

(I-30) 円盤状粘土のねじりせん断試験によるリーデル線発生観察

東京大学 学生員 後藤 寛英
東京大学 正 員 堀 宗朗

1. まえがき

地殻内断層の挙動を推定する1つの方針として、地殻内断層を力学的問題として設定することが考えられる。この問題設定のために必要なデータとして、断層の応力状態等を得ることは必要不可欠となっている。本研究では、表層地盤を粘土盤とし基盤を回転円盤とした実験装置を用いて、モデル実験を行い、断層の応力状態を知ることを念頭に対応する滑り面の発生と進展を観察した。まず、本実験は確立したものではないために、まず再現性を調べ、一面せん断試験との比較によって、実験方法の提案を行なった。表面の変位の測定、およびすべり面発生を引き起こす亀裂の発生が観察された。

2. 実験装置・実験方法

図1に示すような装置を用いて、粘土及びゼラチンのねじりせん断試験を行った。既往のリーデル線発生実験では、せん断面を直線にしてリーデル線を発生させていたために、平行盤端部における局所的な変位のずれと応力集中が問題おなっていた。本研究では、円状のせん断面を用いることで、この点を改善した。 $9.15[\mu\text{m}/\text{sec}]$ の速度で、ずれ変位を与えた。このときのモーメントと回転角を測定した。カオリンナイトの供試体では、表面の変位を $3.15 \times 3.15[\text{mm}^2]$ の領域について CCD カメラで撮影し、このビデオデータを 512×512 のドットデータに変換・256階調にデジタル化して明るさのパターンマッチングをすることで、変位を計測した。使用した粘土(カオリンナイト)は、比重 G_s が $2.595[\text{g}/\text{cm}^3]$ 、含水比 w は約66[%]程度、間隙比 e は1.8[%]程度のものである。ゼラチン供試体においては、底面から上面に至る亀裂の進展を観察した。使用したゼラチンは濃度4.5[%]程度のものである。

3. 実験結果

(1) 粘土盤のねじりせん断試験のモーメント-回転角曲線を図2に示す。

(2) また、別に行った粘土(カオリンナイト)の一面せん断試験の結果を図3に示す。

(3) ゼラチンのねじりせん断試験のモーメント-回転角曲線及びリーデル線形成を図4に示す。

○試験としての妥当性を検証：同一条件で作成された粘土盤に対して測定される、モーメント-回転角曲線の関係の再現性を考える。図において4回の測定データを示すが、モーメントのピーク値や、それぞれに対応する回転角が良好に一致していることにより、再現性が示される。

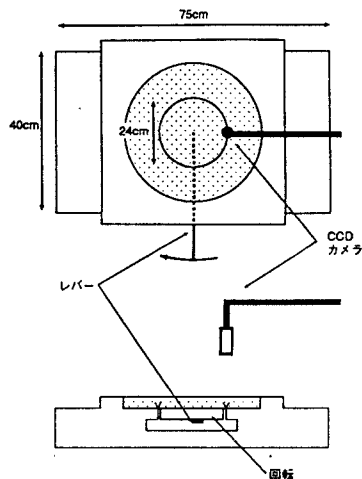


図1 実験装置概要

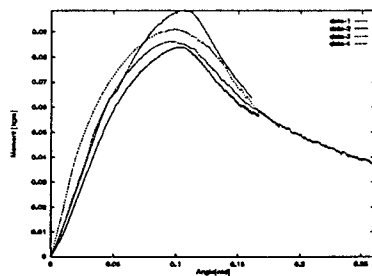


図2 粘土盤のモーメント-回転角曲線

○一面せん断試験との比較: 図2と図3によるせん断状況の比較をすると下の表1のようになり、ねじりせん断試験で計測されたリーデル線発生時のすべり面の平均せん断応力とすべり変位は、一面せん断試験でのものと一致していることがわかる。

○ゼラチン盤のせん断試験の結果: 亀裂の発生～リーデル線の形成までは3つの段階に分けて説明される。

1. 載荷開始直後(亀裂の発生): 図5-回転盤のずれに直交して逆三角形形状の亀裂が入る。大きさは2[mm]程度であった。
2. 載荷中(亀裂の成長): 図6-最初は一様に進展していたすべり面は、3～4[mm]個の内の1個のみが成長し、残りは成長を止める。逆三角形の底面は上に向い、側面は横に広がっていく。
3. モーメントのピーク(リーデル線の形成): 図7-逆三角形亀裂の底面が表面に達することで、リーデル線が形成される。

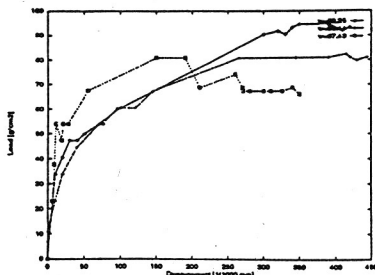


図3 粘土の一面せん断試験

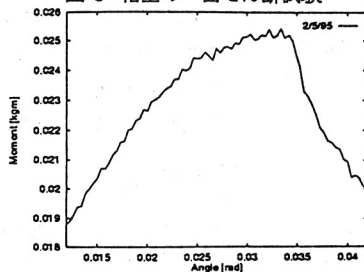


図4 ゼラチン盤のモーメント-回転角曲線

表1 粘土の物性値

せん断状況		
実験の種類	最大せん断応力	最大せん断応力をだす変位
ねじりせん断試験	85.65 [g/cm ²]	200 [μm]
一面せん断試験	82.3~94.5[g/cm ²]	200~300 [μm]

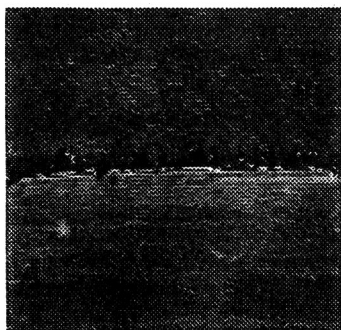


図5 step1



図6 step2



図7 step3

4. 結論

- (1) ねじりせん断試験の考案・開発がなされた。
- (2) 表面変位とひずみの測定が、可能である事の確認がなされた。
- (3) すべり面の発生、進展の観察がなされた。