

III-415 地盤凍結時の負圧測定方法について

日本国土開発㈱ 正会員 梅田美彦  
岡山大学工学部 正会員 西垣 誠

1. はじめに

土の凍結は、間隙水の凍結によって生じるが、全ての水が凍るわけではなく、一部が不凍水として水の状態で残される。不凍水の量は、土の種類、温度、間隙水中の溶質の濃度等によって異なるが、この不凍水の存在が、未凍土から凍結面への水の移動や凍土内の水の移動の主体であるとされている。水の移動のためには、水の存在とともにその原因としてのポテンシャル勾配が必要である。現在凍土中の水分移動の原因として、水圧差、温度差、電位差等さまざまなものが提案されているが、それらの個々の原因について測定し、特定した例は見当たらない。そこで、水分移動の原因として最も普通に考えられる圧力差について凍土内部も含めて測定を試みた。その方法と、室内での測定例について報告する。

2. 測定装置

圧力の測定は、通常不飽和土で行われるテンションカップを用いた負圧測定手法で行う。ただし、凍土に適用するために次のような改良を行った。

① 圧力測定用に不凍液を用いる。<sup>1)</sup>

② 土の凍結へのテンションカップの影響を極力少なくするため、テンションカップはφ3mm、ℓ7mmの大きさのものを作製し注射針の先端に取り付けて土中に埋設する。

測定装置を図-1に示す。圧力計は0~1.0kgf/cm<sup>2</sup>のレンジのものを用いた。なお、同様な手法でテンションカップを用いて凍土内の負圧を測定した例は、国外で Mckim 等によって報告されている。<sup>2,3)</sup>

3. 測定手法の検定

本手法の妥当性を検討するために、表-1に示すようなケースについて凍結による圧力変化の測定を行った。ここで、珪砂および珪石粉は、図-2に示すように飽和および不飽和土をナイロン袋につめ、その中にテンションカップを差し込んだものである。水は、袋に水をつめ、テンションカップを水中に差し込んだ。空気はテンションカップを袋で包んだものである。これらを低温セル内に入れ温度を5℃~8℃まで変化させて凍結させた。圧力測定結果および温度測定結果を図-3に示す。珪砂は、温度の低下に応じて負圧が大きくなっている。珪砂粉は、不飽和のケースでは未凍結の状態ですでに負圧測定の極値となっており凍結による変化は明確ではないが、飽和土では凍結によって大きな負圧が発生している。水では、温度の低下によって正・負の圧力を示し明確な傾向は表われていない。これは、水の凍結の場合には、不凍水が存在しないためカップ周辺の凍結時の水の膨張・収縮による圧力変化をとらえているものと考えられる。また、空気中にテンションカップをおいたケースでは圧力変化は生じていない。これは、低温時にも測定器が正常に動作していることを示しているものと考えられる。以上の結果から当手法により、凍土内の負圧測定は可能であると判断できる。

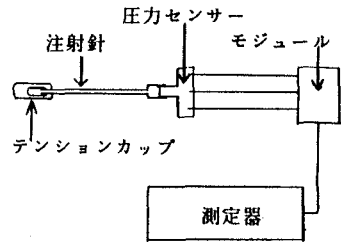


図-1 測定装置

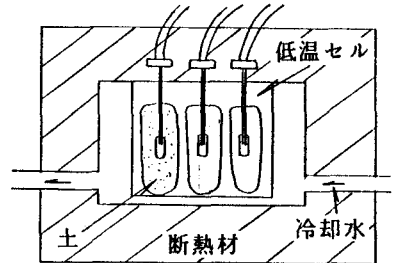


図-2 検定試験方法

表-1 試験ケース

No	材 料	備 考
1	珪 砂	w=10%
2		w=25%
		砂分 90.6% シルト粘土分 9.4%
3	珪砂粉	w=10%
4		w=30%
		砂分 0.4% シルト粘土分 99.6%
5	水	
6	空 気	

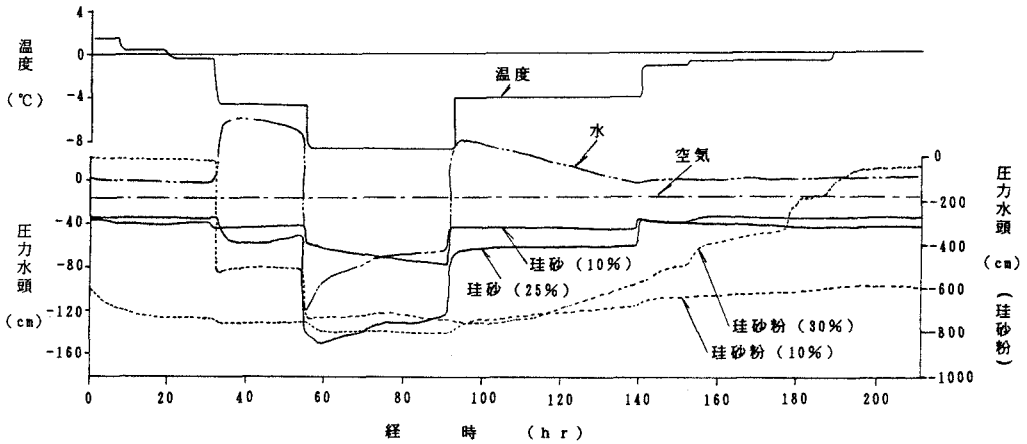


図-3 温度・圧力の経時変化

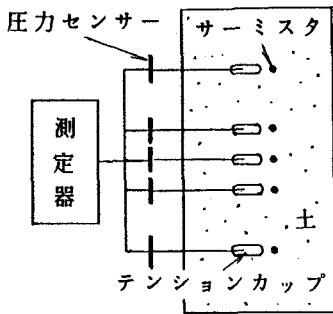


図-4 凍結試験の測定

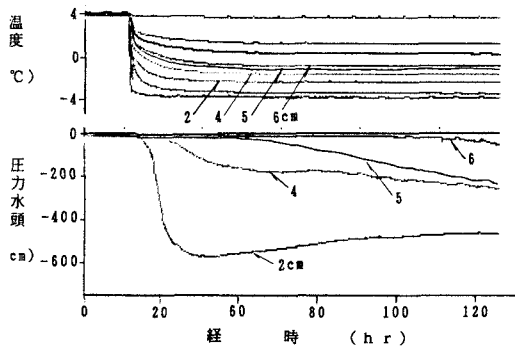


図-5 凍結試験時の経時変化

#### 4. 地盤凍結試験への適用

本測定法を、地盤凍結試験へ適用することを試みた。凍結試験は図-4に示すように、 $\phi 50\text{mm}$ ,  $\varnothing 100\text{mm}$ の亚克力円筒に珪砂をつめ、円筒の上端面温度を $-5^\circ\text{C}$ 、下端面温度を $4^\circ\text{C}$ に設定して上部から凍結を進行させて実施した。この亚克力円筒の側面からホーラスカップを土中にさし込んで、凍結進行時の水圧を測定した。測定結果を図-5に示す。時間の経過とともに上部の水圧から順次負圧が増大しているのがとらえられている。また、負圧の大きさが温度低下に対応して大きくなっていくのが分る。

#### 5. あとがき

地盤凍結による水圧の測定方法について検討した結果、テンションカップに不凍液を入れることによって測定が可能であることが分った。今後は、土質・温度による負圧の大きさの違いや、水分移動量との関連について調査していきたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 西垣・見掛・梅田：不凍液を用いた地中のサクシヨンの計測法，第26回土質工学発表会，1991.7.
- 2) H.L.Mckim, R.L.Berg, et all: DEVELOPMENT OF A REMOTE-READING TENSIO METER TRANSDUCER SYSTEM FOR USE IN SUBFREEZING TEMPERATURES. Proc. 2nd Conf. on Soil Water Problems in Cold Regions. Edmonton 1976.
- 3) R.W.Mcgaw, R.L.Berg, et all: AN INVESTIGATION OF TRANSIENT PROCESSES IN AN ADVANCING ZONE OF FREEZING. Proc. 4th international Conf. on Permafrost, Fairbanks, USA. 1983.