三軸試験による真砂土の強度定数に及ぼす B 値の影響

香川高等専門学校専攻科 〇小見山 翔 香川高等専門学校 正 向谷 光彦、正 荒牧 憲隆、正 松山 哲也、近藤 冬唯

1. はじめに

現在、土の強度定数である粘着力 c と内部摩擦角 ϕ を求 めるために三軸圧縮試験が用いられている。その内、あら かじめ試料を圧密させ、せん断中には試料からの排水を許 さない圧密非排水三軸圧縮試験 (\overline{CU} 試験)は、せん断中に 発生する過剰間隙水圧を測定し、試料内の有効応力に関す る強度定数を調べる試験である。この試験を行う際、試料 の飽和度を表す指標として B 値(間隙圧係数)が用いられ ており、B 値>0.95 が飽和の目安とされているが、B 値の 大小が強度定数 c', ϕ 'にどのような影響を与え、結果がど れほど変化するのかは明確ではない。そこで本研究では、 異なる 2 つの条件下で試験を行い、B 値が強度定数 c', ϕ ' に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

2. 試験概要

2.1 試験条件

本研究では、①通水確認後、二重負圧とバックプレッシャーによる飽和約1時間(通常)、②通水とバックプレッシャーによる飽和約1時間(二重負圧無し)の二つの条件に対し、側圧を50、100、200kPaと変化させて試験を行った。試験においては香川県内で購入した真砂土を10mm ふるい通過させ、含水比12.2%に事前に調整して用いた。

2.2 試験装置概要

本研究で用いた試験装置を図-1 に示す。試験装置は三軸 圧力室、セル圧供給装置、圧縮装置、荷重測定装置および 変位測定装置、間隙水圧測定装置、背圧供給装置、体積変 化測定装置等から構成される。

2.3 試験方法

試料を直径 5.0cm、高さ 10.0cm の円柱モールドに 3 層に 分けて突き固めて初期密度が一定になるよう供試体を作 成し、供試体上下に濾紙、側方ペーパードレーン、ゴムス リーブを取り付け、三軸室にセットする。供試体には側方 ペーパードレーンを取り付けて圧密促進の効果を得る。そ の後、三軸室に予備圧(20 kPa)を供給し、飽和過程に移る。

まず、三軸室に供給水槽と排水水槽を取り付け、供試体 に水を浸透させる。供試体上部まで水が満たされれば次の 作業に移る。次に二重負圧法により、供試体内の空気を吸 い出す。三軸室圧力と供試体圧力の差が20kPaとなるよう 保ちつつそれぞれを下げ、三軸室圧力-70kPa、供試体圧力 -90kPaの状態で1時間放置した後、正圧まで戻す。二重負 圧法による飽和作業が終了したら、バックプレッシャー (BP)による飽和を行う。ここからはPC制御での作業とな る。この際、間隙水圧計や変位計等を取り付け、三軸室を 載荷装置にセットしておく。PCの静的三軸ソフトの初期 設定を行った後、BPによる飽和を約1時間程度行う。そ の後、三軸室圧力を120kPaから150kPaまで上げ、B値 を測定する。

B 値測定後、排水状態での約 30 分間の圧密過程、非排水状態での軸圧縮過程(載荷速度 0.1 %/min)を行う。載荷終 了後、三軸室内の水を抜き、三軸室を解体して試験終了と なる。供試体および試験後の様子を図-2 に示す。

今回は時間の制約上、B 値の高い側の設定値を 0.9、低い側の設定値を 0.4 として実験を行った。



図-1 三軸試験システム(左)および三軸室(右)



図-2 供試体および試験後の様子

3. 試験結果

3.1 B 値の算出

本研究では、BPによる飽和終了後に、三軸室圧力を120 kPaから150 kPaまで上げ、B値={(150 kPaでの読み)-(120 kPaでの読み)}/30 kPaでB値を算出した。算出した結 果を表-1 に示す。表-1より、通常条件ではB値が0.9以 上と高く、二重負圧無しの場合では0.4程度低く算出され ることが分かる。二重負圧の有無がB値の値に影響を及ぼ すことが明らかになった。

側圧(kPa)	50	100	200
通常	0.91	0.90	0.90
二重負圧無し	0.41	0.43	0.41

表-1 B 値の測定結果一覧

3.2 主応力差-ひずみ曲線およびモールの応力円

通常条件と二重負圧無しの場合での最大主応力差とその時の間隙水圧を表-2 および表-3 に示す。また、主応力差-ひずみ曲線を図-3 および図-4 に、モールの応力円を図-5 に示す。表-2 および表-3 より、二重負圧無しの場合は最大主応力差と間隙水圧のどちらもが小さくなっていることが分かる。また、どちらの場合においても負の間隙水圧が発生しており、これは非排水条件で密詰めの供試体であるためと考えられる。

表2	通常条件での最大主応力差と間隙水圧
X 2	

側圧(kPa)	50	100	200
最大主応力差(kPa)	557	770	1006
間隙水圧(kPa)	-104	-118	-91.0

表3	二重負圧無し	の場合最大主応力差と間隙水圧

側王(kPa)	50	100	200
最大主応力差(kPa)	432	556	840
間隙水圧(kPa)	-53.1	-38.6	-14.1





図-4 二重負圧無しの場合の主応力差-ひずみ曲線



図-5 モールの応力円(左:通常右:二重負圧無し)

3.3 強度定数の検討

本研究では、最小二乗法を用いて強度定数を算出する。 側圧-間隙水圧を横軸、最大主応力差を縦軸にとり、傾きを m₀、切片をf₀として次式で算出する。

 $\phi' = \sin^{-1}(m_0/(2+m_0))$

 $c'=f_0/(2\sqrt{1+m_0})$

上記式より算出した結果を表-4 に示す。表-4 より、通常 条件および二重負圧無しの場合の有効応力と全応力それ ぞれの強度定数は、どちらも同程度となっていることが分 かる。B 値が 0.9 程度でもかなりの精度の強度定数を求め ることができる可能性について、今後の検証を進める。

表-4 得られた強度定数の一覧

	c' (kPa)	φ'(°)	c _{cu} (kPa)	$\phi_{\rm cu}(^{\circ})$
通常	12.7	38.4	111	36.3
二重負圧 無し	11.6	40.4	75.2	35.3

4. まとめ

結果として、B値の大小に限らずほぼ同程度の強度定数 がそれぞれ求められた。実務でも、B値が0.90以上で十分 な精度の強度定数が得られれば大きなコストダウンに直 結する。現在、試験精度の基準とされているB値>0.95は 過度の労力を要している現状がある。また、B値を0.90以 上にするためには、適切なステップで操作した二重負圧法 の適用が有効であることが分かった。