

# 建物基礎の耐震性評価手法の開発

集約杭モデルを用いた地盤～基礎～建物の動的連成解析による基礎の耐震性評価システム

## Development of Seismic Evaluation Method of Building Foundations

Dynamic Interactive Analysis of Soil-Foundation-Buildings Using Aggregated Pile Model

(土木建築部 建築G)

通常、地震時に地盤と基礎と建物が相互に与える影響を考慮した解析(動的連成解析)には、多種の解析を必要とし煩雑な作業が必要になる。本研究では、基礎の耐震性評価から補強検討までを一連で実施できる耐震性評価システムを構築した。このシステムでは、地盤の液状化の影響も考慮した比較的精度の高い動的解析をすることができる。

(Architectural Engineering Section, Civil and Architectural Engineering Department)

Usually, an interactive analysis of soil-foundation-buildings is a combination of different analysis. So, we have developed a general seismic evaluation system for the seismic response and preliminary evaluation method of seismic strengthening measures. It's possible to do a highly precise analysis, which considered the influence of foundation liquefaction by using this system.

### 1 背景・目的

近年の地震被害報告(兵庫県南部地震(平成7年)等)では、上部構造の他、基礎構造の被害に起因したと思われる建物被害事例も多く示されており、要因として液状化等の地盤被害が指摘されている。これまでの研究において、地盤や基礎を対象とした様々な解析手法が提案されているが、実際に基礎の耐震評価を行うにあたっては、種々ある解析手法の選定や各解析間でのデータのやりとり等に専門的な知識が必要とされる。そのため、これらの解析を効率的に行うことができる基礎構造の耐震性能評価手法の構築が望まれている状況にある。

本研究では、ボーリング柱状図や杭本数などの一般的な建物基礎データを用いることを前提に、既往の解析手法を適切に組合せることで基礎の耐震性評価(地盤の液状化検討、地盤-基礎-建物の動的連成解析)から補強検討を一連で実施することができる評価システム

の開発を行った。本システムでは、地盤液状化の影響や基礎-地盤間の動的相互作用を考慮した比較的精度の高い解析が可能である。

### 2 耐震性評価システムの概要

#### (1) 評価の流れ

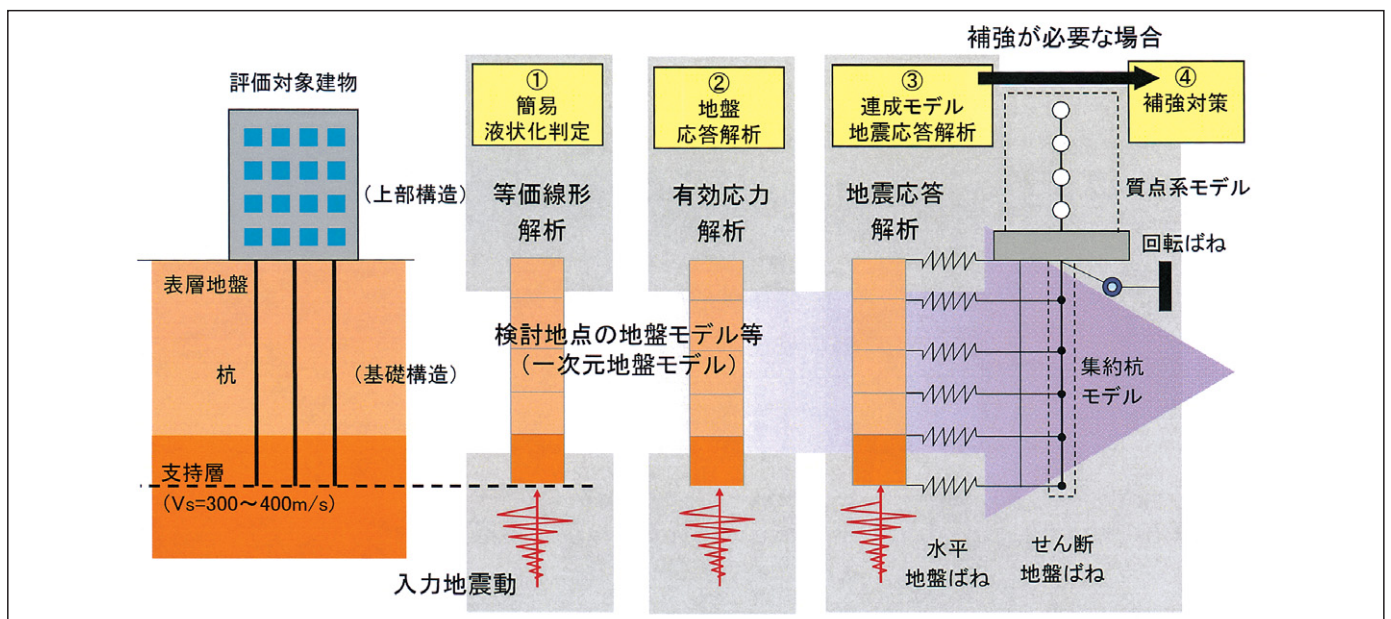
本システムによる評価は、以下の①～④の順で実施する(第1図参照)。

##### ①簡易液状化判定

ボーリング柱状図等から求まる検討地点の地盤データ(土質区分、層厚、N値等)と入力地震動により、等価線形解析を実施し、最大応答せん断応力を求め、これを用いた簡易液状化判定( $F_L$ 値による判定)を実施する。

##### ②地盤応答解析

簡易液状化判定の結果、液状化層がある場合、対象地盤の有効応力解析(逐次非線形解析)を行い、各地層における過剰間隙水圧を求め、液状化の詳細評価を行う。

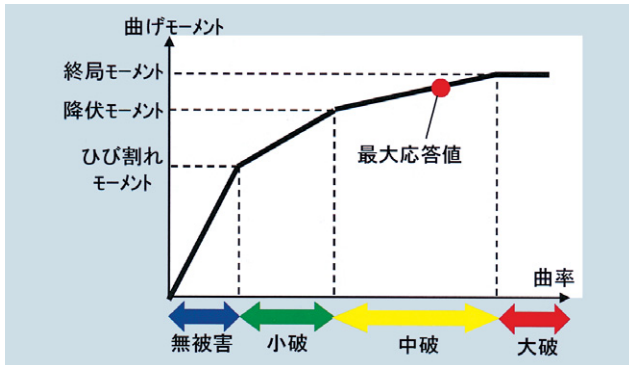


第1図 耐震性評価の流れ

③ 連成モデルによる地震応答解析

地盤－杭－建物連成系の地震応答解析を実施する。地盤は一次元地盤モデル、杭は群杭効果を考慮して1本に集約した非線形梁モデル、建物は線形多質点系モデル、杭－地盤間の相互作用効果を水平地盤ばね・せん断地盤ばね・回転ばねでモデル化する。

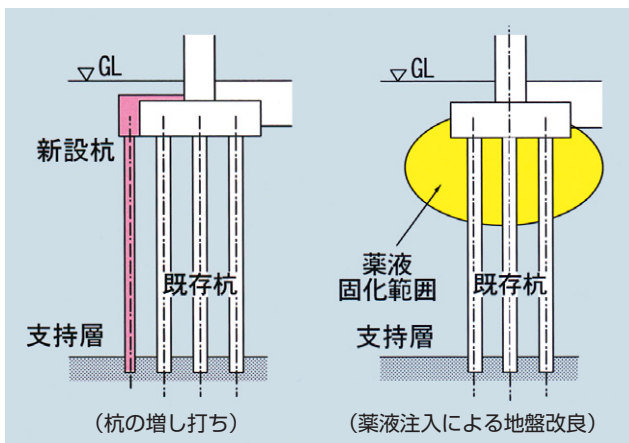
解析結果から、基礎の損傷判定(無被害～大破)を行い、補強の必要性を評価する(直接基礎の場合は沈下量より評価)。第2図に示すRC杭の場合では、損傷程度は中破と判定されるため、補強は不要と判断される。



第2図 杭の損傷判定(RC杭の場合)

④ 補強対策の検討

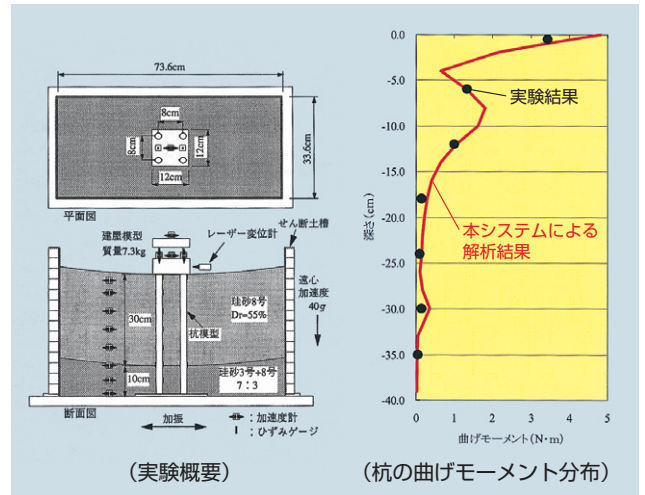
地震応答解析の結果、補強が必要と判定(大破以上)された場合は、第3図に示すような、一般的な建物基礎の補強方法(杭の増し打ち、地盤改良(深層混合処理、薬液注入)、永久アンカー)による補強対策の検討を実施する。検討にあたっては、補強前の評価結果と各工法による補強後の評価結果を比較表示することを可能とした。



第3図 基礎の補強方法例

(2) 評価手法の妥当性の検証

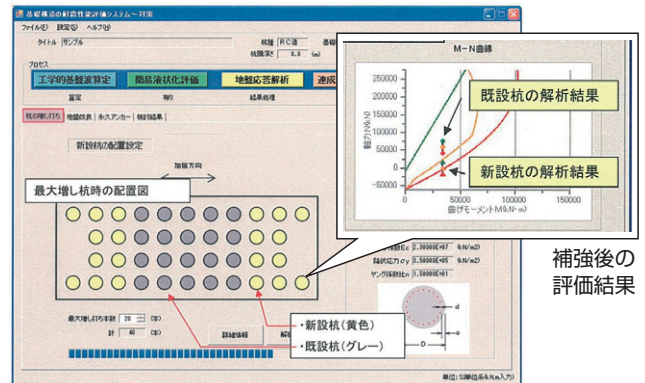
本評価手法の妥当性確認のため、既往模型実験データ<sup>(1)</sup>との応答比較(第4図参照)を実施し、概ね一致していることが確認された。加えて、実被害事例(兵庫県南部地震)との応答比較、三次元有限要素法解析結果との応答比較も実施し、いずれも概ね一致していることが確認された。



第4図 既往模型実験との比較

(3) 建物基礎耐震性能評価プログラムの構築

上記手法を組み込んだプログラムを構築し、パソコン上で簡易に一連の評価を実施することが可能となった。



第5図 パソコン上での画面

3 効果

本評価システムの適用により、評価に要する時間・コストを大幅に効率化しながらも、高い精度を確保した基礎の耐震性能評価を簡易に行うことが可能になった。また、変圧器基礎など建物以外の基礎への応用も十分に可能である。

4 今後の展開

本システムの主要用途は、大規模地震等により基礎被害が想定される当社建物に対する耐震性評価であり、今年度以降、計画的に実施する予定である。

また、本システムを社内でも広く公開することで、更なる展開を目指す。その際には、個々のニーズに即した解析精度への対応が課題と考えられる。

【参考文献】

- (1) 「乾式キャスク貯蔵建屋基礎構造の設計に関する技術指針 JEAG4616-2003」(社)日本電気協会



執筆者／中村祥保