

不完全擬似三軸圧縮試験法に関する基礎的研究

佐賀大学 学生員 ○ 成 清 慎一郎
正 員 石 橋 孝 治

1. まえがき

原位置で岩盤の力学的性質を調べる試験法として、原位置変形試験と原位置強度試験がある。本研究は、原位置強度試験の1つである岩盤三軸圧縮試験に着目した。現在、採用されている岩盤の三軸圧縮試験では、切り残した直方体岩盤塊に対する三主応力制御方式に基づく試験が行われる。この方法は、多大の労力と費用を必要とするため、一般に実施されることはまれである。そこで、原位置で簡易に実施できる試験法として、Fault Triaxial Test (FTT、不完全擬似三軸圧縮試験法)に注目した。本研究は有限要素法によるシミュレーション解析を行ってFTTの有用性と問題点を検討したものである。

2. FTTの概要

本試験法は黒部第4ダムの基礎岩盤試験の一つの方法として考えられていたが、今日では試験法としては認知されておらず消滅している。図-1にFTTの概念図を示す。この方法は原位置岩盤にある深さでコアリングを行い円柱状の試験片を切り残し、この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。

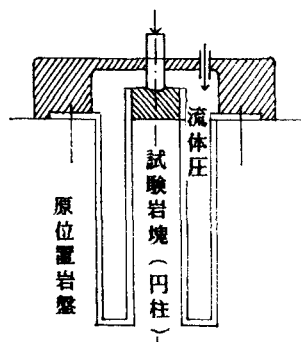


図-1 FTTの概念

3. 解析方法

本研究では、解析の対象として直径15cm、高さ30cmの円柱岩石塊に、直径5cm、コア深さが12.5cmの円柱試験片を切り残した場合を取り挙げた。コア深さは事前に模型実験を行い、試験片の破壊形式が円柱供試体の一軸圧縮試験でみられ破壊形式に最も近くなった値を採用している。有限要素法によるシミュレーション解析は、F I N A S を利用して行い、8節点軸対称要素を採用した。シミュレーション解析の解析パラメータは、試験片に与える周圧 ($p_c = 0, 5, 10, 20, 40 \text{ kgf/cm}^2$) と試験片の境界条件である。図-2の(a)と(b)に基本となる試験片とFTT試験片の解析モデル図をそれぞれ示す。また、表-1に解析に用いた岩石の力学的性質と解析仮定を示す。解析は所定の定周圧のもとで軸方向荷重を逐次増分して行き、試験片の要素全域が塑性化あるいは試験片近傍の要素にマクロの破壊を構成する塑性域が生じた時点で解析を終了した。

表-1 解析に用いた岩石の力学的性質と解析仮定

弾性係数 (kgf/cm^2)	2.4×10^5
ポアソン比	0.18
圧縮強度 (kgf/cm^2)	486.0
引張強度 (kgf/cm^2)	52.8
せん断強度 (kgf/cm^2)	97.6
内部摩擦角 (度)	46.0
岩石モデルの降伏条件	Mohr-Coulombの降伏条件

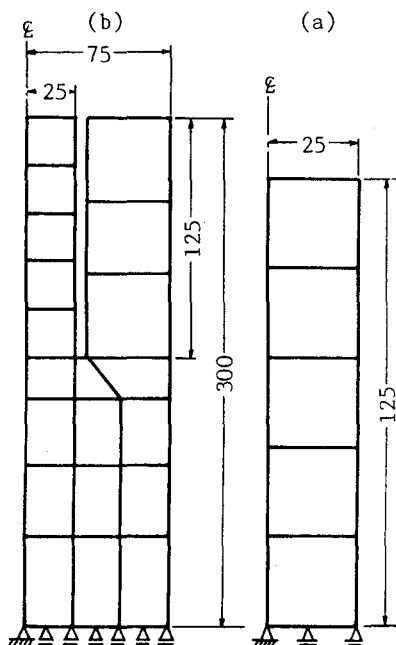


図-2 解析モデル図

4. 解析結果と考察

表-2 に各周圧下における全試験片の最大軸方向応力を、図-3 にこれらのモールの応力円を示す。

コア底部が連続した試験片にあっては、円柱供試体よりも圧縮強度が大きめに評価されている。また、両タイプの試験片の破壊包絡線を比較してみると、コア底部が連続した供試体の包絡線は、円柱供試体のその外側に描かれる。したがって、岩盤強度定数の一つであるせん断強度が若干大きめに評価されることを伺い知ることができる。またこれから評価される内部摩擦角については大差は無いものと考えられる。

図-4 に試験片内の塑性域の進展状況の一例を示す。コア底部が連続した試験片における $p_c = 40 \text{ kgf/cm}^2$ の場合、塑性域が仮境界線より底部に発生し進行する傾向を示した。他の周圧下における塑性域の進展状況は、塑性化は溝の底部から起こり、載荷応力の増加に伴って、次第にコアの中部から上部そして下部へと広がって行く傾向を示した。このことから、高い周圧のもとでは試験片内部の破壊ではなく、試験片近傍に生じたマクロの破壊のメカニズムにより最大荷重が決まる可能性があることが推察される。

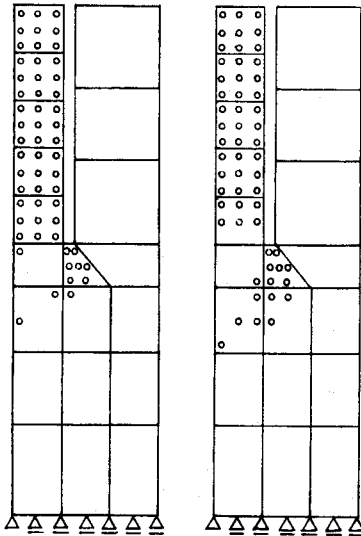


図-4 塑性域の一例

表-2 各周圧下における全試験片の最大軸方向応力

周圧 P_c (kgf/cm^2)	円柱供試体	コア底部が連続した 供試体
0	484	621
5	514	738
10	545	708
20	606	734
40	729	824

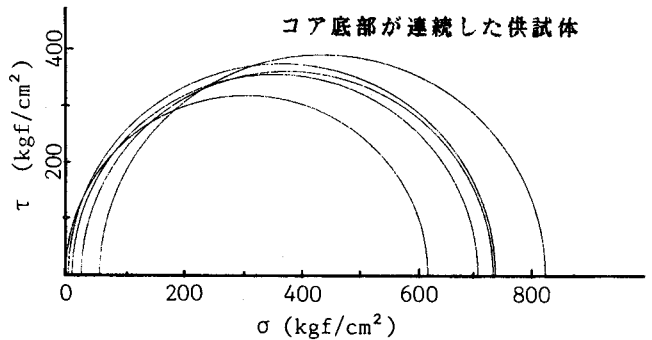
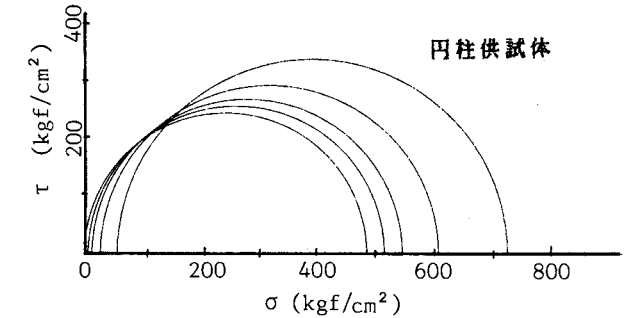


図-3 モールの応力円群

5. おわりに

FINASによるFTTのシミュレーション解析結果から、せん断強度が大きめに評価されることが推察される。インタクトな岩盤を想定して今回のシミュレーション解析を行ったが、今後は実際にモデル実験を行い、両者を実験の方面からも比較し検討して行く予定である。