

# 不規則波による緩傾斜護岸の越波特性

㈱新日本技術コンサルタント 正員 ○殿最浩司  
 関西大学工学部 正員 島田広昭  
 関西大学工学部 正員 井上雅夫

## 1. はじめに

従来、不規則波の越波特性に関する研究については、直立護岸や消波護岸に対してのものが多く、最近、施工例の増えてきた緩傾斜護岸に対するものはほとんどないようである。そこで、本研究では緩傾斜護岸に対する不規則波群の1波ごとの越波量を詳細に測定し、その越波特性を実験的に明らかにした。

## 2. 実験装置および方法

実験では、勾配が1/10の傾斜海岸上に設置した緩傾斜護岸（3割、5割および6割勾配）の1波ごとの越波量を測定した。不規則波の期待スペクトルは有義波周期が1.0sのBretschneider・光易型である。実験条件は有義波形勾配 $H_{1/3}/L_{1/3}$ を0.04, 相対護岸天端高 $H_0/H_{1/3}$ を1.0と一定にし、のり先水深・波長比 $h/L_{1/3}$ を0, 0.006, 0.013, 0.019および0.026の5種類に変化させた。

## 3. 実験結果および考察

図-1は、のり面傾斜角 $\cot \theta$ と越波流量 $q$ との関係である。これによると、のり先水深・波長比 $h/L_{1/3}$ が小さい場合にはのり面傾斜角の影響はなく、 $h/L_{1/3}$ が大きくなると、越波流量は $\cot \theta$ が3で極大値を示し、 $\cot \theta$ が5や6では極端に減少する。また、 $\cot \theta$ が5および6では、いずれの $h/L_{1/3}$ であっても越波流量にはほとんど差がみられない。これにより、緩傾斜護岸は $\cot \theta$ が5～6で、 $h/L_{1/3}$ が大きい場合に有効であることがわかる。

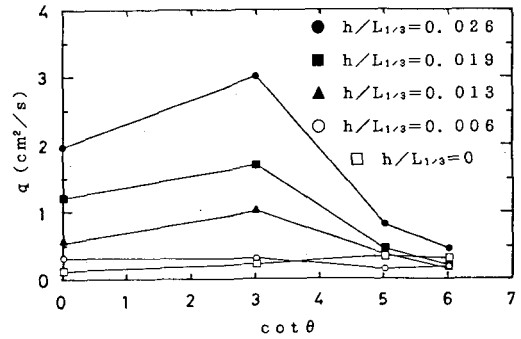
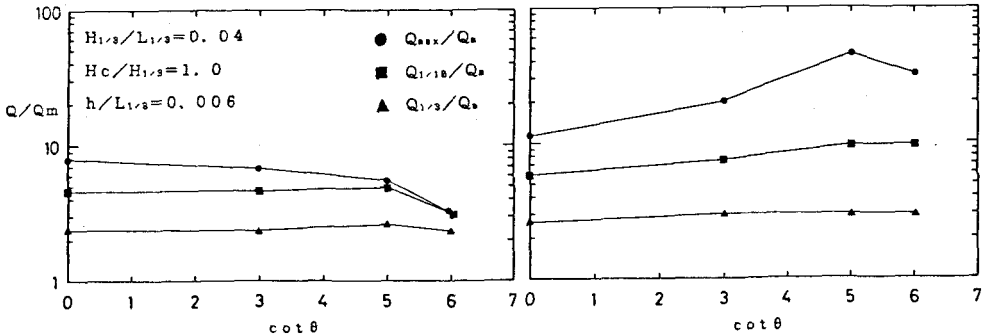


図-1 のり面傾斜角と越波流量との関係

図-2は、平均越波量と代表波法の定義にしたがつて求めた他の代表越波量との関係であり、縦軸は各代表越波量と平均越波量との比 $Q/Q_m$ である。なお、(a)図は越波した波だけを、(b)図は全波数をそれぞれ対象にした場合のものであり、いずれも $h/L_{1/3}$ が0.006の場合である。(a)図の場合には、1/3最大越波量 $Q_{1/3}$ は平均越波量 $Q_m$ の約2～3倍で、この値はのり面傾斜角によってほとんど変化しない。1/10最大越波量 $Q_{1/10}$ は $Q_m$ の約3～5倍になり、この値はのり面



(a) 越波した波だけを対象とした場合

(b) 全波数を対象とした場合

図-2 平均越波量と他の代表越波量との関係

Koji TONOMO, Hiroaki SHIMADA, Masao INOUE

傾斜角がゆるくなると小さくなる。最大越波量 $Q_{max}$ は $Q_m$ の約3～8倍に達し、この値もりの面傾斜角によって非常に変化する。(b)図の場合の $Q/Q_m$ は、いずれも(a)図の場合のものよりも大きい値を示している。特に、 $Q_{max}$ については大きく異なり、 $\cot \theta$ が5および6では、 $Q_{max}$ は $Q_m$ の約30～50倍にも達している。これは、全波数を対象にすると、 $Q_m$ の値が小さくなるためであり、図示はしていないが、いずれの $h/L_{1/3}$ でも同様な傾向を示している。

図-3は、越波量を越波時間で除した1波ごとの越波流量の出現分布であり、横軸は出現越波流量と平均越波流量との比 $q/q_m$ 、縦軸はその出現確率密度 $p(q/q_m)$ である。なお、(a)および(b)図はそれぞれ3割および6割勾配護岸の場合で、いずれも $h/L_{1/3}$ が0.019の場合である。

図示はしていないが直立護岸および5割勾配護岸を含めて考察すると、 $p(q/q_m)$ の極大値の出現位置については、のり面傾斜角がゆるくなるほど、0に移行するようであり、極大値も増大する傾向

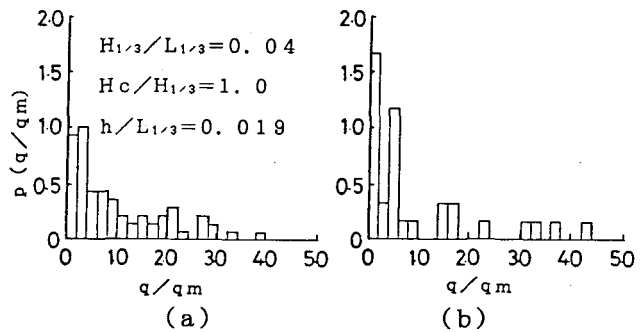


図-3 越波流量の出現分布  
(越波した波だけを対象とした場合)

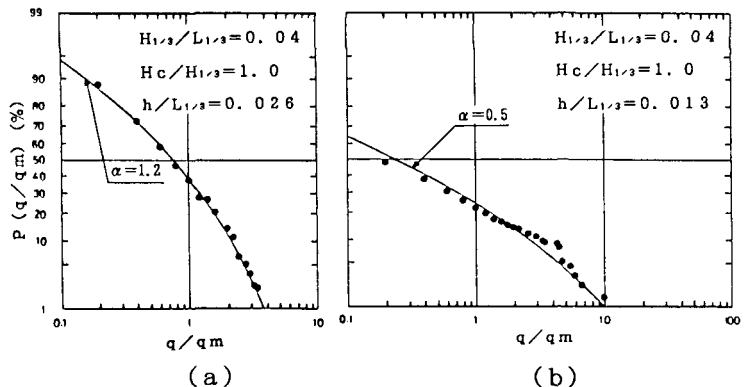


図-4 越波流量の超過発生確率

表-1 のり先水深・波長比と越波率との関係

|               |           | のり先水深・波長比 $h/L_{1/3}$ |       |       |       |       |
|---------------|-----------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
|               |           | 0                     | 0.006 | 0.013 | 0.019 | 0.026 |
| 越波率 $r_s$ (%) | 直立護岸の場合   | 28.2                  | 71.1  | 77.6  | 83.9  | 71.9  |
|               | 3割勾配護岸の場合 | 28.3                  | 34.1  | 53.2  | 53.1  | 66.4  |

がみられる。さらに、 $q/q_m$ の最大値については、緩勾配になるほど大きくなっている。また、 $q/q_m$ が1以下、すなわち平均越波流量 $q_m$ より小さい越波量が出現する割合はいずれも全体の約2/3以上を占めており、3割勾配護岸の場合が最も小さい。なお、これらのことは、図示はしていないがいずれの $h/L_{1/3}$ でも同様な傾向である。

図-4は、3割勾配護岸における越波流量の超過発生確率であり、(a)図は越波した波だけを、(b)図は全波数をそれぞれ対象にした場合のものである。なお、図中の曲線はWeibull分布であり、この分布の形状母数 $\alpha$ の決定は、確率密度を求める段階で $\alpha$ を0.1ずつ変化させて計算し、それと実験値の間で $\chi^2$ -検定を行い、その検定値が最小になるものを採用した。これらによると、(a)図の場合の実験値はよくWeibull分布に適合しているが、(b)図の場合はあまり適合していない。また、いずれの場合にも、 $h/L_{1/3}$ の増大とともにWeibull分布の適合度がよくなる傾向がみられる。直立護岸の場合はいずれの $h/L_{1/3}$ でも適合度がよかったことから、Weibull分布への適合度は表-1に示す越波率に関係しているものと考えられる。

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、関西大学大学院 打谷一雄、円間弘起、平尾幹也の各君に謝意を表する。