

基礎-地盤の地震時の動的応答解析

Dynamic Response Analysis of Soil and Foundation During Earthquake

酒向 裕司¹⁾ 山添 正稔¹⁾Yuji Sako¹⁾ and Masatoshi Yamazoe¹⁾

技術開発の背景と目的

軟弱地盤上の杭基礎建物の地震応答評価では、建物・杭・地盤を一体として考えることが重要となる。通常は建物だけの解析モデルや基礎底面に地盤を表すばねを設けたモデルを用いるが、地盤が複雑な場合や敷地の一部に地盤改良を行う場合には三次元有限要素法（以下3DFEM）を用いることが多い。地盤が液化するような軟弱な場合にも、杭周辺の地盤が大きく塑性化するため、杭と地盤の力のやりとりを正確に解析できる3DFEMが役に立つ。しかし、杭や地盤が大きく変形するときの解析の信頼性が十分確認されていなかった。一方、杭基礎建物の実際の被害では、建物自体の被害は小さかったものの杭の被害が大きかった事例が多く報告されている。このような状況を背景に、大型振動台E-ディフェンスの大型振動台を利用して、実際のRC建物とPHC杭をそのまま縮小し、入力地震動を段階的に大きくして杭が損傷に至るまで杭基礎建物の実験を実施した。さらに、この実験結果のシミュレーション解析を実施することで、3DFEMの妥当性を検証した。

技術開発の成果と活用

大地震時相当までの振動台実験について3DFEMによるシミュレーション解析を行った結果、杭と地盤が大きく塑性化するまでの荷重-変位関係を概ね模擬でき、建物に加わる水平力により杭が損傷する結果が得られた。また、建物応答は実験同様に大きく低減し、建物損傷が小さいことや、杭体が実験同様に圧壊直前の状態であることを解析により追跡できた。今後は、杭基礎建物、特に軟弱地盤や不整形性がある地盤に建つ建物に対して、大地震時や想定外地震時における杭の塑性化を表現できる3DFEMによる解析を行うことで、より詳細に耐震裕度を評価するなどの、高度な耐震設計や耐震診断に活用できる。



開発方法

解析法の妥当性を検証するために、世界でも類を見ない建物-杭-地盤系の実大規模の振動台実験を実施した。解析法としては杭が崩壊に至るまでの特性や、地盤の大変形時の塑性化状況が追跡できるように配慮した。振動台実験の結果をシミュレーションすることにより、解析プログラムの妥当性を検証した。

謝辞

振動台実験は、文部科学省委託研究「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト ②都市機能の維持・回復のための調査・研究」の一部で実施したものです。関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 山添, 楠, 酒向, 岡野, 日比野, 杉本, 河又, 柏; 建物-杭-地盤連成系を対象としたE-ディフェンス振動台実験 RC造杭基礎建物の地震応答評価 その1, AIJ構造系論文集, 2018.7.
- 山添, 酒向; 建物-杭-地盤連成系を対象とした振動台実験の3次元FEMによるシミュレーション解析, AIJ大会, 2018.9.

1) 小堀鐸二研究所 Kobori Research Complex Inc.