

III-406

粘性土凍土の圧縮強さに及ぼす内的3因子の影響

群馬大学 正会員 榎戸源則

1、まえがき

凍土の圧縮強さに影響を与える主たる内的因子のうち、土の状態を決定する3因子である含水比、乾燥比重および飽和度が凍土の強度に及ぼす影響について検討する。すでに砂質凍土については報告したが⁽¹⁾⁽²⁾、今回は粘性土の場合について報告する。粘性土の場合は、砂質土と比較してどのような相違点があるかに重点をおいて研究をおこなった。内的3因子のうち、何故この3因子を取り上げたかは、これらの3因子が凍土の圧縮強さに及ぼす影響が大きいことによる。⁽³⁾

2、試料および実験概要

試料としては、関東ロームを使用した。その粒径加積曲線は図-1に示すとうりであり、既に報告した砂質土と比較する意味で、記載してある。図-2は一軸圧縮試験から得られた応力～ひずみ曲線を示す。図-2の上段に乾燥比重 G_s および飽和度の値を示した。関東ロームの土粒子比重は2.85と砂質土の場合より大きい。乾燥比重は、砂質土がいずれも1以上であるのに対し0.7と小さな値となっている。また飽和度は、砂質土の97%にほぼ等しい98%であるが、含水比は、砂質土が22～27%であるのに、95.9%と非常に大きくなっている。実験方法は、砂質土と同じように-30°Cの状態で作成した試料を同温で荷重速度200～300 Kpa/secで一軸圧縮試験を実施した。⁽¹⁾⁽²⁾

3、実験結果及び考察

これらの実験結果をすでに提示した実験式⁽¹⁾により回帰分析を行うと次式が得られる。

$$q_u = 53.4 (w/100)^{2.00} G_d^{2.06} \quad (\text{MPa}) \quad (1)$$

$$q_u = 53.4 (w/100)^{2.00} [1/(w/S_r \cdot G_w + 1/G_s)]^{3.06} \quad (2)$$

$$q_u = 53.4 [S_r \cdot G_w (1/G_d - 1/G_s) / 100]^{2.00} G_d^{2.06} \quad (3)$$

これらの式の妥当性は分散分析の結果および相関係数 $r = 0.890$ で1に近い値をとっていることから、検証される。豊浦砂、渡良瀬川砂の場合、いずれも $r = 0.996 \approx 1$ であったのと比較すると、その相関性は低くなっているが、関東ロームの場合、低含水比の供試体試料の作成ができなため、データが高含水比のものにやや偏っていたことによるとみられる。式(1)～(3)を用いて、等含水比線、等乾燥比重線、等飽和度が作成され、図-3以下の図が得られる。これらの結果を砂質土と比較すると、そのもとになる一般式、例えば式(1)については、式(1')を考える。

$$q_u = q^* (w/100)^m \cdot G_d^n \quad (1')$$

上式の q^* 、 m 、 n は土質によって異なる定数である。 q^* は関東ロームでは53.4となり砂質土の26.4と22.5の2倍となっており、 $m = 2.00$ でやはり、砂質土の $m = 0.851$ と $1.06 \approx 1$ の2倍である。残りの定数 $n = 3.06$ は、砂質土の $n = 2.99$ と $3.49 \approx 3.0$ とほぼ同じ値を示す。即ち、定数 q^* と m の相違がこれらの式から得られた図の相違の原因となっているとみられる。

次に、凍土の圧縮強さを最大にする含水比 w_e は次式から求められる。⁽¹⁾⁽²⁾

$$w_e = 100 G_w (1/G_{dmax} - 1/G_s) = 92 (1/G_{dmax} - 1/G_s) \quad (4)$$

関東ロームの場合、最大乾燥比重 $G_{dmax} = 0.803$ 、 $G_s = 2.85$ を代入すると、 $w_e = 80.60\%$ となり、豊浦砂の21.25%および渡良瀬川砂の17.67%の4倍程度の値となっている。これは未凍土の最適含水比が砂質土より粘性土になるほど大きくなる傾向と類似している。

4、結論

(1) 含水比、乾燥密度および飽和度が、粘性土(関東ローム)凍土の圧縮強さに及ぼす影響は、砂質土とほぼ同じ傾向を示す。これは、もとになる実験式および実験式から得られた等含水比線・等乾燥比重線・等飽和度線から明らかになる。(2) これら内的3因子の影響の相違は、回帰分析によって得られた実験式

の定数（ q^* 、 m 、 n ）のうち、特に q^* と m が砂質土の約2倍の値となっていることによると考えられる。

（3）凍土の圧縮強さを最大にする含水比は、関東ロームでは、砂質土の4倍程度の値となる。この結果は、未凍土の締め固めにおける最適含水比と同じ傾向を示している。

1) Enikido etc: Influence of Water Content on Compressive Strength of Frozen Sands Sdf 1987

Vol27 No4

2) 榎戸：砂質凍土の圧縮強さに及ぼす内的3因子（ w 、 G_s 、 S_r ）の影響、第34回土質工学研究発表会、1989

3) 土質工学会：土の凍結に関するシンポジウム論文集、1986

4) 高志他：均質な粘土凍土の一軸圧縮強度に関する実験的研究、土木学会論文報告集、315号、1981

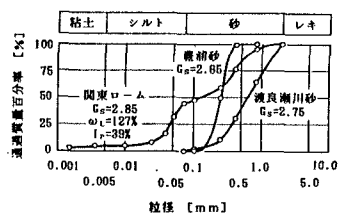


図 - 1 一軸圧縮試験試料の粒径加積曲線

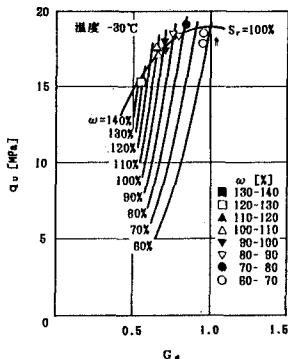


図 - 2 a 関東ロームの強度-乾燥比重図における等含水比線

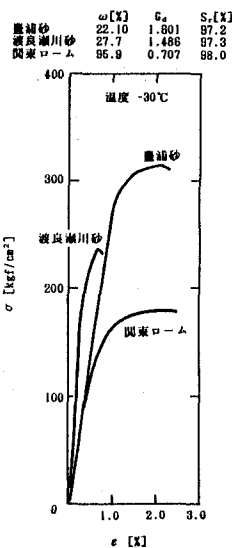


図 - 2 一軸圧縮試験の応力-歪曲線

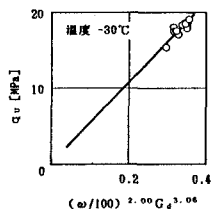


図 - 3 関東ロームの強度と $(\omega/100) 2.00 G_s 3.06$ との線形関係

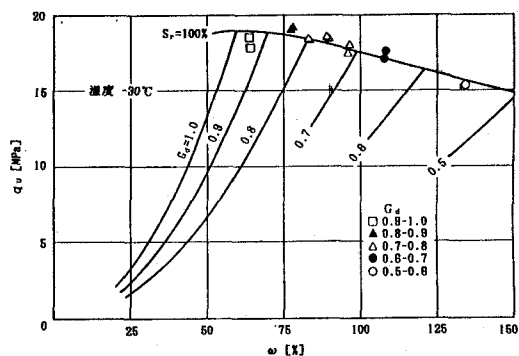


図 - 4 a 関東ロームの強度-含水比図における等乾燥比重線

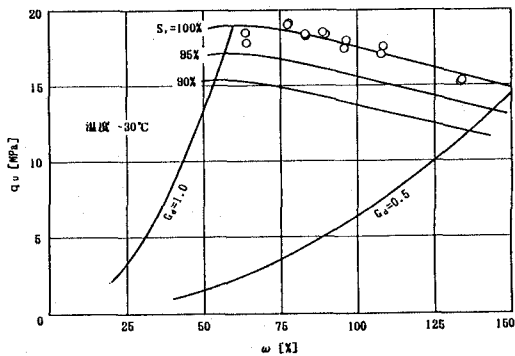


図 - 4 b 関東ロームの強度-含水比図における等飽和度線