

KiK-net 強震記録に基づく地震動増幅評価に関する検討

岐阜大学大学院
岐阜大学流域圏科学研究センター
岐阜大学流域圏科学研究センター

非会員 ○榎本 祐樹
正会員 杉戸 真太
正会員 久世 益充

1. はじめに

着目地点における表層地盤の地震動増幅特性は、地点の予測地震動算定には不可欠な情報であり、このために行われる地震動解析において、表層地盤の剛性や減衰特性などの物性値を適確に設定することが重要である。

解析の簡便さからよく用いられる周波数領域での地震動解析は、地表の地震動から基盤への入射波を推定するいわゆる逆解析にもよく用いられる。この場合、等価線形化法が使われるが入射波の短周期成分はひずみレベルに依存する剛性と減衰のうち、減衰の下限値に強く依存するため、この下限値を適確に設定することが必要である。本研究では、防災科学技術研究所の基盤強震観測網 KiK-net¹⁾ で公開されている地盤資料と地中・地表で得られた強震記録を用い減衰の下限値の設定について検討した。

なお、KiK-net 観測データを用いた同様の検討は國生ら²⁾ によって行われているが、ここでは杉戸らの周波数依存型等価線形化法 FDEL³⁾ を用いて地震動増幅評価を行った。

2. 波形データの収集と地盤モデルの構築

解析に用いた波形データ、観測地点の一覧を表 1 に示す。表に示すように、ここでは 4 地震の水平成分を対象に、愛知、岐阜、三重、静岡、長野、新潟、北海道の 1 道 6 県、253 点の計 718 波形を解析に用いた。地盤データについては、KiK-net 公開の柱状図、土質区分、PS 検層データを元に地盤モデルを構築した。各土質の単位体積重量は前述のデータでは明らかにされていないため、中部地域のメッシュ地盤データベース⁴⁾ より各県の単位体積重量を設定した。北海道、新潟県の観測点においては、岐阜県の地盤モデルを参照して設定した。

前述したように、本報では FDEL による地震動増幅評価と考察を行うが、周波数ごとに等価剛性、等価減衰を与える FDEL では、特に等価減衰の下限値を的確に与える必要がある。これまでに様々な検討がなされた結果より減衰の下限値は 5% が適当であるとされているが、殆どの KiK-net 地中地震計が $V_s=1500\text{m/s}$ を超える非常に堅固な地盤に設置されており、ひずみ領域の動的変形特性は微小であると考えられる。そこで、微小ひずみ領域での動的変形特性を的確に与える減衰の下限値を設定する必要があると考え、國生の実験結果⁵⁾ を参考に、砂は 1% 粘土・シルト・礫・岩は 2.5% と設定した。2.5% と設定したケース、従来より用いられている 5% のケースでそれぞれ解析を行い、その結果を比較することとした。

表 1 観測地点数と波形データ

地震名	観測地点数	波形データ (水平二成分)
東海道沖地震	106	212
紀伊半島沖地震	106	212
2003 年十勝沖地震	111	222
2004 年新潟県中越地震	36	72

3. 地震動増幅評価結果と考察

作成した地盤モデルと設定した減衰の下限値を用いて、FDEL により地中波形記録から地表波形を算出した。図 1,2 に地震動伝達関数の比較結果を示す。図に示すように 1 次モード、2 次モードの卓越周波数は同じだが、最大値が減衰定数 5% と比べると 2.5% では若干過大評価の傾向が見られた。全周波数の伝達関数を比較した場合でも同様の傾向がみられ、堅固な地盤においても減衰定数の下限値は 5% で地震動増幅特性を評価可能であることが確認できた。一部地点では卓越周波数や伝達関数の比較において異なる結果も見られたが、大半の地点では FDEL による伝達関数と観測波形の伝達関数は一致する傾向が見られた。

次に、減衰定数の下限値を 5% と 2.5% と設定して地表加速度波形を算出し、観測波形と比較した結果を図 3,4 に示す。同図では、時刻歴波形の比較・考察を容易にするために加速度絶対値の包絡形状で現している。図 1,2 に示す AICHI06, TKCH08 地点共に伝達関数は概ね一致するが、時刻歴波形を比較すると TKCH08 地点で、解析波形が観測波形より小さくなっている。このような傾向は他の観測点でも見られた。図 3 より、包絡波形では下限値が 5% で良く一致していることが確認できたが、図 4 では 5%, 2.5% 両ケース共に観測波形より過小評価となった。図 4 のような傾向は特に地震動レベルの大きな地点で複数確認された。2. で設定した減衰定数の下限値よりも低い値を設定したケースでも変化が見られなかったことから、地盤の不整形性や非線形性の影響と考えられる。

4. まとめ

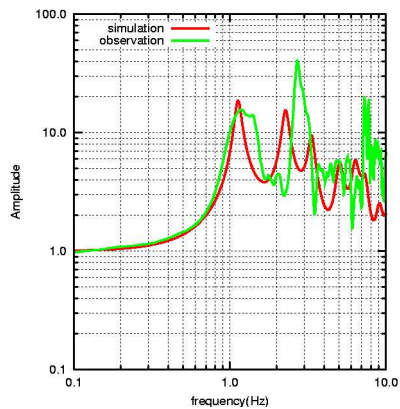
本研究では、KiK-net 観測地点を対象に、比較的堅固な地盤に対する地震動応答解析を行い、その結果を比較・考察した。異なるケースの減衰定数の下限値を与えて解析した結果、FDEL を用いた地震動増幅評価では下限値を 5% に設定することで妥当な結果が得られることが確認できた。

謝辞:本研究ではKiK-net 強震記録及び各地点の地盤データを利用した。記して謝意を表する。

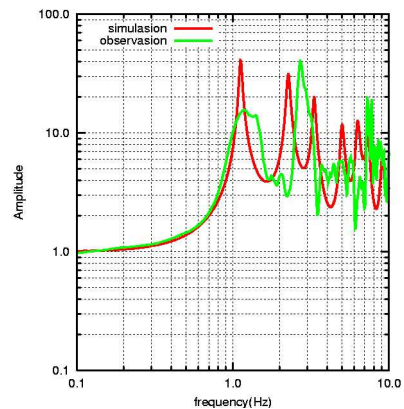
参考文献

- 1) 基盤強震観測網 KiK-net :<http://www.KiK.bosai.go.jp/kik/>
- 2) 國生剛治, 佐藤克晴, 宮崎亮二: KiK-net 強震記録を用いた地盤の震動増幅特性と S 波速度比・減衰定数の関係, 第 12 回日本地震工学シンポジウム, (CD-ROM), 2006.

- 3) 杉戸真太・合田尚義・増田民夫: 周波数特性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析法に関する一考察, 土木学会論文集 No493/III-27, pp.49-58, 1994.6.
- 4) 例えば, 岐阜県: 岐阜県東海地震等被害想定調査, 2003.
- 5) 國生剛治: 土の動的変形特性と地盤の非線形震動応答に関する研究, 東京大学学位論文, 1982.

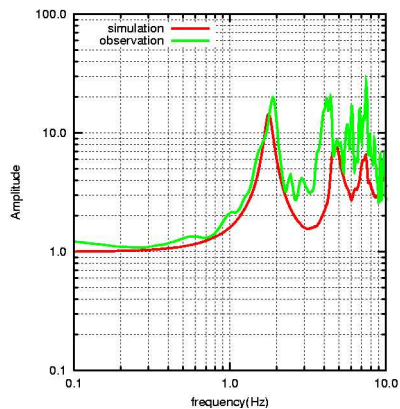


(a) 減衰定数下限値: 5.0%

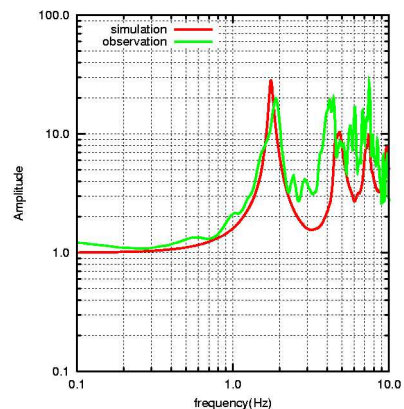


(b) 減衰定数下限値: 2.5%

図 1 地震動伝達関数の比較 (観測地点: AICH06, EW 成分, 渥美)

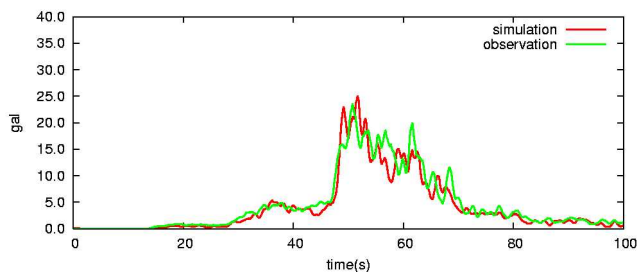


(a) 減衰定数下限値: 5.0%

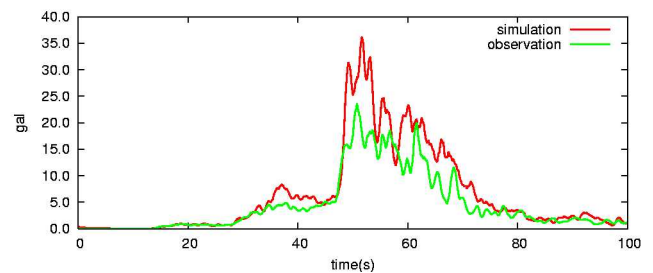


(b) 減衰定数下限値: 2.5%

図 2 地震動伝達関数の比較 (観測地点: TKCH08, EW 成分, 白糠北)

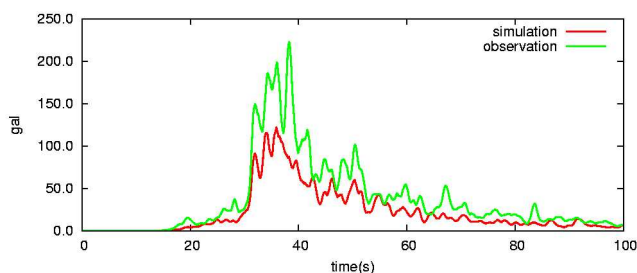


(a) 減衰定数下限値: 5.0%

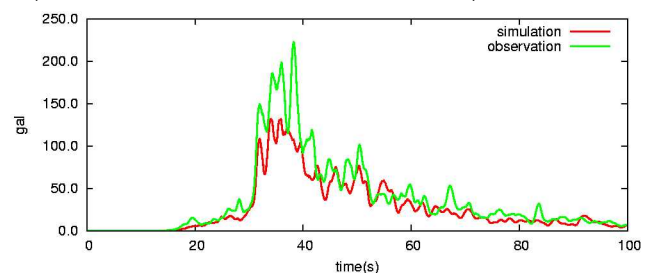


(b) 減衰定数下限値: 2.5%

図 3 地表加速度包絡波形の比較 (観測地点: AICH06, EW 成分, 渥美)



(a) 減衰定数下限値: 5.0%



(b) 減衰定数下限値: 2.5%

図 4 地表加速度包絡波形の比較 (観測地点: TKCH08, EW 成分, 白糠北)