

ラフネスを有する岩体のせん断特性について

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
関西大学大学院	学生員	○ 羽田 武司

1. まえがき

岩盤内には、種々の不連続面や潜在的な弱面が存在し、これらは、岩盤の変形および強度特性に大きな影響を与えている。したがって、岩盤を評価するうえで、この不連続面の影響を正しく把握することが要求される。

本研究では、規則的な歯形を有する石膏供試体を用いて一面せん断試験を行い、不連続面の凹凸形状がせん断特性に及ぼす影響について検討を行った。さらに従来より提案されている破壊強度式¹⁾から求めたせん断特性との比較検討をも行った。

2. 実験装置および実験方法

図-1は本実験に用いた実験装置を示したものである。この装置は、高圧三軸試験機の三軸圧縮セル取り付け部分に、一面せん断試験装置を装着したもので、最大せん断荷重20tf、最大垂直荷重5tfの能力を有する。また供試体は図-2に示すように、規則的な不連続面を有する50×50×50(mm)の立方体のものを用い、歯型がせん断面となす角 i を 10° 、 20° 、 30° 、 45° (以下 R_{10} 、 R_{20} 、 R_{30} 、 R_{45} 供試体とする)の4種類とした。なお、歯型高さ h は3(mm)一定とした。石膏供試体の配合比は、石膏:細骨材:水=1:1:0.6で、上下別々に型枠に流し込み14日間気乾養生させた後に実験を行った。なお、この配合比の石膏供試体の一軸圧縮強度 σ_c は、 $165.3(\text{kgf/cm}^2)$ である。

実験は、定圧一面せん断試験を行った。作用させた垂直応力は6~50(kgf/cm^2)の間の6種類を用いた。せん断荷重の載荷方式は変位制御方式とし、変位速度は $0.1(\text{mm/min})$ とした。

3. 実験結果および考察

図-3は、垂直応力 $\sigma_n=10(\text{kgf/cm}^2)$ における各供試体のせん断荷重とせん断変位との関係ならびに垂直変位とせん断変位との関係について示したものである。この図より、各供試体は載荷初期においては収縮し、その後膨張に転じていることが認められる。しかし、膨張時の垂直変位の挙動は各供試体によって異なっている。 R_{10} は、垂直変位の増加の傾きが供試体の歯型角度とほぼ一致していることより、歯型のすべり上がりのみによってせん断されているものと考えられる。 R_{20} 、 R_{30} では、試験途中までは歯型角度と等しい傾きで垂直変位が増加しているが、その後傾きは減少していることより、歯型のすべり上がりによるせん断と歯型自体のせん断の両要素によってせん断されているものと考え

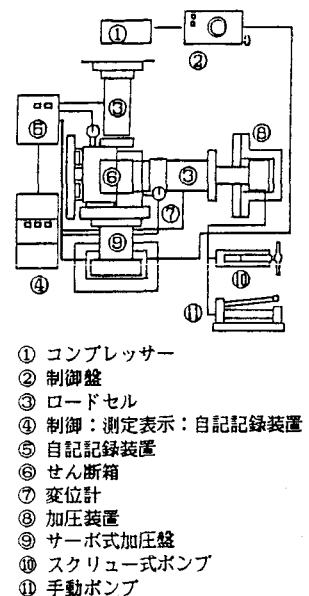


図-1 せん断試験機構図

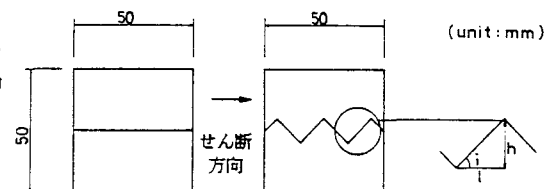


図-2 石膏供試体

Keiichiro TANIGUCHI, Harushige KUSUMI, Katsumi TERAOKA, Takeshi HADA

えられる。R₄₅の場合には、垂直変位の増加があまり顕著でないことより、歯型のすべり上がりはほとんど起こらず、歯型自体のせん断のみに支配されているものと考えられる。

図-4は、垂直応力 σ_n をパラメータとして、歯型傾斜角 i と最大せん断強度 τ との関係を示したものである。ただし τ は、 σ_n との比で表している。また、図中の点線は一般によく用いられるLadanyiとArchambaultの式から得られた各垂直応力下における最大せん断強度 τ_{LA} を表している。 τ_{LA} は、 i が大きい供試体ほど、また σ_n が高いほど大きな値を示している。同様に τ の値は、 σ_n が増加すると全体的に高くなっている。しかしながら、各垂直応力下においては、つねにR₃₀の供試体が最も高い値を示している。

これらのことより、実験で得られた最大せん断強度 τ とLadanyiとArchambaultの式による τ_{LA} とは、 $i = 10^\circ, 20^\circ$ の供試体においては比較的良好一致しているが、 $i = 30^\circ, 45^\circ$ の供試体ではほとんど一致していないことが認められる。これは、LadanyiとArchambaultの式においては、歯型形状の違いによる歯型自体の強度の変化が考慮されていないことに起因すると考えられる。すなわち、 $i = 10^\circ, 20^\circ$ の供試体においては、図-3からも明らかなように、それらの最大せん断強度はほとんど歯型のすべり上がりによって支配されている。しかし、 $i = 30^\circ, 45^\circ$ の供試体のせん断強度は、歯型自体のせん断が支配的であることより、その強度は歯型形状に強く影響され、 i が小さい供試体ほど歯型の強度は高くなるものと考えられる。よって図-4のような相違が生じたものと推測される。

以上のことより、規則的な歯型を有する不連続面のせん断強度を評価するうえで、LadanyiとArchambaultの式が適用できる範囲は、 $i = 20^\circ$ 付近までで、 i がそれより大きい供試体では $i = 30^\circ$ 近傍でせん断強度が最大となることが判明した。

《 参考文献 》

- 1) Ladanyi, B. and Archambault, G.: Simulation of shear behaviour of a jointed rock mass. published by AIME, NEW YORK, pp.105-125, 1970.

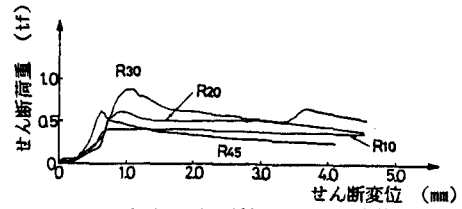


図-3 (a) せん断荷重-せん断変位図

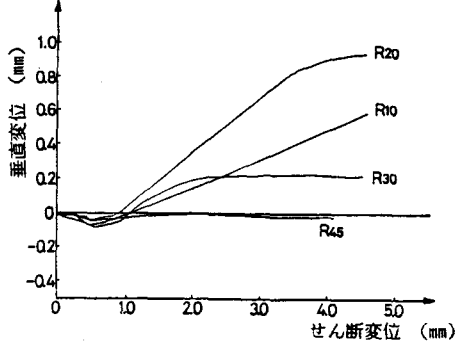


図-3 (b) 垂直変位-せん断変位図

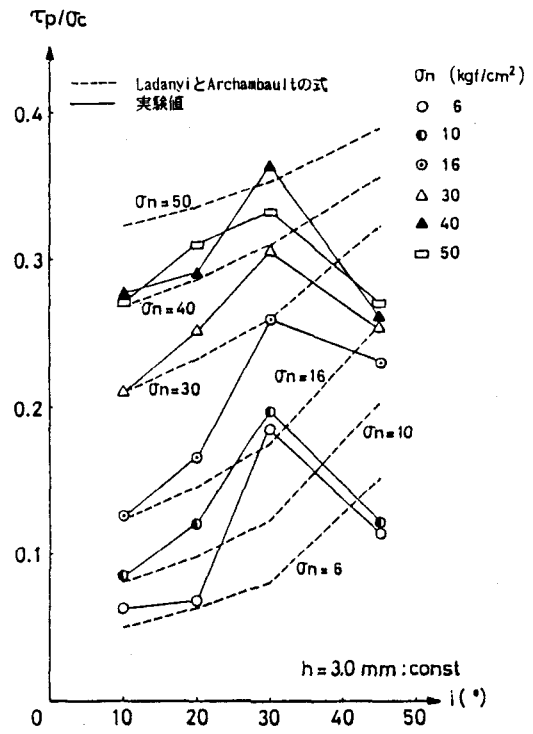


図-4 せん断応力と歯型角度の関係