

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 15 日現在

機関番号：12608

研究種目：基礎研究 (A)

研究期間：2008 ~ 2011

課題番号：20246089

研究課題名 (和文) 激震域での地盤の超非線形応答と変状が建物・基礎に与える影響とその性能設計への反映

研究課題名 (英文) Effects of strong nonlinear ground response and failure during extreme earthquakes on soil and structure and their consideration in performance-based design

研究代表者 時松 孝次 (TOKIMATSU KOHJI)

東京工業大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：50134846

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築構造・材料

キーワード：地震、杭基礎建物、直接礎建物、地盤の非線形性、地盤性状

1. 研究計画の概要

本研究では、平成19年能登半島地震ならびに新潟県中越沖地震で提示された課題を含めて、激震域での地盤の超非線形応答と変状が建物・基礎被害に与える影響を評価するとともに、その成果を、より信頼性の高い防災対策、性能設計へ反映させることを目的とし、以下の項目を計画年度内に明らかにする。

(1) 実地盤の超非線形性状が地表で観測される地震動に与えた影響の評価

(2) 実地盤の超非線形応答と変状が木造建物と基礎の被害に与えた影響の評価

(3) 実地盤の超非線形応答と変状が非木造建物被害に与えた影響の評価

(4) 遠心模型振動実験による地盤の超非線形性状と変状が直接基礎建物に与える影響の評価

(5) 模型振動実験による地盤の超非線形応答と変状が杭基礎建物に与える影響の評価

(6) 簡便な地盤の3次元構成則とそれを組み込んだ非線形有効応力解析の開発

(7) 地盤の超非線形応答と変状が建物と基礎に与える影響を適切に評価した設計手法の提案 (8) 研究のまとめと総括

2. 研究の進捗状況

2007年能登半島地震において1m/sレベルの地震動を観測したK-NET穴水、JMA輪島の地表強震記録から表層地盤の等価せん断剛性比-有効せん断ひずみ関係の経時変化を算定した。算定結果を原位置調査で採取した試料を用いた非排水条件の繰り返し三軸試験結果と比較し、地震記録にみられる地盤の非線形性状、その木造家屋被害に与えた影響について考察した。

2007年新潟県中越沖地震において、K-NET

柏崎、柏崎市ガス水道局で観測されたスパイク状加速度の原因を究明するため、露頭基盤波を推定する方法を考案するとともに、表層地盤のボーリング、サンプリング、PS検層、得られたサンプリング試料の室内動的変形強度試験に基づいて、実地震記録の逆解析を行ない、合理的な露頭基盤波を推定するとともに、スパイク状加速度発生に要因について検討した。

直接基礎建物に対する遠心載荷実験、大型震動台実験などから、SRモデルで上部構造物の応答を再現できる地盤のS波速度は、SHAKEで得られる自由地盤の等価S波速度より小さいこと、基礎部の根入れの有無、基礎部表面の粗さによって、上部構造物の水平応答・ロッキング動が異なること、また、基礎の回転角が大きくなることで、杭の曲げひずみ分布に影響を及ぼすことを示した。さらに、液状化地盤における剛性低下が杭の水平地盤反力の低減と杭応力に与える影響を考慮するため、液状化後の地盤の損傷度を定義し、地盤のバネ剛性低減係数を評価し、提案モデルを組み込んだ簡便解析により、振動台実験における杭応力を算定し、その有効性を示した。

激震による基礎周辺部の沈下と基礎根入れ部に働く土圧を明らかにするため、砂地盤に支持され根入れを持つ直接基礎の遠心振動実験を実施した。その結果、地震時受働土圧は、最大加速度 6m/s^2 レベルで、物部岡部式と概ね整合するが、それ以下では、かなり小さいこと、振動方向の相互作用による基礎周辺部の沈下は、根入れ深さの0.4-0.5倍程度の範囲で生じること、これにより生じた基礎周辺の地盤傾斜は、

1-5-1/2 程度で、地盤密度が高い方が大きいこと、地震後の土圧は、終了時の壁面周辺の応力状態により、増加または減少することを示した。また、同様の基礎について根入れの有無を変化させた実験を行い、基礎の浮き上がりと着地に伴い、鉛直加速度が発生し、その値は、着地時の方が大きくなること、着地時の鉛直加速度は基礎の回転角に応じて大きくなることを示した。

開発中の3次元非線形有効応力解析により、乾燥地盤-杭-構造物系モデルを用いた大型振動台実験のシミュレーションを行った。解析結果は、上部構造物の有無、上部構造物の固有周期、基礎部の根入れの有無によって変化する構造物の応答、杭の応力分布の違いをある程度の精度で再現することができた。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

(1) 90%, (2) 75%, (3) 75%, (4) 80%

(5) 80%, (6) 80%, (7) 50%, (8) 50%

なお、()内は、研究計画概要欄の各項目であり計画通り進捗している。

4. 今後の研究の推進方策

平成 23 年度は最終年度のため、(1)-(6)の研究を達成させるとともに、その成果に基づいて、(7)を推進させ、(8)研究のまとめと総括を行う。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

鈴木比呂子, 時松孝次, 新井 洋, 翠川三郎 (2009): 2007 年能登半島地震における K-NET 穴水・JMA 輪島の強震記録から推定した粘性土地盤の非線形性状、日本建築学会構造系論文集、645, pp. 2003-2010

Shuji Tamura, Keisuke Adachi, Kohji Tokimatsu: CENTRIFUGE TESTS OF IMPULSIVE VERTICAL ACCELERATION GENERATED BY FOUNDATION UPLIFT DURING STRONG SHAKING, Soils and Foundations, Vol. 51, No.3.

Kota Katsumata, Kohji Tokimatsu, Hiroshi Arai : SIMULATIONS OF STRONG GROUND MOTIONS AT KASHIWAZAKI CITY DURING THE 2007 NIIGATA-KEN CHUETSU-OKI EARTHQUAKE , 5th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Paper ID: ASOTO,

January 2011, 10-13, Santiago, CHILE

Kota Katsumata, Kohji Tokimatsu, and Hiroshi Arai : SIMULATIONS OF STRONG GROUND MOTIONS RECORDED AT THREE STATIONS IN KASHIWAZAKI CITY DURING THE 2007 NIIGATA-KEN CHUETSU-OKI EARTHQUAKE, 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering March 7-8, 2011, Tokyo Institute of Technology, pp. 543-550.

Youhao Zhou, Hiroyuki Yoshida, Hiroko Suzuki, Yasushi Nukui, Kohji Tokimatsu: SIMULATION OF SOIL-PILE-STRUCTURE INTERACTION THROUGH MULTI-DIMENSIONAL SHAKING TABLE TESTS USING E-DEFENSE FACILITY, 5th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Paper ID: SOSZH, January 10-13, 2011, Santiago, CHILE

Hiroko Suzuki and Kohji Tokimatsu : EFFECTS OF SPATIAL VARIATION OF LATERALLY SPREADING GROUND ONSTRESS DISTRIBUTIONS WITHIN PILE GROUPS, 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering & 5th International Conference on Earthquake Engineering, March 3-5, 2010, Tokyo Institute of Technology, pp. 507-512.

Hiroko Suzuki and Kohji Tokimatsu : EFFECTS OF SWAY-ROCKING MOTION ON PILE STRESSES DURING LARGE SHAKING TABLE TESTS, 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering March 7-8, 2011, Tokyo Institute of Technology, pp. 327-332.

Shuji Tamura, Keisuke Adachi, Kohji Tokimatsu: CENTRIFUGE TESTS AND SIMPLE ANALYSES FOR SEISMIC SOIL-STRUCTURE INTERACTION, 5th International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, Paper No. 5.30a, 2010. 5

[学会発表] (計 20 件)

[図書] (計 1 件)

地震・津波ハザードの評価 (共著)

[産業財産権]