

北海道型 SMA の機能向上に関する基礎的研究

国立研究開発法人	土木研究所	寒地土木研究所	正会員	○田中	俊輔
国立研究開発法人	土木研究所	寒地土木研究所	正会員	安倍	隆二
	北海学園大学	工学部	正会員	武市	靖
	北海道科学大学	工学部	正会員	亀山	修一
国立研究開発法人	土木研究所	寒地土木研究所	正会員	木村	孝司

1. はじめに

北海道型 SMA は、耐久性向上の観点から、排水性舗装の代替として開発された表層用アスファルト混合物であり、北海道開発局が管理する高規格幹線道路や一般国道を中心に、普及が進んでいる。北海道型 SMA は、積雪寒冷環境下に対応できる十分な耐久性と走行安全性の機能を併せ持つことをコンセプトとしている。しかし、その品質を安定的に確保するためには、配合や施工方法などにおいて検討の余地がある。また、舗装の更なる耐久性向上・長寿命化が求められる中で、北海道型 SMA も更なる耐久性の向上を目指して研究に取り組んでいる。

本研究は、耐久性向上と走行安全性確保を目指す研究の基礎的な取り組みとして、特に積雪寒冷地において重要な凍結路面の走行安全性と路面テクスチャの関係、および締固め度と耐久性の関係を定量的に明らかにした。

2. 配合と施工における北海道型 SMA の課題

北海道型 SMA は、前述の性能を確保するために、粗い路面テクスチャを保ちつつも内部は密実となり不透水層が形成されることが望ましい。北海道型 SMA の空隙率に着目すると、室内配合時のマーシャル安定度試験の基準値は3～7%である。ここで、2014年に北海道開発局が管理する高規格幹線道路で行った工事のうち、詳細な調査を行った3工事において、施工後の採取コアより測定した空隙率と締固め度の関係を図-1に示す。当然ながら全て規格が遵守されている締固め度であるが、空隙率では室内配合時の基準値より大きい仕上がりとなっているものが散見される。このような場合、透水する可能性が考えられ、特に我が国の積雪寒冷地では融雪水の凍結融解などの作用を受ける¹⁾ことから、耐久性の面で懸念がある。この対策として、配合でアスファルトモルタル分を増やして、空隙率を低くすることが考えられるが、そうすると路面テクスチャの粗さも低下すると推測される。

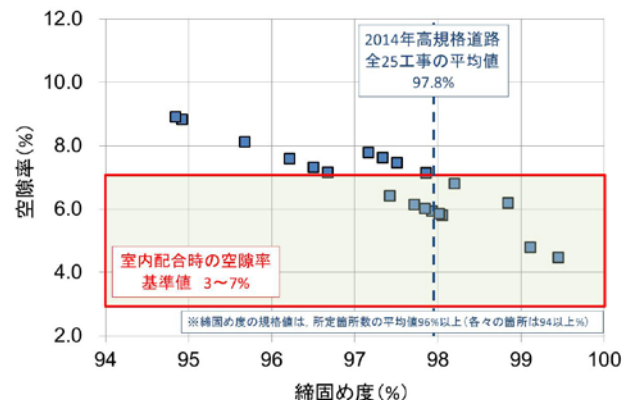


図-1 空隙率と締固め度（高規格幹線道路）

次に、施工に着目する。図-2に苫小牧寒地試験道路で行った試験施工における路面テクスチャ（平均プロファイル深さ：MPD）と締固め度の関係を示す。北海道型 SMA の路面テクスチャ（MPD）と締固め度には、負の相関関係にあることがわかる。そのため、北海道型 SMA の施工における転圧方法の決定には、特に十分な検討を要する。したがって、北海道型 SMA の機能向上には、適切な路面テクスチャと耐久性の両立という観点で、十分検証しなければならない。

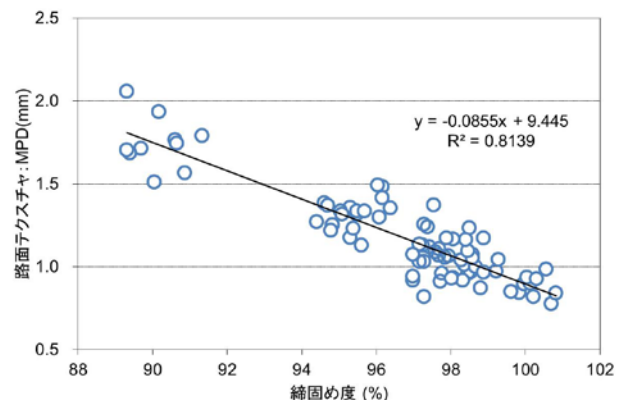


図-2 路面テクスチャと締固め度（試験道路）

3. 路面テクスチャが走行安全性に与える影響

凍結路面のすべり抵抗性に着目して、路面テクスチャとの関係を検証した。路面テクスチャを MPD で 0.15～1.50mm で管理

キーワード 北海道型 SMA, 路面テクスチャ, 締固め度, 機能向上

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 (国研) 土木研究所 寒地土木研究所 TEL 011-841-1747

し作製した供試体に氷膜路面を形成し、DF テスタですべり摩擦係数を測定した(60km/hの時の測定値： μ_{60} を採用)．表-1に試験条件を示す．なお、路面状況は氷膜路面としており、散水量は 1000g/m^2 としている．前野らの道路雪氷分類²⁾によると氷厚が1mm以下のものを氷膜、それ以上を氷板としており、本試験の散水量では、MPDが小さく平滑な路面では氷板に近い氷膜路面が形成され、路面テクスチャが粗くなるにつれて、形成される氷膜も薄くなると考えられる．

図-3に試験結果を示す．すべり摩擦係数の変化傾向を3つの段階に分類することができる．Phase.1 (MPD<0.5mm)は路面ほぼ全域が氷膜で覆われており、車両の走行が危険な状態、Phase.2 ($0.5 \leq \text{MPD} \leq 0.9\text{mm}$)は路面テクスチャが粗くなるにつれて路面凸部の氷膜が薄くなり、すべり摩擦係数が上昇する変動域、Phase.3 (MPD>0.9mm)は路面凸部を中心に氷膜が消失し、十分安全なすべり摩擦係数を確保している状態である．ここでは、路面テクスチャがすべり摩擦係数に与える影響を考察する上で重要なPhase.2に着目する．北海道開発局では北海道型SMAの路面テクスチャの規格値をMPDで0.9mm以上としている(所定箇所数の平均値)．その時のすべり摩擦係数(0.73)を基準とすると、MPDが0.9mmから0.8mmに低下すると、すべり摩擦係数は約20%低下した．よって、路面テクスチャは走行安全性に大きく寄与することがわかる．なお、本試験で得られた傾向は、想定する路面状況や混合物などにより変化すると思われる．しかし、Phase.2のようなすべり摩擦係数の変動傾向を明確にすることは、北海道型SMAの耐久性などの機能向上を図る上で、重要であると考えている．

4. 締固め度が耐久性(骨材飛散抵抗性)に与える影響

次に、耐久性の観点から検証する．前述の苫小牧寒地試験道路における試験施工で採取したコアを用いて、締固め度の測定と低温カンタブロ試験を行った．低温カンタブロ試験はコアおよび試験室内の温度を -20°C に設定した．

図-4に試験結果を示す．締固め度と低温カンタブロ損失率(以下、損失率)の関係は直線回帰式で示すことができる．北海道型SMAの締固め度の目標値である100%の時の損失率を基準とすると、締固め度が1%低下するごとに、骨材飛散抵抗性は約15%低下することになる．ただし、この結果が、舗装の寿命にどの程度影響を与えるかについては、今後の検証を必要とする．しかし、定量的評価を行うことは、今後、北海道型SMAの機能向上を進める上で、重要な役割を果たすと考えている．

5. おわりに

本研究では、室内試験や試験施工の結果から、路面テクスチャおよび締固め度が、北海道型SMAの有する機能である走行安全性や耐久性に与える影響を定量的に評価することができた．現段階は、まだ基礎的な取り組みであるが、今後、更に室内試験や試験道路での屋外試験、実道における試験調査を進め、北海道型SMAの安定的な品質確保や機能向上のための技術開発に取り組んでいきたい．

参考文献

- 1) 丸山ら：融雪期に発生する舗装の損傷実態と損傷のメカニズム，第57回北海道開発技術研究発表会，2014．
- 2) 前野ら：道路雪氷の構造と新分類，低温科学物理編，第46集，pp.119-133，北海道大学低温科学研究所，1988．

表-1 凍結路面の試験条件

試験温度	試験開始時 $+2^\circ\text{C}$ ，散水後10分ごとに 1°C 低下させ、 -8°C まで低下．
供試体のMPD	0.15, 0.33, 0.50, 0.69, 0.88, 1.20, 1.50mm (CTメータで測定)
路面状況	氷膜路面 (1000g/m^2 散水)

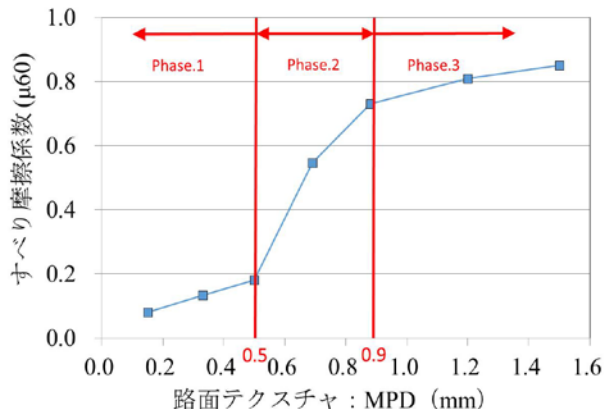


図-3 氷膜路面のすべり摩擦係数とMPDの関係

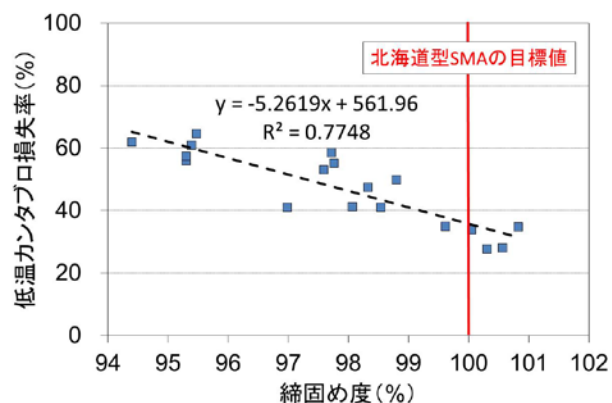


図-4 締固め度と骨材飛散抵抗性の関係