

実験によって求めたランダム不均質媒質と等価均質媒質との境界

An experimental study of the boundary between random heterogenous media and equivalent homogeneous media.

西澤 修 [1]

Osamu Nishizawa[1]

[1] 産総研

[1] AIST

<http://staff.aist.go.jp/osamu-nishizawa/>

短波長のランダム不均質は地震波のゆらぎを引き起こす。ランダム不均質と地震波ゆらぎの関係を調べるには、スケールモデルによる室内実験が役に立つ。室内実験では、レーザードップラー振動計を用いて、モデル媒質を伝播する超音波領域の弾性波を記録する。空間位置が異なる複数の経路で、震源からの放射パターンと伝播距離が等しい場合の波形を比較すれば、ランダム不均質による波形のゆらぎを調べることができる。軸対称放射パターンの震源と軸を中心とした円形アレイ観測点は上の条件を満たす。アレイで観測された 180 個の波形を用い、経路の空間距離や時間に関する波形ゆらぎの変化を調べた。

円形アレイで得られた波形から二つを選び、適当な時間ウィンドウ幅でデータを取り出し、多変量 AR モデルによるクロススペクトルを求める。180 個の波形ペアのクロススペクトルの振幅と位相を周波数に関してプロットする。スペクトルの平均的形狀は、ある観測点間距離以上では距離に無関係となり、このときのスペクトルをランダム不均質からの定常的影響とみなす。

二つの波形間のクロススペクトルの位相は、ある周波数を境に急激に大きく変動する。これは Aki and Richards (1980) (以下 AR1980) が提案した $ka-kL$ ダイアグラムで解釈できる。 k は波数、 a はランダム不均質の相関距離、 L は波の伝播距離である。低周波側 (ka が 0.2~0.3 以下) ではクロススペクトルの位相がゼロに近く、小さい変動幅しか示さない。これは散乱による乱れが少ないためで、この領域で媒質は等価均質媒質とみなせる。 ka が 0.2~0.3 より大きくなると、ランダム不均質の影響を受け波形のゆらぎが顕著になる。同一試料に異なる周波数の波が伝播すると、周波数とともに ka 、 kL の値も変化し、 $ka-kL$ ダイアグラム上では傾き 1 の直線に沿う変化となる。高周波数側でスペクトルの分布幅が急激に大きくなるのは、 $ka-kL$ ダイアグラム上の傾き 1 の直線に沿って、等価均質媒質領域からランダム媒質領域に移ったことを意味する。

実験結果は、 $kL = 200 \sim 300$ 、 $ka = 0.2 \sim 0.3$ あたりに等価均質媒質とランダム不均質媒質との境界があると考えれば説明できる。この位置は AR1980 が指摘した位置より、 ka の小さい側になるが、試料のランダム不均質強度 (ランダムなゆらぎの二乗平均) が大きいことで理解できる。AR1980 ではこの値は 0.001、試料は 0.0064)