

軟弱地盤-基礎システムの振動数依存性が超高層ビルの地震時崩壊挙動に及ぼす

影響の解明と設計実務への応用

Effects of Frequency-Dependent Impedance Characteristics of Foundations Embedded in Soft Soils upon High-Rise Buildings during Earthquakes

プロジェクト代表者: 齊藤正人 (理工学研究科・准教授)

Masato Saitoh (Graduate School of Science and Engineering • Associate Professor)

1 はじめに

本研究代表者は、一連の研究プロジェクトにおいて地盤と基礎の動的相互作用を高精度に評価できる手法GLPM (Lumped Parameter Model with Gyromass Element)の開発とその基礎研究を進めてきた。今回のプロジェクトはこれまでのプロジェクト成果を踏まえた更なる発展研究である。具体的には、実際の高層ビルにこのGLPMを適用し、基礎と高層ビルの動的相互作用の有無ならびに近似的評価 (Voigtモデルによる評価) との比較を行い、GLPMによるモデル化の有効性と妥当性について評価を行う。高層ビルのデータは、本プロジェクトの協力大学の一つタマサート大学 (タイ) によって、バンコクに建設された複数の高層ビルの微動計測が実施されており、こうしたデータを用いて精度の高い構造物のモデル化を図ることが可能である。タイでは高層ビル建築に関する耐震設計法の確立と早期導入が検討されており、今回の研究は国内のみならず海外諸国でも注目されている。

2 本年度の実施事項

本年度は、タマサート大学と共同体制を取り、バンコクエリアに建設されている高層ビルに関して、常時微動観測データを用いた精度の高いモデル化 (地上部のストラクチャに対するモデル化) を実施している。本研究では、そうしてモデル化した高層ビルについて、1) 基礎部を完全拘束し、軟弱地盤-基礎システムと構造物との相互作用を無視した場合 (Fig.1a)、2) GLPMによる基礎部の置換を行い、振動数依存性を再現した場合 (Fig.1 b)、3) 基礎部を近似的にはばね-ダンパーシステムで置換し、近似的な相互作用を考慮した場合 (Fig.1c)、の3ケースについて検討を行った。具体的な検討事項としては、設計実務で重要な指標である固有振動数、ベースシア、変位応答である。また、設計標準との比較として、ASCE/SEI 7-05による評価値と本計算値との整合性について検討を加えた (紙面の都合により省略)。

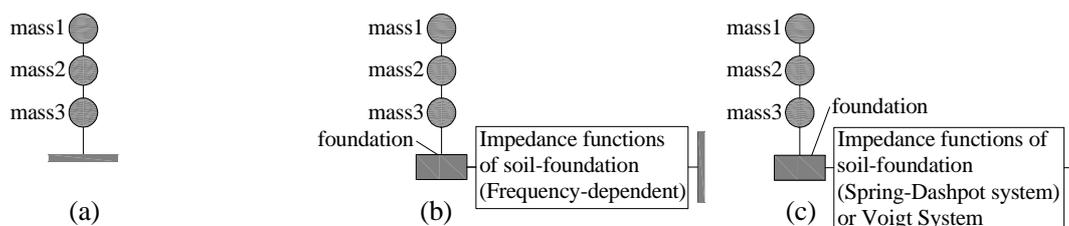
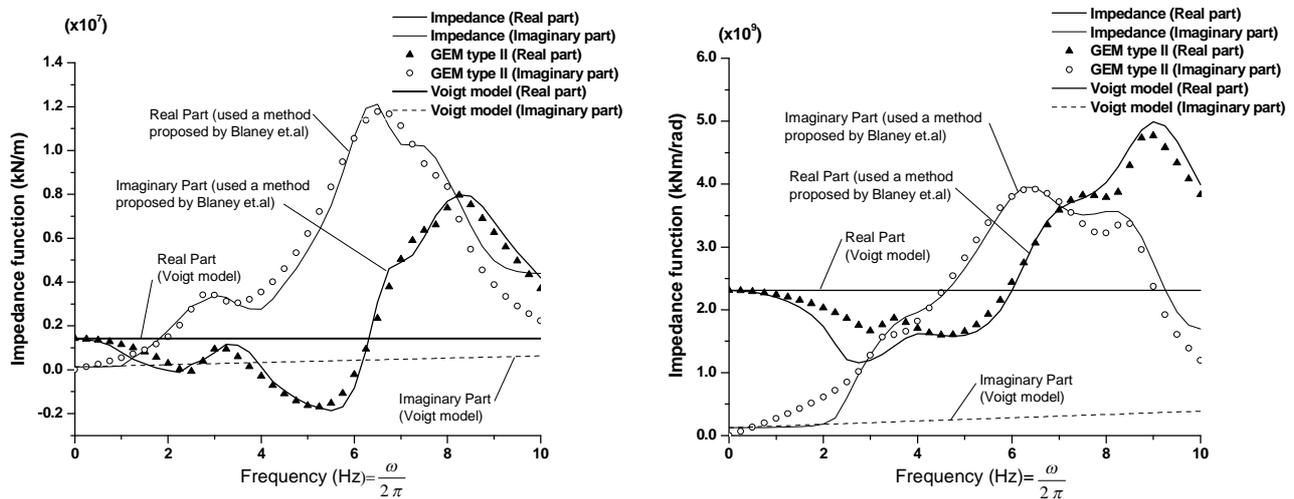


Fig. 1 (a) fixed base system, (b) SSI model, (c) a lumped mass system with Voigt system

本研究の対象物は複数に亘るが、それらの一例として14階鉄筋コンクリート建物 (28.2x24 m in plan with 51.45 m of height)の検討事例を示す。基礎は80本の群杭構造であり、3.5D (Dは杭径で0.8m) 間隔で2x2本の正方配列杭をユニットとして構成されている。杭長は全て30mであり、典型的なバンコク平野の軟弱地盤 (上層14mは低ひずみレベルでVs=74m/s) に埋設されている。地盤と杭の諸元に基づいて、Blaney et al (1976)によるFE-理論解析から杭頭インピーダンスを評価した (Fig.2)。同時に、GLPM (図中GEM Type II) によるインピーダンスとVoigt Modelによるインピーダンスを示す。これらを用いて解析した結果をTable 1にまとめた。Table 1に示すように、振動数依存性が建物の応答特性に設計上無視できない影響を及ぼすことが理解できる。



(a) Horizontal direction

(b) Rocking direction

Fig.2 Impedance functions of 80 piles simulated by using GLPM type II (by Saitoh (2007)) compares with a method proposed by Blaney et al (1976)

Table 1 Results of fundamental natural period and elastic response for the systems

Vibration modes	Model (a)	Model (b)	(b) / (a)	Model (c)	(c) / (a)
Mode 1	0.865	1.114	1.288	1.103	1.275
Mode 2	0.373	0.383	1.027	0.439	1.177
Mode 3	0.205	0.201	0.980	0.248	1.210
The averaged response of systems	Model (a)	Model (b)	(b) / (a)	Model (c)	(c) / (a)
Base Shear Force (kN)	4400	3914	0.890	4458	1.013
Roof displacement (m)	0.013	0.015	1.154	0.016	1.231
Base displacement (m)	-	0.003	-	0.003	-
Roof acceleration (m/s ²)	0.607	0.503	0.829	0.561	0.924

Note: Model(a) = Fixed base system, Model(b) = SSI model with GEM, Model(c) = SSI model with voigt model

3 平成22年度以降の実施について

本GLPMは国際的に著名 Professor Pecker らの複数の論文に引用されており、基礎 - 地盤系の非線形性を考慮した新しいGLPMへの発展が大いに期待されている。平成22年度以降はモデルの新しい展開を進める予定である。

4 発表論文

Pongsathon, C., Nakhorn P., M. Saitoh: Soil-Structure Interaction Effects on Elastic Response of Buildings in Bangkok by Frequency-Dependent Impedance Foundation, ISEEE, pp.40-45, 2009. (本論文はISEEEによる審査により採択され、International Journal として出版予定2010)