

1. 緒言

本文は、岩石の圧裂引張強度における寸法効果について調べたものである。岩石における寸法効果の現象をは握することは、ボーリングコアより採取した試験片より岩盤の強度を推定する上で重要であると考えられる。石コウを用いた圧裂引張試験の寸法効果に、最弱リンクモデルを適用することにより、石コウの場合、内在する欠陥（クラック）は試験片¹⁾の体積の二乗に比例するという結果が得られているが、岩石においてもこのような関係が成り立つかは興味ある問題である。本文では、種類の異なった二つの岩石における寸法効果に最弱リンクモデルに基づく計算式を適用することにより、試験片の寸法と岩石内のクラック数(n) との関係について検討を行なうものである。

直径 ϕ (d)cm	3.0	5.0	10.0
ケツ岩	84個	67個	41個
凝灰岩	122個	102個	75個
高さ(h) = $\phi/2$, (cm)			

表一試験片の種類と個数

2. 岩石試験片

試料として、硬質ケツ岩（宮城県女川町産）及び浮石質緑色凝灰岩（福島県飯舘産）の二種類を用いた。これらの岩塊より小型ボーリングマシンで円柱形のコアを抜きとり、所定の高さ（厚さ）の圧裂引張試験片を製作した。試験片の寸法及び種類を表一に示す。成型された試験片は、90°Cで20時間乾燥させた後試験を行なった。

3. 実験結果

3.1 ケツ岩の場合

ケツ岩の実験結果について図一1～4に示す。図一1～3は圧裂強度の分布を示すヒストグラムである。直径によって若干偏りがあるが、これらの分布はほぼ正規分布をなすと考えることができる。各直径における強度の平均値を図一4に宝線で示す。同図から明らかなように、試験片直径（図一4では横軸に断面積 $A=d \times h$ をとっている）が増加するに従い、平均強度は低下している。

3.2 凝灰岩の場合

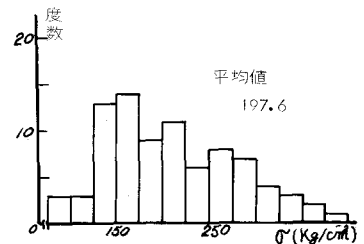
凝灰岩の実験結果について図一5～8に示す。ケツ岩と同様にその分布はほぼ正規分布とみなされ、また先のケツ岩ほど顕著ではないが平均値に対する寸法効果がみられる。

4. 考察

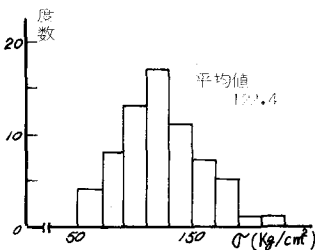
圧裂引張強度における寸法効果には、この現象が材料に内在するクラックによる考えると一瞬に破壊する状態から考えて、最弱リンクモデルによる検討が適当と思われる。ここで、クラックの強度の確率分布として、ワイブルの提案したいわゆるワイブル分布 $R = 1 - e^{-\alpha x^m}$ を用いると、強度 x とクラック n との関係式として次式³⁾が得られている。

$$X = \left(\frac{m-1}{m} \right)^{1/m} \left(\frac{1}{n\alpha} \right)^{1/m} \quad (1)$$

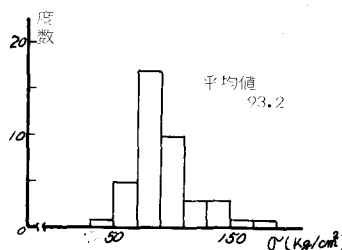
ここで、 α 、 m は定数であり、とくに m は変動係数の関数で示され均一性係数と呼ばれるものである。本実験では、 $m=3.8$ （ケツ岩）、 4.8 （凝灰岩）が得られてい



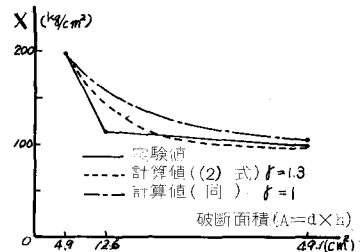
図一1 圧裂引張強度の分布(ケツ岩, $\phi=3.0$)



図一2 同($\phi=5.0$)



図一3 同($\phi=10.0$)



図一4 破断面積と強度(ケツ岩)

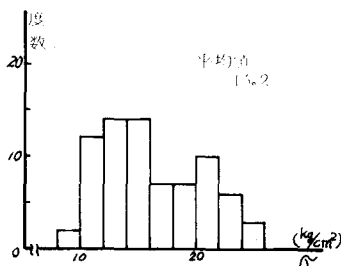
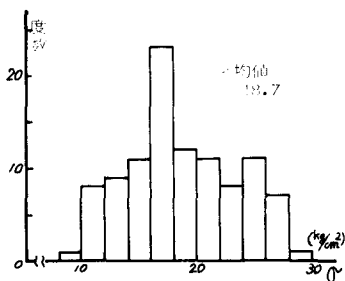
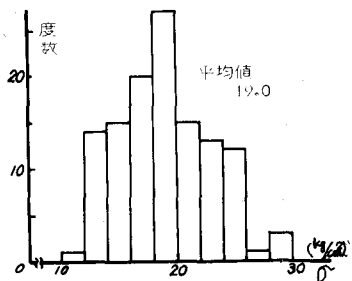


図-5 圧裂引張強度の分布(凝灰岩φ=30) 図-6 同(φ=5.0)

る。さて、強度低下を示す(1)式において、寸法が増大すると一般に n も増大すると考えられるが、寸法とクラック数 n との関係は実験的に明らかにされなければならない。すなわち、 n と寸法との関係は材料によって異なると考えられる。本文では、破断面積 A の r 乗、及び体積 V の r 乗にそれぞれ比例する場合の二通りについて検討を行なう。

強度 X_1 、 X_2 の破断面積及び体積をそれぞれ A_1 、 A_2 及び V_1 、 V_2 とすると、(1)式より、前者の場合は(2)式、後者の場合は(3)式が得られる。

$$\frac{X_2}{X_1} = \left\{ \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^r \right\}^{1/m} \quad (2)$$

$$= \left\{ \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^r \right\}^{1/m} \quad (3)$$

(2)式及び(3)式によって計算した値をそれぞれ図-4, 8 及び図-9, 10 に示す。実線は実験値であり、他は r をパラメーターとした計算値である。これらの図を比較すると、明らかに破断面積 A と強度との関係が実験値に近い。そして、パラメーター r を変化させ計算した結果、ケツ岩は $r=1.3$ 、凝灰岩では $r=0.3$ を得た。

5. 結語

試験片中のクラック長さを一定とし、その数 n と寸法との関係を最弱リンクモデルで検討した結果、 n はケツ岩では破断面積 A の 1.3 乗に、凝灰岩では 0.3 乗にほぼ比例するという結果が得られた。岩石中に含まれる空ゲキの量と大きさは、明らかに凝灰岩のほうが大であると考えられるが、ケツ岩中のクラックのほうがより偏平で鋭いと考えられる。従って、クラックが寸法効果に及ぼす影響の程度は、その個数のみならず、形状も大きく影響することを示しているものと思われる。

参考文献

- 1) 田野久貴、服部正巳、八重樫雅樹：ゼイ性材料の寸法効果に関する実験とその考察、土木学会東北支部技術発表会講演概要、(1975)
- 2) Weibull, A : A statistical distribution function of wide applicability, J. Appl. Mech., 18, 293~297 (1951)
- 3) Epstein, B. : Statistical aspects of fracture problems, J. Appl. Phys., 19, 140~147 (1948)

図-7 同(φ=10.0)

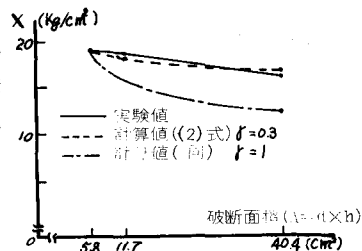


図-8 破断面積と強度(凝灰岩)

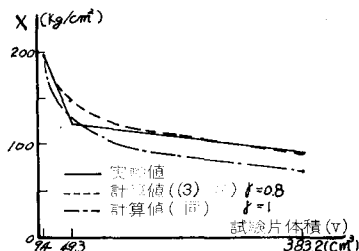


図-9 試験片体積と強度(ケツ岩)

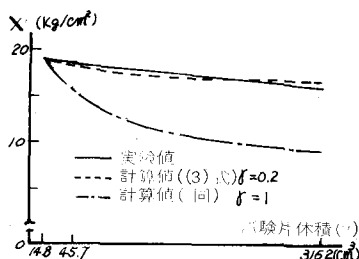


図-10 試験片体積と強度(凝灰岩)