

円柱に作用する碎波波力特性とその評価

熊本大学 工学部 正 員 滝川 清・山田文彦・外村隆臣
 熊本大学 工学部 学生員 小松陽一・李 海欣

1 はじめに

荒天時に受ける波浪は、不規則かつ非線形特性が出現し、容易に碎波し、また構造物もこの波浪外力を受けて大きな動揺と振動および変形が生じることになる。その動的挙動特性の解明は構造様式の選定および安全上からも重要な技術的課題のひとつである。本研究は碎波波力を正確に評価するため円柱に作用する碎波波力の時間・空間的変動特性を実験的に調べ解明し、円柱部材の最適断面及び形状を設計する際の資料を得ようとするものである。

2 実験装置および実験方法

図-1に実験装置の概略を示す。1/20傾斜勾配の斜面上の碎波地点に円柱・流速計・波高計を設置し各値を測定したものと碎波地点及び波が進行してくる方向へ1m間隔に合計4地点に波高計だけを設置し、波の浅水変形にともなう碎波波形を把握するために測定したものと大きく分けて2つの実験を行っている。波力測定用円柱は、直径48.6mm厚さ3.5mmのスチールパイプを使用し測定部分に長さの違う円柱を付け変えることにより、鉛直方向に測定位置を変化させることができるようになっている。また、波力を測定する部分には図-2のようにラメン構造を用いた2枚の鋼性板バネに表裏で2枚ずつ、合計4枚の歪ゲージが接着してあり、ある高さでの局所波力を直接測定できるようになっている。波力の測定は水深より3.5cmから2.5cmずつ測定していき波力の反応がある高さまで、巻き波・崩れ波・非碎波の3ケースに付いて実験している。

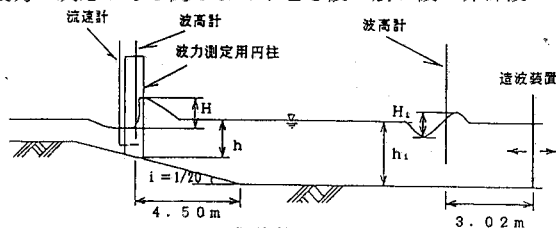


図-1 実験装置

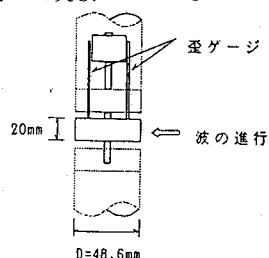


図-2 円柱の波力測定装置

3 実験解析の概要

(i)波高計で測定して得た碎波波形からDeanの流れ関数法を利用して水面下の流速を推定しその流速値からモリソン式に衝撃力算定式を加えて算定した波力値と、(ii)流速の実測値より推定した波力値および、(iii)波力の実測値とを比較検討する。(i)のDeanの流れ関数法を利用する方法では、碎波波形に対応した波力を推定できる。このため碎波波形を図-3のように無次元パラメータを設け、このパラメータを用いて碎波波形を近似表現し、これに対応する波力を推定する。右にこの碎波波形の提案式の1例を示す。

$$(ア) \eta = (K-H) \sqrt{\frac{T_A - X}{T_A}} \quad (0 < X < T_A)$$

$$(イ) \eta = \frac{K}{T_A - T_A} (X - T_A) \quad (T_A < X < T_A)$$

$$(ウ) \eta = \frac{K}{(T_A + T_A - T_A)^2} (X - T_A - T_A)^2 \quad (T_A < X < T_A + T_A)$$

$$(エ) \eta = \frac{K-H}{\sqrt{1-T_A-T_A}} \sqrt{X-T_A-T_A} \quad (T_A + T_A < X < 1)$$

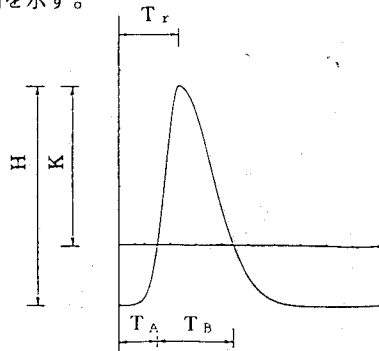


図-3 波形のパラメータ定義

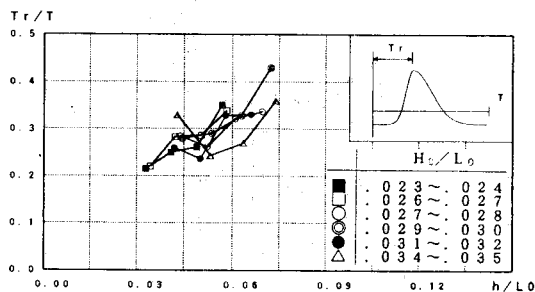


図-4 巻波の前傾度

4 実験結果と考察

砕波波形を把握するためにに行った実験結果が図-4である。 T_A , T_B , T_r , K/H の各値を巻き波・崩れ波と砕波形態別に調べているが、砕波地点は不規則であり測定位置また解析段階での砕波地点の決定など、もう少し詳細に検討する必要がある。

次に波力測定用円柱を使用した実験の結果を示す。ここでの実験波としては表-1に示す諸元の波を用いた。図-5はCASE 1の砕波地点での波形の時間変化を実測値とDean理論による理論値とで比較したもので、どのケースも良く近似できている。図-6はCASE 1の水底より高さ11.0 cmでの流速の実測値とDean理論による流速、加速度の値とを比較したものである。Dean理論を利用した水粒子速度の推定に関しては、実測値に比べて非砕波・崩れ波・巻き波の順に、また水底からの高さが高くなるにつれて差が大きくなるものの、良く近似できていると妥当であるといえる。波力の検討にあたっては、最適設計のために時間・空間的にどのように分布・変動しているかという波力データが必要である。図-7ではCASE 2での(a)局所波力の最大値による鉛直分布と(b)水底より高さ31.0 cmでの局所波力の時間変化とを表したもので3の(i), (ii), (iii)で示した3つの波力値をそれぞれ比較している。このような時間・空間的な波力データを多くとりDean理論の適用性や砕波による衝撃力を検討する。

5 おわりに

従来から円柱に作用する波力についてはモリソン式が使われているが、この式は砕波による衝撃波力までは表すことができないため、その部分をどのような算定式を使いどこまで適用性があるかを検討する必要がある。時間・空間的変動を考慮した砕波波力の提案式や、各実験結果及び考察の詳細については講演時に発表する。

参考文献

- 1) 谷本 勝利 他
円柱に働く衝撃砕波力に関する実験的研究—
港湾技術研究所報告第
25巻第二号

表-1 実験波の諸元

実験ケース (砕波状況)	T (sec)	H_1 (cm)	h_1 (cm)	H (cm)	h (cm)	H_0/L_0
CASE 1 (巻き波)	2.14	18.0	50.0	20.0	25.5	0.0259
CASE 2 (崩れ波)	1.45	17.5	48.5	18.5	25.2	0.0584
CASE 3 (非砕波)	2.03	12.8	48.5	15.0	25.2	0.0207

(ただし、 T : 周期 H_1 : 入射波高 h_1 : 入射水深 H : 砕波波高 h : 測定位置水深)

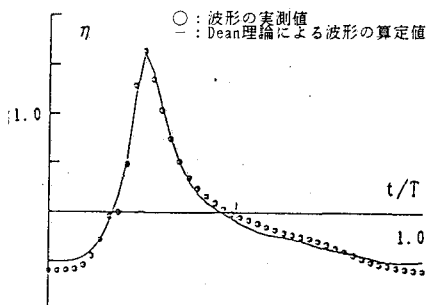


図-5 水面の砕波波形

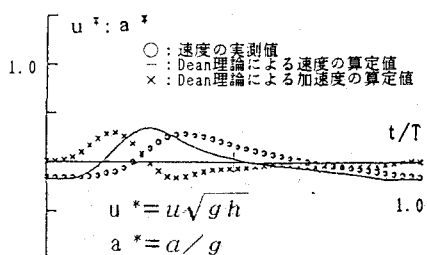


図-6 速度及び加速度の時間変化

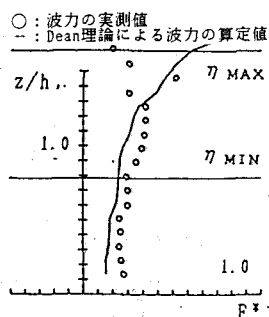


図-7 (a)

局所波力の鉛直分布

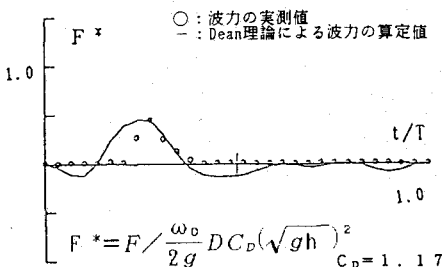


図-7 (b) 局所波力の時間変化