

節理体および積層体の一面せん断時の破壊様式およびせん断抵抗について

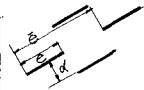
名古屋大学 正会員 川本 勝万
中央開発(KK) 正会員 O 吉田 英生

1.はじめに： 岩盤内の節理や成層が変形や破壊に及ぼす影響を明らかにするために、規則的な不連続面(節理)あるいは成層面を有する脆性材料の供試体を用いて、せん断箱による一面せん断試験を行って、節理体や積層体の破壊性状を観察し、巨視的なせん断強度の異方性について検討した。

2.供試体および試験方法： 石膏と標準砂の混合材料(配合比：水：450cc、石膏標準砂各825g)にハザネホ片群(厚さ0.1mm)で節理系を入れた、15×15×4cmの供試体および層高2cmの成層供試体を用いた。供試体を60℃の恒温槽中で乾燥養生し、その重量が乾燥前の重量の85±0.5%になるまで乾燥した後、実験を行った。節理体として表1に示す3種の規則的な節理系をもった供試体を用いた。載荷方法として、仮想せん断面に垂直方向の荷重(垂直荷重： P_N)を所定の大きさ

表1 節理体の節理群のタイプ

タイプ	e (mm)	$\bar{e}$ (mm)	d (mm)	$K = \bar{e}/e$	$w = \bar{e}/d$
A	10	20	10	0.5	1.0
B	10	20	20	0.5	0.5
C	5	10	10	0.5	0.5



K:ジョイント係数
w:相対密度

表2 供試体材料の力学的諸性質(平均値)

圧縮強度 kg/cm^2	圧縮引張強度 kg/cm^2	曲げ強度 kg/cm^2	せん断強度 kg/cm^2	内部摩擦係数	弾性係数 kg/cm^2	ポアソン比
218.8	15.8	71.7	33.3	1.5	3.73×10^5	0.16

P_N を供試体が全体破壊に至るまで増加させた。供試体はその節理ある一方の層の方向とせん断荷重の方向と流れ目(0°≦θ<90°)および差し目(-90°≦θ<0°)となるように載荷される。さらに節理体に対する実験では $P_N=250, 500, 750 \text{ kg}$ にとり垂直荷重の大きさの影響について検討すると共に、節理周辺からのクラック発生時の P_N をチェックした。実験中、せん断方向および垂直方向の変形量と測定し、クラック発生時から破壊に至るまでの局部破壊の発生および破壊の進行状況を観測した。なお本実験に使用した材料の力学的諸性質を表2に示す。

3.破壊様式およびせん断強度：(節理体) 1)破壊の原因は節理周辺に発生する引張りクラックであり、その後の局所的な曲げ応力やクラック先端の引張応力集中などによって破壊が進行される。全体的には分離破壊と節理面の開口

とが連続的に起り全体破壊に至る。2)流れ目では全般的に混合破壊を起し、θが大きくなるとすべり破壊の割合はかなり減少する。差し目では節理群の配置とクラック群の連繋の状態により、仮想せん断面の両側にわたって破壊領域の幅がかなり変化(図1(a),(b))。3)ダイラクションは顕著な異方性を示さず、 P_N の大きさにもあまり影響されない(図2)。4)巨視的なせん断破壊時の垂直荷重作用方向の変形量は積層体のそれと比べて小さい。このことは両者の破壊様式の差異やクラック発生から全体破壊に至るまでの間の耐荷力の違いによって説明される。5)クラック発生時および全体破壊時のせん断荷重は、節理面の方向にあまり影響されず、ジョイント係数および相対密度の強度に及ぼす影響は差し目で現われる(図3(a),(b))。6)各 P_N の大きさにおけるせん断破壊荷重と節理面の方向との

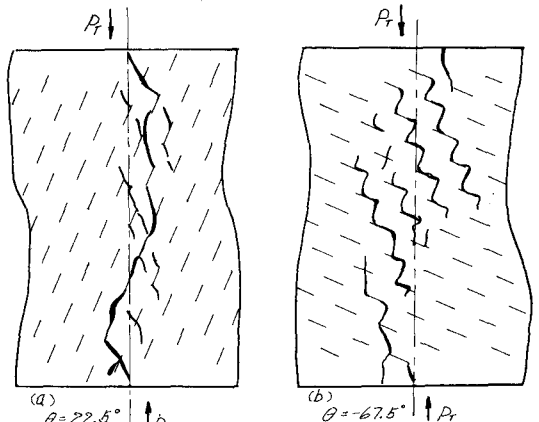


図1. 破壊図

から全体破壊に至るまでの間の耐荷力の違いによって説明される。5)クラック発生時および全体破壊時のせん断荷重は、節理面の方向にあまり影響されず、ジョイント係数および相対密度の強度に及ぼす影響は差し目で現われる(図3(a),(b))。6)各 P_N の大きさにおけるせん断破壊荷重と節理面の方向との

図係は、破壊様式が垂直荷重の大きさによってかなり影響されるため、 R_N と R_c との間にクーロン式を規定するようないかなる図係が見えなかつ(図・4)。(積層体)の破壊様式の過程は仮想せん断面近くのクラック発生とそれに続くすべりとに大別できるが、差し目ではこの過程は流れ目の場合とは逆の順序をもつて現れる。2)垂直方向変形量およびせん断破壊荷重と層の方向の図係は、節理体の場合と比べて、はるかにいちがうしい異向性を示し、クラック発生後の層体の変形性や構造的な抵抗力が流れ目と差し目で異なる状態が

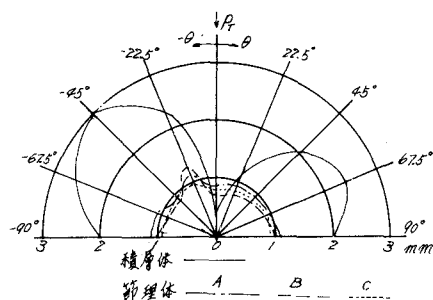


図2. ダイヤクソンの異向性

、節理体にくらべて大きく現れる(図・2,3)。(単一の開口節理を有する供試体の破壊特性)長さ4cm,幅0.16cmの単一の開口節理を有する供試体に対して一面せん断試験を行つた。クラック発生時および破壊完了時のせん断荷重は節理体のものと類似している。破壊様式の観察によれば、クラック発生から最終破壊時までの間の荷重増分は、各荷重状態に対する破壊進行中の構造的な抵抗性を示し、それは節理面が差し目の方向にある場合の方が一般に大きいことがわかる(図15)。

4. 結論: 1)巨視的なせん断強度や破壊時のダイヤクソンの異向性が認められたが、その程度は積層体によってちがうしく、節理体では顕著でない。2)節理体や積層体のように、規則的な不連続面をもつ材料のせん断強度やダイヤクソンの異向性は、主としてクラックの発生状態と破壊開始(クラックの発生)から全体破壊までの間の破壊の様式に依存し、破砕片の可動性および抵抗性に関係し、そのために巨視的なせん断強度が垂直荷重の大きさによってクーロン式で規定されるような一定の図係をもたない。3)せん断箱を使用した一面せん断試験による巨視的なせん断強度の異向性はロックジャ-テストに対する模型試験の場合と同様の傾向を示す。なお、本研究を行なうに際し、文部省科学研究費の補助をうけることを附記する。(42年度秋学期論文発表集)

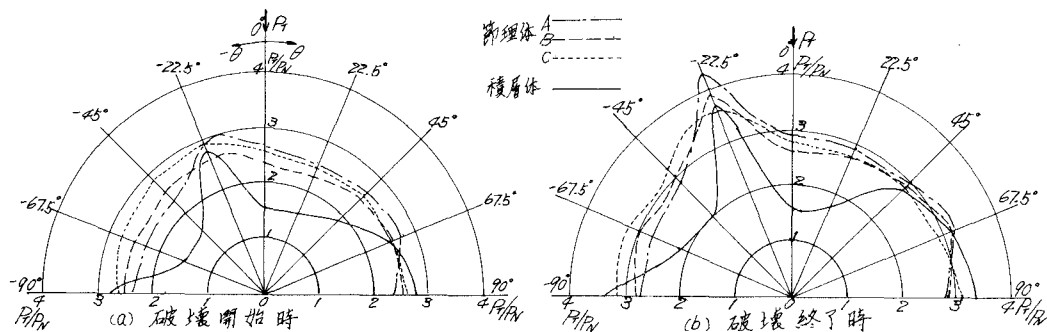


図3. 巨視的なせん断強度 ($R_N=500\text{kg}$)

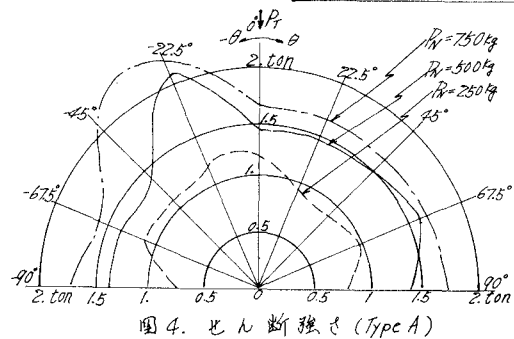


図4. せん断強度 (Type A)

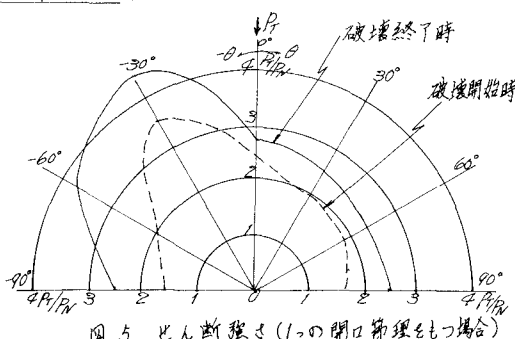


図5. せん断強度 (1つの開口節理をもつ場合)