

関西大学工学部 正員 井上雅夫
 関西大学工学部 正員 島田広昭
 関西大学大学院 学生員 ○藤野真人
 東急建設 土木技術部 正員 上山美登里

1. まえがき

大水深域に建設される人工島護岸の背後地を安全かつ有効に利用するためには、護岸の越波特性を十分に把握しておくことが必要である。そこで本研究では、直立、直立消波および消波護岸を対象とした不規則波による越波実験を行い、各護岸の越波特性に及ぼす潮位と風の影響を主として検討した。

2. 実験装置および方法

実験は、二次元水槽内に三種類の護岸を勾配が1/50の傾斜海浜上にそれぞれ設置し、それらを越波する不規則波群における1波ごとの越波量を測定した。また、最大越波量を示す波については、その水平方向の越波飛散分布を測定した。実験波はBretschneider・光易型スペクトルを有する不規則波であり、越波量の測定実験で周期の影響を調べる場合には、有義波周期 T を0.8~1.4sの4種類、のり先水深・波高比 h/H を1.88および3.00の2種類、潮位の影響を調べる場合には、 T を1.0s、波形勾配 H/L を0.04で一定にして、のり先水深・波長比 h/L を0.096~0.115の範囲でそれぞれ変化させた。越波飛散分布に関する実験では、 h/H を1.88で一定にして、 T を0.8~1.4sの4種類に変化させた。さらに、潮位の影響と越波飛散分布を調べた実験では、無次元風速 $V/\sqrt{gH}$ を0.3および6の3種類に変化させた。

3. 実験結果および考察

図-1には、越波流量と周期との関係を示した。これによると、越波流量は、消波護岸の h/H が3.00のものを除いて、 T が0.8sから1.0sになると減少し、1.2sで最大値を示し、1.4sになるとふたたび減少する。また、いずれの h/H でも越波流量は、直立、直立消波、消波護岸の順に小さくなる。さらに、直立消波護岸の越波流量は h/H にかかわらず、周期が長くなるにつれて消波護岸のものに近い値を示す。なお、こうした傾向は、越波率についても同様である。

図-2には、越波流量と潮位との関係を示した。これによると、いずれの護岸の越波流量も、潮位の上昇とともに増大し、直立護岸のものは潮位にかかわらず、三つの護岸のなかではもっとも大きい。また、 h/L が0.096の場合を除いて、直立消波護岸のものがもっとも小さい。したがって、潮位が高い場合には、直立消波護岸のほうが消波護岸よりも越波流量を低減できることがわかる。なお、図示はしていないが、 $V/\sqrt{gH}$ が3や6のときの越波流量や越波率についても、ほぼ同様の傾向がみられた。

図-3には、越波流量と風速との関係を示した。(a)および(b)図は h/L がそれぞれ0.096および0.115のものである。(a)図によると、直立護岸の越波流量は $V/\sqrt{gH}$ が0から3になると少し減少し、6では微増する。一方、直立消波護岸のものは $V/\sqrt{gH}$ の増大とともに一様に増大している。これは、潮位が低い場合には波が護岸前面で砕け、それにより生じた水塊が風の作用により

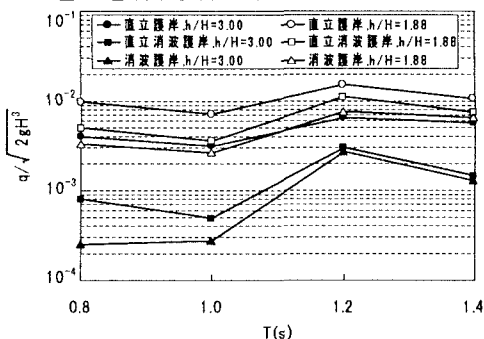


図-1 越波流量と周期との関係

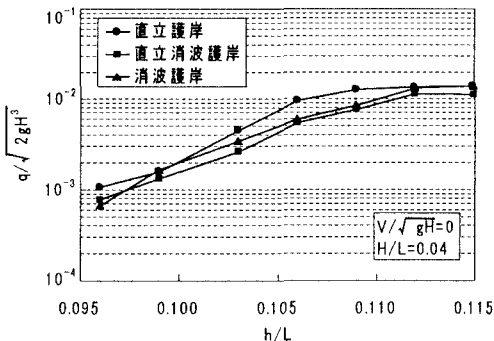


図-2 越波流量と潮位との関係

越波するためと考えられる。また、消波護岸のものは、 $V/\sqrt{gH}$ が0から3になると減少するが、6になってもあまり変化しない。(b)図によると、直立護岸のものは、 $V/\sqrt{gH}$ が0から3になると減少するが、6になってもあまり変化しない。一方、直立消波護岸のものは(a)図の直立護岸のものとほぼ同様の傾向を示している。また、消波護岸のものは $V/\sqrt{gH}$ の増大とともに減少する。さらに、 $V/\sqrt{gH}$ が0から3に増大しても、直立護岸と消波護岸の越波流量の差はほとんどなく、消波工の効果があまりみられない。なお、そのほかの h/L についても、風の影響はあまりみられない。

図-4には、越波量 Q の水平方向の分布を示した。図中の x は護岸から陸側に向けた距離である。なお、(a)および(b)図は T が1.0sで $V/\sqrt{gH}$ がそれぞれ0および6のものである。(a)図によると、直立護岸の Q/H^3 は x/H が約0.4、直立消波護岸のものは x/H が約0.7で極大値を示すが、それよりも x/H が大きくなると減少する。一方、消波護岸のものは x/H が約0.2で最大値を示し、それよりも x/H が大きくなると減少する。これは、直立および直立消波護岸の前面では、鉛直方向の水粒子速度が水平方向のものに比べて卓越するのに対し、消波護岸では水平方向の水粒子速度が卓越するためである。(b)図によると、いずれの護岸についても風的作用によって Q/H^3 の分布範囲は広くなる。特に、直立消波護岸のものは無風時のものの約2倍にもなる。また、直立護岸の Q/H^3 は x/H が約1.2まではあまり変化していない。これは、無風時には護岸背後に集中して落下した水塊が、強風によって遠くまで飛散することを示している。さらに、消波護岸は、そのほかの護岸に比べて、風の影響は小さい。

図-5には、越波量が水量として測定できた x/H の最大値と風速との関係を示した。これによると、直立および消波護岸の $(x/H)_{max}$ は、 $V/\sqrt{gH}$ の増大とともに微増している。また、 $V/\sqrt{gH}$ が0と3の場合には、消波護岸のものが直立護岸のものより若干大きい、6になると直立護岸のものより小さくなる。一方、直立消波護岸のものは、 $V/\sqrt{gH}$ が0から3になると著しく増大するが、6になるとその増大する割合は減少する。さらに、直立消波護岸のものは、風速にかかわらず、そのほかの護岸のものよりかなり大きい。なお、こうした越波飛散分布特性は入射波の周期によってもかなり変動するので、背後地の利用計画に際しては十分に注意しなければならない。

以上、三つの護岸の越波特性に及ぼす潮位や風の影響をある程度明らかにすることができたが、今後、多くの実験条件のもとでの検討を行い、越波防止機能の立場から、大水深域に建設される人工島護岸の望ましい護岸形式を見出していきたい。最後に、本研究を行うにあたり、実験や図面作成に大いに助力してくれた、現在、建設省北陸地方建設局の太田一幸、西宮市の小原裕一郎、大分市の羽田野清、広島市の松本直樹の諸君に謝意を表す。なお、この研究は関西大学学術研究助成基金による研究の一部であることを明記する。

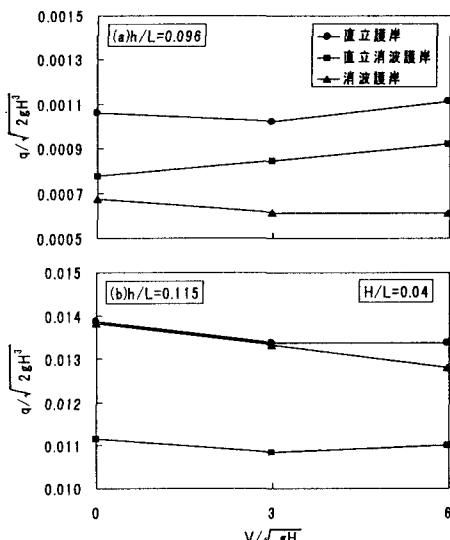


図-3 越波流量と風速との関係

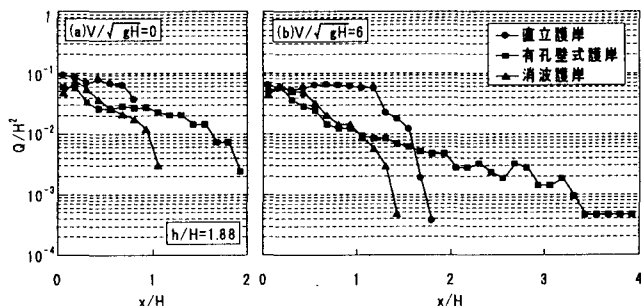


図-4 越波量の水平方向の分布 ($T=1.0$ s)

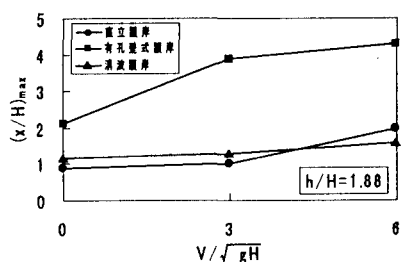


図-5 越波量の最大飛散距離と風速との関係