

不連続面を有する岩質材料の破壊ひずみ

神戸大学工学部 学生員 芥川真一
三井造船 正会員 森 修一
神戸大学工学部 正会員 桜井春輔

1 まえがき

岩石供試体の力学的挙動は室内試験によって比較的容易に求められるのに対し、原位置岩盤のそれは不連続面の存在や風化の進行度の違いなどに影響されるため、非常に複雑になり、その把握が困難となる。本文では岩盤のモデルとして、ランダムに存在する不連続面を有する石膏供試体の室内実験、及び原位置試験の結果を整理し、特にそれらの破壊ひずみによって考察する。

2 石膏供試体を用いたモデル実験

不連続面の存在が材料の限界ひずみに与える影響を調べるために、石膏供試体を用いたモデル実験を行なった。

水：石膏比を55%として練ったものに厚さ0.7mmの厚紙を挿入してこれをジョイントとし、そのまま抜き取らずに材齢4日に一軸圧縮試験に供した。ジョイントの位置と方向は乱数を用いて求めたGroup1の他、図1に示す通りである。ジョイントはすべて供試体(10×10×20cm)を完全に貫く形で挿入されており、供試体内部の応力分布は二次元的と考えられる。すべてのケースで、ジョイントの存在は強度と初期弾性係数を低下させる。それらの値をジョイントのない供試体のもので正規化して、その相関を図2に示す。両者の低下率が等しい場合は、その比としての限界ひずみが一定になることを意味する。軸方向と横方向のそれぞれの限界ひずみを多種の岩石について求められた限界ひずみのゾーンと比較して

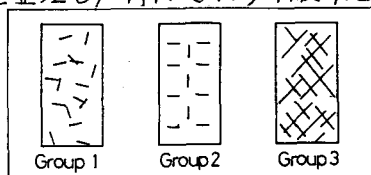


図1. ジョイントのパターン

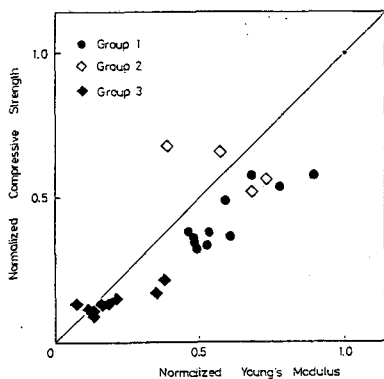


図2. 正規化した圧縮強度と弾性係数の関係

図3, 図4に示す。これらから、同スケールの石膏供試体については、不連続面の存在に影響されることなくその限界ひずみは、ほぼ一定となることが分かる。

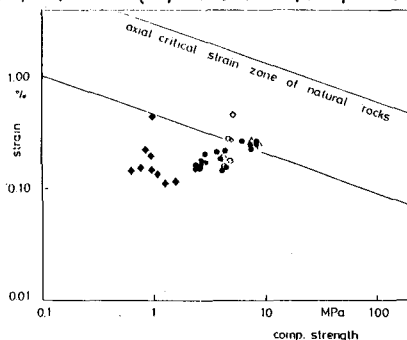


図3. 軸方向限界ひずみの比較

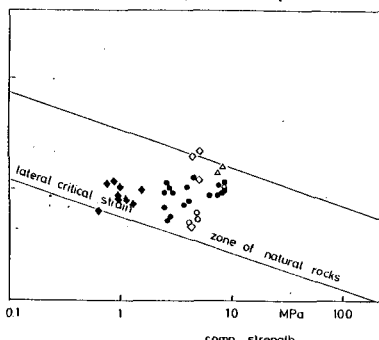


図4. 横方向限界ひずみの比較

Shinichi AKUTAGAWA. Shuichi MORI. Shunsuke SAKURAI.

③ 岩石供試体と原位置岩盤の限界ひずみの比較

原位置岩盤の圧縮強度，弾性係数は同質の岩石供試体のものに比べて低いことはよく知られている。そこで，それらの比をそれぞれ， m, n とすると次式が成立する。²⁾

$$\sigma_{CR} = m \sigma_{CC} \quad (1) \quad ER = n \cdot Ec \quad (2)$$

ここに， σ_{CR} ， ER はそれぞれ原位置岩盤の一軸圧縮強度，及び初期弾性係数
 σ_{CC} ， Ec はそれぞれ岩石供試体の一軸圧縮強度，及び初期弾性係数
 m, n は低下の割合を示す係数である。

従って原位置岩盤の限界ひずみ ϵ_{OR} と岩石供試体の限界ひずみ ϵ_{OC} の間に次の関係が成立する。

$$\epsilon_{OR} = m/n \cdot \epsilon_{OC} \quad (3)$$

即ち m/n の値が分かれば岩石供試体の限界ひずみから原位置岩盤の限界ひずみが決定される。実際に対応する岩石供試体と原位置岩盤から m/n の値を求めたものを表 1 に示し，合わせて，対応する両者の限界ひずみの動きを図 5 に示す。^{3), 4)} 表 1 から m/n の値は 0.9 から 1.4 の範囲にあることが分かる。しかし岩盤試験結果のばらつき，載荷方法の違い，ジョイントの卓越性などを考慮し，工学的に安全側を取るとすれば， $m/n = 1$ としてさしつかえない。よって，ジョイントがランダムに存在する岩盤においては，その限界ひずみ ϵ_{OR} は，岩盤を構成する岩石の限界ひずみ ϵ_{OC} に等しく， ϵ_{OR} を推定するには， ϵ_{OC} を求めるだけで良い。

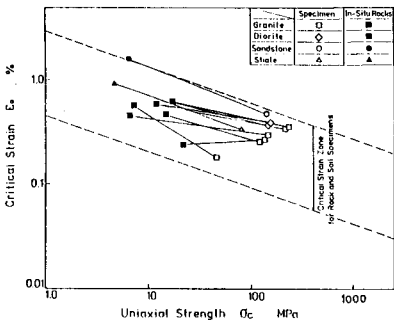


図 5. 対応する岩石と岩盤の限界ひずみ

表 1. 岩石と岩盤の材料定数の比較

Rock Type & Class	Rock Core			Rock Mass			Core vs Mass			Remarks
	σ_c MPa	E GPa	ϵ_c %	σ_c MPa	E GPa	ϵ_c %	m	n	m/n	
granite CH	227.4	62.7	0.362	116.70	2.65	0.631	0.0734	0.0422	1.74	Washuzan T
granite OM	211.5	59.8	0.534	111.60	1.96	0.592	0.0548	0.0328	1.67	..
granite CL	141.8	47.1	0.301	6.39	1.37	0.466	0.0451	0.0292	1.54	..
diorite CH	145.2	37.3	0.389	116.70	2.65	0.631	0.1150	0.0711	1.62	..
diorite OM	153.5	38.2	0.402	111.60	1.96	0.592	0.0755	0.0513	1.47	..
granite B	130.2	47.5	0.274	120.97	8.60	0.244	0.161	0.181	0.89	A P P
granite CH	117.6	44.3	0.265	14.31	2.98	0.480	0.198	0.067	1.81	..
granite OM	44.7	23.7	0.189	6.99	1.21	0.578	0.155	0.051	3.06	..
sandstone	137.2	28.4	0.483	6.27	0.381	1.642	0.046	0.0134	3.43	Onaruto Bnd.
shale	78.4	21.6	0.364	3.82	0.411	0.930	0.049	0.0191	2.57	..

④ まとめと問題点

- (ア) 同一スケールの石膏供試体の限界ひずみは，ジョイントの存在に影響されず，ほぼ一定の値をとる。
- (イ) 岩盤の限界ひずみは工学的見地から，対応する岩石供試体の限界ひずみに等しいと考えて良い。
- (ウ) ジョイントの密度や方向に卓越性がある場合，又三軸状態にある場合の岩盤の限界ひずみの推定には，上述の考え方が適用できるかどうか明らかでない。

《参考文献》

1) 桜井春輔，トンネル工事における変位計測結果の評価法，土木学会論文報告集，第317号，pp 93~100，1982年1月
 2) 桜井春輔，原位置岩盤の試験とその結果の評価，材料，第31巻，第347号，pp 759~769，1982年，8月
 3) 宮島圭司，大鳴門橋の地盤調査，応用地質，17巻，4号，pp 153~167，1976年12月
 4) 鷲羽山トンネルの安定に関する調査研究報告書，土木学会，鷲羽山トンネル安定委員会，1980年。