

III-324

現行凍上試験の問題点について

専修大学北海道短期大学 正会員 常 松 哲

1. まえがき

土・火山灰・路盤材などの道路用材料の凍上性は、室内凍上試験によって判定している。判定基準は凍上率と凍結様式から定めているが、我が国では凍上試験法に関する統一された規格がなく、通常、道路土工排水工指針¹⁾と日本道路公団試験方法²⁾に従って実施されているのが現状である。筆者は、これまでに種々の試料を供試して数多くの凍上試験を行ってきたが、同一試料・同一条件下でも凍上試験結果(凍上量)に非常に大きなバラツキ(3個の供試体間で)が生じ、凍上性の判定に苦慮する場合がしばしば起こる。この原因としては、供試体作作用具や供試体の形式、供試体の設置方法、供試体寸法、供試体への吸水方法、温度、供試体の断熱状態など様々な要因が錯綜しているものと考えられる。従って、現行法による凍上試験から凍上性を判定することは危険であると考え、現行凍上試験の二、三の問題点をあげ、試験方法検討の資料としたい。

2. 現行凍上試験法の概略

供試体の作成は風乾試料 5 mm フルイ通過試料を最適含水比に調整し、高さ 3 cm、直径 8 cm のアクリル製モールドに静的に締固めて同一供試体を3個作成する。試験は冷却温度 $-4 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 、水槽内水温 $+3 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ にして、凍上が止まるまで継続する(両端面温度一定式凍上試験)。凍上量はノギスまたはダイヤルゲージで測定する。なお、図1に凍上試験装置を示す。

3. 凍上試験の問題点

(1) 凍上した供試体が乾燥し、土粒子が崩落する。

冷却室の温度が下がると冷却室内の湿度が低下し(RHで約50%)、早く凍上を開始した供試体ほど乾燥が激しい。また、凍上量が大きいほど乾燥部分が大きくなり、土粒子の崩落が著しい(写真1)。この様に供試体が乾燥すると、凍上試験後の供試体含水量に影響する。また、土粒子が崩落すれば供試体の体積・断面積が変化し、供試体への熱の伝わり方や下部水槽から供試体への毛管吸水量にも影響を及ぼし、凍上量にも何らかの影響を与えているものと思われる。

(2) 凍結面が供試体内に発生しない。

凍上の基本機構は外気が 0°C 以下になると、地表面付近の間隙水が凍結しはじめ、凍結面が徐々に土中に進行する。その際、土質や地下水位等の条件により、凍結面に向かって水が移動し、アイスレンズ状の水層が水平に、すなわち、熱流に直角に形成される。この様に未凍結部分から凍結面に水が吸水され、自重の外力に抗してレンズ状の水層が析出し、これにより地盤が膨れ上がるのが凍上現象である³⁾。以上の様に、凍上は未凍結層から凍結面に向かって水分移動が行わなければならない(写真2)。しかし、現行の凍上試験では凍結面が供試体全体が凍結凍上し、凍結面が供試体内に存在せず、供試体下端とポーラスストーンとの境界面あるいはポーラスストーン内部またはそれ以下に発生する(写真3)。この様な状態ではポーラスストーンの毛管吸水力が供試体の凍上性に著しく関与しているものと思われ、供試試料の真の凍上を表しているとは見なし難い。

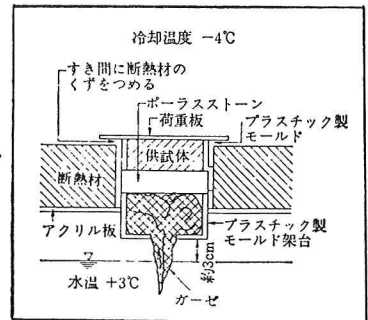


図 1

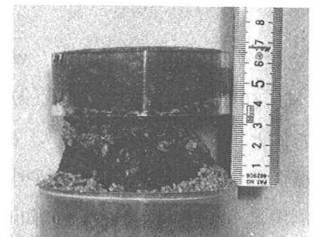


写真1

(3) 試験値間（凍上量）のバラツキが大きい。

どんな試験でも試験結果にバラツキが生じるのは普通であるが、バラツキの程度が問題である。表1に土質条件・試験条件を一定とし、凍上試験を行った結果の一例を示した。供試体本数は現行の凍上試験方法に従い、同一供試体を3個作成した時の試験結果である。これより3個の供試体間の凍上量に大きな差が生じているため、変動係数が非常に大きい。すなわち、試験精度が極めて悪いことを示している。また、バラツキが大きいことは再現性に乏しい試験であると考えられる。この様にバラツキが大きいため、単純に3供試体の凍上量を平均して、その供試体試料の凍上性を判定することは極めて危険であると考ええる。通常、変動係数の値が10%以上を越えると管理の状態が悪いとされ、現行の凍上試験精度が著しく低いと思われ、何らかの改善策が必要であると考ええる。

表 1

供試体試料	供試体番号	凍上量 (mm)	平均 (mm)	標準偏差 σ_n	変動係数 Cv
切込砂利	1	3.2	3.0	0.946	0.315
	2	4.1			
	3	1.8			
切込碎石	1	3.4	2.9	0.685	0.236
	2	3.3			
	3	1.9			
火山灰	1	1.8	1.8	0.450	0.250
	2	1.3			
	3	2.4			
火山灰	1	0.9	1.5	0.450	0.300
	2	2.0			
	3	1.5			
粘土	1	27.9	29.6	8.051	0.272
	2	20.7			
	3	40.2			
粘土	1	18.2	28.2	10.821	0.384
	2	26.8			
	3	39.7			

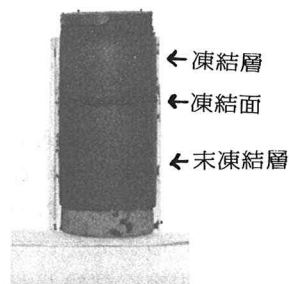


写真2

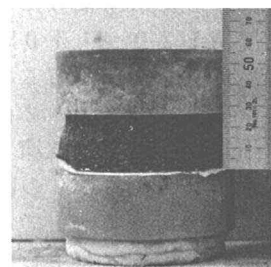


写真3

4. おわりに

以上、凍上試験の二、三の問題点について述べてきたが、この他に荷重板（直径15cm、質量1.2kg）が供試体直径よりも相当大きいために、供試体と荷重板との中心を合致させにくく、供試体に偏心荷重がかかり、供試体が曲がることがある。また、ガーゼとポーラスストーンが完全に密着しないなど改善しなければならない点が多々ある。これらの問題点を改善することによってより一層の高精度の試験結果が得られると思われ、現在種々の改良を加え実験を行い検討中である。

参 考 文 献

- (1) 日本道路協会：道路土工排水工指針，丸善，pp.203～208（1984）
- (2) 日本道路公団：日本道路公団試験方法，1-111～120（1985）
- (3) 土質工学会：土の凍結—その制御と応用— pp.23～24（1982）