

## 火山灰質土の静的強度に及ぼす供試体作製方法と細粒分の影響

北見工業大学大学院 学生会員 ○工藤 僚子  
 北見工業大学工学部 学生会員 荻原 慧  
 同上 正会員 山下 聡

## 1. はじめに

平成30年北海道胆振東部地震では、札幌市清田区の複数の火山灰造成宅地において液状化被害が多数発生した。別報<sup>1)</sup>では、清田区里塚地区で採取した火山灰質土で、乾燥振動法(DV法)および突き固め法で作製した供試体を用いて液状化試験を行った結果、供試体作製法によらず、いずれも豊浦砂と比較して液状化強度が低いことを報告している。また、細粒分取除試料では、細粒分含有試料と同じ相対密度でも間隙比が大きくなっているにもかかわらず、液状化強度は細粒分含有試料よりもやや高いことを報告している。そこで、本研究では供試体作製法の相違および細粒分の有無が、静的強度においても液状化強度に及ぼす影響と同様な傾向を示すのかを調べるために、圧密排水三軸圧縮試験を行うとともに、液状化強度との比較を行った。

## 2. 用いた試料と試験方法

用いた試料および供試体作製法は別報<sup>1)</sup>と同様である。供試体作製後、拘束圧30kPaのもとでCO<sub>2</sub>および脱気水により飽和させた。相対密度Drは全ての試料で80%とし、有効拘束圧 $\sigma'_c=50, 100, 200$ kPa(背圧100kPa)で等方圧密を行い、軸ひずみ速度0.5%/minで排水状態で圧縮载荷した。

## 3. 三軸圧縮試験結果

図1は、乾燥振動法で作製した豊浦砂およびポプラ公園土、細粒分を取り除いたポプラ公園土と突き固め法で作製したポプラ公園土供試体に対して行った圧密排水三軸圧縮試験の結果を示したものである。図より、豊浦砂では応力ひずみ曲線の最大値が軸ひずみ15%以前に見られるのに対し、ポプラ公園土では15%までに最大値が見られない場合が多い。また、体積ひずみは、豊浦砂は初期に収縮したのち膨張しているのに対し、ポプラ公園土では常に収縮傾向が認められる。

図2は、各供試体のモールの応力円と破壊線を示したものである。内部摩擦角はDV法で作製したポプラ公園土で最も高くなっており、ポプラ公園土の突き固め法では豊浦砂よりも低い結果となった。また、細粒分取除試料では取り除き前よりも内部摩擦角が小さくなり豊浦砂に

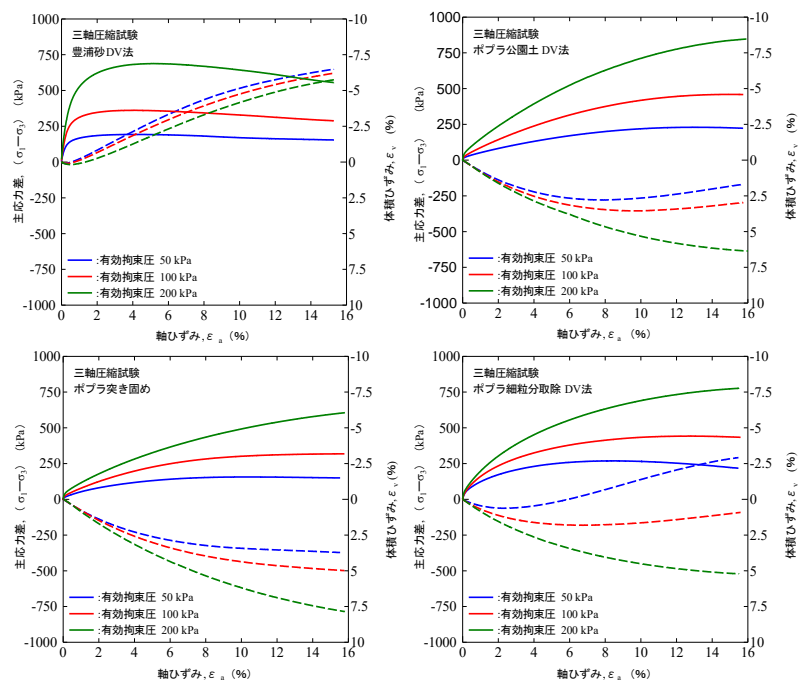


図1 各供試体の応力-ひずみ曲線、体積変化-軸ひずみ曲線

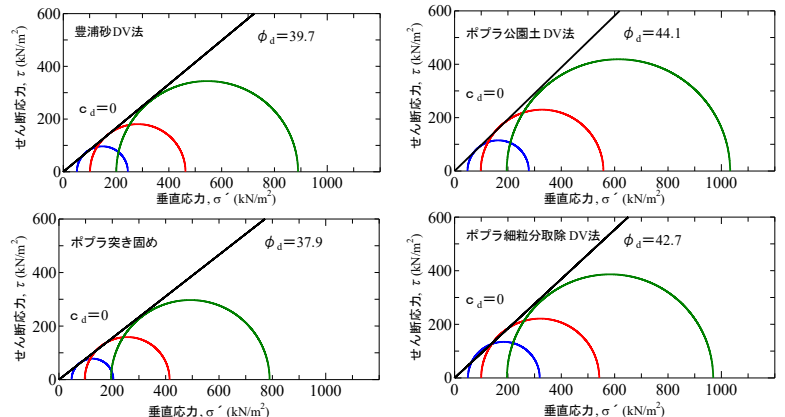


図2 各供試体のモールの応力円

キーワード 静的強度、液状化強度、火山灰質土、供試体作製方法、細粒分

連絡先 〒090-0015 北海道北見市公園町165番地 北見工業大学 TEL 0157-26-9524

近くなっている。

図3は、有効拘束圧と最大せん断応力との関係を示している。最大せん断応力はポプラ公園土の突き固め試料が最も低く、乾燥振動法によるポプラ公園土は豊浦砂よりも高いという結果となった。また、細粒分取除試料は有効拘束圧50kPa時には取り除き前よりも最大せん断応力が大きい、100、200kPaでは取り除き前よりも最大せん断応力が小さくなっている。図4は、有効拘束圧と主応力差が最大時の体積ひずみとの関係を示している。間隙比の小さい豊浦砂では、有効拘束圧にかかわらず-2%程度と一定の値を示した。一方、ポプラ公園土では有効拘束圧の増加に伴い体積ひずみが増加している。特に間隙比の大きい細粒分取除試料では体積ひずみの増加量が大きい。また、体積ひずみから求めた主応力差最大時の相対密度は、豊浦砂の場合、初期相対密度80%から70%程度に低下しているのに対し、ポプラ公園土では90~100%に増加している。このことから、ポプラ公園土のせん断中の密度変化によって静的強度が高くなったと考えられる。

以上のことから、ポプラ公園土は豊浦砂よりも変形しやすいものの、全体的に静的強度が高く体積収縮傾向が強いことがわかった。これは火山灰質土であるポプラ公園土は同じ相対密度で間隙比が高く、またガラス質で扁平な形をしているためせん断によって体積収縮しやすいが、収縮に伴う密度増加や粒子形状によるかみ合わせの強さなどによるひずみ硬化のために強度が高くなったものと考えられる。

また、これらの静的強度と別報<sup>1)</sup>による液状化強度を比較すると、液状化強度は同じ相対密度の場合、ポプラ公園土よりも豊浦砂の方が高かった。それに対して静的強度では、図2や図3に示したように突き固めによるポプラ公園土を除いて、豊浦砂よりもポプラ公園土の方が高くなっており、液状化強度と逆の傾向となった。これは、図1や図4から分かるように、せん断時のダイレイタンスーが影響しているものと思われる。ポプラ公園土では、せん断中の体積収縮傾向が豊浦砂よりも大きい。これは、非排水条件で間隙水圧が発生しやすいことを意味しており、体積収縮傾向が高いほど液状化強度が低くなる要因となる。

図4より、体積収縮傾向が最も高いのは、突き固め法や乾燥振動法によって作製したポプラ公園土である。これらの液状化強度は、別報<sup>1)</sup>で示したように豊浦砂やポプラ公園土の細粒分取除試料よりも低くなっている。ただし、最も体積収縮傾向の高い突き固め法によるポプラ公園土の液状化強度は、振動乾燥法で作製したものよりもやや高くなったが、三軸圧縮強度は突き固め法によるポプラ公園土が低くなっている。三軸試験装置による液状化試験では、圧縮応力よりも伸長応力に弱い供試体ほど液状化強度が低くなる傾向にある。したがって、突き固め法と乾燥振動法で作製した供試体の堆積構造の違いが、三軸圧縮強度と液状化強度の相違に影響したものと思われる。

#### 4. 結論

(1) 三軸圧縮強度は、豊浦砂よりもポプラ公園土の方が高くなった。また、せん断に伴う体積収縮傾向が豊浦砂よりも高くなった。火山灰質土であるポプラ公園土は同じ相対密度で間隙比が高く、また粒子がガラス質で扁平な形をしているため、せん断によって体積収縮しやすいが、収縮に伴う密度増加や扁平な粒子であることによる噛み合わせの強さなどのために強度が高くなったことが考えられる。

(2) 液状化強度は、三軸圧縮強度と異なり豊浦砂よりもポプラ公園土の方が低くなった。これは、ポプラ公園土は間隙比が高く体積収縮傾向が強いため、液状化試験時には豊浦砂よりも間隙水圧が発生しやすいため液状化強度が低くなったものと考えられる。

#### 【参考文献】

(1) 荻原慧, 工藤僚子, 山下聡: 火山灰質土の液状化強度に及ぼす供試体作製方法と細粒分の影響, 令和4年度土木学会全国大会, 2022.

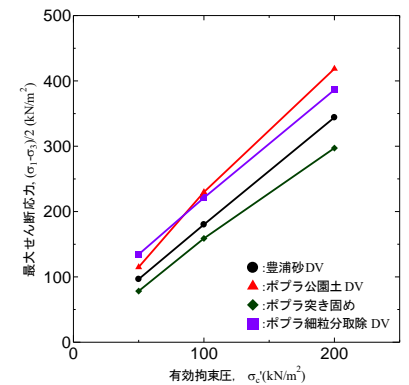


図3 有効拘束圧と最大せん断応力の関係

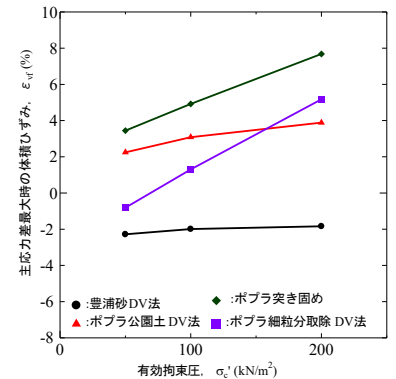


図4 有効拘束圧と体積ひずみの関係