

緩勾配不規則波動方程式における任意反射率境界設定方法の高度化

東洋建設株式会社鳴尾研究所 正会員 金澤 剛
 東洋建設株式会社北陸支店 長山 英樹
 東洋建設株式会社土木設計部 正会員 藤原 隆一
 東洋建設株式会社鳴尾研究所 正会員 松村 章子

1. はじめに

港内静穏度計算等，平面波浪場を予測する場合には多方向不規則波の各種変形を考慮する必要がある．特に構造物による反射に関しては，その反射特性に応じた任意反射率境界を適切に取り扱わねばならない．

一方，有理式近似に基づく緩勾配不規則波動方程式(例えば，磯部(1993))は，線形理論ではあるものの波の不規則性や各種変形を考慮することができ，比較的扱いやすい方程式である．この緩勾配不規則波動方程式に対する任意反射率境界の設定方法は著者らによって示されている(金澤ら，2000)．金澤ら(2000)の方法は，反射境界上の計算点に反射率に応じた減衰係数を与えるもので，反射率と減衰係数の関係は数値実験により求められている．しかしながら反射率と減衰係数の関係式が構造物設置位置の水深波長比により場合分けされており，その間で両者の関係が不連続になるという問題があった．

そこで本研究では，緩勾配不規則波動方程式に対してより汎用性のある任意反射率境界を構築し，その妥当性を金澤ら(2000)の実験結果と比較することで検証した．

2. 任意反射率境界の改良

金澤ら(2000)は緩勾配不規則波動方程式に含まれるエネルギー一減衰項に着目して，完全反射境界を設定した上で，境界点に減衰係数 ε_m を与えることにより反射率を評価した(図-1)．反射率と減衰係数の関係は一様水深規則波を対象とした数値実験によって式(1)に示す実験式が提案されている．

$$\left. \begin{aligned} h/L \leq 0.2 : \varepsilon_m &= 3.3173 - 5.5144K_R + 2.2099K_R^2 \\ 0.2 < h/L \leq 0.4 : \varepsilon_m &= 3.5016 - 6.1878K_R + 2.6106K_R^2 \\ 0.4 < h/L : \varepsilon_m &= 0 \quad (\text{適用範囲外, } K_R=1.0 \text{ とする}) \end{aligned} \right\} (1)$$

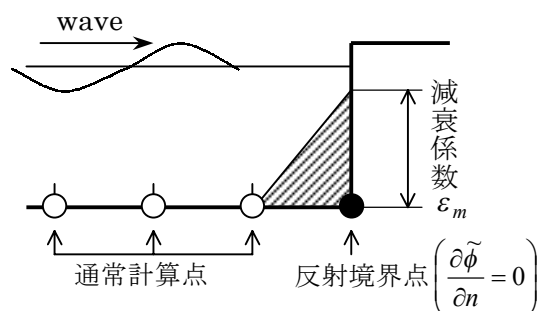


図-1 任意反射境界の模式図

このように式(1)では構造物設置位置の水深波長比によって異なる関係式が設定されていて，反射率と減衰係数の関係に水深波長比の影響が十分に考慮されていない．そこで，任意反射境界モデルは図-1に示すまま，反射率と減衰係数の関係の再構築を図った．

ところで，この減衰係数は開境界を成す減衰帯で与えられる減衰係数と同等である．開境界を成す減衰帯では Cruz ら(1993)のように線形あるいは双曲線型などの関数形で 0 から漸増する減衰係数が与えられ，反射波の発生を防いでいる．一方，図-1 に示す任意反射境界はこの減衰帯の条件を操作して任意反射率を評価しようとするものであり，減衰係数の大きさとともに減衰帯の幅が重要なパラメータである．ここでは，様々な現地の構造物形状に対応できるよう減衰係数は反射境界上の 1 点にのみ設置した．すなわち，構造物前面に 1 空間刻み幅の範囲で 0 から ε_m まで線形に変化する減衰係数を有する減衰帯を設定したことになる．

今回，反射率と減衰係数の関係は一様水深場の一方向不規則波を対象として求めた．まず，緩勾配不規則波動方程式によって水深波長比を $0.019 \leq h/L \leq 1.2$ の範囲で減衰係数を種々変化させた場合の波浪場を計算し，合田ら(1976)の方法で境界前面での反射率を求めた．

キーワード：任意反射率境界，多方向不規則波，緩勾配不規則波動方程式

連絡先： 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1 TEL.0798-43-5902

