

II-288 天端の低い円柱構造物に作用する砕波波力に関する実験

鹿島建設技術研究所 今井貫爾 利穂吉彦
秋山義信 ○永富政司

1. はじめに

海洋構造物を設計する際に砕波に伴う衝撃波力が重要な外力となる場合が多い。そのために現在までに衝撃波力に関する数多くの研究がなされてきた。しかしながら、大波高の波が越波するような天端の低い構造物に働く波力に関しては、検討例が少ない。本報では、従来から対象とされてきた最大波の波峰位置よりも上方まで伸びている構造物と静水面と最大波の波峰位置の間に天端を有する構造物を用いて波力実験を行い、天端の低い構造物の設計波力の取り扱い方について検討した。

2. 実験内容

実験に使用した2次元水路は、長さ60m、幅0.7m、深さ1.5mで、1/30の一樣斜面勾配を持つものである。実験模型は、天端高の低いモデル(タイプA)と天端高の高いモデル(タイプB)の2種類の円柱ケーソン模型を用い、模型は一樣斜面上の水深40cmの位置に設置した。模型の形状および計測配置を図-1に示す。模型表面には図-1に示すように波圧計(直径1cm)を埋め込んでいる。模型は波のトラフの部分よりも若干下となる水深10cmの所で切断されており、下部は水路床上に固定され、上部は分力計により上方から吊り下げて測定した。上下模型間の間隙は数mmとした。分力測定系の固有周波数はそれぞれ $f_n = 46\text{ Hz}$, 60 Hz である。

周期2.1秒の規則波を用い、沖波波高を次第に増加させて砕波位置が模型設置位置より岸側から沖側に至るまで、すなわち模型には非砕波、砕波および砕波した後の段波状の波を作用させて実験を行った。データは、衝撃力が発生しない場合は200Hzで、衝撃力が発生する場合は1kHzでサンプリングし、時系列処理を行った。

3. 実験結果

図-3および4に波高を変化させた場合の水平

波力、転倒モーメントをまとめた。図中、白印は非砕波、黒印は砕波、黒印に縦線が入ったものは段波状の波が作用した場合を示している。また、図中には流れ関数法(以降SFMと略す)から流速、加速度を求め、モリソン式(抗力係数 $C_d = 1.0$, 慣性係数 $C_m = 2.0$ を一定)を使用して求めた計算値も併記されている。

タイプAについては、非砕波の場合、モリソン式による計算値と良い一致を示している。砕波した波が作用する場合(黒印)でも、砕波に伴う水塊の多くが構造物天端上を通過するために若干計算値よりも大きくなる傾向があるものの概ね一致している。しかしながら、段波状の波が作用する場合、模型位置での波高は砕波波高よりも小さくなるにもかかわらず計算値を大きく上回る波力が生じている。これは、段波により静水面上に生じた衝撃波力によるものと考えられる(図-2 a)参照)。

一方、タイプBでは、非砕波の場合、モリソン式による計算結果は、実験値よりも若干大きくなる。これは、クレスト付近では、計算で用いている水平流速がモリソン式で仮定している構造物位置での平均的流速

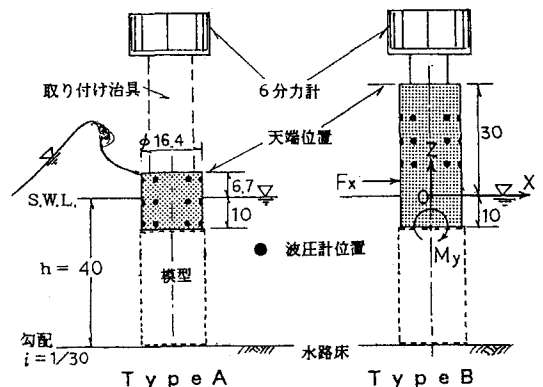


図-1 使用した円柱模型

よりも過大なものとなっているためと考えられる。

このことは、波圧計出力を円周方向に積分して得られた波力分布と計算値を比較した結果から確認された。なお、タイプBでは、従来からいわれているように砕波が模型に作用する際に衝撃力的な大きな波力が生じ、砕波後の段波が作用する場合には、より小さな波力となった。

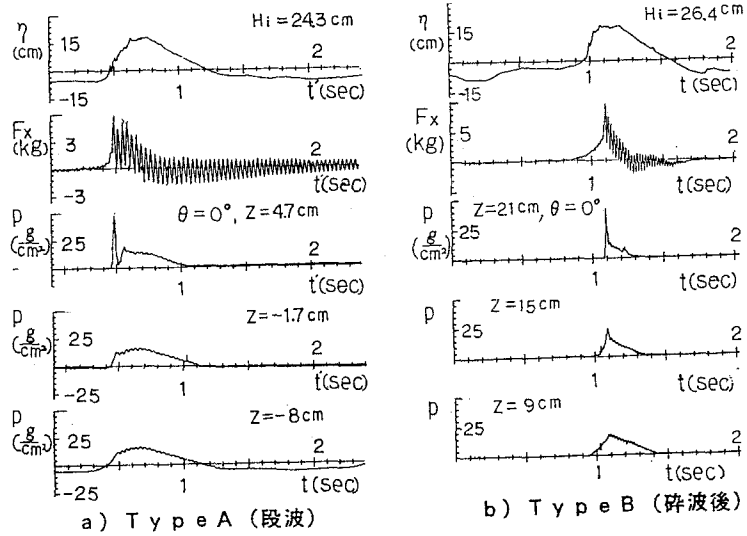


図-2 衝撃波力の計測例

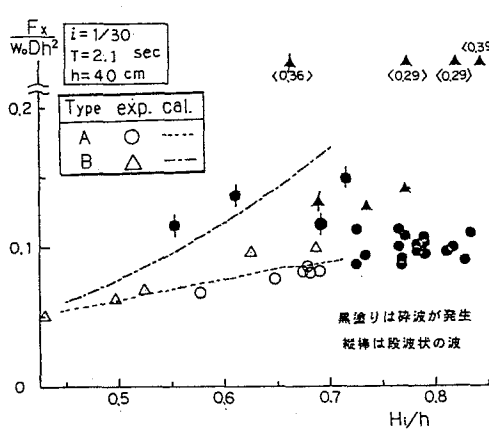


図-3 水平波力の変化

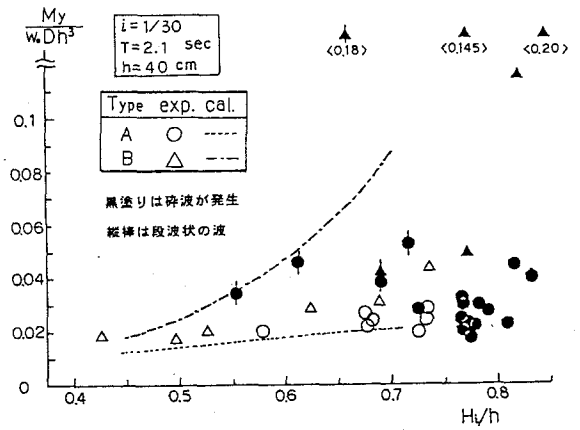


図-4 転倒モーメントの変化

4. まとめ

天端高の小さい円柱構造物に作用する波力は、非砕波領域であれば、SFMにより算出した流速と加速度を用いたモリソン式により算定した値にほぼ一致する。また、砕波が生じる条件では、模型位置で最大波高となり砕波する波よりも、沖合で砕波し段波状となった波が作用する場合の方が静水面付近により大きな波力が生じることが明らかとなった。

この段波発生による静水面上での波力の増加分については、現状では定量的に扱うことは困難である。設計では、天端高さに応じた割増しを設定する必要があるものと考えられる。

波力の計算にあたって、東京大学磯部助教授の作成した流れ関数法プログラムを使用させていただいた。ここに記して感謝の意を表す。