

砕波近傍の波による円柱に作用する衝撃波力の鉛直分布について

大阪大学工学部 正員 榎 木 亨
 大阪大学工学部 正員 〇後野 正雄
 神戸市役所 正員 岩橋 哲哉

1 まえがき : 円柱に作用する砕波波力に関しては従来から注目されていたのにも拘わらず、その作用時間の極めて短かい衝撃的な力であること、およびそれを精確に測定する計測技術が未開発であったことによりこの砕波波力の明確な評価を与えた研究は殆んどなかった。そこで本研究では砕波波力に関する基礎的資料を得るため、昨年度著者らが開発した局部衝撃波力計測用の波力計を用い、斜面上に設置された円柱に砕波近傍の規則波を作用させて円柱に働く局部衝撃波力を測定し、その鉛直方向分布を求め、特に砕波点を基準としての円柱設置位置および砕波形式の差異による分布特性の変化を調べたものである。

2 実験方法 : 実験は二次元造波水路の $1/5$, $1/30$ の2種類の一樣勾配斜面上に円柱を設置して行なった。円柱は直径 $D=7\text{cm}$ 、長さ 25cm で 1cm 幅の半リング状の波力計を5ヶ設置している。波力計は極めて短かい時間に変動する砕波衝撃力を十分な精度で検出できるように 2KHz 以上の高い固有振動数を有し、また動的応答が生じるような場合においても、1自由度振動系として取り扱うことにより外力の算定が可能となっている。作用させた波は比水深 $0.03 \sim 0.07$ 、波形勾配 $0.025 \sim 0.075$ の規則波で、円柱は砕波点近傍に設置してある。

3 実験結果 : 実験により得られた局部波力の時系列の1例を図1に示してある。波力計の設置位置は静水面を基準として円柱前面の波頂高りとの比 z/η (以後波力の作用位置と呼ぶ) で示してある。このケースは plunging 型砕波で砕波点より岸側 11.6cm に円柱が位置する場合であり、昨年度報告した孤立波の砕波に対するものと同様極めて衝撃的な波力時間変化を示している。また波力の作用位置が下から上へと変化するにつれて波力が作用し始める時刻は遅れていく傾向があるが、波力がピーク値をとる時刻はほぼ同時となっている。この傾向は他のケースについても同様であって、このことは局部波力のピーク値の鉛直方向分布と円柱全体に作用する砕波波力の最大値が生じる時刻の鉛直方向分布が同じとなることを意味している。図2(A), (B)はこの波力のピーク値の鉛直方向分布を示したものであって、横軸には実測波力 F と合田による単位幅当りの砕波衝撃力の最大

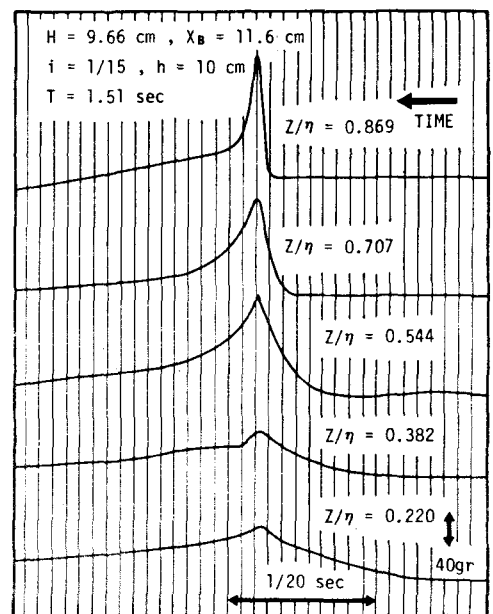


図1 局部衝撃波力の時系列の1例

値 $F_T = \frac{\pi}{8} \gamma D \cdot c^2$ との比 F/F_T

をとり、縦軸には波力の作用位置をとっている。

ここで γ : 水の単位体積重量, c : 波面と円柱の衝突速度であってここでは孤立波の波速を用いている。図2(A)および(B)はそれぞれspilling型, plunging型

型砕波による結果を

示し、図中の記号○,□,△はそれぞれ円柱を砕波点より岸側, 砕波点付近, 沖側に設置した場合を示している。

これより, spawning型, plunging型共に円柱設置点が砕波点より沖側から岸側へ移行するにつれて波力は大きくなっているが, 砕波形式によつて砕波波力の絶対値は大きく異なっており, 円柱の設置位置および砕波形式が砕波波力の特性に大きな影響を与えることがうかがえる。また鉛直分布中の最大値(最大局部波力と呼ぶ)はplunging型砕波の場合, 作用位置が0.6~0.7程度で生じるのに対し, spawning型砕波の場合は明確な傾向が見られない。図3はこの最大局部波力 F_m の生じる作用位置とその絶対値の関係を示したもので、縦軸に作用位置、横軸には F_m/F_T をもって示している。また砕波形式を定量的に評価するために Surf-similarity parameter $I_r = i/(H/L)^{1/2}$ を用いて実験値を分類表示してある。この分類は目視観測との対応から決定したもので $I_r > 0.5$, $0.3 < I_r < 0.5$, $I_r < 0.3$ がそれぞれplunging型, 遷移型, spawning型に相当している。

図3より波力の絶対値の大きな場合ほど最大局部波力の現われる作用位置は0.6~0.7に集中し、絶対値が小さくなるにつれてばらついてくる。また I_r が大きくなりplunging型からplunging型に変化するにつれて波力の絶対値も大きくなっている。図4は最大局部波力の円柱設置位置による変化を示したもので縦軸に F_m/F_T をとり、横軸には砕波点から円柱前面までの距離 X_b を波長 L で無次元化した相対設置位置 X_b/L をとって示し、 $X_b/L > 0$ は砕波点より岸側, $X_b/L < 0$ は沖側に円柱が設置されていることをあらわしている。図中の記号は図3と同様であり、これより最大局部波力は波が砕波するとともに増大し、特にplunging型砕波の場合が最も顕著であり、遷移型, spawning型と変化するにつれてこの傾向は緩やかになることがわかる。

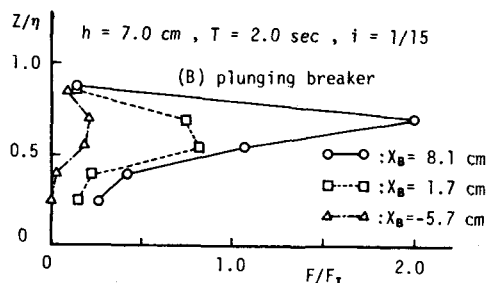
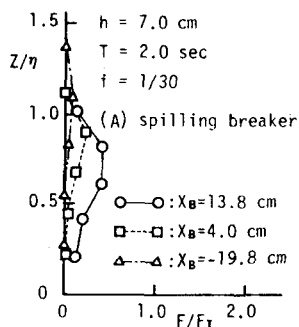


図2 局部衝撃波力の鉛直分布

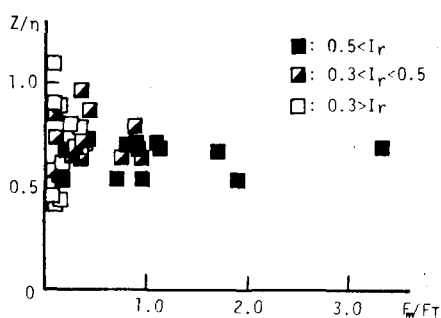


図3 最大局部波力の作用位置

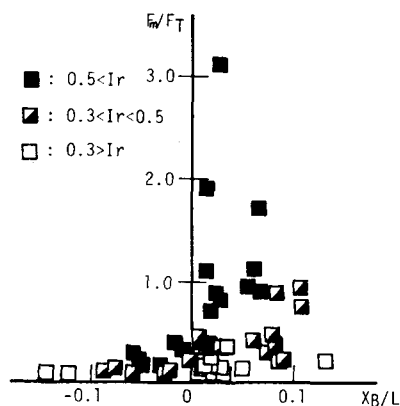


図4 最大局部波力の設置位置による変化

図4は最大局部波力の円柱設置位置による変化を示したもので縦軸に F_m/F_T をとり、横軸には砕波点から円柱前面までの距離 X_b を波長 L で無次元化した相対設置位置 X_b/L をとって示し、 $X_b/L > 0$ は砕波点より岸側, $X_b/L < 0$ は沖側に円柱が設置されていることをあらわしている。図中の記号は図3と同様であり、これより最大局部波力は波が砕波するとともに増大し、特にplunging型砕波の場合が最も顕著であり、遷移型, spawning型と変化するにつれてこの傾向は緩やかになることがわかる。