

複合負荷弾塑性構成式による液状化強度試験のシミュレーション

液状化強度試験
サイクリックモビリティ
複合負荷弾塑性構成式

名古屋大学 特別会員 ○石井博将
名古屋大学 国際会員 山田正太郎 中野正樹 野田利弘
地震予知総合研究振興会 国際会員 浅岡 顕
名古屋大学 非会員 伊藤暢起

1. はじめに

名古屋大学地盤工学研究グループでは、SYS Cam-clay model と非関連 Drucker Prager model が複合的な負荷状態を呈し得る複合負荷弾塑性構成式¹⁾を提案している。この度、同構成式に誘導異方性を導入し、高度化を図った。高度化した構成式の表現能力を検証するために、豊浦砂を用いた液状化強度試験を実施した上で、要素レベルでそれらのシミュレーションを行った。以下ではその結果について報告する。

2. 豊浦砂の液状化試験

液状化強度試験には、三軸試験装置を用いた。豊浦砂

($e_{max}=0.985$, $e_{min}=0.639$) を用い、直径 5cm、高さ 10cm の円柱供試体を空中落下法にて作成した。目標相対密度を 60%と 76%に設定し、それぞれ応力振幅を 4 通りに変化させた。応力制御にて、周期 0.03Hz の正弦波を与えた。

図 1 と 2 に各目標相対密度に対する試験結果を示す。同一振幅であれば、相対密度が大きいくほど液状化しにくく、液状化後のひずみの伸展幅が小さい。また、いずれの相対密度でも、応力振幅が大きくなるほど、少ない回数で液状化に至っている。このようにごく自然な試験結果が得られた。

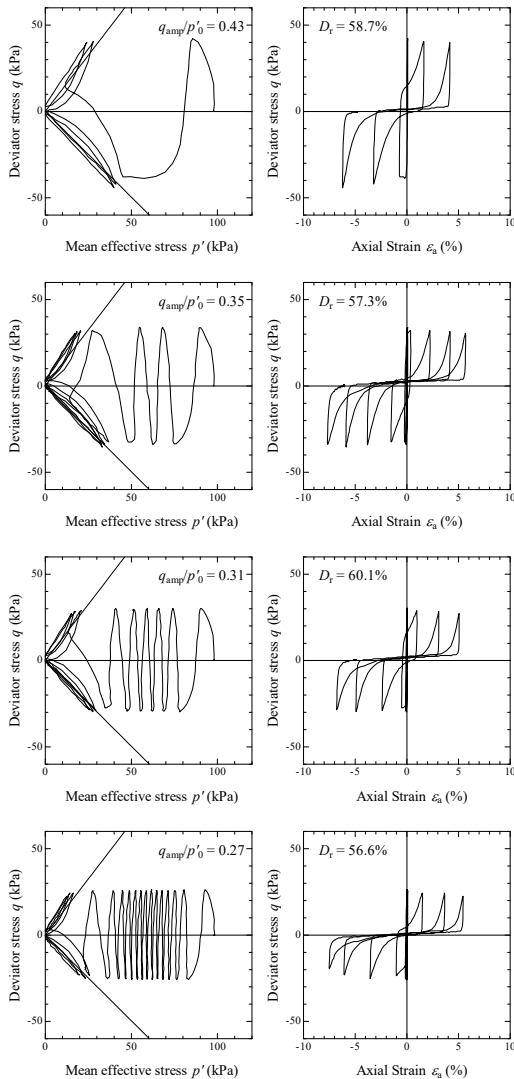


図 1 液状化試験結果 (目標相対密度 60%)

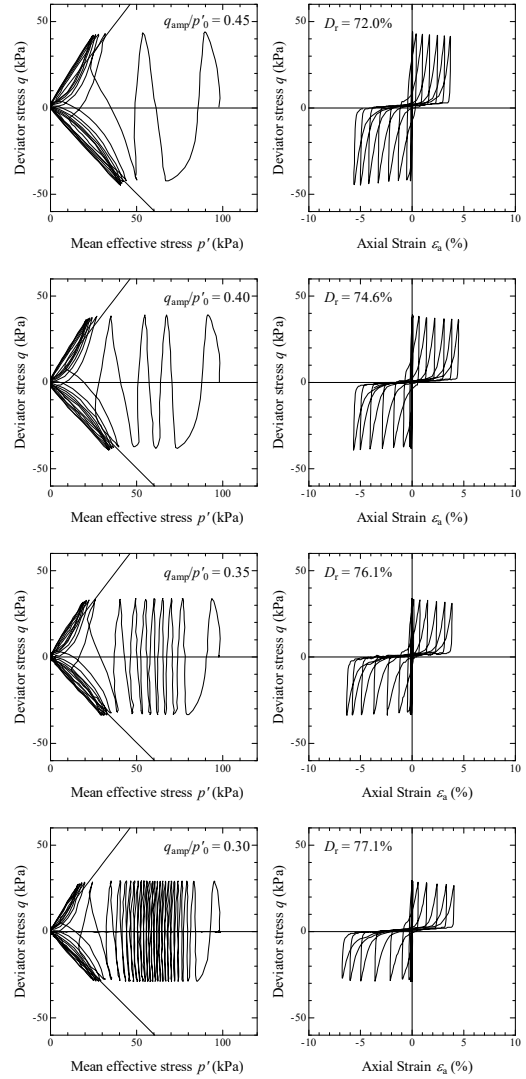


図 2 液状化試験結果 (目標相対密度 76%)

3. 複合負荷弾塑性構成式による実験の再現

続いて、高度化した複合負荷弾塑性構成式による再現結果について示す。図3と4は図1と2に対応する計算結果である。いずれのケースも、応力振幅は実験と同じ値を与えた。ただし、実験では、相対密度に多少のばらつきがあるため、解析では、一律に目標相対密度を与えた。なお、材料定数は全て同じ値を用い、入力が必要な初期値のうち、間隙比のみを変化させた。

図1と3、図2と4をそれぞれ比べると、同構成式は実験結果の主だった特徴を捉えることができていることが分かる。

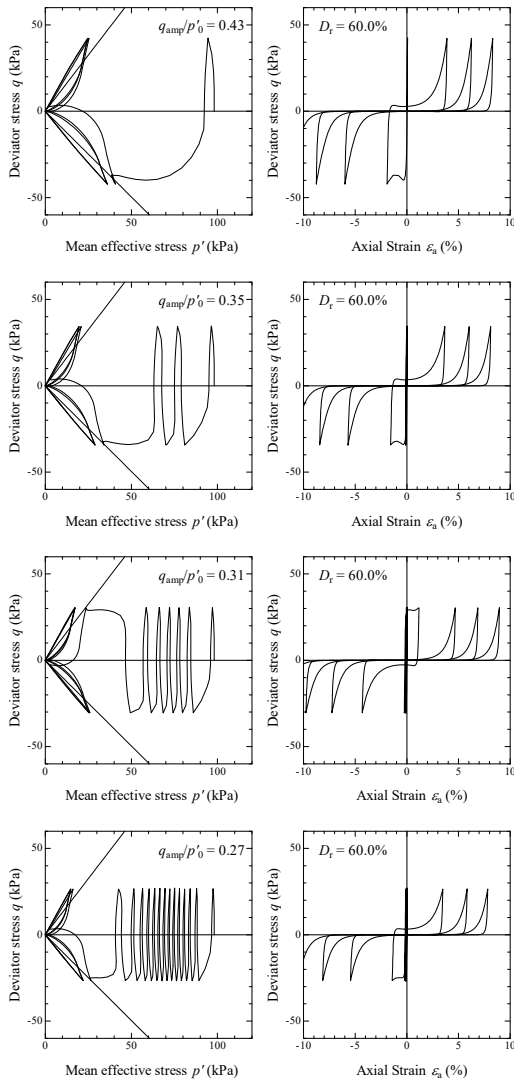


図3 計算結果 (相対密度 60%)

図5と6に実験と計算により得られた液状化強度曲線をそれぞれ示す。これらの図からも、計算が実験の特徴を捉えることができていることを見て取れる。

4. おわりに

本稿では、速報性を重視し、構成式の表現能力のみを示した。構成式の詳細については、別の機会に譲る。

謝辞 本研究は科学研究費補助金(基盤(B):課題番号16H04408, 基盤(A):課題番号17H01289)の補助を受けて実施した。
参考文献) 1) Yamada, S. and Noda, T. (2013): Proposal of a new double hardening elasto-plastic constitutive model of soil skeleton based on integration of associated and non-associated flow rules, *Proc. of 15th ARC, JPN-128*.

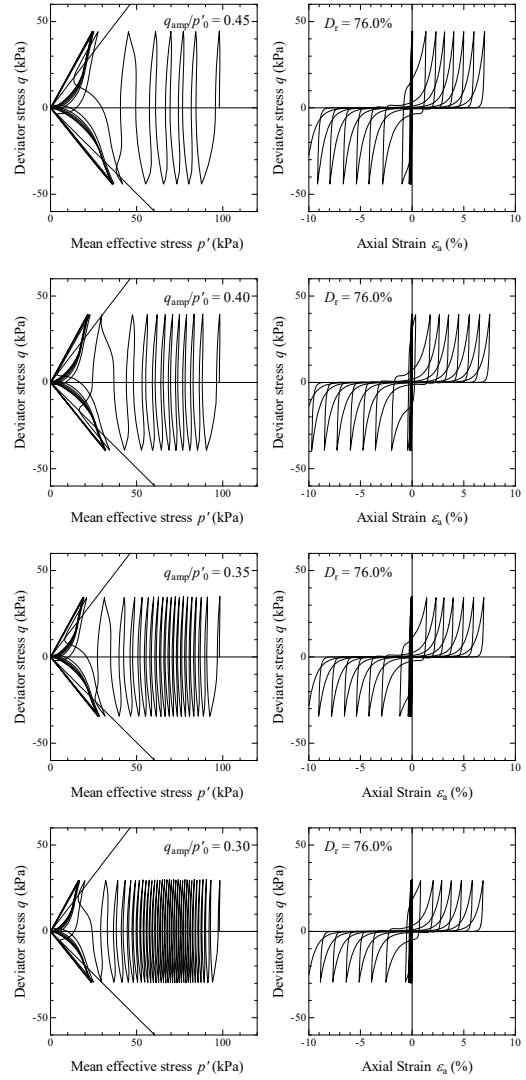


図4 計算結果 (相対密度 76%)

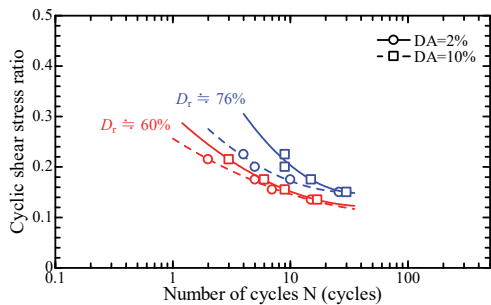


図5 液状化強度曲線 (実験)

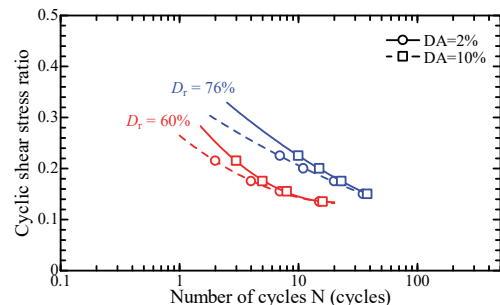


図6 液状化強度曲線 (計算)