粒度 細粒分 三軸圧縮試験

名城大学	国際会員	小高 猛司・板橋一雄
名城大学大学院	学生会員	○御手洗翔太・高木竜二
黄浜国立大学	国際会員	崔 瑛
建設技術研究所	国際会員	李 圭太
中部土質試験協同組合	正会員	久保 裕一

### 1. はじめに

河川堤防などの浸透条件下の地盤では、浸透流などによる細粒分 の流失によって粒度分布が変化し、さらに密度にも変化が生じる。 それらに起因して力学挙動にも変化が生じると考えられる。本報で は、実堤防の粒度分布を模擬した砂質土を用いて、細粒分を人為的 に減らして作製した供試体を用いて実施した三軸試験の結果を示す。 特に細粒分の減少率、間隙比、相対密度などが非排水せん断挙動に 及ぼす影響について検討した。

#### 2. 試験条件

試験試料は,三河珪砂4号と6号,およびシルト分に 富む野間精配砂を3:1:3の重量比で配合したものである。 この配合割合は,実堤防砂(千歳川北島堤防)の粒度に あわせて決定した。この配合の供試体を基本ケースとす る。一方,細粒分を減じる供試体では,野間精配砂から 0.075mmのふるいで所定の減少率の細粒分を取り除いて から混合した。そのため,細粒分減少ケースにおいては, 野間精配砂の混合割合はその減少分だけ低下する。図1 に各混合割合の粒度分布を示す。これらの試料を用いて CUB 試験を行った。

# 3. 基本ケースと細粒分減少ケースの三軸試験結果

間隙比 0.6 と設定した供試体について,細粒分を減少 させていない基本ケースと,細粒分-20%の条件で試験を 実施した。この場合,細粒分を減少させた後でも,基本 ケースと同じ体積で供試体を作製するため,実際の間隙 比は基本ケースと比べて大きくなる。図 2 に試験結果を 示す。(a)の基本ケースでは,いずれの拘束圧においても 正のダイレイタンシーの拘束に伴う硬化が顕著となる。 一方,(b)の細粒分減少ケースでは,大きな塑性圧縮を伴 う軟化を呈し,静的液状化に近い挙動を示している。

#### 4. 類似した間隙比の三軸試験結果

図 2 の比較では、細粒分の減少に伴って間隙比が大き くなることを模擬していたため、両者の挙動は大きく異 なっていた。次に、間隙比が類似のケースで比較を行う。 表-1 に各供試体の諸元を示す。間隙比 0.7 では基本ケー ス, 0.65 では細粒分-5%, 0.6 では細粒分-10%と3ケース について比較を行った。図 3, 4 および 5 に拘束圧ごと の試験結果を示す。基本ケースの間隙比 0.7 の結果より、 細粒分を減少させたケースの方が、最大軸差応力が大き い。すなわち、細粒分減少後の間隙比が類似していても、 細粒分減少前の間隙比が小さい方が、せん断時の最大軸 差応力が大きくなる。ただし、ひずみ軟化を伴う脆性破



図1 各ケースの粒度分布





図 2	間隙比 0.6 の有効応力経		
	表-1	各供試体の諸元	

試験条件	拘束圧 [kPa]	圧密後 間隙比	e <sub>max</sub>	e <sub>min</sub>	Dr [%]
e=0.7 基本ケース (0%)	50	0.659	0.943	0.462	61.0
	100 (1)	0.656			
	100 (2)	0.645			
	150	0.638			
e=0.65 細粒分 -5%	50	0.672	0.956	0.489	64.3
	100	0.655			
	150	0.639			
e=0.6 細粒分 -10%	50	0.665	0.942	0.513	66.5
	100	0.660			
	150	0.646			
目標 Dr=61% -5%	50	0.675	0.956	0.489	60.2
	100	0.671			
	150	0.678			
目標 Dr=61% -10%	50	0.678	0.942	0.513	61.5
	100	0.674			
	150	0.683			

Effects of changes of grain-size distribution and density on mechanical behavior of a sandy soil: T. Kodaka, S. Mitarai, R. Takagi (Meijo Univ.), Y. Cui (Yokohama National Univ.), K.-T. Lee (CTi Engg.) and Y. Kubo (Geo-Labo Chubu)

壊の程度が顕著となる。その理由として、同じ間隙比であっても細粒分を減少させたケースの方が、大きな粒径の砂粒 子による骨格構造が増えるためと考えられる。表-1 に示すように、これら 3 ケースの相対密度は細粒分の減少に伴い大 きくなった。試験結果においても、細粒分減少に伴い密詰め挙動が現れたことと調和している。

#### 5. 類似した相対密度の三軸試験結果

前章では基本ケースの結果より、細粒分を減少させたケースの方が、最大軸差応力が大きいことを示した。相対密度 で比較すると後者の方が密であることから、最大軸差応力が大きくなることは合理的である。そこで、本章では相対密 度をほぼ同じに合わせた供試体で実験を行い、細粒分減少の影響を検討した。表-1 に示すように、基本ケースの相対密 度が 61%であったため、細粒分-5%および-10%の試料を用いて相対密度がほぼ 61%に合わせた供試体を作製した。これ らの試験結果を図 6、7 および 8 に示す。基本ケースに比べて、細粒分減少の 2 ケースの方が全体的にゆる詰め傾向とな り、最大軸差応力も小さくなる。また、有効応力経路に着目すると細粒分-5%のケースでは、せん断後半に原点まで向 かう静的液状化に近い状態となる。さらに、基本ケースよりも細粒分減少ケースの結果の方が、最大軸差応力に達した 時点における軸ひずみが小さい。細粒分減少ケースの供試体では、正のダイレイタンシーを十分に発現せずに軟化する ように見える。ただし、細粒分-5%および-10%の結果には大きな差は見られなかった。



## 6. まとめ

本報で用いた砂試料においては、細粒分の減少に伴って最小間隙比は大きくなり、密詰めになりづらい。そのため、 間隙比が類似していても、細粒分が少ない方が相対密度は大きくなり、結果として密詰め傾向を示す。一方、相対密度 を合わせて比較した場合には、細粒分減少ケースの方がゆる詰め傾向を示す。その場合、特に正のダイレイタンシーの 発現が抑制される傾向が見受けられるが、もしそうであるならば、細粒分の減少によってせん断時の砂粒子どうしのか み合わせの低下が示唆される。ただし、今回の試験の供試体は、共通して初期含水比 10%で調整した後に湿潤締固め方 によって作製されているが、その初期含水比によっても、観察される力学挙動は大きく変わりうることを付記する。