

粘土のせん断帯形状における階層性に関する考察

大阪産業大学 正会員 佐野 郁雄

大阪産業大学 学生会員 ○ 篠田 智史

大阪産業大学 学生会員 岩尾 美咲

1. はじめに

せん断帯にはスケールは異なるが、形状の類似したものが度々見られる。例えば、実地盤における断層では自己相似性があり、そのフラクタル性が論じられている¹⁾。また、粘土供試体で観察されるせん断帯と断層の間には、形状の類似性が見られる場合がある²⁾。ここでは、粘土のせん断帯における階層構造に着目し、その幾何特性について考察する。

2. せん断帯の幾何特性

細線および細線群は、類似性のある一定のパターンの繰り返す階層性を有している。そのパターンを細線もしくは細線群の角度に着目し、考察する。

2-1. 細線および細線群の階層性

せん断帯の先端付近は、ひずみの局所化が発生しつつある遷移状態にある領域といえる。そこにおけるせん断帯を広範囲のものからランクを5段階に分ける。せん断帯はエシュロン細線群をつなぐ形でエシュロンブリッジ構造により形成されている。これらの細線群は、ある特定の角度の細線群により形成されている。それを包括している1ランク上の細線群の角度を基準として、角度が高角、もしくは低角であるかによって、図-1に示すように、それぞれその細線群を高角エシュロンもしくは低角エシュロンと分類することができる。ここで、太い幅の細線群から細い幅の細線群へと観察していき、細線自体を捉えているランク5まで設定する。それらを、写真-1に示す範囲について解析し、各階層の角度分布を表-1にまとめて

示す。これより、角度の組み合わせにより生成されるエシュロンブリッジ構造は、多数の角度の組み合わせにより成立するのではなく、ある限定された角度間でのみ形成される。以上からまず、せん断帯は選択的な角度、すなわち、11°, 18°, 22°, 27°, 30°, 33°, 36°の内いくつかの角度で構成されていることがわかる。

つぎに、例えば、ランク4の11°の細線群は、ランク3の細線群について22°のものに対しては低角エシュロン細線群となっている。一方、ランク3の6°細線群に対しては高角エシュロンとなり、その役割が変化していくことがわかる。

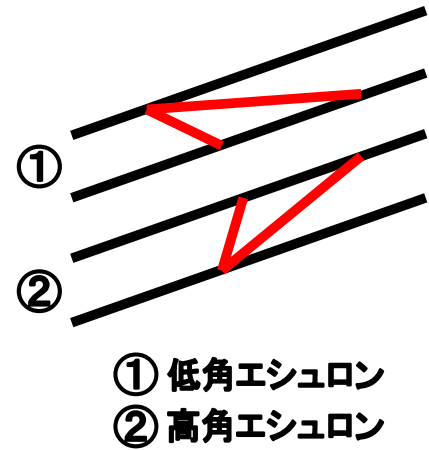


図-1 せん断帯における
低角・高角エシュロン

表-1 細線群の生成角度(単位: °)

細線群ランク				
1	2	3	4	5
18	11	22	18	22,30,11
			11	6,18
		6	22	22,33,18
			11	18,22
	22	11	22	18,33,27
			18	22,11,18
		27	11	11,18
			18	11,22,30
			11	11,30
		30	18	11,22
			33	18,30

2-2. 細線群のランクによる分類

ランク 1~5 の細線群の特徴を述べると、ランク 1 のせん断帯分布は、せん断帯の発生間隔とほぼ同じである。つぎにランク 2 の細線群の幅は、せん断帯の幅とほぼ同じである。また、ランク 3 は、せん断帯を形成する基本的なエシュロン細線群である。

さらにランク 4 は、細線を骨組みとするエシュロン細線群である。最後にランク 5 は、細線で形成された小さな細線群である。

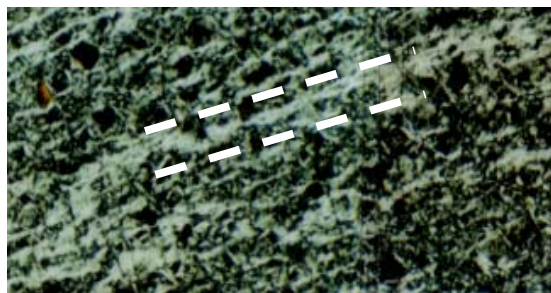


写真-1 粘土供試体におけるせん断帯
(ランク 1)

3. せん断帯の階層構造

各地点別に角度の分布を検証していくと、例えば、ランク 1 の 18° で形成されている細線群は、写真-2 で観察されるように、1つ下のランク 2 における 11° 、 22° の低角・高角エシュロン細線群により構成されている。

また、写真-3 では、同地点でのランク 2 の 22° 細線群内にみられるランク 3 の細線群は、 11° 、 27° 、 30° という低角・高角エシュロンとなっていることがわかる。

ここで、ランク 1 とランク 3 を比較すると、ランク 3 の細線群は、ランク 1 の骨組み構造となっているようである。さらに、ランク 4 の細線群をみると、 18° を中心としていくつもの選択的な角度で構成されているため、ランク 1 と非常に類似性のある構造となっていることがわかる。このことは、ランク 5 とランク 2 の関係からも明らかである。これらのランク間の相関性を検証すると、同様に 18° の細線群が 11° と 22° の細線群を中心とした形状より構成されていることがわかる。これらのことは、他のすべての地点においても同様の相関性が認められる。

すなわち、せん断帯はスケールに関係なく相似性を持ち、類似性のある構造を繰り返し発達していくという定性的な知見について、せん断帯は 3 ランク毎に相似性のある階層的な幾何構造を有しているといえる。

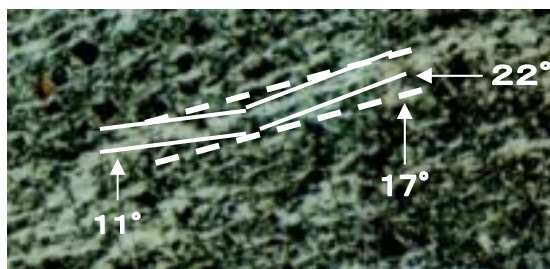


写真-2 せん断帯の内部構造
(ランク 1・2 による分類)

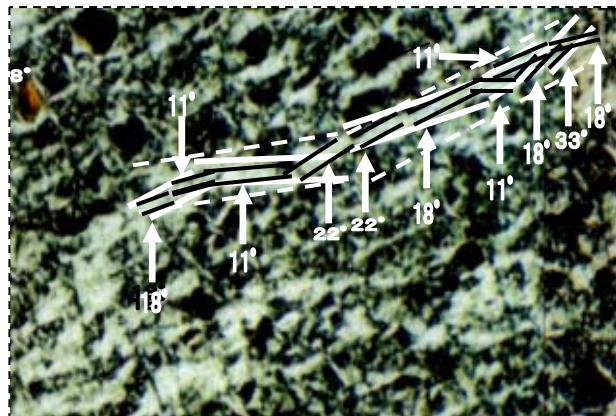


写真-3 せん断帯の内部構造
(ランク 2・3・4 による分類)
(写真-1, 2 を拡大)

参考文献

- 1) C.H. ショルツ (柳谷 俊訳)：地震と断層の力学、古今書院、pp.112-183, 1993.
- 2) 佐野郁雄、松岡公彦：地盤のせん断帯における形状の類似性と自己相似性、日本地質学会第 108 年学術大会、講演要旨、0-243, p.121, 2001.