

株式会社藤田組技術研究所 正員 鎌田正孝

全 上 正員の櫻村 博

まえがき 地盤を凍結硬化すると凍結土の強度は、その温度によっていちじるしくことなる。本報告は、液体窒素による地盤凍結実験のうち主として乱した土を対象とした凍結土の強度、および膨脹に関する室内実験の結果である。今回は、とくに冷却速度と凍結土の圧縮強さ、およびその膨脹との関係についての一部を報告させていただきます。

実験とその方法 図-1は、供試体を冷却する装置を示したものである。また図-1の魔法瓶は、P-30型（容量30ℓ）を使用した。液体窒素の注入は、魔法瓶のプッシュボタンとブロー弁の簡単な操作によって量を調整しながら冷却槽内へ送り込むようにした。供試体、および冷却槽内の温度測定は、銅-コンスタンタン熱電対を用いて自動温度指示計で読んだ。実験に供した試料は、三角座標によればシルト質粘土（ $G_s = 2.659$ ）であり、その含水比 w を40%、45%、および50%の3種類を目標にそれぞれ調整した。（実験値の平均は、それぞれ38.2%、43.8%、および49.5%である。）

供試体の作製とその冷却方法は、調整した試料をマイターボックスに入れて $\phi 50 \times 100$ に成形し、冷却槽内に入れて目標温度になるまで冷却した。（温度測定用の供試体は、その中心部に熱電対を挿入した。）

実験方法 冷却槽内の温度は、 -20°C 、 -40°C 、および -60°C の3種類を目標とし、供試体の入っている冷却槽内に液体窒素を少量ずつ注入しながら常温（冷却槽内の温度が $+10^\circ\text{C}$ 前後）より徐々に温度を下げた。このとき、常温から目標温度まで冷却する時間は、0分（供試体を入れる前に、冷却槽内を目標温度まで冷却した場合）、10分、30分、100分、240分、および480分の6種類についておこなった。供試体の温度が目標温度に達したならば、それぞれの試験をおこなった。膨脹の測定は、ノギスを用いて供試体の直径と高さをはかった。また圧縮試験は、CBR試験機（5t用）を使用し、 $1\text{mm}/\text{min}$ の割合でおこなった。

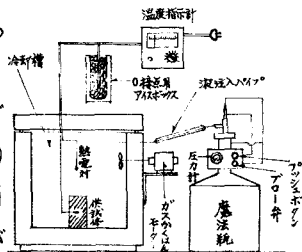


図-1 冷却装置

結果とその考察 図-2, 3, 4, および5は、それぞれ実験の結果を示し、その値は、平均値である。図2, 3は、冷却時間と凍結土の圧縮強さ、およびその膨脹率との関係、図-4, 5は、凍結土の温度、および含水比と圧縮強さとの関係をそれぞれ示したものである。

図2より、圧縮強さは、冷却時間（常温の冷却槽内を目標温度まで冷却する時間）によってかなり変化することがわかる。供試体の各温度についてみると、冷却時間30分のときが最も大きい値を示し、とくに冷却時間が長くなるにしたがって低下の傾向を示している。

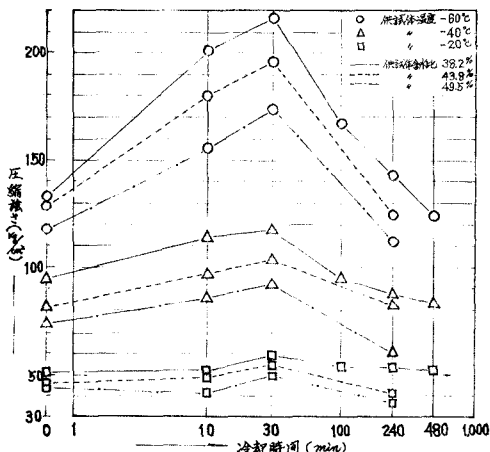


図-2 冷却時間と凍結土の圧縮強さ

また図3より、冷却時間と膨脹率（容積変化率= $\frac{V}{V_0} \times 100$ で示す）との関係を見ると、図2の圧縮強さの場合とは反対の傾向、すなわち冷却時間30分のときの膨脹率が最も小さい傾向を示している。

図4は、図1の冷却時間30分の場合について示したものである。この図より圧縮強さは、温度によっていちじるしく変化し、温度の低下にともない増加していることがわかる。その値は、 -20°C で50~60%程度であるのに対し、 -60°C になると170%以上もでおり前者に比較すると約3倍も強くなっている。

つぎに図5は、図4と同様冷却時間30分の場合について示したものである。この図から圧縮強さは、含水比によっても変化し、含水比が多くなるにしたがって低下の傾向を示していることがわかる。この低下の割合は、温度によっても多少こととなり、温度が -20°C のときは少なく、 -40°C 、 -60°C になると大きい傾向を示している。

以上これらの実験より、

① 冷却時間によって凍結土の圧縮強さ、および膨脹率は変化し、冷却時間の速い方が圧縮強さも大きく、しかも膨脹率が非常に少ない。

② また凍結土の圧縮強さは、その温度によっていちじるしく変化し、温度の低下にともなって増加する。

③ さらに、含水比によっても凍結土の圧縮強さは変化し、含水比が多くなるにしたがって低下する。しかしその割合は、 -20°C ぐらいのときには非常に少ない。

現在、まだ実験の途中であるため、十分なる結果をみちびくまでにはいたっていないが、砂質土（実験中）の結果がわかり次第、後日あらためて御報告させていただきます。

最後に、実験にあたって、種々御検討して下さった日本酸素（株）の加勢氏に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 鎌田正孝：液体窒素による地盤凍結実験Ⅰ 土と基礎 Vol.12 NO.10 (1964)
- 2) 鎌田正孝：液体窒素による地盤凍結実験Ⅱ 土と基礎 Vol.12 NO.11 (1964)
- 3) 鎌田正孝：液体窒素による地盤凍結実験 第19回 土木学会年次学術講演会講演概要
- 4) 鎌田正孝・櫻村博：液体窒素による地盤凍結実験 第21回 土木学会年次学術講演会講演概要

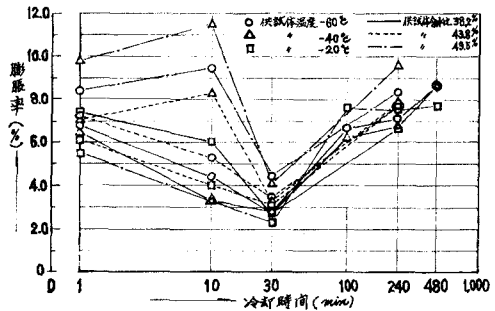


図3 冷却時間と膨脹率

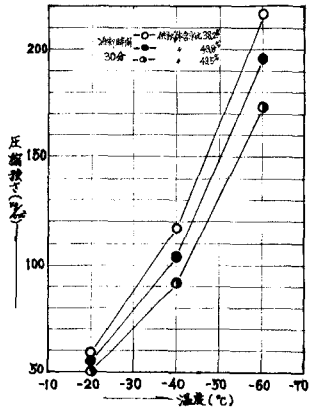


図4 温度と圧縮強さ

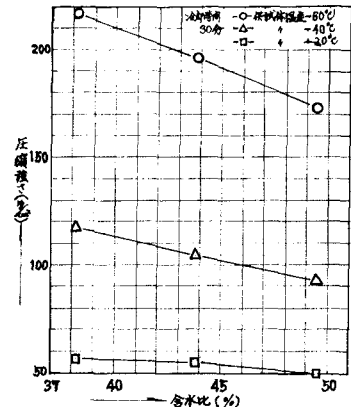


図5 含水比と圧縮強さ