

パーマス多機能工法を用いた凍結抑制効果の評価に関する研究

交通工学研究室 西川寛朗
指導教員 丸山暉彦

1. 概要

パーマス多機能工法とは、ポーラス舗装の表面空隙に透水性レジンモルタルに弾性機能を添加した弾性レジンモルタルを充填する工法である。特徴は、透水機能、骨材飛散の抑制、空隙詰り抑制、騒音低減効果があり、充填するモルタルが弾性機能を有することから凍結抑制効果も期待できる。しかし、凍結抑制効果は不明確な部分が多く、凍結抑制効果を定量的に評価する方法も確立されていないのが現状である。

本研究では、パーマス多機能工法の物理的凍結抑制効果を確認し、凍結抑制効果の影響因子を特定・評価を目的とした。

凍結抑制効果の確認のために、氷着引張試験と氷膜破碎試験を実施した。また、実舗装では舗装表面の材料配列が複雑なため、凍結抑制効果の影響因子を特定することが困難であることから実舗装のモデル化(以下:モデル供試体)を行って、影響因子の特定し、評価した。

2. 試験方法

氷着引張試験は『舗装性能評価法別冊、氷着引張強度』に準拠し、氷膜破碎試験は2-3で述べる。

2-1 供試体の作製

使用する供試体の種類を表-1に示す。供試体の作製は、舗装調査・試験法便覧; B003 ホイールトラッキング試験方法に準拠し、供試体寸法は 300mm×300mm×50mmとした。

2-2 試験条件

氷着引張試験の条件を表-2に、氷膜破碎試験の試験条件を表-3に示す。なお、氷着引張試験は N=3、氷膜破碎試験は N=2 で実施した。

表-1 供試体の種類

名称	仕様
PRMS工法(13)	混入量2.20kg/m ²
PRMS多機能(13)低柔軟型	弾性骨材50%混入, 混入量1.60kg/m ²
PRMS多機能(13)高柔軟型	〃, 〃
PRMS多機能(20)低柔軟型	弾性骨材50%混入, 混入量2.46kg/m ²
PRMS多機能(20)高柔軟型	〃, 〃
密粒度アスファルト混合物(13)	ストレートアスファルト60/80
ポーラスアスファルト混合物(13)	ポリマー改質アスファルトH型, 空隙率20%
ルビット混合物(13)	ポリマー改質アスファルトII型, コム粒子3%混入

表-2 氷着引張試験

項目	条件
試験方法	鋼球落下法
鋼球重さ	420g
落下高さ	25cm
落下回数	10回
養生時間	5hr
試験温度	-5℃
引張速度	13mm/分

表-3 氷膜破碎試験

項目	条件
養生時間	供試体: 12hr 氷膜: 0.5hr
試験温度	-10℃
試験時間	0.5hr
載荷荷重	140kg
走行速度	21往復/min
使用タイヤ	ブロックタイヤ

2-3 氷膜破碎試験

今回実施した氷膜破碎試験および破碎面積率の算定方法を以下に記す。

1. 供試体を試験温度で養生後、霧吹きで供試体の表面に氷膜を成形する。
2. 試験開始前の状態を撮影し、ホイールトラッキング試験機により繰り返し走行を行い、15分、30分経過時に供試体の状態をそれぞれ撮影する。
3. 氷膜の破碎度合いの指標となる破碎面積率を画像解析により求める。
4. 写真-1のように、試験時に撮影した画像を2値化し、範囲を設定して画像を取り出す。なお、設定範囲は試験に使用したタイヤの幅が5cm、供試体の両隅で光の反射が安定しないことから両隅1cmを除き、5cm×28cmとした。
5. 取り出した範囲の黒い部分の割合を画像処理ソフトで割り出し、氷膜の破碎と判断した。なお、氷が割れた面積を破碎面積率とし、求め方は以下の通りとする。

$$\text{破碎面積率} = \frac{\text{試験後の黒い部分} - \text{試験前の黒い部分}}{\text{試験前の設定範囲} - \text{試験前の黒い部分}}$$

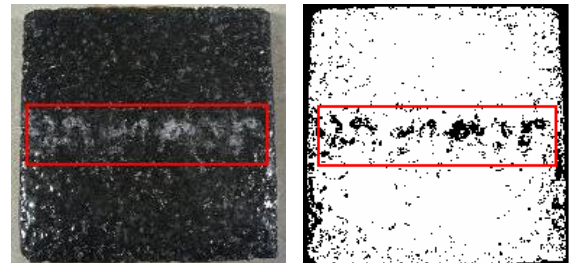


写真-1 画像解析 (2値化する前後)

3. 試験結果と考察

3-1 氷着引張試験 (実舗装供試体)

氷着引張試験の結果を図-1に示す。

氷着引張強度は、PRMS多機能(13)低柔軟型および高柔軟型、PRMS多機能(20)低柔軟型および高柔軟型は、ルビット混合物(13)と同程度の氷着引張強度であったため、これらにも凍結抑制効果があると判断可能である。しかし、凍結抑制効果がないポーラスアスファルト混合物(13)の氷着引張強度も0.5MPa程度しかない。この理由として、ポーラスアスファルト混合物(13)は透水機能があるため、不織布に含ませた水が治具の設置から水が凍るまでに流れ出て、供試体と治具の接地面積が小さくなり、氷着引張強度も小さくなったと考えられる。このことから、PRMS多機能工法も透水機能があるので、現状の試験法では正しく評価できていない可能性がある。

3-2 氷膜破碎試験（実舗装供試体）

氷膜破碎試験の結果を図-2 に示す。

PRMS 多機能(13)低柔軟型および高柔軟型, PRMS 多機能(20)低柔軟型および高柔軟型は, ルビット混合物(13)と同程度以上の破碎を確認できたので, これらは凍結抑制効果があると判断できる。また, 最大粒径が大きい方が破碎しているのので, 凍結抑制効果が大きいことがわかる。

3-3 氷膜破碎試験（モデル供試体）

本研究で取り扱ったモデル供試体のパラメータは, 樹脂モルタルの充填面積, 柔軟性, 充填深さとした。モデル供試体を用いた氷膜破碎試験の結果を図-3~5 に示す。

充填面積率の増加(図-3)と柔軟性の向上(図-4)に伴って, 破碎面積率の増加が確認できた。よって, 樹脂モルタルの充填面積と柔軟性は, 凍結抑制効果が現れやすくなるための重要なパラメータであるといえる。図-5 より, 充填深さはある程度あれば, それ以上深くても凍結抑制効果への影響は小さいといえる。

4. 結論

本研究で, 得られた知見を以下にまとめた。

- ① 氷着引張り試験では, 透水機能がある舗装の凍結抑制効果を, 正しく判断することができない。
- ② PRMS 多機能工法は, 物理系凍結抑制舗装のルビット舗装と同程度以上の凍結抑制効果がある。
- ③ PRMS 多機能工法の凍結抑制効果を大きくするには, 母体ポーラスアスファルトの最大粒径を大きくし, すり込む樹脂モルタルの柔軟性を高くする。
- ④ 凍結抑制効果への大きな影響因子は, 樹脂モルタルの充填面積と柔軟性である。
- ⑤ 充填深さは, ある程度の深さがあれば, それ以上深くても凍結抑制効果に影響しない。
- ⑥ モデル供試体と実舗装供試体では, 破碎面積率に大きな差があり相関がとれていない。
- ⑦ 本研究で取り上げたパラメータ以外に, 充填する穴の径が, 凍結抑制効果へ影響を与えている可能性がある。

5. 今後の課題

本研究では, PRMS 多機能工法の凍結抑制効果には, 充填面積と柔軟性が大きく影響していることがわかった。しかし, モデル供試体と実舗装供試体で破碎に大きな差があることから, 他に凍結抑制効果へ大きな影響を与える因子があると考えられる。それら影響因子をさらに詳しく検証していく必要がある。

また, 本研究だけでは, 実験データが少ないため, 誤差があると考えられるので, さらに実験データを取る必要がある。

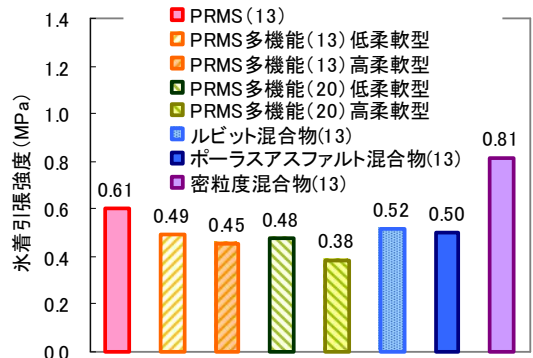


図-1 氷着引張試験結果

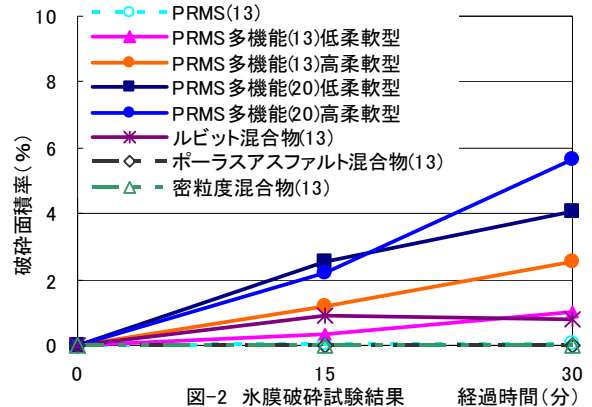


図-2 氷膜破碎試験結果

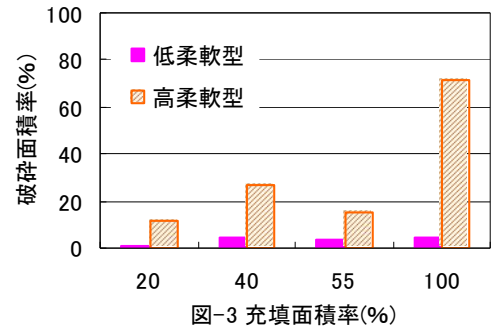


図-3 充填面積率(%)

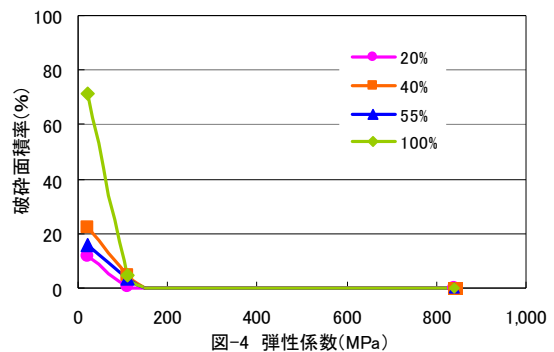


図-4 弾性係数 (MPa)

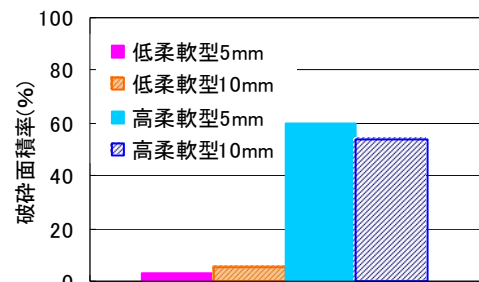


図-5 充填深さ(mm)