

神戸大学工学部
神戸大学都市安全研究センター

学生会員 ○香川耀平
正会員 長尾毅

1. 研究の背景

堆積層の存在が地震動に及ぼす影響は非常に大きいため、将来の地震動の推定を行う際、対象地点周辺の堆積層が地震動に与える影響(サイト増幅特性)を適切に評価することは重要である。最近では、表層地盤のみならず工学的基盤より下方の深部地盤構造の影響も重要であると考えられている。サイト増幅特性を評価する方法として、強震記録を利用するスペクトルインバージョンは最もよく利用される方法であり、地盤構造の多寡に左右されることなくサイト増幅特性を評価することができる。しかし、スペクトルインバージョンによりサイト増幅特性を求める場合、強震観測が行われていない地点のサイト増幅特性を求められないという問題点がある。そこで、既往の研究により、地盤構造をモデル化した2次元要素解析を用いたサイト増幅特性の評価を行っているが、規模の小さい盆地構造におけるサイト増幅特性の増幅倍率を低く評価するなど精度に問題が残っている。

2. 本研究の目的

本研究では、強震記録が行われていない地点においてサイト増幅特性を精度良く評価する方法を確立するために、強震観測点を対象に地盤構造をモデル化した3次元解析を行い、実測と解析によるサイト増幅特性を比較することでサイト増幅特性の評価法について検討する。また、盆地構造の影響や地震波の入射角度がサイト増幅特性に与える影響を反映した考察を行う。

3. 深部地盤構造がサイト増幅特性に与える影響

3.1 解析詳細

京都盆地における強震観測点を対象に深部地盤構造を地震動シミュレーター(GMS : Ground Motion Simulator)¹⁾を用いてモデル化し、有限差分法を用いた数値解析を行う。対象地点は防災科学研究所(K-

NET, KiK-net)²⁾の強震観測点 5 地点 (KYT011, KYT012, KYT013, KYTH07, KYTH08), 関西地震観測研究協議会 4 地点(IHS, DIG, KTR, KTG)³⁾とする(図-1)。地盤モデルは東西南北 34km, 深さ方向 8km で切り出し、地盤データは地震ハザードステーション(J-SHIS)⁴⁾によって公開されているものを用いた。サンプリング周波数は 1000/3Hz, 有効周波数は 0~1.75Hz, 解析におけるグリッド幅は地表から 1km までは 40m, 1km~8km は 120m である。サイト増幅特性は、不均質モデルのフーリエスペクトル/岩盤物性均質モデルのフーリエスペクトルと定義し求めた。

3.2 地震波の入射角度の影響

地震波の入射角度がサイト増幅特性にどのような影響を与えるのか確認するために、震源位置を京都盆地における盆地最深部(図-2 A 地点)に対して地震波の入射角度が 10~90 度で変化するように東西南北に震源位置を変化させる(図-2)。震源モデルは Ricker wavelet を使い、の横ずれ断層とした。KYTH07 と KTG におけるサイト増幅特性の解析結果を比較すると、KYTH07 に比べると KTG におい

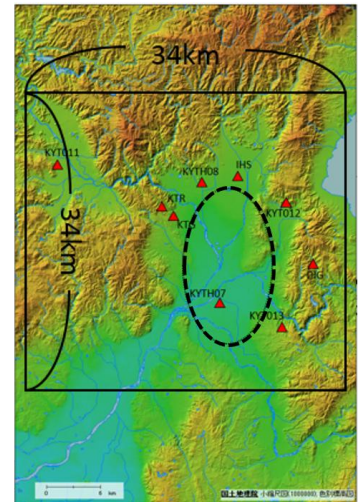


図-1 京都盆地対象地点

るものを用いた。サンプリング周波数は 1000/3Hz, 有効周波数は 0~1.75Hz, 解析におけるグリッド幅は地表から 1km までは 40m, 1km~8km は 120m である。サイト増幅特性は、不均質モデルのフーリエスペクトル/岩盤物性均質モデルのフーリエスペクトルと定義し求めた。

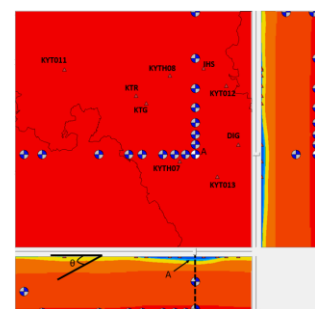


図-2 入射角度を考慮した震源位置

て増幅倍率にバラツキがある結果となった。また、KTG において南北方向に震源位置を変化させた場合の方が、東西方向に変化させた場合に比べて、増幅倍率が高くなる傾向があること

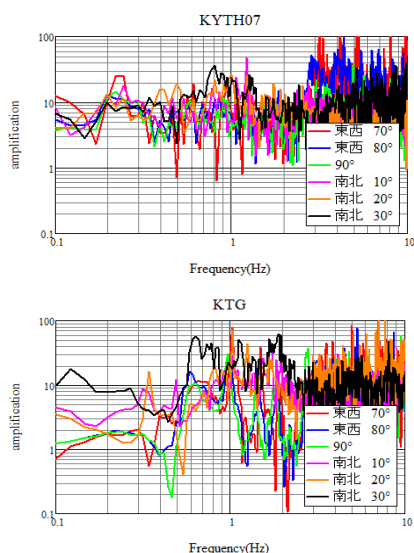


図-3 サイト増幅特性のバラツキ

とが分かった。南北方向に震源位置を変化させた場合、地震波が京都盆地を伝播するので堆積層の影響を受けていると考えられる。このことから、サイト増幅特性は地震波の伝播経路の影響を受け、特に盆地構造のような堆積層を伝播してきた場合、増幅倍率が高くなると考えられる。また、地震波の入射角度が小さいほど増幅倍率が高くなるとは、一概には言えないということがわかった。

4. 3次元解析によるサイト増幅特性の評価法

本研究において、3次元解析によりサイト増幅特性を定量的に評価できていない地点があり、実際に評価を行う際、補正を加えて評価すべきであると考えられる。そこで、本研究では実測と解析のサイト増幅特性の誤差は全ての観測点

で等しいと仮定し、既知のサイト増幅特性に2地点における解析の結果の比を掛けることで、他の観測点に補正を加える。この補正を加えることで解析におけるサイト増幅特性の誤差を打ち消しあうことが

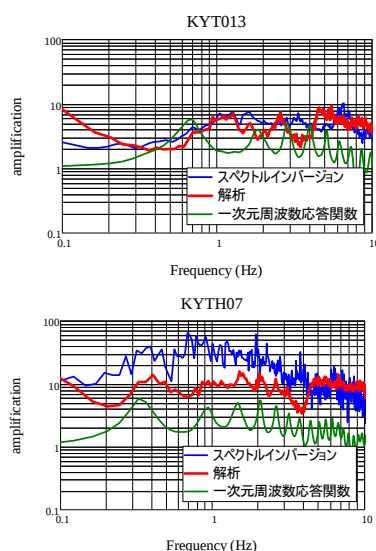


図-4 基準点における実測と解析のサイト増幅特性

期待できる。基準点はKYTH07とKYT013の2地点とする(図-4)。

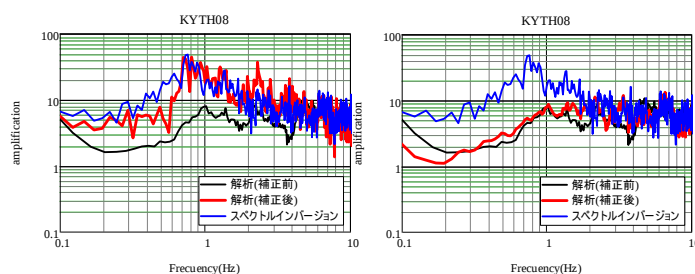


図-5 KYTH07 基準(左)と KYT013 基準(右)の比較

図-5 に示したように、KYTH07 を基準にした場合、解析によるサイト増幅特性は実測の増幅倍率と同程度か高く評価する結果となった。一方、KYT013 を基準にした場合、解析によるサイト増幅特性は実測の増幅倍率と同程度か低く評価する結果となった。このことより、サイト増幅特性を評価する際、解析と実測のサイト増幅特性の差が最も大きい地点を基準にし、補正を加えれば、実際のサイト増幅特性と同程度かそれより高い増幅倍率を評価でき、安全側の評価が出来ることが分かった。

5. まとめと今後の課題

まとめとして、今回の解析によってサイト増幅特性は、伝播経路の影響を強く受け、特に地震波が堆積を伝播してきた場合増幅倍率が高くなる傾向があることがわかった。

今後の課題として、横ずれ断層以外の震源メカニズムの検討、複数震源によるサイト増幅特性への影響の検討を行うべきであると考えられる。

6. 謝辞

K-NET および KiK-net の強震観測記録および深部地盤構造データについては独立行政法人防災科学技術研究所のホームページより入手しました。

参考文献

- 1) 青井真・早川俊彦・藤原広行. 地震動シミュレータ : GMS, 物理探査, Vol. 57, pp. 651-666, 2004.
- 2) (独)防災科学技術研究所 : 強震観測網 (K-NET, KiK-net), <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/>.
- 3) 関西地震観測研究協議会 : CEORKA, <http://www.ceorka.org/>.
- 4) (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/>