

## 【 III - 2】

### 稲城砂の飽和・不飽和三軸圧縮試験

徳島大学 学生会員 ○川崎誉正 神田祥五

徳島大学 正会員 渦岡良介 上野勝利 鈴木壽

#### 1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震では、河川・海岸堤防、道路・鉄道盛土などの土構造物が大きな被害を受けた。特に震動に加えて津波の外力を受けた被害が多く、津波の越流深度が大きい地点ではより多くの被害が見られた。地震後に津波や豪雨による様々な外力が作用した場合の破壊挙動やそういった外力に対する性能評価の問題については、既往の研究は少ないので震動後の浸透・越流を考慮した堤防の遠心模型実験を行う必要がある。そのためには模型実験に必要な堤防構成材料を用いた不飽和土の浸水せん断試験を行い、材料パラメータを得る必要がある。

また、徳島大学における既往の研究は粘性土の三軸圧縮試験しか行っておらず砂質土ではまだ行っていない。そのため今回、砂質土である稲城砂で飽和土、不飽和土の三軸圧縮試験を行い、手順の確認、器具や試験の妥当性を示すことを目的としている。実験は既存の鉄道総研の研究<sup>1)</sup>と同じ条件で行い試験結果を照らし合わせ、試験の妥当性を確認する。

#### 2. 実験方法

本研究で述べる三軸圧縮試験は地盤工学会で標準化されている試験方法<sup>2)</sup>を参考に実験を行っている。まず、本研究で使用した試料は稲城砂で  $\rho_s = 2.636\text{g/cm}^3$ 、 $F_c = 23.6\%$  である。図 1 は本研究で用いた飽和土用の三軸圧縮試験機の構造図であり、数字は各バルブを示している。各段階の体積変化は 2 重管ビュレットへの排水量、間隙水圧は水圧計、軸荷重を荷重系、軸変位を変位計で計測し、AD 変換機を通じてコンピュータに記録している。

飽和土試験は飽和過程、圧密過程、軸圧縮過程の 3 つに分けられる。飽和過程では水槽（上）に溜めておいた脱気水をバルブ③、⑦、⑧を開き供試体へ供給し⑨、⑫も開いて水槽（下）へ排水していく。通水する水の量は供試体体積の 3 倍以上とし、飽和できているかの確認は間隙圧係数  $B$  値を算出する。圧密過程では所定の拘束圧をかけた後にバルブ⑥、⑦、⑧、⑨、⑩を開き 2 重管ビュレットへ供試体上下から両面排

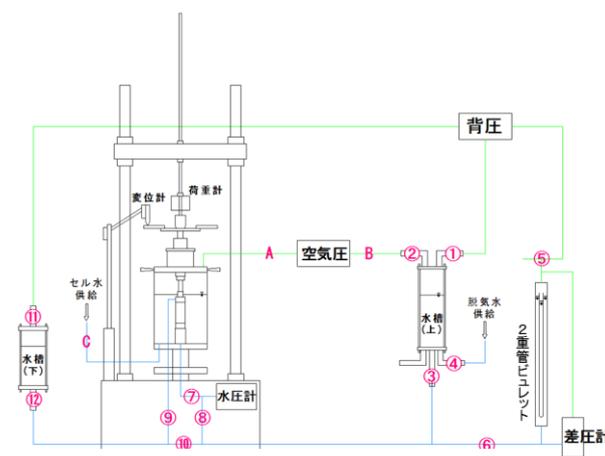


図 1 飽和土用三軸圧縮試験機

水を行う。圧密過程は排水量の変動が落ち着いたら終了とする。軸圧縮過程では圧密過程と同じ条件で軸荷重をひずみ速度一定で載荷していく。軸圧縮は荷重計の読みが最大となってから引き続き軸ひずみが 3% 生じるか、荷重計の読みが最大値の 2/3 程度に減少するか、または軸ひずみが 15% に達したら終了する。図 2 は不飽和土用の構造図である。飽和土試験で用いた計測器に加えて空気圧を計測する空気圧計と内セルの水位変化を量る差圧計を用い、この差圧計を差圧計 2 とする。

不飽和土試験はサクシオン載荷過程、圧密過程、軸圧縮過程の 3 つに分けられる。サクシオン載荷過程では供試体に空気圧をかけ飽和度を変えていく過程である。圧密過程、軸圧縮過程は飽和土試験時とほとん

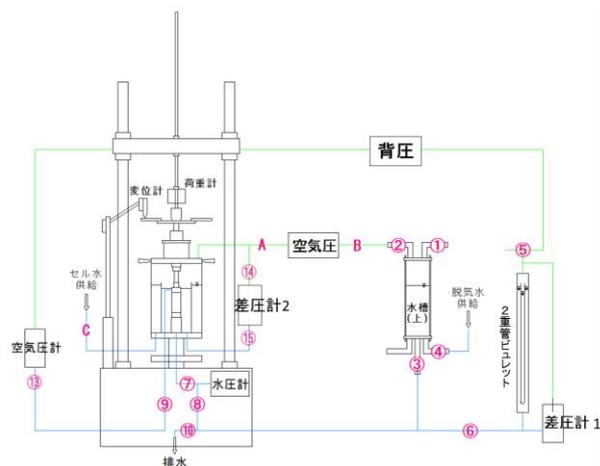


図 2 不飽和土用三軸圧縮試験機

ど変わらないが供試体上部は空気圧をかけているので排水は供試体下部のみからの片面排水となっているのが違いである。

### 3. 実験条件

表 1 に各ケースの実験条件を示す。case1、case2 は飽和土試験、case3 と case3' が不飽和土で同じ条件で実験を行ったもの。サクシオンは間隙空気圧から間隙水圧を引いたものである。

表 1 各ケースの実験条件

	case1	case2	case3	case3'
拘束圧 (基底応力) [kPa]	50	100	(50)	(50)
サクシオン[kPa]	/	/	10	10

### 4. 実験結果

図 3、図 4、図 5 にそれぞれ軸ひずみ－主応力差関係、軸ひずみ－体積ひずみ関係、有効応力経路を示す。軸ひずみに対する主応力差の関係は、飽和土である case1 と case2 で比べると拘束圧を大きくすると主応力差も大きくなった。また不飽和土である case3、case3' は同じ拘束圧 (基底応力) である飽和土の case1 よりやや高いピーク値を示した。これは共に既存の研究<sup>1)</sup> と同じ挙動を示した。体積ひずみに関しては case1 ではビュレットの水位が途中で満タンになってしまい最後まで計れなかったが曲線から予想すると、飽和土は拘束圧増加によりわずかではあるが体積ひずみは大きくなるという結果が得られた。不飽和土は飽和土より体積ひずみが大きくなったがこれは既存の研究とは逆になってしまった。また、case3 は他のケースより不規則的な変化をしている。case3' と同じ条件で行ったがこのような違いが出たのは、case3 は

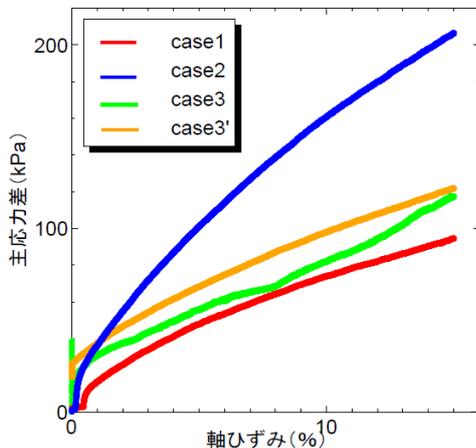


図 3 軸ひずみ－主応力差関係

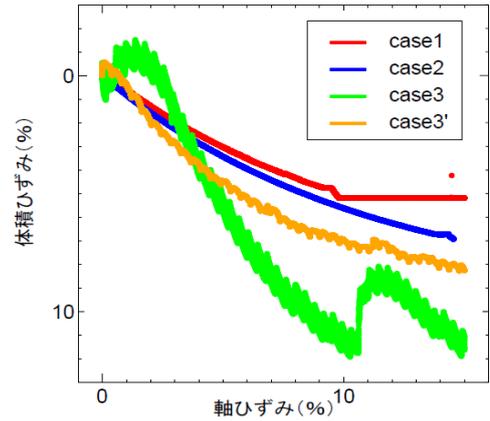


図 4 軸ひずみ－体積ひずみ関係

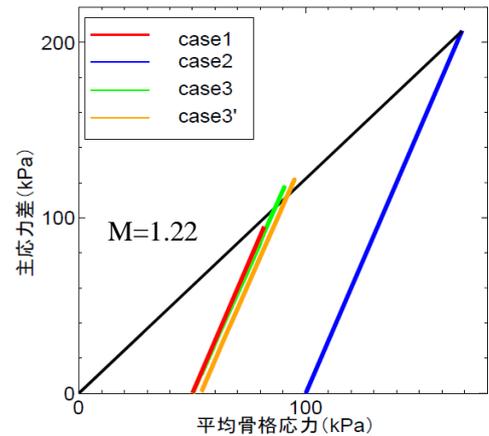


図 5 有効応力経路

差圧計 2 を固定していなかったため差圧計 2 が動いてしまった可能性がある。case3' で差圧計 2 をきちんと固定して実験を行ったところ、規則的な変化となった。有効応力経路は限界状態線  $M=1.22$  となる直線上に飽和土のピークが来ており不飽和土はそれよりややピークが高いという結果になった。

### 5. まとめ

本研究では不飽和土の浸水せん断試験を行うため、砂質土で三軸試験を行い手順の確認、器具、試験の妥当性を確かめた。軸ひずみ－主応力差関係、有効応力経路は既存の研究と同じような挙動を示したが、体積ひずみは既存の研究と逆の結果になった。この点については不明で、実験を重ねて検証を行う予定である。それ以外の器具、試験は実験結果より妥当であると示すことができた。

#### 参考文献

- 1) 木口峰夫, 松丸貴樹, 西村友良: サクシオン載荷履歴を与えた細粒分を含む砂質土の不飽和三軸試験, 第 48 回地盤工学研究発表会, pp, 859-860, 2013.
- 2) 地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説, pp, 553-557, pp, 579-639, 2009.