

地震波 ACROSS 震源アレイを用いた弾性波信号の干渉実験

Seismic interference experiment using an array of acoustic ACROSS sources

生田 領野 [1]; 國友 孝洋 [2]; 羽佐田 葉子 [3]; 山岡 耕春 [3]; 渡辺 俊樹 [4]
Ryoya Ikuta[1]; Takahiro Kunitomo[2]; Yoko Hasada[3]; Koshun Yamaoka[3]; Toshiki Watanabe[4]

[1] 東大・地震研 / 学振研究員; [2] 静大理; [3] 名大・環境; [4] 名大・環境
[1] ERI, Univ. Tokyo / JSPS; [2] Shizuoka Univ.; [3] RSVD, Nagoya Univ.; [4] RCSV, Nagoya Univ.

我々のグループでは精密に制御した弾性波信号を地下に向かって送信し続け、返ってくる信号から地殻内部の物性の時間変化を監視するシステムである精密制御定常震源システム（弾性波 ACROSS）を開発中である。2006 年から、二台の ACROSS 震源装置の愛知県豊橋市への移設整備を行ってきた。この目的のひとつは複数震源装置による干渉実験を行うことである。本発表ではこの干渉実験の原理をお話しし、また 2008 年 3 月に一ヶ月間の干渉実験を行う予定であるので、この結果について報告する。

地震学では散乱波や反射波の到来方向を特定するためにレシーバーアレイを用いるが、加えて送信側でもアレイを構成することで任意の場所にエネルギーを集中させ、特定の場所からの散乱波、反射波を効率的に取り出すことができる。本研究では豊橋市に設置した 35m スパン二台一組の震源装置を用い、これらからの信号を震源を囲んで設置した地震計アレイで取得する。様々な干渉の仕方を変え、地震計アレイ内でのエネルギーの分布を調べる。

ACROSS 震源装置を用いて震源アレイを作る上ではひとつ注意が必要である。ACROSS 震源は FM 変調した正弦波信号を常時放射し続けている。複数の震源を用いて特定の方位にエネルギーを集中させるためには、目標方位に合わせて位相を調整した同じ周波数の信号が必要であるが、注目方位を変えたい時には両震源装置から発生する信号の位相関係を変更しなくてはならない。この時、様々な注目方位に対していちいち位相を調整して信号送信を繰り返さずとも、一組のデータだけを取った後、解析の際にどのようにでも相互の位相関係を変更して任意の場所にエネルギーを集中させることが望ましい。ACROSS ではこのような処理が可能である。二つの震源装置から常時発信し続けている信号の周波数を、解析の際に区別するために少しだけずらしておくのである。異なる周波数間では規則的な干渉パターンを得ることはできないので、ずらした周波数の信号を解析上で目標周波数にシフトさせ、位相を様々なに変更する。このように周波数をずらすことができるのは、ACROSS 震源装置が精密に同じ変調パターンを繰り返す周波数変調により等間隔の離散スペクトルを持つためである。等間隔の離散スペクトルは、逆フーリエ変換した時系列信号がエイリアシングを起こしていない限りは、時系列信号のうしろにゼロを補間することでその間のスペクトルを補間することができる。

我々は実際の観測に先立って、観測設計のためコンピュータ上の数値実験を行った。35m 離して設置した震源装置から、約 5～15Hz の信号を FM 変調により発生し、干渉の空間パターンを調べた。上で述べた通り、2 震源装置で微妙に異なる周波数で発信し、スペクトル記録を後処理で補間、同じ周波数にした上で両震源装置に対応する信号の位相をずらす処理を行った。これによると干渉パターンは震央距離よりも円周上の方位に従ってコントラストが強く、任意の方位に 5% 程度のエネルギーを集中させることができることがわかった。干渉の強弱が 5 % 程度に留まったのは、震源装置同士の距離 35m が信号の波長 400m に比べて近いためである。震源装置が信号波長程度離れていると、干渉の強弱は最大になる。

3 月に行われる本実験では、任意の干渉パターンを計算どおりに作り出すことができることを確認する。この結果を元に地殻内の任意の場所にエネルギーを集中させて散乱体などをサーチする手法について検討を続ける予定である。