

地盤力学における 数値シミュレーション の現状と課題

名古屋大学大学院工学研究科
社会基盤工学専攻
野田 利弘

(1) 土質材料の特徴

自然材料であるがゆえに

- ・現場ごとに土が異なる
- ・極めて複雑な挙動
- ・不均質、非一様
- ・初期条件も境界条件も十分分からない

したがって、研究はやってもやってもきりがない！？

**このような土質材料に対して、地盤力学では
どのような解析(数値シミュレーション)を行ってきたか？**

ただし、粒状体アプローチに関する話は・・・前田先生

(2) 地盤力学の解析(数値シミュレーション)

これまでは、もっぱら、

設計・・・破壊と変形は別々に扱う。

予測・・・(T. W. Lambe, 1973)

Class-A: 事前の地盤情報のみによる予測解析

Class-B: 施工中の情報をもとに以後の予測を行う解析
(動態観測手法)

Class-C: 施工後の情報をもとに行う解析

これに対し、近年、

**変形～破壊までの一貫解析などの進展
現象解明(数値実験)、LCCの解析などに適用**

(3) 土質力学「体系」の現状

**地盤力学(土質力学)は、
極端に専門化・細分化しているのではないか！？**

学問の進歩には、
専門化・細分化はつきものだが、
行き過ぎると弊害がある。

このため、
**地盤工学に本来必要とされている諸問題にも
十分対応できていないのではないか？**

行き過ぎた細分化の例を次に示す

(3) 土質力学「体系」の現状

教科書編

1947年のTaylorの教科書以降、目次立てはほとんど変わっていない。つまり、

透水・・・Laplace(楕円型)

圧密・・・熱伝導(放物型)

破壊・・・剛塑性つり合い(双曲型)

お互いに参照することなく、

問題対蹠的、別々の理論の「寄せ集め」!?

動力学は現れてこない。

静力学と動力学は別々に発展

(3) 土質力学「体系」の現状

研究現場その1～構成式編

砂の力学と粘土の力学は別々

(a)砂の力学・・・

- ・ゆるい砂と密な砂の挙動は、別々の構成式または別々の材料定数で説明
- ・ゆるい砂の液化化は説明できても、締固めはできないし、排水時のせん断挙動もできない
- ・液化化後の圧密沈下はできなくてもよい

(b)粘土の力学・・・

- ・正規圧密人工粘土にしか使えない構成式を自然堆積粘土の圧密解析に使用する
- ・粘土の「2次圧密」は、はじめから(時間依存性を仕組んだ)粘塑性モデルで説明するから、与えられた粘土が2次圧密するかどうかは視野の外

(c)中間土の力学・・・

- ・無数の構成式を作る訳にも行かず手付かず

(3)土質力学「体系」の現状

研究現場その2～地盤解析・シミュレーション編

「専用プログラム」による解析がほとんど

- 「素焼きの中の水の流れ専用」・・・変形しない
- 「圧密変形専用」・・・支持力はできない
- 「粘土地盤支持力専用」・・・進行性破壊は「今後の課題」
- 「液状化専用」・・・粘土はできない
- 「静的専用」、「動的専用」etc, etc.

専用プログラム・・・

地盤に何が発生するかを教えない。
予期した現象しか現れない。

(4)克服されつつある状況

広範な土質材料を対象にして、
静的・動的を問わず、
変形も破壊も扱えるようになってきている。

・・・地盤に何が発生するかを教える。
予期しない現象も現れる。

予想される荷重に対して、
(予想もされない)問題点抽出
地盤改良強化技術の開発・検討も可能

名大地盤研の計算事例をいくつか示します。

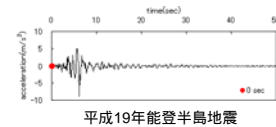
(4)克服されつつある状況(計算事例)

地震後によく起こる粘性土盛土の崩壊

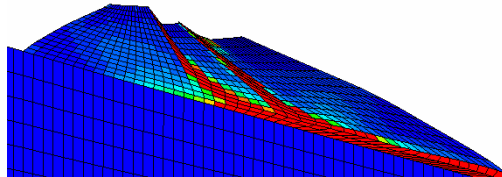
継続時間の短い地震

変形から破壊：傾斜地盤上の
盛土崩壊は地震後に発生！！

▶ せん断ひずみ分布



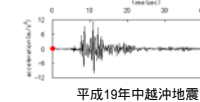
平成19年能登半島地震



盛土部約50mを拡大(実際の計算幅は1km)

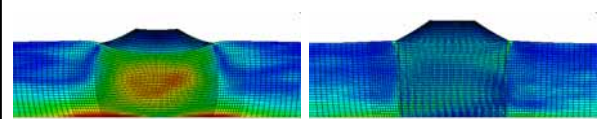
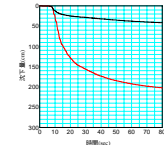
(4)克服されつつある状況(計算事例)

地盤強化技術の開発・有効性の検証



平成19年中越沖地震

▶ せん断ひずみ



中間土からなる埋立人工地盤の改良

SCPはきわめて有効！！

(5)鋭意努力されている・取り組むべき研究課題

各種限界の克服

- ・多相系の連成理論・解析(構成式発展を含む)
(不飽和・相変化・熱移動・化学連成の問題)
越流破堤、侵食・パイピング
メタンハイドレード
塩害、土壤汚染、etc.
- ・構造、水との相互作用問題

計算技術高度化・開発

- ・三次元問題のための高速化、大容量化
- ・メッシュフリ-法、SPH法などの開発・適用

(5)鋭意努力されている・取り組むべき研究課題

地震学等、理学系学問分野への情報発信、交流

変動地形学・応用地質学

自然堆積地盤・・・成層をなす複雑な「構造物」
人工埋立地盤・・・これも自然材料

だが、他から与えられる、又は推定するもの

コロイド状態からの土の堆積過程、
加減圧過程などの力学的操作により、
計算機の中に「地盤」を作成、褶曲の実現

地震学

地震外力も、他から与えられる
せん断帯(断層等)発生に伴う波動伝播過程