

Ⅲ - A 53

圧密定体積条件での繰り返し一面せん断試験による

カオリン粘土のせん断面の構造

岩手大学工学部	正 会 員	大河原文文
北海道大学工学部	正 会 員	三田地利之
同 上		米田 哲朗
岩手大学大学院	学生会員	棚田 真

1. はじめに

地すべり安定解析用の強度パラメータの決定方法として、室内せん断試験から得られる3つのせん断強度定数(ピーク強度、完全軟化強度、残留強度)を用いる方法¹⁾が提案されている。これらせん断強度定数を求める試験法として、不攪乱試料による試験の実施や小型・軽量化が可能な繰り返し一面せん断試験機を用いる方法が実用性に優れている。しかし、残留状態に至るまでの大変位を繰り返しせん断により与えているため、実際の地すべりでの一方向せん断とはせん断の機構が異なっている。このため、繰り返し一面せん断試験により形成されたせん断面の構造とその形成過程を明らかにし、残留強度の測定値の妥当性を検討する必要がある。

そこで本報告では、圧密定体積条件での繰り返し一面せん断試験後のせん断面の構造を走査型電子顕微鏡(SEM)とマイクロコンピュータにより評価した結果について報告する。

2. 繰り返し一面せん断試験

圧密定体積条件での試験を実施するため、軟岩用自動繰り返し一面せん断試験機²⁾をコンピュータ制御により垂直変位を一定値に制御(応力制御)できるように改良し、非水浸状態で定体積試験を行った。垂直応力 σ_v は600kPaに設定し、せん断速度は0.5mm/min、せん断時の最大水平変位量は前後それぞれ6mm、せん断箱間隔は0.1mmの試験条件で試験を行った。設定変位量はそれぞれ①せん断変位6mm、②せん断変位48mm、③せん断変位480mm、④せん断変位720mm、の4段階である。試料は200kPaで10日間予備圧密したカオリン粘土を用い、これを直径5cm、高さ4cmの円柱状に成形したものを供試体とした。なお、この粘土のSEM観察では、粒子は単独では存在せず複数の粒子が集合した不定形板状のベッド(ped)³⁾として存在している。試験機への供試体のセットは、図1に示した δ (deg.)が0°になるように行った。

3. せん断面の評価方法

試験後のせん断面をSEMにより観察し、得られたSEM写真をスキャナーでマイクロコンピュータに読みとり、せん断面に垂直な方向(断面方向)でのせん断面を構成するベッドの配向方向を測定した。ここで配向方向 α はせん断方向とベッドの配向方向とのなす角であり、 α modeはその最頻度配向方向である(図1)。また、ベッドの配向程度は配向度(M)⁴⁾で表した。

4. 実験結果

4.1 SEM観察結果

図2にせん断変位6mmのせん断方向逆転前つまり通常的一面せん断時と同じせん断状態におけるせん断面付近のSEM写真を示す。せん断面は、厚さ($d \approx 1$ mm)をもった「せん断帯」として観察され、内部にはせん断方向に平行な複数の変位せん断面が形成されている。せん断帯内部のベッドは全体としてせん断方向に対し順目方向(α mode = +30°, 配向度M = 71.6%)に配列している。

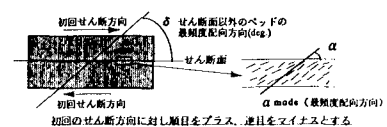


図1 せん断面の配向方向(α)

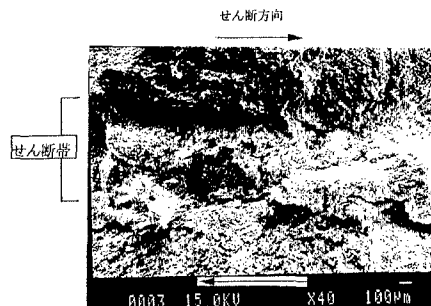


図2 せん断変位6mmのせん断面(帯)付近のSEM像

キーワード: 繰り返し一面せん断試験, 圧密定体積条件, せん断面(帯)

岩手大学工学部建設環境工学科, 〒020 盛岡市上田4-3-5, TEL 019-621-6445, FAX 019-621-6459

図3は、せん断変位48mm（繰返し回数2回）のせん断（帯）の模式図である。せん断面は、ここでも厚さをもった「せん断帯」を成しており、厚さは約1.8mmとさらに厚くなっている。また、新たに連続性の良い変位せん断面が形成されているため、せん断帯は層状を呈している。これら変位せん断面に挟まれた層状部のペッドは、配向方向が不規則な錯乱帯の様相を呈している。

図4は、せん断変位480mm（繰返し回数10回）のせん断帯の模式図である。せん断帯の内部構造はせん断変位48mmと類似しているが、厚さは約3mmにも及んでいる。ここでは変位せん断面の連続性が乏しくなり、先程のせん断変位48mmに比較して層状構造が不明瞭になっている。この構造はせん断変位720mm（繰返し回数30回）まで見られる。

4. 2配向頻度分布

図5に各せん断変位量ごとの連続性の良い変位せん断（主変位せん断面）の配向度(M)を示す。図より各変位せん断面の配向度(M)は、せん断変位6mmのせん断方向逆転前では83.3%であるのに対し、繰返しせん断移行後のせん断変位48mmでは91.8%と高い配向性を示している。しかし、その後のせん断変位480mm、720mmでは配向度(M)は減少している。

5. せん断面（帯）の形成過程

以上のSEM観察結果より、圧密定体積条件での繰返し一面せん断試験によるせん断面の形成過程は以下の方であると考えられる。まず、せん断開始直後のせん断方向逆転前では、せん断面付近に複数の変位せん断面が形成され、これによりせん断面は厚さ($d \approx 1\text{mm}$)をもったせん断帯となる。このとき、せん断帯内部のペッドは全体としてせん断方向に対して順目方向に配列する。続いて繰返しせん断に移行すると、さらに複数の変位せん断面が供試体の上下方向に形成され、せん断帯の厚さはせん断変位480mmのときまで増加し続ける。このとき、変位せん断面に挟まれた層状部のペッドは、配向が不規則になり錯乱帯の様相を呈する。

6. まとめ

- (1)せん断方向逆転前（せん断変位6mm）すなわち通常の圧密定体積条件での一面せん断時と同じせん断状態におけるせん断面は厚さをもった「せん断帯」を成しており、複数の変位せん断面と順目方向に配列したペッドゾーンから構成されている。
- (2)圧密定体積条件での繰返しせん断試験により形成されたせん断面は、厚さをもった「せん断帯」を成し、複数の変位せん断面とこれに挟まれた錯乱帯からなる層状構造を呈する。
- (3)変位せん断面の配向度(M)は、繰返しせん断初期のせん断変位48mmのとき、91.8%と最も高い配向性を示す。

<参考文献>

- 1)佐野彰・三田地利之・大河原文：地すべり安定解析用強度パラメータの決定方法，地すべり，Vol. 33, No. 3, pp. 1-7, 1996.
- 2)佐野彰・三田地利之・澁谷啓：地すべり面強度定数決定のための軟岩用自動繰返し一面せん断試験機の開発，地すべり，Vol. 31, No. 2, pp. 41-45, 1994.
- 3)松尾新一郎・嘉門雅史：粘土の構造に関する用語について，土と基礎，Vol. 24, No. 1, pp. 59-64, 1976.
- 4)松尾新一郎・嘉門雅史：粘土土の構造の表示法に関する考察，第8回土質工学研究発表会講演集，pp. 93-96, 1973.

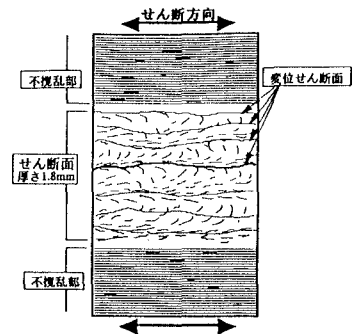


図3 せん断変位48mmのせん断面(帯)模式図

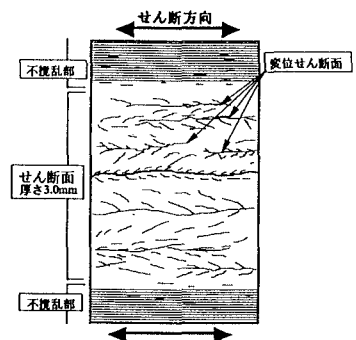


図4 せん断変位480mmのせん断面(帯)模式図

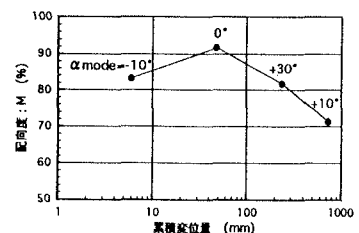


図5 各せん断変位量における変位せん断面の配向度