

1. まえがき

非常に多孔質な岩石において、その空隙内に存在する間隙水が、岩石の力学特性にどのような影響を与えるかを調べるために、拘束圧 $0 \sim 90 \text{ kg/cm}^2$ のもとで三軸圧縮試験を行なったので、ここにその一部を報告する。実験試料として非常に多孔質な岩石の凝灰岩大谷石を選び、間隙水圧を測定することによって、一般に土質力学で考えている有効応力の概念を適用して試験結果を整理している。

2. 供試体と実験装置

実験に用いた供試体は直方体の塊の大谷石から、コア採取機・カッターおよび端面研磨機によって、入念に整形された直径 50 mm 、高さ約 100 mm の円筒形供試体である。整形された供試体はデシケーター内で浸水され、真空ポンプで約24時間の脱気作用を受けて飽和された後、実験に供されるまで水中に放置されている。使用した大谷石の乾燥密度および空隙率はそれぞれ 1.46 g/cm^3 、 39.0% である。

実験装置は主なものとして、岩石試験の中圧用として作った鋼製三軸セル(許容側圧 100 kg/cm^2)と軸圧負荷装置のアムスラー万能試験機からなる。その他、側圧負荷装置として、ハンドポンプ・アキュムレーター・リデュースバルブ、バックプレッシャーを与えるウォータータンク・レギュレーター、測定用としてダイヤルゲージ・プレッシャーゲージなどが用いられている。間隙水圧は供試体の底部の一個所のみで、ポーラスメタルを通してひずみゲージ式圧力計にて測定されている。

3. 試験方法と結果

まず始めに供試体の含水比の違いによる強度変化を調べるため、湿潤状態(含水比 23%)・自然乾燥状態(6%)・炉乾燥状態(0.5%)等における一軸圧縮試験を行ない、図1に得られた結果を含水比と一軸圧縮強度との関係で示している。これによると、当然予想されるように、含水比の増大とともに一軸圧縮強度はかなり低下して、湿潤状態では炉乾燥状態の約 $1/3$ となっている。これは間隙水圧によって粒子間結合力が弱められることや粒子を膠結している物質の溶解などによるものと考えられる。

つぎに拘束圧の違いによる力学特性の変化を調べるために、圧密非排水三軸圧縮試験を行なった。試験の手順はつぎの通りである。本供試体は表面のくぼみが大きいので、高い側圧によってゴムスリーブが破れないように、厚薄3枚のゴムスリーブで被覆された。その後、上部パDESTALを付けずに供試体をセル内にセットして、真空ポンプで間隙水圧系統の管および供試体とゴムスリーブの間の脱気を約15分間行なう。拘束圧はまず 5 kg/cm^2 まで上げられ、間隙水圧系のバルブを開いて余剰水を排水した後、バルブを閉じて所定の拘束圧まで徐々に上げられる。この等方圧力による発生間隙水圧が定常になってから、その間隙水圧を記録して、再びバルブを開き圧密排水する。圧密排水終了後、初期バックプレッシャーを 5 kg/cm^2 作用させて、再びバルブを閉じて非排水試験を行なう。

図2に実験より得られた軸差応力・発生間隙水圧一軸ひずみ関係の一例を示す。この図より拘束圧 $\sigma_3 = 50 \sim 60 \text{ kg/cm}^2$ を境にして、特性は異なる。すなわち、それ以下の拘束圧のもとでは、軸差応力・発生間隙水圧とも、軸ひずみが 1.2% 付近で明確なピーク値を示し、軸ひずみが進むにつれて発生間隙水は減少して負となる。それ以

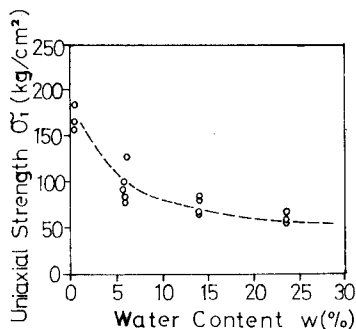


図1 含水比と一軸圧縮強度の関係

上の拘束圧のもとでは、軸差応力は明確なピーク値を示さず、発生間隙水圧も増え続ける。これは土の場合と同様にダイラタンシーの正負による構造の高低の差を意味し、拘束圧70 kg/cm²以上では正規圧密状態に近く、拘束圧30 kg/cm²以下では過圧密状態に近いと解釈できる。また、拘束圧50~60 kg/cm²では正規圧密状態もしくはわずかに過圧密状態の遷移領域にあるものと思われ、実験においては発生間隙水圧の動向も不規則であった。また、これらの状態にある岩石の破壊の形態をみると、図3に破壊角と拘束圧との関係に示されるように、極めて低い拘束圧では縦割れの引張クラックが発生するぜい性へき開破壊を、中間の拘束圧では明確なせん断すべり面を有するせん断破壊を、高い拘束圧では明確なせん断面を有しない太鼓状の塑性的破壊を生じている。

図4は三軸圧縮試験結果を有効応力によるモールの破壊応力円に示したものである。図中の黒丸は上記の破壊角より求めた破壊面上の応力を示す。これによると、この岩石の破壊規準は近似的には、実線で示すようなモールの破壊規準に合うようであるが、土の場合と同じく上述した正規圧密領域と過圧密領域に分けて、2つの曲線で説明することができるようである。しかし、破線で示す直線の傾き ϕ' についても疑問もあり、さらに正規圧密領域および遷移領域にあると思われる試料の実験が必要であろう。

図5には破壊面上の応力経路を示すベクトルカーブを示す。これによると、ピーク値に達するまではほぼ直線的に進み、その後実線に沿って、正規圧密領域にあると思われるものは下向きに、過圧密領域にあると思われるものは上向きに丸ん曲している。この破線はほぼ直線で残留強度線と考えられる。

本実験に際しては、本校49年卒業の河村厚男君と小村憲一君に負うところが大きい。ここに謝意を表す。

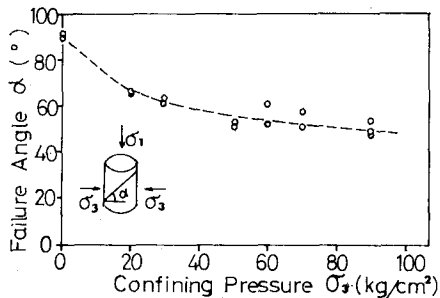


図3 拘束圧と破壊角との関係

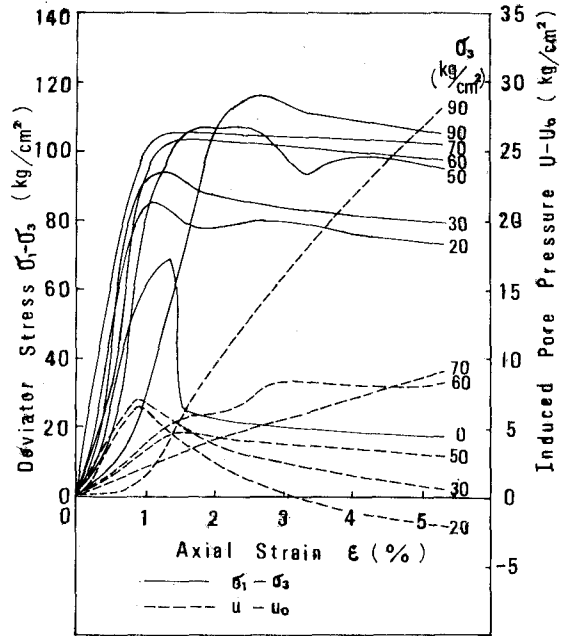


図2 軸差応力・発生間隙水圧と軸ひずみとの関係

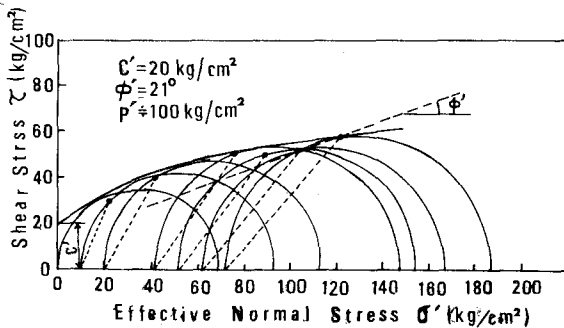


図4 Mohrの応力円(有効応力による)

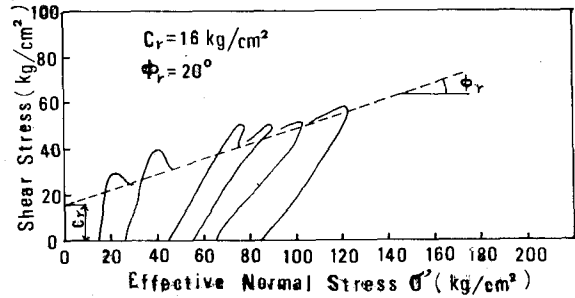


図5 破壊面上のベクトルカーブ