

III-275

岩石の限界ひずみにおよぼす含水比の影響について

神戸大学 学O大谷達彦 正 櫻井春輔 学 川嶋幾夫

1. はじめに トンネルや斜面の施工においては、施工中の構造物の挙動を計測し、その結果を設計・施工管理にフィードバックさせる情報化施工が一般的になってきている。この情報化施工では、計測結果をいかにフィードバックさせるかが重要である。そのためには、測定値に対して何らかの基準値を設定しなければならない。著者の一人は先に、計測は変位主体であることを考慮してひずみによる基準値”限界ひずみ： ε_g ”を提案した¹⁾。これは、一軸圧縮強度と変形係数の比である。

$$\varepsilon_g = \sigma_c / E \quad (\text{ここで、} \sigma_c : \text{一軸圧縮強度、} E : \text{変形係数})$$

これまでの研究から、限界ひずみは、不連続面の影響をあまり受けず、原位置の岩盤に対する値を室内試験の結果から推定できることがわかった。しかしながら、岩盤内の間隙水の状況は、場所、天候および施工要領によって変化するため、限界ひずみにおよぼす間隙水の影響を調べる必要がある。本研究では、このうち、含水比による影響について実験的に検討した。

2. 実験の概要 ①供試体の作成 実験には多孔質凝灰岩である田下石を用い $\phi 50 \text{ mm} \times h 100 \text{ mm}$ の円柱供試体を作成した。これらの供試体の含水状態を変化させて、載荷実験を行った。この際、含水状態は飽和度を基準に調整した。この含水状態の調整にあたっては、別に10個の供試体を作製し、真空脱気水槽内で飽和させ水中重量(W_w)を測定した後、炉乾燥させ絶乾重量(W_s)を測定した。これより岩質部比重(G_s)を求めた。

$$G_s = W_s / (W_s - W_w) \quad (1)$$

ついで、載荷実験に用いる供試体の含水状態の調整を行った。ここでは、まず全ての供試体を飽和させ、水中重量を測定する。その後、図-1に示す乾燥装置によって、供試体を加熱することなく乾燥させ所定の飽和度に調整した。乾燥装置は、あなか(温度調節機能付)を封入したデシケータで、ベンチュリー管によりデシケータ内の圧力を20mmHgまで低下させることができるものである。なお、図-2の水の蒸気圧曲線からデシケータ内の温度は40℃に設定し、これを保持した。これによって、逐次目標の飽和度の供試体を作成した。ここで、目標飽和度は次式によって計算した。

$$\text{飽和度} = V_w / V_v \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{ここで } V_v = V - W_w / (G_s \times \gamma_w - \gamma_w)$$

$$V_w = (W - G_s \times \gamma_w \times (V - V_v)) / \gamma_w$$

(V_v : 供試体の間隙の体積 V_w : 供試体中の間隙水の体積 V : 供試体の体積 W : 供試体の重量 γ_w : 水の単位体積重量)

実験を終了した供試体は直ちに炉乾燥させ、含水比を求めた。

②実験方法および計測方法 上述の供試体を用いて

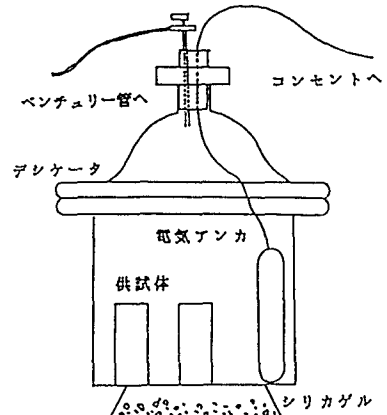


図-1 乾燥装置

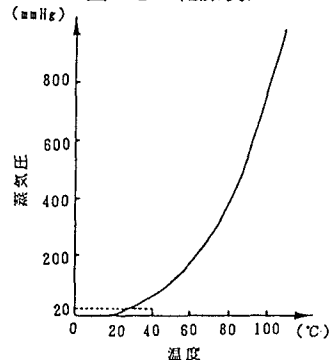


図-2 水の蒸気圧曲線

一軸圧縮試験を行った。計測は、載荷軸方向の荷重をロードセル($10\text{ kgf}/3\mu$)で、載荷軸方向および周方向のひずみは、ひずみゲージ(ゲージ長 60 mm)それぞれ2枚を、対称となる位置に設置し、測定した。

③実験ケース 実験ケースは、飽和度を20%刻みに、100(飽和)、80、60、40、20、0(絶乾)%に設定して、それぞれ3個ずつ行った。また、併せて室乾状態のものについても行った。なお、室乾状態の供試体の含水比は平均4.3%であった。

3. 実験結果 ①一軸圧縮強度～含水比関係

図-3に一軸圧縮強度～含水比関係を示す。図から、一軸圧縮強度は含水比が高くなるほど低下していることが分かる。また、この関係は下に凸の傾向にあり、含水比が大きいときは、小さいときに比べ含水比の増加に伴う一軸圧縮強度の低下が小さい。

②変形係数～含水比関係 図-4に変形係数～含水比関係を示す。この図から変形係数も含水比が高くなるほど低下していることが分かる。この場合も、下に凸の傾向がある。ここでも含水比が大きいときは、小さいときに比べて含水比の変化による変形係数の低下が小さい。

③限界ひずみ～含水比関係 図-5に限界ひずみ～含水比関係を示す。この図より、含水比が小さいときには、含水比が増加するに従い限界ひずみが減少している。しかしながら、含水比が4～5%を境に、これより含水比が大きい場合は含水比が変化しても限界ひずみは変化しないことが分かる。ここで、室乾状態の含水比が平均4.3%であることから、この境は室乾状態の含水比であると考えられる。一般に、岩盤構造物の含水状態は室乾～飽和の間であり、この範囲内では限界ひずみは含水状態によって変化しないと考えられる。

4. まとめ

(1) 含水比が高くなるに従い、一軸圧縮強度および変形係数は減少する。

(2) 含水比の増加による一軸圧縮強度および変形係数の低下は、含水比が低い範囲で顕著である。

(3) 含水比の小さい範囲では限界ひずみは変化するが、一般の岩盤構造物で起こりうる含水状態(室乾～飽和)では、限界ひずみはほとんど変わらないことが分かった。

(参考文献)

1) 櫻井春輔：トンネル工事における変位計測結果の評価法，土木学会論文集，第317号，pp. 93～100，1982年

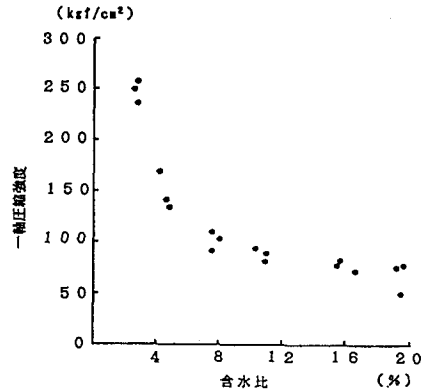


図-3 一軸圧縮強度～含水比関係

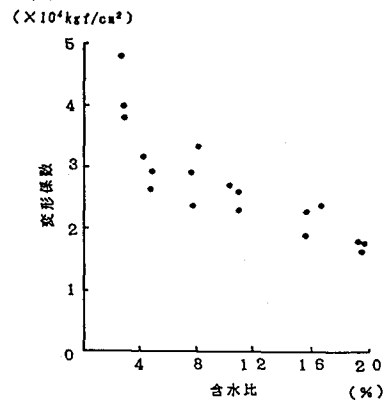


図-4 変形係数～含水比関係

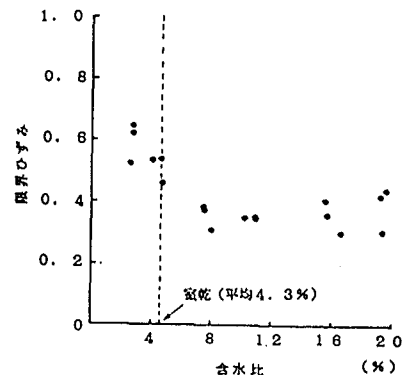


図-5 限界ひずみ～含水比関係