

## 論文審査の結果の要旨

氏名 吳 逸飛

本論文は新たな津波波形計算手法を開発し、日本海の想定地震が励起する津波の性質を明らかにした論文である。これまでの大部分の津波波形計算では差分法が用いられてきたが、津波は長波近似のもとでは線形波動となるため、自由振動モードを足し合わせることによって波形計算することもできる。モード足し合わせ法は、プリプロセッシング（モード計算）に大きな計算時間を要するが、ひとたび準備が整うと簡便に計算できるという長所がある。つまり数多くのイベントに対して波形計算する場合に特に有効であると言える。モード足し合わせ法は、地震波形計算では広く用いられているが、津波波形計算においては、差分法計算に匹敵するような本格的な計算は未だ行われてない。本論文では、津波計算におけるモード足し合わせ法の改善し、差分法に匹敵するようなシミュレーションを実現した。また本格的な応用問題への適用も試み、その有用性を示した。

地震波形計算と津波波形計算のモード足し合わせ法は、原理は同じであるが本質的な違いがある。それは地震波が第0次近似的には1次元構造を持つ3次元媒質を伝播するのに対し、津波は強い不均質（つまり複雑な海底地形）のある2次元媒質を伝播する点である。地震波形計算では近似的な1次元構造に対する自由振動モードを計算し、それからのずれは微小な摂動として取り扱ってその影響を計算するのが一般的である。一方津波波形計算では、不均質2次元構造に対する自由振動モードを直接計算する必要があり、膨大な計算機資源を要する。また従来の津波のモード足し合わせ法では、地球表面が球面になっている効果を入れていなかったという問題もあった。本論文では、球面効果をきちんと取り入れ、なおかつ効率的にモードを計算するアルゴリズムを提唱し、ソフトウェアに実装した。

本論文の章立てと主たる論旨は以下の通りである。本論文は8章と付録からなる。1章はイントロダクションであり、これまでの津波波形計算手法とその応用についてのレビューが述べられている。第2-3章は手法と計算例の説明であり、第2章でモード足し合わせ法を用いた津波計算手法、第3章でモード足し合わせ法により得られた計算結果について述べられている。第4章では、本手法を用いて日本海の想定地震に対する津波の励起の特徴が系統的に議論され、水深の浅い地域で発生する地震ほど励起が大き

なる傾向や、一部領域で大きなエネルギーを持つモード（リージョナルモード）の寄与が大きいことを明らかにしている。第5章ではモード足し合わせ法の計算精度・効率を改善する手法が提案され、この手法を用いることにより、差分法と遜色のない結果が得られることを示している。第6章では今後の展望が述べられ、固体地球の弾性変形・重力ポテンシャル変化・海水圧縮の効果を取り入れるなど、より高度な物理モデリングに基づく波形計算にも、本手法が適用可能であることを示している。第7章では結論が述べられ、第8章では参考文献が挙げられている。

理論波形計算が津波研究の根幹をなすことは言うまでもない。津波波形計算では、構造モデル（つまり海底地形モデル）の精度や解像度は既に極めて高いため、複雑な海底地形の影響を正確に取り入れ、観測波形の微細な特徴と精密な比較をしてゆくことの重要性は、今後ますます高くなると思われる。本研究は複雑な海底地形の影響を簡便に計算する基礎を作り上げたと言え、今後の理学研究に十分な貢献があると認定できる。また社会学的な応用でも、津波警報の発令や想定震源に対する包括的な被害予測など、短時間で精密な津波大規模計算を要請する問題は多く、こちらの分野の今後の発展にも資することが期待される。

なお、本論文の一部は佐竹健治氏との共同研究であるが、論文提出者は主体的に他の研究者ともコンタクトをとりながら手法開発を進めるとともに、ソフトウェア開発、数値実験の実施、計算結果の解析・評価のほぼすべてを担当し、本論文において中心的な役割を果たしていると判断される。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。