

# 上部構造・基礎構造一体解析による耐震性能評価

Estimation of Earthquake-proof Capacity by Push-over Analysis on Building-pile-soil System



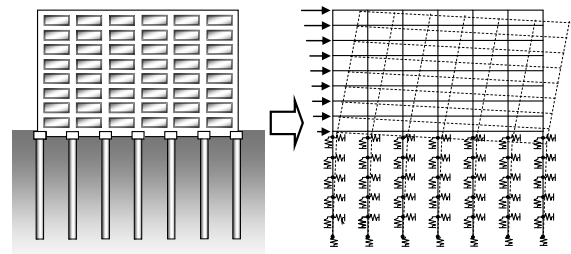
根本 恒 Hisashi NEMOTO \*1

## 研究の目的

建築物の構造設計において、大地震時における建築物の耐震性能を評価することは重要な項目の一つである。しかし、多くの場合は上部構造が対象で、基礎構造はいわゆる二次設計が建築基準法上義務づけられていないこともあり、殆ど行われていない。ここで、杭基礎を有する建築物を対象として、上部構造と杭・地盤を一体としたモデル（一体モデルと称す）に静的非線形漸増載荷解析法を適用（一体解析と称す）することで、杭基礎も含めた建築物の耐震性能評価が比較的簡易に行え、構造設計者にとって杭も含めた建築物全体の耐震性能が身近な存在になると考えている。一体解析の妥当性の検証、解析結果の精度の向上および普及を目的とした活動を続けているが、ここでは杭体と地盤のモデル化方法およびモデル解析と基礎の耐震診断例を報告し、一体解析の普及を推進する一助としたい。

## 研究の概要

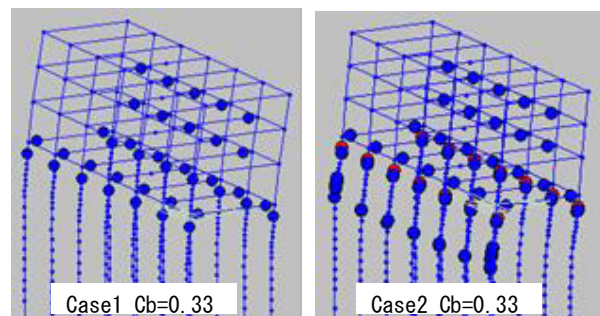
一体解析の基本的な考え方は、一般的に行われている上部構造の静的非線形漸増載荷解析に杭基礎および地盤を付加して同様の解析を行うことである。図に一体モデルの模式図を示す。解析には既存の一貫構造設計プログラムや汎用の応力解析プログラムを利用する。モデル化においては、上部構造の部材（柱、梁、耐震壁、基礎梁等）の諸定数（部材初期剛性やその剛性低下率等）に特別な配慮は必要なく、一般的な部材の非線形特性を持たせることで対応できる。杭部材は断面性能に非線形性を持たせることがポイントである。杭に付く地盤ばねはすべて地盤の塑性化を考慮する。杭、地盤ともに非線形モデルは一般的ではないものの、既往の知見で算定される非線形ばねを設定することで対応できる。



一体解析の適用事例として、鉄骨造3階建て、短辺方向1スパン（9 m）・長辺方向6スパン（5 m×6 = 30 m）、杭はPHC杭A種・建物四隅がφ350mmそれ以外がφ450mm、地盤は地表から-3.75mが埋土・～-11.05mが礫混り砂質土・～-19.0mがシルト質粘土・～-28mが砂・粘性土・礫の互層で支持層は細砂を設定した。第2層が液状化の可能性が高い土質なので、解析ケースとして原地盤の物性で評価した水平地盤ばね（Case1）と第2層が液状化するとして水平地盤反力係数と塑性水平地盤反力を低減（液状化地盤における補正係数β=0.12）した水平地盤ばね（Case2）の2ケースを設定して一体解析を行い、基礎構造を含めた建物の終局状態の把握、および基礎構造の耐震診断への適用を試みた。

## 結論

図にCb=0.33におけるヒンジ発生状態を示す。青丸が第1折れ点、赤丸（図では青丸に隠れて一部しか見えない）が第2折れ点を越えた状態を示す。上部構造3階および2階床梁が降伏モーメントに達しているのはCase1, Case2共通の状態であるが、杭のヒンジは両者で異なっている。すなわち、Case1では圧縮側、引張側すべての杭の杭頭部が降伏モーメントを超えた状態であるのに対して、Case2はすべての杭頭部が終局モーメントに達しているのに加え、引張側の杭で地中部にもヒンジが生じている。これらの結果を基に基礎構造の耐震診断を行うと表のように評価できる。このように、一体解析を用いると上部構造の状態変化と比較しながら杭や地盤の崩壊の様子を推察することができる。今後、データ入力の省力化等の解析ツールの整備が図られ、一体解析が有用な解析手法として展開されることで、基礎を含めた建築物の耐震性能評価が身近なものになると考えている。



Case1 (原地盤)	杭圧縮側	Cb=0.33で全ての杭頭部がMyを超えた	地震後の空間確保が確認できる
	杭引張側	Cb=0.33で全ての杭頭部がMyを超えた	
Case2 (液状化地盤)	杭圧縮側	Cb=0.33で全ての杭頭部がMuに達した	地震後の空間確保が確認できない
	杭引張側	Cb=0.33で全ての杭頭部がMuに達した、全ての杭の地中部がMyを超えた	

\*1 建築研究第二部