

重複波の碎波特性に関する基礎的研究

名古屋工業大学 正会員 喜岡 歩

名古屋工業大学 学生員 加藤 俊夫

1. はじめに

直立壁面前面に形成される重複波の碎波特性については、理論的にも実験的にも多くの研究がなされているが、部分的重複波の発生条件およびその碎波特性など、まだ十分に解明されていない問題が残されている。また、重複波の碎波条件、すなわち最高水位における鉛直加速度が重力加速度を越える時碎波が生じるという条件についても、系統的な検討がなされておらず、振動法による数値解の碎波浪界値が求められない領域¹⁾についての検討も充分とは言えない。本研究は、重複波および部分重複波発生領域、碎波発生領域、およびそれらの中間的領域を取り扱う数値解析解を用いることによって、上述の問題については検討を加えるとともに、碎波変形特性とその内部機構について調べようとするものである。

2. 解析方法

解析理論および数値解析方法は、深海波の碎波変形の計算について Longuet-Higgins and Cokelet が用いたもの^{2,3)}と同一である。すなわち、図-1に示すように座標軸 X と Y をとり、非粘性非回転流体運動を仮定する。初期条件 ($t=0$) として自由表面各点の水位 y_s および速度ポテンシャル ϕ が与えられるとすれば、任意時間の空間波形および自由表面での速度ポテンシャルは、自由表面に関する境界条件式(1),(2)をそれぞれについて積分することにより求めることができる。

$$D\phi/Dt = \partial\phi/\partial x,$$

$$Dy/Dt = \partial\phi/\partial y \quad (1)$$

$$D\phi/Dt = -gy_s + (\partial\phi)^2/2 \quad (2)$$

基底 S_b 上での境界条件 ($\partial\phi/\partial n = 0$) は、流体境界上の source 点 $Q = (\xi, \eta)$ 、計算点 $P = (x, y)$ として Green 関数を

$$G = \ln \sqrt{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2} + \ln \sqrt{(x-\xi)^2 + (y+2d+\eta)^2}$$

と置くことにより満足させ、壁面 S_w 上での完全反射の条件 $\partial\phi/\partial n = 0$ は、図-1に示すように、 x 負方向に進行する image 波を与えることにより満足させるものとする。各時間ステップの自由表面 S_f 上での $\partial\phi/\partial n$ は、したがって、2次の積分方程式を解くことにより求めることができる。

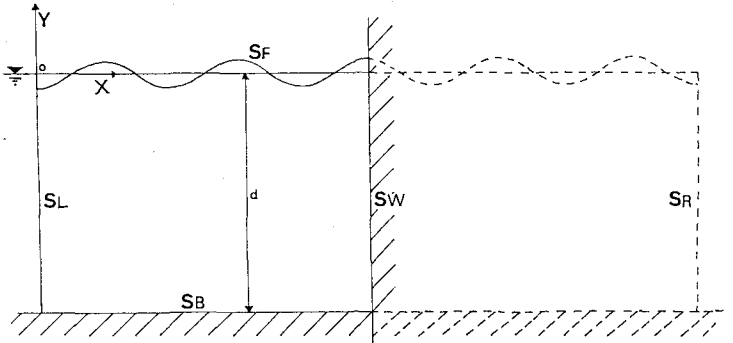


図-1

$$\alpha \phi(P) = \int_{S_F \cup S_{RSL}} \left[\phi(Q) \frac{\partial}{\partial n} (P, Q) - G(P, Q) \frac{\partial}{\partial n} \phi(Q) \right] dS(Q) \quad (3)$$

ただし、 α は流体境界P点での内角を示す。積分方程式(3)をNT個の節点で一次要素を用いて、離散化することによりNT元連立方程式を得る。

$$\sum_{j=1}^{NT} [a_{ij} \phi_j + b_{ij} (\partial \phi / \partial n)_j] = 0, \quad i = 1 \sim NT \quad (4)$$

ここで、入射波およびimage波の鉛直仮想境界上(図-1でSRおよびSLで示す)では

$$\phi(S_R) = \phi(S_L), \quad \partial \phi(S_R) / \partial n = \partial \phi(S_L) / \partial n$$

が成り立つから、式(4)はSF上での $\partial \phi / \partial n$ 、SR上での $\partial \phi / \partial n$ およびSL上での ϕ_j をNT個の未知数として解くことができる。

3. 計算結果および考察

初期条件としては入射波を正弦波とし、自由表面各点での速度ポテンシャルは微小振幅波理論から与える。

そして上述の解析方法により入射波のtransientな変形を計算した。直立壁付近の波形変形を計算した従来の例は、孤立波を対象としたものに限られているので、計算結果の妥当性を調べるためにまず入射波のRun-up特性について検討を加えた。

図-2はそれぞれの記号の説明である。

図-3の例は、 $d/L=0.2$ 、 $H/d=0.3$ の入射波についてこの計算結果を示したものであり、

$$Ru/H_i = 1.34$$

である。入射波の条件を変えたものについては

$$Ru/H_i = 1.34 \quad (d/L=0.1, H/d=0.4)$$

$$Ru/H_i = 1.24 \quad (d/L=0.3, H/d=0.3)$$

という値が得られた。但し入射波の波高 H_i は壁面直前の波頂高 η_{max} と波底高 η_{min} から $H_i = (\eta_{max} - \eta_{min})/2$ として求めた。従来の実験結果と比較してみると、 $d/L=0.2$ のケースは実験値より計算値の方がやや大きいもののその他のケースはよく一致している。なお碎波発生条件および碎波変形についての計算結果は考察とあわせて、講演時に発表する。

参考文献 1) 谷田・村崎 : 有限振幅重複波なら

びにその波圧に関する研究, 港湾技術報告, vol.15, No.10. 2) Kioka W.: Numerical analysis of breaking waves in a shallow water, Coastal Eng. in Japan, vol.26. 3) 喜岡渉・角南安紀・細井正延: 不規則波の碎波特性に関する基礎的研究, 昭和58年度土木学会中部支部講演概要集

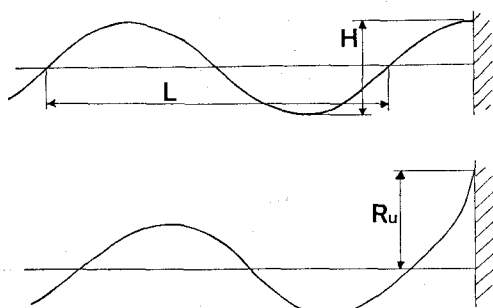


図-2

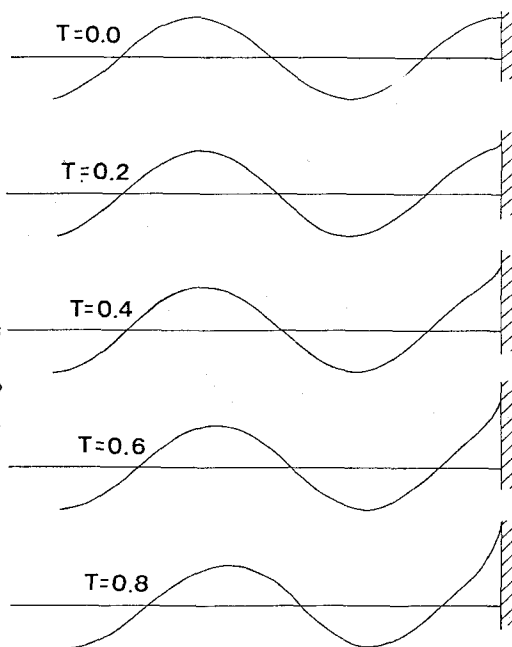


図-3