

不連続岩のせん断試験に関する一考察

関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重

関西大学大学院 学生員○寺岡 克己

1. まえがき

岩盤内には、断層、節理、層理、片理などの不連続面が存在し、これらは岩盤の変形、あるいは強度特性に大きな影響を与えている。したがって、岩盤を対象とした諸工事において岩盤を評価するに際し、これら不連続面の存在を無視することはできない。現在、岩石のせん断特性を調べる場合には、主に三軸圧縮試験が用いられているが、不連続面を有する岩石に対しては、せん断面が限定される一面せん断試験が有利であると思われる。また、不連続面を有する岩石の力学試験を行う場合、均質な供試体を数多く得ることは困難であり、できる限り数少ない供試体によって多くのデータを得ることが望まれる。

本研究では、不連続面に規則的な歯型を有するモルタル供試体を用いて、最大せん断強度時には多段階一面せん断試験（以下、多段階試験とする）を行い、残留せん断強度時には連続破壊一面せん断試験（以下、CFS試験とする）を行い、1個の供試体で最大せん断強度、残留せん断強度各々の破壊包絡線を得る方法について検討を行った。

2. 供試体

図-1は本実験に用いたモルタル供試体を示したものであり、不連続面である歯型とせん断面とのなす角を θ とし、 $\theta = 30^\circ$ とした。配合比は、セメント：細骨材：水=1：2：0.65とし、上下別々に型枠に流し込みその後14日間養生させた後、実験を行った。供試体寸法は、上下重ね合わせた状態で $50 \times 50 \times 50$ (mm)の立方体である。

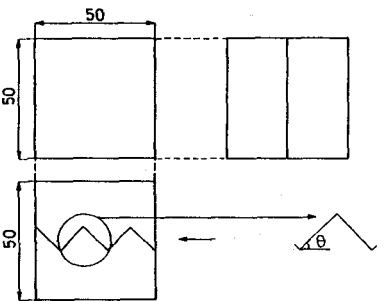


図-1 供試体

3. 実験方法

図-2(a)は、本実験により得られるせん断応力-せん断変位図を模式的に示したものであり、図-2(b)は、図-2(a)に対応する応力経路図である。多段階試験は、所定の垂直応力 P_1 下でせん断を行い破壊直前点Aにおいて垂直応力を増加させ、せん断を続行する。これを数段階行い、それぞれの垂直応力下における最大せん断強度を求める。CFS試験は、所定の垂直応力 P_3 下における残留せん断強度点Dに達した後、垂直応力を P_3 から P_1 に連続的に減少させ、その垂直応力の減少過程において、せん断応力を測定する。このようにして図-2(b)の応力経路d eが得られ、これが残留せん断強度に関する破壊包絡線となる。なお、多段階試験において作用させた垂直応力は、10、20、30(kgf/cm²)の3段階とし、CFS試験においては、30~4(kgf/cm²)とした。また、一般的な定圧せん断試験（以下、Conventional試験

Keiichiro TANIGUCHI, Harushige KUSUMI, Katumi TERAOKA

とする) も合わせて行い、本試験法の結果との比較検討を行った。なお、せん断変位速度はすべての実験において $0.02(\text{mm}/\text{min})$ とした。

4. 実験結果および考察

図-3は、実験の結果をせん断応力 τ - 垂直応力 σ_n 図に表したものである。

この図より残留せん断強度に關し 図-2(a) せん断応力-せん断変位図

て、C F S 試験の結果はConventional試験の結果とほぼ一致しており、C F S 試験により残留せん断強度の破壊包絡線を得ることが十分可能であると確認された。最大せん断強度に關して、多段階試験の結果はConventional試験と比較して、高い垂直応力下においてやや低い値を与える傾向がある。図-4(a)はConventional試験により得られたせん断応力 τ - せん断変位 u 図であり、図-4(b)は図-4(a)に伴う垂直変位 v - せん断変位 u 図である。これらの図より低い垂直応力下においてより大きなダイレタンシーを示しており、また比較的高い垂直応力下においては、最大せん断強度点以後ダイレタンシーの増加率が急激に減少し一定値に近づく傾向が見られる。これは、低い垂直応力下において歯型斜面に沿った滑り上がり現象、高い垂直応力下において歯型自体のせん断現象が顕著であるためと考えられる。これらのことから、多段階試験では、低い垂直応力下での歯型斜面に沿った滑り上がりをある程度許容しており、このため高い垂直応力下において実質的なせん断面積の減少をまねき、見掛け上の最大せん断強度を減少させていると考えられる。

以上に述べたように、残留せん断強度に關してはC F S 試験法によりその破壊包絡線を得ることが可能であると確認されたが、最大せん断強度に關しては今後さらに検討の余地があると考えられる。

参考文献

- 1) A.Tisa, K.Kovari: Continuous Failure State Direct Shear Tests, Rock Mechanics and Rock Engineering 17, pp.83-95, 1984.
- 2) 三木幸蔵: わかりやすい岩石と岩盤の知識, 鹿島出版会, pp.106-112.

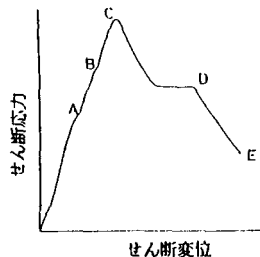


図-2(a) せん断応力-せん断変位図

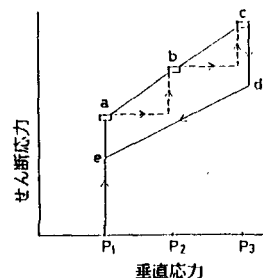


図-2(b) 応力経路図

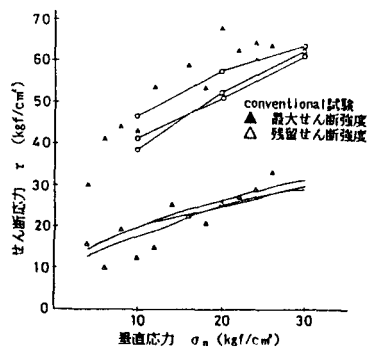


図-3 せん断応力-垂直応力図

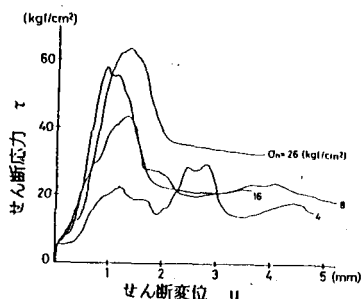


図-4(a) せん断応力-せん断変位図

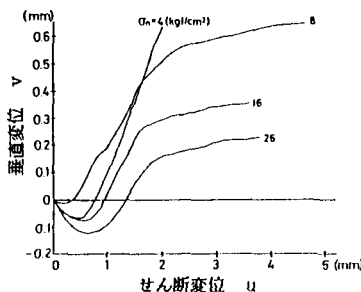


図-4(b) 垂直変位-せん断変位図