化学系添加材による高機能舗装の凍結抑制化試験検討

Test of Application for Ice-Inhibiting Pavement of Chemical System into High-Performance Pavement

村 國 誠^{*1}・竹 田 巖^{*2}
Makoto Murakuni Iwao Takeda
西 田 正 樹^{*3}
Masaki Nishida

1. はじめに

近年、雨天時でも排水性に優れ、滑り難く、区画線も見えやすく、かつ騒音低減にも効果がある高機能舗装（図-1¹⁾参照）が積極的に導入されるようになった。一方、積雪寒冷地域で高機能舗装を採用した場合、路面に積もった雪や寒冷に伴って生じる氷が起因した問題が現場から指摘されるようになってきた。そこで、化学系添加材による高機能舗装の凍結抑制化を検討したのでその試験概要を報告する。なお、試験に使用した化学系凍結抑制材（以下、単に抑制材という）の性状は表-1に示すとおりである。

表-1 試験に使用した抑制材の性状

性状	比重 (かさ)	2.25~2.35 (0.93~0.99)	
	粒度	ふるい目	通過百分率(%)
		150	90
		75	75~90
	PH	8.0~8.5	
	水分含有量	0.5%以下	
	塩分含有量	55±10%	
外観	パウダー状		
成分	塩化ナトリウム、二酸化珪素、酸化第二鉄、炭酸カルシウム、酸化マグネシウム

図-1 通常の舗装（密粒舗装）と高機能舗装の比較

* 1 東北環境テクノマート株式会社雪氷防災支援センター
* 2 株式会社エムアイテック
* 3 ティーアール・コンサルタント株式会社

表－2 骨材配合比（％）

抑制材置換え率（％）	6号碎石	粗砂	石粉	抑制材
0	82.0	13.0	5.0	0.0
20 （比重補正後）	82.0 （82.6）	13.0 （12.6）	3.8 （3.8）	1.2 （1.0）
40 （比重補正後）	81.8 （82.6）	13.0 （12.6）	2.8 （2.8）	2.4 （2.0）
60 （比重補正後）	82.0 （83.0）	13.0 （12.6）	1.4 （1.4）	3.6 （3.0）

図－2 抑制材置換え率と標準マーシャル安定度

図－3 抑制材置換え率と残留安定度

2. 高機能舗装を凍結抑制化するための試験

(1) 添加量はどの程度か

標準マーシャル試験と水浸マーシャル試験（48h）結果から得られたマーシャル安定度と残留安定度により抑制材の評価を行った。抑制材添加量は、高機能舗装用混合物（以下、単に混合物という）中のフィラーを抑制材で置換え率0、20、40、60％（比重補正後）とした。

抑制材添加前（置換え率0）の混合物は、無添加の場合の配合設計書と同じ材料（比重、粒度も同様）を使用した。各抑制材置換え率による混合物の比重補正前後の骨材配合比を表－2に示す。

抑制材置換え率と標準マーシャル安定度の関係を

図－2に、抑制材置換え率と残留安定度の関係を図－3に示す。その結果、骨材配合比で2％程度までの抑制材添加量は問題ないことが判明した。

(2) 強度的に問題ないか

耐流動性はホイールトラッキング試験の動的安定度（回/mm）から、耐摩耗性はラベリング試験のすり減り量（ cm^3 ）から、また、低温時の骨材飛散抵抗性は低温カンタブロ試験のカンタブロ損失量（ $\text{％}/-20^{\circ}\text{C}$ ）から、それぞれ判定した。結果概要（表－3～表－5）に示したとおり強度的にも2％程度までの抑制材添加量は問題ないことが判明した。

表－3 ホイールトラッキング試験結果

抑制材置換え率（％）	密度（ g/cm^3 ）	理論最大密度（ g/cm^3 ）	空隙率（％）	動的安定度（回/mm）
0	2.042	2.549	19.9	5,470
40	2.030	2.541	20.1	3,970
基準値	—	—	20程度	※－1

※－1：＜参考値＞3,000（回/mm）以上（重交通用基準値 高機能舗装以外）

表－４ ラベリング試験結果

抑制材置換え率 (%)	密度 (g/cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	すり減り量 (cm ³)
0 (配合設計時)	2.042	2.549	19.9	0.58
40	2.043	2.541	19.6	0.65
基準値	—	—	20程度	※－2

※－2：すり減り量 (cm³) の目安値として 0.7 程度以下

表－５ 低温カンタブロ試験結果

抑制材置換え率 (%)	密度 (g/cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	カンタブロ損失量 (%/－20℃)	
				非水浸	水浸後 (48h, 20℃)
0 (配合設計時)	2.041	2.549	20.0	18.7	—
40	2.034	2.541	20.0	17.8	—
40 (水浸後)	2.035	2.541	19.9	—	18.9
基準値	—	—	20程度	20以下	—

３．塩分溶出量に関する試験

ここでは、①シール法 (写真－１)、②表面測定法 (写真－２) の２種類の方法で実施した塩分溶出試験結果を紹介する。なお、濃度測定はシナール塩分濃度計 NS-3P [㈱メルハブ製] を使用した。

塩分溶出量と凍結抑制機能の関係は明確ではない

が、中原²⁾らの検討によると 1.0 g/m² 程度以上の塩分溶出量があれば、－3～－4℃程度まで凍結抑制機能を発揮すると推察されている。このような観点から今回のシール法と表面測定法の結果を見ると、２時間後でそれぞれ 2.55 g/m²、4.25 g/m² の塩分溶出量があり、その後も濃度が上昇する結果が得られた。このことから、表面 (路面) 及び舗装体内部での凍結を抑制する効果が期待できそうである。

今回のケースでは、高性能舗装は、密粒舗装の 40% の抑制材添加量となるが、断面形状が立体 (空隙率 5 倍) であり、溶出面積も 4 倍～5 倍程度になるため、2 % の 4 倍～5 倍 (8～10 %) の抑制材添加量に相当する効果が発揮されたものと思われる (表－６)。

写真－１ シール法

写真－２ 表面測定法

写真－３ 舗装体内の凍結障害事例

表－6 凍結抑制舗装としての効果分析比較（密粒舗装と高機能舗装）

舗装種別	密粒舗装	高機能舗装	備考
抑制材添加量	6～7%	2%	40%
断面形状	平面	立体	
空隙率	3～5%	20%	5 倍（中間値）
溶出面積	1	4～5	4～5倍
凍結抑制効果	－3～－4℃ 表面のみ	同左 舗装体全体	

4. あとがき

雨天時の視認性を向上する等メリットの多い高機能舗装は、今後も増加の一途を辿ると考えらるが、積雪寒冷地域においては、冬期寒冷時にポーラスな舗装体内部が凍結してしまい排水機能が損なわれ、高機能舗装の本来の機能が発揮されないのではないかと、という心配がある。舗装体内部が凍結するということは、舗装破壊にも繋がる問題でもある。

抑制材添加高機能舗装のメリットで特記しなければならないことは、舗装体内部の水分が凍結して排水機能を保持できなくなることを抑制できる点である。抑制材を添加しない高機能舗装において、物理系凍結抑制舗装を採用した場合、寒冷度が厳しい時は内部が凍結してしまうため、凍・圧雪化が拡大し

て、その機能を十分に発揮できなくなる恐れがある。積雪寒冷地の高機能舗装では、排水機能を確保するために、化学系高機能舗装とし、特に、すべり対策を講じる必要がある区間だけ物理系凍結抑制舗装を施工することが望まれる。路面凍結だけに注意が向けられ、舗装体内部で凍結してしまったということがないようにしなければならない。

参考文献

- 1) 国土交通省東北整備局仙台河川国道事務所ホームページ、「だいすきみやぎのかわとみち」
- 2) 中原，竹田，島崎：凍結抑制効果の予測法に関する検討，第21回日本道路会議論文集，1995－10