

層状脆性体の破壊について

京都大学 正員 丹羽義次

〇小林昭一

日本鋼管

野邑正美

1. はじめに

岩盤内には層理、節理などの不連続面が含まれてゐるが普通であり、岩盤の力学的挙動は岩体自身よりもむしろ岩盤特有の不連続面の状態、すなわち、不連続面の幾何学的形状、不連続面の強度および不連続層中の夾在物の性質により大きく支配されると考えられる。しかしながら、これらの影響を理論的に解析することは現段階では殆んど不可能に近く適宜な模型実験に頼らざるを得ないであろう。

本研究は不連続脆性体の破壊機構の解明と破壊条件の確立を目的として現在進行中の実験的研究の一部であり、岩盤を理想化したモデルとして規則的に配列した層状脆性体を対象とし、層の性質、すなわち幾何学的条件、層中の夾在物の性質、層の厚さと間隔および荷重方向からの傾きなどの条件を種々変化させた実験の一部である。

2. 実験

2.1. 供試体：図-1のように2cm間隔に平行な3mm厚の弱層を含む立方供試体(10.5cm角)を作製した。強い強い層はセメント・モルタルで、弱い弱い層はファイアッシュ・セメントより成る。各材料の配合および特性を表-1に示す。

試験時材令は14日とした。

2.2. 試験方法：単軸、

二軸定順序載荷、三軸

extension および compression

試験を行ふ。三軸試験に於ては急激な荷重変動を破壊と考へた。なお、いずれの試験に於ても供試体の端面摩擦を減少させるためにシリコングリースを塗布した柔いゴムシート(0.23mm厚)を使用した。

2.3. 試験結果：単軸圧縮試験結果および三軸 compression 試験結果を図-2に示す。図-3は二軸圧縮試験結果を示したものである。二軸の荷重比(或いは応力比 σ_2/σ_1)が大きくなると破壊の形態は全く異なったものとなり、弱層の存在には無関係となる。この範囲の結果は図からは除外した。図-4より図-6を、また Rendulic 応力面に描いた結果を図-5に示す。

3. 考察

図-2より明らかなように、層状脆性体の破壊時強度は弱層の傾き θ に大きく左右され、 $\theta=30^\circ$ で最弱となる。拘束圧が増加するにつれて各々の角度の強度の $\theta=90^\circ$ に対する強度比は増加する。AとBの場合を比較すると、拘束圧が低い間は弱層の強度、粘着力が最終強度に影響するが拘束圧が大きくなると両者の差は殆んど認められなくなる。弱層材料の二面剪断試験(結果)と試験片に作用している破壊時の垂直力と剪断力とを比較すると、 $\theta \geq 60^\circ$ では後者の抵抗力が大きく試験片は弱層部よりすべりにより破壊したと考へられなく。一方、 $15^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ では弱層部の破壊により全体的な破壊が生じた。

層	配合	弾性係数(%)	ポアソン比	圧縮強度(%)	引張強度(%)
厚, 強	砂:セメント:水=1:1:0.4	2.2x10 ⁸	0.27	470	—
弱, 弱 A	ファイアッシュ:セメント:水=2:1:1.8	2.8x10 ⁸	0.30	47.5	19.3
" B	= 1:1:1	5.5x10 ⁸	0.24	147	48.2

表-1

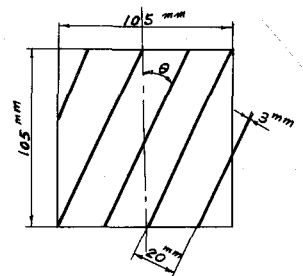


図-1

とわかる。このことは試験片の破壊過程および崩壊の形態の観察からも容易に推測される。層状脆性体の破壊は単一の機構では説明できないようである。この機構は大別して、i) 弱層の影響が少なく強い層の強度が支配的な破壊、ii) 弱層の破壊によるもの、iii) 弱層(面)のすべりによる破壊に分けられよう。i) は θ が $0 \sim 10^\circ$ で、ii) は θ が約 60° 以上で、iii) は θ が $15 \sim 60^\circ$ の範囲に適用できよう。iii) は弱層と強い層の接触面にある偏平微小フラックを想定して Griffith 理論を適用するか或いは Coulomb 式により説明できる。紙面の都合上他の機構および図面の説明は省略する。以上の簡単な模型からも推察されるように実際の層状脆性体の破壊機構は複雑であり、崩壊時の局部的変形、回転能力なども今後検討すべき問題であらう。

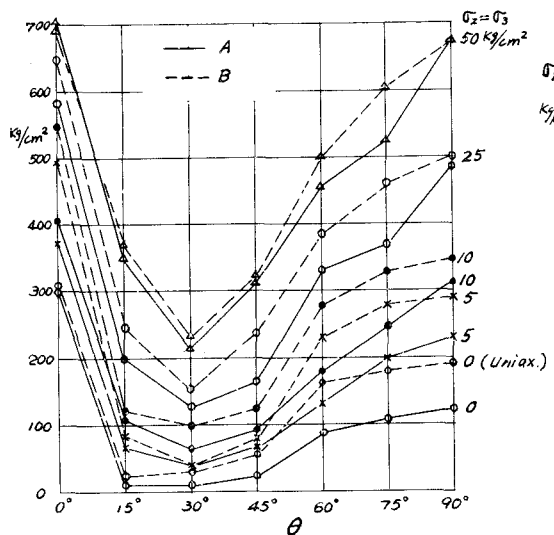


図-2

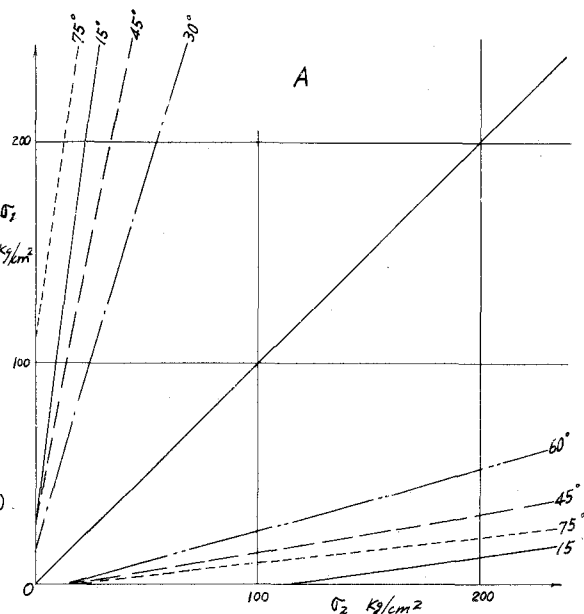


図-3

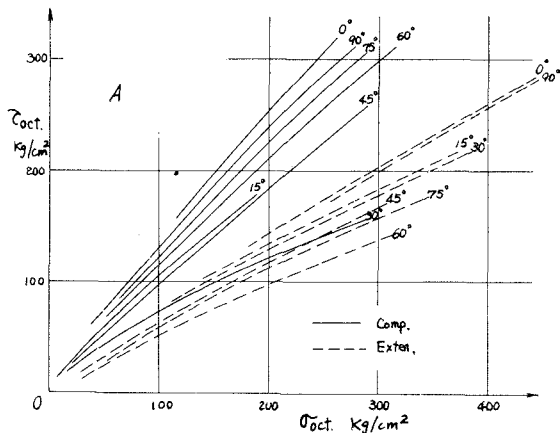


図-4

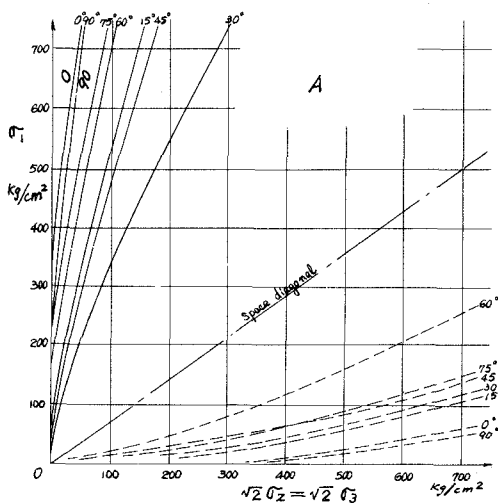


図-5