

7) - 2 現行設計用地震荷重・地震動の妥当性の検討 【基盤】

Study on Validity of Current Seismic Design Force and Ground motion

(研究期間 平成 20～22 年度)

国際地震工学センター

International Institute of Seismology and Earthquake Engineering

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

小山 信

Shin Koyama

飯場正紀

Masanori Iiba

鹿島俊英

Toshihide Kashima

大川 出

Izuru Okawa

The current seismic design force and ground motion provided under building standard law is set based on the shape of normalized acceleration response spectra. These years, high level ground accelerations were recorded. The normalized acceleration response spectra of them show almost same feature as a past seismic records. The effects of surface geology on ground motion such as underground structural shape and liquefaction were studied and the new evaluation method for them was proposed.

【研究目的及び経過】

建築基準法で設計用地震荷重・地震動は、1981 年に施行された新耐震基準のせん断力係数(C0)と地盤種別毎に規定される振動特性係数(Rt 曲線)で与えられるか、2000 年の建築基準法改正で導入された工学的基盤(せん断波速度 400m/s 程度を有する地層)の解放面における標準加速度応答スペクトル(C0=1.0 と 2 種地盤 Rt 曲線の地震荷重に相当する地震動)と工学的基盤以浅の表層地盤の増幅特性を評価して与えられる。

本研究課題は、30 年前に設計用地震荷重・地震動を設定した際に用いられた実地震記録と、その後に得られた地震記録・データを比較して、現行設計用地震荷重・地震動のレベルの妥当性を検討する。さらに、表層地盤の増幅特性に与える工学的基盤傾斜や地盤液状化の影響を考慮して増幅係数の簡易評価法の見直しを行い、建築基準法の設計用地震動の合理化に活用するための知見を集積することを目的としている。

【研究内容】

本研究は、3つのサブテーマから成る。

(1)サブテーマ 1 [平成 20～22 年度]

現行設計用地震荷重、地震動と近年得られた地震記録を比較し、妥当性を検討する。

(2)サブテーマ 2 [平成 20 年度]

設計用長周期地震動の設定手法を検討する。

(3)サブテーマ 3 [平成 21、22 年度]

表層地盤の加速度増幅率 Gs に与える工学的基盤の傾斜、液状化の影響を検討する。

【研究結果】

(1)サブテーマ 1

Rt 曲線の設定根拠となった地盤スペクトル係数は、中小地震の加速度記録(179 成分)に関する減衰定数

5%の平均規準化加速度応答スペクトルを元に、大地震時の構造物の剛性低下を考慮して提案された。大地震時の C0=1.0 は、関東地震の東京での地震動を参考に、マグニチュード 8.0、震源距離 50km の第 2 種地盤での減

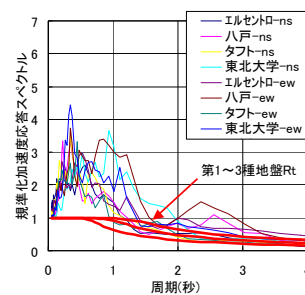


図 1 設計用地震動の規準化加速度応答スペクトル

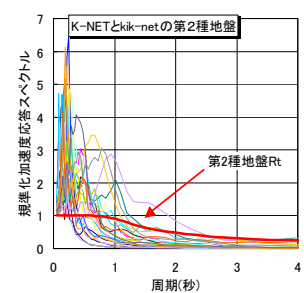
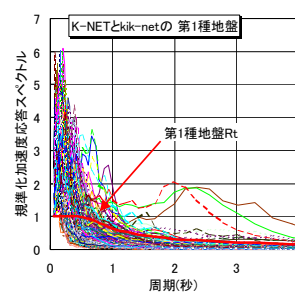


図 2 K-NET と kik-net で得られた第 1 種地盤(左)、第 2 種地盤(右)の規準化加速度応答スペクトル

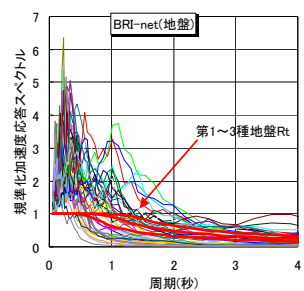
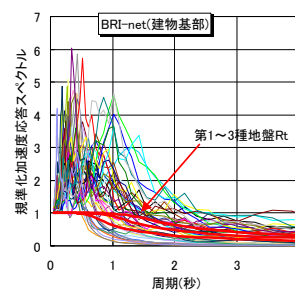


図 3 BRI-net の建物基部(左)、地盤(右)で得られた記録の規準化加速度応答スペクトル

衰 5% の加速度応答スペクトル値として定められた¹⁾。

既往の地震動記録と近年得られた大加速度記録を比較するために、超高層建築物等設計の時刻歴解析で用いられる設計用地震動記録と、K-NET²⁾、kik-net³⁾で 2011 年 2 月 28 日までに得られている 5m/s/s 以上の最大加速度を有する記録 (K-NET: 124 成分、kik-net は 74 成分)、建築研究所が有する地震観測点 (BRI-net) のうち、建物基部と近傍地盤で同時観測がなされている地点で得られた 1m/s/s 以上の最大加速度を有する記録とそれに準ずる記録に対して規準化加速度応答スペクトルを計算し、Rt 曲線と比較した。K-NET 観測点は深さ 20m までの地質データが、kik-net 観測点は工学的基盤に相当するせん断波速度 (Vs) 400m/s 以上の層までの地質データが得られている。これらの値を用いて SH 波の理論増幅特性を計算し、Vs400m/s 以上の層上面からの卓越周期、Vs400m/s 以上の層が無い場合は最大の増幅率となる周期を当該地点の地盤周期 Tg と考え、地盤種別を分類した (第 1 種地盤: 174 成分、第 2 種地盤: 24 成分、第 3 種地盤: 0 成分)。BRI-net の観測記録は、建物基部と近傍地盤の両記録の規準化加速度応答スペクトルを求めた。図 1 より、設計用地震動は第 1 種地盤の Rt 曲線を上回っているが、周期 1 秒以上で第 2 種、第 3 種地盤の Rt 曲線を下回る地震動も存在した。図 2 より、大部分の第 1 種、第 2 種地盤の規準化加速度応答スペクトルは周期 1 秒程度より長周期の範囲ではそれぞれの Rt 曲線を下回っているが、周期 1 秒程度より短周期側では Rt 曲線を上回り 6 以上に達した。図 3 より、BRI-net の建物基部と地盤の規準化加速度応答スペクトルも、周期 1 秒程度より短周期側では K-NET、kik-net と同様の特徴を示していた。また、建物基部の規準化加速度応答スペクトルは地盤のそれよりも大きくなる傾向が認められた。

(2)サブテーマ 2

近年改めて注目を集める長周期地震動について、共同研究「超高層建築物の安全対策技術に関する検討」と共同して検討を行った。気象庁、K-NET、KiK-net、などの全国的な強震観測ネットワークによるデータを用いて、統計的にみた長周期地震動特性の平均的性質を検討した。また、地震動のスペクトル特性のみならず、時刻歴特性についても同データを用いて震源および震源距離、建設サイト固有の増幅特性によって任意地点の長周期地震動を模擬作成する手法の基本的検討を行った。本テーマは、平成 21、22 年度の個別重点「長周期建築物の耐震安全性対策技術の開発」へ引き継がれた。

(3)サブテーマ 3

共同研究「地震力の入力と応答に関する基準の合理化に関する検討」と共同して、波動の条件及び地盤条件をパラメータとした 2 次元有限要素法による数値解析を行い、傾斜角 5° では傾斜の影響が小さいを確認した。傾斜角 10° についての解析結果を整理し、図 4 に示すように傾斜を考慮した増幅係数として 1 次元地盤の増幅率を短周期側へ 1 割拡幅する補正案を提案した。また、図 5 に示すように、等価線形解析 SHAKE を用いて液状化地盤の地震応答を簡便に評価する手法を提案し、その妥当性と有効性を、鉛直アレー強震記録の再現解析から実証した。

【参考文献】

- 1) 建築研究所: 総プロ「新耐震設計法の開発」研究報告、新耐震設計法 (案)、建築研究報告、No.79、1977.3.
- 2) <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>
- 3) <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>

平成 21 年度の課題名:

設計用地震荷重・地震動の設定手法に関する研究

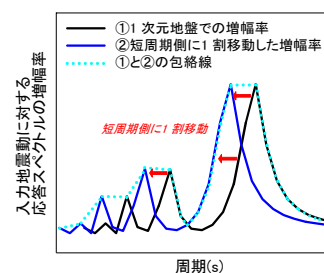


図 4 工学的基盤の傾斜を考慮した増幅係数の補正案

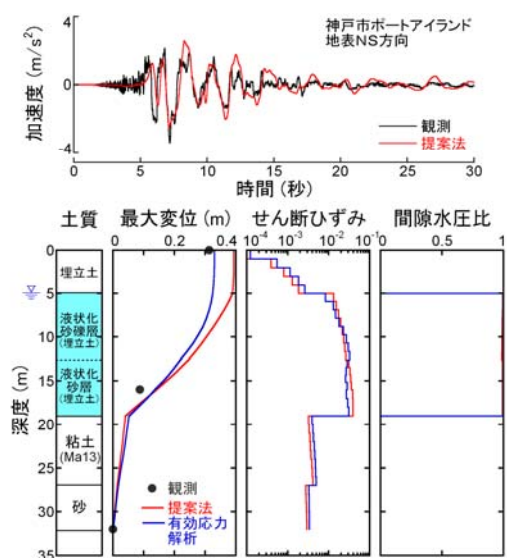


図 5 液状化地盤の鉛直アレー強震記録の再現解析