

大阪産業大学 工学部 学生会員○今泉克俊
大阪産業大学 工学部 正会員 佐野郁雄
大阪産業大学 大学院 学生会員 松岡公彦
大阪産業大学 工学部 学生会員 篠田智史

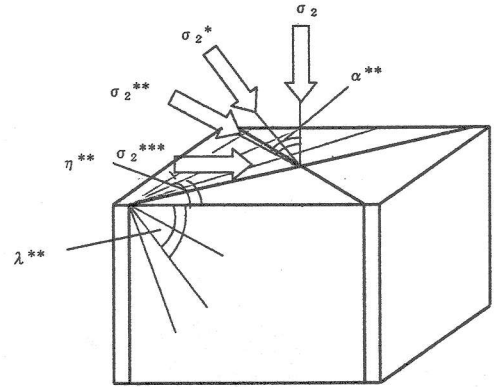
1.はじめに

カオリン粘土から作成した供試体を一軸圧縮させ、その供試体の上面および側面に現れるせん断帯を観察する。粘土供試体の上面に現れたせん断帯と側面に現れたせん断帯は相互関係があるので、それらせん断帯の発生角度について検討する。また、実地盤における断層の傾斜角度を検討する。

2.供試体に現れるせん断帯角度

一軸圧縮試験を行う際に供試体に見られるせん断帯は、 σ_1 方向を挟んで $45^\circ - \phi/2$ の角度に左右2本の共役なせん断面が生ずる。しかし実際には、ほぼ一定方向に最大主応力 σ_1 と最小主応力 σ_3 を与えているにも関わらず、供試体には逆断層、横ずれ断層など様々なせん断帯が発生していることが観察される場合も多い。これは、図1のように中間主応力 σ_2 が鉛直方向に回転して働いていることにより説明される。また、このとき上面に生じるせん断帯の角度と側面に生じるせん断帯の水平面からの角度 η 、 λ は、中間主応力 σ_2 の鉛直軸からの回転角度 α を用いて、図1中の(1)、(2)式の関係であることが導かれている¹⁾。ここで、カオリン粘土の内部摩擦角 ϕ を 24° と仮定する。

写真1,2,3では、カオリン粘土供試体($\varepsilon=15\%$)において異なる角度をもったせん断帯を確認することができる。観察および側面のせん断帯の強弱により、せん断帯1がまず逆断層が発生し、次にせん断帯2が横ずれ断層として発生したことがわかる。せん断帯1について、 $\eta=86^\circ$ より(1)式を用いて $\alpha=87^\circ$ となり、(2)式を用いて $\lambda=33^\circ$ (実測値 27°) と推定される。また、せん断帯2から観察できる $\lambda=85^\circ$ より、同様に $\eta=33^\circ$ (実測値 31°)、 $\alpha=3^\circ$ となる。これらの結果を表1にまとめる。以上から、同一の供試体内において2種類の中間主応力 σ_2 が大きく異なるせん断帯が混在していることから、上面に横ずれ断層ならびに逆断層の異なる2種類の形態の断層が形成されたと解釈される。



$$\tan \eta = \frac{\tan(45^\circ - \phi/2)}{\cos \alpha} \quad (1)$$

$$\tan \lambda = \frac{\tan(45^\circ - \phi/2)}{\sin \alpha} \quad (2)$$

図1 σ_2 の回転に伴うせん断帯発生角度 η , λ の変化

α : σ_2 の鉛直軸からの回転角度

η : 上面におけるせん断帯と水平面の角度

λ : 側面におけるせん断帯と水平面の角度

表1 せん断帯1,2における発生角度の推定

	せん断帯1	せん断帯2
η (実測値)	85.9°	33.0° (31.1°)
λ (実測値)	33.0° (27.0°)	85.5°
α	87.3°	2.9°
成分	逆断層	横ずれ断層

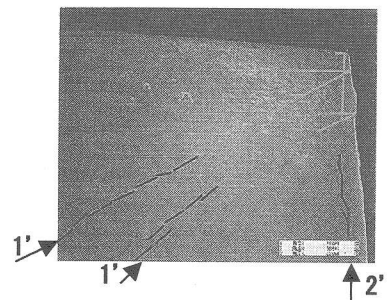
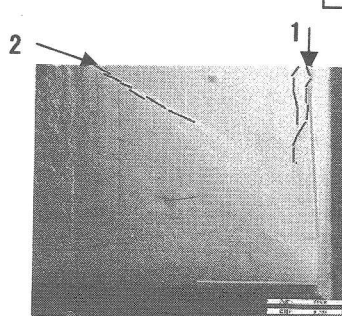
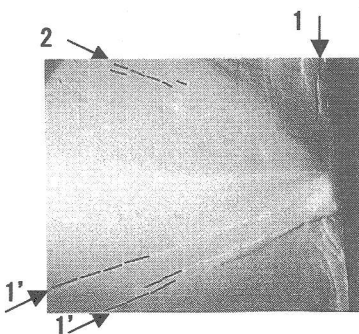


写真1 上面に見られるせん断帯 写真1 上面に見られるせん断帯 (45° 方向から観察 マイクロスコープ 25 倍)

写真2 上面に見られるせん断帯 (マイクロスコープ 25 倍, $\varepsilon=15\%$)

写真3 側面に見られるせん断帯 (マイクロスコープ 25 倍, $\varepsilon=15\%$)

3. 実地盤における断層の傾斜角

実地盤に生じる地表面のせん断帯の角度 η から、せん断帯の傾斜角 λ を (2) 式より求め、それより断層の形態を識別する。西日本には、ほぼ一定に東西方向に最大主応力 σ_1 が働いているため、これを仮定して、生駒断層、水鳥大將軍断層について傾斜角の検討を行う。

(1) 生駒断層

図2は大阪湾を囲む近畿地方の断層系を反転して示すものである。このとき先述したように、最大主応力 σ_1 が東西方向に働いているならば、北東方向に横ずれ断層に走る中央構造線に対して、交角 110° で生駒断層がほぼ南北に分岐している。このとき生駒断層は、最大主応力 σ_1 の軸方向に $\eta = 77^\circ$ となる。また (1) 式より、 $\alpha = 80^\circ$ であることがわかる。さらに (2) 式より、断層面の傾きは $\lambda = 33.4^\circ$ と求められ、逆断層であることがわかる。このことから、北東方向に横ずれ断層に走る中央構造線に対して生駒断層は異なった断層の形態を示している。この現象は写真4に示されるように粘土供試体でも局所的に現れる場合もある。先述したように、最大主応力 σ_1 が一定方向であるとき、上面に生じるせん断帯の角度 η がわかっている場合、その断層の傾斜角度 λ 、中間主応力 σ_2 の回転角度 α が決定される。同一平面上に異なる角度で走る断層については、 σ_2 方向が異なる断層が混在していると解釈できる。ここで、生駒断層は、中央構造線に対して σ_2 方向が異なると考えられる。なお、生駒断層の形成過程については、別の解釈もされている³⁾。

(2) 水鳥大將軍断層

図3は根尾谷断層水鳥地区における断層⁴⁾を示している。またこれは、図2で示した近畿地方の断層系を反転させたものと形態がよく類似している。

まず、北西方向に左横ずれしている根尾谷断層に対して、交角 70° で水鳥大將軍断層が東西方向に伸びている。これより、 $\eta = 37^\circ$ となり、さらに (1) 式から $\alpha = 30^\circ$ となる。また、断層面の傾きは、 $\lambda = 52^\circ$ となり、横ずれ断層成分を多く含む逆断層であることがわかる。このとき、水鳥大將軍断層は、横ずれ断層成分を多く含む根尾谷断層とは異なる形態を持ち、写真4に見られる2つの異なる形態の断層が混在していると考えられる。また、写真5にみられるように電子顕微鏡を用いたカオリン粘土供試体を観察した場合でも同様な形態が見られ、形状の類似性がある⁵⁾。

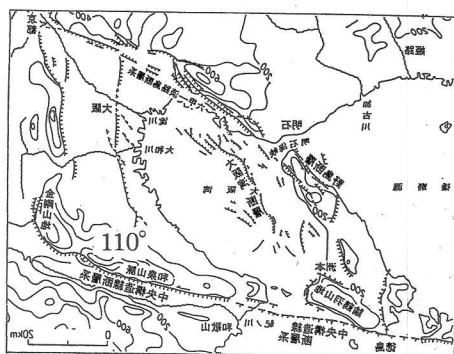


図2 反転させた大阪湾周辺の活断層群

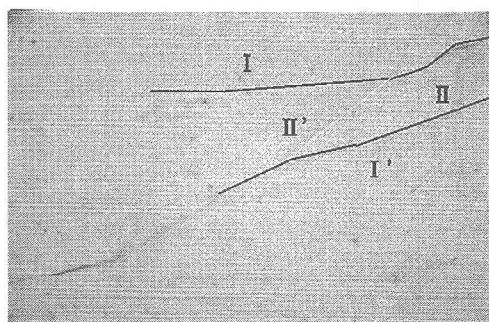


写真4 粘土供試体に見られる混在するせん断帯
(マイクロスコープ 100倍 $\epsilon = 13\%$)

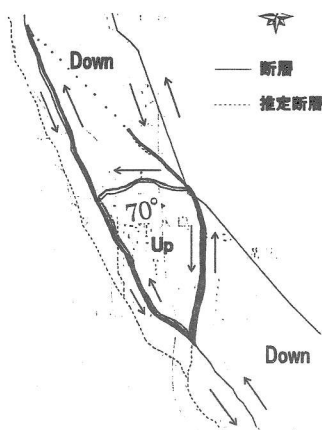


図3 根尾谷
水鳥地区の
断層分布



写真5 横ずれ断層
に発生する逆断層
(電子顕微鏡 1000倍、 $\epsilon = 10\%$)

引用・参考文献

- 1) George H. Davis and Stephen J. Reynolds : Structural Geology of Rocks and Regions, John Wiley & Sons, pp.626-737, 1996.
- 2) 岡田篤正, 東郷正美: 近畿の活断層, 東京大学出版会, pp.36-45, 2000.
- 3) 楠本成寿, 福田洋一, 竹村恵二, 竹本修三: 右横ずれ左逆行断層端での盆地形成のメカニズムと大阪湾周辺のテクトニクス, 地学雑誌, pp.32-43, 2001.
- 4) 村松郁栄, 松田時彦, 岡田篤正: 濃尾地震と根尾谷断層—地下観察館の案内—, 岐阜県根尾村教育委員会, pp.13-19, 2000.
- 5) 岩尾美咲, 佐野郁雄, 松岡公彦: せん断帯における形状の類似性, 平成15年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2003. (掲載予定)