

佐賀大学 正員 ○ 石橋 孝治

1. まえがき

多大の労力と費用を要するためにほとんど実施されることのない原位置岩盤三軸圧縮試験を簡易化するために、室内三軸圧縮試験法の1つである擬似三軸圧縮試験法の考え方を導入したCompact Triaxial Test (CTT, 簡易三軸圧縮試験) に着目し、小型の装置による基礎的な検討を行ってきた。今回、プロトタイプ型の装置を新たに作製し、実岩盤への適用を前に寸法効果を含め原位置岩盤への適用上の問題点をモデル実験を行って検討した。

2. CTTの概要

CTTではコアリングにより原位置岩盤に切り残した円柱根付き試験片に対して、従来の擬似三軸圧縮試験の手法を適用するものである。したがって、コア溝外周の岩盤が圧力セルの機能を担うことになり、装置構成は従来の原位置岩盤三軸圧縮試験に比べ極めて簡素になる。

3. 実験の概要

これまでの基礎的な研究段階では直径(D) 35mm、高さ(H) 78.5mmの根付き試験片を用いて来た。¹⁾ プロトタイプ型の試験装置を設計するに際しては、採用する根付き試験片の寸法が最大の関心事となる。御牧ら²⁾行った岩盤三軸試験では数本の節理を内在する1m立方の岩塊を対象としている。円柱試験片の場合、直径30cm程度が現状としては許容される寸法と考えられるが、試験の簡便性(装置構成のコンパクト化)を重視すると小寸法化が望ましい。試験の性格が異なるが、永山ら³⁾が行った簡易岩盤せん断試験では、被試験体のせん断面寸法を20cm画している。この寸法は従来の寸法の1/4から1/5である。このような現状と試みを参考にし、さらに想定する不連続面の内在数を1.2本と設定して根付き円柱試験片の直径を10cmとした。H/D=2.5より、高さは25cmとなる。

本モデル実験では、炭酸カルシウム混入の低強度セメントモルタル(一軸圧縮強度: 15.4 MPa)を用いて予め試験部(直径10cm、高さ30cm)を作製し、円柱モデル岩塊(直径35cm、高さ40cm)中央に下端5cm埋設させて設置することで根付き状態とした。図-1に円柱モデル岩塊の断面図を示す。モデル岩塊の岩塊部はレディーミクストコンクリート(呼び強度: 24 MPa、スランプ: 18cm)を用いて製作した。また、岩塊部にはピストンキャップ装着用のアンカーボルト(M27)を8本と、対周圧補強のために根付き試験片の外周に鋼管(内径131.8mm、厚さ4.5mm)を予め設置してコンクリートを打設した。

周圧は油圧で与え、0.0, 0.98, 1.96 MPaの定レベルを設定した。軸力は毎分11.76kNの荷重速度で与えた。また、比較のために直径35mm、高さ70mmの試験片を低強度セメントモルタルからコア抜き機で抽出し、従来の擬似三軸圧縮試験を実施した。

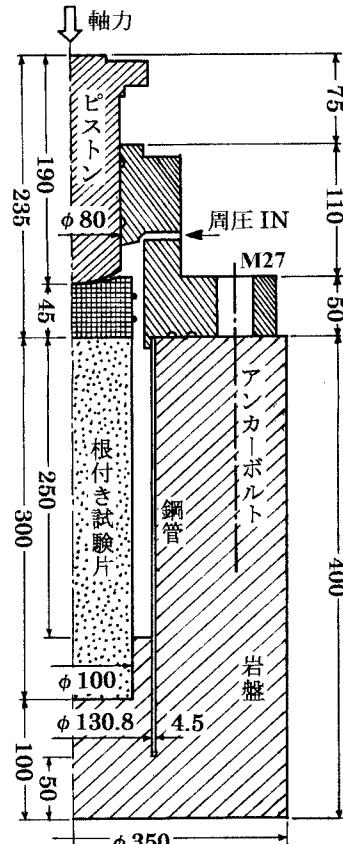


図-1 円柱モデル岩塊の断面図

キーワード：岩盤、原位置試験、三軸圧縮試験、模型実験、試験装置

連絡先：〒840-8502 佐賀市本庄町1番地 佐賀大学 理工学部 都市工学科 Tel. (0952)28-8691

4. 実験結果および考察

表-1にこれまでの基礎的実験の結果を加えて一軸圧縮強度の一覧を示す。直径50mmの標準試験片は材料試験に供したものであり、これを基準に考えると直径35mmの試験片は標準、根付き試験片とも最大で12%程度の差を示しているのに対して、今回の直径100mmの根付き試験片の結果は過大な値を与えている。これは試験片の製作過程、特に根付き部の処理の影響が反映したものと考えられる。基礎的実験段階では根付き試験片と岩塊部は同一材料を用いて一体作製したのに対して、今回は前述したように個別に作製したため根付き部の端面拘束の状態に差異を生じている。

軸差応力-ひずみ曲線の線形に関しては、強度破壊点以前の領域における線の傾きは簡易三軸試験の方が若干大きめの値を与える傾向を示した。この傾向は基礎的実験の結果でも確認されており、応力-ひずみ曲線の線形に関しては試験片寸法の拡大に伴う影響はないものと考えられる。

一軸圧縮試験および三軸圧縮試験結果を利用してモールの破壊応力円を描き、その包絡線を利用して導出されたせん断強度と内部摩擦角を表-2にまとめて示す。基礎的実験の結果を踏まえて考えれば、せん断強度と内部摩擦角はともに簡易三軸試験は擬似三軸圧縮試験よりこれらの値を約5%程度過小評価する傾向があることがわかる。強度定数の工学的利用を考えれば、過小評価は安全側の設計を与えることとなり、本試験法の有意性を失わせることとはならない。今回の試験結果がこれまでの基礎的実験の結果と同様な傾向を与え、試験片寸法の拡大の影響が見られなかった原因は強度定数の算定法が持つ緩和性にあると考えられる。すなわち、破壊の包絡線の描線は一連の三軸圧縮強度試験結果を総括するかたちで行われる。

表-1 一軸圧縮強度試験結果 (MPa)

試験片の種類		標準試験片 (H/D=2.0)		根付き試験片 (H/D=2.5)		
試験片の直径		D=35mm	D=50mm	D=35mm	D=50mm	D=100mm
1	—	—	47.2 (1.00)	—	49.3 (1.04)	—
2	挟み付け装着	42.3 (1.12)	37.9 (1.00)	36.7 (0.96)	—	—
3		26.5 (1.05)	25.3 (1.00)	28.4 (1.12)	—	—
4	ボルト装着	31.4 (0.96)	32.7 (1.00)	28.4 (0.88)	—	—
5		14.3 (0.93)	15.4 (1.00)	—	—	20.6 (1.34)

表-2 強度定数の一覧

番号	せん断強度 (MPa)			内部摩擦角 (度)		
	擬似三軸		簡易三軸	擬似三軸		簡易三軸
2	7.6 (1.00)	>	6.8 (0.89)	56.9 (1.00)	>	53.2 (0.93)
3	5.0 (1.00)	<	5.3 (1.06)	55.0 (1.00)	>	54.5 (0.99)
4	6.5 (1.00)	>	6.1 (0.94)	53.0 (1.00)	>	49.5 (0.93)
5	4.4 (1.00)	>	4.2 (0.95)	46.0 (1.00)	>	43.9 (0.95)

5. むすび

今回の実験ではモデル岩塊作製上の制限もあり、高い周圧を付加した三軸圧縮試験は実施できなかったが、プロトタイプ型の装置の機能確認は行えた。また、試験片の寸法については検討の余地があり、実岩盤への適用結果をもとに試験の簡便性と試料の代表性を考慮して再検討する予定である。なお、本研究は文部省科学研究費補助金(09650554)を受けて行ったものであることを付記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 石橋孝治:岩盤の簡易三軸圧縮試験法に関する基礎的研究、第51回年次学術講演会概要集III-A、1996、pp.782-783
- 2) 御牧陽一:大規模地下発電所の設計と施工、地下構造物の設計と施工、土木学会、1976、pp.115-152
- 3) 永山功ほか:簡易岩盤せん断試験機による軟質岩盤の調査、第25回岩盤力学シンポ、1993、pp.561-565