第Ⅲ部門　　大型一面せん断試験装置を用いたまさ土のせん断強度特性に関する基礎的検討

神戸市立工業高等専門学校　専攻科　学生員　○児玉　卓謹
神戸市立工業高等専門学校　正会員　鳥居　宣之
神戸市立工業高等専門学校　正会員　野並　賢

１．はじめに

表層崩壊は，降雨浸透に伴う表土層の飽和度上昇によってせん断強度が著しく低下することで発生する．せん断強度は，土質や含水状態などによって大きく変化する性質を持ち，表層崩壊危険度評価において安全率に大きく影響する．そのため，現地で採取した試料のせん断強度特性や，飽和度に応じたせん断強度特性の定量的評価が必要である．八木ら[1]は，異なる場所から採取したまさ土を用いた圧密排水条件の三軸圧縮試験結果より，飽和度上昇に伴い内部摩擦角はあまり変化しないことを示した．粘着力は，愛媛県松山市のまさ土はあまり変化せず，越智郡大島町のまさ土は若干低下した．松方ら[2]は，中国まさ土を用いた圧密非排水条件の三軸圧縮試験結果より，飽和度上昇に伴い粘着力は大きく低下し，せん断抵抗角はあまり変化しないことを示した．骨格構造の違いについて，荒木ら[3]は，不撹乱状態と撹乱状態のまさ土を用いた一面せん断試験結果を比較すると，不撹乱試料の方が骨格構造の影響により粘着力と内部摩擦角が大きいことを示した．これらの既往研究より，飽和度や骨格構造がせん断強度特性に及ぼす影響の程度は試験方法や試料条件などによって異なることがわかる．そこで，児玉[4]は，水浸により飽和させた供試体および採取した不撹乱試料を用いた標準型一面せん断試験を実施した．しかし，飽和供試体の設置時に乱れやすいことや，標準型一面せん断試験装置の適用最大粒径を超える土粒子を含む不撹乱試料を用いた試験が困難であることなどの課題があった．最大粒径に対して尖頭粒度などの補正方法も提案されているが，大粒径粒子を除去することで細粒分率が相対的に変化し，ダイレイタンシー特性や内部摩擦角が変化する可能性がある．そのため，原粒度での試験の実施が必要であると考えられる．そこで本研究では，原粒度試料の適用および供試体設置後の水浸が可能な大型一面せん断試験装置を用いて，まさ土のせん断強度特性に及ぼす影響に関する検討を行うことを目的とする．

２．大型一面せん断試験

２．１　試験条件

図１に，大型一面せん断試験装置の概略図，表１に供試体作製条件を示す．図１より，供試体設置後に水浸による強度低下を再現するため，下部のせん断箱は水浸容器と剛結している．水浸容器は，反力側の垂直荷重計およびリニアガイドと剛結しており，上部せん断箱との隙間を一定に保持できる．供試体は，2025 年に神戸市中尾谷試験地で採取した試料を静的に締め固めることで作製する．表１より，乾燥密度は採取した不撹乱試料[4]の間隙比を基に算出し，含水比は供試体の自立性を考慮し，撹乱まさ土の試験結果を基に設定した．試験条件について，せん断速度は 0.2(mm/min)，隙間幅は 0.5(mm)，定圧条件および CD 条件とする．垂直応力は 25, 50, 75(kN/m^2) とし，２回ずつ試験を行う．

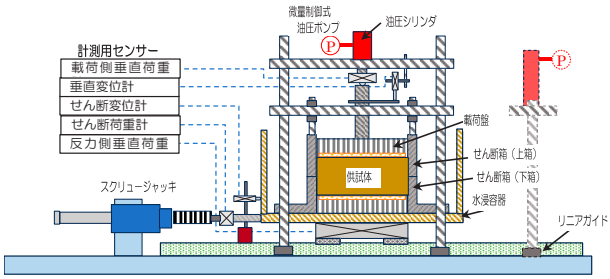


図１　大型一面せん断試験装置の概要図[5]

表１　供試体作製条件

項目	値	項目	値
間隙比 e	0.70	直径 D(mm)	120
乾燥密度 ρ_d(Mg/m^3)	1.584	高さ H(mm)	40
含水比 w(%)	6.0	質量 m(g)	759.6

Takanori KODAMA, Nobuyuki TORII, Satoshi NONAMI
r120515@g.kobe-kosen.ac.jp

２．２　大型一面せん断試験結果

図 2 にせん断変位～せん断応力・垂直変位の関係，図 3 に垂直応力～せん断応力の関係を示す．図 2 より，垂直変位について，いずれもせん断開始時は圧縮し，その後膨張に転じる傾向がみられる．垂直応力の増加に伴い膨張に転じる際の垂直変位は 0.7～1.4(mm)，1.8～2.2(mm)，3.4(mm)前後へと増加する傾向がみられた．また，圧縮量についても 4～6(mm)，3～5(mm)，7～9(mm)へと概ね増加する傾向を示した．これらは，作用された垂直応力の増加に伴い，せん断初期の粒子の再配列による圧縮が促進されるためである．また，その後の膨張量についても拘束圧の増加に伴い減少する傾向が顕著に表れている．次に，せん断応力がピーク強度に達した際のせん断変位量を不撹乱試料を用いた標準型試験結果[4]と比較すると，本結果の方が大きい変位を示している．これは，せん断層が供試体中心部まで発達し，せん断応力を発生させるために必要なせん断変位量が供試体寸法の増加に伴って大きくなると考えられる．また，撹乱・不撹乱状態の違いによる影響の可能性も考えられる．図 3 より，粘着力は 10.8(kN/m^2)，内部摩擦角は 39.9(°)である一方，不撹乱試料を用いた標準型試験[4]での粘着力は 30.7(kN/m^2)，内部摩擦角は 51.3(°)であった．この不撹乱試料を用いた試験では，標準型一面せん断試験装置の適用最大粒径を超える土粒子が含まれていたため，内部摩擦角が過大に評価された可能性がある．さらに，撹乱に伴う不撹乱試料が有する自然骨格構造の消失や供試体寸法の違いが，せん断強度特性に複合的に影響した可能性が考えられる．

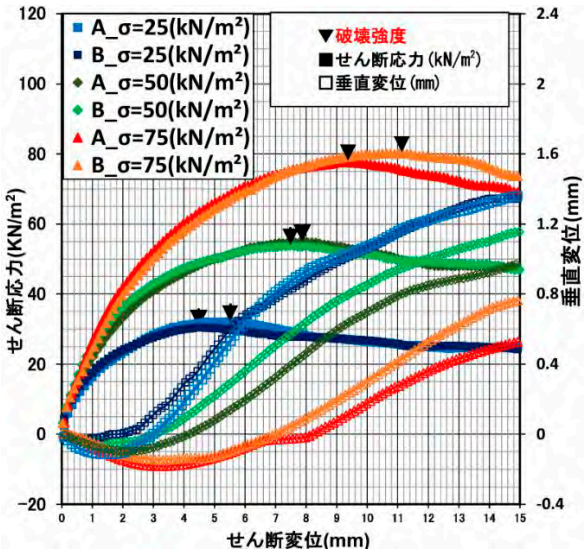


図 2　せん断変位～せん断応力・垂直変位の関係

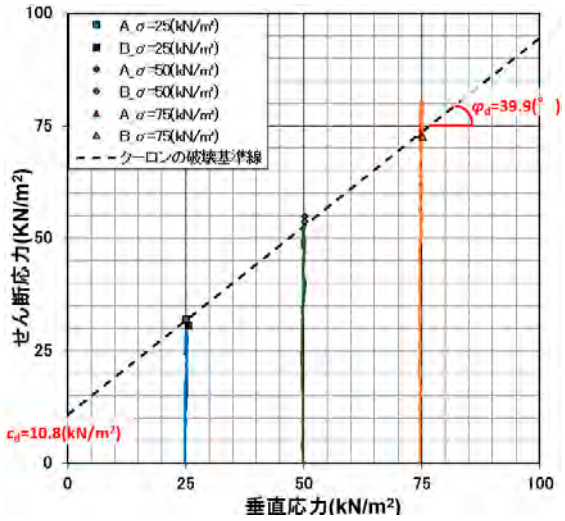


図 3　垂直応力～せん断応力の関係

３．まとめ

大型一面せん断試験装置を用いた試験では，原粒度試料を用いて再現性の高いせん断強度特性が得られた．今後は，供試体の飽和度を変化させた試験を実施し，サクションを測定することで，飽和度とサクションがせん断強度特性に及ぼす影響について検討する．さらに，不撹乱試料を用いた試験を実施し，自然骨格構造とサクションがせん断強度特性に及ぼす影響について検討する．

４．参考文献

1)八木則男，矢田部龍一：不撹乱まさ土のせん断特性と微視的考察，土木学会論文集，第 364 号/III-4，pp.133-141，1985.

2)松方健治，浜崎智洋，土田孝：供用中の高速道路盛土の飽和・不飽和状態における強度特性に関する検討，公益社団法人地盤工学会中国支部論文報告集，Vol.35，No.1，2017.

3)荒木繁幸，竹内信，鳥居宣之，澁谷啓，川尻峻三，鏡原聖史：せん断弾性係数に着目した不撹乱まさ土の強度特性，土木学会応用力学論文集，Vol.13，pp.495-502，2010.

4)児玉卓謹：飽和度及び攪乱・不攪乱状態の違いがまさ土のせん断強度特性に及ぼす影響に関する実験的検討，神戸市立工業高等専門学校　専攻科　都市工学専攻　特別研究論文（中間報告），pp.1-18，2025.

5)野並賢，森本晃介，右近徹平，鳥居宣之：一面せん断試験の供試体寸法と細砂および粗砂のせん断強度の関係，第 61 回地盤工学研究発表会概要集，7-4-2-03，2026.