

積雪寒冷地域におけるセミホット型 アスファルト混合物の適用に関する検討

吉井 昭博¹・岳本 秀人²・安倍 隆二³・鈴木 徹⁴・江向 俊文⁵

¹正会員 独立行政法人北海道開発土木研究所（〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34）

²正会員 独立行政法人北海道開発土木研究所（〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34）

³正会員 独立行政法人北海道開発土木研究所（〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34）

⁴非会員 世紀東急工業株式会社 技術研究所（〒329-4304 栃木県下都賀郡岩舟町静和2081-2）

⁵正会員 前田道路株式会社 技術研究所 基礎研究室（〒243-0414 神奈川県海老名市杉久保279）

近年、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及びCO₂排出量の削減が強く求められている。また、道路整備は本格的な維持・修繕の時代を迎え、道路建設コストの削減も強く求められている。このような状況を踏まえ、常温化舗装研究会では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の開発を行っている。この混合物は製造時に発生するCO₂の抑制を期待でき、使用アスファルト量を削減できることによる合材コスト縮減が可能なため一般道への適用を目標とし、研究を行っている。北海道内の国道で試験施工した結果、重交通箇所でない場合は加熱混合物とほぼ同等の製造性、施工性が認められた。

Key Words : energy conservation, carbon-dioxide emissions, environmental, 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及び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等の常温アスファルト混合物、中温化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。

そのため本研究では、常温化舗装技術研究会等が開発したセミホット型アスファルト混合物^{1)~6)}（以下；セミホット混合物）を一般道に試験施工し検討を行った。この混合物は、80℃以下の製造・施工が可能であり使用アスファルトを削減することもできるため、発生CO₂やコストの削減が可能であると考えられる。

セミホット混合物の適用、環境保全やコスト縮減の観点より有益である可能性が高いが、交通開放を決定するための基準がないことや高針入度バインダーを使用することによる耐流動性への懸念、適用事例が少ないことによる製造性・施工性の確認ができていない等の問題点があり、本格的な使用はされていない。

本文では、北海道の気象・交通条件に適合する

ように開発したセミホット混合物の特性（省エネルギーと使用アスファルト量の削減）ならびに試験施工における製造性・施工性・供用性・耐久性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

(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。製造時に添加された水分は、混合物中で潤滑剤の様に作用するため80℃程度での製造及び50℃以下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。

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ー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のように機能するため、混合物温度が常温に低下しても施工できる。
 ホットサイロでの貯蔵も可能である。
 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。
 CO₂排出量は、加熱混合物に比べ4割程度削減できる⁴⁾。
 施工コストは、加熱混合物に比べ2割程度削減できる。
 地域発生骨材を使用することができる。

(2) セミホット混合物の製造方法及び基本性状

稼働中の加熱アスファルトプラントに特殊バインダ製造投入装置(写真-1)と加水装置(写真-2)を増設・改造し、セミホット混合物を製造する手法を検討すると同時にセミホット混合物を作製した。室内作製混合物の性状と改造した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の一例を表-1に示す。セミホット混合物の作製手法例を図-1に示す。

特殊バインダ製造投入装置は、ストレートアスファルト(60-80)または(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 を製造する装置でタンクにアスファルトを貯蔵することができる。

加水装置は、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ことができる。

表-1 より製造したセミホット混合物は、混合温度が目標よりも若干低いものの、ほぼ目標性状を満足しており、室内で作製した混合物と比較しても同程度の性状を得ることができた。



写真-1 特殊バインダ製造投入装置



写真-2 加水装置

(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することや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。

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。含水比については、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、ある程度の温度を確保できれば、18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。

表-1 セミホット混合物の性状一例

項目	室内作製混合物	プラント作製混合物	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(℃)	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)	6.0	4.3	4.0以上
フロー値(1/100cm)	22	23	20~40
ハイモルタリング試験(DS)	727	-	-

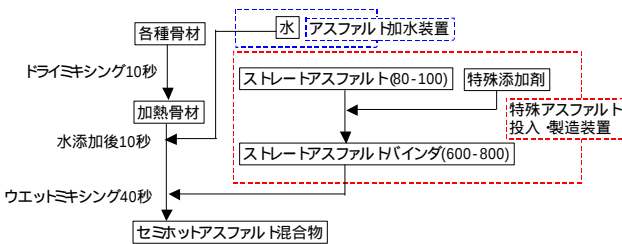


図-1 セミホット混合物の作製手法の一例

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	4	2	2	9
混合物温度	85	70	67	65
含水比	3.1	3.2	4	3.9
マーシャル安定度	2.187	2.187	2.197	2.2
密度	2.187	2.187	2.197	2.2
安定度	5.5	5.3	6.2	6.3
フロー	19	22	22	21

ここで使用した供試体は、締固め後20分間の条件で7日間養生した。

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	製造数量	1t当たりの重油使用量	1t当たりのCO ₂ 排出量	CO ₂ 削減率
	(℃)	(t)	(kg)	(t)	(%)
加熱アスファルト混合物	160	443	7.5	5.52	0
セミホットアスファルト混合物	80	46	4.6	3.35	39.2

(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ができ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。

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。

試験練りでの施工条件などについては表-4に示す通りである。

(1) 使用プラントと材料

試験練りに使用したアスファルトプラントは 1t 練りのアスファルトプラントであり、セミホット混合物を作製するため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製造は図-1と同様に行われ、今回の試験では、バインダの加熱温度が 125℃、骨材の加熱温度を 100℃ で設定し、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。アスファルト量については、4.2%、加水量は 4.0%とそれぞれ決定した。

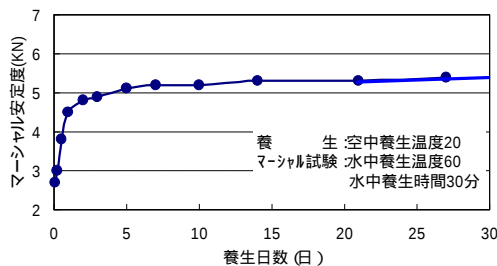


図-2 室内における養生日数と強度の関係



写真-3 試験練り路面状況

表-4 試験練りでの施工条件 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)

(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、水分割合の管理が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と考えられるが、現在のところこの方法はないため、どのような方法で判断するのが適当なのか検討した。試験項目は表-5に、試験結果を図-3に示す。車両走行試験については表-5、写真-3に示す。

調査の結果、モルタル水分計による水分量測定では、まったく水分を検知することができなく、舗装体から試料を採取し、後ほど室内試験することによって水分量試験値を得た。

図-2の様にセミホット混合物は、施工後1日で最終強度の70%程度、7日後で最終強度の90%以上の強度を発現できる²⁾とされているが、今回の試験結果(図-3)では、強度がこの結果を下回っているため、気象条件によって水分の蒸発する割合が変化すると推測された。水分量における強度の変化割合については、更なるデータの蓄積の上での解析が必要であると考えられる。

セミホット混合物は、水分量が減っていくに従って(図-4)GB反発係数は大きくなる傾向にあり、反発係数が15%程度の状態(120分経過時)で車両走行試験を行ったところ、写真-3、表-6の様になり、握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、今回の試験施工での交通開放の判断基準としてはGB反発係数試験を適用することとした。

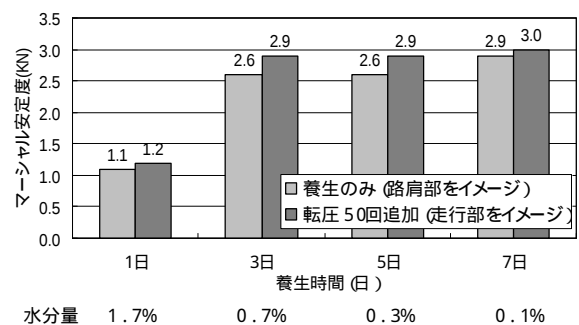


図-3 供試体のマーシャル試験結果

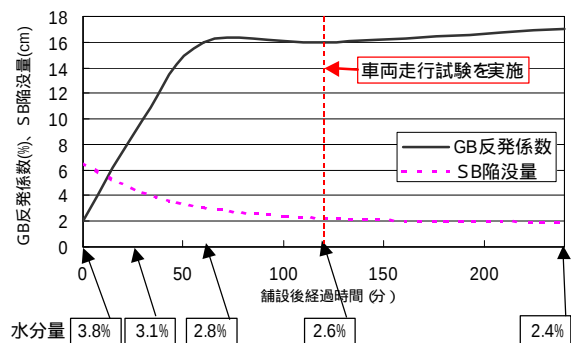


図-4 水分量とGB反発係数の相関

表-5 試験練りでの調査項目

試験項目	測定方法	交通開放を決定するための試験としては	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、掘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

表-6 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。
掘えきり後	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。

4. 試験施工の概要

(1) 試験施工箇所の概要

試験施工の概要を表-7、標準断面図を図-4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 (図-5)である。試験施工区間はKP=170.229 ~ KP=170.300の旭川から稚内に向かう下り車線の約L=70mである。

(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-8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。

(3) 使用するプラントと機械

セミホット混合物を作製する上で水の投入時期と合材の混合は重要なことである。セミホット混合物を作製するプラントには、加水装置、特殊アスファルトバインダ投入装置が取り付けられている。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。今回の試験施工で使用した工場は、専用の加水装置及び特殊アスファルト製造添加装置を容易に設置できるプラントとした。また、セミホット混合物が通常の混合物に比べ可使時間が多くとれる利点を確認するために運搬距離で約170km、運搬時間で約4時間のプラントとなった。

試験施工に使用した機械の種類と施工条件は表-9に示すとおりである。敷均しは通常のアスファルトフィニッシャーを用い、転圧は3tタンデムローラ1台で実施する予定であったが、鉄輪の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(写真-4)。

表-7 試験施工の概要

施工日	平成14年8月22日
施工面積	約385m ² (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)
調査日	施工直後、平成14年8月22日
	供用1日後、平成14年8月23日
	供用4日後、平成14年8月26日
	供用7日後、平成14年8月29日
	供用1ヶ月後、平成14年9月24日
	供用1冬後、平成15年6月10日

表層	↑
セミホット型混合物(13F)	4cm
レベリング層	↑
再生粗粒度アスファルト混合物(20)	4cm

図-4 標準断面図

表-8 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-9 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、H/O ON	敷均し
タンデムローラ		3t	1	往復2回(施工区間の前)	初期転圧
コンバインドローラ		4t	1	往復1回(施工区間の後)	仕上げ転圧
ダンプトラック		10t	4	-	運搬



写真-4 セミホット混合物施工状況

5. 試験施工の調査結果

試験施工における調査項目と頻度は表-10、試験位置は図-6に示すとおりである。

すべり抵抗値、横断形状、平たん性、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20%密粒度アスファルト混合物(13)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-11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) セミホット混合物の基礎性状試験結果

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は表-12、骨材配合率は表-13、合成粒度は表-14、セミホット混合物(13)のマーシャル性状は表-15に各々示すとおりである。ここで、表-12および表-15には、常温舗装技術研究会が作成したマニュアル⁸⁾に示されている品質の目標値を参考値として併記している。切り取り供試体の密度測定結果を表-16に示す。

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

(3) 混合物および舗装体の温度測定結果

混合物の温度測定結果は表-17に示す。混合物の出荷温度は80～83℃、現場到着温度が73～74℃であり、運搬距離の関係で運搬時間が約4時間となったが、防寒シートの影響により約9℃しか下がらなかった。

また、舗装体の温度測定結果は、敷均し温度が36～44℃、初期転圧が28～30℃、二次転圧が25～32℃、交通開放温度が36～42℃であった。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。

表-13 セミホット混合物の骨材配合率

項目	骨材	加熱温度	6号砕石	7号砕石	粗目砂	細目砂	石粉	アスファルト	合計
セミホット混合物	100		31.6	22	29.7	4.8	7.7	4.2	100
密粒度アスコン13F	140		37	8.5	30.1	9.8	9.2	5.4	100

表-15 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/cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	安定度 (kN)	フロー値 (1/100cm)
セミホット混合物	4.2	2.236		2.8	23
測定値	製造直後	4.2	2.229	2.535	2.6
	製造4時間後	4.2	2.229	2.6	22
代表的な密粒度アスコン13Fの品質	-	-	-	1.5以上	20～40
代表的な密粒度アスコン13Fの品質	5.4	2.41	2.401	921	32

セミホット混合物は、20℃で7日間養生後の供試体でマーシャル安定度試験をしている。

表-10 試験施工での調査項目と頻度

項目	時期	頻度
気温	適宜	適宜
混合物温度	出荷時、到着時	ダンプ毎
舗装体温度	敷均し時、転圧時、開放直前	ダンプ毎
すべり抵抗値(BPN)	直後、4日後、7日後、1ヶ月後、1冬経過後	3点
横断形状	直後、1日後、4日後、7日後、1ヶ月後、1冬経過後	20m毎 3点
平坦性	直後、1日後、4日後、7日後、1ヶ月後、1冬経過後	道路中心線から±1.0m 2点
ひび割れ(スケッチ)	施工前、直後、1日後、4日後、7日後、1ヶ月後、1冬経過後	全面
切り取り供試体密度	2ヶ月後	3本
路面性状の目視確認	直後、1日後、4日後、7日後、	全面
GB反発試験	転圧終了直後、2時間後、3時間後、開放直前、7日後	30m毎 2点

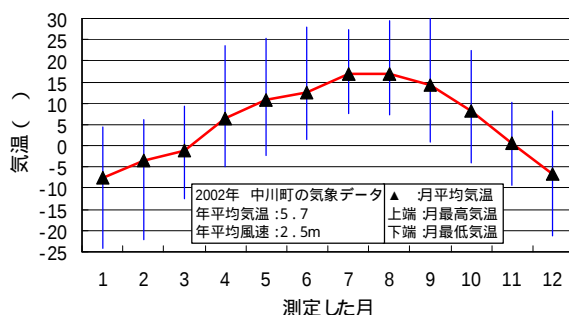


図-5 試験施工箇所の気象条件

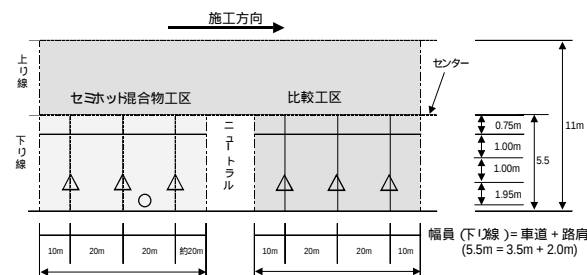


図-6 試験施工箇所の調査位置

表-12 特殊バインダの性状

項目	換算値	品質の目標値 ⁸⁾
針入度[25℃] (1/10mm)	707	600～800
針入度[15℃] (1/10mm)	262	-

表-14 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	100	99.8	62.3	43.3
百分率(%)	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	25.1	16.7	9.4	7.2
百分率(%)	24	15.5	11	6

表-11 試験施工時の気象条件

時刻	8:30	10:20	11:00	12:40
天候	曇り		晴れ	
風	微風			
気温	20	23	24	25
湿度	68%	59%	59%	44%

表-16 切り取り供試体の密度測定結果

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

表-17 セミホット混合物の温度変化

	1台目	2台目	3台目	4台目	平均
出荷	83	81	81	80	81
現場到着	73	74	74	73	74
敷均し	41	36	41	44	41
初期転圧	28	30	29	30	29
二次転圧	25	26	32	32	29
交通開放	36	37	37	42	38

単位はすべて

(4) G B (ゴルフボール) 反発試験結果

セミホット混合物は、交通開放を決定するための指標（加熱混合物の場合は、合材温度が50℃以下）がないため、これを決定するための資料として交通開放前（舗設2時間経過後、舗設4時間経過後）および交通開放後（舗設7日後）に実施するものである。G B 反発係数試験は、舗装試験法便覧別冊⁹⁾に掲載されている「弾力性試験方法」をそのまま準拠して行っている。

試験練りでの結果より、G B 反発係数が15%程度あれば、10tダンプの据えきり程度の衝撃で混合物のはく離、破壊が見られないことから、基準をG B 反発係数15%以上として現場での交通開放の指標として適用することとした。測定は、転圧直後、交通開放直前、交通開放7日後（最終強度確認）に行い、比較として、加熱混合物も同時に行った。また、車線部と路肩部では、舗装構造が異なるためこの違いについても調査した。G B 反発試験結果を図-7に示す。図に示しているのは、測定値の平均値であり、各々3ヶ所ずつ計測している。

この結果、セミホット混合物のG B 反発係数は、施工直後が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。加熱混合物工区（加熱混合物）の路面温度が50℃におけるG B 反発係数は、車線部で62%、路肩部で64%であった。この結果より、交通開放直前におけるセミホット混合物のG B 反発係数は、加熱混合物と比較すると1/5程度とかなり低い値であったにもかかわらず、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G B 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。

尚、交通開放7日後における車両走行部のG B 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。

従って、G B 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・決定して行く必要があると考えられる。

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って強度発現が進む過程は、G B 反発試験によって概ね把握できることがわかった。

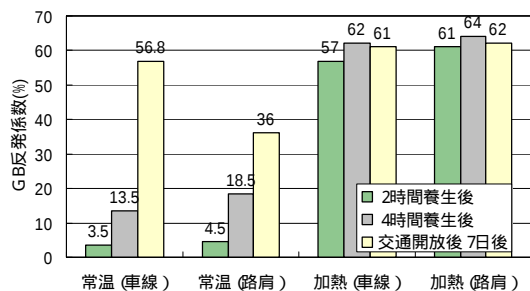


図-7 G B 反発係数試験結果

(5) 横断形状測定結果

横断形状測定結果を図-8（セミホット舗装工区）、図-9（加熱混合物工区）、図-10（最大わだち掘れ量）に示す。ここでは、施工直後の道路センターの地盤高を100として横断形状を示している。

この結果、常温混合物工区および比較工区ともに、供用一冬経過後ではあまり変化は見られなかった。常温混合物は、加熱混合物と比較すると若干安定性は低い、供用性等に大きな変化は見られない。

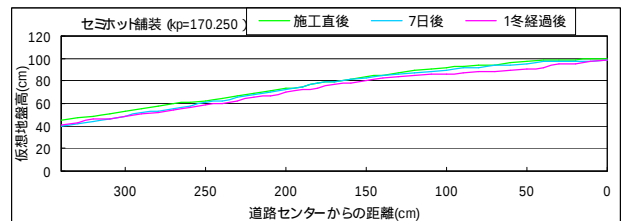
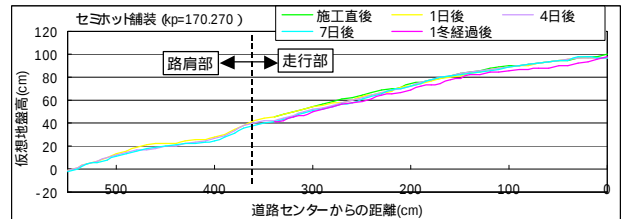


図-8 横断形状測定結果（セミホット舗装工区）

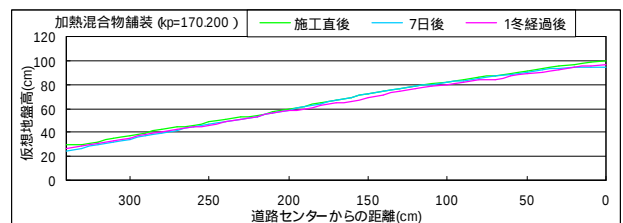
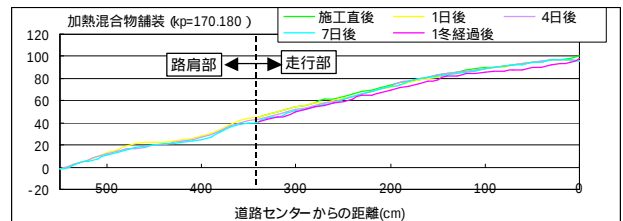


図-9 横断形状測定結果（加熱混合物工区）

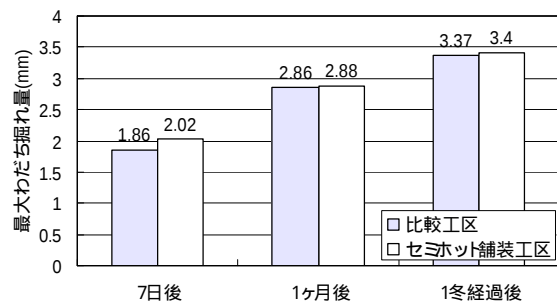


図-10 横断形状測定結果（最大わだち掘れ量）

(6) 平坦性測定結果

平坦性測定結果を表-18に示す。この結果、平坦性は、セミホット混合物工区および比較工区ともに施工直後から供用一冬経過後程度ではあまり変化は見られなかったが、施工直後からセミホット混合物は、加熱混合物より高い値を示し、加熱混合物より平坦性に劣る結果を示した。したがって、セミホット混合物の平坦性は、加熱混合物より若干高くなる傾向を示すが、平坦性の管理基準(2.4mm以下)を超えていない。

(7) スペリ抵抗測定結果

すべり抵抗測定結果を図-11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¹⁰⁾ 20 のBPNに換算した値である。この結果、セミホット混合物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ヶ月後以降になると比較工区とほぼ同程度であった。参考値として使用した規格¹⁰⁾は、満足していた。

(8) ひび割れ目視確認結果

供用開始一冬経過まででは、路面性状の目視確認結果によると、常温混合物工区、比較工区ともにひび割れは観察されなかったが、常温工区では除雪機のブレードによる舗装のはがれが多くなっている現状にある(写真-5)。通常の密粒度アスコンに比べアスファルトの被覆が少なく、骨材同士の付着が弱いことがこの原因と考えられる。

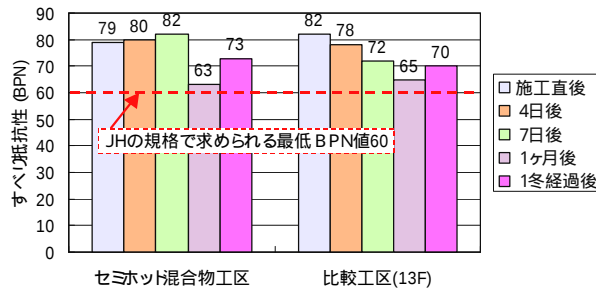


図-11 すべり抵抗性試験結果



写真-6 GB反発係数測定状況

6. まとめ

今回の試験施工結果より、積雪寒冷地におけるセミホット混合物の供用性はおおむね良好な結果となった。

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。

(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%削減することができる。

セミホット混合物は、ある程度の水分量と温度が確保できると、18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

G B 反発係数は、セミホット混合物の交通開放を決定するための指標として使用できる可能性がある。

今回の試験施工結果では、試験練り、試験施工の結果より、G B 反発係数が15%程度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

すべり抵抗性については、ほぼ加熱混合物と同等程度の値を示していた。

横断形状、縦断形状についても、ほぼ加熱混合物と同等程度であった。

セミホット混合物は一冬経過後もクラックは認められなかったが、ブレードによる舗装のはがれが多く認められるため、調査が必要である。



写真-5 セミホット混合物工区の舗装のはがれ

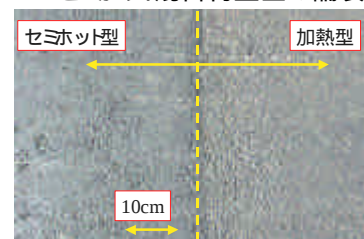


写真-7 施工直後のセミホット混合物の表面

表-18 平坦性試験測定結果

工 区	測定位置	施工直後	1日後	4日後	7日後	1ヶ月後	1冬経過後
セミホット舗装工区	IWP	1.32	1.34	1.37	1.06	0.47	1.42
	OWP	1.43	1.2	1.21	1.31	-	-
比較工区	IWP	0.76	0.83	0.8	0.74	0.6	1.31
	OWP	0.64	0.69	0.7	0.53	-	-

7. 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。

また，除雪時にブレードによって混合物が削り取られることもあり，さらにセミホット混合物を改良していく必要がある。

しかし，セミホット混合物は舗装工事におけるCO₂排出量を抑制できる環境に配慮した舗装であり，既存のアスファルトプラントを使用できることから，比較的温暖な時期に施工できれば，B交通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。

今後はさらにセミホット混合物の特性を生かした利用方法を考案していきたい。

なお，本文は大林道路（株），鹿島道路（株），世紀東急工業（株），大成ロテック（株），前田道路（株）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。

【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告文集，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) 常温舗装研究会：常温舗装施工管理マニュアル，2002
- 9) (社)日本道路協会：舗装試験法便覧別冊，pp.34-38，1996.10
- 10) (社)日本道路公団：日本道路公団試験方法，pp.2-95-100，1992.4

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

Akihiro YOSHII, Civil Engineering Research Institute of Hokkaido.

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. And the reduction in the road construction cost is strongly requested on the age of real maintenance and mending as for the road maintenance. 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.