

極低温下におけるポーラスアスファルト混合物の 骨材飛散抵抗性に優れたバインダの開発

ニチレキ株式会社 北海道支店 ○池田 省吾
同 技術部 森端 洋行
同 技術研究所 丸山 陽

1. はじめに

ポーラスアスファルト（以下、ポーラス）混合物は、排水性や騒音低減効果などの高い性能を有する反面、低温期には走行するタイヤチェーンの衝撃などによって骨材飛散が発生し、供用後早期に面荒れやポットホール等の損傷に進行するなどの課題があった。特に北海道では、最低気温が -30°C を下回る場合もあることから、極低温下での骨材飛散抵抗性に優れたバインダの開発が求められていた。

既往の論文では、カンタプロ試験から求められるカンタプロ損失率と現場の損傷に相関性が見られると報告されている¹⁾。この知見を参考に、 -30°C でもたわみ性を有し、ポリマー改質アスファルト H 型（以下、改質 H 型）やポリマー改質アスファルト H 型-F（以下、改質 H 型-F）と比較して、混合物の -20°C におけるカンタプロ損失率が極めて小さくなるバインダを開発した（以下、開発品）。本論文では、開発品およびその混合物の性状に加え、現場での適用事例について報告する。

2. 開発品の性状

2.1. 開発品の一般性状

開発品の一般性状は、表-1 に示すとおりである。なお、参考として、改質 H 型および改質 H 型-F の代表値も併記する。

開発品は、低温下でも柔軟性に優れるため、ポリマー改質アスファルトの曲げ試験により求められる曲げ仕事量および曲げスティフネスの規格値は、 -30°C における値を採用した。

表-1 開発品の一般性状

項目	開発品		改質 H 型	改質 H 型-F	
	社内規格	代表値	代表値<参考>		
針入度 (25 $^{\circ}\text{C}$)	1/10mm	40以上	90	54	80
軟化点	$^{\circ}\text{C}$	80.0以上	89.5	91	93
伸度 (15 $^{\circ}\text{C}$)	cm	50以上	73	92	-
引火点	$^{\circ}\text{C}$	260以上	324	312	317
薄膜加熱 質量変化率	%	0.6以下	0.04	-0.03	0.01
薄膜加熱後の 針入度残留率	%	65以上	93.3	81.5	83.8
フラス脆化点	$^{\circ}\text{C}$	-12以下	-40以下	-	-
曲げ仕事量 (-30°C)	kPa	750以上	1,094	-	-
曲げスティフネス (-30°C)	MPa	80以下	31	-	-

2.2. バインダの低温性状

(1) バインダの曲げ脆化点

ポリマー改質アスファルトの曲げ試験から、バインダの曲げ脆化点を求めた。結果は図-1 に示すとおりであり、開発品の曲げ脆化点は -35°C であり、改質 H 型の -10°C 、改質 H 型-F の -20°C と比較して、脆性破壊領域がより低温側に移行している。

(2) 低温領域の粘弾性状

開発品の低温領域における粘弾性状を、Bending Beam Reometer（以下、BBR 試験）による S 値および m 値から評価した。BBR 試験は、角柱型の供試体を用いて一定荷重で 3 点曲げ試験をするものであり、そこから求められる S 値および m 値は、低温性状を表す指標として用いら

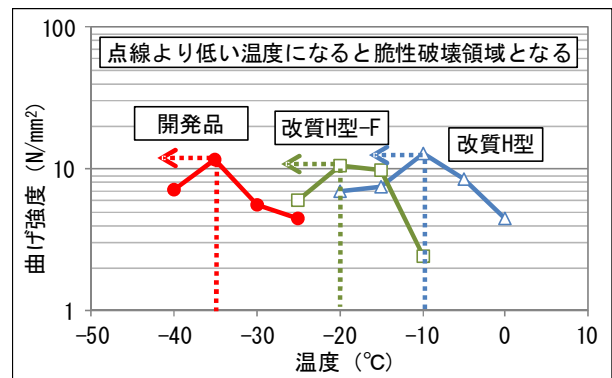


図-1 開発品の曲げ脆化点

れている。米国 SUPERPAVE (Superior Performing Asphalt Pavement) では、S 値あるいは m 値のうち、高い値から 10℃ 低い温度を供用下限温度としている 2)。

本検討では、SUPERPAVE の評価方法に準拠し、RTFOT および PAV 試験による劣化後のバインダについて BBR 試験を行った。その結果、S 値および m 値は表-2 に示すとおりであり、開発品はもっとも低い値 (低温の値) を示した。

表-2 S 値および m 値の測定結果

項目	開発品	改質 H 型	改質 H 型-F
S 値 (BBR S値 ≤ 300MPa)	℃ -32	-19	-26
m 値 (BBR m値 ≥ 0.3)	℃ -33	-19	-24
S 値あるいは m 値の 最大値	℃ -32	-19	-24

3. 開発品の骨材飛散抵抗性に関する評価結果

3.1. 使用材料

開発品の混合物性状に関する試験では、目標空隙率 17% のポーラス混合物を用いた。使用材料および配合比は、表-3 に示すとおりである。

表-3 使用材料および配合比

骨材種	配合比 (%)	産地	材質
6号砕石	76.9	茨城県笠間市	硬質砂岩
細目砂	13.1	茨城県北相馬郡	川砂
石粉	4.7	—	炭酸カルシウム
アスファルト	5.3	—	開発品

3.2. 評価方法

骨材飛散抵抗性の評価には、低温カンタプロ試験 (-20℃) を用いた。なお、試験は、開発品と改質 H 型および改質 H 型-F との差異を明確にするため、下記の条件で行った。

(1) 回転数を変えた場合のカンタプロ損失率

カンタプロ試験では、舗装調査・試験法便覧 (第3分冊 B010) において、300 回転後のカンタプロ損失率から評価されている。本検討では、回転数を増やし、回転数とカンタプロ損失率の関係を求めることにより、開発品の骨材飛散抵抗性を評価した。

(2) 締固め条件を変えた場合の低温カンタプロ損失率

低温時の骨材飛散は、一般的に、コールドジョイント付近などで発生しやすい。その要因としては、混合物温度の低下や転圧不足により締固め度が不足することが挙げられる。そこで、図-2 で示すように締固め条件を変えた供試体を作製し、締固め度と低温カンタプロ試験による 300 回転後のカンタプロ損失率との関係を求めた。なお、Case1 は混合物温度の低下、Case2 は転圧不足を想定した条件である。

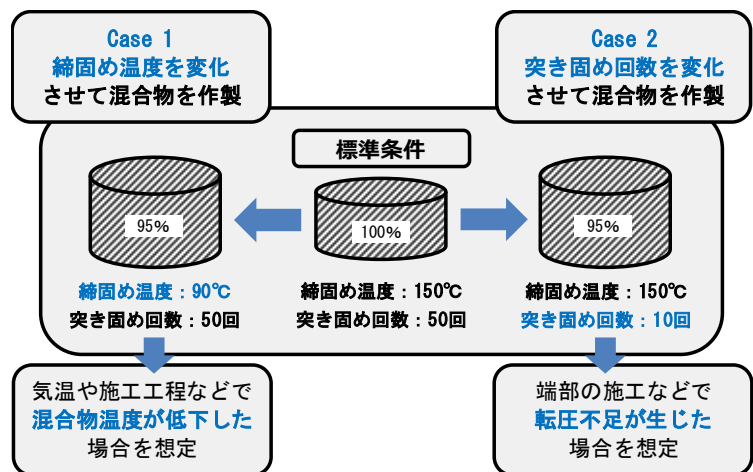


図-2 供試体の締固め条件

3.3. 評価結果

(1) 回転数とカンタプロ損失率の関係

回転数と各バインダのカンタプロ損失率との関係は、図-3 に示すとおりである。その結果、300 回転後のカンタプロ損失率を基準とした場合、開発品の骨材飛散抵抗性は、改質 H 型の約 3 倍、改質 H 型-F の約 2 倍であった。

(2) 締固め度とカンタプロ損失率の関係

各 Case で締固め度を変えた場合のカンタプロ損失率は図-4, 5 に示すとおりであり、以下のような傾向が確認できた。

- ・ 開発品は、いずれの Case で締固め度が低下しても、カンタプロ損失率は大きくなりにくい。
- ・ 突き固め回数で調整した Case2 よりも、締固め温度で調整した Case1 の方が、締固め不足が生じた場合のカンタプロ損失率への影響が大きい。

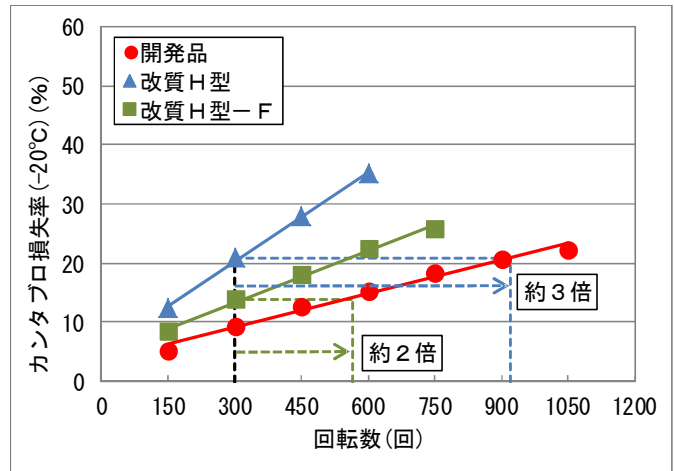


図-3 回転数とカンタプロ損失率の関係

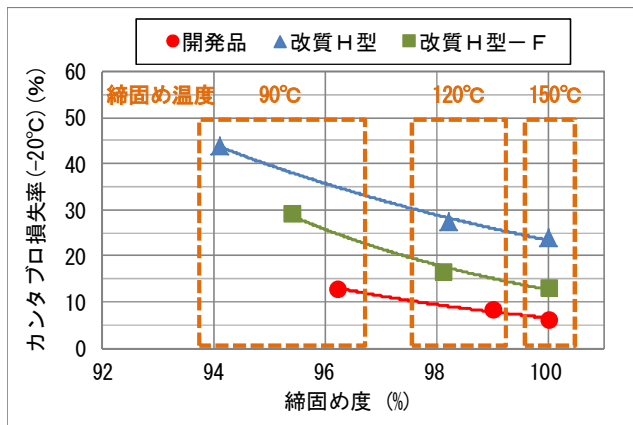


図-4 締固め温度を変えた場合の締固め度とカンタプロ損失率の関係

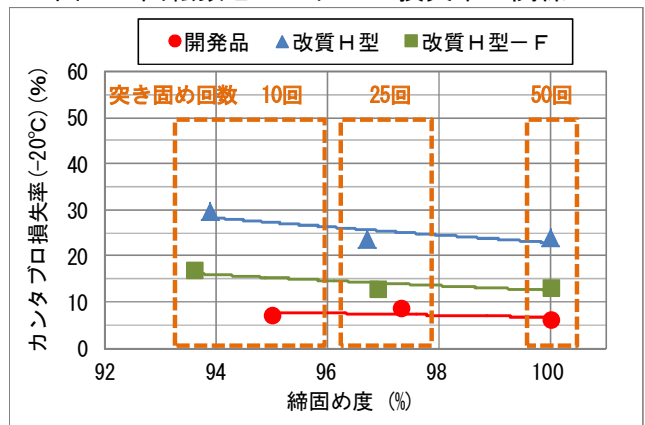


図-5 突き固め回数を変えた場合の締固め度とカンタプロ損失率の関係

4. 開発品の性状に関するまとめ

開発品の性状は、以下のとおりである。

- ・ 開発品の曲げ脆化点は-35°C程度であり、バインダの脆性破壊領域は改質H型や改質H型-Fよりも低温側にある。
- ・ SUPERPAVE では、BBR 試験により求められた S 値あるいは m 値の最大値 (高温値) から 10°C 低い温度が供用下限温度とされている。したがって、開発品の供用下限温度は-40°C程度であり、改質H型や改質H型-Fよりも低い。
- ・ S 値あるいは m 値の最大値と図-3 で示した 300 回転後のカンタプロ損失率を比較した結果は、図-6 に示すとおりである。その結果、S 値あるいは m 値の最大値が低いほど (低温であるほど)、カンタプロ損失率は小さくなる。
- ・ 開発品の骨材飛散抵抗性は、改質H型の約3倍、改質H型-Fの約2倍であり、締固め度が低下した場合においても、骨材飛散抵抗性が低下しにくい。
- ・ 締固め度を低下させた場合の低温カンタプロ試験結果より、締固め温度が低下した場合にカ

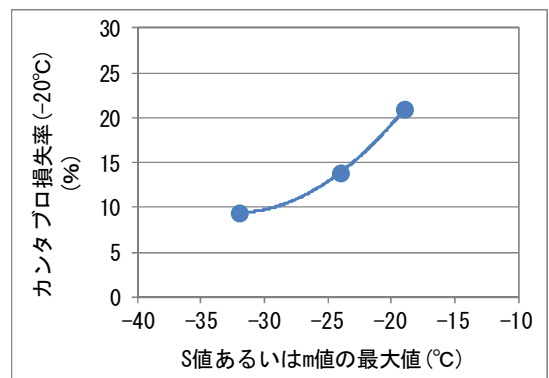


図-6 S 値あるいは m 値の最大値とカンタプロ損失率の関係

ンタブロ損失率が大きくなりやすいことから、現場施工時には、敷き均し後、速やかに転圧することが重要となる。

5. 開発品の適用事例

5.1. 施工概要

開発品の適用事例として、図-7に示す北海道の北東部に位置する北見市における供用状況を報告する。その概要は、以下のとおりである。

施工箇所は、北見市内の渋滞緩和を目的に整備された一般国道39号バイパス（自動車専用道路）の「北見道路」（N5交通）で、全延長10.3kmのうち約5km区間に適用した。

- ・供用開始：平成25年3月31日（供用約5年）
- ・混合物種：ポーラス混合物(13)（目標空隙率17%）

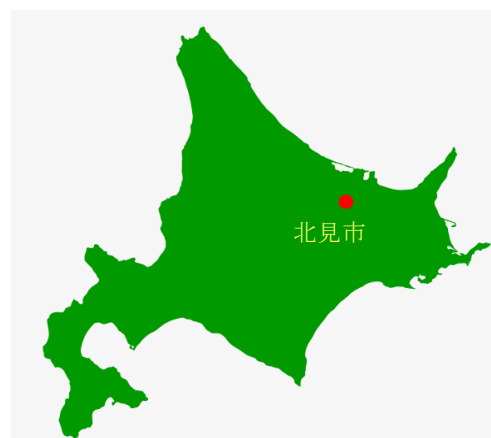


図-7 施工箇所

5.2. 供用状況

開発品の施工箇所において、沿道画像測定車を用いて供用状況の追跡調査を行った。

写真-1は、供用1年および4年後の状況である。供用4年では、路面のキメが若干粗くなっているものの、大きく面荒れが進行している箇所は見られなかった。また、ひび割れについては、構造物周辺の一部で線状クラックが見られたが、適用した全区間のひび割れ率は3%以下であり、良好な状態を維持している。



写真-1 供用状況（左：1年後，右：4年後）

6. おわりに

開発品は低温性状に極めて優れ、北海道北見市内の自動車専用道路「北見道路」における供用状況も良好であることから、最低気温が-30℃以下となるような極寒冷地においても、ポーラス混合物の早期の骨材飛散を抑制でき、ポーラス舗装の長寿命化が期待できる。

積雪寒冷地では、近年、早期の損傷発生を抑制する観点から、砕石マスティックアスファルト混合物などを採用する事例が増えてきている。しかし、ポーラス混合物は、排水性や騒音低減効果など優れた性能を有していることから、開発品を用いることで、積雪寒冷地におけるポーラス舗装の適用拡大に貢献していきたい。なお、適用する上では、開発品のパフォーマンスを確保するため、適切な温度および転圧回数を確保できるよう、お願いしたい。

【参考文献】

- 1) 田口，水野，本間：カンタブロ試験による排水性舗装の骨材飛散に関する検討，道路建設，Vol. 630，2000. 7，pp58-63
- 2) 新田：SHRP バインダ試験の測定原理と背景，アスファルト，Vol. 190，1997. 1，pp3-9