

二次圧密による擬似過圧密効果を考慮した弾・粘塑性構成モデルの開発

平田 昌史*1・飯塚 敦*2・太田 秀樹*3

Development of the Elasto-Viscoplastic Model in Consideration of the Pc-Effect by Secondary Consolidation

Masafumi HIRATA, Atsushi IIZUKA, Hideki OHTA

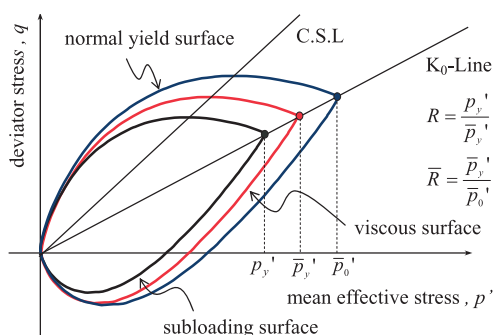


図-1 提案する弾・粘塑性構成モデルの概念図

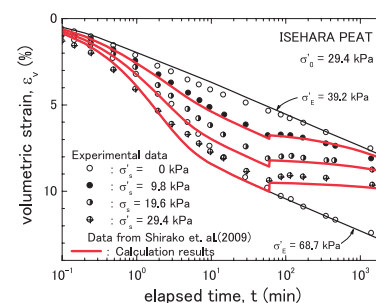
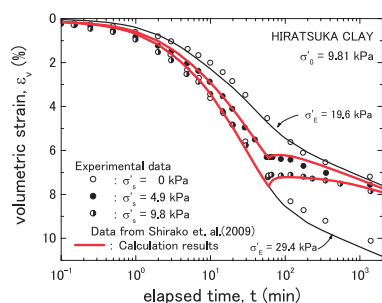


図-2 拡張型の弾・粘塑性構成モデルを用いた解析事例

研究の目的

粘土は、二次圧密やクリープ、ひずみ速度依存性といった時間依存性挙動を顕著に示す材料であり、このような粘土の挙動を表現するため、これまで数多くの時間依存性構成モデルが提案されている。これらの構成モデルの多くは、塑性や粘性による非可逆変形を統一して評価する弾・粘塑性構成モデルであり、主に超過応力型モデルや流動曲面型モデルに代表される。本研究で対象とした Sekiguchi and Ohta (1977) による弾・粘塑性構成モデルは、時間経過に伴い降伏曲面が変化する流動曲面型モデルであり、クリープや応力緩和、ひずみ速度依存性といった時間依存性挙動の他に、ダイレイタンス特性や強度異方性等も統一的に表現できるため、現在でも地盤の変形解析において広く用いられている。しかしながら、Sekiguchi and Ohta が提案するこの従来型の弾・粘塑性構成モデルでは、塑性論とは異質な特性を持つ粘塑性論を基本としているため、Bjerrum (1967) が提唱する先行効果（時間経過に伴う擬似的な過圧密挙動）を定量的に評価することができない。

技術の説明

本研究では、飯塚・太田 (1999) による“塑性論の粘塑性論”を基に、時間依存性を正規降伏曲面と相似の粘性曲面で表すことで、擬似過圧密効果を定量的に評価可能な拡張型の弾・粘塑性構成モデルを提案した。また、提案する拡張型の弾・粘塑性構成モデルを土/水連成有限要素解析プログラム“DACSTAR”に実装した。

主な結論

- 提案する拡張型の弾・粘塑性構成モデルが、過圧密状態における時間依存性挙動（せん断速度依存性、クリープ挙動、リラクゼーション挙動）や、二次圧密による擬似過圧密効果（先行効果）を統一的かつ連続的に表現可能であることを、要素シミュレーションによる検証結果から確認した。また、既往の室内試験の再現シミュレーションを実施し、提案する拡張型の弾・粘塑性構成モデルが粘土のみならず、泥炭や軟岩の時間依存性挙動に対して有効であることも確認した。
- 提案する拡張型の弾・粘塑性構成モデルは、連続的な負荷・除荷を伴う時間依存性効果を表現できるため、プレロード工法等による複雑な履歴を受ける軟弱地盤の長期沈下予測に効果的であると考えられる。また、本構成モデルに時間経過に伴う骨格構造の変化（セメンテーション効果等）も考慮すれば、粘土が軟岩へと変化する超長期的な地盤形成シミュレーションへの適用も期待できる。

*1 本店 技術研究所 基盤技術研究グループ
*2 神戸大学 自然科学系先端融合研究環 教授

*3 中央大学 研究開発機構 教授