

東海大学 正員 斎藤敏明
名古屋工業大学 学生員 石川兼治
名古屋大学 正員 川本隼万

1. まえがき

岩石などのせい性材料を非常に剛性の大きな試験機で一軸圧縮試験を行なう、いわゆる剛性試験が最近注目されるようになった。これは、この種の試験を行なうことによって明らかとなる破壊後の挙動(最大耐圧力を示す突以後の挙動)が、地下空洞周辺の破壊域の進展の解析や山はね現象などの安定問題の解析などの際に重要な役割を演じるためである。そこで、この試験のため、試験機の剛性を高める方法が、種々提案されているが、ひずみ制御可能な試験機を用いるのも一つの方法である。

また、最近、応力解析などに適用する場合の種々な材料特性の表現はひずみを基準として表現した方が便利であり、また正確であるなどの理由により、この表現方法が注目されている。しかし、このような形で材料特性を表すには、ひずみ制御のもとでの材料試験を行なう必要がある。

このように、ひずみ制御のもとで実験を行なえば、従来の応力制御のもとでの試験では求められなかった材料特性の新しい面や新しい表現を知ることができる。そこで、筆者らはサーボコントロールシステムによりひずみ制御が可能な純粋三軸圧縮試験機を試作し、従来行なわれていなかった高荷重域での三軸ひずみ制御実験を試みた。ここでは、この試験機の概要、ひずみ制御実験の目的とする分野および一軸試験への適用例について概略を述べる。

2. サーボコントロールシステムによるひずみ制御

ひずみ制御を行なうためのサーボコントロールシステムは図1にその概略を示すようなものである。本実験では、三軸とも独立にひずみ制御ができるようにするため、このシステムを各軸に備えている。ここで、比較回路は載荷板変位トランスジューサ(DTF1)の出力とひずみ制御用ポテンシオメータの出力およびサーボバルブ位置検出用トランスジューサ(DTF2)の出力の三つを比較し、その偏差に応じてサーボモータを回転させる機能を持っている。このため、ひずみ制御用ポテンシオメータの出力に応じてサーボバルブが開閉し、さらにそれに応じて載荷板変位が得られることとなる。したがって一定のひずみ速度を得るためには、ポテンシオメータを一定の速度で駆動させればよく、これを固定すれば、一定のひずみ状態を得ることができる。しかし、試作した試験機ではポテンシオメータの駆動速度をあまり早くすると、載荷板変位速度の追従性は悪くなり、正確なひずみ制御ができなくなった。これはポンプ能力やサーボバルブ位置の応答レベルによる誤差などに起因するもので、検討の結

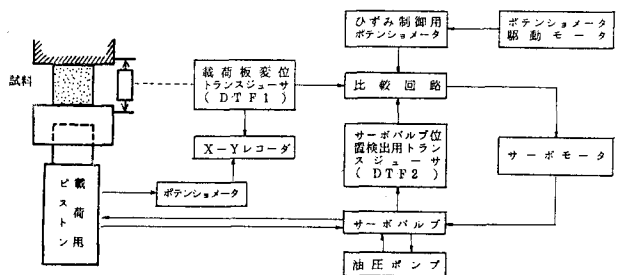


図1

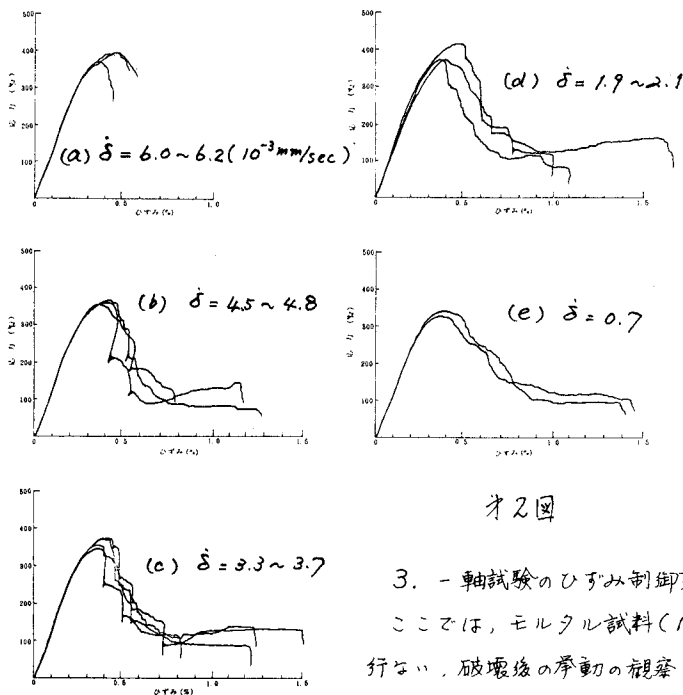


図2

3. 一軸試験のひずみ制御実験

ここでは、モルタル試料(10.8 cm立方)を用いて一軸圧縮試験を行い、破壊後の挙動の観察を行なった結果および応力緩和の結果について述べる。破壊後の挙動の観察を行なうためには、先に述べ

るように試験機剛性を高めなくてはならない。ひずみ制御を行なった場合の見掛けの試験機剛性 K_r は次の様に表わすことができる。

$$K_r = K_s + \frac{A \cdot K}{V_0} \cdot \frac{\dot{Q}}{\dot{\delta}}$$

ここで、 K_s は本来の試験機が持つ剛性であり、 A, K, V_0 はそれぞれラム断面積、油の体積弾性率、ラム内の油量を示し、 $\dot{Q}$ はポンプが油を引く速さ、 $\dot{\delta}$ は載荷板変位速度である。一方、破壊後の挙動も知るためには、 K_r が供試体の剛性より大きくなければならないが、これは $\dot{\delta}$ を小さくすることによって可能となる。図2は $\dot{\delta}$ を $6.2 \sim 0.7 \times 10^{-3} \text{ mm/sec}$ まで変化したとき、応力-ひずみ曲線を5段階に分けて示したものである。ひずみ速度を遅くするほど、試験機剛性が改良され、破壊後も含めた完全な応力-ひずみ曲線を知ることができる。ひずみ速度が大きく試験機剛性の方が供試体の剛性より

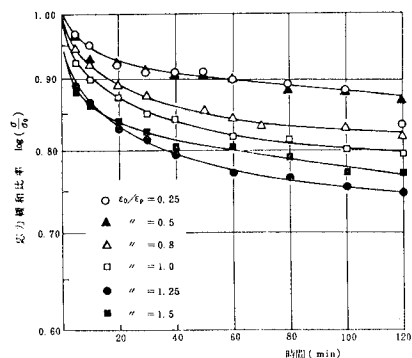


図3

果、応力レベルに関係なく正確なひずみ制御を行なうには、 $2.5 \times 10^{-3} \text{ mm/sec}$ 以下の載荷板変位速度で行なう必要があった。

つぎに、このような機能を用いることによって、たとえば次のような試験を行なうことができる。

- (a) ひずみを拘束した試験
- (b) 破壊後の挙動の観察
- (c) ひずみによる破壊の判定基準の決定
- (d) 応力緩和試験

りも小さいと破壊は一度に進行し、応力-ひずみ曲線は乱れたものとなる。図3は、一軸試験において、ひずみを ϵ_0 に固定し、その後の応力緩和の様子を示したものである。 ϵ_0 として最高耐力を示すときのひずみ ϵ_p の $0.5 \sim 1.50$ の値を採用している。この結果、 $\epsilon_0 = 1.25 \epsilon_p$ の場合の応力緩和が最も大きく、2時間後で初期の応力の75%まで低下したことを示している。これらの結果は、せいの性材料の破壊機構の解明に大いに役立つものと期待される。