

III-305 ラフネスを有する岩体に対する連続破壊せん断試験の適用性について

関西大学大学院 学生員 寺岡 克己
 関西大学工学部 正 員 楠見 晴重
 関西大学工学部 正 員 谷口敬一郎

1. まえがき

通常、岩石のせん断強度特性を得ようとする場合、同質の供試体を数個用意することが必要とされるが、不連続面を有する岩石に関しては、同質の供試体の採取は非常に困難であり、得られた試験結果の信頼性は低いものとなる。

本研究では、規則的な歯形形状の不連続面を有する石膏供試体を用いて連続破壊せん断試験¹⁾（以下、CFS試験とする）を行い、一個の供試体によって最大せん断強度および残留せん断強度それぞれ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は本実験に用いた石膏供試体²⁾を示したものであり、規則的な歯形形状の不連続面を有している。歯形とせん断面とのなす角を i とすれば、 $i=10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ の4種類であり、歯形高さ h は各供試体とも3(mm)とした。

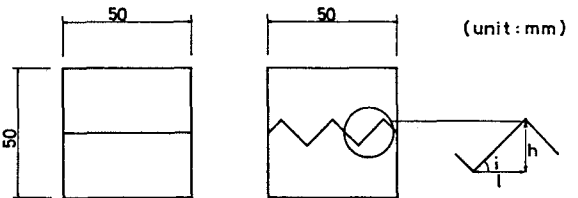


図-1 ラフネスを有する石膏供試体

3. 実験方法

本研究では以下に述べる2種類のCFS試験

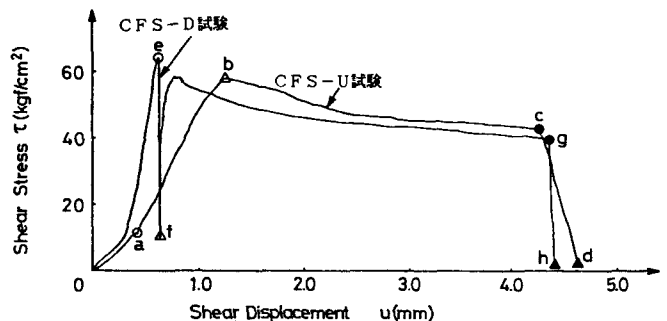
を行い、その結果と定圧せん断試験（以下、Conventional試験とする）から得られた結果とを比較することにより、CFS試験の有効性を検討した。なお図-2は $i=20^\circ$ の供試体に関して、CFS試験を行った結果得られたせん断応力 τ -せん断変位 u 曲線を示したものである。

1) CFS-U試験；垂直応力 $\sigma_n=6(\text{kgf/cm}^2)$ においてせん断を行い、最大せん断強度点aに達した時点で、垂直応力 σ_n を $60(\text{kgf/cm}^2)$ まで連続的に増加させ、それに伴うせん断強度の変化を測定する。 $\sigma_n=60(\text{kgf/cm}^2)$ における最大せん断強度点bに達した後、さらにせん断を続行し $\sigma_n=60(\text{kgf/cm}^2)$ における残留せん断強度点cに達する。その後 σ_n を $2(\text{kgf/cm}^2)$ まで連続的に減少させ（d点）それに伴う残留せん断強度の変化を測定する。なお、 σ_n の実験範囲は試験機の性能を考慮して決定した。

2) CFS-D試験； $\sigma_n=60(\text{kgf/cm}^2)$ においてせん断を行い、最大せん断強度点eに達した時点で σ_n を $2(\text{kgf/cm}^2)$ まで連続的に減少させそれに伴うせん断強度の変化を測定する。 $\sigma_n=2(\text{kgf/cm}^2)$ における最大せん断強度点fに達するとただちに σ_n を $60(\text{kgf/cm}^2)$ まで増加させ、その後はCFS-U試験と同様の方法で残留せん断強度を求める（gh）。なお、定圧せん断試験に関して、作用させた垂直応力は $2\sim50(\text{kgf/cm}^2)$ の間の8種類とした。

4. 実験結果および考察

図-3～図-6は各供試体に関する実験結果をせん断応力 τ -垂直応力 σ_n 図に表したものである。これらの図より最

図-2 CFS試験結果（ $i=20^\circ$ ）

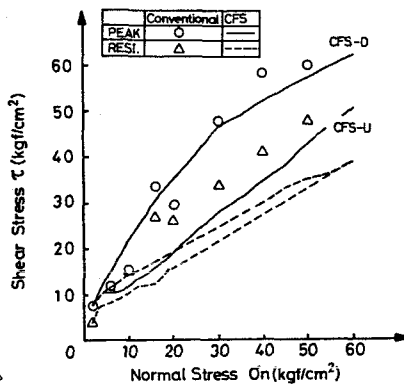
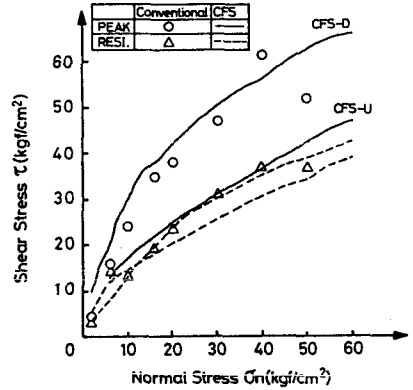
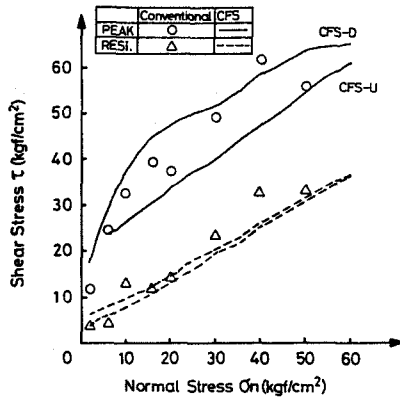
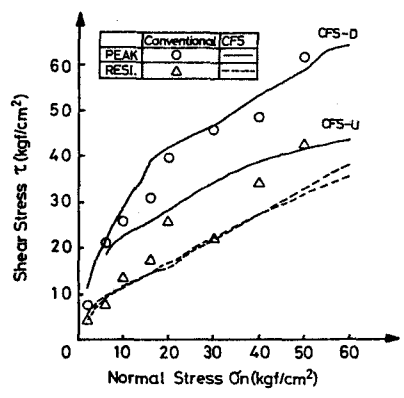
大せん断強度に関して、CFS-D試験から得られた強度曲線は、各供試体ともConventional試験から得られた強度値とほぼ一致しており、最大せん断強度に関するCFS-D試験法の有効性が確認された。これに対してCFS-U試験から得られた強度曲線は、 $i = 30^\circ$ の供試体を除いて、ほぼConventional試験の残留せん断強度に近い値を示しており、また $i = 30^\circ$ の供試体についてもConventional試験の最大せん断強度よりもやや低い値を示している。この原因としては次のように考えられる。 $i = 10^\circ$ あるいは $i = 20^\circ$ の歯形角度の小さな供試体に関して、低い垂直応力下においてはその破壊機構として歯

形に沿った滑り上がり現象が顕著である。CFS-U試験を行った場合、 $\sigma_n = 6(\text{kgf/cm}^2)$ における最大せん断強度時にすでにある程度の歯形に沿った滑り上りを許容しており、その後の垂直応力の増加過程において、せん断変位の進行にともない供試体はほぼ残留強度状態に達しているものと考えられる。 $i = 30^\circ$ あるいは $i = 45^\circ$ の歯形角度の大きな供試体に関しては、低い垂直応力下においてもその破壊機構としては歯形自体のせん断現象が顕著である。そのため $\sigma_n = 6(\text{kgf/cm}^2)$ における最大せん断強度時にすでに歯形自体の破壊が生じており、垂直応力の増加過程においてもせん断変位の進行により歯形の破壊が進展するものと考えられる。残留せん断強度に関して、 $i = 20^\circ, 30^\circ$ の供試体については両試験法による結果はほぼ一致しているものの、 $i = 10^\circ, 45^\circ$ の供試体に関してはCFS試験によって得られた強度曲線は、Conventional試験の強度値よりもやや低い値を示している。これはConventional試験の残留せん断強度をせん断変位 $u = 5(\text{mm})$ において計測しており、そのため高い垂直応力下での試験において完全に残留せん断強度に達していなかったためと推測される。

以上のことから、規則的な歯形形状の不連続面を有する岩体に対して、最大せん断強度時にCFS-D試験を用いたCFS試験によって、最大せん断強度および残留せん断強度の破壊包絡線をわずか1個の供試体によって得ることが十分可能であることが確認された。

《参考文献》

- 1) A.Tisa and K.Kovari: Rock Mechanics and Rock Engineering 17, PP 83-95, 1984.
- 2) 羽田、寺岡、楠見、谷口: ラフネスを有する岩体のせん断特性、第44回土木学会年講、1989.

図-3 せん断応力-垂直応力図 ($i = 10^\circ$)図-4 せん断応力-垂直応力図 ($i = 20^\circ$)図-5 せん断応力-垂直応力図 ($i = 30^\circ$)図-6 せん断応力-垂直応力図 ($i = 45^\circ$)