

III-519

砂質土の原位置水平方向応力の測定法(その2)

-過圧縮履歴をもつ砂についての実験結果-

竹中技術研究所 畑中宗憲 鈴木善雄
 法政大学工学部 片山康裕 金子雅之

1. まえがき

(その1)¹⁾において、原位置地盤凍結法により採取した高品質の不攪乱試料、あるいは試料採取後地盤中に形成される凍結孔を利用した砂質土の原位置水平方向応力を求める異なる二つの測定法の基本的な考え方、測定に用いた室内の実験装置および正規圧縮された供試体についての実験結果を報告し、本研究で提案した二つの方法が有効であることを示した。(その2)では、①測定精度を上げるための水温制御の工夫と②過圧縮履歴をもつ砂への本法の適応性の確認を目的としたその後の検討結果を報告する。

2. 砂試料のK. 圧縮と一次元凍結

2. 1 K. 圧縮

実験には豊浦標準砂を用い、物理特性は文献1を参照されたい。砂試料の過圧縮応力履歴は文献1に示したK. 圧縮試験装置を用いて与えた。具体的には、試料に所定の最大鉛直荷重まで載荷した後、その1/2(OCR=2)あるいは1/4(OCR=4)まで除荷して与えた。図1(a)および図2(a)は本研究でのOCR=2と4のK. 圧縮・除荷試験で得られた鉛直有効応力(σ_1')と水平方向有効応力(σ_3')の変化を示したものである。表1は本研究の結果とHendron²⁾の結果と比較したものである。両者の間には良い対応がみられ、本研究で用いたK. 圧縮試験装置および実験方法がおおむね妥当であると考えられる。

2. 2 一次元凍結とK. 状態融解試験用試料の作成

OCR=2あるいは4の応力状態にしたままで、砂試料を容器の底面より上面へ一次元状態で凍結させる。その後、円盤状の凍結砂の中央からコアチューブにより直径約5cmの凍結円柱を切り出し、適切な長さに切断した後、円柱試料K. 融解試験(A法)の供試体とする。凍結円柱を採取した残りの円筒孔をもつ円盤状試料を円筒孔K. 融解試験(B法)の供試体とする(文献1参照)。

3. 水平方向応力測定装置と測定方法

3. 1 凍結不攪乱円柱試料のK. 融解試験(A法)の装置と方法

図3は実験装置の模式断面図である。凍結試料融解による水平方向変位は内セル内の水位の変動に変換される。水面上のギャップセンサーによりこの変動を感知し、 σ_3' を制御して水位が一定となるように制御する。(その2)では凍結試料に対する内セルの中の水の重量比を(その1)よりもさらに大きくして水温変化を出来るだけ小さくした。具体的には、内セルの片側を熱伝導のよい真鍮製((その1)ではアクリル製)にして、内セルの側壁を通して内セルと外セルの水への熱伝導も可能とし、外セル内の大量の水によって結果的に内セル内の水の温度変化をできるだけ小さくした(外セルの水の重量を加えた全水の重量と凍結試料の比は約1.7となる、(その1)の約1.3倍)。なお、実験中は室温をできるだけ初期セル水温(約10℃)と同じ温度でかつ一定とし、凍結試料融解による水温への影響を分離できるようにした。その結果、実験開始から終了までの間の温度変化は2℃程度と小さく抑えることができた。なお、内セル内の水温を一定にすることについては、現在室温に影響されない新たな水温制御装置を作成して試行中である。

3. 2 不攪乱凍結円筒孔のK. 融解試験(B法)の装置と方法

図4はB法に用いた装置の模式断面図である。B法では水袋内水と凍結試料の重量比は約0.06であり、凍結試料の融解による水温の変化はかなり大きいと考えられる。そのため図4に示すように、水袋内にコイルヒーターを入れて、水温を一定になるように制御した。試験方法は凍結円筒孔の水平変位を水袋に連結したスタンドパイプ内の水位で感知し、空気圧により水位が一定になるように制御し、凍結円筒孔が完全に融解したときの、水袋内の圧力が原位置地盤の水平方向応力として求められる。

4. 実験結果とまとめ

OCR=2および4の凍結試料を用いたA法およびB法による σ_3' の時刻歴をそれぞれ図1（b）、（c）および図2（b）、（c）に示した。A法については、初期の等方圧を $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度にしてあり、所定の有効上載圧が載荷されると側圧も大きく変化し、その後多少変動しながらある値に漸近する。B法においては、初期の水平方向応力を4段階に分けて、上載圧の載荷と前後して載荷し、融解開始直前の値としてはほぼK。圧縮試験時の値とした。 σ_3' の値は融解途中においては若干変動し、最終的にある値に漸近する。最終的に求められる σ_3' の値と初期有効上載圧とからK。値が求められる。これらの試験で求められた結果を表2に示した。（その1）につづき、過圧縮履歴をもつ砂についても、本研究で提案した方法により、地盤の原位置の水平方向応力を求めることができることが示された。なお、現在B法を実地盤へ実施するための装置を試作して、その適用性の確認を開始したところである。

参考文献：1）畑中、鈴木、天笠、笹沢（1989）：“砂質土の原位置水平方向応力の測定法”、第44回土木学会年次学術講。2）Hendron, A.J., Jr., (1963): The behavior of sand in one-dimensional compression, Ph.D. thesis, Department of Civil Engineering, University of Illinois.

表1 K。圧縮・除荷試験結果の比較

	K_s (OCR=1)	K_s (OCR=2)	K_s (OCR=4)	K_s (OCR=2) K_s (OCR=1)	K_s (OCR=4) K_s (OCR=1)
Hendron	0.42	0.56	0.77	1.32	1.81
OCR=2.0	0.39	0.54		1.39	
OCR=4.0	0.41		0.72		1.76

表2 K。値測定結果

OCR	測定方法		
	K。圧縮	A法	B法
1	0.40	0.41	0.38
2	0.54	0.55	0.52
4	0.72	0.70	0.73

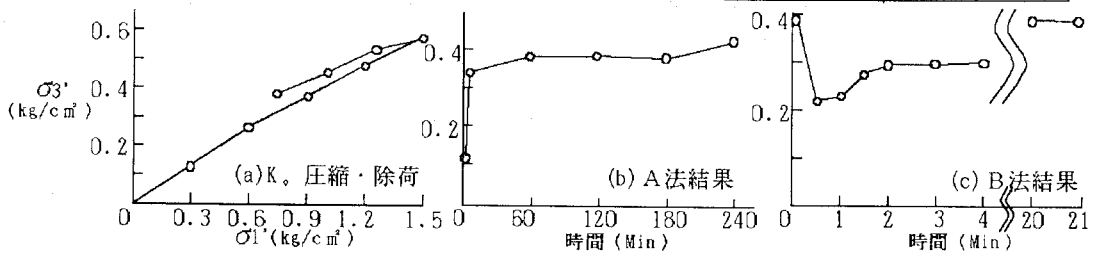


図1 OCR=2の試料の実験結果

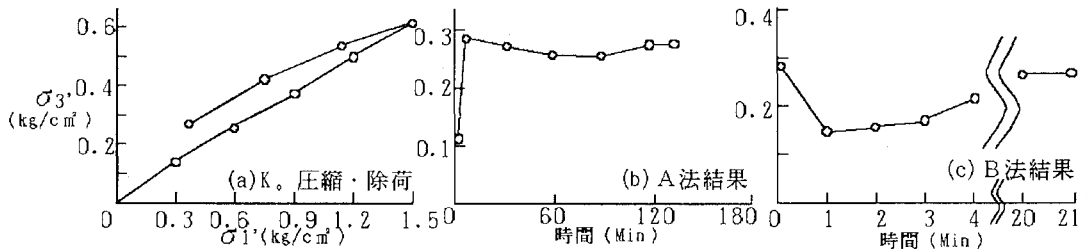


図2 OCR=4の試料の実験結果

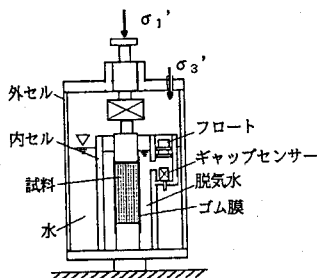


図3 A法試験装置模式断面図

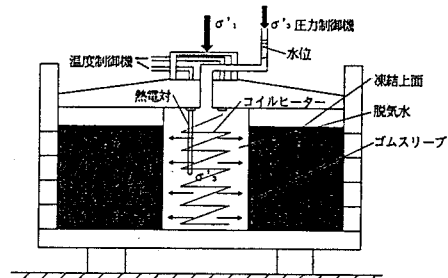


図4 B法試験装置模式断面図