

東海大学 正員 ○斎藤 敏明
名古屋大学 正員 川本 隼万

1. まえがき

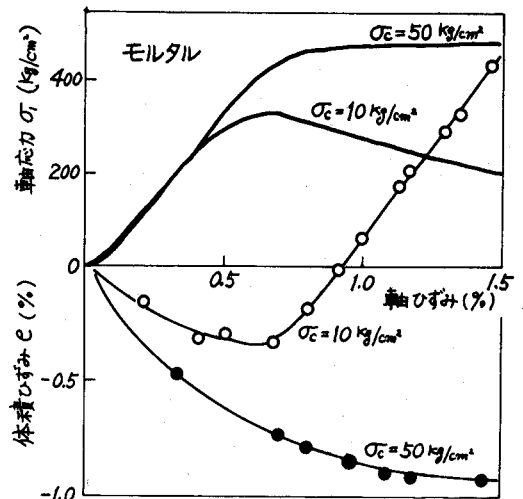
近年、岩石やコンクリートなどの岩質材料の強度特性および変形特性に関する研究が盛んに行なわれている。著者らも、ひずみ制御による三軸試験によってこれらの特性をさらに詳細に調べる研究を行ってきた。^{1), 2), 3)} この研究の目的は、従来の応力制御試験材では行なえなかった領域をカバーしようとするものであり、また、さらに広範囲な材料特性の検討を試みようとするものである。その一つは、ひずみによる破壊規準の表現である。この場合、いわゆる破壊後の特性をも合せて表現できることが期待される。そのほか、ひずみによる拘束をうける場合や応力緩和などの、特定のひずみ経路に従った試験ができるため、これらに沿った変形特性の検討ができる。しかしながら、ひずみ制御実験は、大容量の試験材が必要なこと、装置が複雑になること、さらにひずみ測定がむずかしいことなどのため、あまり実用的には用いられていない。特に三軸試験の場合はまた試験段階といつてよい。ここでは、拘束を受ける場合のひずみ制御実験を中心として、その変形特性について検討を行なった。なお、試料、試験材等については、前報等を参照されたい。

2. 一軸ひずみ制御試験

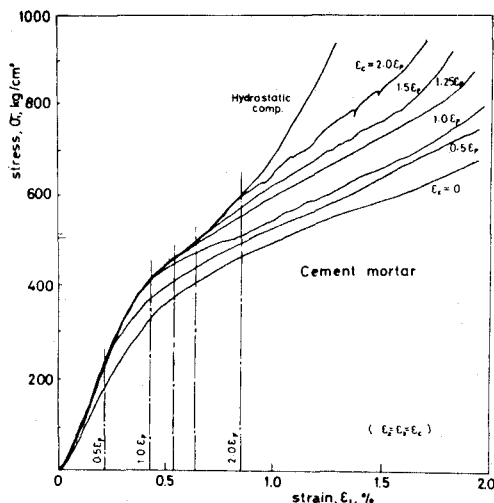
1軸をひずみ制御し、他の2軸に等しい一定の側圧をかけた場合の、応力-ひずみ曲線については既に報告した。²⁾ このとき、側圧がある値よりも小さいと、ひずみの増加にしたがって、軸方向応力は最高点を過ぎて減少する現象が現われることは種々の剛性試験によっても明らかにされている。たとえば、第1図に示すように、本実験で使用したモルタルでは、側圧 $\sigma_c = 50 \text{ kg/cm}^2$ でこのような現象が現われる。第1図は、 $\sigma_c = 50 \text{ kg/cm}^2$ と $\sigma_c = 10 \text{ kg/cm}^2$ の場合の応力-ひずみ曲線と、それらに対応する体積ひずみの変化を図示したものである。 $\sigma_c = 10 \text{ kg/cm}^2$ の場合、軸応力のピークと体積ひずみが減少から膨張へと変化する点は良く一致している。 $\sigma_c = 50 \text{ kg/cm}^2$ の例でも、応力-ひずみ曲線の変化と体積ひずみの変化は良く一致し、ひずみの変化に対して軸応力が一定の値を保つところでは、体積ひずみも一定の値を保つことになる。それゆえ、応力-ひずみ曲線の様相は、体積膨張が許されるかどうかによって大きく異なってくることになる。さらに、破壊様式もこれを境としてぜい性的なものから延性的なものへと変化することが考えられる。本実験の境界 $\sigma_c = 50 \text{ kg/cm}^2$ は、ほぼ強度の $1/6$ であった。

3. ひずみ拘束試験

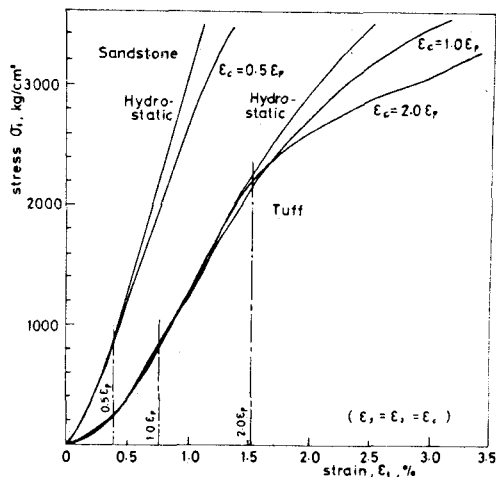
ひずみを一定に固定して行なう試験は種々考えられる。たとえば、平面ひずみ状態のもとでの材料特性の試験などは重要であろう。ここでは、その前段階として、2方向のひずみ ε_2 と ε_3 を等しく、あるひずみに固定し、残りの軸でひずみ制御による載荷を行なう実験について述べる。第2図、第3図はモルタル、砂岩、凝灰岩における結果を、拘束ひずみ ε_c をパラメータとして示したものである。なお、 ε_p は各試料での一軸圧縮試験における破壊時の軸ひずみを表す。また、実験は ε_c までは等ひ



第1図 一軸試験における体積ひずみ



第2図 モルタルの拘束実験



第3図 砂岩・凝灰岩の拘束実験

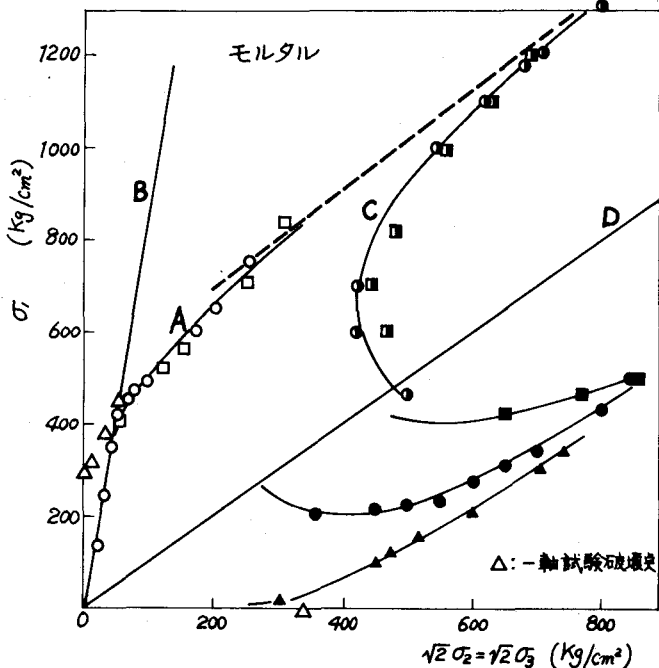
ずみ載荷を行なった後、2方向のひずみを固定した。第2図には、モルタルの等方ひずみ載荷の場合の応力-ひずみ曲線も示されているが、ほぼ $\varepsilon = \varepsilon_p$ でその傾斜が一次緩やかとなり、 $\varepsilon = 2\varepsilon_p$ 付近でまた元の傾斜に戻る傾向にある。 $\varepsilon_c = 0$ 、 $\varepsilon_c = 0.5\varepsilon_p$ のひずみ拘束試験の結果も $\varepsilon = \varepsilon_p$ 付近でその傾斜が変化する。その後は各拘束試験ともほぼ直線で、その傾斜は ε_c が大きいほど若干大きくなる傾向にある。さらにひずみを増大させると各拘束ひずみの曲線とも、その傾斜を増大させる傾向にある。第3図の砂岩、凝灰岩の結果は、試料数が少なく、また試験機の内容量も不足のため充分な検討はできないが、凝灰岩などはモルタルとほぼ同様の結果になると予想される。砂岩はせいの性的性質が強いので、ほぼ直線的な関係になるものと考えられる。第4図には、第2図のモルタル試験における応力状態をレントリッフ面にプロットしたものである。たとえば、図のA曲線は $\varepsilon_c = 0$ の試験の応力状態の変化を示す。B直線はひずみ経路を弾性的に応力に変換したものであり、A曲線がB曲線と一致する部分は弾性的挙動をしていると考えることができるだろう。A曲線は、破壊面がその方向を変えていることがわかる。なお、その方向は静水圧圧縮の直線Dの方向とほぼ同じとなっている。また、C曲線は $\varepsilon_c = 1.0\varepsilon_p$ の場合の応力変化を示すものであるが、これも最終的にはD直線と同じ方向となる。これは、ひずみ拘束面における反力の増分は軸方向の増分とほぼ同じになることになり、結局静水圧圧縮の応力-ひずみ曲線の傾斜と同様になっていくことになる。

1) 第28回土木学会全口大会講演集Ⅲ-146

2) 第29回土木学会全口大会講演集Ⅲ-217

3) Proceeding of the 3rd Congress of ISRM

Vol. II-B, pp. 161~166



第4図 ひずみ拘束試験における応力変化