破砕性地盤材料の圧縮・せん断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	今村圭伸	
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** 砂の力学特性は密度や粒度分布など様々な影響を受けることが知られている。杭の先端部のように 高い応力状態に達するような場所では、粒子破砕の影響が懸念されてきたが、様々な土の力学挙動が開発される 中、これらのモデルを破砕性地盤材料に対し適用することは必ずしも盛んには行われてこなかった。そこで本研 究では、最終的に破砕性地盤材料に対し弾塑性力学の適用を図ることを視野に入れ、その第一段階として、三軸 試験等により、破砕性地盤材料の力学特性を把握することを目的とする。本稿では、破砕性地盤材料のせん断挙 動が受ける拘束圧の影響について報告を行う。

2 実験に用いた試料 実験は、一般廃棄物の溶融スラグ(以下スラグ)と沖縄の海底に堆積した砂(以下沖縄砂) を用いた。スラグはガラス質であるため、また沖縄砂は貝殻や珊瑚の遺骸を多く含むため両試料とも比較的粒子 破砕を生じやすい。両試料の物理特性の具体的な数値は文献¹⁾に譲るが、スラグは粒子が角張っているため、通常 の砂より最大・最小間隙比が大きく、沖縄砂は珊瑚の様な多孔質な粒子を含むため、スラグよりもさらに最大・ 最小間隙比が大きいことが特徴である。

3 一次元圧縮特性 標準圧密試験機を用いて一次元圧 縮特性について調べた。e log σ, 関係を図-1 に示す。 図中には圧密リングを用いて計測した最大・最小間隙比 と、その値に対する試料の初期相対密度を示す。どの条 件においても粒子破砕の影響により一般的な砂に比べ 大きな圧縮を示しており、しかも最小間隙比を下回るま で圧縮していることが分かる。また、両試料共に、 2.56MPaまで載荷した時点で、密な供試体と緩い供試体 の間隙比の差が大きく減少している。豊浦砂の降伏応力 は 10Mpa²)程度であることを考慮すると、この点も破砕 性地盤材料の特徴といえる。また、沖縄砂とスラグでは、 沖縄砂の方がより大きな圧縮性を示している。沖縄砂の 方が初期に大きな間隙を形成し、かつ破砕と共に大きな 圧縮を示しうる粒子構造を有しているといえる。



664

40.9

 OD-5
 3.2
 25.5
 OD-10
 6.6
 44.6
 OU-5
 -8.9
 13.

 Dro:供試体作成時の相対密度
 Dr:せん断開始時の相対密度

D-3 44.5 58.7 OD-8 38.6 66

7 589

2 60 4

24.8

沖縄砂

4-1 排水せん断試験結果 図-3、図-4 にスラグの拘束圧 196kPa、490kPa下における排水せん断試験結果を示す。
 これらの結果を比較すると、拘束圧を 490kPaまで増加させると、例え密な状態であっても殆ど体積膨張せずに、
 逆に大きく体積圧縮することが分かる。非破砕性地盤材料に比べ、体積膨張が抑えられ、体積圧縮が大きく生じることが破砕性地盤材料の排水せん断時の特徴であるが¹¹、拘束圧を増加させることでその傾向がより顕著に現れるといえる。また拘束圧を増加させると、軸差応力-軸ひずみ関係においては明確なピークを示す挙動が現れなくなることが分かる。これらは拘束圧が高いほどせん断中に容易に粒子破砕が生じるためだと考えられる。図-5、図-6 に沖縄砂の拘束圧 196kPa、490kPa下における排水せん断試験結果を示す。沖縄砂もスラグと同様の傾向を示すが、多孔質な粒子を含む沖縄砂の方がスラグに比べ大きな体積変化を示している。

4-2 非排水せん断試験結果 図-7、図-8 にスラグの初期拘束圧 196kPa、490kPa下における非排水せん断試験結果 を示す。密な供試体に着目すると、拘束圧を増加させることで硬化の仕方が弱まる傾向にある。逆に緩い供試体 においては拘束圧を増加させることで軟化の仕方が弱まる傾向にある。密な供試体で硬化挙動が弱まるのはせん 断中に生じる粒子破砕の影響で、緩い供試体で軟化傾向が弱まるのは圧縮中に生じる粒子破砕の影響であるが¹⁾、

拘束圧を上げることによってその影響がより顕著に現れている。拘束圧 490kPaの場合は拘束圧 196kPaの場合以上 に極端に硬化する挙動や軟化する挙動が存在しなくなり、初期密度が違っても同じ様なせん断挙動しか示さなく なっている。この様に拘束圧を増加させると挙動が似てくるのは、圧縮過程に密な供試体緩い供試体で間隙比の 差が小さくなることも一つの理由として挙げられる。図-9、図-10に沖縄砂の拘束圧 196kPa、490kPa下における 非排水試せん断験結果を示す。沖縄砂では 196kPaの時点ですでに粒子破砕の影響が顕著に現れている。体積変化 を許さない非排水せん断においても、スラグに比べ沖縄砂の方が顕著に粒子破砕の影響を受けることが分かる。



5 **まとめ** 拘束圧を増加させることで、粒子破砕の影響がより顕著に現れることを実験的に示した。また、破砕 性材料の中でも、初期に大きな間隙を形成しかつ破砕と共に大きな圧縮を示しうる粒子構造を有する地盤材料ほ ど破砕の影響が顕著に生じやすいことを実験的に示した。

参考文献) 1) 今村ら: 地盤材料の力学挙動に及ぼす粒子破砕の影響, 平成 18 年度土木学会西部支部研究発表会概要集, 2007. 2) (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及びシンポジウム発表論文集, p32, 1999.