

日本大学生産工学部 正倉 遼 藤 茂 勝

" " " 濱 合 奥

" " " 三 浦 晃

1) はじめに

海岸構造物からの越波は、防波構造物としての機能の面および防犯的な面から考えて重要な研究課題であるため、これまでにも多くの研究がなされてきた。最近ではまた、防波構造物の天端高の計画に当って、不規則波を対象に考える場合も多く、許容越波量の考えに基づいて設計が行われるようになり、越波量の算定等についても種々検討されているが、越波する重複波の壁面でのうねり高や波形状などについては、まだ十分把握されるに至っていないというところがある。しかし、福井¹⁾らは津波を対象とし、また吉川²⁾は短周期の波を対象として、セキの潮流計算を用い越波量算定式を求めている。また高田³⁾は、同様の考えであるが、有限振幅重複波理論の時間波形をもつて、越波量の相乗特性を検討している。しかし、これらの検討はいずれも、越波流量係数に対する検討や、セキの流量係数についての検討が十分に越波量の算定にはまだ検討の余地が残される。特に、越波する重複波のうねり高の増大の周知が残されているが、この点について高田は、越波時の時間波形の越波に伴う重複波高の減少を考慮すれば、有限振幅重複波理論が適用できるとする土屋⁴⁾の研究結果に基づき、越波する時の壁面の重複波の振幅の半分を入射波高としてもつて越波量算定式を検討している。このように、これまでこの研究では、越波する時の重複波のうねり高や空間、時間波形が明確にされていなかったため、それらの点が十分加味されていなかった。そこで本論文では、あまり検討されなかった重複波の越波時のうねり高に着目し、まずうねり高について詳細な実験を行い、それらの実験結果からえられたうねり高に関する算定式を越波量算定式にもつて検討したものである。

2) 実験装置および方法

実験は長さ27.60 m 幅0.70 m 高さ1.00 m の二次元水槽で行った。直立壁模型としては、厚さ0.60 cm の鋼板をもつ、越波板から13.00 m 地点に設置した。

水位の測定は、容量式変換器とデジタル記録装置をもつた。実験の条件は、水深は一定とし、400 cm、入射波周期 $T=1.20 \sim 2.20 \text{ sec}$ まで6種類、入射波高 $H_1=6.5 \sim 16.0 \text{ cm}$ 、入射波形状配 $H_1/L=0.016 \sim 0.076$ の範囲とした。ただし H_1 は、直立壁の設置地点であらうでの測定した越波時の波高である。

3) 実験結果および考察

越波量 Q_c は、越波する重複波のうねり高 η_c に支配されるが、 η_c はまた、直立壁の静水面の天端高 H_c に関係する。とてまず、直立壁の底面から天端までの高さ H_c と η_c についてまとめた結果の1例について示したものが図-1である。これは $H_1/L=0.0207$ 、 $H_1/L=0.0661$ の場合であるが、うねり高の無次元量 η_c/H_1 は、相対天端高 H_c/H_1 の増大とともに増大するが、越波の割合は減少し、越波量が減少することが見出される。また、無越波となるのは $H_c/H_1=1.33$ となっている。しかし、この値は、波の特性によって異なり、 $H_1/L=0.0447$ では $H_c/H_1=1.22$ となっている。また重複波の無越波時の壁面での波高 H_{c1} は H_1 の2倍より約20%も増大し、波の非線形特性が表れている。このような非線形性があるため、同一の波に対する無越波時のうねり高 η_m と η_c および H_c との関係と別に、その結果は次式で示された。

$$\frac{\eta_c}{\eta_m} = 0.65 + 0.35 \frac{H_c}{\eta_m} \text{ ----- (1)}$$

また η_m は、実験より⁵⁾

$$\eta_m = H_1 + \eta_0 \text{ ----- (2)}$$

$$\text{ただし } \eta_0 = (14.83 - 52.81 \frac{H_1}{L}) \frac{H_1^2}{L}$$

(2)式を(1)式に代入して、重複波が越波する時の H_c と η_c の関係がえられる。このような結果がえられるので、静水面より η_c の波頂位をもつ部分重複波を考慮、波形状が三角函数で表わされるものと仮定し、座標を図-2のようにとるとすれば、部分重複波の波形状 η は次式で示される。

$$\eta = \alpha H_1 \cos kx + \beta \eta_0 \text{ ----- (3)}$$

ただし $q = 0.65 + 0.35 \frac{H_0}{H_1}$, $\beta = 0.65$, $R = \frac{2\pi}{L}$
 として、図で示した直立壁の天端より上の部分の波形
 を考えらる各波の波高に比例する量と考え、
 越波量 Q_{cal} は、次式で示される。

$$Q_{cal} = z \left\{ \frac{q H_0 L}{2\pi} \sin k x_c + \beta \eta_0 x_c - H_0 x_c \right\} \dots (4)$$

ここで x_c は $\eta = H_0$ の交点の x 座標

一方、(4) 式の値は、計算上の越波量で、実際には越波
 時の損失が考えらるので、部分重複波 1 周期当りの
 越波量 Q_D と考え、次の関係が成立つ。

$$Q_D = C Q_{cal} \dots (5)$$

ここで C は、越波量係数である。

この C は、直立壁の天端高、天端幅、入射波の特性、
 相対水深などとの間に系統的な把握ができればよい。
 そこで、 C についての結果を示したものが図-3 であ
 る。この結果によれば入射波の特性によって多少のバ
 ラツキはあるものの、ほぼ一定値に近い値となってい
 る。として平均値では $C = 0.29$ であるが、設計上これ
 より上多くなることの無い越波量を求めるための越波量
 係数は、実験値の上限を考えればよいのでここでは、

$$C = 0.29 \dots (6)$$

に取るものとすれば、任意の天端高 H_0 に対する越波量
 Q_{cal} は式によって求めることができる。

$$Q_C = 2 \cdot C \left\{ \frac{q H_0 L}{2\pi} \sin k x_c + \beta \eta_0 x_c - H_0 x_c \right\} \dots (7)$$

以上のように部分重複波のうねり高の結果を定常
 波形に加味し、越波量算定式を導いた。この結果では
 越波量係数が、ほぼ一定値で評価できることが判ら
 ぐとなった。

参考文献

- 1) 海井, 中村, 白石, 佐々木; 堤防の津波対策に関する
 水理学的研究, 農林省農業土木研究所報告 No. 1981-1983
- 2) 吉川, 相見, 河野; 海岸堤防の越波に関する基礎的
 研究 (1) 干潟・河床工学調査会報告集, PP. 118~122, 1967.
- 3) 青田彰; 有限振幅重複波の時間波形と越波量の
 構成特性, 土木学会論文報告集, 第 101, 1972-5.
- 4) 土屋, 山口; 有限振幅重複波に用いる基礎的研究
 (3), 一越波のある場合の波圧に関する実験 -
 京都工大学研究年報 No. 13 B PP. 391~407, 1970-3
- 5) 遠藤, 鎌倉, 三浦; 越波のある場合の重複波の波
 高について, 初回海洋工学調査会報告集, PP. 20~24, 1981.

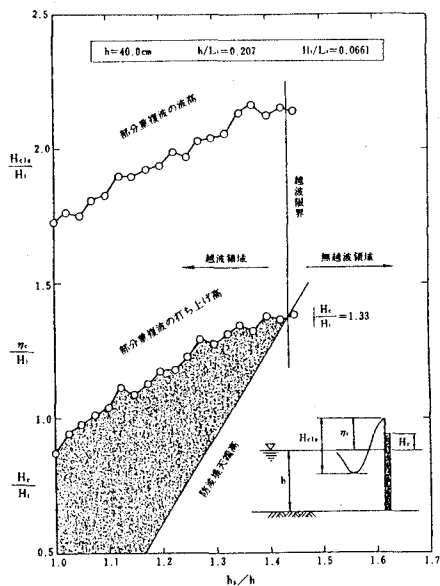


図-1 部分重複波のうねり高は波高

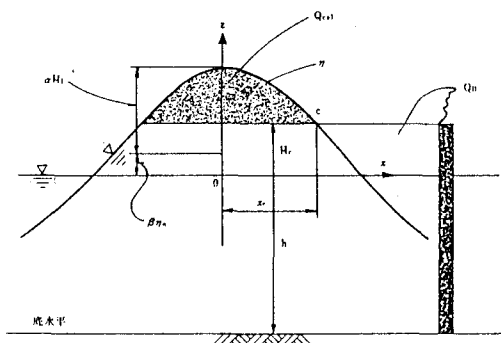


図-2 越波量算定説明図

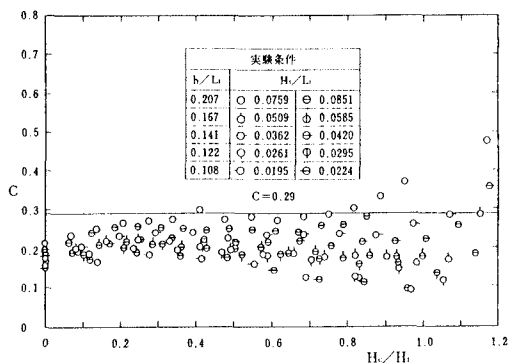


図-3 天端高と越波量係数