

II-414

越波流量や波力に及ぼす消波工天端高さの影響

電力中央研究所 正会員 ○榊山 勉
東京電力 窪 泰浩

1 はじめに

近年, 人工島の防波護岸を対象に消波工の変形にともなう越波量の変化について検討が進められている(鹿島ら, 1992, 1993). 越波量は護岸の形状の僅かな差で相当に変化する(合田, 1990). 実施工では消波工天端高さをパラペット天端高さより若干低くして越波量の低減が計られている. 一方, 防波堤では天端近傍の過大な波力を低減させるために消波工を天端高さまで設置する. このように消波工天端高さは越波量や波力に対して重要なパラメータとなっている. ここでは, 平均越波流量や波力に消波工天端高さの及ぼす影響を大型模型実験により調べた結果を報告する.

2 検討内容

実験は図-1に示す防波堤を対象に, 大型造波水路(長さ205m, 深さ6.0m, 幅3.4m)を用いて行った. 一定のパラペット天端高さ h_c に対して消波工天端高さ h_a を, $h_a/h_c=1.0$ から0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.4, 0(消波工天端高さが静水面に一致)に変化させた. さらに消波工のない直立堤($h_a/h_c=-1.6$)についても実験を行った.

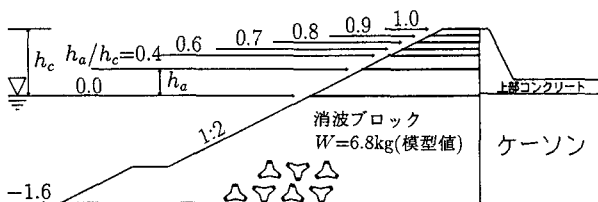


図-1 実験に用いた防波堤

表-1 実験条件

	原型値	模型値
縮尺	1.0	1/22.74
設計波高 $H_D(\text{m})$	10.3	0.454
設計周期 $T(\text{s})$	16.0	3.36
作用波高比 H/H_D	1.0 ~ 1.7	
護岸設置水深 $h(\text{m})$	22.5	0.989
パラペット天端高さ $h_c(\text{m})$	14.0	0.616
消波ブロック重量 W	80t	6.8kg
消波工法面勾配 $\tan \theta$	3/4	
海底勾配 $\tan i$	1/15*	
* 護岸前面の約2波長区間, それより沖は1/100		

表-1に実験条件を示す. 想定した設計波(現地換算値)で有義波高 $H_D=10.3$ m, 有義周期 $T=16.0$ s, 以下同様)に対して, 合田(1990)の越波流量推定図から許容平均越波流量が $q=0.05\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ となるパラペット天端高さとして $h_c=14$ mを得た. 消波ブロックの所要重量 W は, Hudson式から法面勾配 $\tan \theta=1/2$ の下で $W=80$ tを得た. 模型縮尺は1/22.74である.

実験では, ケーソン背後に越波升を設置して越波量を測定し, 平均越波流量に換算した. またケーソン壁面上の静水面からパラペット天端までとケーソン底面までをそれぞれ5等分する高さに波圧計を合計11個設置し波圧を測定した. 作用波は不規則波で, 設計波高 H_D から設計波高の1.7倍までの範囲の波高とし, 250波を作用させた. 水位, 波圧データのサンプリング周波数は100Hzである.

3 実験結果と考察

越波流量 図-2は消波工・パラペット天端高さ比 h_a/h_c による平均越波流量 q (現地換算値)の変化を波高比 H/H_D 別に示したものである. ほとんどの波高比のもとで $h_a/h_c=0.4$ の場合に越波流量が最小となった.

図-3は平均越波流量 q と波高比 H/H_D との関係を h_a/h_c 別に示したものである. すべての波高の条件もとで消波工のない直立堤への越波流量が最大となった. また, $h_a/h_c=0.0$ (●印)と $h_a/h_c=1.0$ (○印)との比較より, 波高が小さい範囲で消波工天端高さを下げることで越波流量が増加する場合があることが確認できた.

波力・波圧 図-4は最大波力 F_{max} と波高比 H/H_D との関係を h_a/h_c をパラメータにして示したものである. 設計波高 $H/H_D=1.0$ のもとでは最大波力 F_{max} の変化は, $F_{max}=2.4\text{tf}/\text{m}$ ($h_a/h_c=1.0$)から $F_{max}=3.4\text{tf}/\text{m}$ ($h_a/h_c=0.0$)の約40%増加であった. 消波工天端高さが低いほど波高増加にともなう波力の増加率が大きい. 図-5は同様に平均波力 F_{mean} について示したものである. $h_a/h_c=-1.6$ の直立堤の場合を除き, $H/H_D \leq 1.4$ の範囲で平均波力の差は小さい.

図-6は, $h_a/h_c=0.4$, $H/H_D=1.2$ の結果を例にして, 最大波圧 p_{max} , 1/10最大波圧 $p_{1/10}$, 1/3最大波圧 $p_{1/3}$, 平均波圧 p_{mean} の鉛直分布を比較したものである. 消波工のない部分で, 最大波圧が著しく増加している. 図-7と図-8は, それぞれ設計波高の条件($H/H_D=1.0$)での最大波圧と平均波圧の鉛直分布を4種類の h_a/h_c について比較したものである. 消波工天端高さの低下にしたがってパラペット上部に作用する最大波

圧が急激に大きくなる。一方、平均波圧はほぼ相似形で、静水面で最大となる。また、直立堤の場合を除き消波工天端高さによる平均波圧の差は少ない。

4 おわりに

消波工天端高さをパラペット天端高さの0.4倍まで下げた場合に越波流量が最小となった。また同じ条件の下で、設計波高に対する最大波力は全面被覆した場合に比べて約40%増加した。今後は、消波工天端高さを低くした場合の消波ブロックの安定性について検討する必要がある。

なお、本研究は電力9社と日本原子力発電(株)による電力共通研究の一部として実施したものである。

<参考文献> 鹿島ら(1992), 海岸工学論文集, 第39巻(2), pp.671-675. 鹿島ら(1993), 海岸工学論文集, 第40巻(2), pp.686-690. 合田(1990), 港湾構造物の耐波設計, 333p.

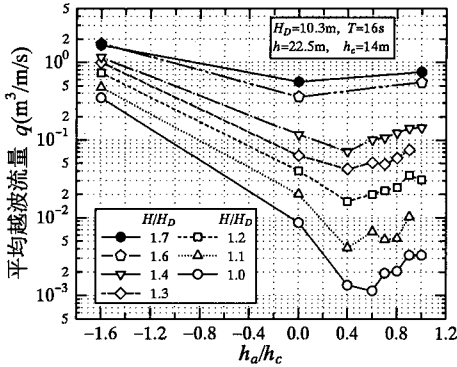


図-2 平均越波流量 q と天端高さとの関係

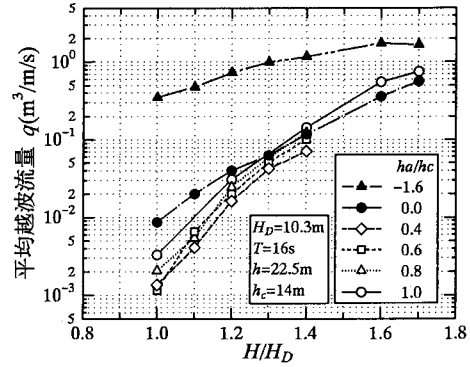


図-3 平均越波流量 q と波高との関係

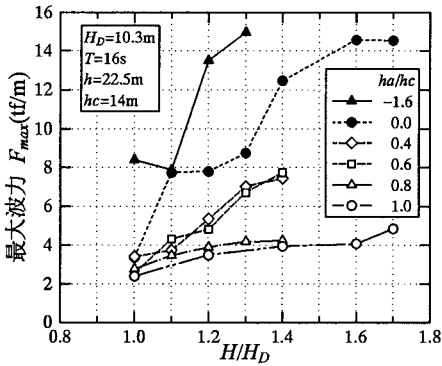


図-4 最大波力 F_{max} と波高との関係

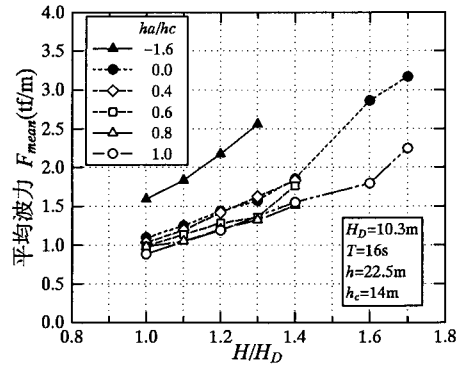


図-5 平均波力 F_{mean} と波高との関係

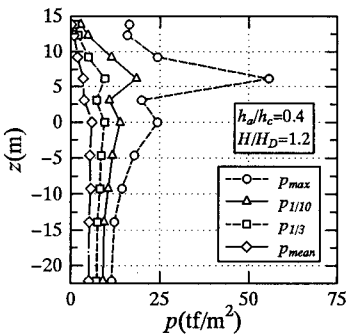


図-6 波圧分布の比較

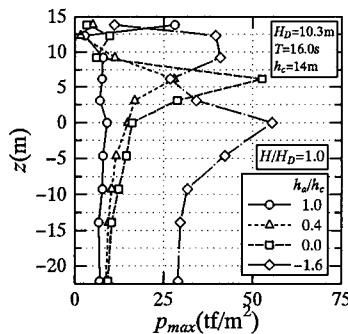


図-7 天端高さと最大波圧分布

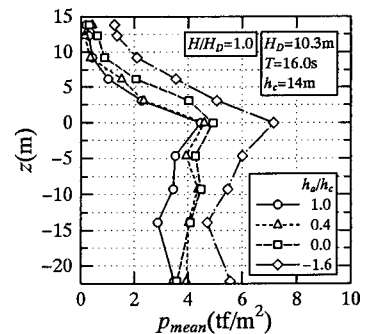


図-8 天端高さと平均波圧分布