

不規則波の越波量分布について

㈱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、不規則波の越波量分布については、高田によって若干の計算例が示されているに過ぎず、不規則波群の1波ごとの越波量を実測した例はこれまでほとんどないようである。そこで、本研究では1波ごとの越波量を詳細に測定することによって、その分布特性を実験的に明らかにしようとしたものである。

2. 実験装置および方法

実験では、勾配が1/10の傾斜海浜上に設置した鉛直護岸の1波ごとの越波量を測定した。また、実験の不規則波は、期待スペクトルが有義波周期が1.0sのBretschneider・光易型であるが、越波実験のまえに、すべてのケースについて実験波の検定を行い、再現性が保たれていることを確認した。なお、その他の実験条件は表-1に示すとおりである。

表-1 実験条件

期待スペクトル	Bretschneider・光易型
波高分布	Rayleigh分布
周期分布	2重Rayleigh分布
有義波形状勾配 $H_{1/2}/L_{1/3}$	0.02 ~ 0.05
有義波周期 $T_{1/3}(s)$	1.0
護岸天端高 $H_c(cm)$	1.3 ~ 7.8
のり先水深 $h(cm)$	0 ~ 4.0
一様水深 $h_s(cm)$	30.0 ~ 34.0
相対護岸天端高 $H_c/H_{1/3}$	0.2 ~ 1.0
のり先水深・波長比 $h/L_{1/3}$	0 ~ 0.026
海浜勾配 S	1/10

3. 実験結果および考察

図-1は、平均越波量と代表波法の定義にしたがって求めた他の代表越波量との関係を示したものであり、横軸はのり先水深・波長比 $h/L_{1/3}$ 、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倍で、のり先水深・波長比の影響はみられず、ほぼ一定値を示している。1/10最大越波量 $Q_{1/10}$ は Q_m の約3~5倍で、のり先水深・波長比の影響が若干現れている。また、最大越波量 Q_{max} についてはのり先水深・波長比の影響が顕著に現れ、 $h/L_{1/3}=0.013$ で最大値を示し、 Q_m の約10倍である。(b)図の場合には、いずれも越波した波だけを対象にした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、 $h/L_{1/3}=0$ で最大値を示し、 Q_m の20倍にも達している。これは、全波数を対象にした場合には、 Q_m の値が小さくなるためである。また、図示はしていないが、波形勾配 $H_{1/2}/L_{1/3}$ や相対護岸天端高 $H_c/H_{1/3}$ の影響についても同様の考察を行った。その結果、図-1の場合と同様に、 $Q_{1/3}$ は Q_m の約2倍でほぼ一定値を示し、 $Q_{1/10}$ は Q_m の約3~5倍で波形勾配や相対護岸天端高の影響が若干現れ、 Q_{max} についても波形勾配や相対護岸天端高の影響が顕著に現れ、その最大値は Q_m の約10倍となっている。

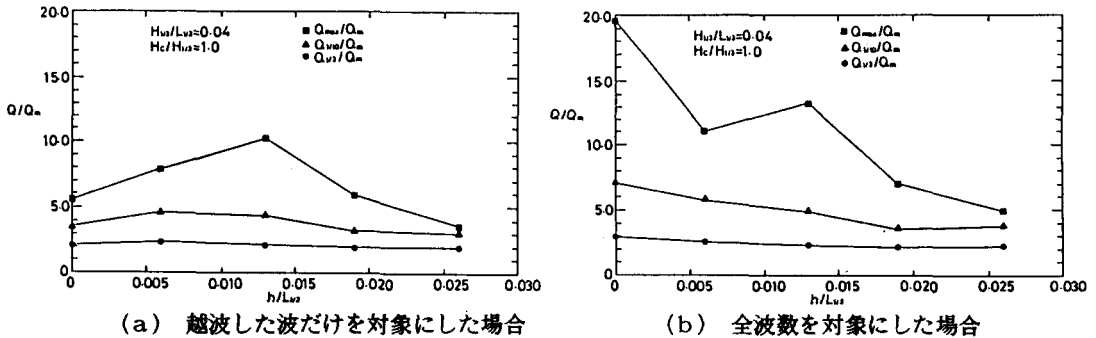


図-1 平均越波量と他の代表越波量との関係

図-2は、越波量を越波時間で除した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 $h/L_{1/3}$ が0.006

Koji TONOMO, Hiroaki SHIMADA, Masao INOUE

および0.019
のものである。
これらによ
ると、 q/q_m が1
以下、すな
わち平均越波
流量より小さい

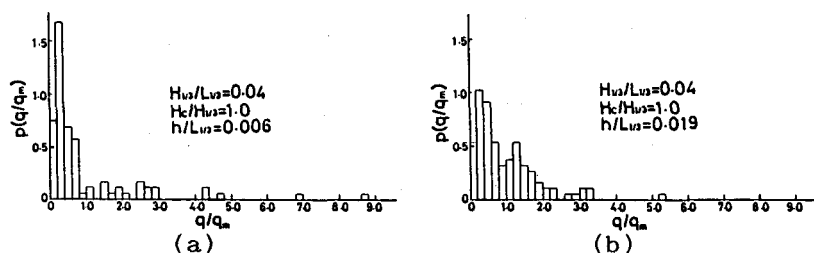


図-2 越波流量の出現分布 (越波した波だけを対象にした場合)

越波流量の出
現率は、いずれの $h/L_{1/3}$ でも全越波数の2/3程度になる。しかし、
海岸堤防などの設計に用いられている期待越波流量は平均越波
流量 q_m を対象としているため、防災上特に問題になると考えら
れるのは、 q/q_m が1以上の越波である。この q/q_m が1以上の出
現率については、のり先水深・波長比の影響が顕著に現れてい
る。そこで、それをわかりやすくしたものが図-3である。この
図の横軸はのり先水深・波長比 $h/L_{1/3}$ であり、実線は q/q_m の
最大値、すなわち q_{max}/q_m を、破線は q/q_m が0.8~2.0の比較的

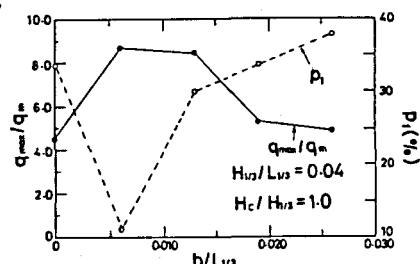


図-3 q_{max}/q_m と p_1 の出現確率

平均越波流量 q_m に近い越波の出現確率 p_1 を示している。これに
よると、 q_{max}/q_m と p_1 は逆の傾向を示している。また、この図は横軸が
 $h/L_{1/3}$ であるが、これを $H_{1/3}/L_{1/3}$ や $H_c/H_{1/3}$ に変えたものについても、
 q_{max}/q_m と p_1 が逆の傾向を示していることは同様である。これらのことから、
越波流量分布には、のり先水深・波長比、波形状配および相対護岸天端高の
影響が顕著に現れ、最大越波流量が平均越波流量に比べて大きい場合には、
平均越波流量程度の出現率が小さくなり、逆に最大越波流量が平均越波流量
に近づくとき平均越波流量程度の出現率が大きくなることがわかる。

図-4は、越波流量の超過発生確率であり、図中の曲線はWeibull分布の超
過発生確率である。このWeibull分布の形状母数 α の決定については、確率密
度を求める段階で α を0.1づつ変化させて計算し、それと実験値の間で χ^2 -検
定 (適合度検定) を行い、その検定値が最小のものを α の値とした。これによ
ると、実験値はよくWeibull分布に適合している。また、このようにWeibull分
布によく適合し、前述した検定値が有意水準5%を満たしていたもの
は、実験を行った合計24ケース中17ケースであった。

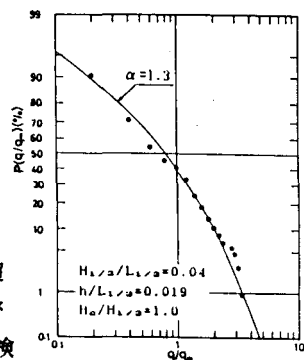


図-4 越波流量の超過発生確率

図-5は、図-4と同様に越波流量の超過発生確率であり、適合度
のあまりよくなかったものの一例である。これによると、 q/q_m が1以
下すなわち平均越波流量より小さいところで実験値はWeibull分布よ
り小さい値を示している。しかし、この範囲における越波流量は小さ
く、 q/q_m が1以上のところでは実験値はWeibull分布によく適合して
いる。したがって、このような場合にもWeibull分布に適合している
とみなしても、特に問題はないものと考えられる。このように、
統計学上の有意水準5%を満たしていない場合でも適合しているとみなしても、特に問題がないものもある
ことから、不規則波の越波量分布はWeibull分布で表示できるものと思われる。

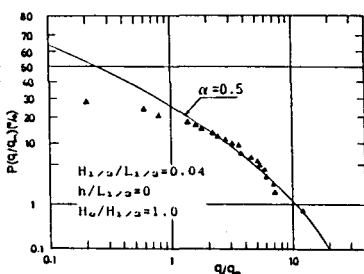


図-5 越波流量の超過発生確率

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、全日空ビルディング 欄
岸田浩二、日本道路公団 後藤由成、欄戸田建設 天竺晃の各君に謝意を表する。