

Ⅲ－19

三軸圧縮試験を用いた模擬地山しらすの変形係数測定

日本大学工学部 学 ○山越 雅文 服部 吉弘

日本大学工学部 正 森 芳信 正 梅村 順

1.はじめに

地山しらすは、堆積の際の熱溶結作用で土粒子間が固結している¹⁾ので、その固結が失われた乱した状態と比較すると、変形・強度性状が異なる。したがって、その固結の度合いと変形・強度性状の関係を調べることは工学的に重要である。しかし、地山しらすのサンプリングは、軽石や安山岩質の礫が混入しているなどの理由で困難である²⁾。そこで本研究では地山しらすの変形・強度性状のうち、変形性状を精密に調べる方法を検討するために、乱したしらすにセメントを混ぜて固結度を持たせた模擬地山しらすを対象として、二重セル型装置を用いて圧密排水三軸圧縮試験を行った。そして得た結果から変形係数、固結度および拘束圧との関係について検討した。

2.試料・試験方法

試料には、福島県上平地区で採取した乱したしらすを粒径 2000 μ m 以下に調整して用いた。その粒径加積曲線を図-1 に示す。それに質量割合で 0.0、3.0、6.0、9.0%の普通ポルトランドセメントと 21%の蒸留水を加えて練り混ぜた。用いたセメント量の割合は、地山しらすと同じ程度の圧縮強度を発揮し、かつ固結度の違いが出るように決めた。練り混ぜた試料を突固めによる土の締固め試験(A-b 法)に従ってそれぞれ締固めた後、油圧ジャッキで脱型し、含水比 25.0%に調節した乱したしらすの中に埋めて 3 日間養生した。これらの物理的性質を表-1 に示す。

試験は、締固めて養生したしらすを高さ 100mm、直径 50mm に成形し、それを二重セル型三軸圧縮試験装置で 4 日間飽和させてから圧密排水三軸圧縮試験を行った。拘束圧は、98.1、196.2、294.3kN/m²とし、圧密終了は、9t 法で確認した。軸圧縮時の載荷速度は、0.05%/min で軸ひずみが 15%に達するまで行った。

3.試験結果・考察

三軸圧縮試験の結果から降伏点を求め、そのときのモール円を描いて粘着力 c' を求めた。その一例を図-2 に示す。この c' とセメント混合率の関係を図-3 である。セメント混合率の増加に伴って粘着力が大きくなった。このことからセメントを混ぜることで、供試体に固結度を持たせることができたことを確認できた。

軸ひずみ、体積ひずみと主応力差の関係を図-4 に示す。粘着力の増加に伴って軸圧縮初期の軸ひずみ ε_a 、体積ひずみ ε_v の増加勾配が大きくなった。そこで、 ε_a 、 ε_v の関係を検討するために軸圧縮中の ε_a と、それと直交する方向の垂直ひずみ ε_r の比: $\varepsilon_a/\varepsilon_r$ について調べた。

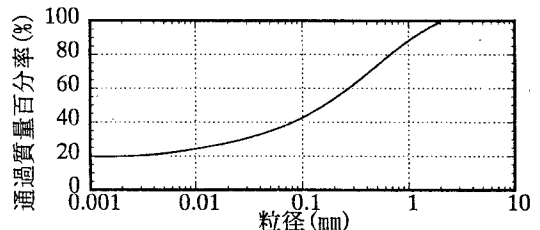


図-1 試料の粒径加積曲線

表-1 供試体の物理的性質

拘束圧 (kN/m ²)	98.1		196.2				294.3	
セメント混合率 (%)	0.0	9.0	0.0	3.0	6.0	9.0	0.0	9.0
含水比 (%)	21.7	19.1	21.4	21.8	21.3	21.7	21.4	21.3
湿潤密度 (g/cm ³)	1.679	1.795	1.703	1.783	1.746	1.815	1.703	1.765
間隙比	0.784	0.634	0.755	0.682	0.711	0.651	0.755	0.706
土粒子密度 (g/cm ³)	2.462							

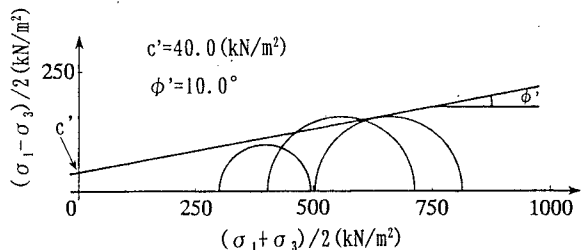


図-2 セメント混合率 9.0%のときのモール円

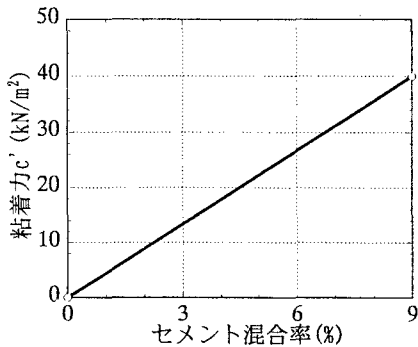


図-3 粘着力とセメント混合率の関係

ここで、 $\varepsilon_a/\varepsilon_r$ は次式で求めた。

$$\frac{\varepsilon_a}{\varepsilon_r} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\varepsilon_v \cdot \sigma_1 - \varepsilon_a (\sigma_1 + 2\sigma_3)}{\varepsilon_v \cdot \sigma_3 - \varepsilon_a (\sigma_1 + 2\sigma_3)}$$

$\varepsilon_a/\varepsilon_r$ と ε_a の関係を図-5に示す。セメント混合率 0.0、3.0、6.0%のとき、 $\varepsilon_a/\varepsilon_r$ は、初めばらつきがあったが、いずれもほぼ同じ傾向で、 ε_a の増加に伴って徐々に大きくなり、 ε_a への依存性は認められなかった。一方、9.0%のときは、初め 0.0~6.0%とほぼ同じ値であったが、 ε_a が小さいうちに大きくなった。

試験後の一部の供試体は、上部だけが壊れたものがあった。そこで、山中式土壌貫入試験で上下部の指標硬度を調べたところ、表-2に示すように供試体が均一に作成されていなかったことが認められた。これが、セメント混合率 0.0~6.0%に差が認められなかった原因の1つと考えられた。また、飽和でB値は、0.55~0.80程度までしか上がらなかった。この点も結果に何らかの影響を及ぼしたと思われる。

4.まとめ

- (1) セメントを混ぜて乱したしらすに固結度を持たせることができた。
- (2) 軸圧縮初期の主応力差に対する ε_a 、 ε_v の増加割合は、固結度が大きい程大きくなった。
- (3) (2)の結果から、軸圧縮中の $\varepsilon_a/\varepsilon_r$ の変化を検討した。その結果、セメント混合率 0.0、3.0、6.0%の結果は、ほぼ同じ傾向で差が認められなかった。9.0%のときは、初め 0.0~6.0%とほぼ同じ値であったが、小さな軸ひずみで大きくなった。
- (4) (3)でセメント混合率 0.0~6.0%に差が認められなかったのは、山中式土壌貫入試験で確認したところ、供試体が均一に作成できなかったためと考えられた。また飽和の影響も示唆され、これらの改善に課題が残された。

5.参考文献

- 1) 土壌物理研究会編：土の物理学，土質工学の基礎，森北出版，pp.346~358,1979.
- 2) 土質工学会編：日本の特殊土，pp.204~261,1974.

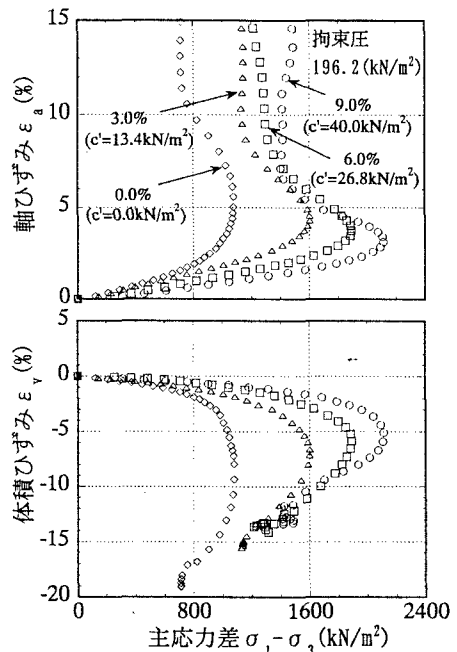


図-4 軸ひずみ、体積ひずみと主応力差の関係

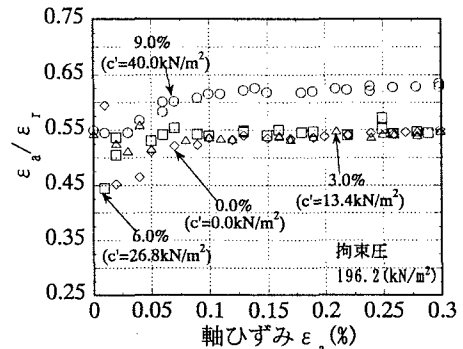


図-5 $\varepsilon_a/\varepsilon_r$ と軸ひずみの関係

表-2 山中式土壌貫入試験の結果

セメント混合率(%)	3.0	6.0	9.0
指標硬度 供試体上部(mm)	35.3	36.5	36.8
指標硬度 供試体下部(mm)	35.7	36.7	37.6