

低密度供試体の作製方法とその力学的挙動

東北学院大学工学部環境建設工学科 (学) ○小山内雅人 須藤恵利子
東北学院大学工学部環境建設工学科 (正) 飛田善雄、(正) 山口 晶、(正) 吉田 望

1. はじめに

自然界には何らかの理由、特にセメンテーション効果により密度の低い土が存在している。粒子を結びつけるものがあれば空隙が大きく密度の低い土が存在でき、ある程度の荷重に耐えることができる。低密度の層が存在するときには、斜面の安定や崩壊時の挙動に大きな影響を与えることが懸念されているが、そのような低密度の土に対する変形挙動はよく理解されていない。本研究は、低密度供試体の作製方法とその力学的挙動について、基本的な知見を得ることを目的とした一軸圧縮試験および一面せん断試験の実験結果について報告する。

2. 水メニスカスを結合力とした、標準豊浦砂およびガラスビーズの低密度供試体について

2.1 実験概要

低密度の供試体を作成するために、水メニスカスを利用する。粒子間に水があると、表面張力により2つの粒子の間に押しあわせる力が発生する。このときの水と空気の間で作られる表面張力部分がメニスカスである。粒子間の押しあわせる力は、粒子間の水が少ないほど強くなり、理論解から求めることができる。このメカニズムを利用して、わずかに水を加えて粒子間のメニスカスを結合力として、標準豊浦砂およびガラスビーズの低密度供試体を作製し、一軸圧縮試験を行った。

2.2 実験方法

実験方法は以下の通りである。

トレイに試料(標準豊浦砂、ガラスビーズ)を1000g入れ、噴霧器で50gの水を均一にかけながら丁寧に混ぜ合わせる。全体的に試料と水が混ざったところで、表面を軽く押しやる程度に、できるだけゆるくモールドに詰めていく。供試体が自立したら上から荷重を載せていき、供試体が壊れるまでをムービーで撮影する。標準豊浦砂とガラスビーズの荷重を比較し、その結果について考察する。

2.3 実験結果

実験結果は以下の通りである。

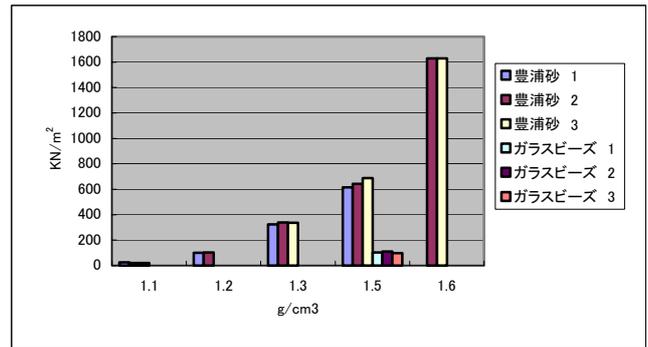


図1 標準豊浦砂とガラスビーズの強度の比較

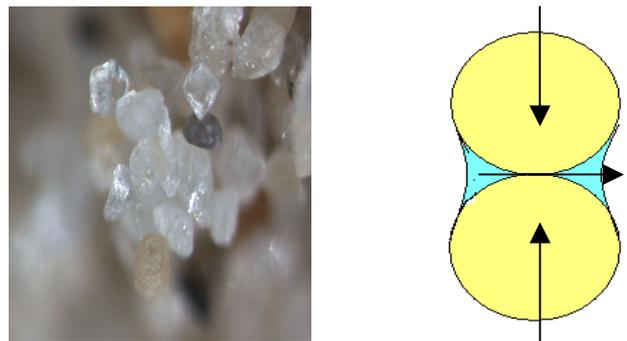


図2 標準豊浦砂の水メニスカスによる結合

ガラスビーズも自立し標準豊浦砂に比べればわずかではあるが、荷重に耐えた。

2.4 考察

実験結果より、標準豊浦砂とガラスビーズでは強度に大きな差が見られる。豊浦標準砂は角張った粒子であり、球体の粒子のガラスビーズより力を伝える構造が形成しやすいために、大きな強度の差が生じるものと考えられる。

3. 微量のセメントを結合剤として混入した、セメンテーションによる低密度供試体について

3.1 実験概要

本実験では、自然界で長年月にわたってできた土を再現するため、微量のセメントを結合剤として混

混入し、土粒子間に働くセメンテーションにより形成された低密度の土がどのような力学的挙動を示すか、基本的な知見を得ることを目的とする。

3.2 実験方法

実験方法は以下の通りである。

シェーカーに豊浦砂 300g と質量比 3% の超早強ポルトランドセメントを入れ、均一に混ざるようによく振り、全体的に砂とセメントが混合したところで静かに試料を均等に広げる。四分法を用いて分取りし、噴霧器で約 40g の水を均一にかけ、よく混合する。モールドにゆるくつめていき、シートで固定したままビニール袋に入れ養生する。作製した供試体を一軸圧縮試験および一面せん断試験を行った。

3.3 実験結果

密度と 1 軸圧縮強さは次の表の通りである。密度が増加すると全体的な強さがかなり大きくなることがわかる。

表 1 密度と 1 軸圧縮強さの関係

供試体 No	湿潤密度 (g/cm ³)	含水比(%)	一軸強さ (kN/m ²)
1	1.14	5.91	422
2	1.11	5.78	448
3	1.35	5.11	1083
4	1.33	5.72	1015
5	1.53	5.47	2631

3.4 考察

実験結果より、標準豊浦砂に微量なセメントを混ぜ合わせた供試体は、粒子間にセメントが入り、結びつきがより強くなった。水メニスカスも作用していることが期待されるが、結合剤として加えたセメントの結合力が大きい。加えたセメントの量が少ないので、密度が上がると 1 軸強さが大きくなる理由は、粒子により造られた骨格構造がしっかりとしており、微量のセメントの混入であっても、効果的に骨格構造の強化が効果的になることが考えられる。



図 4 セメントを微量加えた豊浦砂の写真 (80 倍)

4. まとめ

本研究では、水メニスカスとセメントの混入により低密度の供試体を作製する方法とその力学的挙動について、基本的な知見を得ることを目的とした。

水メニスカスによっても低密度の土が自立し、ある程度の強さをもつことがわかった。水が粒子間に存在する形態と土粒子自身が形成する骨格構造の影響が大きいことが示唆された。

自然界に存在するような、セメンテーション効果により形成される低密度の供試体を、セメントを微量混入することにより室内で再現できる可能性を示すことができた。

骨格構造の形成とともに、水やセメントが土粒子間にどのように配置しているかが力学的挙動に影響を与えることが示唆され、それを調べるために表面の拡大写真等を撮ったが、明確な結論を得るにはいたらなかった。

低密度の層が連続して存在するときには、斜面の安定や崩壊時の挙動に大きな影響を与えることが懸念され、連続した低密度層が全体の力学的挙動に及ぼす影響についても研究を進めていきたい。

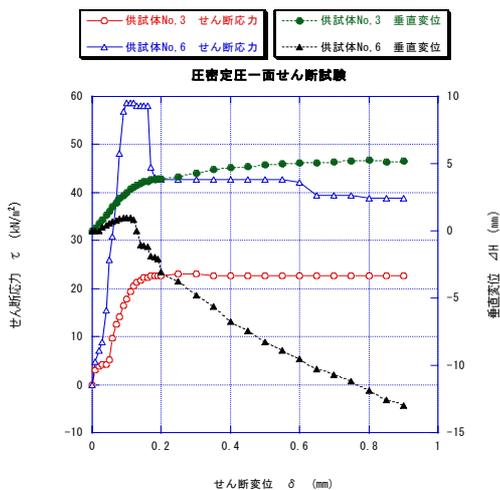


図 3 圧密定圧一面せん断試験結果

一面せん断試験ではゆるい供試体も密な供試体もセメンテーションの有無に関係なく、緩い砂、密な砂と同様の挙動を示した。