

大矩形柱に働く不規則波力

大阪市立大学工学部 正員 小田 一紀
 大阪市立大学大学院 学生員 〇尾川 仁俊
 吹田市市役所 田中 一広

1. まえがき 海洋構造物は円柱状のものが一般であり、したがって、それに働く波力に関する研究も、不規則波力をも含めて数多くなされている。一方、橋脚ケーソンなどは、主として経湾性の面から円形断面は不利とされ、矩形断面のものが多く採用されているが、この種の矩形柱体に働く波力の研究は、不規則波を対象としたものは若干見られるが、不規則波波力を取り扱ったものは、著者らの知る限りでは皆無に等しい。矩形柱に働く波力は波の入射方向と波力合力が一般に一致しないなど興味ある挙動を示すが、本論文では大矩形柱に働く不規則波波力のうち、まず、水平断面の直角方向と軸方向の成分波力のパワースペクトルと有義波力の特徴を調べたので報告する。

2. 計算条件 座標系は図-1に示すとおりであり、本研究では有義波高 $H/3 = 1.5\text{m}$ 、有義波周期 $T/3 = 7.5\text{sec}$ 、水深 $h = 10\text{m}$ とし、入射波のスペクトルとしては、上記の波条件は常高波領域に属するが、一般化型Ⅱ型を用いた。断面の寸法としては、短辺長 b を 20m とし、長辺長 a に対する辺長比 a/b は、 $1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8$ および 2.0 とした。また、入射角度 β は、それぞれの断面について、 $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ および 90° と変化させて計算を行なった。

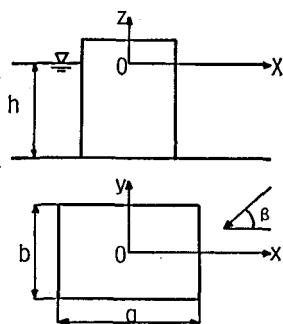
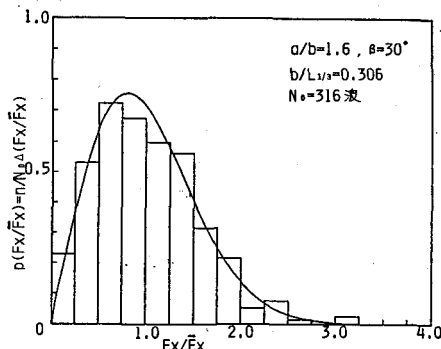


図-1 座標系

3. 計算方法 波力の計算には Green 関数法(積分方程式法)を用いた。波力成分スペクトルを $S_{Fx}(f)$ 、 $S_{Fy}(f)$ 、入射波のスペクトル $S(f)$ 、波力伝達関数をそれぞれ $K_{Fx}(f)$ 、 $K_{Fy}(f)$ とすると、式(1)が成立する。

$$S_{F_{x,y}}(f) = |K_{F_{x,y}}(f)|^2 S(f) \quad (1)$$

また、波力の確率特性を調べるために、入射波のスペクトルを面積等分割し、成分波を重ね合わせて不規則波波力の時系列を求め、それにより波力を評価する方法(数値シミュレーション法)を採用した。以下、波力伝達関数を用いた方法を Case I、時系列を用いた方法を Case II と呼ぶことにする。

図-2 波力成分 F_x の確率分布

4. 有義波力の算定 Case II の方法により求めた不規則波波力の時系列からゼロアップ・ダウン法を用いて波力成分 F_x の確率特性を調べた一例が図-2である。図-2からこの場合の計算条件では波力の方向成分の確率分布も、ほぼ、レーリー分布に従うことがわかる。したがって、この場合には不規則波波力成分の $1/3$ 最大値、 $(F_x)/3$ 、 $(F_y)/3$ は式(2)

り推定することが出来る。

$$(F_{x,y})_y = 2.002 \int_0^\infty S_{F_{x,y}}(F) dF \quad (2)$$

5. 乱カスベクトル 乱カスベクトルの一例を図一(a), (b)に示す。図中の実線は、Case I の方向で求めた乱カスベクトルであり、一点鎖線は、Case II の時系列をF.F.T.法で解析して求めた乱カスベクトル、破線は光島Ⅱ型である。両者は、ピークの大きさを除いて、ほぼ一致している。Case II のピークは、スベクトルウィンドを掛けたことによって低くなったものと思われる。また、Case II の方で、高周波側に小さなピークがいくつかみられるが、これらの図取数は、入射波のスベクトルを分割した時の成分波の図取数に相当している。これらの計算ケースでは入射波のスベクトルのピーク図取数と乱カスベクトルのピーク図取数はほぼ一致している。

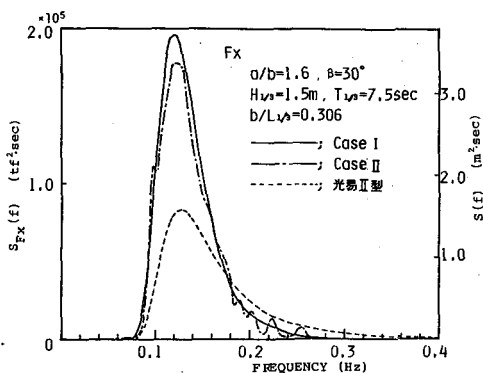
6. 規則乱波力との比較 式(2)を用いて乱波成分スベクトルから計算した正乱波力と同じ不規則波の代表波である有義波に対する規則乱波力とを比較したものが図一4である。図のうしろの方向の乱波成分は、断面の辺長比 a/b を入射角度 β にほとんど関係なく、不規則乱波力は規則乱波力よりも15%程度低減している。しかし、 a 方向の乱波成分は、 $\beta = 30^\circ$ 、 45° および 60° の時は不規則乱波力は10~15%程度低減しているが、 $\beta = 0^\circ$ の時は、辺長比が大きくなるにつれて、規則乱波力との差が小さくなり、 $a/b = 2.0$ の時は、逆に不規則乱波力の方が若干大きくなる。

7. 結論 不規則乱波力の成分は、規則乱波力と比較して、今回は $T_{1/3} = 7.5 \text{ sec}$ の場合での計算を行っているが、 $\beta = 0^\circ$ の場合を除いて、15%程度低減し、乱波の確率分布もレーリー分布であることが見出された。しかし、 $b/L_{1/3}$ の値によってその特性は変わると考えられるので、今後、幅広い条件で計算してみたい。また、乱波局カのスベクトル、確率分布特性、さらに、入射波の方向角数による影響も検討したい。

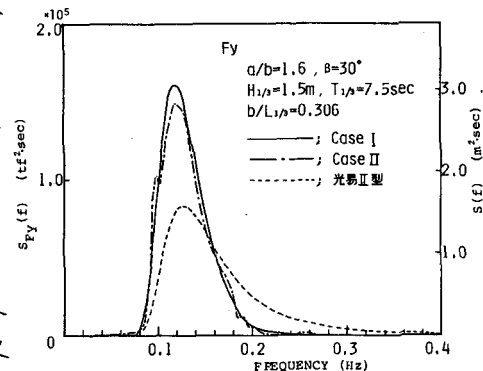
(参考文献)

1) 平山彰彦ほか 沈口径円筒橋梁柱に働く不規則乱波力、才野回年議

2) 小田一純ほか 島突端の近くに設置された大型矩形ケーソンに働く乱波、才野回年議

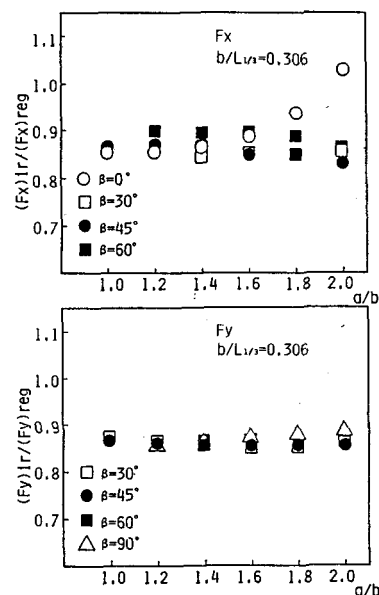


(a) F_x のパワー・スペクトル



(b) F_y のパワー・スペクトル

図一3 乱波成分のパワー・スペクトル



図一4 規則乱波力との比較