

# 乱さない土の引張強度の測定

環境防災研究室 佐藤藍子

指導教員 福元 豊

## 1 はじめに

地盤の亀裂は、地盤工学的、環境的な面で大きな問題を引き起こす可能性がある。例えば亀裂が進展すると水の浸透が促進されるため、構造物の安全性を低下させる可能性や廃棄物の覆土部分からは汚染物質が流出する可能性がある。この亀裂は地盤に作用する引張応力によるものが多いため、土の引張強度を知ることが重要となる。<sup>1)</sup> 既往研究では、特殊な型枠が必要となり乱さない土では試験を行うことができなかった。そこで本研究は、新たに提案された真空圧を利用し供試体端部を面的に掴む試験方法で、乱さない土の引張強度を測定することとした。また乱さない土とは別に、再構成試料でも同様に引張試験を行い、乱さない土、再構成試料で圧縮試験も行った。

## 2 試験方法

### 2.1 引張試験機

図1に試験機の概要を示す。本試験機は三軸圧縮試験装置の加圧版（キャップ及びペダスタル）に真空供給機構を付加したものである。供試体の両端から数十mm部分をメンブレンで被覆し、真空供給機構により両者を密着させることで供試体の固定が可能となっている。

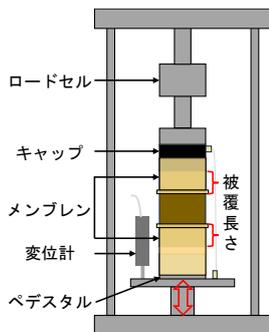


図1 試験機の概要

### 2.2 試験手順

#### 引張試験

- ① 初期圧縮  
キャップと供試体の接着を目的として6Nの圧縮力を作用させる。
- ② 真空圧力の載荷  
メンブレンを供試体端部から20mm被覆し、真空圧力を載荷させる。本研究では、経験をもとに真空圧力を20~30kPaに設定した。
- ③ 引張の載荷  
載荷速度を1%/minとして、引張を載荷する。

#### 圧縮試験<sup>2)</sup>

- ① 供試体を試験機に設置し、圧縮力が加わらないように上部加圧板を密着させる。
- ② 載荷速度を1%/minとなるように圧縮力を載荷する。
- ③ 次の条件に達したら試験終了となる。
  - (i) 圧縮力が最大となって引き続きひずみが2%以上生じた場合。
  - (ii) 圧縮力が最大値の2/3程度に減少した場合
  - (iii) ひずみが15%に達した場合。

### 2.3 供試体の作成方法

#### 乱さない土

ワイヤーソーを用いて、直径約70mm、高さ約100mmの乱さない土を、直径50mm、高さ80mmに成形する。

### 再構成試料

乱さない土を乾燥させ、425 $\mu$ mのふるいに通す。7層各層25回で突き固めを行い、直径70mm

### 3 結果

図2に真空圧力を50kPaと20kPa作用させた日本橋の応力-ひずみ関係を示す。真空圧力を50kPaに設定し、試験を行ったところ引張を載荷する前に供試体が破壊した。そのため、真空圧力を20kPaに下げた試験を行った。このことから、供試体が有している引張強度よりも真空圧力を高すぎる場合、計測を行えないことがわかった。

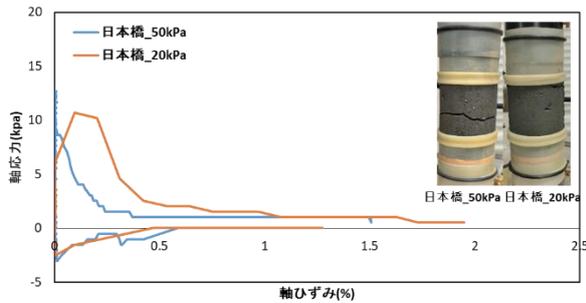


図2 応力-ひずみの関係 (日本橋)

図3に粘土の応力-ひずみ関係を示す。土質が粘土である場合、他の土質と比べピーク時のひずみが大きく、また緩やかに強度が低下している。これは、粘土の持つ粘性力によるものと考えられる。

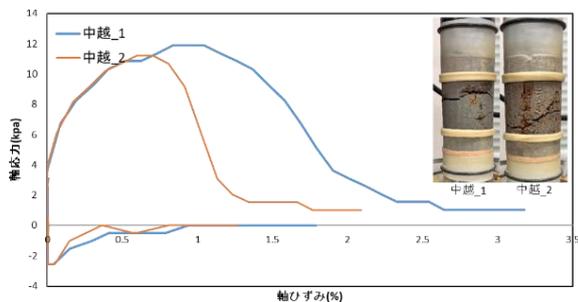


図3 応力-ひずみの関係 (粘土 20kPa)

図4に秋田市の応力-ひずみ関係を示す。砂質土の試料は非常に脆いため、真空圧力を通常よりも低い5kPaにて試験を行った。砂質土での引張試験は、供試体の作成が困難であるため行われてこなかったが、砂質土でも試験を行うことができた。計測器の関係上1N以下を計測できないため、引張強度が小さすぎる場合ピーク点がはっきりとわからない。

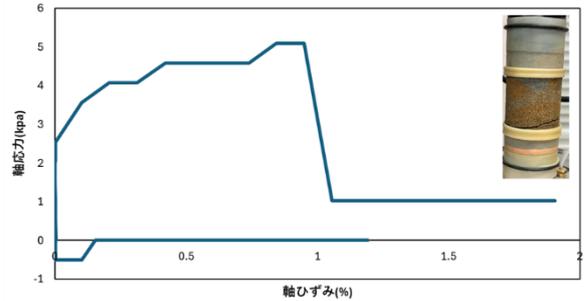


図4 応力-ひずみの関係 (砂質土 5kPa)

図5に中山の乱さない土と再構成供試体の応力-ひずみ関係を示す。平均引張強度は乱さない土で17.61kPa、再構成で11.72kPaとなった。供試体の持つ引張強度よりも真空圧力が小さい場合、真空圧力付近で応力が停滞する。乱さない土はこのケースであると考えられる。

再構成では、乱さない土と比較し引張強度、ひずみが低下している。これは土粒子間の結合が弱く、突固め層の境界が弱部となるためと考えられる。

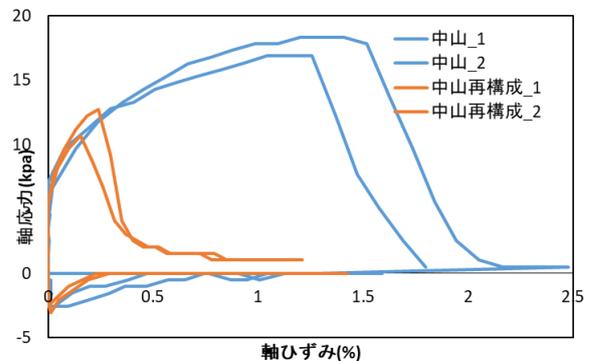


図5 応力-ひずみの関係 (中山 20 kPa)

図6に中山の乱さない土と再構成供試体の応力-ひずみ関係を示す。圧縮強度は乱さない土で165.9kPa, 再構成で309.7kPaとなった。図4に示した引張試験の結果と比較すると, 乱さない土の引張強度は圧縮強度の約1/10倍となり, 再構成では約1/26倍となった。再構成で圧縮強度が増加した理由として, 乱さない土と比較し含水比が異なることや引張強度のよう層の境界の影響が少ないことが考えられる。

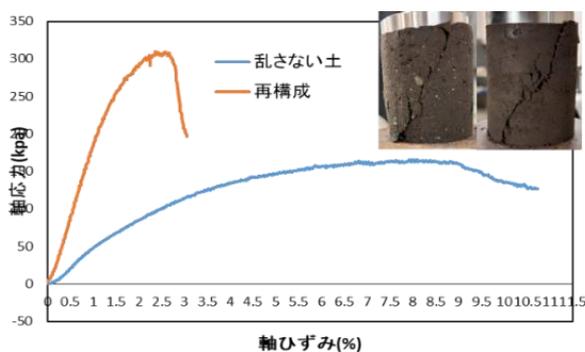


図6 応力-ひずみの関係 (中山圧縮試験)

#### 4 まとめ

本研究では, 乱さない土を用いて新たに提案された真空圧を利用した引張試験が行えるかを調べた。真空圧力の設定に注意が必要であるが乱さない土を用いてシルト質土, 粘性土, 砂質土など様々な土質で引張試験が行えることがわかった。再構成を行った場合の引張強度や圧縮強度との比較, 土質の違いによるグラフの挙動変化についてもわかった。今後の課題として, 真空圧力の設定や再構成方法についての検討, 乱さない土における引張強度と圧縮強度の比較データの収集, 含水比や密度など条件を変化させた引張強度の計測が挙げられる。

#### 参考文献

- 1) Xu, J. J., Tang, C. S., Cheng, Q., Xu, Q. L., Inyang, H. I., Lin, Z. Y., & Shi, B. (2021). Investigation on desiccation cracking behavior of clayey soils with a perspective of fracture mechanics: a review. *Journal of Soils and Sediments*, 1-30.
- 2) 地盤工学会, 土質試験—基本と手引き—(第二回改訂版), 公益社団法人地盤工学会 (2010), p151-p157