

日本大学生産工学部	正会員	落合 実
日本大学生産工学部	正会員	速藤 茂勝
日本大学生産工学部	正会員	三浦 晃

1 はじめに

防波護岸や海岸堤防からの越波は、少ないほど理想的ではあるが、現実の不規則波を考えた場合、越波を完全に防止するためには、非常に高い天端高となるので構造物の計画や設計では、通常、許容越波量の考えに基づき、ある程度の越波を前提として考え、その分天端高を低くしている。そして、最近では、波の不規則性を考慮して、然越波量の考え方が導入されるようになってきた。

一方、着々とは、これまで、越波に関与する多くの実験を行、た結果、越波を伴う場合の直立壁面の重複波に関与する波頂高および波頂高を考慮した重複波の空間波形を仮定することができた。また、波形から算定される越波量と実験越波量との比、すなわち越波量係数をも把握することができたので、任意の天端高に対する越波量を求めることができた。しかし、これまでの検討結果によれば、実際に越波している時間は、入射波の周期に比べてかなり短い時間と推定され、その時の波による越波流量がかなり大きいものと考えられるので、それらについて実験結果から検討したものである。

2 重複波領域における直立壁面の波頂高 η_c 及び空間波形について

直立壁面に生じる、越波する重複波の波頂高 η_c は、次式で示される。¹⁾

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

ただし、 H_c は、直立壁の静水面上の天端高であり、 η_m は、越波しない重複波の波頂高で、次式で示される。

$$\eta_m = H_i + \eta_o \quad \text{----- (2)}$$

ここで、 η_o は、次式で示される。

$$\eta_o = (14.83 - 52.81 \frac{R}{L}) \frac{H_i^2}{L}$$

また(1)式で示される波頂高 η_c をもつ部分重複波の波形が、三角函数で表されるものとし、座標を、図-1のようにとると、越波する重複波の波形 η は、次式で示される。

$$\eta = \alpha \cdot H_i \cdot \cos kx + \beta \eta_o \quad \text{----- (3)}$$

ここで、 α 、 β および、 k は、次式で示される。

$$\alpha = 0.65 + 0.35 H_c / H_i$$

$$\beta = 0.65, \quad k = 2\pi / L$$

なお、本文で用いた入射波高 H_i は、直立壁設置前にその地点で測定した進行波としての入射波の波高である。

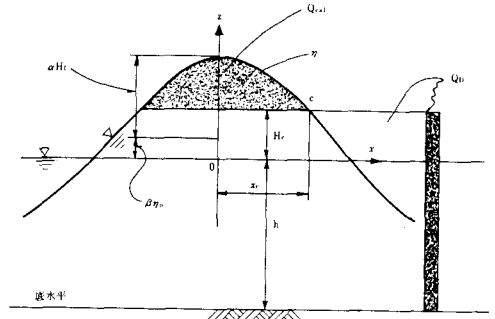


図-1 越波量算定説明図

また、図-1で示す2立壁の天端より上の部分の波形を示される岩礁が、越波容積と考えると、越波量 Q_c は、次式で示される。

$$Q_c = 2 \cdot C \left\{ \frac{\alpha \cdot H_i \cdot L}{2\pi} \sin kx + \beta \eta_o \cdot X_c - H_c \cdot X_c \right\} \quad \text{----- (4)}$$

ここで、 X_c は、 $\eta = H_c$ となる交点までの長さであり、 C は、越波量係数である。

この越波量係数 C は、実験から得られる越波量と、(4)式との関係より定めることができ、その値は、約 $C \approx 0.25$ である。

いま波が越波する時の直立壁の天端高と波形の関係が、図-1に示されるような位置関係にあるとすると、直立壁前面の水位が、壁面に沿って上昇し、天端高より高くなった時越波が始まり、一度ピークに達した後下降し、天端高に至るまで越波しつづけることになる。そこで、越波の発生時間は、水位が壁天端を越え所がその高さとなるとするまでの時間と考えられるので、この時間は、波形が、天端高 H_c に切られるまゝりに知られる時間であると考えることが出来る。ゆえに重複波の越波時間とは、入射波周期 T と波長 L の関係から、次式となる。

$$t = \frac{2 \cdot X_c \cdot T}{L} \quad \text{----- (5)}$$

従って、(4)式で求めらる越波量 Q_c は、 t 時間の間に越波する量であるから、その時の越波流量を g とすれば、 g は、次式で求められる。

$$g = \frac{Q_c}{t} = \frac{Q_c \cdot L}{2 \cdot X_c \cdot T} \quad \text{----- (6)}$$

このように本文では、波が実際に越波していると考えられる越波時間を与えて、越波流量を求めることにし、得られた結果の一例を、図-2に示すものである。また、図中の一実線は、越波流量を入射波周期のみによって求めた値であり、その結果は、越波相当時間から求めた越波流量よりもかなり少ないことが示される。そして、従来の越波時間を入射波周期とすると考えれば、天端高が低く、越波量がかなり少ない場合と、天端高が高く越波量が少ない場合でも、越波時間は、同じと考えているために、天端高が高い場合には、越波流量が著しく減少するように表現されるが、実際には、越波量が減少するとともに越波時間も減少するはずであるから、入射波周期との関係で越波流量を求めることは、不合理となる。

実線で示した直線は、本文で述べた越波時間に対する時間から、越波流量を求めた結果であるが、天端高が低い所には、越波量が急激に増大するので、越波流量が多い。しかし、天端高が高くなると越波量の減少とともに、越波を生じる時間も短くなるはずであるから、越波流量は、徐々に減少するものと思われる。

以上のとおり、越波流量を表現の場合には、実際に

波が越波している時間との関係で表わすのが妥当である。

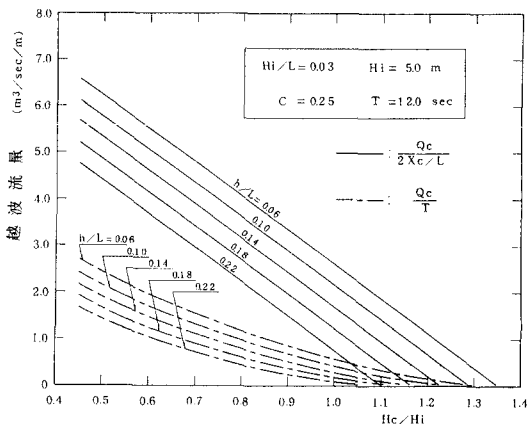


図-2 越波流量計算例

このように、越波量と入射波周期の関係で求められた越波流量は、実際よりかなり少なく見積もられている可能性がある。これを示した一例と比較してみると、 $h/L = 0.10$ に対して、 $H_c/H_i = 0.8$ のときの越波流量は、入射波周期による場合、 $g_1 = 0.978 (m^3/sec \cdot m)$ であるのに対して、越波時間から求めた越波流量は、 $g_2 = 0.615 (m^3/sec \cdot m)$ となり、越波流量は、約4倍にもなる。また、 $H_c/H_i = 1.20$ のときでは、 $g_1 = 0.067 (m^3/sec \cdot m)$ となり、これに対して $g_2 = 0.649 (m^3/sec \cdot m)$ であり、越波流量は、入射波周期で考えた場合の約10倍の越波量となっている。このことから、越波流量を表すには、越波時間を明確に把握する必要がある。

参考文献

- 1) 遠藤、基合、三浦：越波のある場合の重複波の波頂高について、オ29回海岸工学講演会論文集、PP220~224、1981
- 2) 合田：防波護岸の越波流量に関する研究、港湾技術研究所報告、オ9巻、オ4号、1970
- 3) 吉川、雅貞、河野：海岸堤防の越波に関する基礎的研究(1)、オ14回海岸工学講演会論文集、PP118~122、1967
- 4) 高田：有限振幅重複波の時間波形と越波量の相関特性、土木学会論文集、オ201、1972
- 5) 土屋、山口：有限振幅重複波に関する基礎的研究(3)、京都大学防災研究所年報、13.B、PP39~407、1970