

新たな凍結抑制舗装

独立行政法人 土木研究所
大林道路株式会社

【凍結抑制舗装の種類】

凍結抑制舗装

- 化学系
- 物理系
- 物理化学系

化学系: 舗装体内に含ませた塩分により、路面付近の水結を防止

物理化学系: 塩分と弾性材の両方を混入することで両方の効果で水板・水結を防止

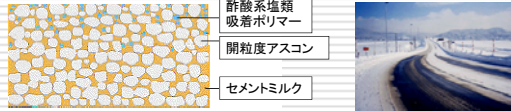
物理系: ゴム等の弾性材を混入することにより舗装自体のたわみ性を増加させ、路面付近の水板を破砕

独立行政法人 土木研究所
<http://www.pwri.go.jp>

【化学系凍結抑制舗装の種類】



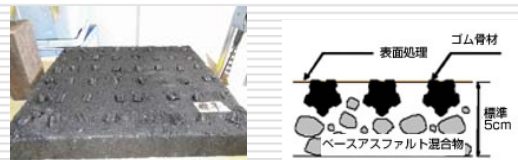
化学系凍結抑制舗装の一例（火成岩粉末に塩化物を吸着）



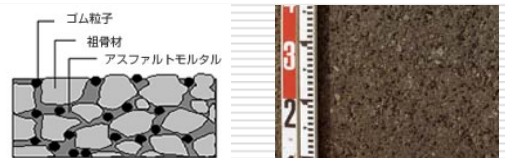
化学系凍結抑制舗装の一例（酢酸系塩類を吸着）

独立行政法人 土木研究所
<http://www.pwri.go.jp>

【物理系凍結抑制舗装の種類】



物理系凍結抑制舗装の一例（ゴム圧入型）



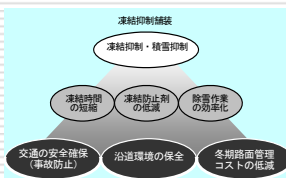
物理系凍結抑制舗装の一例（ゴム混入型）

独立行政法人 土木研究所
<http://www.pwri.go.jp>

凍結抑制舗装の効果

凍結抑制舗装の効果

- 路面が凍結する時間帯や凍結する期間が短くなる
- 凍結防止剤の散布量や散布回数を減らすことが可能
- 除雪作業回数を減らすことができ、除雪作業の効率も向上



結果

- スリップ事故が減り、交通の安全確保につながる
- 凍結防止剤の散布量が減り、沿道環境の保全及び冬期路面管理コストの低減につながる
- 除雪回数が減り、冬期路面管理コストの低減につながる

独立行政法人 土木研究所
<http://www.pwri.go.jp>

開発経緯

◆ 冬期の道路における交通安全確保のために多種多様な凍結抑制舗装が開発されている。

◆ しかし、路面凍結抑制や除雪圧雪補助または路面に付着した圧雪を剥がす効果等は限られた場所や条件でしか発揮されておらず、効果の持続性や耐久性にも課題がある。

そこで、共同研究で冬期路面対策や凍結抑制機能を効率的で効果的に発揮できる「新たな凍結抑制舗装」を開発している。(H22～24)

独立行政法人 土木研究所
<http://www.pwri.go.jp>

6

【開発した新たな凍結抑制舗装】

〇5社1団体と共同研究により8種類の新たな凍結抑制舗装を開発

開発した新たな凍結抑制舗装	共同研究相手
薄層ゴム粒子入り凍結抑制舗装	大林道路(株)
粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装	
ゴムチップ入り凍結抑制舗装	大成ロテック(株) 大林道路(株)
歩道用薄層化学系凍結抑制舗装	
薄層圧入ゴム入り凍結抑制舗装	(株)NIPPO
粗面系舗装	凍結抑制舗装研究会
撥水舗装	
蓄熱舗装	

独立行政法人 土木研究所
http://www.pwri.go.jp

7

【開発した新たな凍結抑制舗装】

薄層ゴム粒子入り凍結抑制舗装

粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装

粗面系舗装

撥水系舗装

独立行政法人 土木研究所
http://www.pwri.go.jp

8

【適用条件】

適用条件の例

分類	項目	細目	記入内容	記入例	
定量評価	材料の基本性状	動的安定度	測定値	1500回/mm以上	
		摩耗量	測定値	1.2mm以下	
	凍結抑制性能の性状値	カンタプロ損失率	測定値	20%以下	
		水着引張強度	水着引張試験測定値	0.5MPa以下	
	凍結抑制性能の性状値	ひび割れ率	水板WT試験測定値	100%	
		水板破壊率	水板回転ラベリング試験測定値	80%以上	
	凍結抑制効果の持続性	凍結抑制効果の持続性	持続年数	10年以上	
		舗装の耐久性	耐久年数	20年以上	
	定性評価	コスト(材十工)	圧雪	該当に○、×、△	×
			水板	該当に○、×、△	○
雪氷の種類		水層	該当に○、×、△	○	
		車道	該当に○、×、△	×	
道路区分		歩道	該当に○、×、△	×	
		交通条件	交通量	技術基準の値	1000台/日以下
気象条件		積雪厚さ	適用できる値	10cm以下	
		平均最高気温	適用できる値	20℃以下	
場所条件		平均最低気温	適用できる値	-5℃以上	
		山部	該当に○、×、△	○	
主な除雪方法	橋梁部	該当に○、×、△	○		
	坂道、急カーブ等トンネルの前夜	該当に○、×、△	△		
主な除雪方法	機械除雪	該当に○、×、△	×		
	人力除雪	該当に○、×、△	○		
主な除雪方法	融雪剤散布	該当に○、×、△	○		
	除雪が困難	該当に○、×、△	×		

独立行政法人 土木研究所
http://www.pwri.go.jp

9

粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装

10

粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装

【技術の概要】

- 粗面型砕石マスタック舗装（SMA）に**ゴム粒子を混合するとともに、舗装表面にもゴム粒子を散布接着させた新しい物理系凍結抑制舗装**
- 凍結抑制機能を**一工程で付与でき、施工性、経済性にすぐれ、年間をとおして走行安全性に配慮した凍結抑制舗装**

独立行政法人 土木研究所
http://www.pwri.go.jp

11

【適用の効果①】

この技術の基本効果は5つ

- 凍結抑制**
ゴム粒子が交通荷重によりたわむことで雪氷を破砕・除去し、路面露出を促進。凹部にもゴム粒子があるため雪氷が根付かない。舗装表面の凹部により、凍結防止剤の残留効果を高められる
- 走行安全性（水膜防止）**
舗装表面のきめ深さの確保により、路面の水膜の発生を防止（通常期の降雨時の走行安全性に寄与）
- 耐久性**
粗面型SMAと同様な骨材飛散抵抗性、耐流動性、耐水性の向上が得られる
- 低騒音**
きめ深さおよび舗装表面のゴム粒子により騒音低減効果を発揮
- 経済性**
コストは従来技術の物理系凍結抑制舗装に比べ同等以下。施工費は**4700円/㎡程度（5cm厚）**

独立行政法人 土木研究所
http://www.pwri.go.jp

12

【適用の効果②】

混合物製造・施工の容易さ

- ・混合物の製造・運搬は、ゴム粒子の混合以外は、**通常のアスファルト舗装と同様**
- ・専用のゴムチップスプレッダを使用する以外は**一般的な舗設機械で施工可能**

アスファルトフィニッシャー (アスファルト混合物敷きならし) | チップスプレッダ (表面散布ゴム粒子散布) | タンデムローラ (初層転圧) | 水平振動ローラ (二次転圧) | タイヤローラ (仕上げ転圧)

**1工程で施工できるので
効率性・経済性に優れる!**

独立行政法人 土木研究所
<http://www.pwri.go.jp>

13

【凍結抑制効果①】

開発した凍結抑制舗装の水着引張強度及び氷板WT試験の結果、同種の従来品より良くなり凍結抑制効果は向上した。

■粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装

水着引張試験結果 | 氷板WT試験結果

独立行政法人 土木研究所
<http://www.pwri.go.jp>

14

【凍結抑制効果①】

新たな試験方法として、タイヤの蹴り出し効果を再現できる回転ラベリング試験機を用いた評価試験の結果でも、良い結果となっている。

■粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装

回転ラベリング試験結果 | 回転ラベリング試験状況

独立行政法人 土木研究所
<http://www.pwri.go.jp>

15

【適用の条件と留意点】

適用条件

- 積雪寒冷地などの凍結抑制性能および雨天時の走行安全性が望まれる路線において、特に交通量が多い路線や除雪作業による骨材飛散が懸念される路線に適用 ならびに通年をとおして走行安全性が求められる箇所に適用

適用上の留意点

- 施工自体は通常のアスファルト舗装と同様であるため適用上の留意点は通常のアスファルト舗装の施工の留意点に準拠すること
- ゴム粒子を添加・混合する混合物であるため、ドライ・ウエットミキシング時間は通常より10秒程度長めに混合・製造すること
- ゴム粒子散布量は事前にキャリブレーションすること

独立行政法人 土木研究所
<http://www.pwri.go.jp>

16

【適用実績と問い合わせ先】

適用実績

- 国土交通省・函館市（2件、約1,000m²）

(2013.11現在)

NETIS登録

- 登録手続き中

問合せ先

- (独)土木研究所道路技術研究グループ 舗装チーム
Tel. 029-879-6789
- 大林道路(株)本店エンジニアリング部
Tel. 03-3618-6508
- 大林道路(株)技術研究所 材料研究室
Tel. 042-495-6800

独立行政法人 土木研究所
<http://www.pwri.go.jp>

17

新たな凍結抑制舗装

- ・粗面系舗装
- ・撥水舗装
- ・蓄熱舗装

**独立行政法人 土木研究所
凍結抑制舗装技術研究会**

独立行政法人 土木研究所 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

凍結抑制舗装技術研究会

18

◆凍結抑制舗装技術研究会は、下記に示す13社で構成され、凍結抑制舗装技術の普及、発展を目的に運営されています。

- ・大林道路(株)
- ・(株)ガイアートT・K
- ・鹿島道路(株)
- ・(株)佐藤渡辺
- ・世紀東急工業(株)
- ・大成ロテック(株)
- ・東亜道路工業(株)
- ・東京舗装工業(株)
- ・日本道路(株)
- ・(株)NIPPO
- ・福田道路(株)
- ・前田道路(株)
- ・(株)エムアイテック

独立行政法人 土木研究所 <http://www.pwri.go.jp> 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

凍結抑制舗装の特徴

19

◆粗面系舗装

舗装表面を粗面にした舗装です。気温低下時の路面に形成される氷板を車両の交通荷重で破碎し、すべり抵抗を保持する舗装です。



独立行政法人 土木研究所 <http://www.pwri.go.jp> 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

◆撥水舗装

20

舗装表面に撥水材を塗布した舗装です。路面の水が写真に示すとおり撥水され球状になることで、気温低下時でも路面と氷板の接着を防ぎます。また粗面系舗装と組み合わせることによって、複合的な凍結抑制効果を期待できます。



独立行政法人 土木研究所 <http://www.pwri.go.jp> 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

◆蓄熱舗装

21

マイクロカプセル状の蓄熱材をセメントミルクに混入させた半たわみ性舗装タイプの舗装です。気温低下時に蓄熱マイクロカプセルによって路面の温度低下を遅延させることで凍結を遅延、抑制させる舗装です。



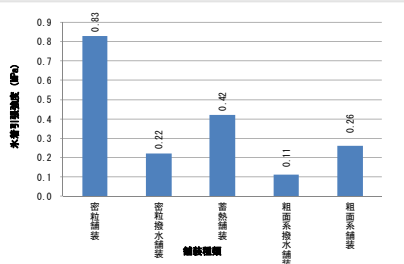
独立行政法人 土木研究所 <http://www.pwri.go.jp> 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

凍結抑制舗装の効果について

22

○氷着引張試験

3種類の氷着引張り強度は密粒度舗装よりも小さく、接着力が低くはがれやすい。



独立行政法人 土木研究所 <http://www.pwri.go.jp> 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

○除雪作業試験 (スコップ法)

23

評価結果

	①	②	③	④
位置	密粒舗装	密粒撥水舗装	粗面系撥水舗装	粗面系舗装
評価	×	△	○	△



独立行政法人 土木研究所 <http://www.pwri.go.jp> 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

○ 温度変化

東北の試験施工箇所で、密粒舗装と蓄熱舗装の表面温度の変化（2012年1/23～1/29）を測定した結果、蓄熱舗装は密粒度に比べ温度低下の度合いが小さく、凍結遅延の効果が見られる。

独立行政法人 土木研究所 <http://www.pwri.go.jp> 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

試験施工例

【既設舗装5cm切削】 → 【ポーラス(20)の舗設】

【施工完了】

蓄熱
撥水
粗面系

→ 【撥水舗装の施工】 → 【蓄熱ミルク充填】

空隙率23%に蓄熱ミルク注入

独立行政法人 土木研究所 <http://www.pwri.go.jp> 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

適用箇所

粗面系舗装

- ポーラスアスファルト混合物（20）空隙率23%を推奨していることから、ポーラスアスファルト舗装が施工可能な箇所
- 車両通行が多く、降雪量が少ない箇所

撥水舗装

- 撥水材が塗布可能な舗装面のある箇所
- 車両通行が多い箇所、除雪が必要な箇所

蓄熱舗装

- 半たわみ性舗装が施工可能な箇所
- 1日の中で+0度以上の気温となる箇所

独立行政法人 土木研究所 <http://www.pwri.go.jp> 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

施工費用

粗面系舗装

- ポーラスアスファルト（20）空隙率23%の場合、ポリマー改質アスファルトH型-F高耐久を使用するため、一般のポーラスアスファルト混合物と比較して、1t当たり約2倍増しの費用となる。

撥水舗装

- 撥水材の塗布材料費として、10,000円/m程度の費用がかかる。

蓄熱舗装

- 半たわみ性舗装のセメントミルク注入工の材料費用が5,000円/m程度高くなる。

独立行政法人 土木研究所 <http://www.pwri.go.jp> 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

凍結抑制舗装技術研究会

凍結抑制舗装は、寒冷期における道路交通の安全確保を目的として凍結抑制機能を持たせた舗装です。現在、凍結抑制舗装は4系統に分類され、17種類の技術があります。

化学系凍結抑制舗装	物理系凍結抑制舗装	物理化学系凍結抑制舗装	粗面系凍結抑制舗装
化学系凍結抑制舗装は、有効成分（塩化ナトリウム、塩化カルシウム等）を含有した材料をアスファルト混合物中に添加・混入することで凍結抑制効果を生み出した舗装です。	物理系凍結抑制舗装は、通行車両の荷重によって舗装表面および舗装体内に添加された弾性材料がたわむことにより、舗装表面の雪氷のはく離・破砕を促進させ路面露出率を高めることで凍結抑制効果を発現させます。	物理化学系凍結抑制舗装は、物理系と化学系の凍結抑制効果を併せ持った舗装技術です。	粗面系凍結抑制舗装は、路面のキズが粗くなるようなアスファルト混合物の選択や施工上の工夫を施すことで、通行車両のタイヤと路面との接触により水膜の摩耗を促進させ、すべり抵抗の改善を期待する舗装です。

凍結抑制舗装技術研究会 (<http://www.touketsu-giken.com/>)

大林道路株式会社/株式会社ガイド・T・K/鹿島道路株式会社/株式会社佐藤渡辺/世紀東急工業株式会社/大成ロテック株式会社/東京舗装工業株式会社/東亜道路工業株式会社/日本道路株式会社/株式会社NIPPO/福田道路株式会社/前田道路株式会社/株式会社エムアイアップ/以上13社

【事務局】 担当: 平戸 (東亜道路工業株式会社) 〒300-2622 茨城県つくば市東 315-126 TEL. 029-877-4150

凍結抑制舗装の機能

- 凍結抑制舗装は、ロードヒーティング、凍結防止剤散布、機械除雪などの消融雪の効果は期待できませんが、降雪あるいは凍結初期にその効果を発揮し、一般に実施されている冬期の路面管理を補う工法です。
- 凍結抑制舗装の主な機能としては、路面温度-5℃程度までの路面の凍結を抑制することが挙げられます。また、降雪初期においては、路面に雪が積もる状態を遅らせる効果も認められます。

独立行政法人 土木研究所 <http://www.pwri.go.jp> 凍結抑制舗装技術研究会 <http://www.touketsu-giken.com/>

凍結抑制舗装の機能の確認方法

30

- 凍結抑制舗装の機能の確認方法については、現状では確立されたものはなく、さまざまな方法が実施検討されています。
- 化学系凍結抑制舗装と物理系凍結抑制舗装では、効果の発現原理が異なるために機能の確認方法も異なりますが、ここでは現場で行われている一般的かつ簡単で明確な方法と、当研究会が検討を進めている定量的評価方法について紹介致します。

凍結抑制舗装の機能の確認方法（屋外）

31

①化学系凍結抑制舗装の場合

- 塩分濃度計により塩化物の溶出を確認します。（塩化物の溶出＝機能発揮）



②物理系凍結抑制舗装の場合

- すべり測定車による冬期路面のすべり摩擦係数の測定による確認をします。
- 定点カメラによる、冬期路面の画像からの解析により、路面露出率による評価を行います。



凍結抑制舗装の機能の確認方法（室内）

32

①氷着引張強度試験

- 供試体の表面に引張治具（鋼製治具に不織布を貼り付けたもの）を氷着させ、養生完了後に鋼球を10回落下させた後、引張試験機により引張荷重を測定する。
- 氷着強度による判断。

②除雪作業試験

- 供試体に氷着した雪氷を、スコップを用いて剥がした時の剥がれやすさで評価。



凍結抑制舗装の機能の確認方法（室内）

33

①氷板ホイールトラッキング試験

- 氷板ホイールトラッキング試験は、供試体の表面に厚さ1.5mmの模擬氷板（12cm×26cm）を作製し、-5℃の恒温室で車輪（ソリッドタイヤ）を10分間走行させて、氷板の破碎状況からひび割れ率を算出する。

②低温トラバース試験

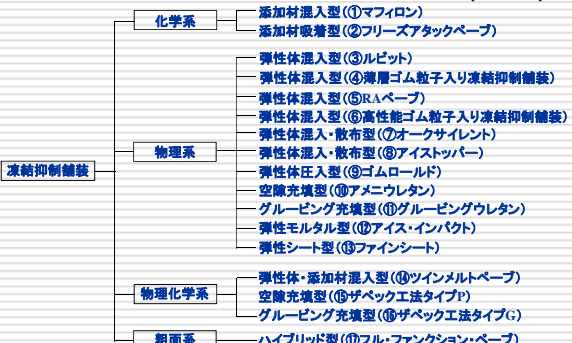
- 氷板トラバース試験は、供試体の表面全体に模擬表膜（厚さ1mm）を作製し、試験温度-5℃の恒温室で車輪（ソリッドタイヤ）を30分間トラバース走行させて、氷膜が破碎した面積からひび割れ率を算出する。



各種凍結抑制舗装の分類

34

凍結抑制方法および施工方法によって分類した例（17種類）。



本技術は、工場内での試験施工まで行っておりますが、現道ではまだ実績がありません。現道での適用箇所がありましたらご連絡下さい。

問合せ先

凍結抑制舗装技術研究会 事務局

- 東亜道路工業株式会社 技術研究所
担当：平戸
- 〒300-2622 茨城県つくば市要315-126
- TEL 029-877-4150
- 凍結抑制舗装技術研究会ホームページからでも問い合わせできます。
- <http://www.touketsu-giken.com/>

35