

強震観測記録から算定される基礎と地盤の伝達関数に及ぼす建物慣性力の影響

徳島大学大学院 学生員○松田 敏和
徳島大学工学部 正会員 三神 厚
徳島大学工学部 正会員 澤田 勉

1. はじめに

地盤と異なる硬さ硬さと質量を有する物体が、地盤中や地表面にあるとき、その物体は地震時において地盤と異なる震動をする。この現象を構造物と地盤の動的相互作用という。動的相互作用は、サブストラクチャー法に従い、2つのステップに分けて計算される。第1ステップでは、構造物と基礎の質量を0とした場合の基礎の応答を求める。この応答は基礎入力動と呼ばれ、基礎/地盤の伝達関数で表現される。第2ステップにおいて、構造物の動的応答および基礎質量によってもたらされるベースシアとモーメントに伴う基礎の変位と回転が基礎入力動に加えられる。

キネマティック相互作用は、無質量基礎の地震応答を自由地盤地震動で除した伝達関数の形で表現される。これを建物-地盤系の同時強震観測記録を用いて推定しようとする試みがある^{1),2)}。その場合、伝達関数にはどうしても慣性力の影響が入ってくる。Kim and Stewart(2003)は、簡単なモデルを用いたパラメトリックスタディーを行い、慣性力の影響が低次の固有振動数付近に局所的な形で現れることを示している。本研究では、実建物をモデル化し、その慣性力が基礎-地盤の伝達関数に与える影響について検討する。

2. 実観測記録に基づく基礎/地盤伝達関数の算出

本研究では、建物周辺の自由地盤表面で観測された強震記録と、建物基礎レベルで観測された強震記録から伝達関数を算出した。ここでの平滑化は、バンド幅 0.6(Hz)の Parzen ウィンドウによって行った。

3. 強震観測サイト

本研究では、東北工業大学6号館で観測された強震記録を用いた。本建物は、地階の無い鉄筋コンクリート造4階建て、1969年築の典型的な学校建物である(Fig.1)。基礎構造は、先端支持型PC杭とフーチング、フーチングを連結する基礎梁からなる。杭径は30cm、杭長は8m、杭本数は101本である。地盤は、約8mの深さで $N > 50$ の固結砂岩が基礎基盤を形成する形で存在する。強震計位置は建物4階と1階、建物周辺の自由地盤に設置されている。

4. 構造物のモデル化

検討にあたっては、本建物を多自由度質点系にモデル化した。構造物のモデル化にあたっては、まず、設計図面を参照して質量と剛性を決定した。しかし、剛性については雑壁や他の非構造部材の影響もあり、その精度が保障されない。そこで、質量については、図面から算出した総質量は3389(t)となり、正しいものとし、剛性のみについて、実記録を用いてフィッティングする。具体的には、ロッキングの影響が少ない建物長手方向に着目し建物1階と4階フロアに設置された強震計で得られた記録から算出される伝達関数に最もフィットするように多自由度モデルの剛性を決定した。

5. 基礎と地盤の伝達関数に及ぼす建物による慣性力相互作用の評価

(1) 基礎/地盤の伝達関数の算定

前章で決定した上部構造物のモデルに基礎地盤系のモデルを考慮し、そこにSH波を鉛直入射した時の、基礎の応答を評価する。基礎スラブおよび杭に対する地盤ばねのモデル化は、成層地盤を一様地盤に置換し

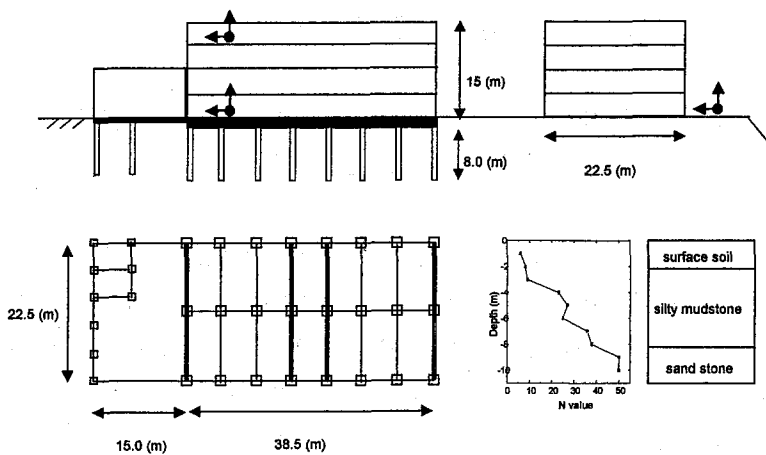


Fig.1 : 東北工業大学第6号館の構成

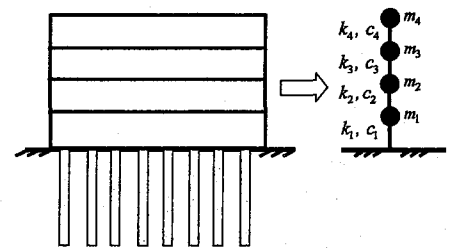


Fig.2 : 上部構造物のモデル化

たものに対して、それぞれ、[Meek&Wolf (1992), {Novak (1978), Makris (1992)}]によって、算定した。基礎の質量は設計書から算定した。本研究ではロッキングの影響は無視し、水平方向の地盤ばねのみ考慮した。

(2) 解析結果と考察

本解析モデルから推定した基礎/地盤記録の伝達関数と、実記録ベースの基礎/地盤の伝達関数をFig.3に示す。2.4Hzが建物の水平1次せん断モードで、6.4Hzが2次モードである。1-2次の固有振動数付近で、建物慣性力の影響による伝達関数の局所的な影響が見られるが、大局的な伝達関数の変動は見られない変化があり、これが建物慣性力の影響であると推定される。慣性力の影響が強く現れる周波数帯を除いた部分における伝達関数の形状は、過去の理論的な研究[Luco (1986), Veletsos (1989,1997)]の基礎/地盤の伝達関数と傾向的に一致している。

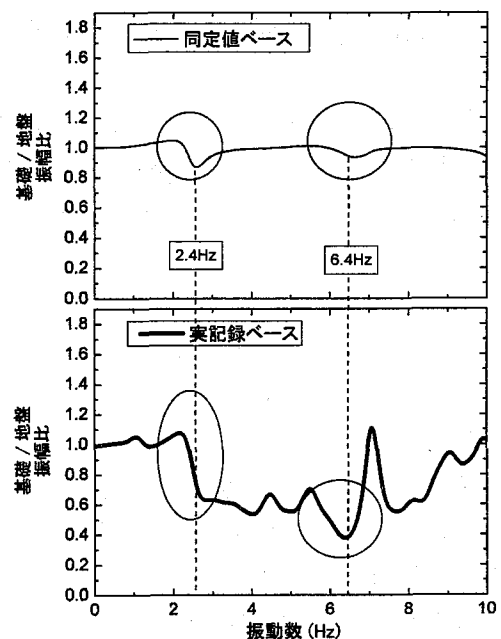


Fig.3 : 基礎/地盤の伝達関数の比較

6. まとめ

本研究では、基礎/地盤の伝達関数に含まれる建物の慣性力相互作用の影響を取り除くことを目的に、強震観測記録を用いて慣性力相互作用の影響の評価を行った。慣性力は局所的に影響を及ぼし、その影響を実記録ベースの基礎/地盤の伝達関数から差し引くと、過去の理論的な研究の伝達関数と傾向的に一致した。

参考文献

- 1) Kim S, Stewart J: Kinematic Soil-Structure Interaction from Strong Motion Recordings, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, Vol.129, No.4, pp.323-335, 2003.
- 2) Mikami A, Stewart J, Ostadan F and Crouse C: Representation of Ground Motion Incoherence for the Analysis of Kinematic Soil-Structure Interaction, The 8th National Conference on Earthquake Engineering Research Institute, Paper No.1071,2006.