Si-004 会場：C417 時間：6 月 27 日 11:25-11:40

高速多重極展開法の大規模な弾性波散乱問題への適用可能性についての検討

Applicability of the fast multipole method to large-size elastic wave scattering problems

 # 藤原　広行[1]，安藤　知明[2]

Hiroyuki Fujiwara[1], Tomoaki Andou[2]

[1] 防災科研，[2] （株）富士総研

[1] NEID, [2] Fuji-Ric

多数のクラック等が存在する不均質媒質中での地震波の散乱特性を明らかにすることは地震学において重要な課題の一つである。地震波散乱問題に対して、境界積分方程式に基づいた解法は有力な手段の一つではあるが、大規模な問題の解析には不向きであると従来は考えられてきた。しかし、近年になり、高速多重極展開法などの新しい高速計算技術が開発され、積分方程式の解法を取り巻く状況は大きく変わろうとしている。本研究では、多数分布したクラックや空洞による３次元弾性波散乱問題を高速多重極展開法を用いて解き、その有効性についての検討を行った。

多数のクラック等が存在する不均質媒質中での地震波の散乱特性を明らかにすることは地震学において重要な課題の一つである。地震波散乱問題に対して、境界積分方程式に基づいた解法は有力な手段の一つではあるが、大規模な問題の解析には不向きであると従来は考えられてきた。しかし、近年になって、高速多重極展開法（ＦMM）などの新しい高速計算技術が開発され、積分方程式の解法を取り巻く状況は大きく変わろうとしている。

本研究では、多数分布したクラックや空洞による３次元弾性波散乱問題を境界要素法を用いて定式化し、高速多重極展開法を組み込んで、その有効性についての検討を行った。空洞による散乱問題では、表現定理に基づく定式化が可能であり、空洞表面を自由表面とした場合、解くべき方程式は第２種フレッドホルム型の数値的に安定した積分方程式となる。一方、クラックによる散乱問題に対する支配方程式は、クラック面上での食い違い量と応力を関係づける第１種フレッドホルム型の超特異積分方程式となる。これら２種類の特性の異なる方程式に対して、ＦMMの有効性を検討した。積分方程式の高速解法という観点からは、ＦMMの有効性を評価するためには、ＦMMそのものによる計算速度の向上及びメモリー容量の軽減の評価だけでなく、ＦMMと組み合わせて用いる非対称連立方程式の反復解法の収束速度の評価が必要となる。また、プログラムの汎用性を高めるためには、空間内に多数分布したクラック等に対する要素分割の自動化が不可欠であるため、本研究では、境界要素として用いる３角形要素作成のためデローニ分割による自動メッシュ生成を行い、また、ＦMMの階層的な領域分割に対応可能で計算効率のよいデータ構造として、８分岐構造を用いた要素の番号付けを行っている。

従来の手法では、計算時間、メモリー容量の両面からの制約により、ＷＳ（メモリー容量１～２ＧＢ）では、せいぜい未知数が１万程度の問題までしか解くことが不可能であったが、ＦMMを組み込むことにより、同程度のＷＳ上で未知数が数万から数十万規模の問題が計算可能になることを示す結果が得られた。