

# 異なる4種類の土材料に関する締固め後のせん断挙動の比較

名古屋大学  
名古屋大学

学生会員 ○鈴木一成, 津本翔太  
正会員 中野正樹, 酒井崇之, 野々山栄人

## 1. 序論

近年、地震や豪雨による盛土の崩壊事例が数多く報告されており、このような地盤災害への対応は、地盤工学において喫緊の課題である。盛土は、現地発生土が用いられることから、様々な種類の材料で構成される。したがって盛土材料は締固め特性もその後の力学挙動も様々であり、そのような材料で構成される盛土が、地震や豪雨などの外力によって、どのように変形してゆくかを予測することが重要となってくる。

本報告では、様々な材料の締固め後の力学挙動を再現するための基礎的データを得ることを目的として、粒度・締固め特性が異なる4種類の土材料を取り上げ、それぞれ締固めにより作製した供試体に対して非排水三軸圧縮試験を行った。そして材料の違いに応じた締固め後のせん断挙動を比較・考察した。

## 2. 対象とする試料の物理的性質・締固め特性

本研究で取り上げた土材料は、試料A,B,C,Dの4種類である。試料A,B,C,Dは、それぞれ岩手県、三重県、愛知県<sup>1)</sup>、北海道<sup>2)</sup>において盛土材として利用されているものである。

図-1に4試料の粒径加積曲線を示す。図-2は、4試料の締固め曲線を比較したものである。締固め試験は、試料AはA-c法、試料B~DはA-b法にて行った。粗粒分が多く含まれている試料ほど最大乾燥密度が高く、最適含水比が低い。とくに試料AとBは類似した粒度を有しており、締固め曲線も似ている。

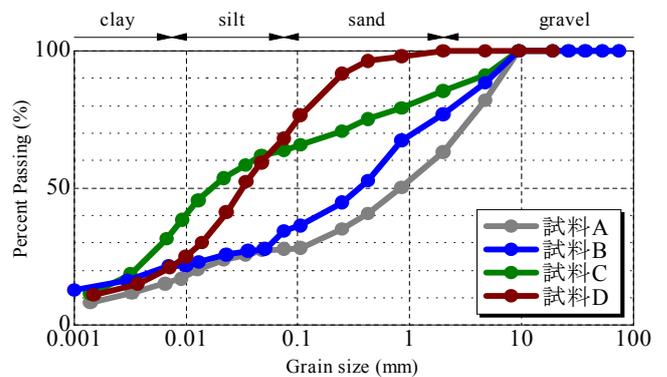


図-1 4試料の粒径加積曲線

## 3. 締固め度の異なる供試体の非排水三軸圧縮試験結果

本研究では、締固め供試体に対して非排水三軸圧縮試験を行って、締固め度や材料の違いによる力学挙動を比較した。

三軸圧縮試験は、異なる研究機関で分担して実施しているため、供試体寸法やせん断速度などの試験条件が異なる。試験条件の差異を表-1にまとめた。それ以外の条件は共通である。各試料とも、図-2に示す最適含水比になるよう含水比を調整した後、ランマーを用いた締固めによって供試体を作製した。ランマーの落下回数を変化させることによって、締固め度  $D_c$  の異なる供試体を作製している。また、全ての試験では、降雨により浸水を受けた状態を想定し、供試体内部まで圧密前に脱気水で飽和させている。飽和過程には二重負圧法を適用し、すべての供試体で  $B$  値は概ね95%以上となった。その後、等方圧密を行い、圧密の収束を確認した後、非排水条件でせん断を行った。

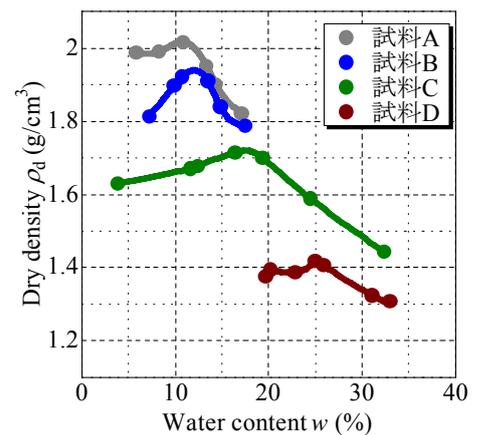


図-2 締固め曲線

表-1 試験条件

	試料 A	試料 B	試料 C	試料 D
供試体寸法(cm)	φ5.0×10	φ7.5×15	φ7.5×15	φ10×15
せん断速度(%/min)	1.0	0.014	0.014	0.10
拘束圧 (kPa)	50,100,150	50,100,150,300	100,300	50,100,150
締固め度 $D_c$ (%)	85,90,95	85,90,95,100	85,90,95,100	90,95,100

図-3～6に4試料の拘束圧100kPaにおける実験結果を示した。どの試料においても締固め度が大きくなるにつれ軸差応力 $q$ の最大値は上昇している。しかし、試料によってその傾向は大きく異なる。試料Cでは全ての締固め度において、平均有効応力 $p'$ の増加に伴い $q$ が上昇し、締固め度が大きいほどその程度は大きい。しかし試料Aについては、他の3試料と比較して締固めによる $q$ の最大値の増加が顕著ではなく、最大乾燥密度が最も高いにも拘わらず、 $q$ の最大値は低い。また $p'$ の増加に伴う $q$ の上昇の程度も小さい。この傾向は、試料Bの低い締固め度Dc=85%、90%においても見られる。しかしDc=100%になると、 $p'$ の増加に伴い $q$ が上昇している。試料Dについては、Dc=95%とDc=100%の供試体はほとんど同じ力学挙動を示す。また、高い締固め度においても軟化が起こっているという点で他の試料とは異なる特徴をもつ。

各試料の $p' \sim q$ 図において、せん断終了時の応力点が漸近するような、原点を通る直線が描かれている。材料の違いに応じて勾配は異なっている。また、Dc=95%のそれぞれの試験結果に着目すると、軸差応力の最大値は最大乾燥密度が小さい順に高くなっている。

## 5. まとめ

4種類の土材料の締固め後のせん断挙動を比較した結果、どの材料でも締固め度の上昇に伴って $q$ の最大値は増加する。しかしその力学挙動は、材料に応じて、また締固め度に応じて、それぞれに特徴を有する。今後はこの特徴を弾塑性力学に基づいてさらに詳しく考察し、骨格構造を考慮した弾塑性構成モデル<sup>3)</sup>により再現を試みる。そして締固め特性の異なる材料を弾塑性力学に基づき解釈し、これらの土材料で作られた盛土を想定した地盤での地震応答解析を行って、締固め効果の違いが盛土の地震時挙動にどのように影響するのかを調べてゆく。

なお本報告では、平成21年度国交省建設技術研究開発制度(実用化公募)において、(独)土木研究所寒地土木研究所の佐藤厚子氏および、北海道大学の三浦清一教授よりデータを提供して頂いた。ここに記して感謝申し上げます。

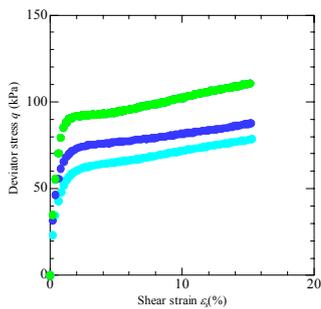


図-3 非排水三軸圧縮試験結果(試料A)

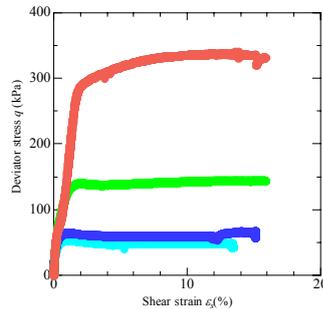
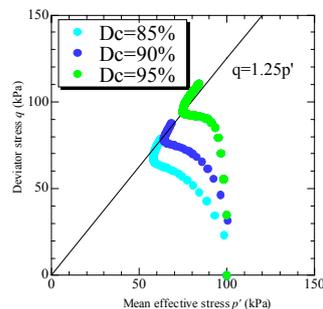


図-4 非排水三軸圧縮試験結果(試料B)

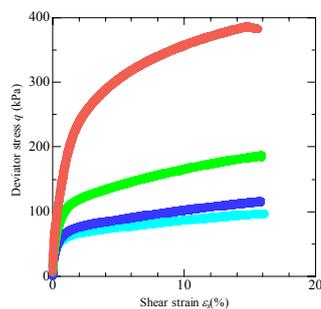
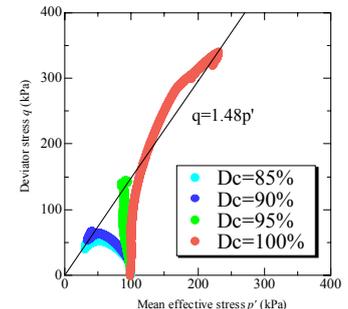


図-5 非排水三軸圧縮試験結果(試料C)

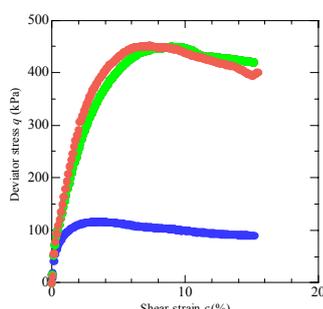
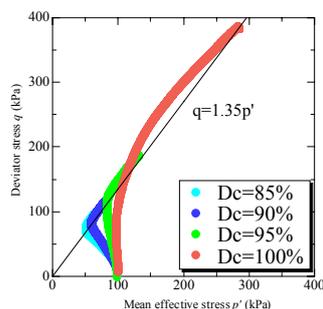
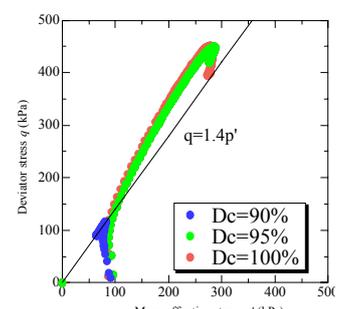


図-6 非排水三軸圧縮試験結果(試料D)



## 参考文献

- 1) 中野他(2010):締固め特性の異なる2種類の土材料における力学挙動の比較, 第45回地盤工学研究発表会, No.133, pp. 265-266.
- 2) 横濱他(2010):築提材に用いた砂質シルトのせん断特性に及ぼす締固め条件の影響, 土木学会第65回年次学術講演概要集, III-142, pp. 283-284.
- 3) Asaoka, A., Nakano, M. and Noda, T. (2000): Superloading yield surface concept for highly structured soil behavior, Soils & Foundations, No.40, Vol.2, pp.99-110.