

高速道路の積雪寒冷地に適した舗装導入について

—導入後の路面性状報告—

東日本高速道路(株)北海道支社技術部技術企画課 ○上杉 隆則
丸山 正

高速道路では、平成11年より多孔質な高空隙構造の高機能舗装Ⅰ型を採用してきた。北海道の厳しい冬季の気象条件では、損傷が多発したため、積雪寒冷地に適した表層を平成17年度より研究開発し、平成21年には、ネクスコの雪寒地における標準として採用してきた。本報告は施工10年後の路面性状などの追跡調査を含め、品質改善に向けた取り組みを報告するものである。

キーワード：舗装、維持管理

1. はじめに

東日本高速道路(株)北海道支社の高速道路は、昭和46年12月に北広島IC～千歳IC間と小樽IC～札幌西IC間を暫定2車線で47.2kmを供用してから、最近の開通の平成24年12月の大沼公園IC～森IC間9.7kmの供用まで、46年間で北海道の高速道路は、約700kmを管理するにいたっている。これを車線あたりの距離にすると約2,100km・車線。舗装面積は、約850万㎡の高速道路を管理している。そこを日平均交通量約1万台のお客様にご利用いただいている。

本報告は、安全な高速道路をお客様に走行していただくため、雪寒地に適した舗装の研究開発と追跡調査の状況を報告するものである。

2. 舗装補修状況

北海道支社管内の舗装遷移として、平成11年ごろから高機能舗装Ⅰ型が、主流となってきた。それ以前は、密粒舗装が主流であった。その後、平成15年にハイブリッド舗装がTN内に初採用された後、平成16年度に土工部でもハイブリッド舗装を採用した。平成17年には、ハイブリッド舗装を改良した北海道型の試験施工を実施し、平成18年からは高機能舗装北海道型を標準採用することとなった。平成20年8月の当社要領改訂では、高機能舗装北海道型が、高機能舗装Ⅱ型として、北海道を除く地域も設計要領標準の表層用混合物として採用となった。そして、北海道の高速道路の全舗装の80%が高機能舗装となっている。

合材種別毎に補修サイクルを整理する。密粒舗装がおよそ15年の補修サイクルで、損傷要因は主にわだち掘

れである。高機能舗装Ⅰ型は10年弱の補修サイクル。高機能舗装Ⅱ型の原型である北海道型の試験施工は、平成27年に施工後10年を迎える。

高機能舗装Ⅰ型の補修サイクルが特に短く、その損傷状況を図-1に示す。主に凍結融解や除雪の影響と考えられる骨材飛散である。



図-1 高機能舗装Ⅰ型の損傷状況

3. 雪寒地に適した舗装

高機能舗装Ⅰ型の損傷は、早いもので5年ぐらいから顕在化した。高機能舗装北海道型は、このような背景により、JH試験研究所が開発したハイブリッド舗装に着目し、改良を加えることで誕生した。

図-2、図-3にハイブリッド舗装と高機能舗装Ⅰ型の比較を示す。ハイブリッド舗装は、高機能舗装Ⅰ型と同等のキメ深さを持ち、内部は碎石マスタック舗装のような水密性を有している表装用混合物である。従来の高機能舗装Ⅰ型より、骨材飛散抵抗性に優れていた。

ハイブリッド舗装には、大きく3点の課題があったため、その課題の解決に向けて高機能舗装北海道型を開発

した。

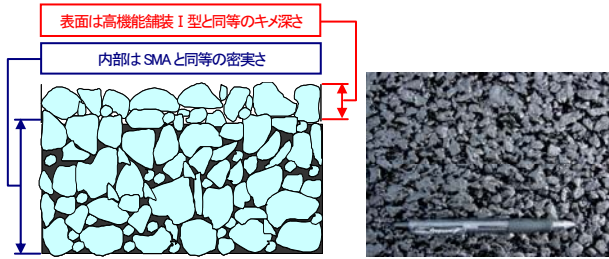


図-2 ハイブリッド舗装の概念と表面性状

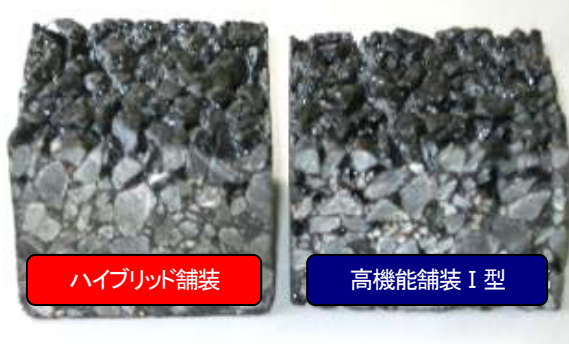


図-3 ハイブリッド舗装と高機能舗装 I 型の比較

課題とは、1つめに「フラッシュしやすい。」2つめに「ダンプ運搬時にダレが発生しやすい。」3つめに「締め固め不足が発生しやすい。」の3点である。

1つめの課題は、表-1、図-4に示すように、7号碎石を意図的に配合し4.75mmふるい通過量を30%から35%に変更した。これによりフラッシュの抑制を可能とした。

2つ目の課題は、表-2に示すように、プラントの目標出荷温度幅を±10℃から±5℃に狭くした。これは、ハイブリッド舗装が、混合物温度に敏感な混合物であることがわかったためである。そのほか、アスファルト量を5.8%から5.6%の0.2%の減量を実施することで、ダレを抑制することができた。

3つ目の課題の締め固め不足については、転厚機種の影響も考えられたため、表-2に示すように鉄輪（マカダムローラー）主体から、タイヤローラー主体の占め固め回数に変更した。その結果、均一な表面キメ深さを確保しつつ、現場締め固め度について、平均99.7%と良好な結果となり、内部の密実性も十分に確保できた。

表-1 目標粒度の比較 (%)

ふるい目(mm)	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
ハイブリッド舗装	100	97.5	-	31.0	25.0	21.0	-	-	10.0
北海道型	100	97.5	-	35.0	25.0	21.0	-	-	10.0

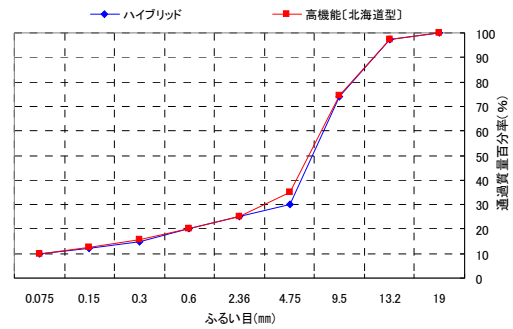


図-4 目標粒度の比較

表-2 各種施工管理目標(実績)

舗装種別	出荷温度 混合時間	初期転圧	二次転圧	仕上げ転圧
ハイブリッド舗装	178±10℃	タデローラー1t 9回	—	タデローラー 3回
北海道型	178±5℃	タデローラー10t 4回	タデローラー25t 12回以上	タデローラー生 適宜

高機能舗装北海道型は、北海道支社独自の混合物であるため、平成17年に高機能舗装北海道型の試験施工の知見をまとめた配合設計マニュアル・施工マニュアルを12月に制定し、平成18年から北海道支社の表装用混合物の標準とした。

高機能舗装北海道型は、平成20年の当社設計要領の改訂により、高機能舗装II型として全国で採用される舗装となった。

高機能舗装北海道型配合設計マニュアル・施工マニュアルは、設計要領に整備されてからも高機能舗装II型配合設計マニュアル・施工マニュアルとし、地域性を考慮した内容を加え、現在でも採用している。

地域性の考慮として、除雪による骨材飛散を軽減させるため、キメ深さを北海道支社では下げている。当社設計要領でキメ深さ1.2以上となっているところ、0.8~1.2を目標とするように記載している。除雪の特に多い旭川地域では、骨材飛散を軽減させるため、キメ深さを0.9を目指すようにしている。また、比較的除雪の少ないその他の地域では、骨材飛散を軽減させつつ、キメ深さによる浮き水抑制効果を期待するため1.0~1.2を目指すよう地域によって、使い分けをしているところである。

高機能舗装II型配合設計マニュアル・施工マニュアルは、品質確保・向上を目的に数回改訂を行ってきた。

4. 追跡調査について

(1) 路面性状追跡調査

高機能舗装北海道型の試験施工は、継続的に追跡調査を実施している。追跡調査の内容や頻度について、わだち掘れ量・すべり摩擦係数・路面のキメ深さの路面性状3項目を施工後を初期値とし、初年度を含め3年間は毎年、その後は隔年で調査している。

わだち掘れの調査結果を図-5に示す。わだち掘れ量は、

約5mmのまま推移している。

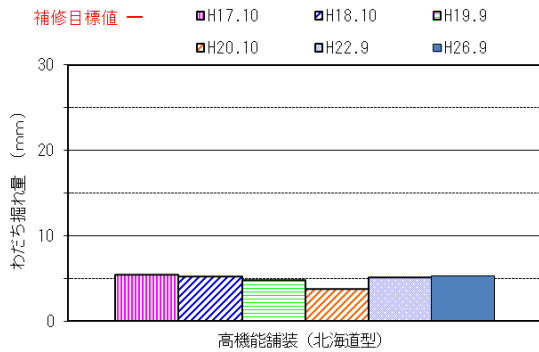


図 - 5 わだち掘れ量の経年変化

すべり摩擦係数の調査結果を図 - 6 に示す。すべり摩擦係数について、初期値は表面のアスファルトにより、若干低い値を示しているが、2年目以降からは、変わらず推移しており、低下は見られない。

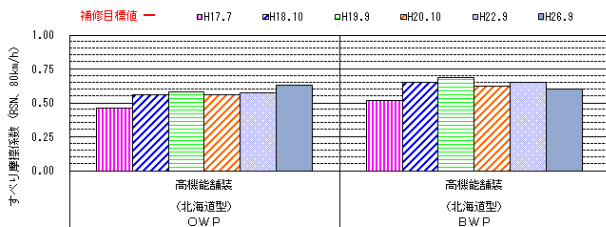


図 - 6 すべり摩擦係数の経年変化

キメ深さの調査結果を図 - 7 に示す。初年度から低下が見られるものの、キメ深さの施工目標の0.8は満足されている。

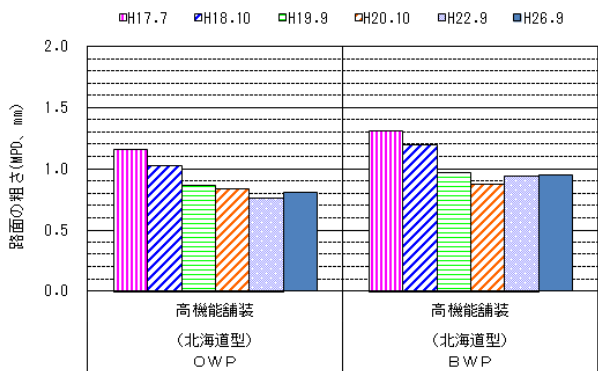


図 - 7 キメ深さの経年変化

次に、高機能舗装北海道型及び高機能舗装Ⅱ型の損傷について、図-8に示すような軌道部に縦断方向の筋上クラックが発生している箇所がある。

クラック発生原因は、軌道部にわだちが発生する時に、舗装表面が引っ張られ、舗装表面が追従できないためにクラックが発生したと考える。抜取りコアを確認した結果、表面のみのクラックであったため、すぐ切削オーバーレイによる補修が必要ないため、経過観察を継続する。

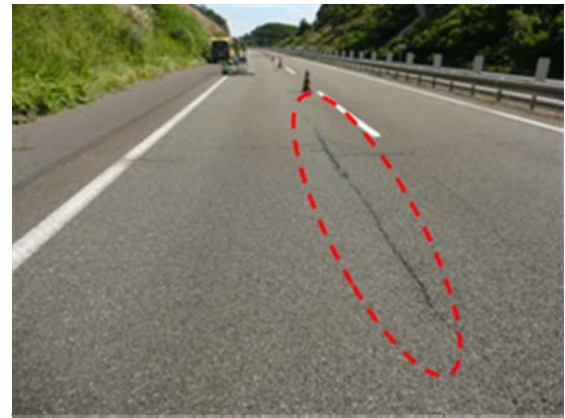


図 - 8 軌道部のクラック発生状況

(2) 事故対策効果

高機能舗装北海道型の湿潤時における事故対策効果を調査した内容を報告する。

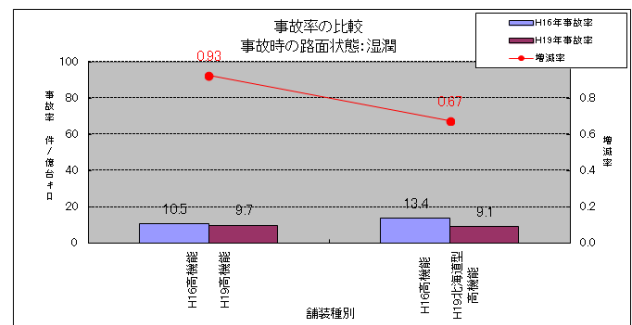


図 - 9 高機能舗装 (I型と北海道型) の事故率比較

図 - 9 に高機能舗装 I 型と高機能舗装北海道型の事故率の比較を示す。図 - 9 の左側と右側の棒グラフは、それぞれ同じ箇所である。左側は高機能舗装 I 型の比較で、平成 16 年と平成 19 年を比較している。右側は、平成 16 年が高機能舗装 I 型で、平成 19 年が高機能舗装北海道型である。

若干、高機能舗装北海道型の事故率が低い値を示しており、これまで、高機能舗装 I 型の事故対策の要因は、図 - 10 に示すように、雨水を浸透させる多孔質な高空隙構造により、表面に水膜を出来にくく、すべり抵抗が高いことが、一番大きな理由と考える。

多孔質な高空隙構造を持たない高機能舗装北海道型は、内部が密実な構造で、舗装表面のキメで排水している。優位な値を示したことは、舗装表面のキメが有効に働いたと考える。

舗装種別	高機能舗装Ⅰ型	高機能舗装北海道型
概念図	舗装体内部を通じて排水 	舗装表面のキメで排水
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

図 - 10 高機能舗装 (I型と北海道型) 概念図

高機能舗装北海道型と高機能舗装Ⅰ型のわだち掘れ・キメ深さの路面性状を図-11、図-12、で比較する。

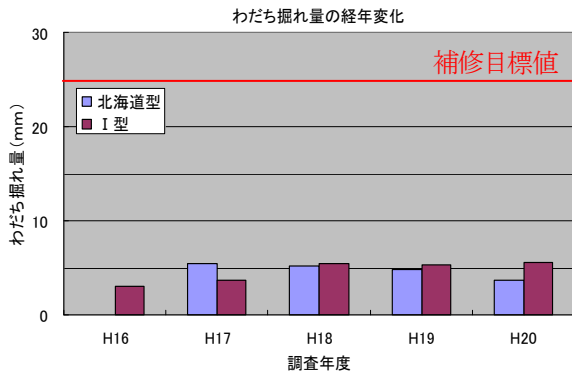


図-11 北海道型とⅠ型のわだち掘れ量の変化

図-11が示すわだち掘れ量では、高機能舗装北海道型および高機能舗装Ⅰ型ともに25mmが補修目標値に対し、約5mmで推移し、大差ないといえる。

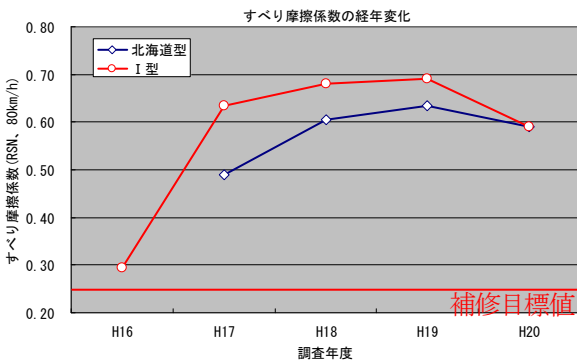


図-12 北海道型とⅠ型のすべり摩擦の変化

図-12が示すすべり摩擦では、補修目標値 (μ 80) に対し、高機能舗装Ⅰ型と高機能舗装北海道型ともに、施工後3年経過で0.6であり、すべり摩擦についても、大差ないといえる。

わだち掘れ量とすべり摩擦係数を比較した結果、いずれも同様な路面性状を有していることが、わかった。

5. 今後に向けて

高機能舗装北海道型は来年度で10年を向かえる。追跡調査結果から、表層混合物としての路面性状の低下が見られず、表面性状として、すぐ補修が必要な状況ではない。今後も継続して調査を実施するとともに、品質確保・向上に向けた取組を行っていきたいと考えている。

高機能舗装Ⅱ型は水密性の高い舗装であるが、従来の締め固め度だけでは、目指すところの不透水層に仕上がっているのか不明であった。今年度より、現場での確認事項ではなかった空隙率を現場でも確認することにした。なぜならば、不透水層を室内配合時に加圧透水試験で確認している。これと同様に室内配合時に空隙率も確認することになっているためであり、不透水層を得るための条件と考えたからである。今後は現場からの抜き取りコアを加圧透水試験にかけ、不透水層と空隙率の関係を検証しようと考えている。

不透水層に着目している理由は、舗装体内に水が入り込むことによって、舗装が脆弱化すると懸念しているためである。不透水層に着目することで、より耐久性が高い舗装の研究が、出来ると考えています。

最後にネクスコ東日本北海道支社は、積雪寒冷地にあった、長期耐久性に優れ、事故抑制効果が高い高機能舗装Ⅱ型に更新していくことにより、お客様へ安全で安心な高速道路空間を提供したいと考えています。