

徳大林組技術研究所 正 丸 山 誠

同 上 正 平 間 邦 興

同 上 正 木 村 薫

1. まえがき

岩盤の工学的性状を把握するために、各種の現位置あるいは室内試験法が考案され、設計・施工への適用が試みられている。特に、岩盤斜面や地下空洞などの岩盤構造物の解析において最も重要な基礎資料の一つが、せん断破壊特性である。筆者らは、これまで岩石のせん断試験方法に関する基礎的な研究を行ってきたが、ここでは一面せん断試験について、その適用性の検討を試みた。

2. 試料およびせん断試験の適用について

一連の室内試験に使用した一部岩石試料の工学的性状の概要を表-1に示す。主に実施したせん断試験は一面せん断試験および三軸圧縮試験で、試験方法などの詳細は既報告¹⁾を参照されたい。

一面せん断試験には i) 載荷装置を利用して簡単にせん断試験ができること、ii) かなり信頼性のある強度定数が得られることなど規模の大きい三軸圧縮試験と比較しても有利な点があつて多方面で活用されている。しかし、装置の機構上の問題点も考えられ、試験結果の適用についても考慮する必要がある。特に、強制せん断面付近には圧縮応力の集中や引張応力が作用して、せん断面に一様な応力分布の得られない場合が予想される²⁾。したがつて、試験時のせん断角度 α (図-1参照) については、ある範囲に限定して考えるとともに、得られる $\tau-\sigma$ 関係 (破壊限界線) も、その適用にあつては事前に考慮しておくことが肝要と思われる。今回の試験では、せん断角度を $\alpha=10^\circ, 15^\circ, 25^\circ, 35^\circ, 40^\circ$ の5段階とした。

表-1 試料の基本性状

試料	硬岩	軟岩
産地	砂岩 長崎県 豊後県久山	凝灰岩 熊本県 宇都宮県戸根
自然含水比 ω (%)	1.1	38.7
単位体積重量 γ (t/m^3)	2.41	1.47
孔隙率 n (%)	9.8	58.2
比重 G_s	2.64	2.58
圧縮強度 σ_c (kg/cm^2)	786.3 (8.1)	45.2 (26.5)
変形係数 E_{50} (kg/cm^2)	68,000	7,700
圧縮引張強度 σ_t (kg/cm^2)	47.0 (13.8)	7.0 (22.1)
弾性減速度 V_p (km/s)	3.06	1.51

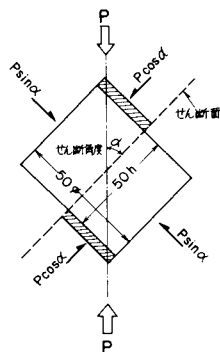


図-1 一面せん断試験概念図

ここでは、試験結果のうち得られた破壊包絡線の数式化をいろいろと試み、その適用性を検討してみた。近似曲線としては、直線、放物線および双曲線などを適用し、それぞれ最小二乗法によって近似式を求めてみた。以下に、求めた破壊包絡線の近似式について比較、検討を行なった。

3. 試験結果とその検討

まず簡便にせん断強度を求めることのできる一面せん断試験結果について検討した。その代表例として硬岩 (砂岩) および軟岩 (凝灰岩) の $\tau-\sigma$ 関係を示したのが図-2, 3である。試験時のせん断角度 α ごとに数個ずつ実施したときの平均値で示してある。試みに直線式と放物線式を図示したが、いずれの場合も両式で $\tau-\sigma$ 関係を表わすことが可能と思われる。硬岩の場合には、放物線式のほうがやや適合している傾向が認められるようである。しかしせん断角度 α の大きさによって破壊発生

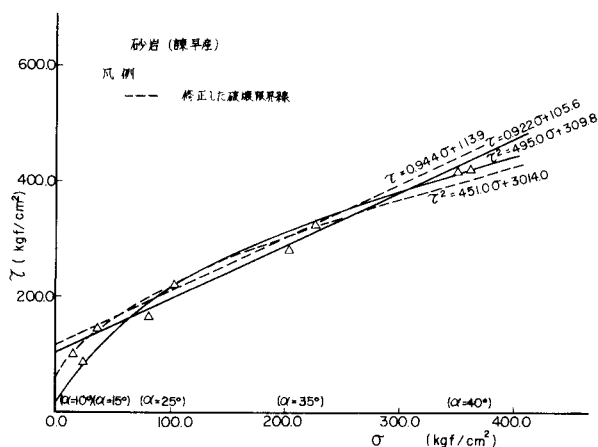


図-2 一面せん断試験における $\tau-\sigma$ 関係 (硬岩)

の異なる，いわゆるせん断機構上の問題点があると
考えられる $\alpha = 10^\circ$ および 40° の試験結果を省いて
修正してみると，直線式でも十分に近似できること
がわかる。図中の点線が修正した $\tau - \sigma$ 関係である。
(図-2 参照) 軟岩の場合については，含水比の違い
による影響を合わせて示してある。いずれもよく
近似式に一致しており，含水比による強度変化も一
定応力以上において顕著に表われている。

試みに $\tau - \sigma$ 関係を放物線式あるいは直線式と仮
定した場合のせん断強度 τ (すなわち τ 軸切片) と
圧縮・圧裂引張強度からの算定した強度と比較した
結果が図-4 である。 $\tau - \sigma$ 関係より推定したせん
断強度は，岩種によって大きく変動しているが，そ
の平均値は圧縮・圧裂引張強度からの算定結果とは
ほぼ一致する傾向が得られている。また，直線式と仮定した場合に
推定した内部摩擦角は， 37° (軟岩) $\sim 45^\circ$ (硬岩) の範囲で得られた。

ここで，一面せん断試験結果の妥当性を検討するため，破壊包絡
線との比較を行なった。破壊包絡線をいくつかの近似式で表わした
代表例が図-5，6 で，いずれの近似式でも概ね適用可能と思われ
る。また， $\tau - \sigma$ 関係式 (図-2・3) と比較してみると，軟岩の場合
比較的一致する傾向は認められるものの，硬岩の場合にはかなり
異なっており，一面せん断試験結果が下回る傾向がある。したが
って，硬岩の場合，その適用にあたっては十分に留意する必要がある。

4. あとがき

岩のせん断破壊特性のうち，実施した試験結果より得られる事例
について述べた。簡便な一面せん断試験によっても信頼性のある結
果が得られることが判明し，今後は解析手法への適用を考えている。

参考文献 1) 丸山：岩石のせん断試験方法に関する検討，第35回土木学会
2) 野野：一面せん断試験における応力と変形の解析，日本鉱業会 (S.53)

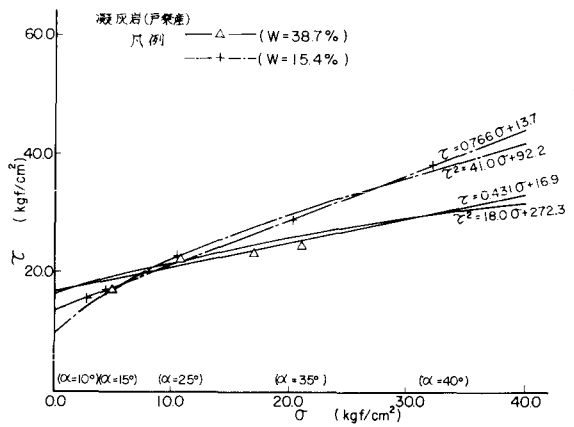


図-3 一面せん断試験における $\tau - \sigma$ 関係 (軟岩)

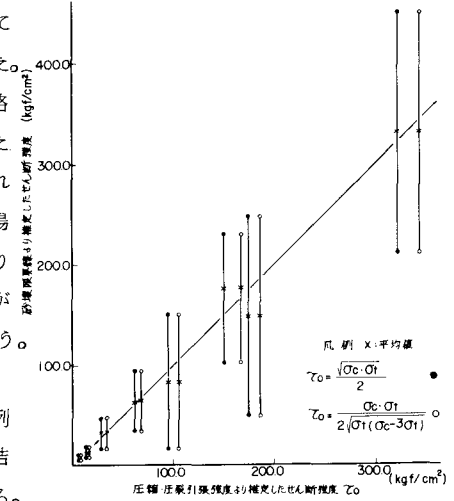


図-4 せん断強度 τ の比較

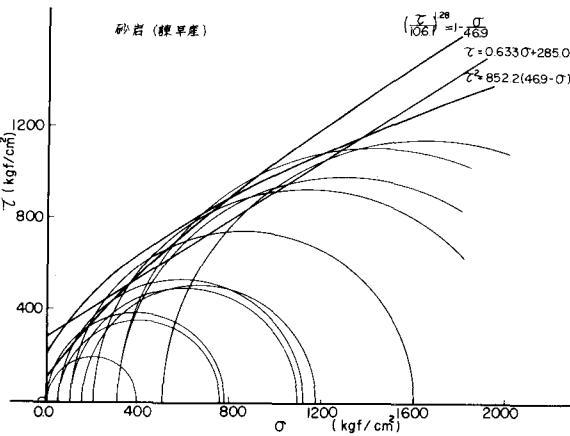


図-5 破壊包絡線の比較 (硬岩)

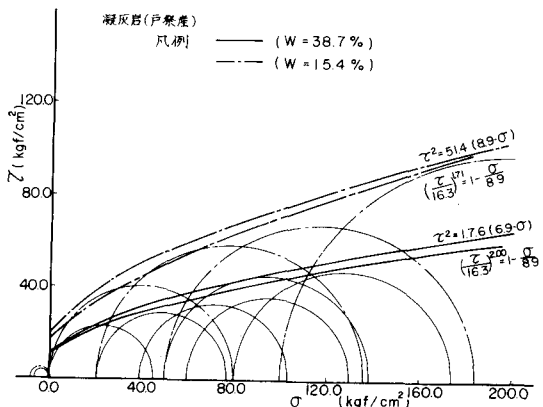


図-6 破壊包絡線の比較 (軟岩)