

既存駐車場への無散水(放熱管埋設)融雪装置設置に適した舗装

Suitable Pavement for No Watering Melting of Snow Device Installation

in Existing Parking Lot

北嶋 浩・宮本 重信

要 旨

既存のアスファルト駐車場に放熱管(耐熱ポリエチレン管・鋼管)を設置し、アスファルト舗装や鋼纖維補強コンクリート舗装のオーバーレイ(厚さ5cm)を試験施工した。融点127°Cの耐熱(架橋)ポリエチレン管も、アスファルトの投入温度を130°C程度にすれば散布された瞬間に温度が低下し、施工可能と確認された。しかし、耐熱ポリエチレン管のUターンした部分では、膨張で伸びた管がアスファルトの温度低下とともにそれぞれの収縮率の違いからアスファルトが膨らみ、工夫を要することが分かった。施工後、乗用車や除雪車が載ったが、鋼纖維補強コンクリートをホワイトトッピング施工した箇所にクラック等は生じていない。

1. はじめに

既存の駐車場で放熱管方式の無散水融雪装置を新たに設置する場合、設置費の他に既舗装の取り壊し費用が必要となり、資源・時間の無駄となる。そこで、舗装を取り壊さず、放熱管を既存舗装上に直に設置し、5cm程度の薄層オーバーレイを検討した。5cm程度のオーバーレイであれば既存駐車場周辺の排水側溝や道路とのすりつけもさほど困難ではなく、現状に対応できると考える。

また、放熱管を舗装の浅い部分に設置した車道や橋梁床版においても、強度耐久性についての影響は少なく問題のないことが基盤先導研究で既に明らかにされている。

そこで、今回は既存のアスファルト舗装上に、鋼管または耐熱ポリエチレン管を敷設し、

(A)鋼纖維補強コンクリートを使用した薄層ホワイトトッピング

(B)アスファルトでのオーバーレイ

(それぞれ厚さ5cm)の二つの方法で試験施工を行った。

(A)の施工では、目地を1.5m間隔に挿入することでモーメントを小さくし、鋼纖維による補強の無いコンクリートを使用した薄層ホワイトトッピングも検討したが、①目地挿入に手間を要すること、②鋼管を放熱管に用いた場合、有害なひび割れの分散と酸素捕捉などから放熱管の腐食耐久性

向上に鋼纖維補強コンクリートが効果的なこと、③熱伝導率も20%ほど高くなることなどを考慮して、目地は挿入せずに鋼纖維補強コンクリートを使用することとした。

(B)の施工では、従来耐熱ポリエチレン管(架橋ポリエチレン管もほぼ同じ物性)は、アスファルトの熱による融解が懸念され、耐熱(架橋)ポリエチレン管に比べて材料費が高く熱伝導率が約半分(0.2W/m/K)の特殊ナイロン管を採用されているのが一般的である。しかし、オランダでは耐熱ポリエチレン管をマット状の耐熱ポリエチレンスチーパーで固定し、130°Cのアスファルトを用いてアスファルトフィニッシュヤーで大規模に舗設されている。なお、鋼管は腐食性から高価で特殊なグースアスファルトを除いて一般のアスファルト舗装内に埋設されることはない。

さらに、近年(景観を重視する)都心部を除く歩道では排水性アスファルト舗装が一般的になっているが、透水性舗装は熱伝導率が低いために本システムでは対処できなかった。そこで、

(C)骨材に珪石を用いて熱伝導率を向上させるとともに、放熱管に耐腐食を考慮して耐熱ポリエチレン管を用いた試験施工も同時に行なった。

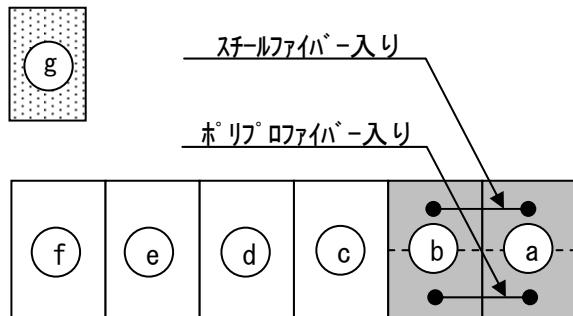


図-1 施工配置図

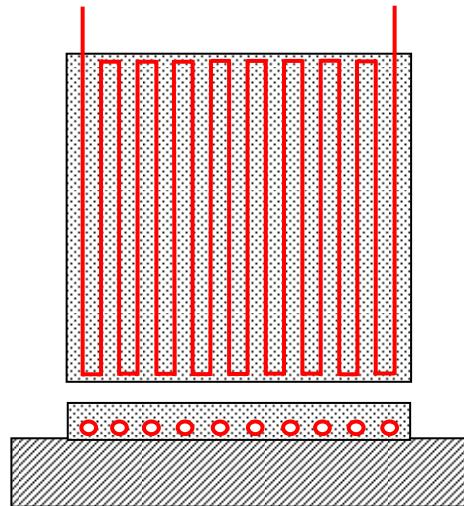
図-2 施工一般図
(上:平面、下:横断方向)

表-1 施工構成一覧表

対象	試験	区分	舗装材料	放熱管種類	固定方法	下部状態	管内部	施工長さ	施工幅		
駐車場	A	a	コンクリート (ファイバー混入)	鋼管 15A	サドルバンド	開放	管内満水	4,600mm	2,500mm		
		b		耐熱ポリエチレン管 13A							
	B	c	As 密粒・通常	溶接金網		既設 As					
		d		鋼管 15A		閉塞					
		e		耐熱ポリエチレン管 13A	溶接金網	開放					
		f	As 密粒・珪石	耐熱ポリエチレン管 13A							
歩道	C	g	As 排水・珪石			路盤		4,000mm	1,450mm		

2. 試験施工の方法

①施工一覧

舗装材料・放熱管種類・固定方法などの諸条件については表-1に記す。

②使用材料(特記すべきもの)

・コンクリート用ファイバー

薄層舗装のためひび割れ防止にスチールファイバーとポリプロピレン系ファイバーを使用した。スチール系は熱伝導率の向上、またポリプロピレン系は施工効率などを比較するために用いた。また、乾燥収縮低減とファイバーとコンクリートの付着力向上のために膨張材を混入した。

・耐熱ポリエチレン管

DSC 試験により融点は 127°C である。施工時のアスファルト温度管理が要求され、施工への影響も確認した。ポリエチレン管の上部および側方の 2 箇所に熱電対型温度センサーを取り付け、施工時のポリエチレン管の表面温度を測定した。

3. 試験施工の結果と考察

①放熱管の設置

鋼管をサドルバンドでアスファルトに固定する作業は金槌とドリルでの施工では工数を要することが分かった。



写真-1 ポリエチレン管敷設状況

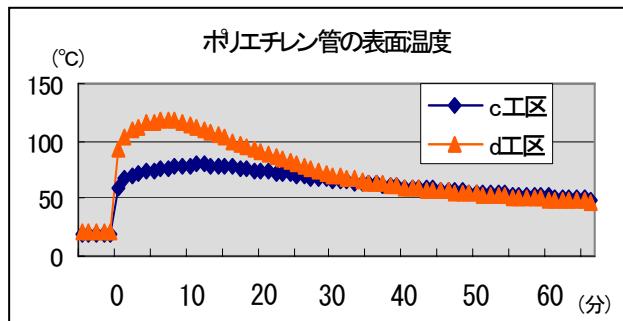
ポリエチレン管は折り返し部(端部)は約15cm～20cmの間隔が必要で、折り返し部は交互になるようにした(写真-1)。

②アスファルト敷き均し

今回、放熱管にポリエチレン管を使用したためアスファルト合材の温度を127°C以下まで下げる必要があった。一般的に現場到着時のアスファルト合材の温度は約150°Cであるため、温度が下がるのを待った。150°Cの合材にポリエチレン管の切れ端を突き刺すと簡単に形状が変化した。合材量が極めて少ないにもかかわらず設定温度(当初125°C)まで下がるのに相当時間を要した。実際に施工を行う場合には何か工夫をする必要がある。130°C程度にまで下がった時点で再度ポリエチレン管を突き刺しその状態を確認したが、変化は見られなかったので敷き均しを実施した。

それぞれの工区でのポリエチレン管の温度変化を比較すると、管内を満水にしたc工区は内部の水道水により温度の上昇も緩やかで管の上面温度は最高で79°Cであった。一方d～g工区はアスファルト合材を敷き均すと同時に急激に温度上昇し、管の上面温度は最高で118°Cに達した。一方、合材の温度は敷き均しと同時に130°Cであったものが約15°C下がった。

放熱管の両端を施工面より高くして、管路内をほぼ満水にして水漏れのチェックを行った結果、水漏れのないことが確認された。



③ファイバー入りコンクリート敷き均し

今回、スチール系(商品名:ドラミックス $\ell=60\text{mm}$)、ポリプロピレン系(商品名:ポリウェーヴ $\ell=30\text{mm}$)ファイバーを混入したコンクリートを使用した。施工にあたりスチール系を混入したコンクリートはワーカビリチーが悪く、また敷き均し厚さ50mmに対し60mmのファイバーを混入した影響によって、こて仕上げの際にファイバーが突き出てくることが見られた。

硬化後の表面を観察するとポリプロピレン系は素材自体が軽いからか表面に点在して見えた。

④ポリエチレン管埋設箇所について(アスファルト部)

施工直後の表面は平坦であったが、アスファルトの温度低下とともにUターンの端部のアスファルトは膨れ上がり、ひび割れが生じた(写真-2)。ひび割れの箇所はポリエチレン管を折り返している箇所と一致しており、ひび割れの形も半円状を描いていた。さらに中ほどでも縦方向に平行なひび割れが確認された。こちらも、約10cm間隔と施工状況と一致していた(後者の平行なひび割れは、時間の経過と共に確認できなくなった)。



写真-2 ひび割れ状況

施工時にポリエチレン管が熱膨張し、その後冷えて端部のU部が縮むこととなり、その際にU部で囲まれたアスファルトとの収縮率の差が原因と考えられる。また、管内部を水道水で満水にする・固定方法などそれぞれポリエチレン管の初期条件を変えて施工をしたがいずれも大差は無かった。折り返し部は密に固定することが必要である。

⑤路盤上に放熱管を設置し、排水性アスファルトで覆う歩道対象の施工結果(試験(C))

開粒度で舗設後の温度低下が密粒度に比べて著しいこと、アスファルト温度が125°Cで舗設すること、またアスファルトと剥離しやすい珪石を骨材としたことから、ここでは中温化剤を用いた。

こちらも施工後のアスファルトの温度低下と共に放熱管のUターン部が盛り上がる現象が生じた。しかし、その盛り上がりの様子は排水性を目指した開粒度で表面に凹凸があることから、密粒度の場合に比べて目立たなかった。

施工後、コアを採取して熱伝導率を測定したところ、骨材に珪石を使用したことによって、1.7W/m/Kと開粒度アスファルトとしてはかなり高い値を得られた。

4. 実際への適用について

一連の実験を踏まえて、それぞれの方法の実際の適用について、以下に考察する。

既存駐車場での放熱管設置と薄層舗装の試験施工された区間は、施工後半年経過の現在まで乗用車の駐車場として供用され、除雪時に2度タイヤショベルが走行した。

(A)のホワイトトッピング区間は、全くクラックは見られない。ただし、規模を大きくした場合には目地を設けないとの影響が生じないかどうかが不明である。

(B)のアスファルト舗装と耐熱ポリエチレン管の組み合わせについては、乗用車の駐車では施工後半年では問題が生じていないが、端部のUターン部のみを周囲が冷えてポリエチレン管が縮んでから舗設することやUターンしない配管にする工夫

を行うことが耐久性を考えると望ましいと考えられる。またサドルバンドの固定方式の方が溶接金網より確実ではあるが、アンカー止めはハンドリングの良い機械を用いないと多くの工数を要し、現実的ではない。

将来に及ぶ耐久性と維持管理に関しては、アスファルト舗装ではクラックの発生に対しシールによる防水処理、表面はシールコートやアスファルトモルタルで5mmほどオーバレイ処理となる。本格的なオーバーレイは熱抵抗を大きくするので融雪システムには望ましくなく、切削も放熱管の埋設位置が浅いので困難になる。セメントコンクリート舗装でも、維持修繕については放熱管の埋設から同じような困難が伴う。ただし、本システムでは、夏には地中への蓄熱で、路面が冷却されるので、アスファルト舗装では流動等が少くなり、セメントコンクリートでは温度応力が小さくなる。

歩道の排水性アスファルトへの対応では、熱伝導率も有る程度の値になり、その耐久性と劣化した時の対応は、放熱管を含めてやりなおすことしか現在は考えられず、今後の課題である。

今後実施するモデル施工で、福井市内の既存舗装駐車場では、今後のデータ収集と展示を考慮し、(A)のホワイトトッピングと耐熱ポリエチレン管の組み合わせと(B)の耐熱ポリエチレン管と密粒度アスファルトの組み合わせの施工として、Uターン部は周囲が冷えてから施工するものとする。

札幌市隣接の北広島市では、新設の舗装であることと比較的安価に特殊ナイロン管が入手できることを考慮した施工とする。

謝辞

本研究に際して、三菱樹脂株式会社に協力を頂いた。

また、本研究はNEDOの民生部門等地球温暖化防止モデル評価事業での取り組みとして行った。

記して謝辞と致します。