

高機能舗装〔北海道型〕の導入から現在までの取組み状況について ～導入から3年が経過して～

Development of Hybrid Asphalt Pavement and its Current Conditions after 3 years from installation

東日本高速道路株式会社 北海道支社管内

東日本高速道路株式会社

(株)ネクスコ・エンジニアリング北海道

正会員 水野津与志 (Tuyoshi Mizuno)

非会員 川島正人 (Masato Kawashima)

〇正会員 秋田学 (Gaku Akita)

1. はじめに

東日本高速道路株式会社 北海道支社管内(以下：北海道支社管内)の高速道路は、平成 19 年度末現在で約 5 割が高機能舗装化されている。高機能舗装は、ポーラスな構造により優れた排水機能などを有しているが、その整備が進むにつれて、骨材飛散、ポットホール、ラベリングなどといった各種の損傷が顕在化しており、排水機能の早期喪失や乗り心地の悪化に伴ってサービスレベルの低下にも繋がっている。

上記を踏まえ、北海道支社管内では、平成 18 年度より高機能舗装〔北海道型〕(以下：北海道型)を標準の表層混合物として導入している。北海道型は、高速道路のトンネル内などに適用しているハイブリッド舗装をベースに、北海道支社で開発した新たな舗装であり、表面は適度なキメ深さを持ち内部は密実な構造となる、耐久性と機能性のバランスに優れた舗装である。

本文は、北海道型の導入から現在までの各種取組み状況について報告するものである。

2. 高機能舗装の損傷

2. 1 損傷状況

高機能舗装の損傷は骨材の飛散から始まり、飛散が進行することでポットホールやラベリングなどの損傷形態へ進展し、最終的には不連続な凹凸が面的に発生して、前述の排水機能の早期喪失や乗り心地の悪化などを招いている。(写真-1)



写真-1 高機能舗装の損傷状況

2. 2 損傷原因

高機能舗装の損傷原因は、硬質なスチールエッジを使用した除雪作業や冬期間の凍結融解作用、また融雪水によるアスファルトのはく離作用など、厳しい冬期気象条件に起因したものであり、これらが高機能舗装のポーラスな構造に作用することで発生している。また、各原因は相互に影響していると考えられている。(写真-2)



写真-2 高機能舗装の損傷状況

2. 3 損傷状況

高機能舗装の損傷は、“ひび割れ”や“わだち掘れ”といった、従来の路面評価項目では適切な評価が難しいため、その損傷実態を十分に把握することができなかった。そこで、高機能舗装の損傷状況を目視で評価する方法を定め、平成 17 年秋に北海道支社管内の全ての高機能舗装施工箇所を対象に損傷状況の調査を行った。(写真-3、表-1)



写真-3 評価レベルの凡例写真

表-1 目視評価レベル及び項目

評価 レベル	評価項目					総合評価 (点検要領ランク)
	表面の 荒れ	ポット ホール	飛散	騒音	排水性 (スモーク)	
1	○	○	○	○	○	新設(OK)
2	○	○	○	○	○	観察必要(B)
3	△	○	○	△	△	要経過観察(A3~A2)
4	×	×	△	×	×	補修が必要(A1)
5	×	×	×	×	×	速やかに補修必要(AA)

3. 高機能舗装〔北海道型〕の導入検討

3. 1 北海道型に求める性能

北海道型には、高機能舗装の損傷状況を踏まえて以下の目標性能を設定した。

① 安全性の確保

すべり抵抗性や視認性に優れた舗装とし、特に湿潤時の走行安全性(ハイドロプレーニング現象やスモーク現象の抑制等)を確保する。

② 耐久性の確保

骨材飛散抵抗性、耐流動性、耐水性に優れた舗装とする。

③ 経済性の向上

維持管理費削減の観点から 15 年以上の耐久性能を目指し、ライフサイクルコストを低減する。

このような性能を満足する舗装として、(株)高速道路総合技術研究所で開発したハイブリッド舗装がある。ハイブリッド舗装とは、表面は高機能舗装と同等のキメ深さを持ち、内部は碎石マスチック舗装や密粒系の舗装と同等の密実さを持つ、耐久性と機能性のバランスに優れた舗装である。(図-1)

本来であれば、ハイブリッド舗装を新たな標準の表層混合物として導入したいところであったが、ハイブリッド舗装は過去の施工において、アスファルトモルタル分が分離してフラッシュが発生した事例や、混合物温度が低下すると締固め度不足になりやすいといった問題が確認されている。(写真-4) そこで、北海道型ではハイブリッド舗装をベースに部分的な改良を行い、これらの問題を解消することとした。

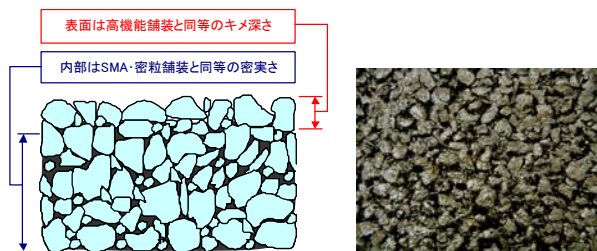


図-1 ハイブリッド舗装の概念図と表面性状



写真-4 ハイブリッド舗装のフラッシュ発生状況

3. 2 ハイブリッド舗装からの改良点

北海道型はハイブリッド舗装と同様に、表面はキメ深さを持ち内部は密実な構造となる舗装であるが、表面のキメ深さをハイブリッド舗装よりも浅い仕上りとした。(図-2) これは北海道型独自の目標粒度によるものであり、ハイブリッド舗装の粒度を基本としながらも、ハイブリッド舗装に比べて 4.75 mm通過量を 5%増して 35%としており、若干、連続粒度に近い粒度としている。(図-3)

これにより、アスファルトモルタルの保持性能が向上してフラッシュの発生が抑制されるとともに、締固め度を得られやすい性状となり、ハイブリッド舗装の問題が解消される。なお、使用アスファルトは耐流動性等を考慮して改質アスファルトとしている。

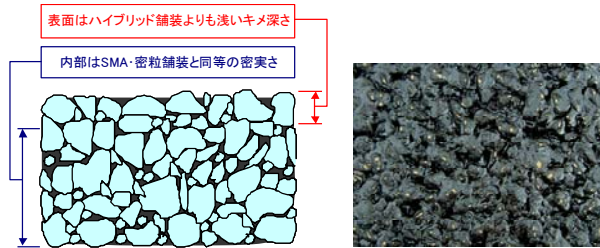


図-2 北海道型の概念図と表面性状

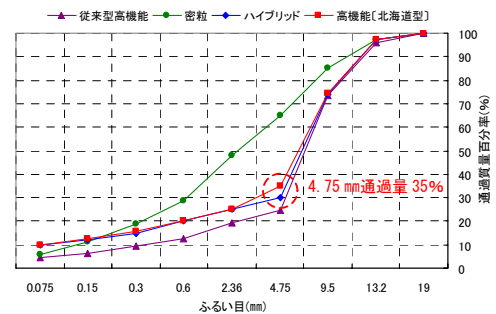


図-3 各舗装の目標粒度

3. 3 北海道型の特色

北海道型の特色を高機能舗装や密粒舗装と比較して述べる。(表-2、写真-5) 高機能舗装はポーラスな構造により優れた排水機能などを有しているが、反面そのポーラスな構造が損傷の一因にもなっている。密粒舗装は表面から内部まで一様な密実構造となっており、骨材飛散抵抗性等の耐久性に優れるが、表面が平滑なため、浮き水によるハイドロプレーニング現象やスモーク現象が発生することがある。

北海道型は両舗装の長所を組合せた構造であり、表面のキメ深さにより浮き水の発生を抑えて走行安全性を確保し、内部の密実さにより各種の耐久性を確保するものである。これにより、前述の目標性能を満足することが可能となる。

表-2 各種表層の特色

舗装種別	高機能舗装	北海道型	密粒舗装
概念図	舗装体内部を通じて排水	舗装表面のキメで排水	舗装表面で排水
構造特色	多孔質な高空隙構造	表面にキメ深さを持ち内部は密実	表面から内部まで一様に密実
コメント	排水機能に優れるが損傷を受けやすい	浮き水の発生を抑制し耐久性にも優れる	耐久性に優れるが浮き水が発生しやすい



写真-5 北海道型の断面

3. 4 導入にあたっての各種検証の実施

北海道型の導入にあたっては、室内試験による配合検証、現地試験施工による施工性検証のほかに、実際の除雪車を用いた耐摩耗試験を実施した。除雪車を用いた耐摩耗試験とは、高機能舗装と北海道型の試験ヤードを設け、ヤード上を実際の除雪車が200回繰り返して除雪作業を行い、各種性状を検証するものである。(写真-6)



写真-6 除雪車を用いた耐摩耗試験

結果は、高機能舗装では除雪作業後に骨材の飛散がみられ、舗装の厚さも約4mm減少していたが、北海道型では骨材の飛散もなく、舗装の厚さも変わらなかった。また、高機能舗装は飛散骨材の目詰まりなどにより、排水機能やすべり抵抗性などの機能性も低下したが、北海道型は除雪作業前と同じ状態を維持していた。(写真-7)

以上までの各種検証で良好な結果が得られたことを踏まえ、平成18年度より、北海道支社管内における標準の表層混合物として北海道型を導入することが決定した。(表-3)

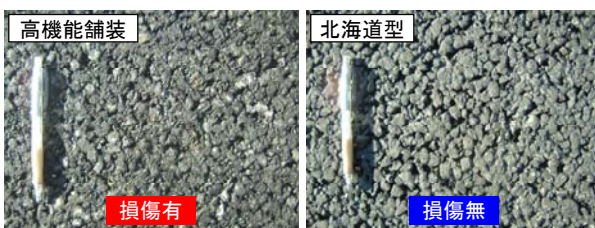


写真-7 耐摩耗試験後の路面状況

表-3 北海道型の耐久性・機能性基準値

性能	試験項目	基準値	備考
骨材飛散抵抗性	低温カンタプロ試験	損失量 12.0%以下	供試体 -20℃
耐流動性	ホイールトラッキング試験	動的安定度 3,000回/mm以上	
曲げ強度	単純曲げ試験	破断ひずみ 6.0×10^{-3} 以上	
耐摩耗性	ラベリング試験	摩耗量 1.1 cm ² 以下	
はく離抵抗性	水浸 ホイールトラッキング試験	はく離面積率 5.0%以下	
キメ深さ	CTメーター測定	キメ深さ MPD 1.0 程度	目標値

4. 現在までの取組み状況

4. 1 配合設計関係

現在までに実施した配合設計の結果については、北海道型の各種基準値を十分に満足するものとなっている。

その中から、高機能舗装の主な損傷形態である「骨材飛散に対する抵抗性」と、密粒舗装の主な補修要因である「わだち掘れに対する抵抗性」をみると、骨材飛散抵抗性を表す低温カンタプロ損失量は、基準値12%以下に対して7~9%程度であり、十分な骨材飛散抵抗性が確認できる。また、わだち掘れ抵抗性を表す動的安定度も、基準値3,000回/mm以上に対して6,000回/mm以上であり、高い耐流動性が確認できる。(図-4)

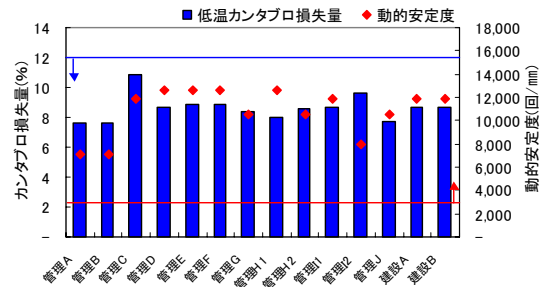


図-4 低温カンタプロ損失量・動的安定度

4. 2 施工関係

北海道型の施工で重要となるのは、「表面キメ深さが均一に確保されていること」、「内部の密実性が十分に確保されていること」である。

現在までに実施した施工の結果からは、表面のキメ深さについては、アスファルトモルタルが滲み出してフラッシュした箇所や、逆にアスファルトモルタルの充填不足(転圧不足)で過度に粗くなった箇所もみられず、均一な仕上がり面が確保されている。(写真-8) 内部の密実性については、現場切取供試体による締固め度で確認しており、目標締固め度である99%~101%(基準値は96%以上)の範囲を74.4%のデータが占めており、十分な密実性が確保されている。(図-5)



写真-8 仕上がり状況

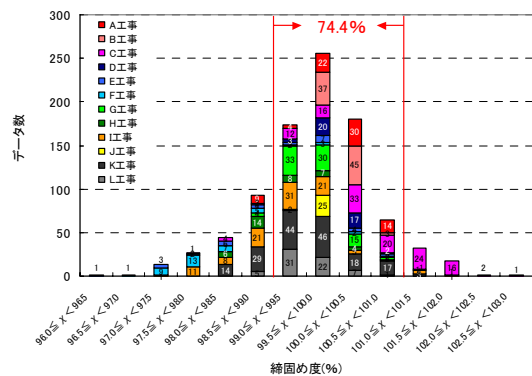


図-5 締固め度データの分布状況

4. 3 追跡調査結果

施工後の長期的な性状の推移を把握することを目的に、供用中の路線において追跡調査を実施している。

施工後2年経過した現時点での調査結果をみると、すべり摩擦係数は初期値から増加しており、0.6以上の高いすべり摩擦係数となっている。路面のキメ深さは初期値より減少傾向にあるが、北海道型の目標値である1.0程度の値を維持している。わだち掘れ量は初期値からの増加が無く、わだち掘れの進行はみられない。(表-4) また、現地の路面状況も、骨材飛散やひび割れなどの路面損傷もなく、良好な状態を維持している。(写真-9)

表-4 追跡調査結果

調査項目	初期値	1年経過	2年経過
すべり摩擦係数(RSN80)	0.48	0.61	0.64
路面のキメ深さ(MPD)	1.24	1.12	0.95
わだち掘れ増加量(mm)	-	0.0	0.0
路面損傷の発生	無	無	無



写真-9 施工後2年経過した北海道型

4. 4 PDCA サイクルの活用

北海道型は新たに開発した舗装であり、開発段階での室内試験や除雪車を用いた耐摩耗試験では、その耐久性と機能性を確認済みであるが、施工後の長期的な性状の推移は、前述の追跡調査などにより確認している段階である。そのため、毎年の施工結果や追跡調査結果などを踏まえながら、必要に応じて配合設計方法や施工方法を改善し、さらなる品質の向上を目指していくことが求められる。

このようなケースでは、PDCA サイクルを活用することが効果的であり、北海道型では同サイクルを採り入れた各種の取組みを行っている。(図-6) 具体的な取組み事例として、施工結果や追跡調査結果、舗装会社のアンケート・ヒアリング結果を踏まえて、配合基準値の一部見直しなどを行っており、北海道支社で作成した「配合設計・施工マニュアル」の改正により周知を図っている。(図-7)

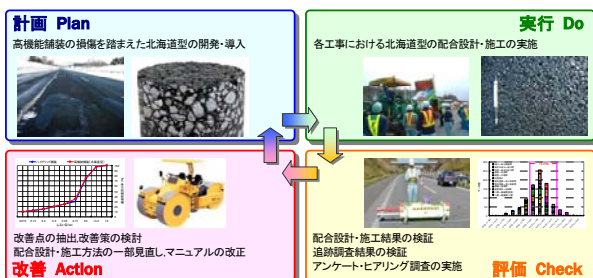


図-6 PDCA サイクルを活用した北海道型の運用イメージ

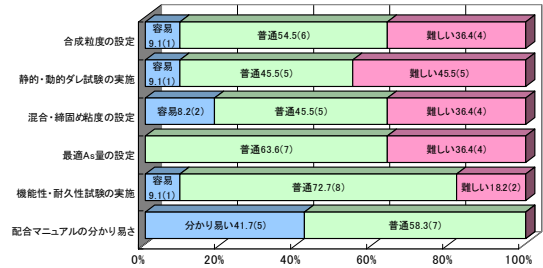


図-7 アンケート結果例(配合設計関係)

5. おわりに

北海道型の導入により、平成17年度には年間で10件以上あった舗装に関するお客様からの苦情が、北海道型導入後の平成18年度以降は0件となり、サービスレベルの向上に繋がっている。

また、平成20年8月に設計要領第一集「舗装編」が改正となり、従来の高機能舗装を高機能舗装Ⅰ型、北海道型を高機能舗装Ⅱ型として要領化された。今後は、地域性等を考慮して使い分ける形態となる。

北海道支社管内の舗装路面は、北海道特有の厳しい冬期気象条件や除雪作業などにより、全国的にも特異で苛酷な環境下にある。しかし、耐久性と機能性のバランスに優れた北海道型の導入により、安全で快適な路面サービスを長期間に渡って提供していくことが可能であると考え、今後も更なる技術力の向上を目指していく所存である。

参考文献

- 1) 豊田邦男, 月本国春, 秋田学
積雪寒冷地の特性を考慮した新たな舗装混合物の開発について, 第27回日本道路会議, No.12040, 2007.
- 2) 水野津与志, 川島正人, 秋田学
高機能舗装〔北海道型〕の導入から現在までの取組み状況について, 第24回寒地技術シンポジウム, CTC_08-II-002, 2008.