

III-304 ラフネスを有する岩体のせん断特性

編 大林組 正会員○羽田 武司
 関西大学大学院 学生員 寺岡 克己
 関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎

1. まえがき

岩盤内にはさまざまな不連続面が存在し、これらは岩盤のせん断強度特性に大きな影響を及ぼしている。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、規則的な歯型形状の不連続面を有する石膏供試体を用いて定圧一面せん断試験を実施し、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⁾から求めたせん断強度特性との比較検討も行った。

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、高圧三軸圧縮試験機の三軸セル取り付け部分に一面せん断試験機を装着したもので、最大許容せん断荷重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歯型形状の不連続面を有する一辺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 R10, R20, R30, R45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。この配合比の石膏供試体の諸特性は、表-1に示すとおりである。

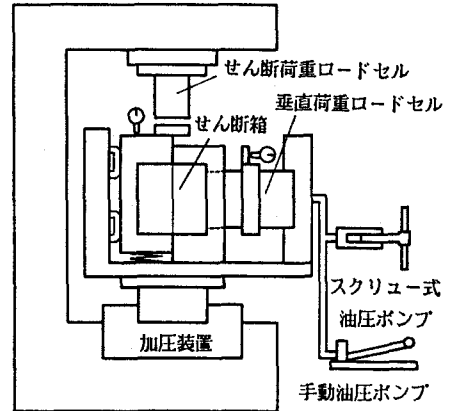


図-1 一面せん断試験機構造図

実験方法は、定圧一面せん断試験で、作用させた垂直応力 σ_n は $2 \sim 50$ （ kgf/cm^2 ）の間の8種類である。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 （ mm/min ）とした。

3. 実験結果および考察

図-3は、垂直応力 σ_n をパラメーターとして歯型傾斜角 i と最大せん断強度 τ_p との関係を示したものである。また、図中の破線は、一般によく用いられる Ladanyi & Archambault の理論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。なお、これらの値は、不連続面を有さない供試体の最大せん断強度 τ_1 との比で表している。この図より、 τ_{LA} は i が大きくなるほど、また σ_n が高いほど大きな値を示していることがわかる。しかし τ_p に関しては、 σ_n の増加に伴って高くなる傾向はみられるものの、各垂直応力下

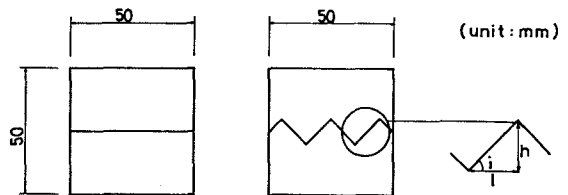


図-2 ラフネスを有する石膏供試体

表-1 石膏供試体の諸特性

単位体積重量 (gf/cm^3)	一軸圧縮強度 σ_c (kgf/cm^2)	圧裂引張強度 σ_t (kgf/cm^2)	σ_c / σ_t
1.592	175.1	27.43	6.384

において $i = 30^\circ$ の供試体が最も高い値を示しており、 $i = 45^\circ$ では低下している。この挙動は τ_{LA} とは異なったものであり、規則的な歯型形状の不連続面を有する岩体のせん断強度は、 $i = 30^\circ$ 近傍で最も大きな値となることを示している。また、各歯型傾斜角において τ_p と τ_{LA} は必ずしもよい一致を示していない。とくに高い垂直応力域では、その差が大きくなっている。これらのことより、Ladanyi & Archambault の理論式では規則的な歯型形状の不連続面を有する岩体のせん断強度は正確に表現できていないことがわかる。この原因としては、高垂直応力域で τ_{LA} と τ_i は等しくなると仮定されているが、実際には τ_p は τ_i ほど大きな値を示さない点、 τ_{LA} には i の相違による歯型の破壊形態の違いが考慮されていない点などが挙げられる。

図-4 (a), (b) は、R20, R45 供試体のダイレイション率 $\dot{v}$ (dV/dH) と垂直応力 σ_n の関係を示している。なおこの図で $\dot{v}$ は、 $\tan i$ で除して百分率で示している。また図中の直線は、Ladanyi らによって提案された $\dot{v}$ の実験式の値を示している。これらの図より、 $\dot{v}/\tan i$ はある垂直応力下において急に減少することが認められ、破壊様式が歯型に沿ったすべり上がりから歯型自体のせん断へ急激に移行していることがわかる。また、この急激な変化は i が大きいほど低い垂直応力下で生じており、 i の相違によって破壊様式は明らかに異なっている。これに対して Ladanyi らの実験式より得られる $\dot{v}/\tan i$ は、緩やかな減少傾向を示しており、実験値の挙動とはかけ離れた値を表している。また、 i によらず $\dot{v}/\tan i$ が一定であることも実験結果と異なった挙動であり、これらが Ladanyi & Archambault の理論式と実験値との差異の一要因であると考えられる。

以上のことより、規則的な歯型形状の不連続面を有する岩体のせん断強度は、 $i = 30^\circ$ 近傍で最も大きくなることが明らかとなり、この供試体のせん断強度は、歯型傾斜角 i の相違による破壊様式を解明することにより、正確な破壊強度式で表すことができるものと考えられる。

《参考文献》

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

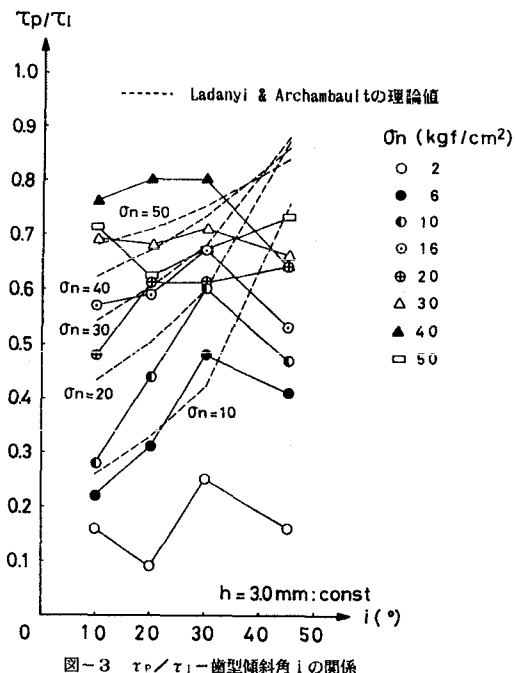


図-3 τ_p/τ_i -歯型傾斜角 i の関係

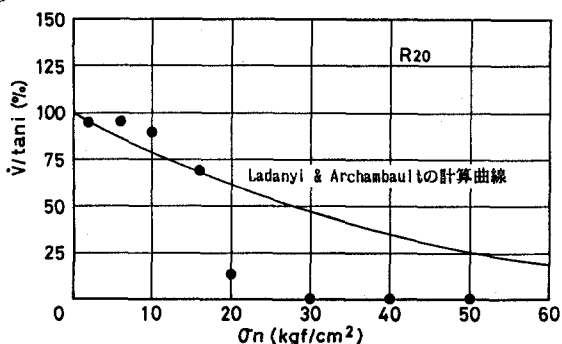


図-4(a) ダイレイション率-垂直応力の関係 (R20供試体)

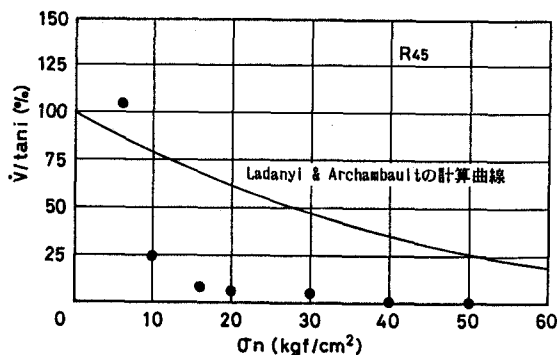


図-4(b) ダイレイション率-垂直応力の関係 (R45供試体)