

戸建て免震住宅の簡易応答評価法について

その1. 地盤周期を用いた表層地盤増幅式

免震 表層地盤増幅 地盤周期

正会員 花井 勉^{*1} 正会員 高橋武宏^{*2}
 正会員 吉井邦章^{*2} 正会員 皆川隆之^{*1}
 正会員 深堀美英^{*3} 正会員 三宅辰哉^{*4}

1. はじめに

平成 13 年 10 月発布の免震関連告示により、これまで大臣認定のみであった免震設計ルートが3つに拡張された。いわゆる“4号建物ルート”、“限界耐力法ルート”、“時刻歴計算ルート”である。このうち4号建物ルートを除いては基盤の加速度応答スペクトルとして地震動が与えられ、建設地の表層地盤による増幅を考慮することになっている。

戸建て免震住宅でボーリング等の地盤調査を行うのはコスト負担が大きく、かといって近隣の地盤データが入手できる確証はない。限界耐力法ルートで用意されている調査の要らない表層地盤増幅簡略法では、免震の長周期域で一律 2.025 倍（安全限界時第2種地盤）の増幅率であり、応答変位はかなり大きく、敷地に余裕のない戸建て免震では対応が難しい。

また、地盤データが入手できた場合にも、限界耐力法ルート増幅率 G_s 精算法（以下告示 G_s 法）では固有値解析、収束計算が必要で、応答スペクトル法での応答算定においても、設定する設計限界変位での等価周期は長め、従って G_s 値は小さめの評価になり、収束計算により安全率を確認しておきたい。他の解析法による地盤増幅では、時刻歴解析による応答確認が必要であり、いずれも早期の免震化設計判断が難しい

そこで本報では、戸建て免震周期帯における地盤周期と表層増幅率の関係に着目して簡易な表層増幅式を示し、次報(その2)の応答算定法とあわせて早期に免震化判断が可能な応答評価法を提案していく。

2. 表層地盤増幅法比較

表層地盤増幅では SHAKE 等¹⁾²⁾の等価線形化法がよく使われるが、ここでは公表されている 30 サイトの地盤情報³⁾⁴⁾を用いて告示 G_s 法⁵⁾、等価線形化法²⁾、逐次積分法⁶⁾による地表面スペクトルの比較を行った。基盤スペクトル及び表層地盤のひずみ依存性については限界耐力法施行令告示の値を用いている。

図1には地盤周期の異なる3地点での比較を示した。いずれも戸建て免震周期帯である2~5秒ではスペクトルが落ち着き、告示 G_s 法がほぼ包絡していると言える。

3. 簡易増幅式の提案

図2は30サイトの告示 G_s 法による増幅スペクトル

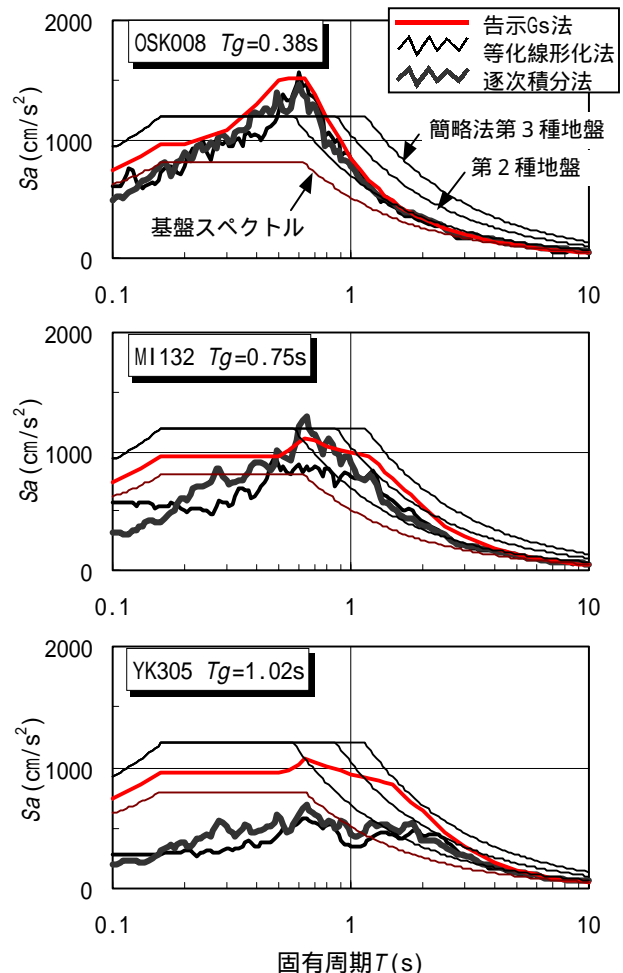


図1. 表層増幅式による地表面スペクトル比較

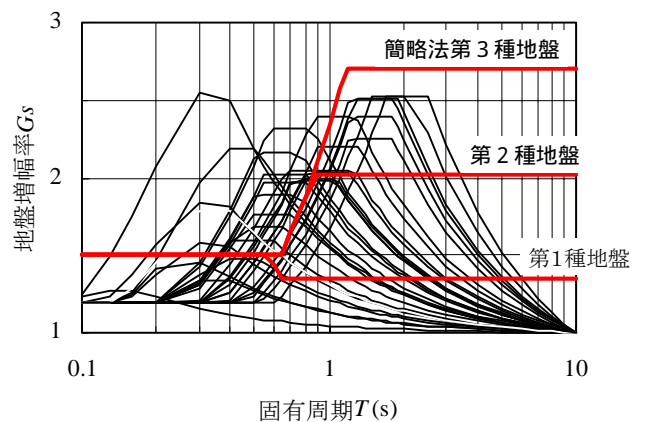


図2. 告示 G_s 法 表層地盤増幅スペクトル集計

の一覧である。各地層の最大ひずみはいずれも 0.7% 以下であった。

免震周期帯での増幅率は地盤周期が長い程大きくなる傾向があり、図 3 のように地盤周期を横軸にとり増幅率をプロットしてみると建物周期 2 ~ 5 秒に強い相関があるのが分かる。建物周期を組み込んでこの相関を関数化したものが下式である。

$$G_s = (0.082T^2 - 0.98T + 3.35)T_g + 0.068T + 0.57 \quad \text{and} \quad 1$$

(建物周期 2sec T 5sec, 地盤周期 T_g 1.2sec)

図 3 中にはこの関係を一点鎖線で示している。

4.まとめ

限界耐力法の表層地盤増幅精算法シミュレーションにより、地盤周期のみを用いた戸建て免震用簡易表層地盤増幅式を提案した。微動計測や、例えば図 4 のように工学的基盤の深さとの関係から地盤周期を設定することで、提案式を用いて表層地盤増幅率が求まり、次報(その 2)の計算法などにより免震応答の推定が可能となる。

参考文献

- 1) Schnabel, P. b., Lysmer, J. and Seed, H.B. (1972): SHAKE A Computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites, Report No. EERC72-12, University of California, Berkeley
- 2) 吉田望、末富岩雄: DYNEQ: 等価線形法に基づく水平成層地盤の地震応答解析プログラム, 佐藤工業(株)技術研究所報, pp.61-70, 1996
- 3) 防災科学研究所: K-NET
- 4) 佐竹次男, 北中将博: 地質と場所打ち杭の設計, 建築技術, 1990
- 5) 三浦賢治, 古山田耕司, 飯場正紀: 応答スペクトル法による表層地盤の非線型増幅特性の解析法, 日本建築学会構造系論文集, 第 539 号, pp57-62, 2001.1
- 6) 吉田望: YUSAYUSA-2: 1 次元有効応力地震応答解析プログラム, 佐藤工業(株)中央技術研究所, 1995.10

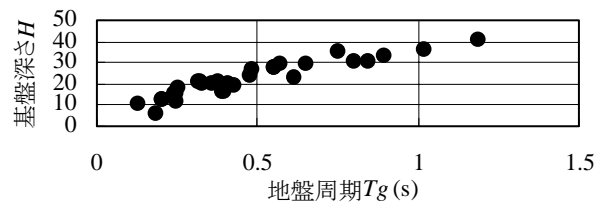


図 4. 工学的基盤深さ-地盤周期関係

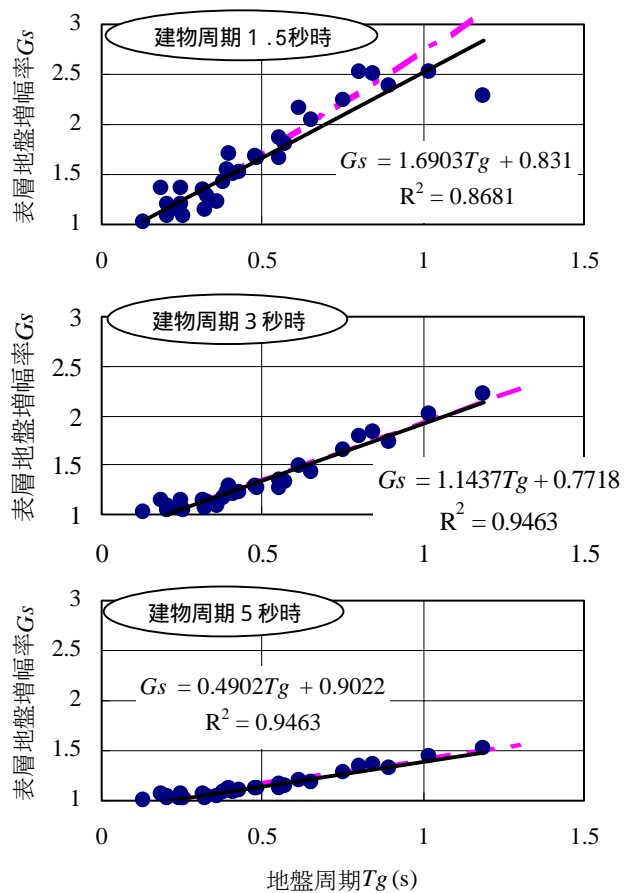
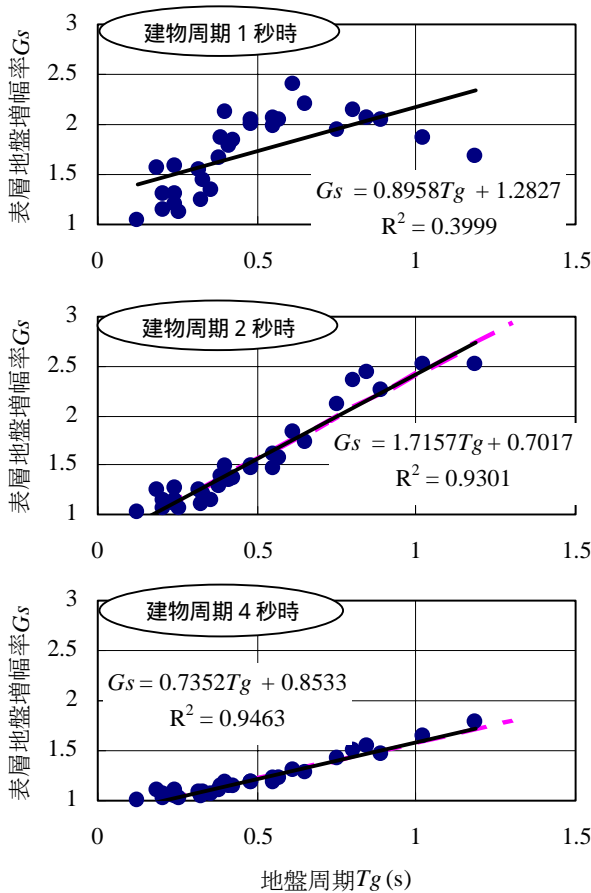


図 3. 地盤周期-表層地盤増幅率関係

*1(株)日本システム設計 Nihon System Sekkei Co.

*4(株)日本システム設計・工博 Nihon System Sekkei Co.,Dr.Eng

*2(株)一条工務店 Ichijo Housing Company Co.,Ltd.

*3(株)一条工務店・工博 Ichijo Housing Company Co.,Ltd,Dr.Eng.