

多層岩質材料の破壊について

京都大学 正員 丹羽義次
同上 同上 小林昭一
同上 同上 中西輝雄
矢野果 同上 田中三郎

1. はじめに

岩盤には節理、断層などの力学的不連続面が含まれているのが普通であり、岩盤の力学的挙動は主としてこれら不連続面の状態、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面中の灰在物や性質などに支配されると考えられる。また、個々の岩石(岩芯)について考えても、層理、片理などの力学的不連続面を含み層状異方性を示すものも多く、その挙動は巨視的にはかなり弾性的な性質を示す場合でも微視的に見れば不連続面の状態に支配されているのが普通である。特に破壊とやら観測から見れば、不連続面の性質を究明することが最も重要な課題となる。

本報は、不連続岩質材料の破壊機構の解明と破壊条件の確立を目的として行なっている一連の研究の一部であり、理想化した層状岩質材料模型および緑泥片岩岩芯を用いて行なった実験結果の報告である。

2. 実験

2.1. 供試体：次のような3種類の供試体を使用した。

供試体Ⅰ：中心間隔 2cm の平行な弱層を含むような供試体 ($10.5\text{cm} \times 10.5\text{cm} \times 10.5\text{cm}$)。弱層の厚さ、強度および層の傾きは種々変化させる。強い層はセメントモルタル(配合比 砂:セメント:水 = 1:1:0.4, 単軸圧縮強度 470kg/cm^2)、弱い層はフライアッシュおよびセメント(配合比 フライアッシュ:セメント:水 = 2:1:1.8, 単軸圧縮強度 49kg/cm^2)を用いた。試験時割合は1/4とした。

供試体Ⅱ：Ⅰと同一材料より成る。供試体寸法は $2\text{cm} \times 2\text{cm} \times 4\text{cm}$ である。

供試体Ⅲ：緑泥片岩(別子産)供試体であり、コアボーリングにより円柱軸方向に層の傾きが種々異なる $\phi 3\text{cm}$ の柱状片を抜き取り、約 6cm の長さで切断後、両端面を平行かつ平滑に仕上げた所定の供試体を得た。

2.2. 試験方法：供試体Ⅰについては、単軸、二軸および三軸伸張および圧縮試験を行なって破壊に至る層の厚さ、強度および荷重軸との傾きの影響を調べる。三軸試験では破壊時を正確に把握することは難しいが、ここでは急激な荷重変動を破壊と考えた。供試体Ⅱは寸法効果を調べる目的で作製し、単軸、二軸載荷を行なった。供試体Ⅲは異方性体の性質および破壊を調べる目的で、単軸圧縮状態についてだけではあるが応力、歪の測定をも行なった。

2.3. 試験結果：供試体Ⅰ, Ⅱ, Ⅲに就する結果をそれぞれ図-1, 2, 3に示す。

3. 考察

図-1より明らかなように、多層岩質材料の崩壊強度は最大圧縮荷重方向からの弱層の傾きに大きく支配され、側方等圧拘束を受ける場合も含めて傾角 $\theta \approx 30^\circ$ で最も弱くなる。強度減少率は著しく、側方拘束のない場合には $\theta = 0^\circ$ の場合の1割程度にも及ぶ。拘束圧が大きくなれば、絶対的な崩壊強度は増加するが、最終最高強度比はむしろ減少する。

弱層の厚さ は拘束圧ほど著しい影響は及ぼさないうちである。また、別の実験によると、拘束圧の低い範囲では、弱層の強度の差が崩壊強度に影響するが、拘束圧が大きくなれば崩壊強度差は殆んど認められなくなる事が確かめられた。

弱層材料の二面剪断試験結果と供試体Iの崩壊時の応力とを比較すると、 $\theta \approx 60^\circ$ では後者の抵抗力が大きく、弱層部のすべりによる破壊は生じないようであり、一方、 $15^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ では弱層部のすべりにより全体的な崩壊が誘起されていると考えられる。このことは供試体の破壊過程および破壊形態からも推察される。多層岩質材料の破壊は単一の機構によるものではなく、少なくとも次のような3つの形態、すなわち (a) 弱層部の影響が少なく、強い層の強度に支配される破壊、(b) 弱層の破壊が支配的なもの、および (c) 弱層面のすべりに起因する破壊に分けられよう。

これら諸機構の検討および破壊理論の適用
 性は本日発表する予定である。

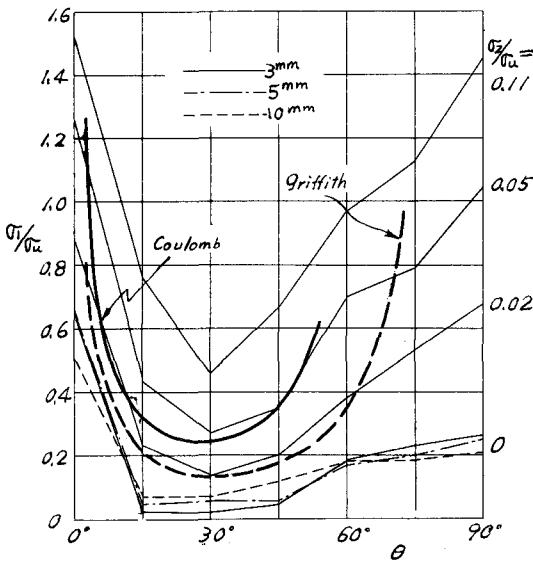


図-1 (供試体I)

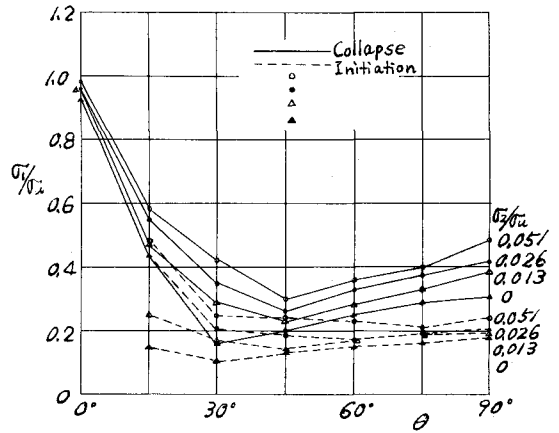


図-2 (供試体II)

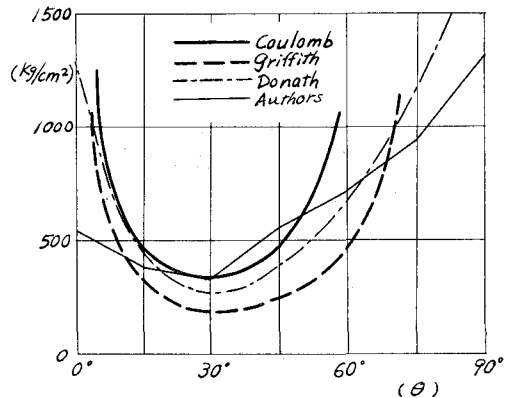


図-3 (供試体III)