

III-541

遺跡整備における表層土凍害防止対策について

礪鴻池組 技術研究所 正員 武田一夫
 同 上 正員 中澤重一
 同 上 柚木孝治

1. まえがき

遺跡等の整備工事においては、臨場感を出すためや遺跡の性格から、一般に表層に現地発生土が用いられる。表層土には、風雨、凍結融解等の風化やフットトラフィックに対してある程度の強度を出すため、古来からの三和土(土、砂、石灰)が用いられることが多い。しかし、材料土に関東ロームを用いる場合、冬期間の霜柱発生により表層土は緩み、攪乱を生じ、風化が促進される。そこで、関東ロームに各種添加物を混入、その特性を変えることにより、霜柱発生の抑制を試みた。抑制効果は、凍結試験を行い定量的に比較検討した。

2. 試験概要

本試験では、土の凍上性判定試験で用いられている装置と同等の規格のものを使用した¹⁾。ただし、供試体を入れるモールド(直径80mm、高さ50mmの透明樹脂円筒)の内面には、凍上の際の摩擦や凍着を最小限にするために、通常の凍上試験で用いられるテフロンテープを貼った。また、試験性能に影響を与えない範囲で、ポーラストーンの代わりに標準砂を、スポンジの代わりにガラスビーズをそれぞれ代替品として用いた。

土・関東ローム、砂、石灰の主材料と添加物の添加率を自然含水状態(重量含水比100%)の関東ロームの重量を100として表1に、供試体作製の条件も合わせて示した。気温-6.0℃、水温+5.0℃、地下水位は凍結前の供試体表面より9cm下方とした。水温について、土の凍上性判定試験では供試体全層がすみやかに凍結完了するように+1.0℃であるが、本試験では、霜柱の発生状況を調べることが主目的であるため、霜柱が成長しやすいように+5.0℃とした。

凍結開始数時間前から、上記温度条件のもとで放置した後、供試体表面に微小氷片を散布、シーディングにより凍結を開始する。試験は、凍上量と凍結深度を測定しながら、48時間以上継続する。

表1. 供試体の作製条件 および 試験結果

No.	名 称	主材料の割合	主材料の水分	添加物	作製方法	48時間凍上量
a-1	関東ローム	土 100	含水比100%	なし		33.94 mm
2	"	"	"	"		35.90
3	"	"	"	"		28.05
4	"	"	"	"		31.76
凍上量平均値						33.91
b-1	三 和 土	土100, 砂30, 消石灰5	含水比51%	なし		37.69
2	"	"	"	"		47.27
c-1	セメント系石灰 5	土100, 砂30	含水比53%	同生石灰 5	混合	30.62
2	" 10	"	"	" 10	混合	37.92
d-1	にがり 1	土100, 砂30, 消石灰5	含水比51%	にがり 1	混合	6.66
2	" 3	"	"	" 3	混合	1.85
3	" 5	"	"	" 5	混合	0.0
e-1	にがり・セメント系0.5	土100, 砂30, セメント系石灰10	含水比47%	にがり 0.5	混合	9.64
2	" 1.5	"	"	" 1.5	混合	7.17
3	" 2	"	"	" 2	混合	3.01
4	" 2.5	"	"	" 2.5	混合	0.17
5	" 3	"	"	" 3	混合	0.0
6	" 5	"	"	" 5	混合	0.0
f-1	シラン系樹脂 1	土100, 砂30	含水比53%	同原液(溶剤系) 1	混合	15.91
2	" 5	"	"	" 5	混合	6.31
g-1	シラン系樹脂 A	土100, 砂30, 消石灰5	含水比51%	同原液(水系) 1	含浸	44.04
2	" B	"	"	" 1	混合	35.89
h-1	シラン系樹脂 1	土100, 砂30, 消石灰5	含水比51%	同原液(溶剤系) 1	混合	18.44
2	" 3	"	"	" 3	混合	9.58
3	" 5	"	"	" 5	混合	7.14
4	" 7.5	"	"	" 7.5	混合	6.92
5	" 10	"	"	" 10	混合	6.67
i-1	シリカ系樹脂 10	土 100	3日間の風乾	同樹脂10%水溶液	含浸	13.25
2	" 15	"	"	" 15%	含浸	31.27
3	" 20	"	"	" 20%	含浸	28.31
j-1	セメント系樹脂 A	土 100	・3日間の風乾 ・含水比100%	同樹脂 33	混合	3.98
2	" B	"	・含水比100%	" 33	混合	22.18
3	" C	"	・含水比113%	" 25	混合	26.75
k-1	鉱物油 1	土100, 砂30, 消石灰5	含水比51%	鉱物油 1	混合	38.75
2	" 5	"	"	" 5	混合	25.71

注1) 主材料の割合、添加物の数値は、全て自然含水状態(含水比100%)の土100に対する重量比

注2) セメント系石灰はセメント系生石灰

3. 試験結果および考察

凍結開始48時間後の凍上量を表1に、関東ローム(a-1~4)の平均凍上量に対する各凍上量の比率を図1に示した。にがりに、顕著な凍上抑制効果が認められた。図2から添加率の増加に伴い凍上量は急激に減少し、2.5%以上ではほぼ零となった。-6℃での氷点降下量から逆算して、にがりの添加率が6%以上では土中水は凍らない。この2.5%は、土は凍結するが霜柱を発生させない最小の値とみることができるとは。したがって、にがりによる対策は、表層土が転圧に支障のない範囲で添加率2.5%以上に保たれば有効といえる。

シリコン系樹脂(溶剤系)では、凍上量は添加率の増加に伴い減少し、添加率5%以上では約7mmで一定になった。これは関東ロームのみの場合に比べて、80%低減したことになる。この樹脂の特性は、は水性、すなわち土粒子表面で水をはじく作用である。表面からの水の浸入を防ぐと共に、土中の通気性を確保し、表層土の水分を少なく保つ働きをする。したがって、地表面付近で成長する霜柱への水の供給を最小限にし、凍上量が抑制されたものと思われる。樹脂の混合方法や養生方法を工夫すれば、一層の効果が期待される。また効果の持続性や樹脂の耐久性は今後の課題である。

その他の樹脂では、試験数は少ないが、供試体の作製時の水分が少ないものほど、また含浸より混合の作製方法が凍上量は少ない傾向にあった。また、三和土(b-1,2)、セメント系生石灰(c-1,2)では、凍上量の低減はみられなかった。

《参考文献》 1)日本雪氷学会北海道支部編 1991: 雪氷調査法, 91-93.

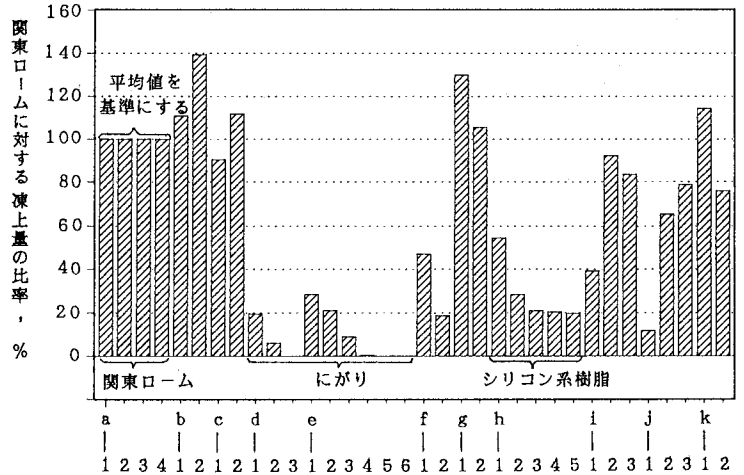


図1. 関東ロームに対する凍上量の比率

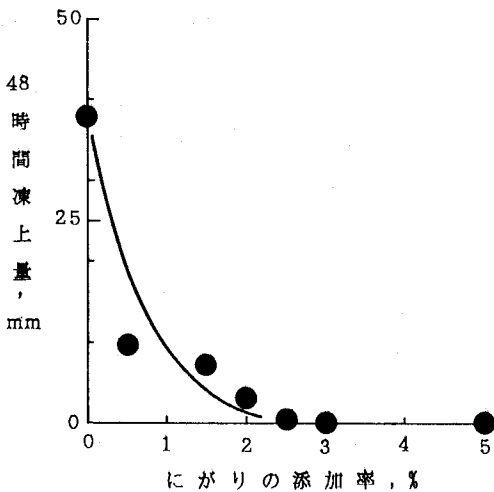


図2. にがりの添加率と凍上量との関係

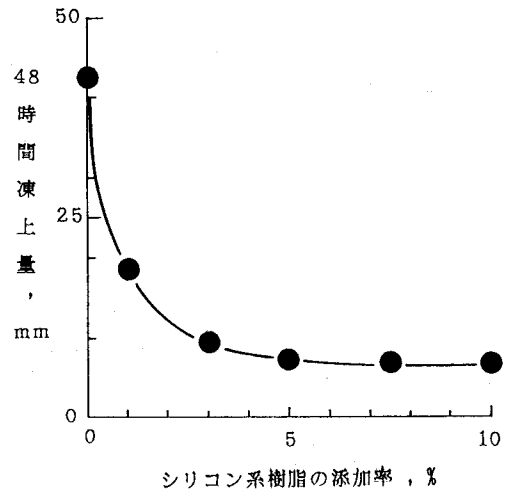


図3. シリコン系樹脂の添加率と凍上量との関係