

# 第4小委員会

(小委員会テーマ：数値解析)

## 小項目テーマ：4-1 土の構成式

### 作成者

幹事委員：山川優樹（東北大学）

幹事委員：若井明彦（群馬大学）

委員：橘伸也（埼玉大学）

委員：大野進太郎（鹿島建設）

委員：中井健太郎（名古屋大学）

委員：山田正太郎（名古屋大学）

委員：肥後陽介（京都大学）

委員：岡安崇史（九州大学）

委員：京川裕之（東京大学）

委員：金子賢治（八戸工業大学）

委員：石井武司（中央大学）

# 地盤工学における数値解析のアカデミックロードマップ 4-1: 土の構成式

土質試験による要素物性の究明

構成式の開発・拡張

より多様な現象を厳密に再現

統合・汎用化  
単純化・機能特化

万能型モデル？  
専用型モデル？

構成式の複雑化  
入力パラメータの増加  
トレードオフ？

有限要素法の誕生

数値解析による地盤の変形・破壊の予測評価  
コンピューターの急速な進歩と普及

構成式の工学的活用・ユーザー拡大  
～数値解析のコア技術として～

発展へのキーワード：

- 不確実性, 不均質性
- 実務との親和性
- 異種モデルとの連成
- 入力パラメータの精度・信頼性確保
- 現象再現性能と適用範囲の定量的明示
- 力学以外のフィジックスを記述する構成式

弾性力学

弾性(等方性・異方性), 歪弾性, 超弾性, 粘弾性, ...

材料非線形性の記述戦略

積分系(応力～ひずみ径路を定義)のモデル群

単調载荷 双曲線近似(Duncan-Changモデル等)

繰返し载荷 Masing則とその改良, Ramberg-Osgoodモデル  
Hardin-Drnevichモデル, 一般化双曲線モデル, UW (Wakai-Ugai) モデル

異種モデル間の連携

弾塑性構成式

粘塑性 Perzynaモデル等

歪塑性

塑性力学の源流  
(18世紀後半～)

繰返し塑性

下負荷面モデル, 境界面モデル  
多面/二面/無数面/単面モデル

液状化・サイクリックモビリティ

弾塑性力学の数理体系が確立  
(1950年代)

Cam-clayモデル

過圧密土

下負荷面モデル, 境界面モデル

不飽和土

構造を有する土  
SYS Cam-clayモデル

地盤材料への適用

Mohr-Coulombモデル  
Drucker-Pragerモデル

異方性

関口・太田モデル

三主応力の影響

松岡・中井規準, 修正応力

土の微視的構造の観察に基づく巨視的挙動の記述  
(粒子の集合体として)

弾塑性構成式との連携・相互補完

集合体としての巨視的挙動の記述

均質化法, 数値的マルチスケールモデリング

物理モデルによる実験  
理論解析

配位数  
グラフ理論

ファブリックテンソル

微視構造モデル

数値解析, 数値実験

粒子運動の観察

粒子運動の直接記述

1960

1970

1980

1990

2000

2010

2060

現在

未来