補強材を挿入した砂の一面せん断挙動の可視化

熊本大学大学院	学生会員	○高野	大樹
熊本大学大学院	正会員	大谷	順
熊本大学大学院	学生会員	島田	里美

1. 目的

山岳トンネル工法によりトンネルを掘削する場合には切羽の安定性の確保が重要であり、切羽が自立しない場合には補助工法が適用される.著者らは、トンネル切羽の3次元的な崩壊機構の解明を目的に、産業用X線CTスキャナを用いてトンネル切羽崩壊時における崩壊領域の3次元可視化を試みている.また、補助工法の一つである鏡ボルトの配置パターンが切羽崩壊機構に及ぼす影響についてX線CTを用いた模型実験を実施し考察を行っている.そこで本報告では、効果的な鏡ボルトの打設角度を考察するため、せん断面に対しさまざまな角度で補強材を挿入した供試体について一面せん断試験を行い、せん断面の発達過程の違いについてX線CTスキャナを用いて観察を行った.

2. 実験方法

実験は、図-1 に示す X線 CT 用一面せん断装置を用いて行った¹⁾. せん断箱の内径は上箱, 下箱それぞれ直径 80mm ×高さ 15mm である.供試体は、気乾燥状態の豊浦砂を相対密度 80%になるよう、多重ふるい法により作成した. 補強材の材料は、棒状の合成樹脂を用いせん断面に対しそれぞれ 90°,-30°,30° せん断方向に傾けて設置した. 傾斜角 30°の補強材は引張り補強材として、-30°の補強材は圧縮補強材として効果を発揮するよう打設角を決定 した.補強材の設置状況を図-1 に示す.載荷は、上箱を固定し、下箱にスクリュージャッキによりせん断力を加 えた.また、上箱と下箱間の隙間は 0.2mm とした.全載荷実験は、CT 装置内で行い、せん断変位が 1mm、2mm、5mm、 8mm の段階でせん断面から上下 10mm の範囲について CT 撮影を行った.

3. 結果と考察

図-2 に拘束圧 σ_v =100kPa の定圧せん断試験結果を示す.無補強供試体に比べ,挿入角度 30°,0°,-30°の 順でピーク強度,ピークせん断変位ともに大きくなっていることがわかる.これに対し,せん断に伴う膨張量は, 無補強供試体が最も大きな値を示している.次に,CT 撮影により得られた供試体の断面画像を図-3 に示す.断面 画像は,供試体全体の 3 次元画像をせん断方向に供試体中心部分においてスライスした画像を示す.まず,ピー ク前(せん断変位 1mm)の断面画像を比較すると,全ケースとも,下箱の上端部,上箱の下端部に密度低下領域が 確認できる.この領域がせん断によるひずみの局所化が起こった領域であり,せん断面となる.ピーク時(せん 断変位 2mm)においては,せん断面が供試体中心付近まで発達している.せん断応力が,ピーク値を過ぎ残留応力 に落ち着くとせん断箱片端から発達したせん断面は,他端まで到達し,供試体全体に拡がる.さらに,せん断を 進めると,無補強供試体では,さらに他のせん断帯が出現し,2つのせん断帯が確認できる.この2つのせん断帯 に挟まれた領域に着目すると,ここでは,初期状態と比較しても,顕著な密度低下は見られない.このことより, 一面せん断試験によるせん断は,せん断面内部のみで起こり,これによって挟まれた領域では体積変化は生じな いと考えられる.これに対し,補強材を挿入したケースでは,せん断面の鉛直方向への拡がりはあまり確認でき ない.表-1に 8mm せん断時の鉛直変位量と,画像より確認できる鉛直方向のせん断面の厚さについて示す.各ケ ースとも,せん断面の幅と,鉛直変位量はほぼ同等の値をとっており供試体の体積変化は,せん断面の内部で生 じていることが伺える.

4. 結果と考察

今回は、ボルトを挿入した砂供試体の一面せん断試験をおこない、X線CTを用い供試体内部のせん断面の観察 を行った.今後は、これらの実験結果を基にボルト材と地盤間の相互作用の解明を進めるとともに、最適な鏡ボ ルトの施工法について研究を行う所存である.

キーワード:X線CTスキャナ,3次元可視化,一面せん断,補強土,鏡ボルト 連絡先 〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2-39-1 熊本大学大学院自然科学研究科 TEL096-342-3535 土木学会第62回年次学術講演会(平成19年9月)



【参考文献】 福重庄太郎,高野大樹,大谷順:X線CT用一面せん断試験装置の開発,第61回土木学会年次学術講演会講演 概要集,3-036