

土木学会・地震工学委員会  
「地盤・構造物の非線形地震応答解析法  
の妥当性確認/検証方法  
の体系化に関する研究小委員会」WG3

SWG3-1 橋脚－基礎－地盤系

SWG3-2 地中構造物－地盤系

1

## WG3の論点

- ①地盤－構造連成問題について、初期構造モデル、非線形モデルに関してどれだけ解析が表現できるか
- ②新しい解析手法の活用に向けたロードマップ：解析手法の予測性能（従来の設計に対する指標（安全係数））を示す
- ③地盤調査のインセンティブ：信頼性の向上を明示したい
- ④被害モードの再現性：実験の再現性は必要条件，十分条件として実スケールになったときの再現性を評価する
- ⑤不確かさの定量化：Validationとして地盤条件等の実験モデルを設定する時のばらつきと，実験値に対する予測性能の幅を評価する

2

## 評価指標設定における観点の整理

- ・実現象のうち重視して抽出している物理現象があり、その物理現象について数値解析でモデル化しているので、評価に必要な物理現象は何かという観点が重要である。
- ・分野毎に設計思想が異なり、必ずしも解析に対して実現象の応答の再現を要求していない。言い換えれば、設計で想定されている応答が表現できるモデルが要求されている。
- ・例えばコンクリート標準示方書では、部材の曲げ耐力の実験と解析の差を安全係数としている。このような事例の蓄積が重要である。
- ・「再現性」は誤差を含んだ「評価指標」を評価・確認することとなる。
- ・設計ベースでは構造物の特性や評価したい状態により「評価指標」は異なるが、現状で実務者が合意できる観点から整理する。

3

## 事例評価結果の整理(1)

### ・評価値（応答値）

	地盤	構造物	部材
応答値	(1) 加速度・変位の時刻歴波形 (2) 加速度・変位の最大値（分布） (3) 残留変位 (4) せん断ひずみ分布 (5) 過剰間隙水圧（時刻歴・地中分布） (6) せん断応力度－せん断ひずみ履歴	(1) 加速度・変位の時刻歴波形 (2) 加速度・変位の最大値（分布） (3) 水平荷重－水平変位関係（履歴形状） (4) 曲げモーメント－中心位置回転角関係（履歴形状） (5) 残留変位 (6) 土圧（地盤反力度）分布	(1) 曲げモーメント分布・せん断力分布・軸力分布 (2) 曲率分布 (3) 残留変位 (4) 要素応答（ひずみ・ひび割れ・圧壊）

4

## 事例評価結果の整理(2)

### ・ 検証の方法

	地盤	構造物	部材
検証の方法	(1) 変形モード (2) 応答時刻歴：概周期と振幅の近似 (3) 深度方向分布：分布形状と値の近似 (4) せん断応力度－せん断ひずみ関係：履歴形状の近似 (5) 液状化範囲	(1) 変形モード (2) 応答時刻歴：概周期と振幅の近似 (3) 深度方向分布：分布形状と値の近似 (4) 鉛直変位－回転角関係の近似 (5) 曲げモーメント－回転角関係の近似 (6) 残留変位の再現性 (7) 土圧（地盤反力度）：分布と値の近似	(1) 応答曲げモーメントと全塑性曲げモーメントの関係 (2) 塑性率に対する履歴吸収エネルギーの変化の傾向 (3) 損傷箇所と損傷状況の近似（軸方向鉄筋ひずみ分布の近似） (4) 曲率分布 (5) 残留変位 (6) 要素応答（ひずみ・ひび割れ・圧壊） (7) 破壊順序の適合性

5

## 事例評価結果の整理(3)

### ・ 設計的観点からの必要精度（検討者の感覚的な評価）

	地盤	構造物	部材
精度	(1) レベル2地震動 地盤の最大変位が実験値 $\pm 25\%$ 以内 (2) 液状化 液状化範囲がほぼ一致すること	(1) レベル2地震動に対する変形性能評価として：構造物・基礎の最大変位が実験値 $\pm 25\%$ 以内 (2) 水平力－水平変位の形状と最大耐力および最大変位が近似 (3) 地中構造物：作用土圧と応答変位（層間変形角） $\pm 20\%$	(1) 水平力－水平変位の形状と最大耐力および最大変位が近似 (2) RC杭：耐力評価の場合20%塑性率（M- $\phi$ 関係）での評価はばらつきが大きい（照査基準 $\mu < 4$ の場合2～2.5程度） (3) 変形角：挙動が急変しないこと
注記	限界状態や照査指標の設定により、要求精度は異なる。		

6

# ガイドライン

- ・本委員会は実験データがあり、Validationとして地盤条件等の実験モデルを設定する時のばらつきと、実験値に対する予測性能の幅を評価・提示する。
- ・設計指標となる応答値の信頼性を確保するため、前提となるモデルの妥当性を担保するチェックポイントをまとめる。
- ・必要精度：設計上の必要精度（設計対象毎に応じて許容される誤差）は、対象となる現象毎に異なる（設計とのマッチング）が、その考え方についての個人差も整理対象（技術者毎の個人差は認識論的不確実さ）とする。
- ・地盤～構造物系の初期モデルの妥当性、モデルの予測精度、モデル全体系の応答の妥当性確認等について事例を作る。