

1. はじめに

材料が変形を受ける場合、一様変形から対称バルジ型（2次モード）、上下逆対称バルジ型、非対称型など安定分岐解へ移行した後、せん断ひずみの局所化の進展によってせん断帯が発生する。この際、支配方程式は、楕円型から双曲・放物型へ移行する¹⁾。また、分岐解析を行うことにより、供試体寸法比が異なる場合、同じ変形モードでもせん断帯発生位置が異なることがある²⁾ ことなどが知られている。ここでは、まず、同じ供試体寸法比でも変形モードの違いによりせん断帯の発生位置が異なることを報告する。つぎに、寸法比を変えたいくつかの供試体により観察された変形モードならびにせん断帯発生位置や角度についての知見を報告する。

表－1 変形モードの分類

2. 変形モードについて

矩形供試体の両端部を結ぶ線の形状に注目し、これを柱に圧縮力を負荷した場合に生ずるオイラーの弾性座屈において様々な境界条件より生ずる変形モードにしたがう分類を試みる。観察される代表的な変形モードを表－1に示す。なお、矩形供試体を平面ひずみ状態で圧縮変形させた場合の変形モードは、1次モードが片持ち張り1次モードに対応し、2次モードが両端固定1次モードに相当している。

表－2には種々の寸法比の異なるカオリン粘土供試体に一軸圧縮試験を行い、観察された変形モードの結果のまとめが示されている。これらの結果は、シリコンオイルにより端面摩擦を除去した条件で試験を実施した場合のものである。同じ寸法比でも変形モードが異なる場合があることがわかる。

写真－1は、寸法比1対4の供試体における対称変形モードを示しているが、変極点の発生位置により、2つの変形モードが重なると考えて、重ね合わせの割合も示している。実際に両者のモードの重ね合わせにより破壊角度や発生位置がどのように異なるのかについては、現時点で明確な特徴が見られず、今後の課題としたい。なお、小さな変形を加えたときに現れる変形モードは、その後、大きな変形を加えた時に現れる変形モードとほとんどの場合一致している。しかし、必ずしも一致しない場合もあり、変形の進展によりのモードが変化 (mode switching) する現象も観察されることもある。

	対 称		非 対 称	
	片持梁	両端固定梁	片持梁	両端固定梁
1次モード				
2次モード				
3次モード				

表－2 実験結果まとめ

寸法比	変形モード
1:4	片持梁3次モード
1:2	片持梁1次モード
1:1	両端固定1次モード or 片持梁0.5次モード
1:0.5	両端固定1次モード or 片持梁1次モード

3. マクロなせん断帯で観察される角度について

図-1のように非対称変形をした場合には、写真-1で見られるマクロなせん断帯の角度と大きく異なる角度が観察される場合もある。せん断帯の角度は、離散的にいくつかの角度から形成されており、マクロなせん断帯は、構成されるエシュロン細線群とブリッジ細線群の組み合わせによって、いくつかの角度が現れることがわかっている³⁾。連続体の理論ではせん断帯の方向は変化しないが、現象としてせん断帯の角度はマクロには異なって観察されることは興味深い。これらの関係についても今後詳細に観察していきたい。

写真-2は、立方体の供試体を圧縮した場合の破壊状況を示している。別の変形の小さい間の薄片試料の観察結果からは、4隅よりせん断帯が発生し掛けているが、この写真では、その後端部の中央部分よりせん断帯が対数螺旋状に大きく進展した状況が観察される。大変形による破壊に伴い、せん断帯の発生位置が当初と異なる場合を示している。

以上、いまだ不明な点も多いが、変形モードの変化により、せん断帯を構成する細線群や細線の構成、特に、エシュロンとブリッジの役割に注目して、マクロなせん断帯の角度方向や発生位置の変化に関して詳細な検討を加える予定である。
(参考文献)

- 1) 矢富盟祥：有限変形理論による弾塑性構成式の拡張、京都大学数理解析研究所講演資料(私信)、1996.
- 2) 杉本環：Cam-clay モデルの平面ひずみ分岐解析による分岐荷重とすべり面発生位置に関する研究、金沢大学工学研究科土木建築工学専攻修士論文、1996.
- 3) 佐野郁雄、金岡正信、西村正人：粘土に形成されたせん断帯の内部構造について、第31回地盤工学研究発表会, pp.817-818, 1996.

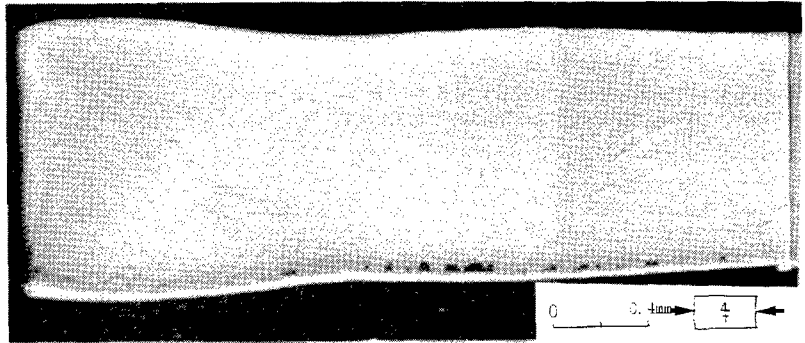


写真-1 カオリン粘土供試体の表面観察

(実体顕微鏡, 1 cm × 1 cm × 4 cm, ひずみ $\epsilon_1 = 20.0\%$)

(上側 60%両端固定梁 1次モード+40%片持梁 3次モード)

(下側 20%両端固定梁 3次モード+80%片持梁 1次モード)

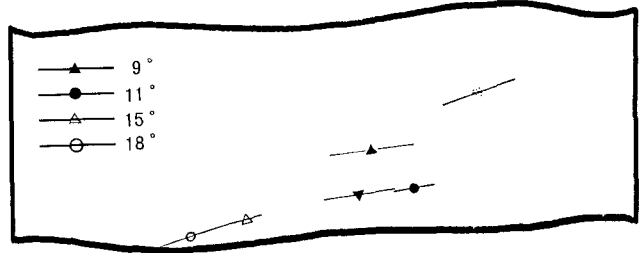


図-1 せん断帯発生状況(スケッチ)

(縦1cm × 横1cm × 長さ4cm, ひずみ22%)

(非対称 片持ち梁2.5次モード)

写真-2
スケッチ



写真-2 せん断帯発生状況

(簡易偏光顕微鏡, 2 cm × 2 cm × 2 cm, ひずみ $\epsilon_1 = 22.0\%$)