

粉末状の弾性体による氷版破壊効果に関する一検討

福田道路 技術研究所 正会員 ○清水 忠昭

同上 正会員 渡辺 直利

同上 佐藤 慶彦

1. 目的

積雪寒冷地における冬期路面の走行安全性を確保することを目的として、路面摩擦係数の低下を防ぎ、除雪作業を容易にするために、舗装の分野では様々な凍結抑制舗装が開発され、実道の路面管理に採用されているが、必ずしも満足される効果は得られていないのが現状である。

凍結抑制舗装はその原理により、舗装表面にある弾性体が走行車両の荷重によってたわみ、氷版を破壊・はく離させる「物理系」と、舗装体に添加・混入した凍結抑制材（塩化カルシウム等）が溶出し、圧雪や凍結を抑制する「化学系」の2つに大別される。なお一般的にはその原理に基づいて、物理系は効果の程度、化学系は効果の持続性に難があるとされている。近年は、より効果の高い、ハイグレードな凍結抑制舗装が開発されているものの、使用材料や工数が増える場合が多く、汎用化には至っていない。

筆者らはコスト削減を図る観点から、アスファルト混合物の製造時に添加材を混入する方式を検討している。本研究は、弾性体を混入した混合物の氷版破壊効果について室内における評価試験結果を示すものである。

2. 弾性体を混入したアスファルト混合物

弾性体を混入したアスファルト混合物は物理系の凍結抑制舗装に属し、製造時に粒状弾性体を混入するもの（図－1）などが知られている。一般に弾性体を混入する凍結抑制舗装では、使用する弾性体の混入率が高く、粒径が大きいほど、路面に露出する弾性体が増加し、氷版の破壊・はく離効果が高くなる。

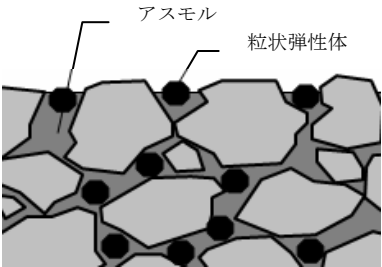
今回は従来とは異なる概念として、100μm 程度の微粒子の弾性体（以下、微粒弾性体）を用いて検討を行うものである。微粒弾性体を用いたアスファルト混合物の概念図を図－2に示す。この概念では、路面に露出した弾性体の効果ではなく、微粒弾性体をバインダ全体に分散させることでアスファルトモルタル全体が弾性体化し効果が得られると考える。

3. 試験用アスファルト混合物の配合

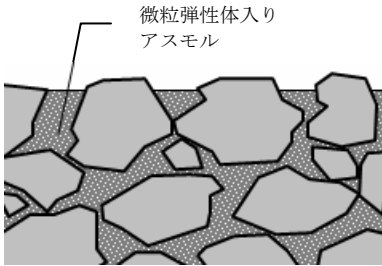
評価の基準となる汎用合材の配合を表－1に示す。配合Aは粒状弾性体を用いた既存の凍結抑制舗装の配合、配合BはSMA配合である。微粒弾性体の混入による効果を明確にするために、微粒弾性体入りの混合物は表－1の配合を元に石粉の一部を置換して作製した。なお、微粒弾性体は比重が0.1未満と小さいため、石粉の体積に対して置換している。

4. 氷版のはく離性能への影響

物理系の凍結抑制舗装に求められる性能を路面の氷版に対する破壊性能とはく離性能の2つと考え、まず氷着引張強度を指標としてはく離性能を評価することとした。氷着引張強度は「舗装性能評価法 別冊」の「氷着引張強度を求めるための引張試験機による測定方法」に準拠するが、はく離性能のみに着目するために鋼球落下は行わないこととした。試験条件を表－2、試験の概念図を図－3に示す。



図－1 既存の物理系凍結抑制舗装の概念図



図－2 微粒弾性体入り混合物の概念図

表－1 アスファルト混合物の配合

配合		配合A	配合B
配合割合(%)	6号碎石	52	56
	7号碎石	14	15
	粗目砂	20	9.5
	細目砂	3	9.5
	石粉	11	10
粒状弾性体(%)		2.5	—
ポリマー改質アスファルトⅡ型(%)		7.5	5.3

氷着引張試験の結果を図-4に示した。横軸に測定した供試体の基準配合と石粉に対する微粒弾性体の置換率を示す。配合A, Bともに微粒弾性体を混入することで、氷着引張強度が低下しており、はく離性能が向上することが分かる。はく離性能が向上するメカニズムについては、微粒弾性体が100 μ m程度であることから、表面のミクロテクスチャによるものと考えている。ちなみに微粒弾性体を混入した混合物のBPNは0.7~0.8程度の十分なすべり抵抗性を有しており、ここでもミクロテクスチャの関与が推察される。

5. 氷版の破壊性能への影響

物理系の凍結抑制舗装に求められるもう一つの性能、氷版に対する破壊性能に関する汎用の試験方法はない。そこでマーシャル供試体や切り取りコアを用いることを前提に簡便な試験方法を採用した。試験の概念図を図-5に、試験条件を表-3に示す。試験の供試体はマーシャル供試体や切り取りコアの平らな面に5mm厚の氷版を作製したものとし、試験は氷版に40mm $\times$ 40mmの鋼製治具を載せて圧縮して、氷版が割れたときの荷重を測定するだけの単純な試験である。なお、評価は下式により得られる氷版破壊強度により行い、値が小さいほどより小さな応力で氷版が破壊されることを示す指標となっている。

$$\text{氷版破壊強度(Pa)} = \frac{\text{氷版破壊時の荷重(N)}}{\text{載荷面積(m}^2\text{)}}$$

氷版破壊強度と混合物自体の圧裂強度(-10 $^{\circ}$ C)を図-6にまとめた。横軸に基準配合、置換率、使用アスファルトを示した。粘弾性調整とは、軟化点が下がるように調整したアスファルトを示している。

配合Aにおいて微粒弾性体を混入することで氷版破壊強度が減少し、氷版破壊性能が向上することが確認できる。これは圧裂強度の差によるものと考えられる。また、粘弾性調整アスファルトにより、さらに氷版破壊強度が低下することが分かった。ポリマー改質アスファルトII型では温度の低下とともに硬化して微粒弾性体の弾性が損なわれるが、軟化点を下げたアスファルトでは-10 $^{\circ}$ Cでも微粒弾性体の弾性が損なわれ難いものと考えられる。

6. まとめ

微粒弾性体を混入したアスファルト混合物を用い、室内において氷版の破壊・はく離性能に関する評価試験を行った。氷版の破壊・はく離性能を、氷版破壊強度と氷着引張強度の2つの指標を用いて評価した結果、微粒弾性体をアスファルト混合物に混入することにより、アスファルト混合物の氷版に対する破壊性能とはく離性能の両方が向上することが確認された。

表-2 氷着引張試験条件

項目	条件
養生温度(試験温度)	-5 $\pm$ 1 $^{\circ}$ C
養生時間	4時間以上
治具	鋼製 ϕ 10cm
引張速度	13mm/min

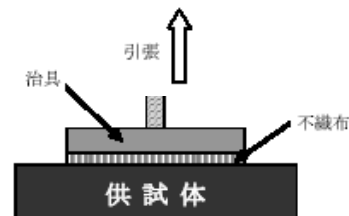


図-3 氷着引張試験の概念図

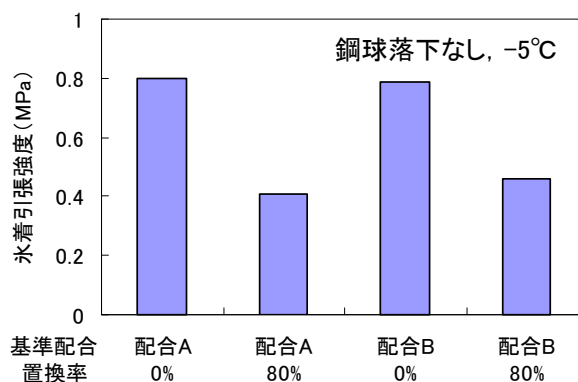


図-4 氷着引張試験結果

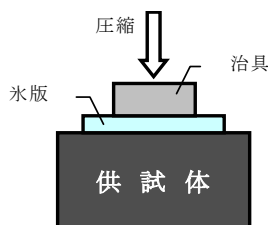


図-5 氷版破壊試験の概念図

表-3 氷版破壊試験条件

項目	条件
養生温度(試験温度)	-10 $\pm$ 1 $^{\circ}$ C
養生時間	4時間以上
治具	鋼製 4 $\times$ 4cm
圧縮速度	10mm/min

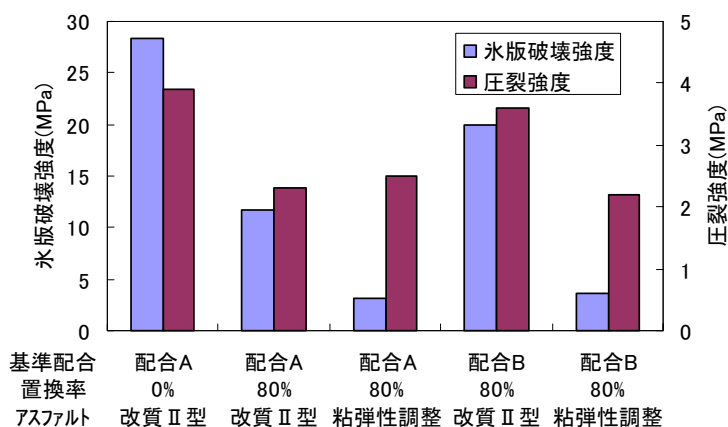


図-6 氷版破壊試験結果(-10 $^{\circ}$ C)