

ウェーブレット変換による材料パラメータ同定解析

ウェーブレット変換は、フーリエ変換における正弦波、余弦派のように、ウェーブレット独自の基底関数を使用した単純な線形変換である。変換の対象となるデータは、波形データなどのベクトルデータ、画像などの行列型データなど様々なデータがある。あるデータに対してウェーブレット変換を行うと、ウェーブレットスペクトラム上のマザーウェーブレット（行列の場合は $(1, 1)$ 成分近傍）にデータの特徴が集約されるという性質がある。この性質を利用して、特徴のある卓越したデータだけを残し、残りのデータを破棄してデータ数を減らす閾値法圧縮、ある特定の領域のみを切り出して残りの領域を破棄してデータ数を減らす領域法圧縮が提案されている。行列型の 2 次元データに対し領域法圧縮を適用することによって、元の行列型データに対する近似逆行列を導出することが可能となる。

本研究は、ウェーブレット変換による近似逆行列導出方法を同定解析に応用して、観測値から逆に材料パラメータを推定することを試みたものである。同定解析における係数行列 G は、材料パラメータの数 m 、観測値の数 n により一般に長方形行列となることが多く、逆行列をとり解析を行うことが不可能である。観測値のほうが多い系 ($n > m$) については最小 2 乗法を適用することにより解析をすることが可能であるが、逆に材料パラメータ数系 ($n < m$) においては解を求めることが困難である。そこで、本研究では G マトリックスに、ウェーブレット変換による近似逆行列導出法を適用し、データ数が多い場合、物性値が多い場合の両方について同定解析を行える手法を提案する。

3 つの未知物性値を同定する複合岩盤掘削問題もデルにおいて、観測値を 8, 3, 2 個とした場合についてそれぞれウェーブレット変換による材料パラメータ同定解析を行った結果、観測値の組み合わせについての条件はあるが、いずれのパターンにおいても良い精度で、物性値を同定できることが示された。特に、3 未知物性値、2 観測値のように、未知数に対して式の数が少ない連立方程式に対しても観測値の組み合わせによって $\pm 10\%$ の相対誤差の範囲で近似解が得られ、不適切な (*ill-posed*) 問題への本手法の適用の可能性が示された。続いて、未知物性値の数を 5 としたモデルにおいて同定解析を行った結果、観測値の数を 4 とした場合、 $\pm 5\%$ の相対誤差範囲で物性値が同定できた。しかし、未知物性値の値を 8 とした場合は、高次基底関数を使用した場合に出現するスパイク状の誤差の影響を受けてしまい、収束基準は満足するものの真値とかけ離れた結果となった。

以上、ウェーブレット変換を応用した材料パラメータ同定解析が、一般に解くことが困難とされ物性値が多い系においても、精度良く同定できる手法となり得るこ

とが示された．今後は，基底関数の次数の選択の方法，対象モデルに対する最適な観測位置の決定方法，近似逆行列導出における圧縮手法の改良などの検討が望まれる．