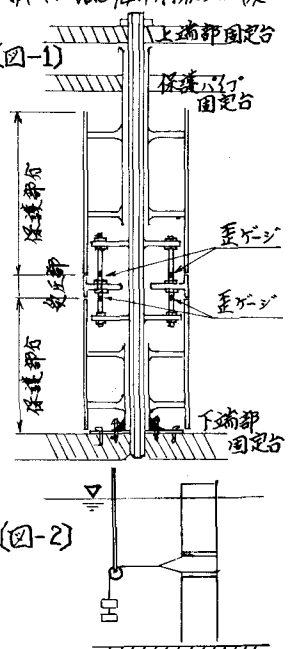


大阪大学工学部 正員 榎本 亨
大阪大学工学部 学生員 中村孝幸

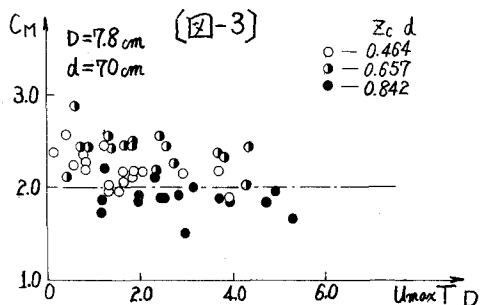
1. まず、従来の円柱に作用する波力の算定には、Morisonの波力算定式が一般に使用されており、もっぱらMorison式に含まれる抗力係数 C_D 、慣性係数 C_M に関する検討に終始しているように思われる。また、近年不規則波を対象とした波力の検討も進められているが、このような不規則波を考える場合、不規則波を有義波として代表せしめると同様の考え方で妥当なのか、また規則波について求めた C_D 、 C_M 値が、有義波力を推算するのに妥当かどうかを検討された例は少ない。このような観点から、本実験では、円柱体に作用する局部波力ととりあげ、規則波力と不規則波力の対応性について、有義波で代表される規則波の波力と不規則波力より求める有義波力の比較検討を行って、その受圧部位置の特性をも考慮して上記の不規則波力を規則波力で代表せしめることができるかどうかを明らかにした。なお、本報では規則波、不規則波が、円柱に作用した場合のうらとくに慣性項の支配的となる場合のみを取り扱っている。

2. 実験装置と実験方法：実験は、高さ95cm、幅70cm、長さ30mの二次元水槽を用いて行なった。水槽の一端には、ホワイトノイズを用いて不規則波を発生させる造波板が設置されており、他端に1/4波長の消波工が設けられている。波力測定用円柱パイプは、造波板より12mの位置で、水槽中央部に設置した。円柱パイプは、外径7.8cmの塩ビパイプを用い、部分波力が測定できるように受圧部(長さ5cm)と受圧部上下の保護部分から成っている。波力計の詳細を図-1にチャリグレーションの方法を図-2に示す。なお、これらの詳細については、既に昭和48年度の関西支部年報に発表しているのので省略するが、水深は70cmを保持し、測定波力地点は水深より59cm、46cm、32.5cmの位置であることを付記する。

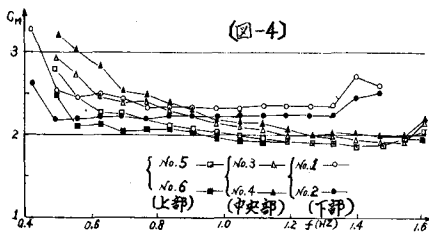
3. 規則波力について：規則波による波力については、従来のバレル形状の効果とKeulegan-Carpenterにより指摘された $K-C$ 数の効果が認められているようであり、ここでは、さらに受圧部位置による効果も検討してみた。これを示しているのが、図-3であり、 C_M の値は、微小振幅波理論を仮定して、静水面の位相で読みとった実験波力より算定した。図-3は、波力の波進行方向の値についてのみ整理したものであるが、波逆進行方向の場合についても同様の傾向を示している。 $K-C$ 数の効果については、実験範囲が使った範囲で言えないが、 $K-C$ 数の増加と共に若干減少しており、従来の傾向と一致しているようである。受圧部位置による効果については、 C_M は下部で平均2.23、中央部で2.43、上部で1.84になっている。この事実は昭和48年関西支部年報で発表した不規則波力の C_M 値の分布(図-4)と比べると、不規則波の場合下部から上部にかけて C_M 値は、一様小さくなっているのと相異している。この理由は現在のところ明らかでないが、規則波の場合特性



(図-2)



(図-3)



(図-4)

項による質量輸送速度の影響が大きくなつてきたのかもしれない。

4. 不規則波力について：昭和48年関西支部年報では、スペクトル解析を用いて不規則波力を取り扱つたが、本報では同様のデータを用いて、波高と波進行方向における部分波力の極大値の統計的解析により解析を行つた。波高と極大波力をゼロアプクロス法により読みとり、それらの分布をRayleigh法に超過確率で示したのが、図5と図6である。ここに H_r , F_{r1} は、それぞれ波高、極大波力の二乗平均の平方根値である。No. 1, 3, 5はそれぞれ受圧部、下部、中央部、上部となつてゐる。図中の実線は、理論的Rayleigh分布であり、波高も波力も大体これに一致していることが認められる。このことから、波力において慣性項が支配的となつてゐることが推察できる。すなわち、慣性項の支配的となる場合で、入力である不規則波が、狭帯域スペクトルと仮定できるときには、微小振幅波理論を仮定するならば波高と波力の間には線形関係の存在し、波高の確率密度 $P(H)$ と極大波力の確率密度 $P(F)$ の間に、式(1)が成立し、この事実と一致する。

$$P(F) = \alpha \cdot P(H) \quad (1)$$

ここに、 α は、式(2)で与えられ、

$$\alpha = C_M \cdot \rho \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{\sinh k(z+B) - \sinh kd}{k \cdot \sinh kd} \quad (2)$$

ここで、 ρ ：流体密度、 D ：パイプ径、 z ：水底より受圧部下端までの距離、 B ：受圧部長さ(5m)、 k ：スペクトルピークに対応する波数、 d ：水深である。従つて、上述のような仮定が成立するときには、これらの有義量についても同様に、式(3)が成立する。ここに、 F_p , H_p は、それぞれ $P\%$ の超過確率を

$$E[F/F > F_p] = \alpha \cdot E[H/H > H_p] \quad (3)$$

与える波力、波高の値である。図7は、 V_n 有義波を規則波として円柱に作用させたときの波力 F_{Rn} と不規則波力のデータ解析の結果得られる有義波力 F_{IRn} との比を、超過確率 10^{-3} 、 10^{-2} 、 10^{-1} について、波のパワースペクトラムの大小による区分をして示したものである。左側が、波のパワースペクトラムの大きなもので $\alpha^2 \eta \approx 0.5$ 、右側が小さいもので $\alpha^2 \eta \approx 0.2$ である。式(2)に、ピーク周期 T_p の代わりに抽出した有義波の周期の平均 T_{Hn} を用いたものも付け記してある。この図から、どの超過率についても、下部においては、 F_{IRn} と F_{Rn} とがよく対応しており、中央部 $F_{IRn} < F_{Rn}$ となり、上部では $F_{IRn} > F_{Rn}$ の関係になつてゐることが認められる。そして、これらの関係 F_{IRn}/F_{Rn} のパワーの大小によつても影響されないようである。これら F_{IRn}/F_{Rn} の比の各水深位置における平均値を図7の右側に示す。理論的に、式(1)、(2)、(3)から推察されるように、これらの値は1にならなければならないが、なぜ図7のような傾向を有するか、現在のところ明らかでないが、前述した規則波力と不規則波力の種類の相異と、不規則波を異なる単弦波の連続として処理(波高 H と周期 T だけで処理)する場合の水面場と加速度場の非対応性等によるものと考えられる。この事実から、従来行なわれてきている有義波による波力算定は実際の不規則波に対応して構造物設計に適用する場合(は上部部分では波側設計)に存することには充分注意しなければならない。

