

直積消波ブロック護岸の越波量分布

(株)竹中工務店 正会員 ○米森 秀明 関西大学環境都市工学部 正会員 島田 広昭
 関西大学環境都市工学部 正会員 石垣 泰輔 三基ブロック(株)技術部 叶内 美和
 三基ブロック(株)技術部 大島 巧

1. はじめに

従来、海岸護岸における機能設計に際しては、平均越波量の概念が広く利用されているが、井上ら¹⁾は、不規則な波群における1波ごとの越波量は、ときに平均越波量の数倍にも達することや、直立護岸における越波量の時間的な分布がWeibull分布に近似できることを明らかにしている。しかし、最近施工例が増えてきた直積消波ブロック護岸に関して検討した事例は見当たらない。そこで本研究では、直立タイプの消波ブロックで被覆された直積消波ブロック護岸（以下、直消ブロック護岸と呼ぶ）を対象に、1波ごとの越波量を詳細に測定し、その時間的な越波特性を直立護岸（のり面勾配が0.3割の直立護岸）のものと比較するとともに、その越波量分布のWeibull分布への適合性について検討した。

2. 実験装置および実験方法

実験は、二次元不規則波造波水槽内に勾配1/10の傾斜海浜を設け、その上に直消ブロック護岸(図-1参照)および直立護岸を設置して、それらを越波する不規則波群の1波ごとの越波量を詳細に測定した。その結果から、越波流量(越波した波の周期で除した)、代表波法と同様な定義による代表越波量および越波量の出現頻度分布を求め、これらに及ぼすのり先水深および周期の影響について検討した。また、実験模型は縮尺1/20で再現しており、直消ブロックの模型堤体幅 B は7.5cm、高さは4.5cmである。本実験の作用波は、Bretschneider・光易型スペクトルの不規則波で、換算沖波波高 H'_0 は9.0cmと固定し、有義波周期 $T_{1/3}$ を1.0s、1.2sおよび1.4sと変化させた。また、のり先水深波高比 h/H'_0 を0.5、0.8、1.0、1.3および1.5の5種類とし、相対天端高 h_c/H'_0 は0.5と一定とした。

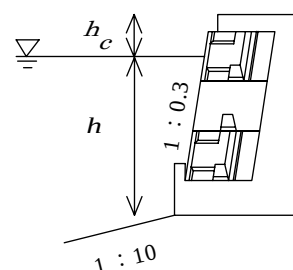


図-1 直消ブロック護岸

3. 実験結果および考察

(1) 各代表越波量の減少

図-2は、全実験ケースにおける各護岸の越波量を比較したものである。なお、縦軸は直消ブロック護岸の各代表越波量 Q_A 、横軸は直立護岸の各代表越波量 Q_V である。これによると、全般的に直消ブロック護岸にすることで越波量は減少しており、特に、 Q_m はほぼ全てのケースにおいて $Q_A < Q_V$ である。しかし、越波量が多い Q_{max} および $Q_{1/10}$ のときに幾らかのケースが $Q_A > Q_V$ となっている。すなわち、平均越波量では、 $Q_A < Q_V$ のため越波量の減少効果があると考えがちであるが、1波ごとにみても $Q_A > Q_V$ というケースもみられるため、平均越波量の観点から越波減少効果を期待した設計では、防災上危険となる。

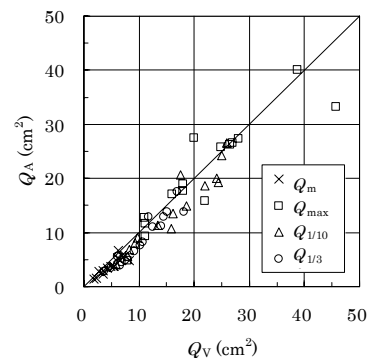


図-2 各代表越波量の比較

(2) のり先水深および周期の影響

図-3は、越波量とのり先水深との関係であり、縦軸は各護岸における各代表越波量 Q を波高 H'_0 で無次元化した Q/H'_0^2 、横軸はのり先水深波高比 h/H'_0 である。これによると、各代表越波量において $h/H'_0 = 0.7$ のときに $Q_A > Q_V$ となっているのがわかる。また、図-4は、 h/H'_0 が0.7の場合における越波量と周期との関係である。これによると、周期が長いものほど $Q_A > Q_V$ となっている。すなわち、直消ブロック護岸は、のり先水深が浅く周期が長いもの
 キーワード: 消波ブロック, 越波量, 越波量分布, 出現確率, 超過発生確率

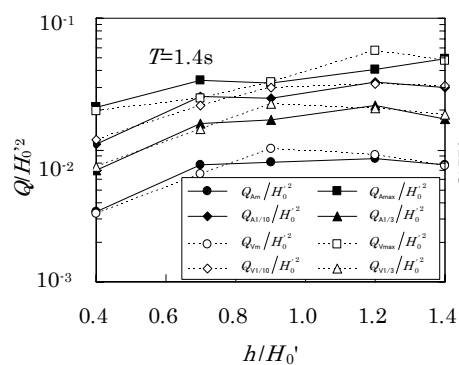
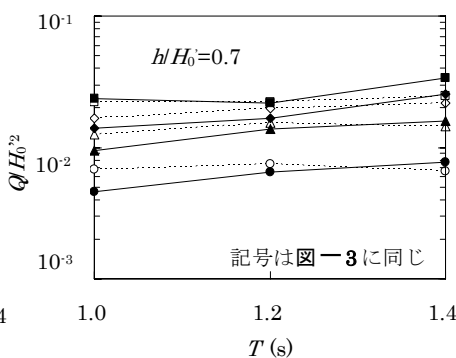
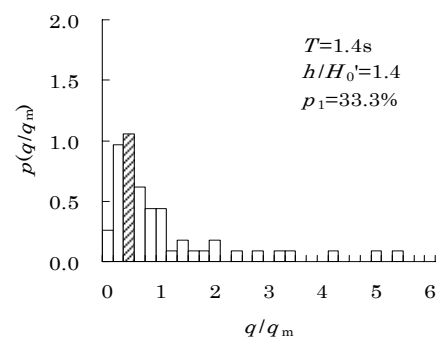
図-3 $Q/H_0'^2$ と h/H_0' との関係図-4 $Q/H_0'^2$ と T との関係

図-5 越波流量の出現頻度分布

ほど、直立護岸よりも1波ごとの越波量が増大する危険性を有している。

(3) 越波流量の出現頻度分布

図-5には、直消ブロック護岸について、越波した波だけを対象とした場合の1波ごとの越波流量 q の出現頻度分布を示した。なお、縦軸は越波流量の確率密度 $p(q/q_m)$ 、横軸は出現した越波流量と平均越波流量との比 q/q_m である。また、図中には、防災上特に問題であると考えられる $q/q_m \geq 1$ となるときの確率 $p_1(\%)$ を示している。これによると、 q/q_m が1以下となる越波量の出現頻度が高く、指数分布に近い分布を示している。しかし、このケースにおいては、約1/3の確率で p_1 が発生しており、最大で q_m の約5倍の越波量が発生している。なお、図示はしていないが、両護岸の p_1 に顕著な差はみられず、護岸形状による影響は少ないことがわかった。

(4) 越波流量の超過発生確率

図-6には、直消ブロック護岸について、越波した波だけを対象とした場合の1波ごとの越波流量 q の超過発生確率を示した。なお、縦軸は越波流量の超過発生確率 $P(q/q_m)$ 、横軸は越波流量と平均越波流量との比 q/q_m である。図中の曲線はWeibull分布であり、この分布の形状母数 α は、図-5の実験値から確率密度を求める段階で、 α を0.1ずつ変化させて計算し、それと実験値との間で χ^2 -検定を行い、その検定値が最小になるものを採用した。これによると、越波量が小さい値から大きな値まで、実験値とWeibull分布との適合性は高いことがわかる。

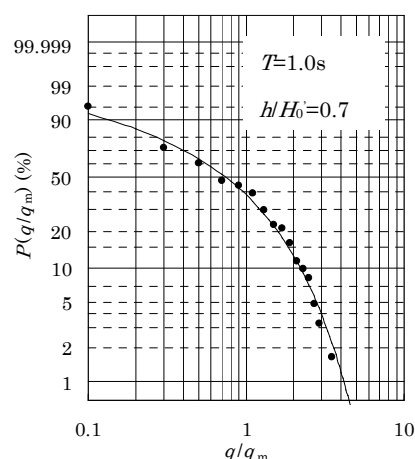
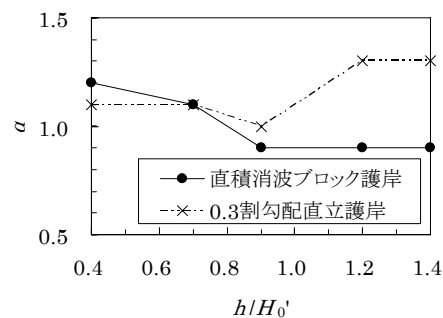
図-6 越波量の超過発生確率
(越波した波だけを対象とした場合)図-7 各護岸における α と h/H_0'

図-7には、直消ブロック護岸と直立護岸における形状母数 α とのり先水深との関係を示した。縦軸は各護岸における形状母数 α 、横軸はのり先水深波高比 h/H_0' である。これによると、直立護岸は h/H_0' が深いと α の値が大きいため、越波量のばらつきが小さい。しかし、直消ブロック護岸においては、 h/H_0' が深いと α は小さいため q_m を超える越波が発生しやすく、機能設計において安全性を確保することは困難となることが考えられる。

4. おわりに

直消ブロック護岸の1波ごとの越波量は、全般的に直立護岸よりも少ないが、直立護岸を上回る場合もある。また、その越波量分布はWeibull分布とよく一致し、その形状母数 α はのり先水深の増大とともに小さくなることが分かった。

【参考文献】1)井上雅夫，島田広昭，殿最浩司：不規則波における越波量の出現分布特性，海岸工学論文集，第36巻，1989，pp.618-622。