

耐久性の高い舗装技術への取り組み －高耐久性型SMA施工の試行－

稚内開発建設部 道路整備保全課 ○森本 匡晶
稚内開発建設部 道路施工保全官 横田 智映
国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム 布施 浩司

道路舗装に対する長寿命化・高耐久化といった社会的ニーズは非常に大きくなっており、限られた道路予算の中で、効果的・効率的な建設・維持管理技術を開発する必要性が生じている。

本稿では、北海道開発局が管理する高規格幹線道路や一般国道で用いられている北海道型SMAのさらなる高耐久化を目指した現場試験施工を一般国道40号天塩防災事業の舗装工事にて実施した、試験施工の取り組みについて報告する。

キーワード：長寿命化、維持・管理

1. はじめに

北海道開発局が管理する高規格道路の表層混合物には従来まで排水性舗装が適用されてきたが、その耐久性が課題となっていた。そこで、2010年に舗装に係わる有識者による「積雪寒冷地における舗装技術検討委員会」が設置され、北海道の高規格道路の表層混合物に関する品質向上、コスト縮減等について検討が行われた結果、北海道型SMAの適用が提案された。その後、北海道開発局では2017年より北海道型SMAの本格的運用を開始し、近年では、高規格道路に限らず、一般国道への適用も見られるようになり、図-1に示すように普及が進んでいるところである。近年、道路舗装に対する長寿命化・高耐久化といった社会的ニーズは非常に大きくなっており、限られた道路予算の中で、効果的・効率的な建設・維持管理技術を開発する必要性が生じている。ここでは、北海道型SMAの技術を基に、さらなる高耐久化・長寿命化を実現するため、より密実な構造とすることを目的とした新たな配合にて試験施工を行った結果について報告する。

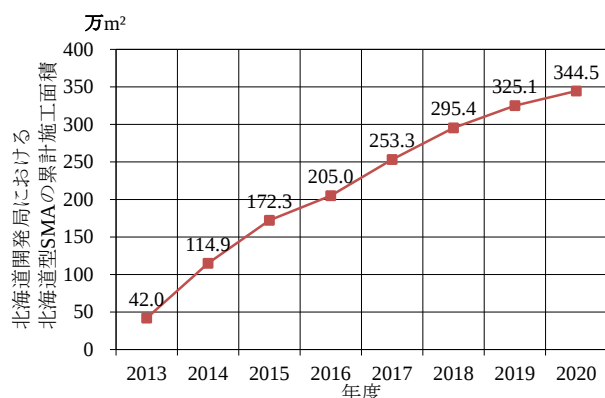


図-1 北海道型SMAの施工面積

2. 試験施工箇所

試験施工は一般国道40号天塩防災事業での、舗装工事で行った(図-2)。本工事では表層を北海道型SMAで483m施工し、そのうち高耐久の北海道型SMAで60mの試験施工を右車線で行った。表層の施工厚は40mmで半車線の幅員は6.65mとした(図-3)。



図-2 天塩防災事業 試験施工箇所図

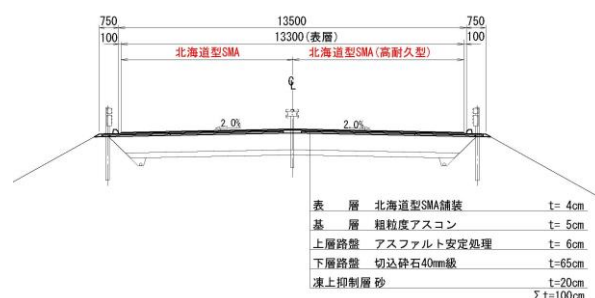


図-3 試験施工箇所 定規図

3. 高耐久型SMAの概要

高耐久型の北海道型 SMA（以下、高耐久型）は、これまでの北海道型 SMA（以下、標準型）と比較してより密実な構造とすることを目的としている。このため高耐久型と標準型では、配合粒度や、配合設計時の基本性状の規格値等が異なる。

表-1、表-2に高耐久型と標準型の配合粒度および基本性状および混合物性状の基準値を示す。

高耐久型はより密実な構造とするため、標準型と比較して 4.75mm、2.36mm の通過量が多く、アスファルト量が標準型の 5.0～7.0% に対し、高耐久型は 6.0～8.0% と高い値となっている。この結果、高耐久型の空隙率の基準値は 2～4% と標準型の 3～7% と比較して低く、飽和度の基準値は 70～90 と標準型の 65～85% と比較して高い値に設定されている。

骨材飛散抵抗性の指標であるカンタブロ損失率、および塑性変形抵抗性の指標である動的安定度については、標準型、高耐久型ともに同一の基準値としているが、きめ深さについては高耐久型のほうが標準型よりも密実な構造となるため異なる値を目標値として定めている。なお、走行時の安全性向上機能はきめ深さが大きい方が期待できるものの、既往の研究⁹⁾ではきめ深さ（平均プロファイル深さ:MPD）が 0.7 mm 以上であれば、雨天の湿潤路面時および冬期の氷膜路面（ブラックアイスバーン）時における走行安全性の機能が期待できるとされていることから、本試験施工における高耐久型のきめ深さの目標値は 0.7 mm 以上に設定している。

4. 室内配合および性状

試験施工に用いた配合の室内配合、基本性状、および混合物性状を以下に示す。

表-3に骨材配合を示す。高耐久型のほうが 6号砕石、7号砕石の割合が少なく、粗砂の割合が多くなっていることがわかる。

基本性状を表-4に示す。高耐久型は標準型と比較して、0.5%アスファルト量が高くなっており、空隙率は 0.9%低く、飽和度は 5.4%高い密実な混合物となっている。

表-5に混合物性状値を示す。カンタブロ損失率においては、高耐久型は標準型ともに基準値である 16%以下を満足しており、ともに所定の骨材飛散抵抗性が期待できる配合となっている。きめ深さについては、標準型で 0.9 mm の基準値を満足し、高耐久型では 0.7 mm の目標値を満たす値が得られた。動的安定度については、両配合とも基準値の 3,000 mm/回以上を満足した。

表-1 高耐久型と標準型の基準値

		標準型	高耐久型
百分過 率重 %量	19.0 mm	100	100
	13.2 mm	95~100	95~100
	4.75 mm	25~45	32~42
	2.36 mm	20~30	22~32
	0.075 mm	8~13	8~12
アスファルト量 (%)		5.0~7.0	6.0~8.0
空隙率 (%)		3~7	2~4
飽和度 (%)		65~85	70~90
安定度 (kN)		4.9 以上	4.9 以上
フロー値 (1/100 cm)		20~50	20~50
カンタブロ損失率 %		16 以下	16 以下
動的安定度 回/mm		3,000 以上	3,000 以上
きめ深さ mm		0.9 以上	0.7 以上 [※]

※目標値

表-2 配合粒度

		標準型	高耐久型
通過重 量百 分率 %	19.0 mm	100.0	100.0
	13.2 mm	96.2	96.2
	4.75 mm	37.9	38.9
	2.36 mm	25.2	27.0
	0.60 mm	20.9	22.1
	0.30 mm	14.7	14.6
	0.15 mm	11.8	11.2
	0.075 mm	10.5	10.0

表-3 骨材配合

	6号 砕石	7号 砕石	粗砂	石粉	植物性 繊維	アスフ アルト
標準型	68.0%	7.7%	12.0%	12.3%	0.3%	5.9%
高耐久型	67.0%	6.8%	14.5%	11.7%	0.3%	6.4%

※植物性繊維とアスファルトの割合は外割である。

表-4 基本性状

	標準型	高耐久型
アスファルト量 %	5.9	6.4
理論密度 g/cm ³	2.517	2.496
密度 g/cm ³	2.427	2.430
空隙率 %	3.6	2.7
飽和度 %	79.6	85.0
安定度 kN	6.75	6.90
フロー値 1/100cm	38.0	44.0

表-5 混合物性状

	標準型	高耐久型
カンタブロ損失率 %	9.9	8.3
きめ深さ mm	1.1	0.82
動的安定度 回/mm	9,000	6,300

5. 試験施工

2022 年 12 月に試験施工を実施した。施工条件を表-6 に、使用機械を表-7 に示す。両工区とも同一の機械を使用し、目標敷均し温度、初期転圧温度、転圧回数は同一条件である。

温度管理結果は表-6 に示すとおりであり、敷均し温度、および初期転圧温度は目標温度を概ね満足した。

また、転圧回数については両工区とも目標の回数を実施した。

高耐久型および標準型の舗設後の路面接写状況を写真-1 に、混合物境界部分の路面状況を写真-2 に示す。写真-1 では、高耐久型は標準型に比べて遜色ない程度の粗面が形成されていることが確認できる。写真-2 では、赤点線を境に手前側が標準型、奥側が高耐久型となっており、高耐久型は標準型と比較してきめが同程度か若干細かい仕上がりとなっている。

表-6 施工条件

		標準型	高耐久型	目標値
到着温度	℃	172~174	170~174	-
敷均し温度	℃	161~168	161~164	165±10
初期転圧温度	℃	154~162	149~151	160±10
初期転圧回数		6回	6回	6回
二次転圧回数		6回	6回	6回
仕上げ転圧回数		4回	4回	4回

表-7 使用機械

初期転圧回数	マカダムローラー (10t)
二次転圧回数	タンデムローラー(7.1t)
仕上げ転圧回数	タイヤローラー(13t)



写真-1 舗設後の路面接写状況(上: 高耐久型、下: 標準型)



写真-2 舗設後の路面状況(混合物境界部)

6. 初期値計測

(1) 計測項目および計測位置

舗設後、初期性状を把握するため、表-8 に示す項目について計測を実施した。締固め度は、採取コアを用いた密度測定を 1 箇所で行い、非破壊で締固め度が計測可能なアスファルト舗装密度測定器 (PQI) を用いた広い範囲の計測を併せて行った。また、きめ深さについては CT メータにより計測を行った。計測位置は図-4 に示すとおりであり、PQI およびきめ深さについては、OWP (外側車輪走行位置)、BWP (車輪中間位置)、IWP (内側車輪走行位置) において基点から 20 m、30 m、40 m の 3 測線の合計 9 箇所で行った。なお、PQI については 1 箇所あたり 3 点計測を行った。

表-8 計測項目

凡例	計測項目	計測手法	計測測点	計測位置
▲	締固め度測定	コア採取	—	区画線近傍
○	締固め度測定	PQI	起点側から 20m、30m、40m の位置	IWP BWP OWP
○	きめ深さ	CTメータ		

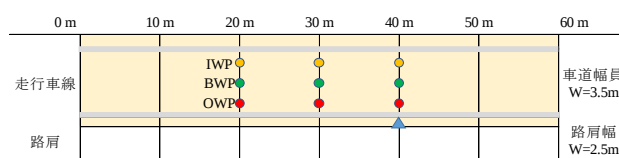


図-4 計測位置

(2) 締固め度

1) 採取コア

採取コアによる締固め度測定結果を表-9に示す。なお、コアの採取位置は外側線近傍であり、アスファルトフィニッシャー施工幅の端部位置にあたる。

表-9に示すとおり、標準型の締固め度は98.6%であったのに対し、高耐久型は98.8%であり、規格値94.0%以上をいずれも満足した。

2) アスファルト舗装密度測定器 (PQI)

PQIによる標準型の締固め度測定結果を図-5に示す。締固め度の平均値は98.9%であり、最大値は102.3%、最低値は95.2%であった。試験施工を実施した範囲では概ね目標とした締固め度が得られていることが確認できた。

高耐久型の結果を図-6に示す。締固め度の平均値は101.3%であり、最大値は105.3%、最低値は97.9%であった。標準型の締固め度と比較して平均値、最低値ともに多きな値となっており、密実なアスファルト混合物となっていると判断できる。

表-9 採取コアの締固め度

	標準型	高耐久型
基準密度 g/cm^3	2.426	2.428
コア密度 g/cm^3	2.392	2.399
締固め度 %	98.6	98.8

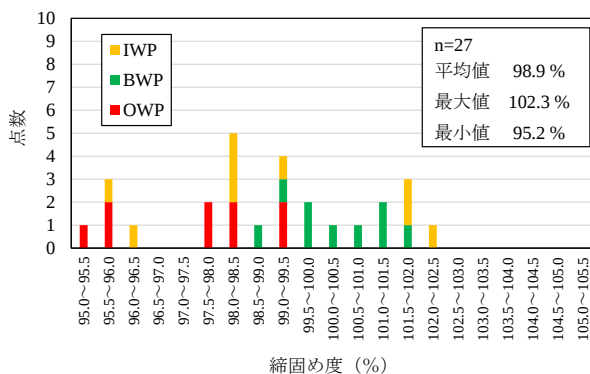


図-5 PQIによる締固め度測定結果 (標準型)

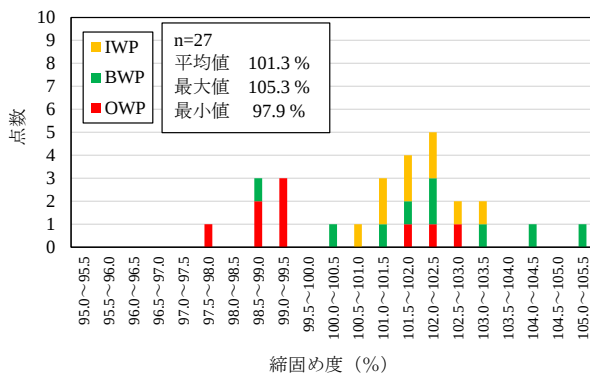


図-6 PQIによる締固め度測定結果 (高耐久型)

(3) きめ深さ

CTメータによるきめ深さの測定結果を図-7に示す。標準型のきめ深さは1.10~1.55mmとなり基準値0.9mmをすべての計測箇所で満足した。また、高耐久型のきめ深さは1.00~1.14mmとなり、目標値0.7mmをすべての計測箇所で満足するとともに標準型の基準値0.9mm以上も満足する結果となった。

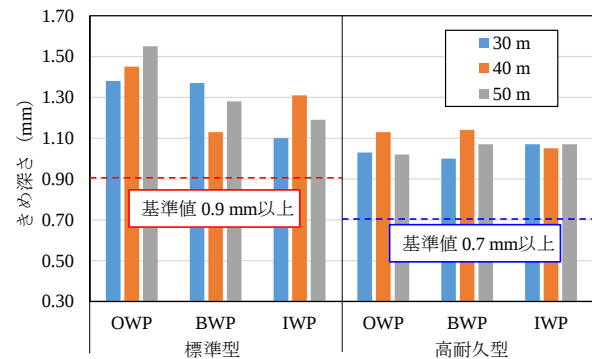


図-7 きめ深さ測定結果

7. まとめ

- (1) 北海道型SMAのさらなる高耐久化を目指し、骨材粒度などを改良した混合物として、高耐久型の北海道型SMAの配合設定を行い、現場での試験施工を行った。
- (2) 配合設定から試験施工に至る一連の作業を順調に実施でき、仕上がりも初期の目標を満足することが確認できたことから、高耐久型の北海道型SMAは表層混合物として現場適用可能な混合物であると考えている。

今後は、実際の供用条件下での長期的な耐久性を検証するために、わだち掘れ、ひび割れ率、きめ深さなどの追跡調査を行い、経過を観察していく予定である。

謝辞：本試験施工の実施に当たっては、工事受注者である三井住建道路株式会社にご尽力いただいた。関係者に謝意を表する。

参考文献

- 1) 田中俊輔、丸山記美雄、竹市靖、古田智大：北海道型SMAの高耐久化と走行安全性に関する基礎的研究、土木学会論文集 E1 (舗装工学)、Vol.74、No.3 (舗装工学論文集第23巻)、PP_105-1_112, 2018.