

脆性材料の圧縮および圧裂引張強度における寸法効果について

日本大学工学部 正員 田野久貴
同 学生員 川代 泉
同 学生員 安部 博

1. 緒言

供試体の寸法の変化に伴って、その強度が変化することを寸法効果といい、一般には供試体の体積の増加に伴い、強度が低下することが知られている。本文は、脆性材料の一種である石膏を用いて、直径を一定とし、長さの異なった供試体を製作し、一軸圧縮試験、圧裂引張試験を行ない、高さの変化が強度にどのような影響するかを検討し、さらに直径方向を変化させた先の実験結果との比較より、寸法の変化が強度に及ぼす影響、さらにそれぞれの寸法効果について、若干の考察を加えたものである。

2. 実験方法および結果

一軸圧縮試験および圧裂引張試験に用いた供試体の寸法を表1に示す。圧縮試験機を加圧した場合、圧裂引張試験では、供試体の直径上を沿って一瞬に破壊が生じるのがほとんどである。一方圧縮試験では、図-1のAのように、荷重方向にいくつか分離して破壊が生ずるが、図-1のBのように、端面拘束の影響の破壊と思われるものも多少に含まれている。

2.1 圧裂引張試験結果

圧裂引張試験結果を図-2に示す。この図によると、長さが3.75 cm～7.5 cmの範囲では、強度の低下が大きく、長さの変化が強度に及ぼす影響は非常に大きくなっている。これに対し、長さが7.5 cm～15 cmの範囲では、長さの変化は圧裂引張強度にほとんど影響を与えないようである。

2.2 一軸圧縮試験結果

一軸圧縮試験結果を図-3に示す。供試体の高さが高くなるに連れて、強度が低下しており、寸法効果が表われているが、高さ20 cmの場合強度が上昇している。

3. 考察

3.1 圧裂引張試験

本実験においては、供試体の長さを変化させ、先の実験では、直径方向を変化させている。ここでは強度比に注目し、実験結果を図-4に示す。これによると、高さと直径の比が1～2の範囲では、先の実験に比べ、本実験による曲線の減少勾配の方がゆるやかであり、この範囲においては、長さ方向の変化より直径方向の変化の方がゆるやかであることがわかる。一方本実験において、高さ

圧裂引張 供試体	$h=3.75, 7.5, 10, 15\text{cm}$ $\phi=7.5\text{cm}$ (一定)
一軸圧縮 供試体	$h=2.5, 5, 10, 15, 20\text{cm}$ $\phi=5.0\text{cm}$ (一定)

表-1 供試体の寸法

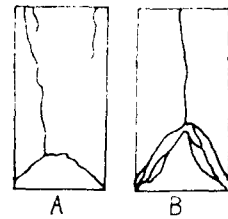


図-1 破壊の例

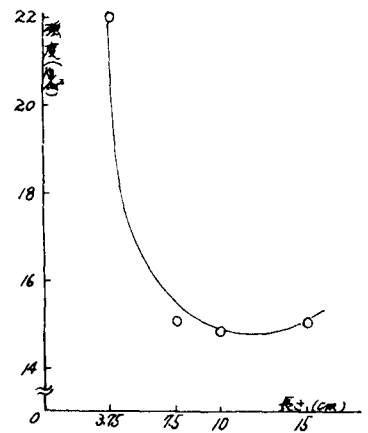


図-2 圧裂引張試験結果

の比が、0.5~1.0の範囲では、減少勾配が急であり、長さの変化による強度の低下率は大きく、高さ直径の比が2附近において、やや強度が増加する傾向にある。供試体の長さが直径に比べて長くなると、平均ひずみの応力状態に近くなると考えられ、強度の低下を考へる場合、いわゆるクラック数を考慮した寸法効果のみではなく、寸法の变化による応力状態も考慮すべきであると考えられる。

3.2-軸圧縮試験

圧縮試験結果と最弱リンク説に基づく計算値を図-3に示す。これらと比較すると、供試体の高さが小さい範囲では断面面積の影響は大きく現れていることがわかる。すなわち、高さが極めて小さい場合には、断面面積により供試体全体は三軸応力状態にあり、拘束されることにより強度が増加すると考えられる。一方本実験では、高さを変化させ、先の実験では、高さ直径の比を2(一定)としているが、強度の変化を最弱リンクモデルで考えると、供試体の高さの増加は図-6Aに示すような直列モデルの長さの増加と考へ、また直径を増加させた場合、図-6Bに示すように、並列モデルの並列要素の増加と対比して考えられる。本実験及び先の実験と比較すると、高さ直径を同時に変化させた場合は強度はゆるやかに低下する傾向にある。一方高さも一定とし、断面面積を増加させた実験が、本実験とは別に行なわれているが、この結果によると断面面積を増加させて、体積が増加しても、強度が低下せず、逆に増加しているという結果が得られている。これはある程度の範囲では、先の並列モデルの考えが成り立つことを示すものと思われる。

4結論

- 1)従来の最弱リンク説による強度低下は、例えば直径と高さの比も一定とした供試体では、ある程度実験結果と一致する。
- 2)一般に強度は、材料特性の他に破壊過程における構造特性にも影響を受ける。特に一軸圧縮の場合は顕著であり、例えば高さも一定とし、断面面積を増加させた場合、ある範囲で強度が増加する。
- 3)圧裂引張の場合、圧縮試験に比べて、構造特性は強度にあまり影響を与えないが、供試体が平面応力状態か平面ひずみ状態によって強度が変化すると考えられる。

本実験を行なうにあたり、斎井隆、嵯峨誠の両君から多大なる助力を得たことを記し、ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 田野久貴、服部正巳、八重樫雅樹：脆性材料の寸法効果に関する実験とその考察、土木学会東北支部発表講演要旨、49~50、(1974)
- 2) Epstein, B.: Statistical aspects of fracture problems, J. Appl. Phys., 19, 140~147 (1948)

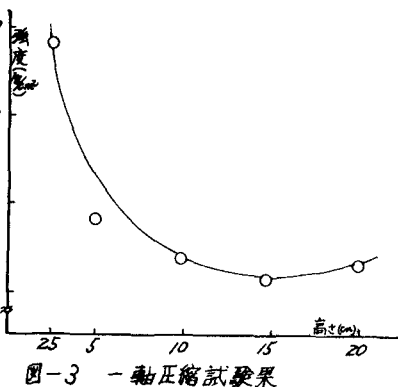


図-3 一軸圧縮試験結果

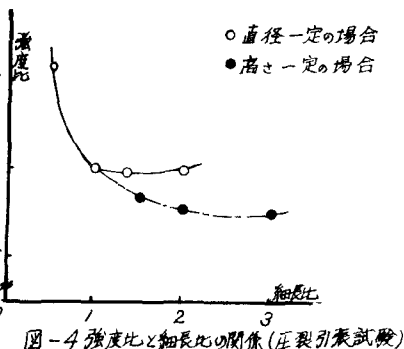


図-4 強度比と細長比の関係(圧裂引張試験)

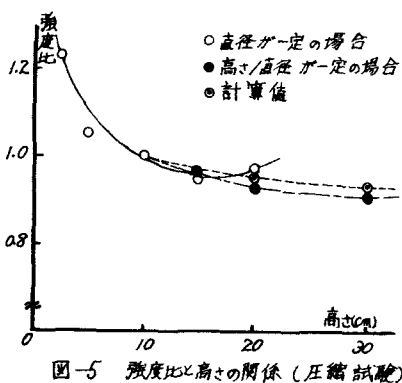


図-5 強度比と高さの関係(圧縮試験)

