

積雪寒冷地におけるセミホット型アスファルト混合物の適用について

EXAMINATION OF SEMI-HOT ASPHALT MIXTURE
IN SNOWY AND COLD REGION

上野 千草* 岳本 秀人** 安倍 隆二*** 鈴木 徹**** 江向 俊文*****

Chigusa UENO, Hideto TAKEMOTO, Ryuji ABE, Tooru SUZUKI,
and Toshihumi EMUKAI

近年、世界的な環境保全の機運の高まりなどを背景に、我が国においても各産業分野で省エネルギーおよびCO₂排出量の削減が強く求められている。このような状況を踏まえ、フィンランドの常温舗装技術を応用し我が国の気象・交通条件に適した、80 以下で製造および施工が可能なセミホット型アスファルト混合物の開発を行っている。本文では、セミホット型アスファルト混合物の概要と北海道内での試験施工に基づく適用性の評価結果を報告するものである。

《キーワード：省エネルギー、二酸化炭素排出量の削減、常温化舗装》

In recent years, the need for environmental conservation has been publicized around the world. Even in Japan, efforts toward energy conservation and reduction of carbon dioxide emissions have been strongly called for. Therefore, we are currently conducting development of a semi-hot asphalt mixture suitable for the climatic conditions of Japan by employing semi-hot asphalt pavement technology from Finland. This paper will present an outline of this semi-hot asphalt mixture and report on the results of its use in construction in Hokkaido.

《Keywords : Energy conservation, Carbon-dioxide emissions, Semi-hot asphalt mixture》

1. はじめに

近年、地球環境問題は国際的な広がりを見せており、1997年12月には地球温暖化防止京都会議が開催され世界的規模で温室効果ガスの排出規制が図られる事になった。我が国においても、各産業分野で省エネルギーおよびCO₂排出量の削減が強く求められている。

従来の道路舗装における環境負荷軽減対策はカットバックアスファルトやアスファルト乳剤を用いた常温アスファルト混合物の使用が挙げられるが、加熱アスファルト混合物と比較してコストが割高になることや、強度の発現が遅く交通開放までに時間がかかるなどの問題があり、その使用率は伸びない現状にある。

このような状況から、フィンランドの常温舗装技術を応用し我が国の気象・交通条件に適した80 以下で製造及び施工が可能なセミホット型アスファルト混合物(以下；セミホット混合物)の開発を行っている^{1)~6)}。このセミホット混合物は、従来の加熱アスファルト混合物より省エネルギーと混合物製造時に発生するCO₂排出量の抑制ができ、混合性・施工性の向上により、建設費用を低減させるもので、大型車交通量300台以下の道路への適用を目標として設計している。

本文は、セミホット混合物の適用性を検討するために行った試験練り、試験施工および供用後の調査結果について報告するものである。

2. セミホット混合物の特性

2.1 セミホット混合物の特徴

今回使用したアスファルト混合物は、フィンランドの舗装技術を応用したセミホット混合物であり、主な特徴は「特殊アスファルトの使用」と「混合物製造時に加水を行う」事である。概要を図-1に示す。

製造時に添加された水分は、混合物中で潤滑剤として作用するため80 程度での製造および50 以下での施工が可能となる。また特殊アスファルトは骨材が80 程度および湿潤状態でも混合・被膜が可能な材質となっている。

使用する特殊バインダは大気を汚染する揮発成分を含まない。

セミホット混合物は、従来の常温アスファルト混合物に見られるカットバックアスファルトに含まれる成分の揮発やアスファルト乳剤の分解によるものではなく、混合物中の水分が蒸発することにより強度発現する。その他にも以下のような特徴を有している。

使用する特殊バインダは大気を汚染する揮発成分を含まない。

混合物の製造は、通常のアスファルトプラントを一部改造することで可能となる。

配合設計は簡易舗装要綱⁷⁾の常温混合方式に準拠したものである。

水による被膜が潤滑剤として機能するため、混合物温度が50 に低下しても施工できる。

ホットサイロでの貯蔵が可能である。

水膜を形成するための水分は、骨材を加熱した後で添加する。

締固めに適する温度範囲が広く、締固めが容易であり、小型ローラで所定の品質が得られる。

2.2 セミホット混合物の製造及び基本性状

セミホット混合物の作製手法例を図-2に示す。稼働中の加熱アスファルトプラントに特殊バインダと水の添加装置を増設・改造し、セミホット混合物を製造する手法を検討した。

この手法は通常のアスファルトプラントに写真-1の特殊バインダ添加装置や写真-2の水の添加装置を付ける事によってセミホット混合物を作製でき、若干の改造を加えることでセミホット混合物を安定して供給することが可能である。

この手法によって加熱アスファルトプラントで連続して製造したセミホット混合物の性状と室内で作製したセミホット混合物の性状を一例として表-1に示す。製造したセミホット混合物は、混合物温度が目標よりも若干低いが、ほぼ目標性状を満足していた。また、室内で作製した混合物も同等程度の性状が得られた。

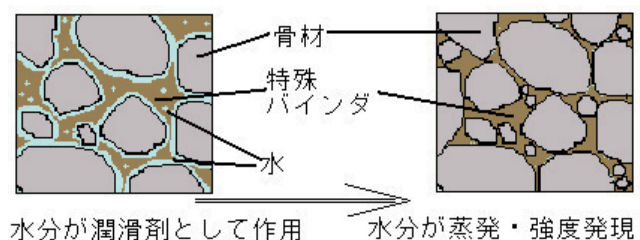


図-1 セミホット混合物の特徴

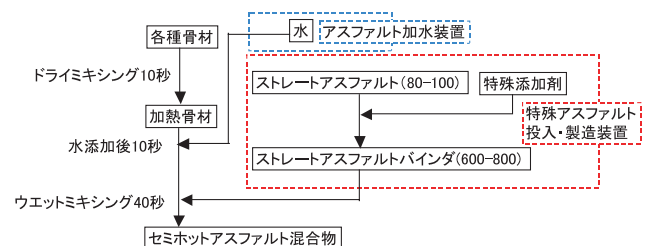


図-2 セミホット混合物の作製手法の一例



写真 - 1 特殊バインダ供給ユニット

ストレートアスファルト(80-100)に特殊添加剤を投入することによって、ストレートアスファルト600-800を製造する装置。アスファルトを貯蔵することも可能。



写真 - 2 加水ユニット

セミホット混合物に水を供給するためのユニットで黒いタンクに水を貯蔵し、備え付けのホースでプラント内の監視窓より水を供給する。

表 - 1 セミホット混合物の基本性状

項目	室内作製混合物	プラント作製混合	目標値
粒度	密粒度As(13)相当	密粒度As(13)相当	密粒度As(13)相当
混合物温度(°C)	80	69	80
アスファルト量(%)	4.3	4.3	4.3
水分量(%)	4	4.5	4
マーシャル安定度(KN)	6	4.3	4.0以上
フロー値(1/100cm)	22	23	20~40
ホイールラッキング試験(DS)	727	—	—

表 - 2 セミホット混合物の貯蔵性状

経過時間		0時間	5時間	11時間	18時間
気温	°C	4°C	2°C	2°C	9°C
混合物温度	°C	85	70	67	65
含水比	%	3.1	3.2	4	3.9
マーシャル法	密度	g/cm³	2.187	2.187	2.197
	安定度	KN	3.7	3.8	4.2
	フロー	1/100cm	19	22	22
簡易舗装要綱	密度	g/cm³	2.211	2.212	2.234
	安定度	KN	5.5	5.3	6.2
	フロー	1/100cm	21	22	24

表 - 3 セミホット混合物のCO₂削減効果

製造混合物	混合温度 (°C)	製造数量 (t)	重油使用量 (L/t)	CO ₂ 排出量 (kg-C/t)	CO ₂ 削減率 (%)
加熱アスファルト混合物	160	443	7.5	5.52	0
常温アスファルト混合物	80	46	4.6	3.35	39.2

2. 3 セミホット混合物の貯蔵性

セミホット混合物は、特殊バインダを使用し、製造時に加水を行うため、通常の加熱プラントで製造する場合には、通常合材出荷の合間にたびたび出荷製造することができない。そのため1回の製造で、出荷するすべての混合物を製造しホットサイロに貯蔵する方法を取ることが予想される。

そこでセミホット混合物をホットサイロに貯蔵した場合の混合物性状の変化を調査し、セミホット混合物の使用可能な貯蔵時間について検証した。時間毎にセミホット混合物をホットサイロより2~3tずつ取り出しマーシャル供試体を作製し混合物性状試験を行った。性状試験結果を表-2に示す。

セミホット混合物はサイロに貯蔵することにより、混合物温度が18時間で約20℃低下するが、混合物性状は良好であり、目視観察の結果も良好であった。含水比は、サイロ下方の混合物の水分が上方に上がり水分が不均一になる場合もあるが、2%~5%の水分量を確保できると品質が変わらないとされている¹⁾。このことから、セミホット混合物は含水比の変動に注意を払い、30℃以上の温度を確保できれば、24時間程度の使用可能時間を得る事ができると考えられる。

2. 4 セミホット混合物のCO₂削減効果について

セミホット混合物は、加熱アスファルト混合物に比べて混合温度を低下させることから、加熱に使用する重油量を減らすことができる。

表-3は、実際のアスファルトプラントにおいて混合温度を変化させ、その時の消費燃料を調査し、CO₂排出量を試算した結果である。これよりセミホット混合物は、加熱アスファルト混合物より混合温度を80℃低減した80℃でも混合が可能であることから、製造時のCO₂排出量を約40%削減することが可能と考えられる。

2. 5 セミホット混合物のコスト縮減効果について

表-4は、セミホット混合物と加熱混合物の値段を比較したものである。セミホット混合物は、混合性および施工性の向上により、製造時に骨材加熱燃料削減、施工時に転圧機械の小型化・簡略化が可能となるため、加熱アスファルト混合物に比べ20%程度コストを縮減できる。

表 - 4 セミホット混合物のコスト縮減効果

施工面積	加熱アスファルト混合物		常温アスファルト混合物使用		
	新材密粒(13)	再生密粒(13)	常温密粒(13)	比較(新材)	比較(再生)
m ²	円/m ²	円/m ²	円/m ²	%	%
100	2658	2531	2030	76%	80%
1000	1579	1452	1310	83%	90%
5000	1448	1321	1212	84%	92%

表 - 6 試験練りでの調査項目

試験項目	測定方法	評価	寸評
ゴルフボール(GB)反発試験	舗装試験法便覧別冊 ⁹⁾ の弾力性試験を流用し、GBの反発量(%)を測定。	○	非破壊で強度を容易に測定可能
スチールボールによる変形試験	1mの高さから鉄球を舗装体に落下させ変形量を測定する。	△	舗装体を破壊してしまうおそれがある
養生時間を変化させたマーシャル試験	プラントで練り上がった合材を使用して供試体を作製し試験を行った。	△	舗装体そのものを試験していない事になる
モルタル水分計による水分量測定	モルタル水分計を使用して水分量を測定する。	×	測定不能だった
試料採取による水分量測定試験	舗装体を掘り起こした後、試料を採取して後ほど水分量を測定する。	×	舗装体を掘り起こしてしまう
ロガーによる合材内部温度測定試験	温度測定用ロガーと熱電対を使用して測定した。	—	参考の為に測定した
車両走行試験	10tダンプ(積載時)を走行、据えきりさせ破壊するの測定する。	△	舗装体を破壊してしまうおそれがある

3. セミホット混合物の試験練り

試験練りは、試験施工で出荷予定のセミホット混合物製造時におけるプラント設定の決定及び混合物の性状を確認するために行った。試験練りの条件・仕様を表 - 5 に示す。

表 - 5 試験練りの条件・仕様

気象条件		アスファルト混合物仕様	
施工月日	平成14年8月20日	アスファルト量	4.2%
施工箇所	A社プラント内	水分量	4.0%
気温	17.7℃	バインダーの種類	ストレートアスファルト600-800
湿度	65%	目標粒度	密粒度アスコン(13F)
風速	2.0m	舗装厚	4cm
天候	曇りのち晴れ	転圧機械	振動プレート(5分)

3.1 使用プラントと材料

試験練りには1トン練りのアスファルトプラントを使用し、特殊バインダ供給ユニット(写真-1)と加水装置(写真-2)を増設する。セミホット混合物のバインダの加熱温度が125、骨材の加熱温度を100に設定し、練り上がりは80となった。使用材料については、アスファルトプラントで通常使用されている骨材を使用した。配合比についても加熱混合物と同じ合成粒度となるように設定した。

3.2 交通開放時間の確認

セミホット混合物の強度は、水分の蒸発によって発現されるため、水分割合の管理、または混合物の強度試験を行うことによって交通開放の判断を行うことになると考えられるが、現在のところ判断方法がないため、これについて検討を行った。試験項目、方法および評価を表 - 6 に、試験結果を図 - 3、4 に示す。車両走行試験については、表 - 7 に示す。

調査の結果、現地でのモルタル水分計による水分量測定では、全く水分を検知することができなかったため、舗装体から試料を採取し、室内試験を行った。室内試験では水分量試験値を得ることができた。

図 - 3 よりセミホット混合物は、およそ7日程度の養生でほぼ混合物中の水分が無くなり最終強度を発現できることがわかった。

また、図 - 4 より水分量が減っていくに従って、ゴルフボールを落下させたときの反発量から求まるGB反発係数は大きくなる傾向にあった。反発係数が16の状態(120分経過時)で車両走行試験を行ったところ、表 - 7 の様に据えきりまでは耐久性のある結果となった。急制動については舗装の連続性がとれない状態で

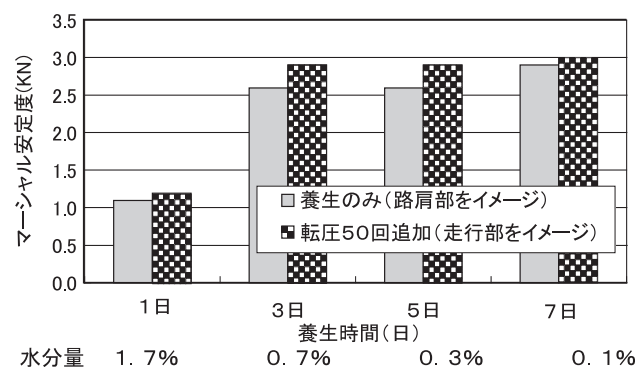


図 - 3 試験練り供試体を用いたマーシャル試験結果

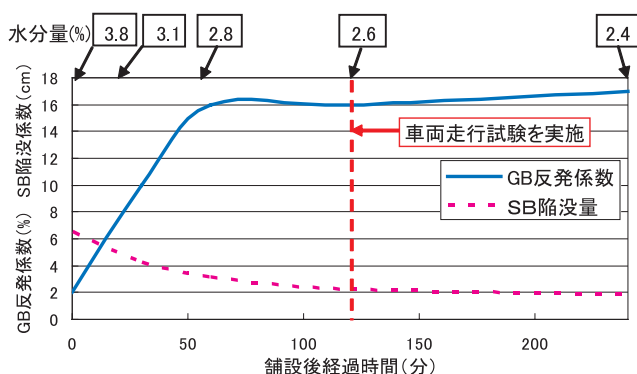


図 - 4 水分量とGB反発係数の相関

表 - 7 車両走行試験結果

	走行前と比較して
走行後	ほぼ変化はなく骨材のはく離も無かった。
据えきり後	多少のはく離が見られたがほとんど路面性状には問題がない。
急制動後	型枠がはずれ、急制動を行った部分から舗装が破壊された。

試験を行ったため実際の動きと違う挙動を起こした可能性がある。その他の試験でも強度が上昇する傾向がつかめたが、舗装体を傷つけることもあるため、試験施工での交通開放の判断基準としてはG B 反発係数試験を適用することとした。

4. セミホット混合物の試験施工

4. 1 試験施工の概要

試験施工の概要を表 - 8、標準断面図を図 - 5 に各々示すとおりである。本路線は、旭川と稚内を結ぶ一般国道40号であり、年平均気温は、冷涼な5.7 である(図 - 6)。試験施工区間は旭川から稚内に向かう下り車線の約L = 70mである。

4. 2 施工箇所の交通量調査

施工箇所前方300mの箇所にトラフィックカウンターを設置し交通量を測定した。結果を表 - 9 に示す。1日の交通量(旭川→稚内)は808台/日・方向、うち大型車が303台/日・方向である。

4. 3 セミホット混合物の配合と性状

セミホット混合物(13)に使用した特殊バインダの主な性状を表 - 10、骨材配合率を表 - 11、合成粒度を表 - 12、セミホット混合物(13)のマーシャル性状を表 - 13 に示す。

4. 4 使用するプラントと機械

セミホット混合物を作製するプラントには試験練りに用いた加水装置、特殊アスファルトバインダ投入装置を取り付けた。

セミホット混合物を作製する上で、水の投入時期と骨材の混合は重要なことである。先に行われた試験練りでドライミキシング10秒、水添加後10秒、アスファルト添加後40秒のミキシングタイムが最適であると判断されたため、試験施工でも同様とした。

合材出荷プラントには、工事箇所から運搬距離で約170km、運搬時間で約4時間の箇所に位置する。

試験施工に使用した機械の種類と施工条件は表 - 14 に示すとおりである。なお、当初転圧は、3 t タンDEMローラ1台で実施する予定であったが、ローラマークが残ってしまったため、仕上げ転圧にコンバインドローラを使用した。

表 - 8 試験施工の概要

施 工 日	平成14年8月22日
施工面積	約385㎡(W=5.5m、L=約70m、セミホット混合物のみ)
施 工 厚	4cm
施工位置	一般国道40号 セミホット混合物区: KP=170.229~KP=170.300(下り線) 比較区: KP=170.310~KP=170.370(下り線)
混合物の種類	セミホット型アスファルト混合物(13F)
目標粒度	密粒度アスファルト混合物(13F)

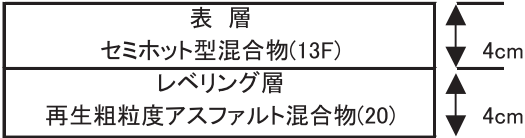


図 - 5 標準断面図

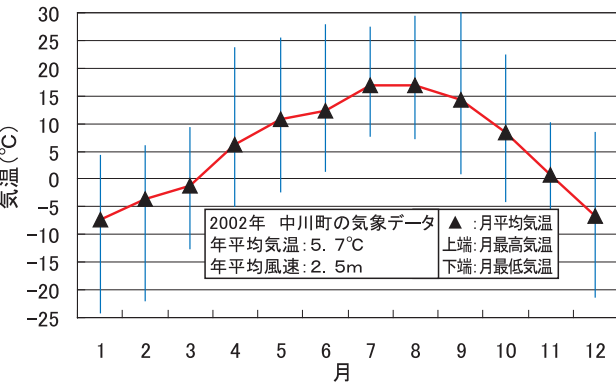


図 - 6 試験施工箇所の気象条件

表 - 9 施工箇所の交通量

時刻	12:00~	16:00~	20:00~	0:00~
交通量(台/4時間・1方向)	298	125	60	11
大型車交通量(台/4時間・1方向)	119	31	27	5
時刻	4:00~	8:00~	12:00~	16:00~
交通量(台/4時間・1方向)	117	221	226	146
大型車交通量(台/4時間・1方向)	46	73	88	56

表 - 10 特殊バインダの性状

項 目	換算値	品質の目標値
針入度[25℃] (1/10mm)	707	600~800
針入度[15℃] (1/10mm)	262	—

表 - 11 骨材配合率

項 目	6 号 砕 石	7 号 砕 石	粗目砂	細目砂	石 粉	アスファルト	合 計
質量配合率 (%)	33	23	31	5	8	—	100
	31.6	22	29.7	4.8	7.7	4.2	100

表 - 12 セミホット混合物の合成粒度

ふるい目の寸法(mm)	19	13.2	4.75	2.36
通過質量 合成	100	99.8	62.3	43.3
百分率(%) 目標	100	97.5	62.5	42.5
ふるい目の寸法(mm)	0.6	0.3	0.15	0.075
通過質量 合成	25.1	16.7	9.4	7.2
百分率(%) 目標	24.0	15.5	11.0	6.0

表 - 13 セミホット混合物のマーシャル性状

項 目	アスファルト量 (%)	密 度 (g/cm³)	理論最大密度 (g/cm³)	安定度 (kN)	フロー値 (1/100cm)
製造直後	4.2	2.236	2.535	2.8	23
製造4時間後	4.2	2.229	2.535	2.6	22
品質の目標値 ⁽⁴⁾	—	—	—	1.5以上	20~40

4. 5 試験施工調査および供用性評価

試験施工における調査項目と頻度は表 - 15、試験位置は図 - 7 に示すとおりである。すべり抵抗値、横断形状、平坦性、ひび割れ、路面性状の目視確認およびGB反発試験については、通常の再生密粒度アスファルト混合物(13)(以下、比較混合物)と比較検討するため、セミホット混合物の試験施工を実施した路線と同じ下り線で同様な規模の調査を実施した。

(1) 気象条件

試験施工時の気象条件は、表 - 16 に示すように、天候が曇りのち晴れ、気温が20～32℃、湿度が44～68%であった。

(2) 混合物および舗装体の温度測定

混合物および舗装体の温度測定結果を表 - 17 に示す。混合物の温度測定結果は、出荷温度が80～83℃、現場到着温度が73～74℃であり、運搬時間が約4時間あったが、約9℃しか下がらなかった。二次転圧温度が交通開放温度より低いのは、天候が曇りから晴れになった事による日射の影響である。

(3) 切取り供試体密度

切取り供試体の密度測定結果を表 - 18 に示す。

この結果、密度は2.169 g/cm³、締固め度の目標94%以上に対し97.3%であった。

(4) GB (ゴルフボール) 反発係数

セミホット混合物の交通開放時期を決定する資料として参考にGB (ゴルフボール) 反発係数試験より反発係数を測定した。この試験は、舗装試験法便覧別冊⁸⁾に示されている弾力性試験方法を使用した。

交通開放前およびセミホット混合物の強度発現を測定する目的で交通開放7日後もGB反発試験結果を行った。測定結果を図 - 8 に示す。

セミホット混合物のGB反発係数は、施工直後は0.5～3%であったものが、4時間後(交通開放直前)には、車線部で11～16%、路肩部で16～21%となった。比較混合物工区(加熱混合物)の路面温度が50℃におけるGB反発係数は、車線部で62%、路肩部で64%であった。

交通開放直前におけるセミホット混合物工区のGB反発係数は、比較混合物工区と比較すると1/5程度とかなり低い値であったが、大型車交通量が300台/日・方向程度においては供用性等に問題が生じていない。

交通開放7日後におけるGB反発係数は、車両走行部で53～60%、路肩部で32～40%となり、車両走行部よりも路肩部の方が2/3程度低い値であった。

表 - 14 使用機械の概要

機械名	形式・能力	台数	施工条件	目的
アスファルトフィニッシャー		1	4m/min、ハイブON	敷均し
タンデムローラ	3t	1	往復2回(施工区間の前半) 往復1回(施工区間の後半)	初期転圧
コンバインドローラ	4t	1	片道1回	仕上げ転圧
ダンプトラック	10t	4	—	運搬

表 - 15 調査項目と頻度

項目	直後	1日	4日	7日	1ヶ月	2ヶ月	H15.5	H15.10	H16.5	頻度
気温	○									適宜
混合物温度	○									ダンプ毎
舗装体温度	○									ダンプ毎
すべり抵抗値(BPN)		○	○	○	○		○	○	○	3点
横断形状	○	○	○	○	○		○	○	○	3点
平坦性	○	○	○	○	○		○	○	○	2点
切取り供試体密度						○				3本
路面性状目視確認	○	○	○	○	○		○	○	○	全面
GB反発試験	○	○	○	○						2点

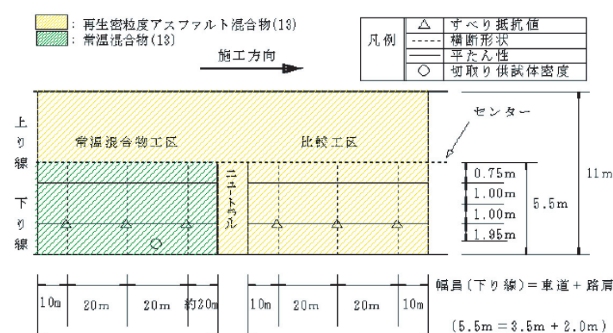


図 - 7 調査位置

表 - 16 気象条件

時刻	8:30	10:20	11:00	12:40
天候	曇り		晴れ	
風		微風		
気温	20℃	23℃	27℃	32℃
湿度	68%	59%	59%	44%

表 - 17 混合物および舗装体の温度

	1台目	2台目	3台目	4台目	平均温度
出荷温度	83℃	81℃	81℃	80℃	80℃
現場到着温度	73℃	74℃	74℃	73℃	73℃
敷均し温度	41℃	36℃	41℃	44℃	44℃
初期転圧温度	28℃	30℃	29℃	30℃	30℃
二次転圧温度	25℃	26℃	32℃	32℃	32℃
交通解放温度	36℃	37℃	37℃	42℃	42℃

表 - 18 切取り供試体密度

No.	採取場所	基準密度 (g/cm ³)	密度 (g/cm ³)	締固め度 (%)	管理基準
1	KP=170.261 CL~4.7	2.229	2.157	96.8	
2	KP=170.261 CL~4.7		2.176	97.6	
3	KP=170.261 CL~4.7		2.175	97.6	
平均			2.169	97.3	≥94.0

なお、交通開放7日後における車両走行部のGB反発係数は、加熱混合物の表面温度が50℃で測定した値(62～64%)とほぼ変わらない値となっていた。

このように、セミホット混合物に含まれる水分の蒸発と供用による圧密により強度発現が進む過程は、GB反発試験によって概ね把握できることがわかった。GB反発試験は、交通開放の目安として利用できる可能性があり、今後の施工でもデータ収集を重ね、交通開放の目安となる値を調査して行く必要があると考えられる。

(5) すべり抵抗性

すべり抵抗測定結果を図-9に示す。ただしここで示すすべり抵抗値は路面が湿潤状態における測定値3個の平均値で、日本道路公団で定められている試験方法⁹⁾20のBPNに換算した値である。

この結果、セミホット混合物工区のすべり抵抗性値は、施工直後から7日後までは多少の相違があったが、1ヶ月後以降は比較混合物工区とほぼ同程度で推移している。

(6) 平坦性

平坦性測定結果を図-10に示す。施工直後はセミホット混合物工区のほうが、比較混合物より縦断凹凸量が大きく、平坦性に劣る結果を示したが、1ヶ月以降はセミホット混合物工区、比較混合物工区ともにほぼ同程度で推移している。

(7) わだち掘れ

横断形状測定結果を図-11に示す。セミホット混合物工区、比較混合物工区ともに施工直後から供用2冬経過後まで大きな差はなく同程度で推移している。

(8) ひび割れ目視確認結果

供用開始1冬経過後の路面性状目視確認で、セミホット混合物工区に除雪機のブレードによる舗装のはがれがみられたが(写真-3)供用には支障のない程度であった。2冬経過後の目視確認では新たなはがれは見られなかった。

セミホット混合物工区、比較混合物工区ともに路面のひび割れはほとんど観察されなかった。

5. まとめ

今回の調査結果から、セミホット混合物に関して明らかになったことを以下に示す。

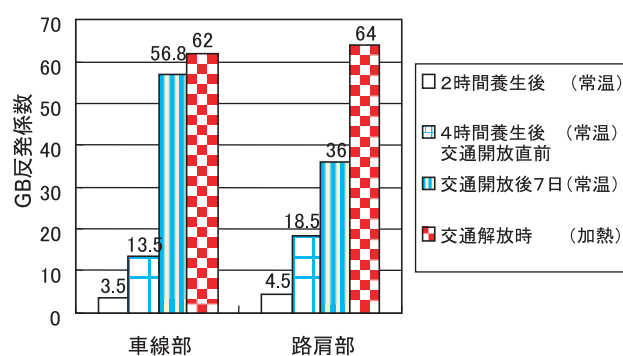


図-8 GB反発係数

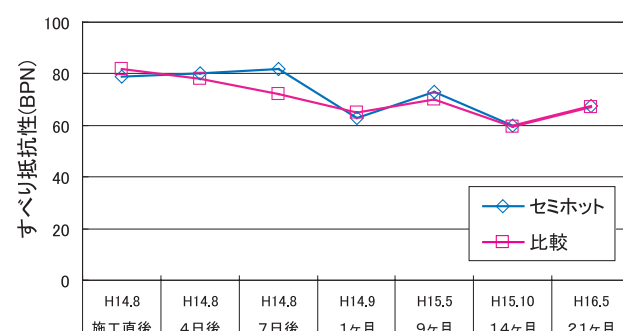


図-9 すべり抵抗性

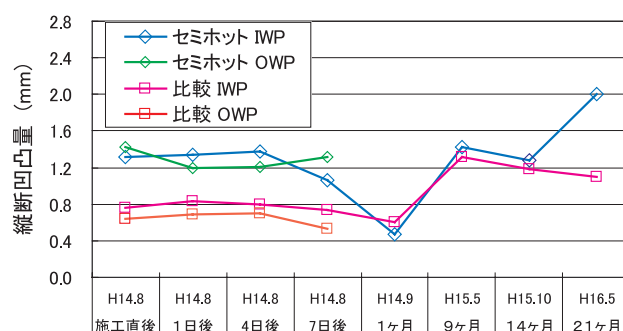


図-10 平坦性

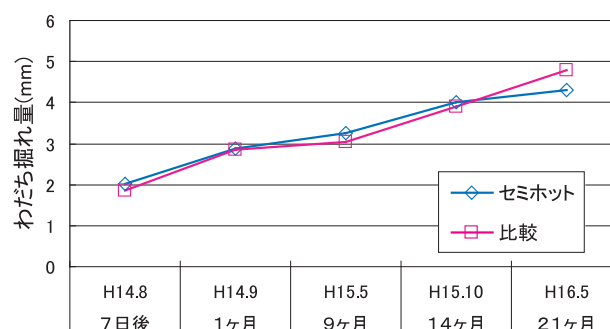


図-11 わだち掘れ量

(1) 環境の保全への寄与

セミホット混合物は加熱混合物に比べ、発生 CO₂ を約40%削減し、施工コストも約20%削減することができる。

セミホット混合物は、2%～5%の水分量と30以上の温度が確保できると、24時間程度の可使用時間を得ることができる。

(2) 交通開放のための強度測定

今回の試験施工結果では、GB反発係数が10%以上になった時に交通開放を行ったが交通に支障はなかった。

(3) 供用性状

すべり抵抗性、わだち掘れ、平坦性は、ほぼ加熱混合物と同等程度の値を示している。

1冬経過後に除雪機のブレードによる剥離が見られたが供用には問題はなく、その後、現在まで路面の剥離およびクラックはほとんど観察されていない。

6. おわりに

セミホット型アスファルト混合物が今回の試験練りや試験施工を通して、積雪寒冷地の気象・交通条件に適用可能であることが確認できた。

セミホット型アスファルト混合物を作製するには、プラントの改造、特殊バインダ供給ユニット、加水ユニットが必要となるなど初期投資がかかるが、既存のアスファルトプラントを使用でき、比較的温暖な時期に施工できれば、大型車交通300台以下の道路の修繕工法として使用できる可能性があり、今後も引き続き供用性等を確認していく予定である。

なお、本文は大林道路㈱、鹿島道路㈱、世紀東急工業㈱、大成ロテック㈱、前田道路㈱の5社により構成される常温舗装技術研究会と(独)北海道開発土木研究所の共同研究によって得られた成果をまとめたものである。

最後に本研究を進めるにあたり試験施工を実施していただいた、北海道開発局 旭川開発建設部 美深道路維持事業所の皆様に深く感謝いたします。



写真 - 3 セミホット混合物工区の舗装のはがれ

参考文献

- 1) 加納孝志：環境に配慮した新しい常温アスファルト混合物、舗装、pp.15～19、2001.11
- 2) 江向俊文、加納孝志：環境に配慮した常温混合物の開発について、土木学会第57回年次学術講演会概要集、第 部門、pp.797～798、2002.9
- 3) 加納孝志、江向俊文：環境に配慮した湿潤加熱型常温混合物の開発について、第24回日本道路会議、一般論文集(C)、PP.22～23、2001.10
- 4) 江向俊文、牧恒雄：セミホット型アスファルト混合物について、農業土木学会第12回農村道路研究部会研究発表会要旨集、PP.20～23、2002.12
- 5) 加納孝志、青木政樹、辻井豪：環境に配慮したセミホット型常温アスファルト混合物の開発、第35回日本大学生産工学部学術講演会土木部会講演概要集、PP.187～188、2002.12
- 6) 小関裕二、石川洋、小池俊久：セミホット型アスファルト舗装の試験施工、第9回北陸道路舗装会議技術報文集、PP.73～76、2003.6
- 7) (社)日本道路協会編：簡易舗装要綱(昭和54年版)、pp.30～40、1980
- 8) (社)日本道路協会編：舗装試験法便覧別冊、pp.34～38、1996.10
- 9) (社)日本道路公団：日本道路公団試験方法 第2編 舗装関係試験法、PP.95～100、1992.4



上野 千草*
Chigusa UENO

北海道開発土木研究所
道路部
維持管理研究室
研究員



岳本 秀人**
Hideto TAKEMOTO

北海道開発土木研究所
道路部
維持管理研究室
室長



安倍 隆二***
Ryuji ABE

北海道開発土木研究所
道路部
維持管理研究室
主任研究員



鈴木 徹****
Tooru SUZUKI

北世紀東急株式会社
技術研究所
基礎研究室



江向 俊文*****
Toshihumi EMUKAI

前田道路株式会社
技術研究所