破砕性地盤材料の力学的特性に及ぼす拘束圧の影響

福岡大学大学院	学生会員		安河内聡	下釜洋
福岡大学工学部	正会員	佐藤研一	山田正太郎	藤川拓朗

1.はじめに

粒子間力によって破砕されやすい土を破砕性地盤材料と呼び、しらす地盤、まさ土地盤、石灰質地盤、珪藻土 地盤などが挙げられる。これらの破砕性地盤材料は一般的に特殊土に分類され、通常用いられる土とは違った力 学特性を示すとされており、現在も活発に研究が行われている¹)。本研究では、三軸試験機を用い破砕性地盤材料

と破砕性の小さな材料の力学挙動を比較することにより、破砕というミク ロな現象が室内要素試験というマクロな現象に及ぼす影響について調べる。

2.実験に用いた試料

今回、破砕性の小さな材料として豊浦砂を、破砕性が大きい地盤材料の 替わりに、粒度調整した溶融スラグの2つを用い実験を行った。図-1にそ れぞれの土粒子の密度試験、最大・最小密度試験、粒度試験結果を示す。 スラグの方が粒径は大きいものの、両試料共に粒径幅が狭く、分級された 試料であると言える。

3.破砕性地盤材料の圧縮せん断特性

3-1 実験概要 破砕性の影響を調べるた めに、三軸試験機を用いたせん断試験と 標準圧密試験機を用いた段階載荷による 圧縮試験を行った。三軸試験における実 験条件を表-1 に示す。三軸せん断試験の 供試体作製法は湿らせた試料を用い、棒 つき法で行った。表-1中の相対密度 Dro、 Dr_iは試験前の試料で測った最大間隙 比・最小間隙比に対するものである。

3-2 一次元圧縮試験結果 供試体は空中落下法で作 製した。 *e* - log σ' 関係を図-2 に示す。図-2 より豊 浦砂に比べ、スラグでは圧縮性が高い結果を示した。 また、密なスラグの結果に着目すると、実験終了時 の間隙比が 0.626 となり最小間隙比より小さな値と なった。これはスラグにおいて粒子破砕が顕著に生 じたことに起因する。

3-3 三軸圧縮試験結果

3-3-1 豊浦砂のせん断挙動 豊浦砂を用いたせん断 試験結果を図-3から図-6に示す。凡例に示す相対 密度はせん断開始時のものである。初期拘束圧は 200kPa と 600kPa の 2 種類で、それぞれの拘束圧に 対し相対密度を変えて試験を行った。有効応力経路 (図-3,5)に着目すると、豊浦砂の場合、大きく 分けて以下の3つの挙動タイプがあることが分かる。



 10^{3}

v'(kPa)

 10^{4}





Type A: 試験開始時から硬化し続けるもの(3,7)

Type B: 原点に向かって一旦軟化し、変相線に達した後硬化する挙動を示すもの(1,2,5,6)

Type C: 試験開始時から硬化し続けるもの(4)

3-3-2 スラグのせん断挙動 スラグを用いたせん断 試験結果を図-7から図-10に示すに。スラグの結果 と豊浦砂の結果を比較すると、図-7、図-9の有効応 力経路において。豊浦砂では3つのタイプの挙動を 示したのに対し、スラグの200kPaでは Type B と Type C の 2 つのタイプの挙動しか示さず、600kPa に至っては Type B の挙動しか示していない。この ように、高い拘束圧で試験するほど同じようなせん 断挙動しか現れなくなる。このことを破砕性材料の 特徴として挙げることができる。

図-11 に豊浦砂の図-12 にスラグの等方圧縮過程 における間隙比の変化の様子を示す。豊浦砂は等方 圧縮しても最も緩い供試体と最も密な供試体の間 隙比の差があまり変化しないのに対し、スラグでは 等方圧縮することで、最も緩い供試体と最も密な供 試体の間隙比の差が約半分以下にまで縮まってい ることが分かる。密な供試体でも豊浦砂に比べて圧 縮しているが、特に緩い供試体では大きく圧縮して いることが分かる。このことが、スラグを高い拘束 圧でせん断したときに、極端に緩い砂の挙動が現れ なくなる理由である。次に、異なる拘束圧で試験を した密なスラグのせん断挙動を正規化したグラフ 上で比較したものを図-13、14に示す。両試料の等 方圧縮終了後(せん断開始時)の相対密度はほぼ等 しいが、せん断挙動は大きく異なる。600kPa でせん 断した結果は Type B の挙動を示しているのに対し、

200kPa でせん断した結果は Type C の挙動を示しており、 高い拘束圧で試験をした方が明らかに緩い砂のせん断挙 動を示していることが分かる。高い拘束圧で試験をする と、せん断中に顕著に破砕が生じるため、軟化を示すよ うになったり、急激な硬化を示しにくくなったりするた め、密な砂の挙動を示さなくなることも分かる。

4.まとめ 1) 破砕性材料では、試料作成時の相対密度 が異なっても、高い拘束圧で試験するにつれ同じような せん断挙動しか示さなくなる。 2) 破砕性材料を高い拘



図-11 有効応力経路 図-12 軸ひずみ-軸差応力の関係

束圧でせん断するほど、緩い砂の挙動が現れなくなるのは、圧縮過程において粒子破砕が生じる影響が大きい。 一方、密な砂の挙動が現れなくなるのは、せん断過程において粒子破砕が生じる影響が大きい。

【参考文献】1)(社)地盤工学会:破砕性地盤の工学的諸問題に関する研究委員会報告書及びシンポジウム発表論文集,p32~,1999/5/21