

東洋建設(株)鳴尾研究所 正会員○川田 勇  
正会員 藤原 隆一

### 1. はじめに

静水面上の天端高さが来襲波高に比して低いケーソンでは越波が多くなり、それがケーソンの安定性に影響を及ぼす。このような天端が低いケーソンの前・後壁と天端・底面に作用する波力の特性について、水理模型実験によって検討した。前報(宮原・倉田、1994)では各壁面に作用する波圧の最大時の位相差と波圧分布について報告したが、ここでは各壁面に作用する波力の合力から滑動合成波力を求め、天端が低いケーソンの滑動に対する安定性について報告する。

### 2. 実験条件および実験方法

実験は東洋建設(株)鳴尾研究所にある2次元造波水路(長さ60m、幅1m)を用いて行った。ケーソンの設置水深は現地で20mを想定し、海底勾配は1/50とした。作用させる波は規則波で、周期は現地で7~14sの範囲で3種類、波高は周期により異なるが4~14mの範囲とした。実験縮尺は1/50とし、フルードの相似則に従った。本実験の波浪条件を表-1に模型値で示す。

模型ケーソンには波圧計を各壁面に3~5個ずつ受圧面が壁面と一致するように設置した。またケーソンの前面および背面の水位を波高計より測定した。模型ケーソンの断面図および計測器の設置位置を図-1に示す。測定は各計測器からの出力をAD変換して電算機で処理し、再反射波の影響が入らない有効測定時間内の連続3~5波の平均値を実験値とした。

### 3. 波圧合力及び波圧分布

#### (1) 滑動合成波力

滑動合成波力 $F_e$ 。(谷本ほか、1988)は次式で表され、滑動に対する安定重量を算定するのに用いられる。

$$F_e = F_H + \mu \cdot F_v \quad (1)$$

ここに、 $F_H$ は前壁に作用する水平波力、 $\mu$ はケーソン底面とマウンドの摩擦係数( $=0.6$ )、 $F_v$ は底面に作用する揚圧力である。天端の低いケーソンでは越波が多くなるので、この影響を検討するために天端および背面の波圧を取り入れた滑動合成波力 $F_e$ を式(2)で定義した。

$$F_e = (F_H - F_B) + \mu (F_v - F_T) \quad (2)$$

ここに、 $F_B$ は後壁に作用する水平波力、 $F_T$ は天端に作用する波力である。

このように定義された滑動合成波力の最大値と相対天端高 $h_c/H$ の関係を図-2に示す。なお、隔壁面に作用する波力の実験値は測定された波圧分布から求めた。また、滑動合成波力の大きさは合田式による波力を用いて式(1)から計算される滑動合成波力との比として表されている。 $F_e$ および $F_e$ は、 $h_c/H > 1$ では合田式による計算値とほぼ同じとなるが、 $h_c/H < 1$ では $h_c/H$ に応じて小さくなっている。防波堤の天端高は、H.W.L.上の高さとして定められ、多少の越波を許す場合で $0.6H_{1/3}$ ( $H_{1/3}$ :有義波

表-1 波浪条件

| 周期<br>T(s) | 堤前波高<br>H(cm)  |
|------------|----------------|
| 0.99       | 8, 12          |
| 1.27       | 9, 14, 19, 22  |
| 1.98       | 10, 16, 22, 26 |

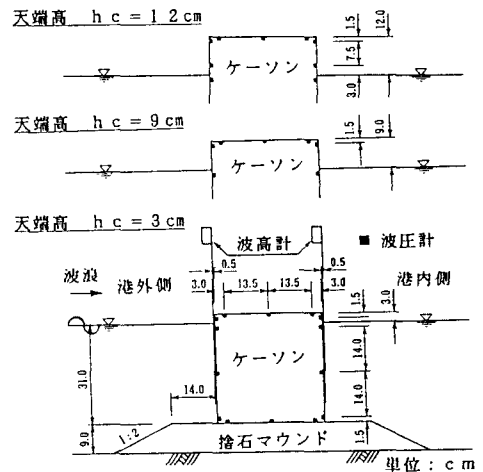


図-1 実験断面およびセンサー設置位置

高)、また越波をほとんど許さない場合には $1.25H_{1/3}$ とされている。実験値の入射波高は不規則波の最大波高 $H_{max}$ に相当し、便宜的に $H_{max}=1.8H_{1/3}$ の関係をを用いれば、 $0.33 < h_c/H < 0.69$ が通常の防波堤の天端高と考えられる。この範囲の実験値は合田式による計算値に比べて約10%~20%小さくなっている。高山ほか(1991)によると、水平波力の実験値は合田式のそれに比べて10%程度小さい事例が多いことが報告されており、この程度のばらつきは合田式の推定誤差によるものと考えられる。 $h_c/H < 0.3$ での実験値は、合田式による計算値に比べて約30~40%小さくしており、合田式の推定誤差を考慮しても天端が低くなるとケーソンに働く波力が小さくなることが明らかである。また、 $h_c/H < 1$ では $F_s$ は $F_c$ と比べて平均的に約15%小さくしており、天端面および後壁に作用する波力が滑動に対して抵抗力となる可能性を示している。

(2)波圧分布

天端が低い場合( $h_c/H=0.16$ )と通常の場合( $h_c/H=0.63$ )について、各壁面での波圧分布を示した例を図-3に示す。図中には、合田式による水平波圧および揚圧力の算定値と高橋ほか(1991)による打ち込み圧を併せて示した。また、波圧としては、滑動合成波力が最大時になる場合と各壁面で最大となる場合の2ケースを選んだ。天端が低い場合、前壁に作用する水平波力は合田式に比べて全体的に小さく、静水面付近で低減率が大きくなっているが、揚圧力は合田式とほぼ同じである。天端の高さにかかわらず、前壁に作用する水平波力および揚圧力が最大となるときに滑動合成波力もほぼ最大となっている。天端面および後壁に作用する波力が最大となるのは、前壁に作用する水平波力が最大となる時刻から、それぞれ0.1T~0.2Tおよび0.2T~0.5T(T:波の周期)程度であって、滑動合成波力が最大となるとときにはそれほど大きくはない。しかし、これらの力を考慮することで滑動合成波力が15%程度低減できることは前述したとおりである。なお、天端に作用する波力の最大値は高橋ほかの打ち込み圧により、今回の実験値に関しては大きかった。

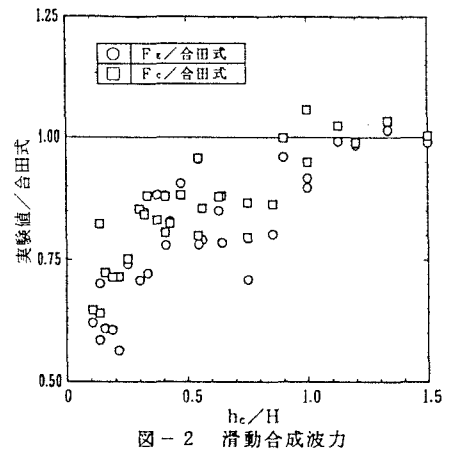


図-2 滑動合成波力

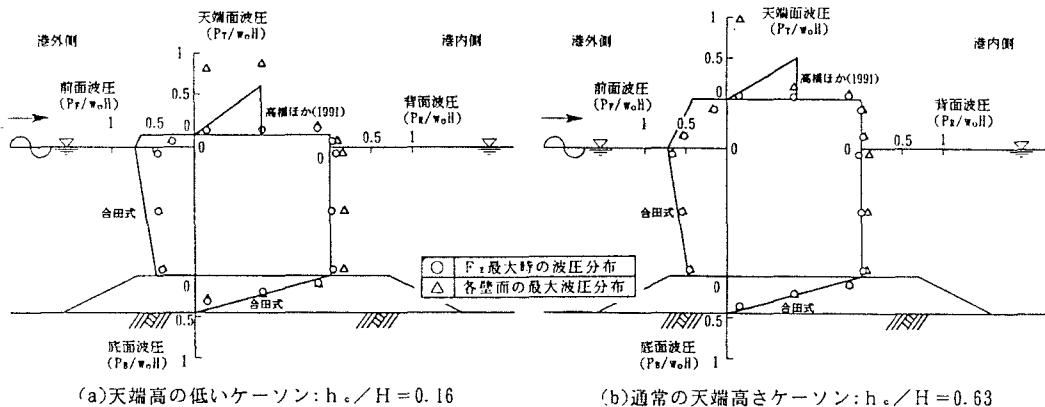


図-3 波圧分布

#### 参考文献

- 宮原ら(1994a):天端高の低いケーソンの波浪に対する安定性に関する研究-その1 波圧の位相差-、平成6年度関西支部年講演概要
- 宮原ら(1994b):天端高の低いケーソンの波浪に対する安定性に関する研究-波圧分布-、土木学会第49回年講演概要
- 谷本ら(1988):大水深混成堤の耐波安定性に関する研究(第1報)、港研報告、第1号 PP.3-29
- 高山ら(1991):現行設計法における防波堤の滑動安定性、第38回海講演文集 PP.641-645
- 高橋ら(1991):親水性防波堤の越波水の運動に関する研究、第38回海講演文集 PP.536-540