

様々な角度の初期亀裂を持つ粘土供試体の圧裂引張試験

長岡技術科学大学 ○堀越 晟冶
長岡技術科学大学 小室 昂生
長岡技術科学大学 福元 豊
石川工業高等専門学校 新保 泰輝

1. はじめに

地盤材料は、地震や風化に伴って亀裂が発生することがあり、発生した亀裂が進展していくことによって地盤の強度や安定性の低下といった影響を与える可能性が考えられる。この地盤材料の初期亀裂による亀裂進展や破壊特性について調べることは地盤の破壊時の現象について明らかにすることに繋がると考える。そこで本研究では、様々な初期亀裂を入れた粘土供試体に対して载荷を行い、初期亀裂角度の違いによる破壊状況について比較、検討を行う。

2. 初期亀裂を持つ青粘土供試体の圧裂引張試験

本研究における実験に使用した試験機の概要は図-1に示す。本実験に使用する試料は、Shimbo et al.¹⁾を参考に、0.425mmのふるいを通過した青粘土を使用し、含水比は最適含水比である19%よりも乾燥側である18%とした。含水比は1カ月に1度、青粘土の自然含水比を測定し調整を行った。供試体は半径50mm、高さ100mmの円柱供試体から、半径50mm、高さ25mmの供試体に上、中、下の3つを切り出し、作製した。寸法については、土の圧裂引張試験についての規定がないため、地盤工学会基準²⁾での岩石の圧裂引張試験の条件に従った。作成した供試体中央部分に長さ15mm、水平方向を0°とした角度45°、0°、30°、60°の亀裂をそれぞれ入れて载荷を行った。亀裂は供試体の表裏両側にマークをつけて直径0.8mmの刃を付けたドリルを用いて表裏両側から貫通させている。また、载荷速度は0.0167mm/sとし、载荷を行った。

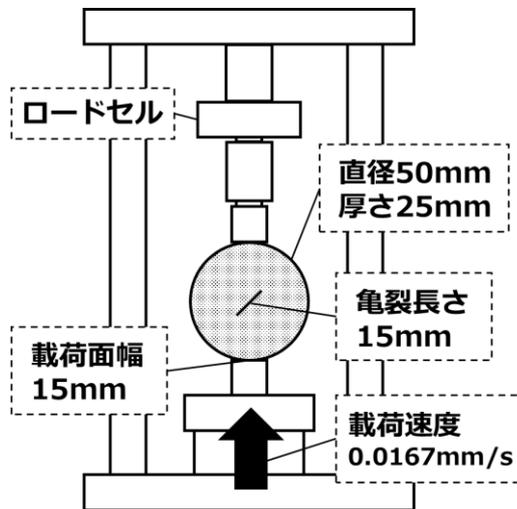


図-1 試験機概要図

3. 結果及び考察

供試体の亀裂なし、初期亀裂角度30°、45°、60°それぞれに载荷した際の破壊状況を図-2に示す。圧裂引張試験であるため初期亀裂のある場合には亀裂の端部から载荷面に向かって载荷方向の引張破壊生じ、引張亀裂が入っていることがみられた。図-2のような亀裂は理想的な引張亀裂の形状だと考えられる。次に、载荷試験によって得られたデータを以下に示していく。最初に、亀裂なしでの応力-ひずみ曲線を図-3に示す。亀裂なしの供試体では、引張強度(kPa)は30kPa付近に集中していることがみられ、また破壊時のひずみ(%)は2.5%をやや超えたあたりとなっている。また、本実験におけるすべてのケースで、グラフ上で応力が減少し始めた時点でほぼ同時にひび割れが発生していることがみられた。

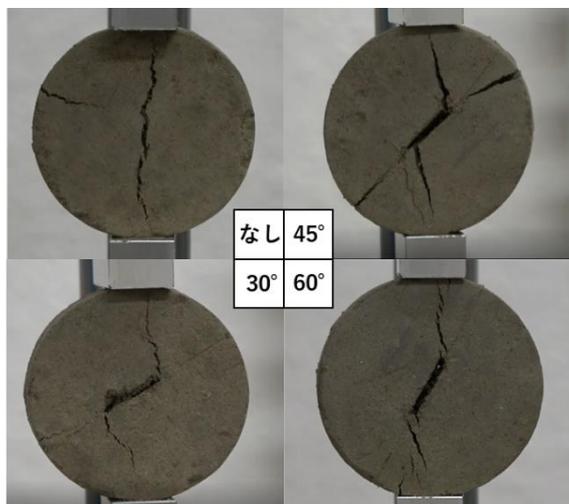


図-2 初期亀裂角度別の破壊状況

次に初期亀裂角度 45°の供試体での応力-ひずみ曲線を図-4 に示す. 初期亀裂角度 45°ではほとんどのケースで引張強度が約 25kPa となっており, 初期亀裂なしの供試体に比べて初期亀裂があることで 15%程度, 引張強度が低下していることがみられた. さらに初期亀裂の角度 0°,30°,60°,90°と変えて载荷を行った結果をまとめたものを図-5 に示す. 初期亀裂角度 60°の場合では 45°の引張強度に比べてほとんど低下せず, 初期亀裂角度 30 度の場合には, 45°の引張強度と同じ程度かやや高くなっていることが見られた. 初期亀裂角度 0°と 90°の場合には, 引張強度は 20kPa となっており, 初期亀裂角度 30°,45°,60°の引張強度と比べると 5kPa 程度低下し, 初期亀裂なしの引張強度と比較すると引張強度が 2/3 となっていた. このことから初期亀裂の有無は引張強度に影響を及ぼしており, その初期亀裂角度も地盤材料の引張強度に影響を及ぼしうる重要な要因であると考えられる.

4. まとめ

本研究では, 初期亀裂の角度による破壊状況の比較, 検討を行った. 初期亀裂の有無による引張強度の差は明確にみられ, 角度別の引張強度の差についても見る事ができた. また, 圧裂引張試験は供試体に対して線荷重を加えることが理想的であり, 現状の試験機では供試体と載荷面が広く接する状態となっているため, 載荷面の形状を現状よりも狭い面積で載荷できるように変更し, それぞれの角度に対しさらに多くのケースを行っていくことを考えている. また, 固体材料の破壊の数値解析手法である Peridynamics 法を用いた再現解析³⁾を行い, 実験の結果との比較, 検討を実施する予定である. なお, 本研究では「科研費 22K04307」と「砂防・地すべり技術センター研究開発助成」の支援を受けた

5. 参考文献

- 1) Taiki Shimbo, Chisato Shinzo, Ukyo Uchii, Ryota Itto, Yutaka Fukumoto: Effect of different water contents and initial crack lengths on the mechanical properties and failure modes of pre-cracked compacted clay under uniaxial compression, Engineering Geology, Vol.301, 106593, 2022.
- 2) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説, pp901-911, 2009
- 3) Yutaka Fukumoto, Tomoyuki Sawa, Kousei Komuro, Seiya Horikoshi, Taiki Shimbo: Coupled bond-based peridynamics and DEM with softening model for cracking and failure of compacted clay, 15th World Congress on Computational Mechanics (WCCM-XV) / 8th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM-VIII), No. 2129, 2022.

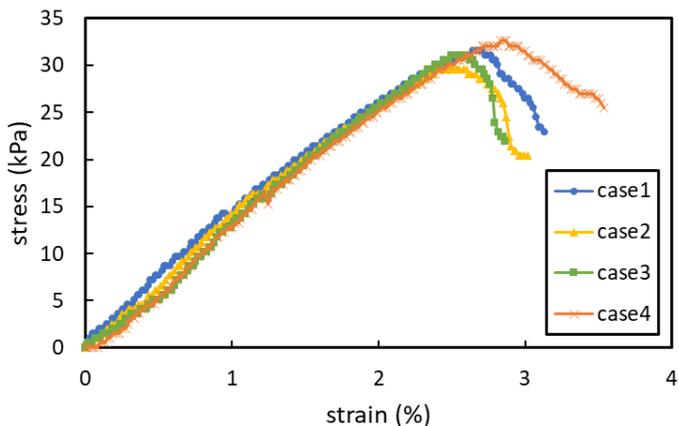


図-3 初期亀裂なしでの応力-ひずみ曲線

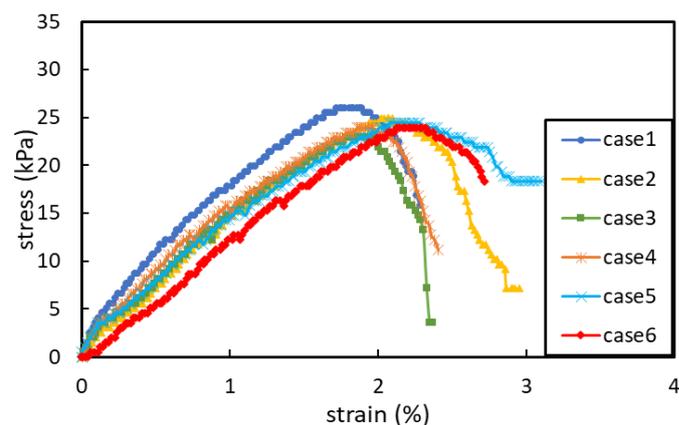


図-4 初期亀裂 45° での応力-ひずみ曲線

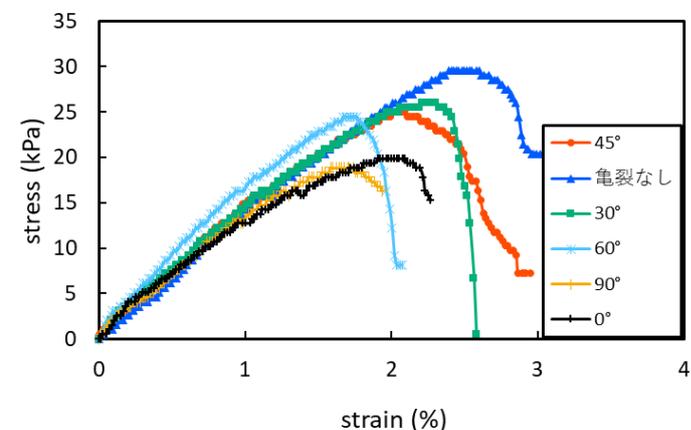


図-5 初期亀裂別の応力-ひずみ曲線