

簡便な動コイル型地震計による CCA 法の為の計器補正について On the system correction for CCA method using simple moving coil type seismometers

横井 俊明^{1*}
YOKOI, Toshiaki^{1*}

¹(独) 建築研究所国際地震工学センター

¹IISEE, BRI, Japan

CCA 法 (Cho et al. (2006), Tada et al. (2006) 等) は、小口径アレイを使った微動観測によってアレイ径の数十～数百倍の波長を持つレーリー波の分散曲線を推定できるとされる。小口径アレイによる観測では、各地震計からの信号の微小な位相差・振幅差を正確に測定する必要があることは想像に難くない。ところが、簡便な動コイル型地震計の出荷の際の特性は、それ程正確には調整されていない。また地震計の設置状況や設置点直下の非常に局所的な増幅等の影響等も考慮する必要がある。本発表では、これらの影響を観測記録自身とハドルテスト記録を使って補正する為の下記の定式化と、それを検証する為の実験結果を紹介する。

この定式化で補正が可能であるためには、次の二つの条件が必要であると考えられる、i) 非常に局所的な増幅の影響を除いて全地震計への入力地動のパワースペクトルは共通である。ii) 設置や局所的な増幅の影響に因る地震計間の位相差は無視できる。後者は、実観測の際の水平台等を使った注意深い地震計設置の必要性を示唆する。現場では気泡管式水準器による地震計設置状態の調整しかできないため、固有周波数付近の急激な位相特性の変化を適切なシャント抵抗の使用により予め抑制しておくことも場合によっては有効と考えられる。

キーワード: 微動, 小口径アレイ, 計器特性補正, 分散曲線, コヒーレンス

Keywords: Microtremor, Miniature Array, System Correction, Dispersion Curve, coherence

【定式化】計器補正の為に、次式で示す中間的な量 $R_{ik}(f)$ を観測記録のクロススペクトル

$C_{ik}^{obs}(f)$ の代わりに用いて CCA 係数を周波数領域で計算する。

$$R_{ik}(f) = C_{00}^{obs}(f) \cdot C_{ik}^{obs}(f) \cdot \overline{Cor_{ik}^{huddle}(f)} / \sqrt{C_{00}^{obs}(f) \cdot C_{kk}^{obs}(f)}$$

ここに $C_{00}^{obs}(f)$ は、バンドパスフィルターとして使う代表チャンネルのパワースペクトル。

$$\overline{Cor_{ik}^{huddle}(f)} = \exp\left\{j/N \sum \text{Arg}\left(\sqrt{C_{ii}^{huddle}(f) \cdot C_{kk}^{huddle}(f)} / C_{ik}^{huddle}(f)\right)\right\}$$

は、ハドルテスト記録から計算した補正係数を示す。ただし、 j は虚数単位、総和はハドルテスト記録のプロセッシングに使う時間ブロックに対して取る。上記2つの条件下で、近似

$R_{ik}(f) \approx \{C_{00}^{obs}(f)/P(f)\} \cdot C_{ik}(f)$ が成立し、CCA 係数は $R_{ik}(f)$ を用いて計算できる。ただし

$P(f)$ は、全チャンネルに共通の地動入力のパワースペクトルを示す。

$$\sigma_{CCA} = \frac{\sum C_{ik}(f)}{\sum C_{ik}(f) \exp\{-j(\alpha_i - \alpha_k)\}} \approx \frac{\sum R_{ik}(f)}{\sum R_{ik}(f) \exp\{-j(\alpha_i - \alpha_k)\}}$$