

地震波解析上に現れる artifact - 回折と散逸効果 -

Artifacts that appear in inverse problems of seismic waves

大内 徹[1]

Toru Ouchi[1]

[1] 神戸大学都市安全研究センター

[1] Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University

観測された地震波を解析して震源や媒質の構造を探ることは地震学の最も重要な課題として多くの研究がなされてきた。しかし地震波伝播上の回折効果や散逸効果に対する不理解に起因すると思われる解析結果に重大な問題のあることがわかってきている。場合によっては artifact ではないかと思われるものもある。

地球内部のような不均質媒質での波動伝播を扱う場合にはどうしても分散効果を考慮しなければならない。少なくとも事象発現情報と信号部の伝播を区別する必要がある。こうした問題は Sommerfeld や Brillouin(1960) により検討された。その後地球物理の方面で斎藤(1973)が粘弾性媒質中における波動伝播を扱い、事象発現情報の伝播と波束の伝播とが異なることを明確にし、波束の伝播に系統的遅れの発生することを示した。しかし、このような先人の重要な業績がほとんど無視されてきている。信号速度、事象の発生情報の伝播、precursor の出現や信号部の到着といった概念は地震波解析上でも重要と考えられるがほとんど考慮されてきていないのが実情ではないだろうか。

旧来の研究のほとんどは幾何学的波線理論を基にしたものである。80年代から各方面でその限界が指摘され、有限波長効果を考慮する必要性が強く認識されるようになってきている。

地震波が回折効果により回り込む効果は Fresnel 核として研究が進んでいる。最近 Huang 等(2004)によるアイランドの tomography が出され、旧来法との比較もされているがそのコントラストは著しい。

さらに重大なこととして回折限界の問題がある。時間反転音響効果に関する Fink(1997)等の実験は地震波の逆問題を扱う分野においても大変な衝撃である。扱っている波長より小さな範囲には波を収束させることができないうことが明瞭に示されたからである。従来の逆問題では観測波形を音源の点に戻せるということを前提としているが、散逸効果等伝播途上の様々な影響や観測上の制約による観測帯域の限定はこれを困難にするだけでなくいろいろ見かけ上の artifact の発生を生じることになる。

媒質の散逸効果や観測解析上の制約による周期の帯域限定による影響は特に深刻である。本質的な誤解は対象とする現象のある周期帯域に限って波を見る場合、観測された波のその周期帯を見ればよいという点にある。最大の問題は位相のずれである。確かに周期帯を狭く取れば波は大変に単純な形になり、理論的にも取り扱いやすくなる。その結果、しばしば振動源に対して大変に単純な構造を結論付けることになりがちであるが、これには大変な注意が必要である。

Evanescence 波のトンネル効果(Deng, 1994)、様々なガイド波の異常伝播 (Morozov, 2004)等、その影響がきわめて大きく基本ともいえる事項に関してもほとんど注意が払われていないのではないだろうか。