

直立消波堤の越波量特性に関する研究

九州共立大学工学部
(株) テトラ

学生員 ○山下 聡 正会員 小島 治幸
正会員 谷本 正和

1.はじめに

海域の多様で高度な利用が強く求められている今日、港の岸壁や護岸、人工島の護岸、外郭防波堤などで直立の水際線を有するところが増えてきている。このとき、安全で機能的であるためには、反射波や越波、しぶきを低減することが重要な課題となっている。このため、消波機能を有した直立消波堤が開発され実用に供されている。この堤体の反射波低減効果については多くの研究がなされているが、越波量低減効果については十分な知見が得られているとは言えない。本研究は、水理模型実験により、直立消波堤の越波量低減機能を明らかにすることを目的とする。

2.実験方法と条件

(1)反射率と越波量に関する実験

水理実験は、水平床の実験として図-1に示すような全長14.5m、深さ0.7m、幅0.5mの2次元造波水路を用い、護岸ブロックを4列、7段(48.0cm×33.0×14.0cm)に積み上げそれを水路端に設置して実験を行った。波高計は容量式波高計を使用し、造波装置から最も近い位置に1本(入射波高)、水路のほぼ中央に2本(反射率)設置した。記録は、オシログラフィックレコーダーによって波形および入射波高を読み取った。デジタルレコーダーではサンプリング周波数20Hz(0.05s間隔)で1024個を反射率のデータとして取得した。反射率は、分離推定法を用いて算定した。越波量の測定は、護岸の背後に越波を受ける計量用水槽(26.3cm×44.2cm)を設置し、波が消波護岸に達し越波が確認されてから、1分~4分程度造波し越波が終わるまでの時間を計り、計量水槽に溜まった水の深さよりその体積を求め、単位時間、単位幅あたりに換算し、越波量とした。ただし、越波量が少量で水深の測定が不可能な場合は水槽に溜まった水をメスシリンダにいったん入れ直してから体積を求め水量とした。水深は、 $h=43.0\text{cm}$ 、 45.0cm 、 47.0cm と設定し天端高 hc (水面から直立消波堤の天端までの高さ)を変えて実験を行った。また、入射波が、規則波の場合は入射波高を $H_0'=4.0\sim 12.0\text{cm}$ 、周期を $T=0.601\sim 2.276\text{s}$ と変え、不規則波(Bretschneider:光易型スペクトル)の場合は入射有義波高を $H_{1/3}=4.0\sim 8.0\text{cm}$ 、有義波周期を $T_{1/3}=0.65\sim 2.50\text{s}$ と変化させた。

(2)傾斜海浜に関する実験

水理実験は、図-1に示すように、2次元造波水路に1/30傾斜の海浜をつけてその端に護岸ブロックを4列、1段半~4段に積み上げさらにその上に2.0cm厚の上部工を置いた。微妙な天端高 hc の調整には、堤体の下に板やアクリル板をかませた。これにより、天端高・波高比 $hc/H_0'=0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50$ となるように天端高と波高を変えた。入射波は不規則波(Bretschneider:光易型スペクトル)を用い入射有義波高を $H_{1/3}=3.33\sim 12.00\text{cm}$ 、有義波周期を $T_{1/3}=0.84\sim 2.13\text{s}$ と変化させた。波形勾配は、 $H_0'/L_0=0.017$ と0.036の2種類の場合に相当し、水深は $h=42.0\text{cm}$ 、 45.0cm とした。波高計は容量式波高計を使用し、造波装置から最も近い水平床の位置に2本設置した。測定は、反射率と越波量で、測定方法は、(1)と同様である。ただし波作用時間は4.5分とし、この間に越波計量水槽がいっぱいになるようなときは、小型ポンプで他の計量水槽にうつし、それにたまった水の容積を計った。

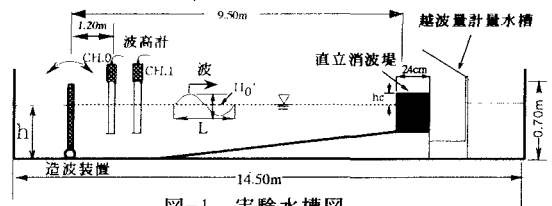


図-1 実験水槽図

3.実験結果と考察

(1)相対堤体長に対する反射率と越波量の変化

図-2は、直立消波堤護岸の相対堤体長(B/L)に対する各水深の反射率 K_R の変化と無次元越波量を示している。なお、越波量が見られなかった場合は、 10^{-7} の値で表わした。反射率 K_R は、各水深($h=43.0\text{cm}$ 、 45.0cm 、 47.0cm)に対して $B/L=0.25$ 近傍で最小値になり、水深による変化はほとんど見られなかった。

越波量に関しては、相対堤体長 B/L に対して、対数グラフ上で越波量が右下がり減少する傾向で、天端高・波高比が小さいほどなめらかな減少となっている。それが大きくなると、前半では急激な右下がりになるが、後半は、ほぼ一定にかわり、反射率の変化と対応する傾向が見られた。

(2)天端高 hc に体する越波量の変化

図-3は直立消波堤における天端高・波高比

($hc/H_{0/3}$) に対する無次元越波量を示している。なお越波量が認められない場合は 10^{-7} の値で示している。越波量は、天端高・波高比に対して指数関数的に減少する傾向があり、図中に示す実験式が得られた。昨年度の橋本ら(1996)の傾斜消波護岸の越波量と比較すると、直立消波堤のほうが指数のりい乗が大きく越波量を低減する効果が大きかった。

(2) 傾斜海浜に関する越波量の変化

図-4と図-5は、それぞれ直立消波堤の1/30 傾斜海浜における天端高・波高比 $hc/H_0'=0.50, 1.00, 1.50$ をパラメータとした水深・波高比 (h/H_0') に対する無次元越波量の変化を示しており、図-4に波形勾配 $H_0'/L_0=0.017$ 、図-5に $H_0'/L_0=0.036$ の結果を示している。越波量の水深・波高比に対する変化は、全体的に一度最大値を示しその後減少する傾向がある。また、天端高・波高比が大きくなるにつれて減少する際の傾斜が大きくなっており、越波量自体も低下している。同じ天端高・波高比において波形勾配が大きいほうが越波量は小さい値となる。また、天端高・波高比が大きいほど水深・波高比に対する越波量の減少が急激になる傾向が見られる。

合田ら(1995)によって示められた直立護岸の越波量と比較すると、越波量の最大値近傍で、直立消波堤により20%～70%の越波量の低減効果が認められ、天端高・波高比が大きいほどその効果が顕著である。

4. あとがき

以上の研究により、直立消波堤についての越

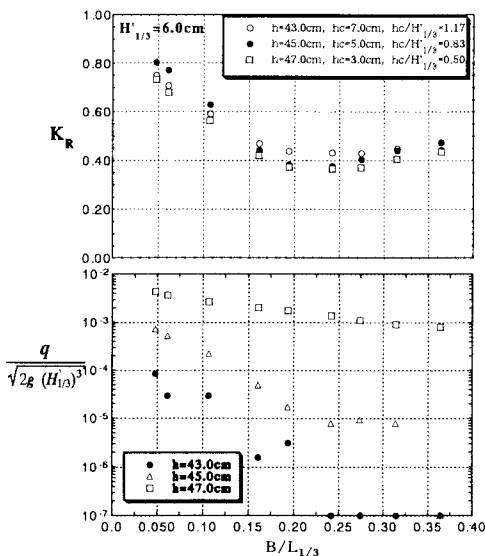


図-2 相対堤対長に対するの K_R と越波量の変化

波量特性が明らかとなった。越波量は天端高・波高比に対して指数関数的に減少する傾向がある。水深・波高比に対しては、ある一定値で最大値を示しその後減少する傾向がある。直立消波堤は、直立護岸よりも越波量を抑えることができる。

参考文献

橋本ら(1996):傾斜消波護岸の水理特性に関する研究、土木学会西部支部研究発表会講演集。

合田ら(1975):不規則波による防波護岸の越波流量に関する実験的研究、港湾技術研究所報告第14巻第4号

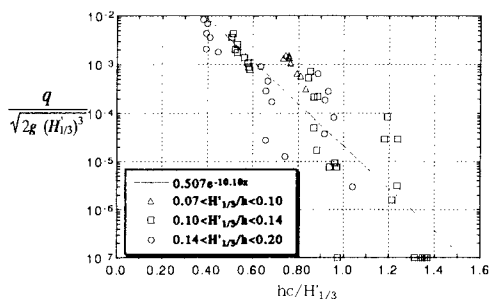


図-3 越波量の変化

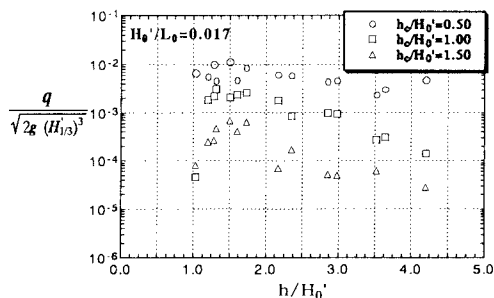


図-4 傾斜海浜における越波量の変化 ($h=42.0\text{cm}, 45.0\text{cm}$)

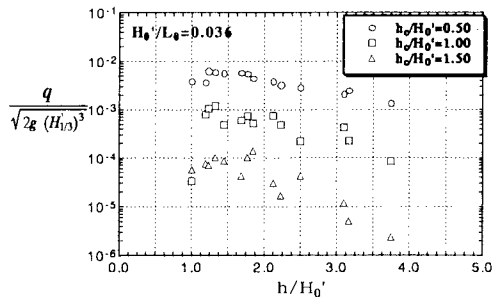


図-5 傾斜海浜における越波量の変化 ($h=42.0\text{cm}, h=45.0\text{cm}$)