

II - 52

ポテンシャル接続法の選点解法による弾性平板浮体の変形計算

岩手大学工学部 学生員 ○影佐 拓也・劉 暁東
正 員 堺 茂樹・笹本 誠

はじめに

近年、ウオーターフロント開発や海洋開発に対する関心が高まる中、海面の有効利用と海域環境の保全の両面から浮体式構造物が注目されている。このような弾性浮体の解析法を確立するには、浮体に作用する波力、浮体の動揺、変形及び消波機能を算定する手法を開発しなければならない。

本研究では、波と弾性平板の干渉に関する一連の現象を解明するための基本的段階として、平板状の弾性浮体の波浪応答特性をポテンシャル接続法の選点解法によって解析した。

ポテンシャル接続法（選点解法）

ポテンシャル接続法（領域分割法）は波動の境界値問題の一つの有力な解析手法であり、これまで海洋構造物や海岸構造物と波との相互干渉に関する問題の解析に広く用いられている。

選点解法は境界面上の各点で連続条件が成り立つことを規定しているのではない、本研究では境界面上にとった計算点（選点）のみにおいて連続条件が成り立つことを規定するもので、固有関数に関する積分演算を行うことなく、未定係数に関する連立一次方程式を数値的に解き、精度良く未定係数を決定する解析法である。本研究では一定水深の水域に弾性平板が水面に浮いている状態に、 x 軸の正の方向より波が入射する場合を想定する。弾性板周辺の波浪場は仮定の境界面によって3領域に分割する。流体運動は非粘性流体の無渦運動と仮定すると、その速度ポテンシャルは水面及び水底の境界条件を満足する Laplace 方程式の一般解を導くことで表すことができる。

各領域の速度ポテンシャルの未知係数は、隣り合う領域の境界面における速度ポテンシャルとその法線微分の連続条件より決められる。

平板状弾性浮体に作用する流体力の解析

各領域の速度ポテンシャル中の未知係数が決定されると、反射率、透過率を得ることができる。弾性板の変位、弾性板下に作用する流体の圧力も同様にして、弾性平板と水面との海面における力学的条件により数値的に求めることができる。

図 1.2 に弾性板の厚さ 1.0m 、 $\nu=0.3$ 、 $E=6\text{GPa}$ 、 $\rho=922.5\text{kgm}^{-3}$ 水深 100m 、 $\rho=1025.0\text{kgm}^{-3}$ とした場合の計算結果を示す。反射率、透過率共にある間隔で増加と減少を繰り返しながら、全体的に反射率は周期が短くなるほど増加の傾向をみせ、それに対応して透過率は周期が短くなるほど減少の傾向をみせる。図中の反射率がほとんど零になる点は弾性板の固有振動数と入射波の振動数が一致するために板端での反射がほとんど起きずに入射波が透過したといえます。図-3.4 は弾性板の変位を、図-5.6 は弾性板下に作用する流体の圧力を周期毎に示したものである。これより周期が短くなるほど圧力は増加し、変位は減少する様子が表現されている。

考察

選点解法の妥当性と解の精度を明らかにするために Meylan and Squire(1994)の深海波による有限長の弾性板の運動のモデルにおいて水面と水底面の速度ポテンシャルを接続法を用いて Green's 関数による解法で

解いた理論解の結果と比較検討する。反射率、透過率については Meylan and Squire による理論解の結果と極めてよく一致しており、弾性板の長さによる変化やいくつかの点で反射率が零になることなどよく表現している。また、弾性板の変位、弾性板下に作用する流体の圧力についてもおよそ納得できる結果となった。しかしながら、弾性板の曲げモーメントは、板端で零にならない。これは速度ポテンシャルを求める際に弾性板における板端での力学的条件を与えていないためである。このため、今回行った選点解法は、波浪の変形には適用できるが、弾性板の変形を詳細に解析するには十分ではない。今後の課題として、弾性板の板端での力学的条件を考慮した解法を開発することがあげられ、現在検討中である。

参考文献

- 1)井島武士：最近の波浪理論における境界値問題の解法とその応用、1971 年度水工学に関する夏期研究会講義集
- 2)吉田明徳・小島治幸・鶴本良博(1989)：ポテンシャル接続法の接点解法、海岸工学論文集，第 36 卷
- 3)吉田明徳・小島治幸・鶴本良博(1990)：波動境界値問題におけるポテンシャル接続法の接点解法、土木学会論文集、第 417 号
- 4)Michael Meylan and Vernon A.Squire : The response of ice floes to ocean waves

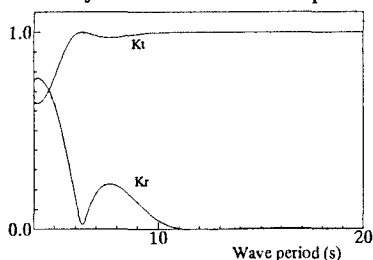


Figure 1. Reflection and Transmission Coefficients (l=100m)

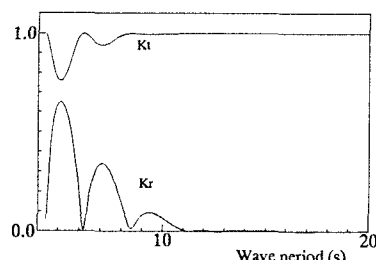


Figure 2. Reflection and Transmission Coefficients (l=200m)

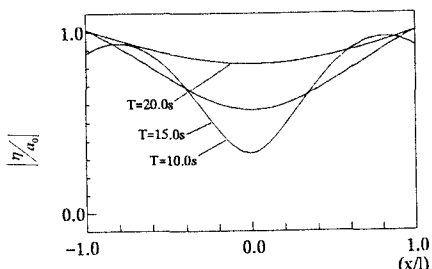


Figure 3. Displacement distribution to plate (l=100m)

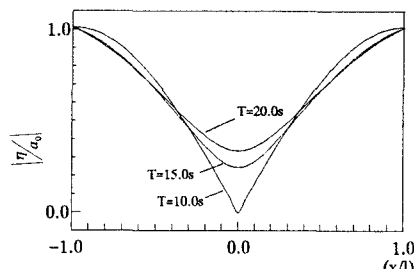


Figure 4. Displacement distribution to plate (l=200m)

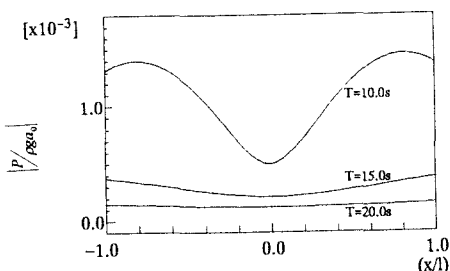


Figure 5. Pressure distribution to plate (l=100m)

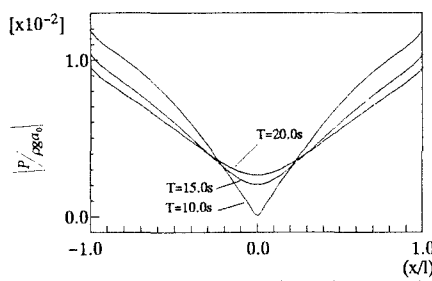


Figure 6. Pressure distribution to plate (l=200m)