

第 I 部門

クリギング法を用いた近畿地方に関するサイト増幅特性の簡易評価法

神戸大学工学部 学生会員 ○福田健
 神戸大学 正会員 長尾毅
 (株) ニュージェック 正会員 伊藤佳洋
 (株) ニュージェック 正会員 山田雅行

1. 研究の背景・目的

堆積層が地震動に及ぼす影響は非常に大きい。地震による揺れの推定を行う場合、対象地点周辺の堆積層が地震動に及ぼす影響、すなわちサイト特性を適切に考慮することは重要である。サイト増幅特性を評価する方法として一次元周波数伝達関数より補正を行い評価する方法がある。サイト増幅特性を評価する際に一次元周波数伝達関数では評価できないサイト増幅特性の包絡形状、低周波側の増幅倍率 (base) , 最大増幅倍率 (peak) を補正することでサイト増幅特性の評価を行っている。長尾ら¹⁾ は、深層地盤情報から得られる一次元周波数伝達関数のピークの周波数に着目し近畿地方におけるサイト増幅特性の簡易評価を行った。一次元周波数伝達関数のピークと base, peak の倍率比のデータにばらつきがあり相関が精度よくとれていないなどの問題点があった。本研究では、既往の研究の結果を考慮した上で新たにクリギング法を用いた補正方法を行い既往の研究との比較を行う。

2. 補正概要

本研究では、近畿地方を対象に、KiK-net, K-NET や港湾地域強震観測網の表層データと J-SHIS の深層データを結合したものを地盤情報とし得られた一次元周波数伝達関数に対し smoothing 補正, base の補正, peak の補正を行うことで強震観測点でのサイト増幅特性を評価し、推定法の精度を検討する。

2.1 補正式

本研究では既往の研究¹⁾ と同様に次のサイト増幅特性の評価式を用いて一次元周波数伝

達関数を補正する。

$$a(f) = C_k \times p \quad (1)$$

$a(f)$: サイト増幅特性推定値, C_k : 係数,
 p : smoothing 処理後の一次元周波数伝達関数
 係数 C_k は以下のように設定する。

- ・ 0.25Hz 以下の領域では、0.25Hz で base の回帰式による低周波倍率推定値になるように係数 C_1 を乗じる。
- ・ 1.25Hz 以上の領域では、平滑化した一次元周波数伝達関数のピーク値が peak の倍率比の回帰式に基づく推定ピーク値となるような係数 C_2 を乗じる。
- ・ 0.25-1.25Hz の区間では C_1 と C_2 を補間した係数を乗じる。

ただし本研究では構造物の耐震性の議論をする上で重要であるといえる 0.2~10Hz の範囲を対象とする。

2.2 smoothing 処理補正

ピークとディップの激しい形状である一次元周波数伝達関数では 3 次元的な地盤構造等の影響を受けたサイト増幅特性の包絡形状を正確に評価できない。本研究では 1 次ピーク周波数に応じたバンド幅のウィンドウにより平滑化を行うことで対処することでこの問題の解決を図る。

2.3 クリギング法⁵⁾⁶⁾⁷⁾の補正

本研究においては、base と一次元周波数伝達関数の最大倍率に対するサイト増幅特性の最大倍率の比である peak の倍率比の補正值の算出のためにクリギング法を用いることを提案する。クリギング法とは、点の情報から空間的な面情報 (グリッド分布) を推定することで

Ken FUKUTA, Takashi NAGAO, Yoshihiro ITO and Yoshiyuki YAMADA
1264246t@stu.kobe-u.ac.jp

値が未知の点における推定値を求める方法である。クリギングによる空間予測を行うには、

(1) 探索的に位置座標を意識しながらデータ分析を行う。(2) 空間の相関を調べてセミバリオグラムのモデリングを行う。(3) 推定されたパラメータを用いて平均的に正しく誤差を最小にする重みにしたがって予測値を得る、という3段階がある。ここでセミバリオグラムとは、空間的自己相関を距離の関数として定義したバリオグラムを半分にしたものである。セミバリオグラムにはいくつかのモデルがあるが本研究においては球形モデルを用いている。上記の方法によりクリギング法を用いbaseとpeakの倍率比を算出し増幅特性の簡易評価を行う。

2.4 補正結果の比較

クリギング法と一次元周波数伝達関数のピークの周波数による補正例を図-1に示す。

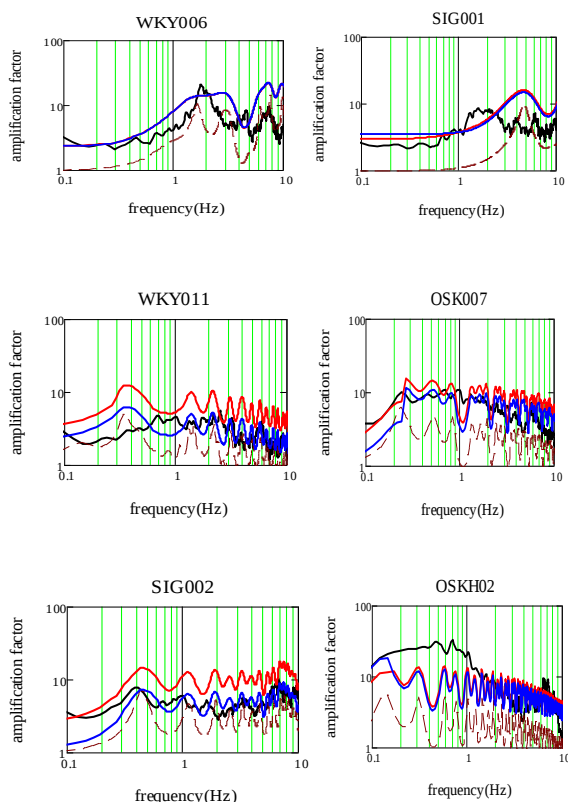


図-1 近畿地方における補正結果例

- サイト増幅特性 — ピーク周波数による簡易評価
- クリギング法による簡易評価
- - - 一次元周波数伝達関数

図-1に示したWKY006, SIG001において

は両補正方法における補正結果とサイト増幅特性を比較すると比較的良好にサイト増幅特性を評価できていると考えられる。しかし、SIG002, WKY011のようにそれぞれの補正方法の結果で大きく違いが出てくる地点がみられた。一般的に一次元周波数伝達関数のピークの周波数が小さい時、地盤の堆積層は厚くなっているためサイト増幅特性の低周波側の増幅倍率は大きくなる。実際OSK007では低周波側の補正が良好ではある。しかしWKY011ではサイト増幅特性の低周波側の増幅倍率が小さく補正結果も良くない結果となっている。またクリギング法による補正でSIG002の低周波側が過小評価になっているのはSIG002の近傍のSIG001やSIG004などの地点の低周波側の増幅倍率がSIG002よりも小さい値ためクリギング法を行ったところ真値よりも小さい補正值を算出してしまったと考えられる。

2.5 まとめ

図-2の結果やその他の地点の結果を見ると両方法による精度が良い地点もあるが地点によっては片方の方法だけ精度の良くない点も見受けられる。今後の課題として2つの方法を比較するために各方法で補正後の増幅特性とサイト増幅特性で残差二乗をとりその比をとることで比較する必要があると考えられる。謝辞：本研究は科研費26420458の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 長尾, 加納, 山田, 伊藤: 深層地盤を用いた近畿地方のサイト増幅特性の簡易評価法に関する研究, 第35回地震工学発表会, No.763, 2015
- 2) (独)防災科学技術研究所: 強震観測網 <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/>.
- 3) (独)防災科学技術研究所: 地震ハザードステーション J-SHIS, <http://www.j-shis.bosai.go.jp/>
- 4) 野津ら: 港湾地域強震観測年報(2010), 港湾空港技術研究所資料No.1243, 2011.
- 5) 谷村晋: 地理空間データ処理, 共立出版, 2010
- 6) 舟尾暢男: データ解析環境「R」, 工学社, 2012
- 7) 古谷知之: Rによる空間データの統計分析, 朝倉書店, 2011