

相互相関関数解析を用いた散乱媒質におけるグリーン関数の理論的導出 : ノイズ源が一様ランダムに分布する場合

Retrieval of Green's function from the cross-correlation function in a scattering medium illuminated by noise sources

佐藤 春夫^{1*}

Haruo Sato^{1*}

¹東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻

¹Geophysics, Science, Tohoku University

地震波干渉法が提案されて以来、波動場の相互相関関数から媒質のグリーン関数の抽出が行われるようになった。近年では、相互（又は自己）相関関数のコーダ部分の位相変化に着目して、その時間変化から媒質の速度構造の変化を推定するという試みも行われるようになった。故に、不均質媒質におけるグリーン関数の導出についてさらに精緻な理論構築が期待されている。本研究では、空間的にランダムに分布するノイズ源によって不均質媒質が照射されるモデルを考え、この場合に2点間の相互相関関数から不均質媒質のコーダ波を持つグリーン関数がどのように導出されるかを理論的に考察する。

一定の背景速度をもった3次元媒質の中に、波長よりも十分小さな速度不均質を多数配置し、不均質の分布する有限の領域を散乱媒質と呼ぶことにする。個々の速度ゆらぎがデルタ関数で表される場合、スカラー波の散乱は等方的である。一次ボルン近似を用いると、この散乱媒質中の2点間の遅延グリーン関数は直達波と一次散乱波（コーダ波）の和で表される。散乱媒質を取り囲むような空間の広い範囲に、ランダムかつ一様に無相関な定常ノイズ源を分布させ、この散乱媒質を照射する。波動場は遅延グリーン関数とノイズ源の畳み込み積分で表され、2点間の波動の相互相関関数（時間平均）はさらにノイズ源の空間分布に関するアンサンブル平均で与えられるものとする。相互相関関数に現れる畳み込み積分は、扁長楕円座標系を用いて解析的に積分を実行することが出来る。さらに式変形を進めると、相互相関関数のラグ時間に関する微分を遅延グリーン関数の反対称和と定常ノイズの自己相関関数の畳み込みで表すことが出来る。内部減衰項が存在する場合でもグリーン関数構築は可能であり、このとき内部減衰項はこの積分に寄与するノイズ源の分布の広がりを規定している。このモデルはエネルギーが保存しないような系であるが、ノイズ分布が一様ランダムであればグリーン関数の抽出が可能であることを示している。

キーワード: 相互相関解析, 干渉法, コーダ波, 散乱, 波動理論

Keywords: Correlation analysis, wave theory, scattering, random media, coda waves