

(株) 精研	正員	高志	勤
〃	〃	〇生	考
〃	〃	山	英夫

1. はじめに

凍結工法の大規模工事や地下40mに及び工事への利用が計画される場合、凍土の耐力壁としての役割が重要となり、事前に現場試料を用いた凍土の室内強度試験を行なう事も多い。凍結対象地盤が砂質土の時は不攪乱状態で試料を採取する事が困難な場合が多く、やむを得ず攪乱試料を用いる場合はその締まり方が強度に影響を及ぼすことが考えられる。そこで、砂凍土の強度に影響を及ぼす大きな要素である温度、歪速度に締固めの強弱程度を加えた一軸圧縮試験を行なった。興味ある結果が得られ、更に砂凍土の力学的特性解明の足がかりとなることが期待できるのでここに報告する。

2. 実験方法と供試体

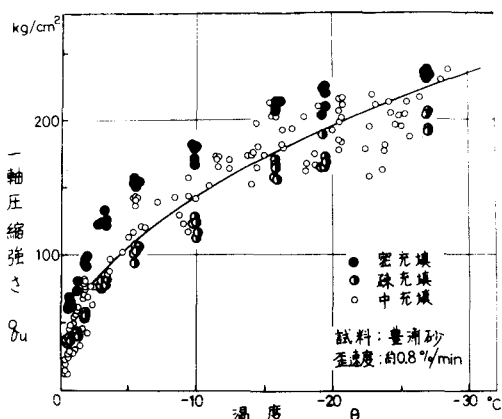
一軸圧縮試験機は0.06~40 mm/minの間で一定歪速度が得られ最大容量10 tonのものを使用し、これを低温室内に設置した。低温室は-30℃付近まで下げることができ、供試体圧縮部分は設定温度に対して±0.2℃の精度で制御できる。試験中の載荷荷重及び歪はX-Yレコーダーで自記タ録した。試料土として豊浦標準砂を用い、供試体は5cm^φ×10cm^hの円柱形で密充填と疎充填の2種類作製した。密充填の場合はできるだけ密な充填が行なえる様に予め水に浸した砂と水を少量ずつモールドに充填し、突き固めと振動を与えるながら充分時間をかけて締固めた。疎充填の場合は密充填供試体作製工程から突固めと振動を与える工程を省いて作製したが、気泡ができるだけ混入しない様に注意した。供試体は-20℃の低温槽に入れ急速凍結し、試験温度で一昼夜以上養生し試験に供した。

3. 實驗結果

荷重→変位曲線から最大荷重を読み取り、これを圧縮前の供試体断面積で割った値を一軸圧縮強さ σ_u とした。歪速度が約 0.8 %/min の場合の一軸圧縮強さ σ_u と温度 θ との関係を図 1 に示す。密・疎充填のものを同じ温度附近でほぼ 5 個ずつ行なった結果であり、白丸は文献 1) のデータを参考の為に記入したもので充填度は両者の間にある。密充填のデータは疎充填のそれより σ_u は大きく、中充填のものがその中間でバラツキているのがよくわかる。又、 -5°C 以下の温度では密・疎充填の σ_u の差がほぼ一定である傾向もうかがえる。尚、図の実線は文献 1) に示されている実験式 $\sigma_u = a + b\theta^n$ (a, b, n は定数) を記入したものであり、図には記入していないが密・疎充填の場合も定数を適当に選べば同じ式で近似できる。

温度が -5.4°C 附近での一軸圧縮強さ σ_u と歪速度 $\dot{\epsilon}$ との関係を図2に示す。図1の場合と同様に密充填のデータは疎充填のそれより σ_u は大きく、両者の σ_u の差は $\dot{\epsilon}$ が変化してもほぼ一定である傾向もうかがえる。 σ_u と $\dot{\epsilon}$ の関係を示す実験式として $\sigma_u = C + D \log \dot{\epsilon}$ (C, D は定数)がまず考えられるが、図2では $\dot{\epsilon}$ が $2\%/ \text{min}$ 附近より小さい場合はこの実験式と一致することがわかる。しかしながら、 $\dot{\epsilon}$ が大きい場合の σ_u はほぼ一定値となっている。

図3は一軸圧縮強さ σ_u と乾燥密度 ρ_d との関係を示したものである。太線で示した約 -6°C のデータにみられる様に



図・1 一軸圧縮強さと温度の関係

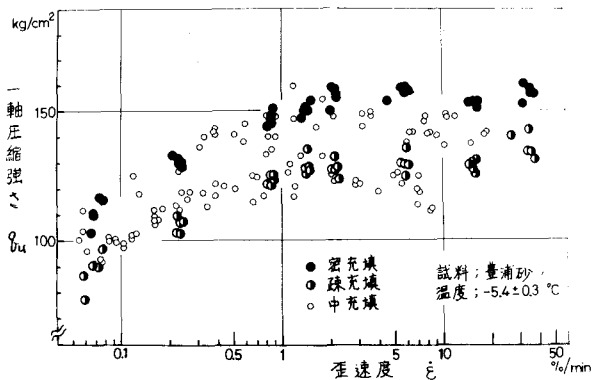


図2 一軸圧縮強さと歪速度の関係

q_u は $\dot{\epsilon}$ の増加に対してほぼ直線的に増加しているといえる。 $\dot{\epsilon}$ に対する q_u の増加の勾配は実線で示した -6°C 以下の温度のデータではほぼ同じであるが、実線で示した様に -6°C から 0°C に近づくにつれてその勾配は緩やかになっている。ここには示していないが歪速度変化のデータの場合も q_u は $\dot{\epsilon}$ に対して直線的に増加し、その勾配は歪速度が $6\%/min$ より遅い場合は図3の太線とは一致し、 $6\%/min$ より速い場合はその勾配は緩やかになっていた。従って、 q_u と $\dot{\epsilon}$ は今回の実験条件の範囲内でも一定の温度と歪速度条件のもとでは直線関係に近似できるといえる。又、今回の密・疎充填の2種類の供試体作製方法の違いで更に 50 kg/cm^2 前後の差が q_u にでることもわかる。

図4、図5の荷重～変位曲線は図1、図2の各群の代表的なものを選んで示したものである。両図共に疎充填の場合の方が密充填の場合に比べてピークが緩やかになっている。図4で -19.5°C 以下のデータはピークが二つ存在し、前のピークと後のピークの大小関係が温度や密・疎充填の違いによって異なっている。図1に於ける -20°C 以下のデータのバラツキもこの両ピークに関係するものと考えられ、凍土の力学的特性解明の為には興味深い現象である。図5では歪速度 $\dot{\epsilon}$ の増加と共にピークが一定方向へずれてゆく傾向がうかがえるが、 $\dot{\epsilon}$ が $2.2\%/min$ より大きくなるとその傾向がくずれている。これは図2で $\dot{\epsilon}$ が変化しても q_u はほぼ一定値となる領域と対応している。温度条件が変化するとこの領域も変化することが予想され興味深い現象である。

4. おわりに

砂凍土の一軸圧縮強度は外因的要因である温度、歪速度の外に内因的要因である密度によってかなり影響を受けることがわかった。現場での締固め程度に応じた供試体で設計時の室内圧縮試験を行なう必要がある。又、砂凍土の力学的特性解明の為にも締固め程度を考慮する必要があると思われる。

最後に、実験に協力いただいた(株)精研・研究課 岡本 純君に感謝する。

文献1) 高志・生頼・山本・岡本, 砂質凍土の一軸圧縮強度, 第13回土工学会研究発表会 1978.

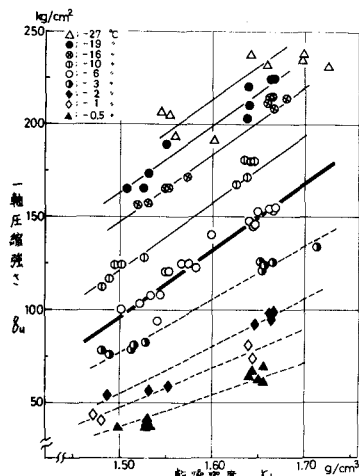


図3 一軸圧縮強さと乾燥密度の関係

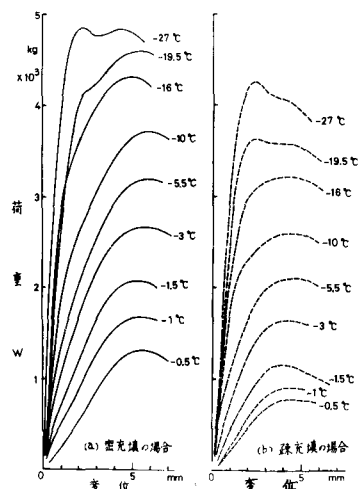


図4 荷重～変位曲線(温度変化の場合)

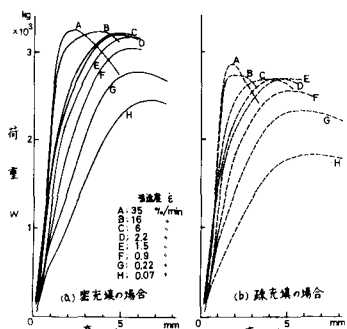


図5 荷重～変位曲線(歪速度変化の場合)