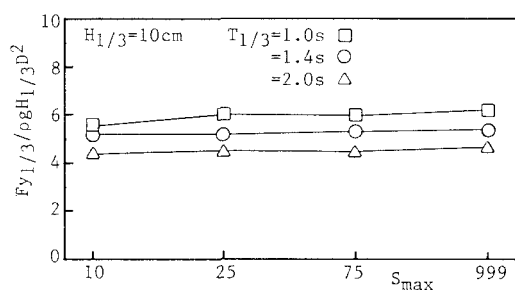


図-3  $F_{y1/3}/\rho g H_{1/3} D^2$  と  $S_{max}$  の関係

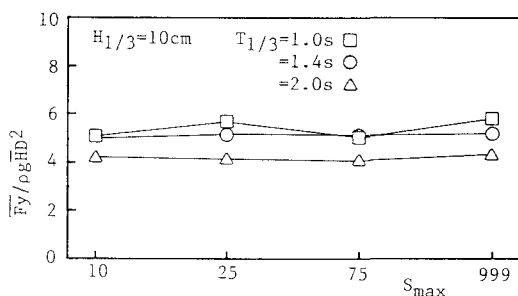


図-4  $\bar{F}_y/\rho g \bar{H} D^2$  と  $S_{max}$  の関係

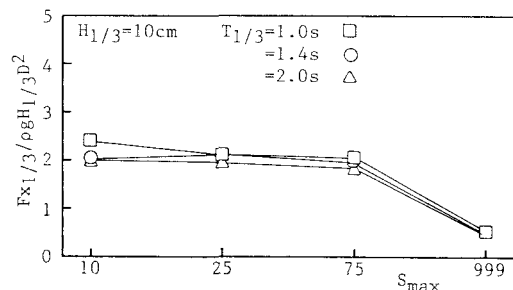


図-5  $F_{x1/3}/\rho g H_{1/3} D^2$  と  $S_{max}$  の関係

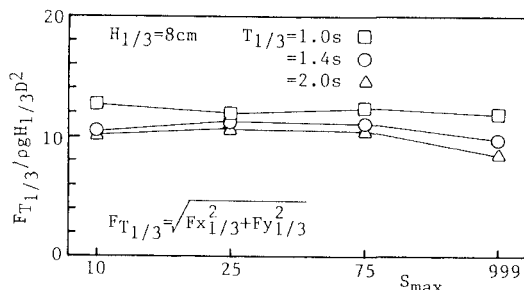


図-6  $F_{T1/3}/\rho g H_{1/3} D^2$  と  $S_{max}$  の関係