

室内ベーンせん断試験において発生する過剰間隙水圧の測定

東亜建設工業 正会員 ○平林 弘
北見工業大学 正会員 川口 貴之
正会員 川尻 峻三

1. はじめに

筆者らは、ベーンブレード周辺の間隙水圧を測定した室内ベーンせん断試験を実施し、ベーンせん断試験ではベーン貫入によって発生する過剰間隙水圧が変動する中で試験が開始されていること、ベーンブレード近傍では一様の水圧分布状態にはないと考えられることを確認した¹⁾。ベーンせん断強さ算出における仮定とは異なる状況でもあり、強度発現メカニズムについては未だ不明な点が多い。そこで、メカニズムの解釈を進めるため、ベーンブレード周囲の位置の違いによる過剰間隙水圧の発生状況の違いについて比較を行ったので、その結果を報告する。

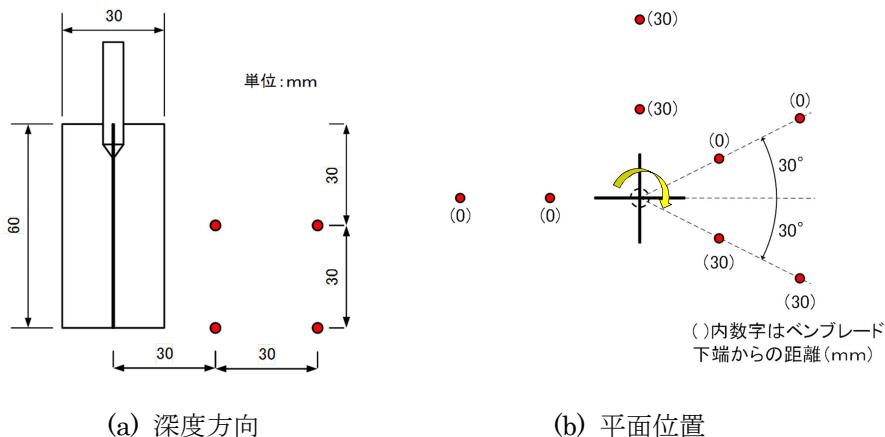


図1 水圧計測位置

2. 試験概要

実験には、スラリー状態のカオリン及び東京湾粘土を圧密圧力 100kPa で再構成した試料を用いた。ベーンブレードの寸法は幅 $D=30\text{mm}$ 、高さ $H=60\text{mm}$ 及び厚さ $t=0.5\text{mm}$ 、ロッドの直径は 6mm である。水圧測定位置は図1に示すように、中心から 30mm 及び 60mm 離れた場所のベーンブレード中央及び下端に対する深度である。平面的には、ベーンブレードの延長方向、ベーン回転方向に対してベーン中央では 30°前面側、ベーン下端では 30°背面側 (60°前面側) に配置した。100kPa の圧密圧力を保持したまま、ベーンを貫入し、120 分間そのままの状態に放置した後、回転速度 6°/min でベーンを回転させた。その際の貫入開始からせん断終了までの間隙水圧の変化を測定した。試験装置及び試料の詳細については、文献1を参照されたい。

3. 計測結果および考察

図2にカオリン、図3に東京湾粘土における過剰間隙水圧の経時変化を示す。ベーン貫入によって発生する過剰間隙水圧は、どちらの粘土も深度によらず、ベーンブレード延長線上よりベーンブレード

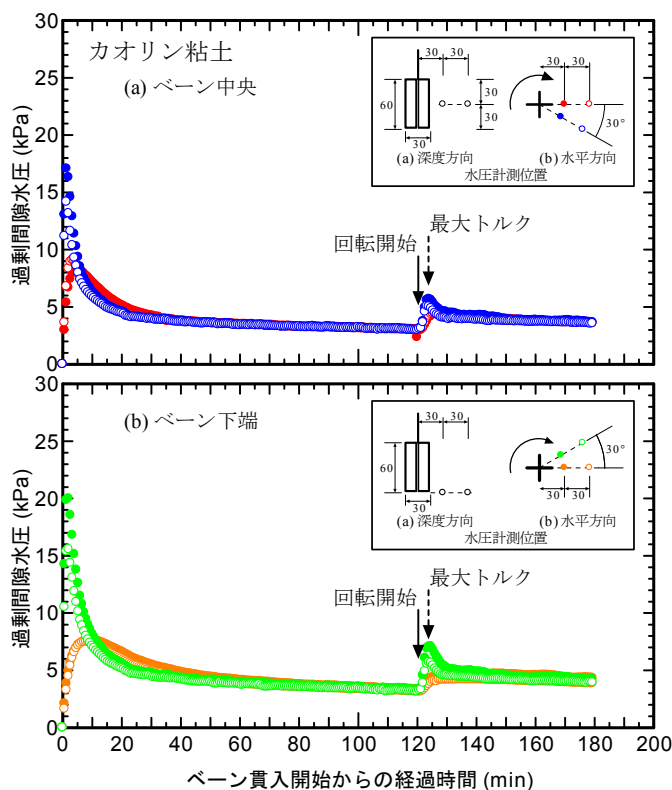


図2 過剰間隙水圧の経時変化 (カオリン)

キーワード ベーンせん断試験, 過剰間隙水圧

連絡先 〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業(株) 技術研究開発センター TEL 045-503-3741

間の方が大きいことがわかる。Cadling and Odenstad²⁾は、ベーン貫入による地盤の乱れの範囲はベーンブレード周辺にとどまることを示している。よって、ベーン貫入に伴って発生した過剰間隙水圧は、ベーンブレード周辺の乱れより、ベーン貫入が引き起こす排土現象によって側方応力が増加したことが主たる原因と考えられる。

せん断時における間隙水圧挙動については、ベーン回転によってベーンブレード前面側の水圧は上昇し、最大トルクに到達したと同時に水圧は減少している。しかも、ベーンブレード前面側 30°, 60°とも最大トルク到達時に水圧もピークを迎えている。カオリンでは東京湾粘土とは異なり、ベーンブレード前面側だけでなく、延長線上の水圧も上昇しているという違いが見られるが、ベーンブレード前面側の方がより大きな過剰間隙水圧が発生している。

図4に示す川尻ら³⁾によるベーン回転時のX線CTスキャン水平断面画像には、回転に伴ってベーンブレード背後には空隙や低密度領域が発生していることが確認できる。また、川尻ら⁴⁾が実施したPIV解析 (Particle Image Velocimetry) によって、ベーンブレード近傍の変位よりベーンブレード間の土試料の変位の方が小さいという結果が得られた。これらX線CTスキャン画像からは、ベーンを回転させることによって、ベーンブレード前面側では供試体を前方に押し出すような力が作用していると考えられる。

したがって、ベーンブレード端部のせん断面において過剰間隙水圧が発生しているというより、ベーンを回転させることにより前面側の土塊が圧縮されることによって過剰間隙水圧が発生しているものと解釈できる。

4. まとめ

再構成試料を用いて室内ベーンせん断試験を実施し、ベーンブレード周囲の過剰間隙水圧を測定した結果、ベーンせん断強さを算出する仮定条件とは異なる状況でせん断が行われていることがわかった。しかし、他の試験から得られる非排水せん断強さとの関係からは、ベーンせん断強さを非排水せん断強さと考えても問題なさそうである。今後さらに強度発現メカニズムについて考察を進めることで、ベーンせん断試験の適用性について検討を行う必要があると考える。

参考文献

- 1) 平林弘, 川口貴之, 川尻峻三, 田中政典: ベーン放置時間及び回転速度が異なる再構成粘土の室内ベーンせん断強さ, 地盤工学会北海道支部技術報告集, 第59号, pp.23-30, 2019.
- 2) Cadling, L. and Odenstad, S.: The vane borer: an apparatus for determining the shear strength of clay, Royal Swedish Geotechnical Institute, Proceedings, Vol.2, pp.87, 1950.
- 3) 川尻峻三, 田中政典, 平林弘, 川口貴之: ベーンせん断試験における非排水せん断強さの新たな推定方法の提案 (その1), 土木学会第70回年次学術講演会概要集, III-387, 2015.
- 4) 川尻峻三, 田中政典, 川口貴之, 猶原有希子, 平林弘, 中村大, 山下聡: X線CTスキャンによるベーンせん断試験時のせん断機構の解釈, 地盤工学ジャーナル, Vol.12, No.1, pp.79-90, 2017.

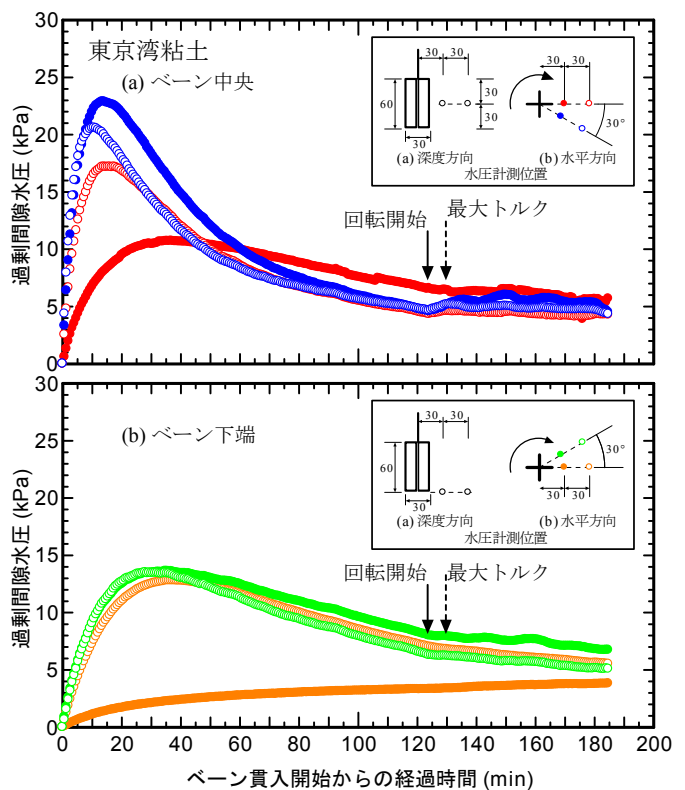


図3 過剰間隙水圧の経時変化 (東京湾粘土)

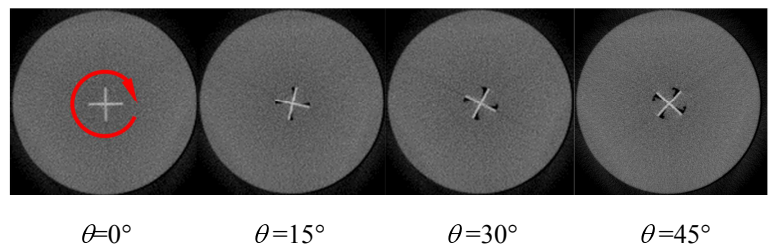


図4 X線CTスキャン結果 (東京湾粘土, ベーン下端)