

## 加熱アスファルト混合物のリサイクルに関する検討 Study of Recycling Hot Asphalt Mixture

安倍 隆二\* 高橋 守人\*\* 早坂 保則\*\*\*

Ryuji ABE, Morito TAKAHASHI, Yasunori HAYASAKA

建設副産物の再生利用に関しては、資源の有効利用、環境の保全といった地球環境問題を視点とした高い社会的な要請がある。平成6年4月にリサイクルプラン21（建設副産物対策行動計画）<sup>1)</sup>が策定され、北海道における建設副産物の再利用率の目標については、アスファルトコンクリート塊100%と定められた。リサイクルプラン21ではアスファルトコンクリート塊の再利用方法としては、再生加熱アスファルト混合物、再生クラッシュラン及び再生セメント安定処理路盤材料等として再利用を行い、建設副産物の搬出の抑制を図るために現場内利用や再生資源化施設に搬出して、再生資源の積極的活用を努めることになっている。

本文では再生加熱アスファルト混合物を表層に使用した試験施工結果、平成10年度に作成した「アスファルトコンクリート再生骨材の表層への利用に関する暫定品質基準（案）」の内容及びアスファルト再生骨材を路盤・凍上抑制層に利用した試験施工の結果について報告するものである。

《キーワード：積雪寒冷地；リサイクル；アスファルトコンクリート塊；加熱アスファルト混合物；路盤材》

The public has strongly called for re-use/recycling of construction by-products, given the concern over global environment issues such as effective use of resources and environmental conservation. In April 1994, the "Recycling-21" Plan was established, an action program concerning construction by-products. It calls for 100% re-use/recycling of asphalt concrete in Hokkaido. The plan also calls for re-use/recycling of asphalt concrete as hot asphalt mixture, crusher-run, or subbase course materials for soil stabilization by cement. To reduce the amount of construction by-products carried out of construction sites, on-site re-use/recycling as well as transport to recycling plants both are sought, toward intensive use of recycled materials. This paper summarizes the Tentative Standards for Re-use of Asphalt Concrete Aggregate in the Surface Layer (draft). It also reports on the use of asphalt concrete in the subbase course and in the frost blanket as determined by experimental construction using hot asphalt mixture as the surface layer.

Key words : Cold snowy regions, Recycling, Asphalt concrete, Hot asphalt mixture, Subbase course material

# 1. 調査の背景

北海道におけるアスファルト塊の残量としては、平成11年3月末現在222万トンのストック量がある<sup>2)</sup>。再生骨材の使用量は年々増加しているが、再生資源化施設に搬入されるアスファルト塊受入量についても増加傾向にあり、再生資源化施設にストックされているアスファルト塊の残量は増加傾向にある(図-1)。

全道各地区の平成10年度のアスファルト塊利用実績を図-2に示す。図に示している地区については、各開発建設部の地区と同じゾーンであるが、札幌開発建設部については札幌(札幌市、江別市、石狩市、北広島市、千歳市、恵庭市)と空知(札幌地区以外の市町村)に分けて算出している。全道的に見ると地区によ

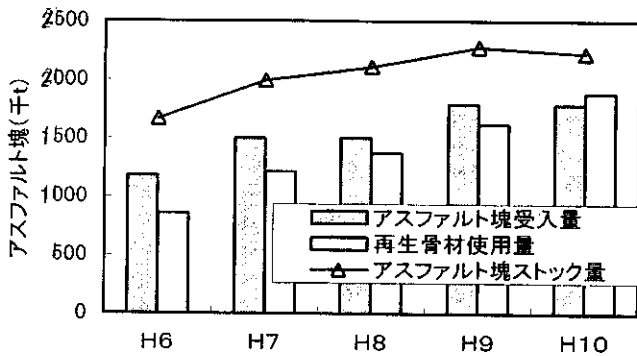


図-1 北海道におけるアスファルトコンクリート塊の再利用状況

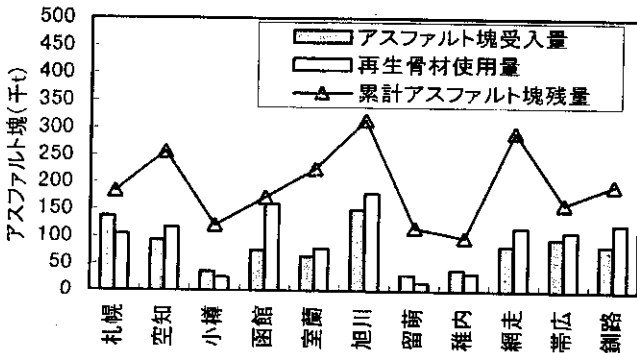


図-2 全道各地区のアスファルト塊利用実績

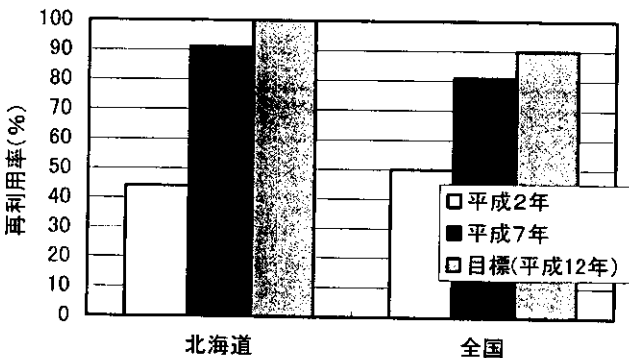


図-3 全国と北海道におけるアスファルトコンクリート塊の再利用率

てアスファルト塊残量は異なるが、全道各地区でアスファルト塊が大量に再生資源化施設に堆積されている現状にある。

ストックヤードの確保や再生骨材の利用促進からもアスファルトコンクリート塊を再生加熱アスファルト混合物、路盤材及び凍上抑制層に利用するための検討が必要である。

また、北海道の再利用率は平成2年度データでは全国の再利用率を下回っていたが、平成7年度データでは全国の再利用率を上回っており、北海道では平成2年度以降積極的にアスファルトコンクリート塊が再生加熱アスファルト混合物として使用されてきたことが分かる(図-3)。

## 2. 再生加熱アスファルト混合物の表層への適用について

### 2.1 試験舗装の概要

1992年に発行された「プラント再生舗装技術指針」においてD交通区分の道路を含めた全ての道路舗装に適用可能とされたが、適用にあたっては「積雪寒冷地の表層に適用する場合には、混合物の耐摩耗性などを調査して使用することが望ましい。」<sup>3)</sup>とされている。

北海道開発局においては従来まで基層以下の混合物に再生骨材混合率50%以下で施工されてきたが、表層混合物については検討課題であるため、表層に再生加熱アスファルト混合物(以下、再生材)を使用した試験舗装を実施し、その適用について検討を行った。

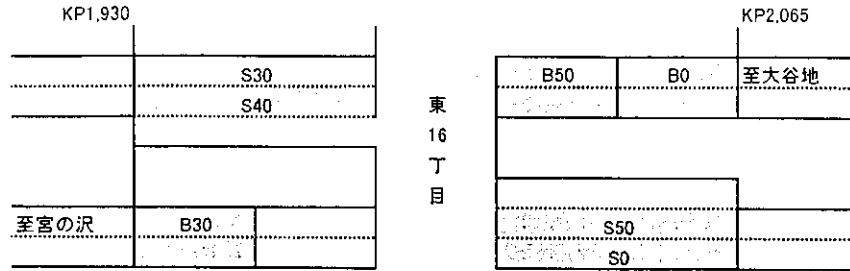
試験施工箇所を図-4、5、6、7に示す。交通区分は札幌工区D交通、長万部工区C交通、小平、湧別工区B交通である。札幌工区は一般国道274号の交差点部(片側2車線)で実施し、中央分離帯部には札幌自動車道の高架橋が通過しており、南側に上り車線、北側に下り車線がセパレートに位置している。

札幌工区は再生骨材を単独に加熱するドライヤーが設備されているⅢ型プラントを使用し、再生骨材混合率0~50%の混合物を施工した(表-1)。

長万部、小平、湧別工区については、再生骨材を加熱するドライヤーが設備されていないⅣ型プラントを使用しているため混合温度を確保できないので再生骨材混合率0~30%の範囲で施工を実施した。再生材の評価を行うため、比較工区(細粒度キップアスコン~再生骨材混合率0%)を設けて検討を行った。

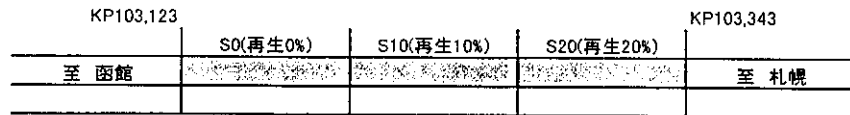
次に、試験施工で使用した加熱アスファルト混合物の配合を示す(表-2、3、4、5、6)。

マーシャル安定度試験から算出された最適アスファ



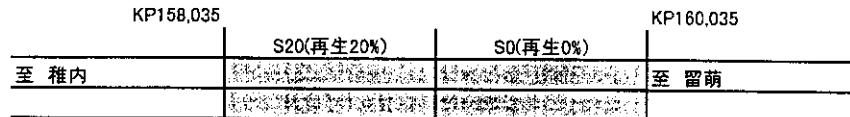
(一般国道274号 札幌市伏古・D交通・平成4年10月施工)

図-4 試験施工箇所図 (札幌工区)



(一般国道5号 長万部町長万部・C交通・平成6年7月施工)

図-5 試験施工箇所図 (長万部工区)



(一般国道232号 小平町鬼鹿・B交通・平成9年7月施工)

図-6 試験施工箇所図 (小平工区)



(一般国道238号 湧別町信部内・B交通・平成9年8月施工)

図-7 試験施工箇所図 (湧別工区)

表-1 試験施工混合率 (%) ・札幌工区

	記号	再生骨材混合率 (%)		
		表層	基層	アス処理
表層再生工区	S0	0	40	40
	S30	30	40	4
	S40	40	40	40
	S50	50	40	40
基層・アス処理再生工区	B0	0	0	0
	B30	0	30	30
	B50	0	50	50

表-2 再生加熱アスファルト混合物の配合 (表層・基層) (札幌工区)

配合種類	配合率 (%)											合計	
	全アスファルト量	アスファルト量(新As)	SBRラテックス	砕石(20-13)	砕石(13-5)	砕石(5-2.5)	粗砂	細砂	再生骨材(13-0)	ファイバー	再生用添加剤		
細粒度アスコン	再生骨材 0%(ゴム入り)	6.80	6.53	0.27	0.00	28.00	14.90	33.10	5.60	0.00	11.60	0.00	100.00
	再生骨材30%(ゴム入り)	6.80	4.85	0.27	0.00	19.53	11.18	4.66	20.50	30.00	8.85	0.16	100.00
	再生骨材40%(ゴム入り)	6.80	4.28	0.27	0.00	17.68	9.32	0.00	20.50	40.00	7.74	0.21	100.00
	再生骨材50%(ゴム入り)	6.80	3.71	0.27	0.00	14.90	8.39	0.00	14.91	50.00	7.55	0.27	100.00
粗粒度アスコン	再生骨材 0%	5.30	5.30	0.00	20.80	30.30	18.00	11.40	9.40	0.00	4.80	0.00	100.00
	再生骨材30%	5.30	3.61	0.00	19.80	24.64	12.32	3.79	3.79	30.00	1.90	0.15	100.00
	再生骨材40%	5.30	3.03	0.00	19.92	19.89	12.31	3.79	0.00	40.00	0.85	0.21	100.00
	再生骨材50%	5.30	2.46	0.00	19.82	17.99	9.47	0.00	0.00	50.00	0.00	0.26	100.00

表-3 再生加熱アスファルト混合物の配合 (アスファルト安定処理) (札幌工区)

配合種類	配 合 率 (%)							合 計
	全アスファルト量	アスファルト量(新As)	砕石(13-5)	砕石(5-2.5)	粗砂	再生骨材(13-0)	再生用添加剤	
再生骨材0%	4.30	4.30	81.30	0.00	14.40	0.00	0.00	100.00
再生骨材30%	4.30	2.60	38.26	21.05	7.94	30.00	0.15	100.00
再生骨材40%	4.30	2.03	29.04	23.93	4.79	40.00	0.21	100.00
再生骨材50%	4.30	1.47	16.66	27.78	3.83	50.00	0.26	100.00

表-4 再生加熱アスファルト混合物の配合 (表層) (長万部工区)

配合種類	配 合 率 (%)									合 計
	全アスファルト量	アスファルト量(新As)	砕石(13-5)	砕石(5-2.5)	粗砂	細砂	再生骨材(13-0)	フィラー	再生用添加剤	
再生骨材0%	6.80	6.80	28.50	17.80	0.00	35.40	0.00	11.50	0.00	100.00
再生骨材10%	6.80	6.24	24.60	15.94	0.00	31.88	9.83	11.46	0.05	100.00
再生骨材20%	7.00	5.89	22.78	14.14	0.00	26.04	19.62	11.44	0.10	100.00

表-5 再生加熱アスファルト混合物の配合 (表層) (小平工区)

配合種類	配 合 率 (%)										合 計
	全アスファルト量	アスファルト量(新As)	砕石(13-5)	砕石(5-2.5)	クリーニング	粗砂	細砂	再生骨材(13-0)	フィラー	再生用添加剤	
再生骨材0%	6.80	6.80	28.80	14.90	9.70	0.00	28.20	0.00	11.60	0.00	100.00
再生骨材30%	6.80	5.75	23.67	13.32	9.88	0.00	15.85	19.96	11.56	0.10	100.00

表-6 再生加熱アスファルト混合物の配合 (表層) (湧別工区)

配合種類	配 合 率 (%)										合 計
	全アスファルト量	アスファルト量(新As)	砕石(13-5)	砕石(5-2.5)	クリーニング	粗砂	細砂	再生骨材(13-0)	フィラー	再生用添加剤	
再生骨材0%	6.80	6.80	28.40	14.30	7.80	0.00	31.20	0.00	11.50	0.00	100.00
再生骨材30%	6.80	5.28	22.55	9.41	4.94	0.00	19.95	27.86	0.00	0.13	100.00

表-7 再生骨材の品質

規 格 値	アスファルト針入度	アスファルト含有量 (%)	洗 い 損 出 量
	20以上	3.8%以上	5%以下
札 幌 工 区	43	5.15	0.93
長 万 部 工 区	43	5.21	1.75
小 平 工 区	34	4.75	2.00
湧 別 工 区	38	4.73	0.80

表-8 再生アスファルトの性状試験

	針入度(25℃)	軟化点	伸 度(7℃)	三 塩 化 分	引 火 点	薄 膜 加 熱 質 量 変 化 率	薄 膜 加 熱 針 入 度 残 留 率	蒸 発 後 の 針 入 度 比	密 度(15℃)
規 格 値	80~100	42~50	100以上	99.0以上	260以上	0.6以下	50以上	110以下	1.0以上
札 幌 工 区	90	46.5	100(+)	99.8	329	0.01	53.0	99.0	1.031
長 万 部 工 区	88	46.7	100(+)	99.5	300	-0.02	72.0	99.0	1.032
小 平 工 区	90	46.7	107	99.8	320	-0.01	59.7	97.2	1.021
湧 別 工 区	93	48.0	100(+)	99.8	326	0.03	71.3	97.6	1.016

表-9 再生アスファルトの性状試験 (改質アスファルトI型)

	針入度(25℃)	軟化点	伸 度(7℃)	引 火 点	薄 膜 加 熱 針 入 度 残 留 率	タフネス(25℃)	テナシティ(25℃)
規 格 値	50以上	50~60	30以上	260以上	55以上	50以上	25以上
札 幌 工 区	81	54.5	100(+)	332	62.5	68	28

表-10 室内試験の試験項目

試 験 箇 所	混 合 率	マーシャル安定度試験	ホイールトラッキング試験	チェーンラベリング試験	曲 げ 試 験	アスファルトの組成分析試験	赤外線吸収スペクトル分析
小 平 工 区	0, 20, 30	○	○	○	○	-	-
湧 別 工 区	0, 30	○	○	○	○	-	-
開 土 研 室 内 試 験	0, 30, 50, 70	○	○	○	○	○	○

ルト量は再生材と新材と比較すると長万部工区の再生骨材混合率20%以外は同一のアスファルト量であり、新材と再生材の最適アスファルト量は同程度である。

試験施工で使用した再生骨材、再生骨材から回収したアスファルトと再生添加剤を混合して作成した再生アスファルトの性状は、「プラント再生舗装技術指針」の規格値を満足している（表-7、8）。また、札幌工区の表層には改質アスファルトⅠ型の混合物を使用しているが再生アスファルトに改質材の固形分4%を添加したアスファルトの性状は改質アスファルトⅠ型の規格値を満足している。

## 2. 2 室内試験

試験施工時の室内試験及び開発土木研究所で行った室内試験（以下、開土研室内試験）の試験項目を表-10に示す。室内試験では耐摩耗性、耐流動性、アスファルトの劣化の影響について試験を行った。

### 1) マーシャル安定度試験

マーシャル安定度試験は、配合を決定するための試験であるが、試験施工時の表層に使用した混合物のマーシャル安定度を示す（図-8）。再生材は加熱アスファルト混合物（以下、新材）と比較してマーシャル安定度についての大きな差はみられない。また、安定度／

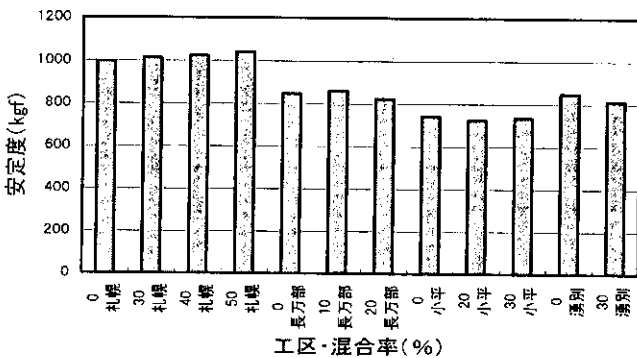


図-8 マーシャル安定度試験

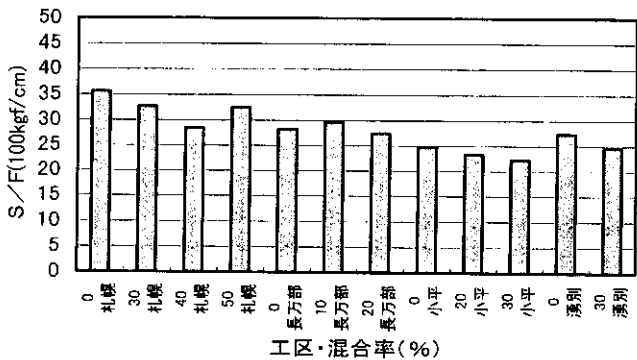


図-9 S/Fの関係

フロー値 (S/F) は積雪寒冷地で望ましい値15~45 (100kgf/cm) の範囲内である（図-9）。

### 2) ホイールトラッキング試験

ホイールトラッキング試験は混合物の耐流動性を評価する試験であり、試験温度については+60℃で実施した。アスファルト舗装要綱では耐流動対策に使用する改質Ⅱ型の混合物は室内試験で動的安定度 (DS) 1500以上と規定しているが、室内試験で実施した混合物はストレートアスファルトを使用しているため動的安定度 (DS) は600以下の低い値となっている。開土研室内試験、小平工区、滝別工区の再生材は新材と比べるとやや小さい値を示している配合もあるが大きな差はみられず、同程度の耐流動性を示している（図-10）。

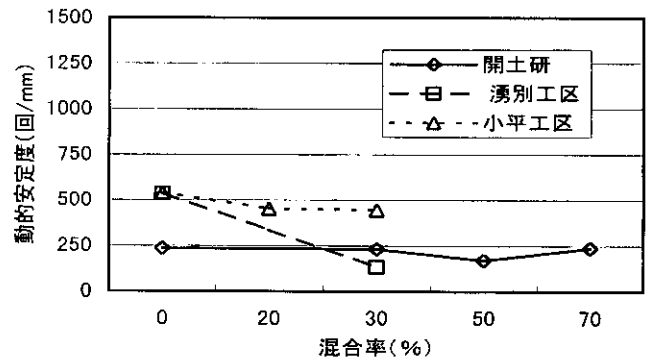


図-10 ホイールトラッキング試験

### 3) ラベリング試験

表層混合物の耐摩耗性の評価を行うため、往復チェーン型のラベリング試験機を使用して試験を実施した。

供試体を作成する方法はアスファルトモルタルと混合物の2種類あるが、再生材の評価方法は回収アスファルトを使用したアスファルトモルタルの供試体より混合物で評価する試験が現場の実態に近いと混合物の供試体を作成して試験を行った。アスファルトモルタ

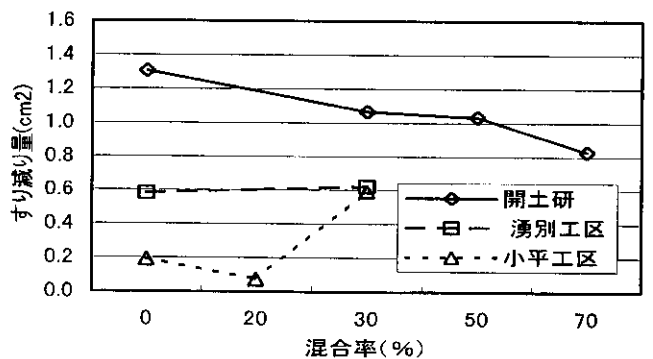


図-11 ラベリング試験

ルの場合、1.3/cm以下の規格値を設けているが、混合物の場合は規格値がないため相対比較を行った。再生材の摩耗量は新材と比べて大きな差はみられず、同程度の耐摩耗性を示している（図-11）。

#### 4) 曲げ試験

再生材の低温時におけるたわみ性の評価を行うため曲げ試験を実施した。曲げ試験は-10℃の試験温度、載荷速度50mm/minの条件で行った。曲げ強度については再生材が新材と比較して曲げ強度はやや大きい傾向にあるが、ひずみについては同程度であり低温時における再生材のたわみ性状については同程度であると考えられる（図-12、13）。

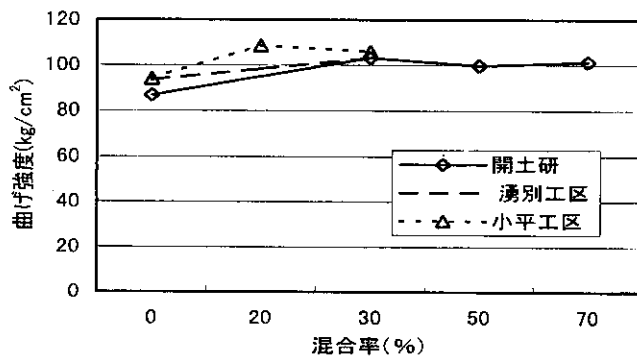


図-12 曲げ試験

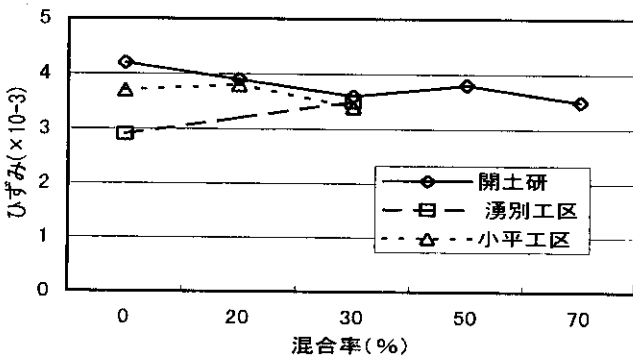


図-13 曲げ試験 (ひずみ)

#### 5) アスファルトの組成分析試験

再生アスファルトは再生添加剤を加えて針入度を調整し、ストレートアスファルトの性状に戻すが、再生骨材の劣化度合いを確認するため組成分析試験を行った。一般的にアスファルトの成分は飽和分（無色/淡黄色の澄んだ液状物質：分子量300～2000）、芳香族（赤褐色で粘りのある液体：分子量300～2000）、レジジン分（暗褐色で粘りのある固体又は半固体：分子量500～50000）、アスファルテン（暗褐色、黒褐色の固体粉末：分子量1000～100000）で構成されており、劣化

が進行すると分子量の大きい成分が増加していくと考えられている<sup>4)</sup>。

再生骨材混合率の違いによるアスファルトの組成分析試験結果を図-14に示す。再生材は再生添加剤を加えて針入度を80～100の範囲内に調整しているが、組成分析試験において再生骨材混合率の増加に伴い固体粉末であるアスファルテンが増加することは再生アスファルトの針入度を調整してもアスファルトの成分までは変わらず、混合率の増加に伴い再生アスファルトの劣化度合いが大きくなっていると考えられる<sup>5) 6) 7)</sup>。

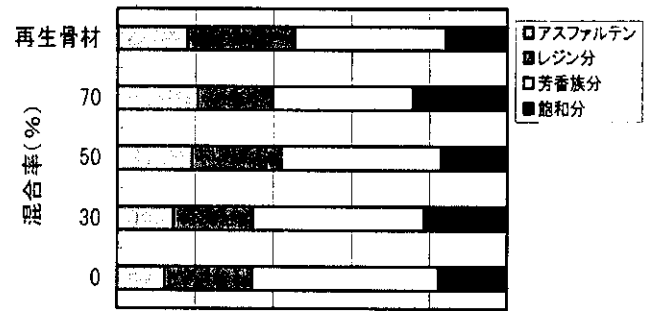


図-14 アスファルトの組成分析試験

#### 6) 赤外線吸収スペクトル分析

アスファルトの組成分析試験と同じ目的でアスファルトの化学的な変化（酸化劣化）を定量的に評価する方法として赤外線吸収スペクトル分析<sup>8)</sup>を行った（図-15）。再生骨材混合率が増加するに従い吸光度の数値が大きくなっている。組成分析試験結果と同様に再生骨材の混合率が増加することにより再生アスファルトの劣化度合いが大きくなっていると考えられる。

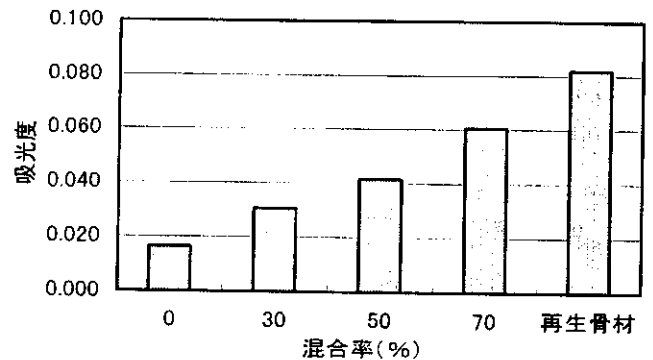


図-15 再生アスファルトの吸光度

## 2. 3 試験施工

### 1) 再生合材の温度低下について

試験施工時の出荷温度、到着温度、敷き均し温度を示す(図-16)。各工区とも出荷から到着までの再生材の温度低下は新材と比較して差はみられず、敷き均し温度についても各工区110℃以上確保されていた。また、小平工区において合材運搬車の出荷時、到着時の表面温度(表面から2cm下の位置)と内部温度(表面から20cm下の位置)を計測した(運搬時間32分、外気温20℃)。表面温度、内部温度ともに温度低下の差は見られない(図-17)。更に、敷き均しから供用するまでの混合物温度を測定した結果、混合物の低下速度は同程度であった。(図-18)。

以上の結果から再生材の温度低下は新材と比べて同じ傾向を示すと考えられる。

Ⅲ型プラントは再生骨材の加熱装置が整備されているので再生骨材の高配合が可能であるが、Ⅳ型プラントは常温の再生骨材を高温に加熱した新骨材の熱により加熱・混合するので混合率は一般的に20%程度で出荷されている。小平、湧別工区においてⅣ型プラントを利用して30%の混合率で試験施工を行った。湧別工区については外気温が26℃の好条件であり、所定の混合温度が確保された(加熱温度280℃、ドライミキシング8秒、ウッドミキシング37秒の条件)。小平工区については試験施工の前に試験練りを行ない舗設を行った。混合温度については132℃までしか上がらず、敷き均し温度が103℃となり、110℃を確保できなかった(外気温15℃、曇り、加熱温度269℃、ドライミキシング8秒、ウッドミキシング37秒の条件)。

Ⅳ型プラントから30%の混合率で出荷する場合は外気温や再生骨材の含水比が影響するので事前に試験練りを行い、混合温度を確認することが望ましいと考えられる。

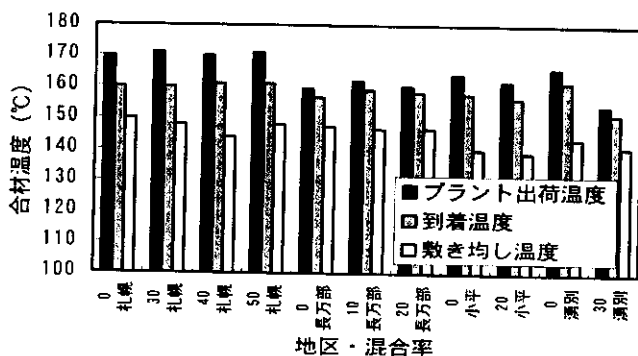


図-16 混合物の温度変化

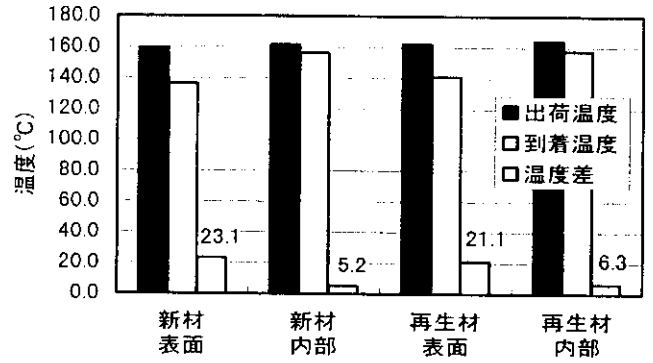


図-17 運搬時の温度低下

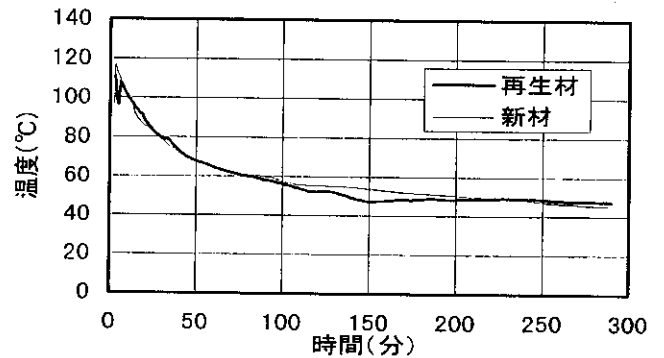


図-18 アスファルト混合物の温度低下(小平工区)

### 2) 現場密度

各工区ともに96%以上の現場密度を満足しており、再生材、新材ともに十分な締め固め度が確保されている(図-19)。

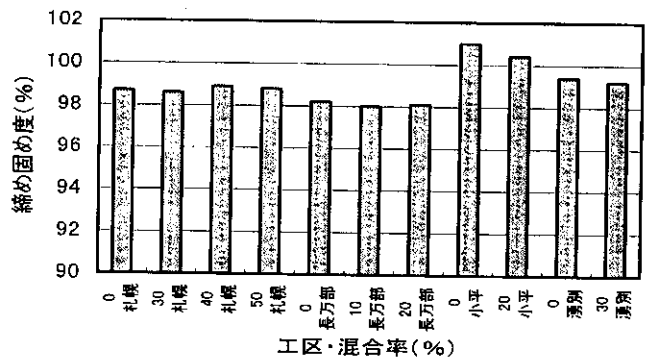


図-19 締め固め度

### 3) 供用性調査

#### ① わだちぼれ量

札幌工区(D交通)における累積大型車交通量とわだちぼれ量の関係を図-20、21に示す。わだちぼれ量はS0工区とS50工区、S30工区とS40工区が近似しており、前者の方がより大きな値となっている。S0・S50工区とS30・S40工区では施工箇所が異なるために

横軸に累積大型車交通量を用いたが、施工箇所が並んでいる工区箇所が近似した値となっていることから、この差の原因は施工箇所の中央分離帯に高架橋があり、南側と北側の舗装体温度の違いによる施工箇所の影響がでていると考えられる(図-22)。基層・アス処理再生工区についても、B0、B30、B50の各工区は、ほぼ同程度であると考えられ、再生骨材混合率の違いによる影響は見られていない。また、各工区のクラックについては発生していない(平成11年5月現在～施工後6年7ヶ月)。

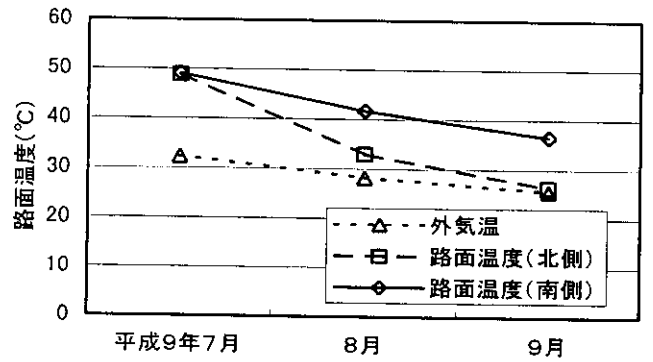


図-22 路面最高温度(札幌工区)

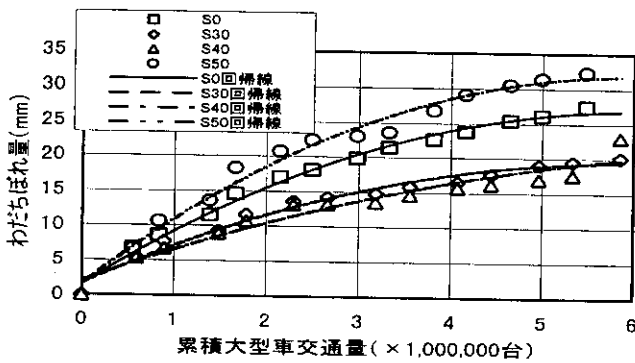


図-20 累積大型交通量とわだちぼれ量(札幌工区)

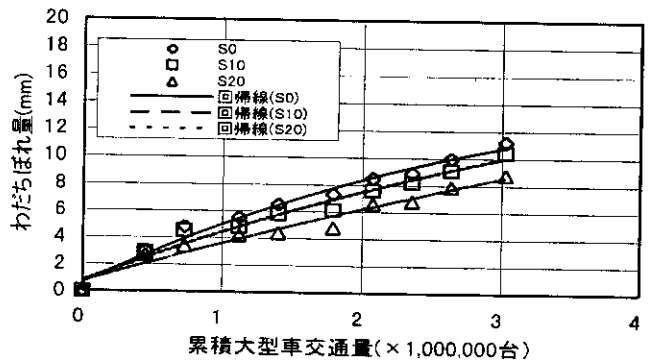


図-23 累積大型交通量とわだちぼれ量(長万部工区)

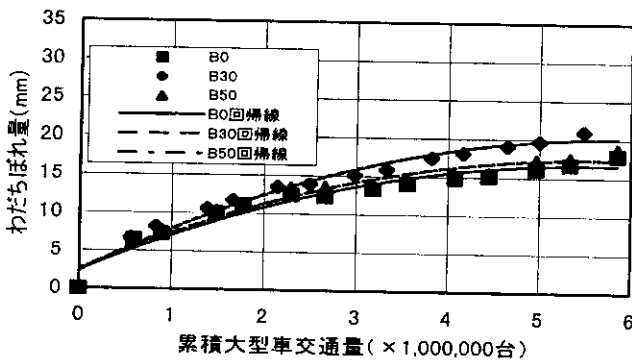


図-21 累積大型交通量とわだちぼれ量(札幌工区)

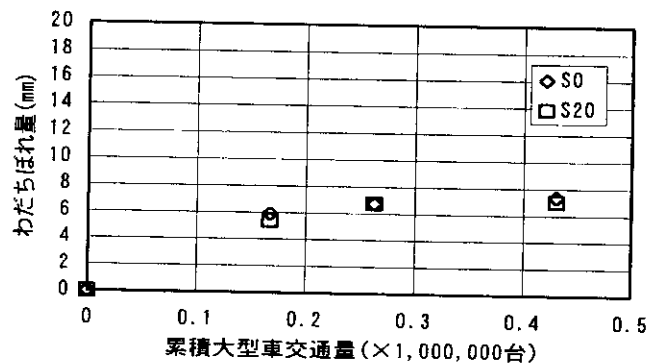


図-24 累積大型交通量とわだちぼれ量(小平工区)

長万部工区(C交通)は施工後4年8ヶ月経過(平成11年5月現在)したが、わだち掘れ量は新材、再生材とも同程度であり再生材による影響はみられていない(図-23)。また、クラックの発生も生じていなく路面状態は良好である。

小平工区(B交通・施工後1年10ヶ月～平成11年5月現在)、湧別工区(B交通・施工後1年9ヶ月～平成11年5月現在)についてもわだち掘れ量は新材、再生材とも同程度であり再生材による影響はみられていない(図-24、25)。

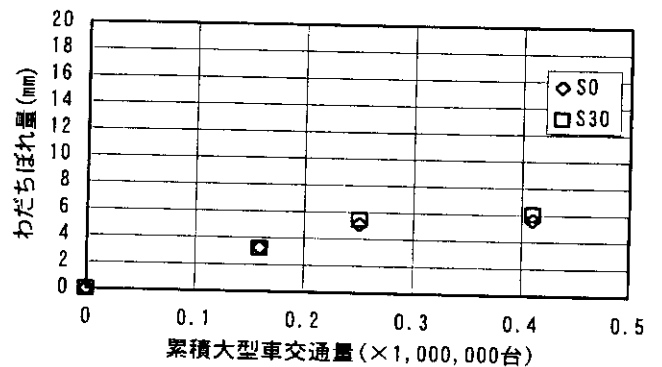


図-25 累積大型交通量とわだちぼれ量(湧別工区)



## ②MCI

札幌工区の表層および基層・アス処理再生工区のMCIの経年変化を図-26、27に示す。MCIの値は各工区、6年7ヶ月経過した現在でも維持修繕が必要とされているMCI値の5未満を満足している<sup>9)</sup>。

また、長万部工区についても各工区、MCI値は同程度であり良好な路面状態となっている(図-28)。

以上の結果から表層に再生材を利用した混合物の供用性は新材と比べて同等程度の耐摩耗性、耐流動性があると考えられる。

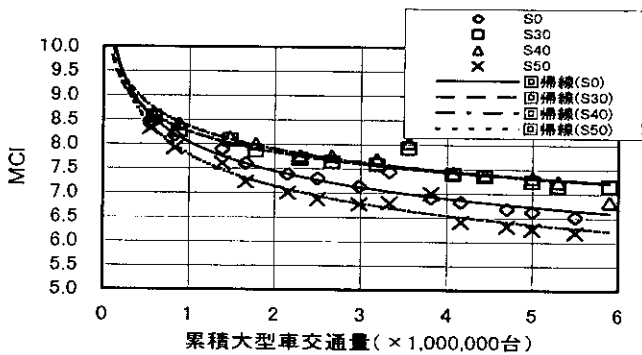


図-26 MCI (札幌工区)

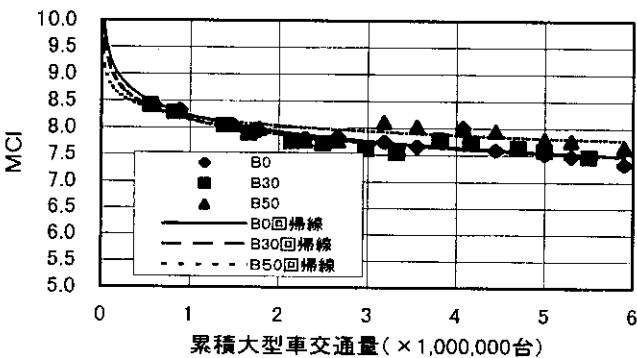


図-27 MCI (札幌工区)

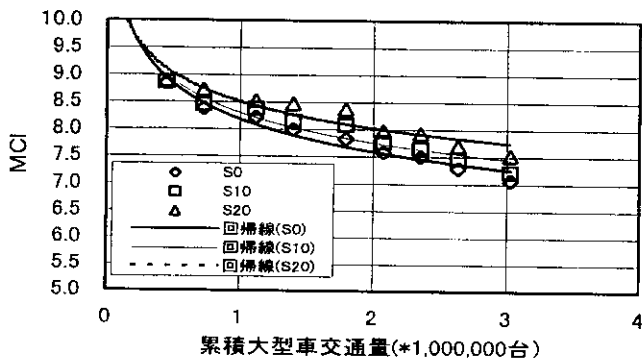


図-28 MCI (長万部工区)

## 2. 4 北海道開発局で使用されている舗装用骨材

北海道開発局の平成10年度までの「道路・河川工事仕様書」では表層混合物に使用する骨材は耐摩耗性を考慮して規格値が基層・アスファルト安定処理とは異なる規格値を持っていた(表-11)。平成11年度から規格が変更になったが、アスファルト安定処理混合物の規格は表層の規格値とは異なる(表-12)。そのため再生骨材を表層混合物に使用する場合には表層の規格値を満足しない骨材が含まれる可能性があるため、北海道開発局における過去に舗設された粗粒度アスコン、アスファルト安定処理の粗骨材の品質について確認を行った(平成6~8年度までの品質管理データ)。

粗粒度アスコンは表乾比重、安定性試験損出量、すり減り減量、及び安定性試験損出量については表層の規格値(平成10年度の規格)をほぼ満足している(図-29、30、31、32)。また、アスファルト安定処理についても表層の規格値(平成10年度の規格)をほぼ満足している(図-33、34、35、36)。

以上の結果から粗粒度アスコン、アスファルト安定処理を含んだ再生骨材が表層に含まれても骨材の品質には問題がないと考えられる。

表-11 アスファルト舗装用骨材の規格値(平成10年度まで)

	表層用	すべり止め用	基層用(中間層)	アスファルト安定処理用
表乾比重	2.55以上	2.60以上	2.50以上	2.45以上
吸水率	2.5%以下	2.5%以下	3.0%以下	-
すり減り量	30%以下	30%以下	30%以下	40%以下
安定性試験損出量	12%以下	12%以下	12%以下	20%以下

表-12 アスファルト舗装用骨材の規格値(平成11年度)

	表層用	基層用(中間層)	アスファルト安定処理用
表乾比重	2.45以上	2.45以上	2.45以上
吸水率	3%以下	3%以下	-
すり減り量	30%以下	30%以下	40%以下
安定性試験損出量	12%以下	12%以下	20%以下

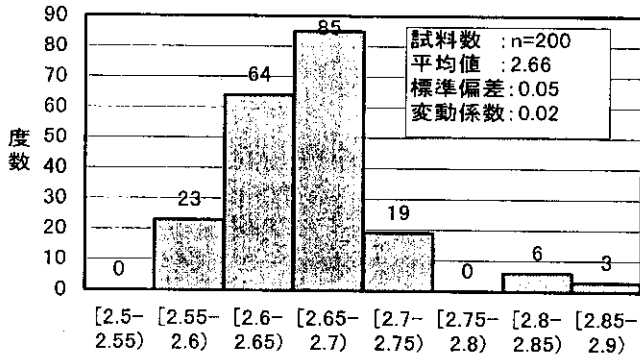


図-29 表乾比重 (アスファルト安定処理30mm,40mm)

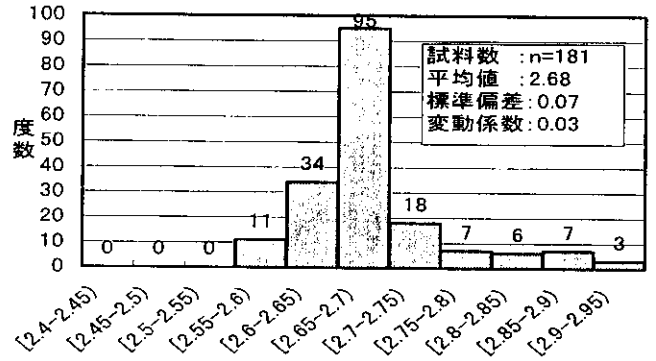


図-33 表乾比重 (粗粒度アスコン・5号砕石)

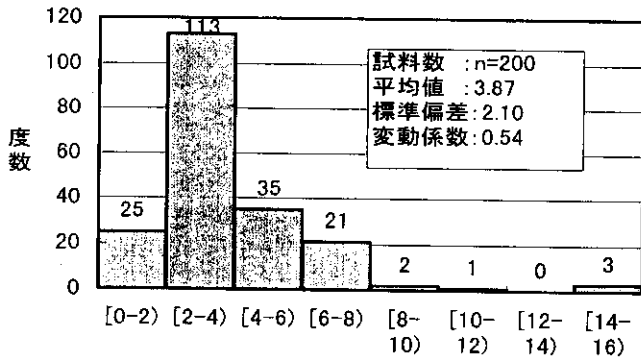


図-30 安定性試験損出量 (アスファルト安定処理30,40mm)

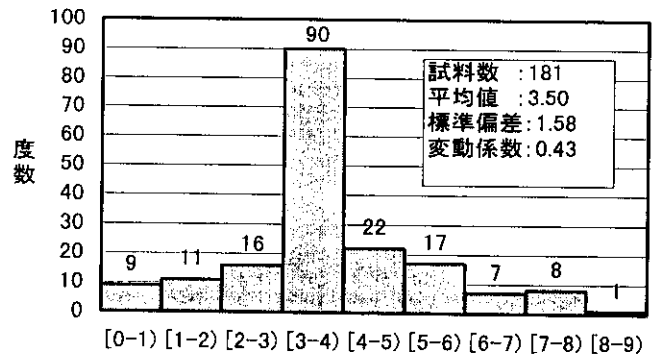


図-34 安定性試験損出量 (粗粒度アスコン・5号砕石)

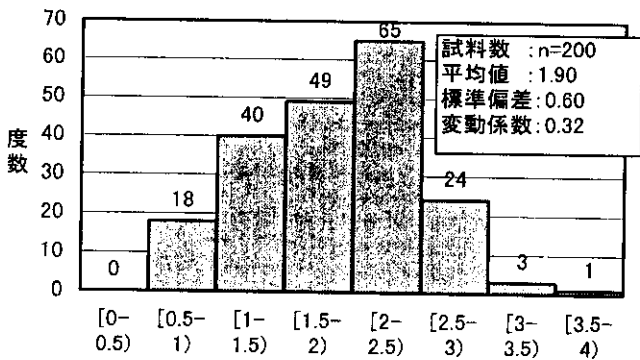


図-31 吸水率 (アスファルト安定処理30,40mm)

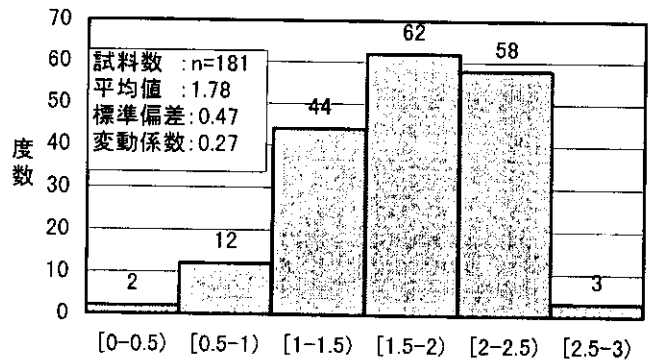


図-35 吸水率 (粗粒度アスコン・5号砕石)

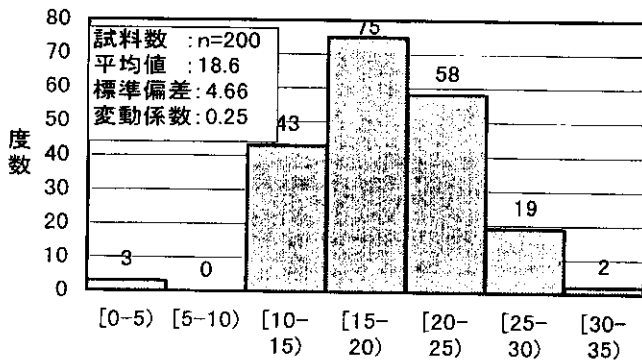


図-32 すり減り減量 (アスファルト安定処理30,40mm)

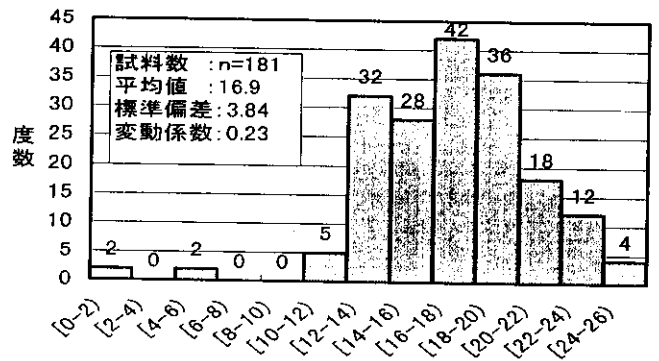


図-36 すり減り減量 (粗粒度アスコン・5号砕石)

### 3. 再生アスファルト骨材の路盤材への適用について

#### 3. 1 試験施工の概要と室内試験

##### (1) 試験施工の概要

再生骨材の試験施工箇所（全道6箇所）は本線以外の実際供用部（歩道、仮道、チェーン着脱所）で実施した（表-13）。凍上の影響を調査するため計測機器を埋設し、凍上量、凍結深及び路盤温度の計測を行った。仮道、チェーン着脱所では一般的に凍上抑制層は設けませんが、理論最大凍結深さの約70%まで材料を置き換えて試験施工を実施した。試験施工の工区分けとしては、事前に再生骨材の修正CBR試験を実施して下層路盤については修正CBRが30%以上の場合は再生骨材混合率を50%、67%の工区とし、30%以下の場合は再生骨材混合率20%として試験工区を設定した。また、凍上抑制層に使用する再生骨材の混合率は100%とした。再生骨材100%で凍上抑制層に使用したのは、凍上抑制層には修正CBRの規格がないことや再生骨材の利用促進を図るためである。再生骨材の粒度、細粒分の規定については「北海道開発局 道路・河川工事仕様書」の40m/m級切込砕石の規定に準拠した材料を使用した。

##### (2) 再生骨材の基本性状

試験施工で使用した再生骨材の室内試験結果を表-14に示す。また、図-37、38、43は（社）北海道舗装事業協会が実施した再生骨材の試験データも含めた図となっている。

一般骨材の場合は骨材間のかみ合わせにより強度を確保するが、再生骨材については付着しているアスファルトモルタル分の影響から骨材のかみ合わせ効果はあまり期待出来ないため、再生骨材100%の材料では平均20程度の修正CBRとなっており、路盤材としては強度不足となる（図-37）。

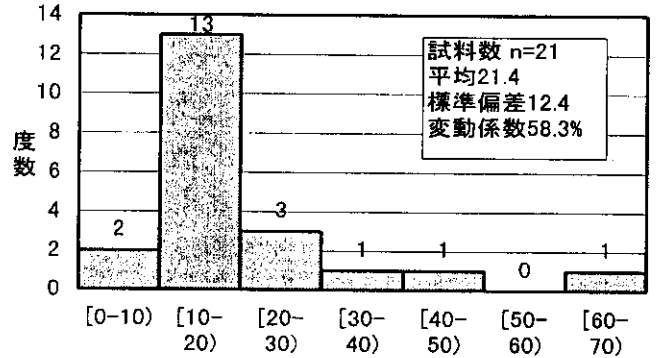


図-37 アスファルト再生骨材の修正CBR

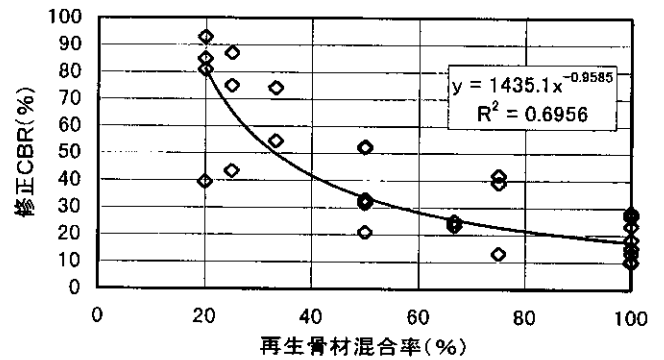


図-38 混合率と修正CBRの関係

表-13 試験施工箇所

施工箇所	舗装厚 (cm)	路盤厚 (cm)	凍上抑制層厚 (cm)	置換厚 (cm)	工区	路盤	凍上抑制層	適用箇所
一般国道337号 当別町	14	50	20	80	1	切込砕石 (40mm)	砂	仮道 (通過交通量 7,000台/12h)
					2	再生骨材 (20%)	砂	
					3	切込砕石 (40mm)	再生骨材 (100%)	
一般国道5号 七飯町	8	40	25	70	1	切込砕石 (40mm)	切込砕石 (80mm)	チェーン着脱所
					2	再生骨材 (67%)	切込砕石 (80mm)	
					3	再生骨材 (20%)	切込砕石 (80mm)	
					4	切込砕石 (40mm)	再生骨材 (100%)	
一般国道236号 浦河町	8	40	34	80	1	切込砂利 (40mm)	切込砂利 (80mm)	チェーン着脱所
					2	再生骨材 (20%)	切込砂利 (80mm)	
					3	切込砂利 (40mm)	再生骨材 (100%)	
一般国道38号 富良野市	8	40	45	90	1	切込砂利 (40mm)	切込砂利 (80mm)	チェーン着脱所
					2	再生骨材 (20%)	切込砂利 (80mm)	
					3	切込砂利 (40mm)	再生骨材 (100%)	
一般国道242号 留辺蘂町	8	40	55	100	1	切込砂利 (40mm)	火山灰	チェーン着脱所
					2	再生骨材 (20%)	火山灰	
					3	切込砂利 (40mm)	再生骨材 (100%)	
一般国道241号 音更町	3	27	-	-	1	切込砂利 (40mm)		歩道路盤
					2	再生骨材 (67%)		
					3	再生骨材 (50%)		

表-14 アスファルト再生骨材室内試験結果

試験項目	当別工区 As100%	当別工区 As20%	七飯工区 As100%	七飯工区 As67%	七飯工区 As50%	浦河工区 As100%	浦河工区 As20%	規格値 (下層路盤)	
表乾比重	2.375	2.541	2.438	2.513	2.556	2.612	2.668	—	
吸水率 (%)	2.82	3.32	3.17	3.21	3.1	1.58	1.58	—	
液性限界 (%)	28.9	NP	21.5	19	18.5	23.1	20.1	—	
塑性限界 (%)	NP	NP	NP	MP	NP	NP	NP	—	
塑性指数 (%)	NP	NP	NP	NP	MP	NP	NP	—	
75μmふるい通過量 (%)	5.2	12.1	12.9	12.9	12.4	7	12.2	15以下	
修正CBR (%)	10.1	93	15.2	25.1	31.5	13.3	81	30以上	
凍上試験	凍上率 (%)	0.1	—	2	—	—	0.1	—	5以下
	凍結様式	1	—	1	—	—	2	—	—
	判定	合格	—	合格	—	—	要注意	—	—
	CBR保存率 (%)	102.6	—	82.9	—	—	97.1	—	—
凍結融解後の修正CBR (%)	10.4	—	12.6	—	—	12.9	—	—	
試験項目	富良野工区 As100%	富良野工区 As20%	留辺蕊工区 As100%	留辺蕊工区 As20%	音更工区 As100%	音更工区 As67%	音更工区 As50%	規格値 (下層路盤)	
表乾比重	2.576	2.704	2.474	2.529	2.483	2.505	2.542	—	
吸水率 (%)	2.21	2.07	2.28	3.33	2.08	2.22	2.43	—	
液性限界 (%)	23.4	NP	NP	NP	21.5	20.3	19.9	—	
塑性限界 (%)	16.9	NP	NP	NP	NP	NP	NP	—	
塑性指数 (%)	6.5	NP	NP	NP	NP	NP	NP	—	
75μmふるい通過量 (%)	12.8	11.8	4.9	5.9	4.4	3.6	6.1	15以下	
修正CBR (%)	28.4	85	10.3	39.5	18.4	23.3	33.1	30以上	
凍上試験	凍上率 (%)	1.7	1.1	1.2	2.2	0.9	1.6	1.7	5以下
	凍結様式	4	—	1	—	1	—	—	—
	判定	不合格	—	合格	—	合格	—	—	—
	CBR保存率 (%)	71.2	—	86.7	—	85.8	—	—	—
凍結融解後の修正CBR (%)	20.2	—	8.9	—	15.8	—	—	—	

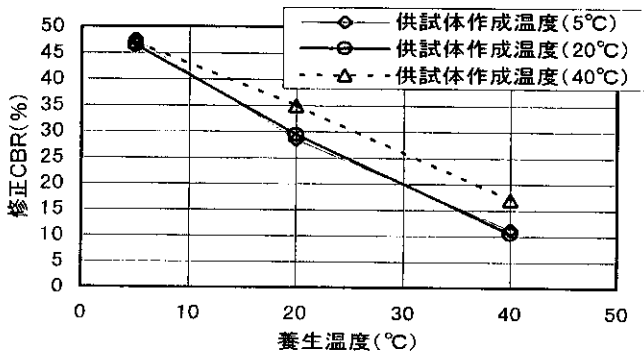


図-39 供試体作成温度と養生温度の関係

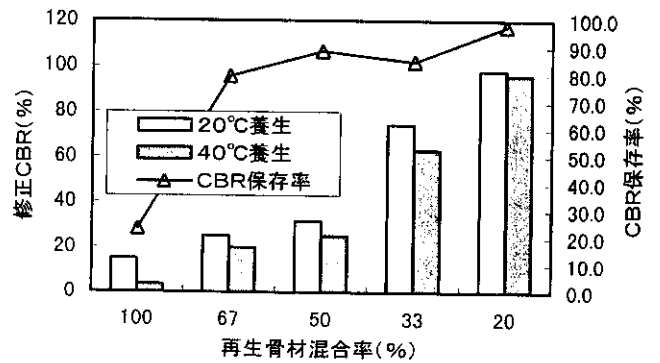


図-40 再生骨材の温度依存性 (七飯工区)

したがって、路盤材として使用する場合は一般骨材を混合しなければ、仕様書の規格を満足することは出来ない。そこで、再生骨材の混合率と修正CBRの関係を求めた。再生骨材の混合率の増加に伴い強度は低下するが、おおむね再生骨材混合率50%以下の比率で混合すれば修正CBRを確保できる (図-38)。また、混合材料により修正CBRが異なるため、各現場で混合率を決定することになるが、安全側を考慮すれば再生骨材混合率30%程度以下が混合範囲と考えられる。

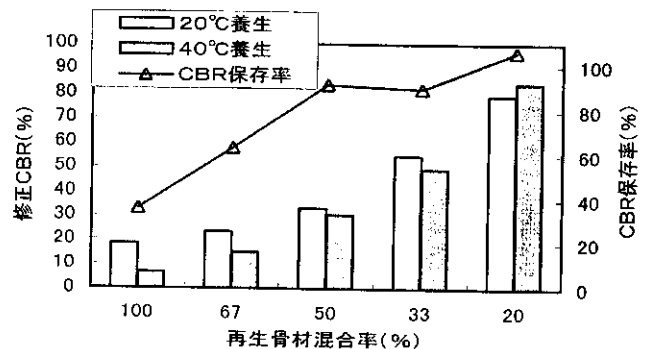


図-41 再生骨材の温度依存性 (音更工区)

また、再生骨材はアスファルトモルタル分に皮膜されている影響から温度が上昇するとアスファルトモル

タル分が柔らかくなるため強度の低下が懸念される。そこで、再生骨材の温度と修正CBRの関係を求めた。図-39に再生骨材100%（当別工区で使用したプラントから採取したものであるが、採取時期が異なる試料）を使用して試験を行った。供試体作成温度が異なるのは、5℃は寒冷期、40℃は夏期を想定した転圧条件である。供試体作成温度の違いとしては40℃で作成したものは、他の条件より修正CBRの数値が大きくなっている。原因としてはアスファルトモルタル分が柔らかいため、突き固めにより密度が高くなったため数値が大きくなったと考えられる。また、養生温度による修正CBRの低下傾向は突き固め条件に拘わらず同じ傾向を示し、供試体作成温度20℃の例では養生温度20℃と40℃の条件のCBR保存率は35.6%となり路盤温度上昇による強度の低下が懸念される。

次に、再生骨材混合率を変化させた温度の依存性について試験を行った。音更、七飯工区の材料を用いて試験を行い、20℃と40℃に96時間水中養生させた条件で混合率を変えて試験を行った。再生骨材100%の材料のCBR保存率は23.7%（七飯工区）・36.4%（音更工区）に低下するが、混合率が50%以下になると養生温度による強度の低下が小さく、保存率も80%程度確保され、再生骨材混合率50%以下の材料は温度による影響は少ないと考えられる（図-40、41）

### (3) 凍上性について

再生骨材100%の凍上試験の結果では、6工区中5工区が合格・要注意、1工区については氷晶が生じて不合格となった。原因としては、細粒分（本文では75μmふるい通過量を細粒分と定義した）が規格値（15%：75μmふるい通過量が4.75mmふるいを通過量に対して15%以下）を満足しているが、他の工区の塑性指数はNPであり、富良野工区の塑性指数（PI）が6.5の数値を示していることから細粒分の影響により不合格になったと考えられる。凍上試験における凍上率については細粒分が多くなると凍上率が大きくなる傾向にある（図-42）。また、舗装事業協会のデータも含めた75μmふるい通過量の結果は全て15%以下であり（図-43）、塑性指数については23試料中22試料がNPとなった。しかしながら、75μmふるい通過量が12~14%の試料も多く、凍上性の材料としての懸念があるため、実際に使用する場合は細粒分の多い材料は凍上率が高い傾向にあるので凍上試験で確認してからの使用が望ましいと考えられる。

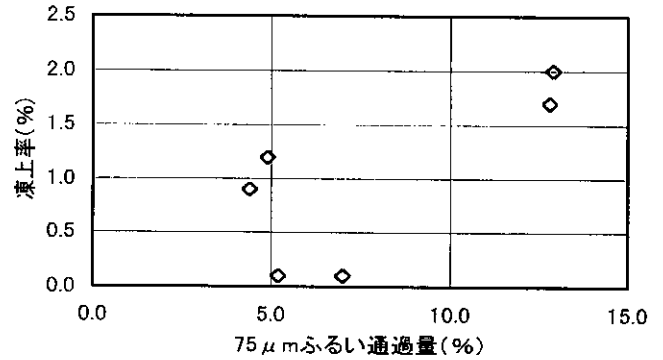


図-42 凍上率と75μmふるい通過量の関係

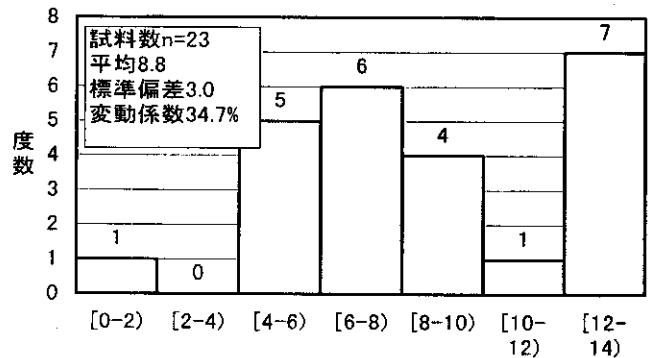


図-43 75μmふるい通過量 (As100%)

### (4) 凍結融解の影響について

再生骨材の50サイクル凍結融解後のふるい分け試験結果が各工区同じ傾向にあるので代表事例を示す（図-44）。再生骨材は凍結融解をしても殆ど細粒化しない傾向にあり、また細粒分に着目した凍結融解前後の細粒分の関係についても細粒分の増加はみられない（図-45）。また、凍結融解後の修正CBRについても強度の低下は最低値でも71.2%の保存率を示し、過去の調査で実施した粗粒材の保存率と同程度である<sup>10)</sup>（図-46）。以上の結果から、再生骨材は凍結融解による骨材の耐久性に問題はないと考えられる。

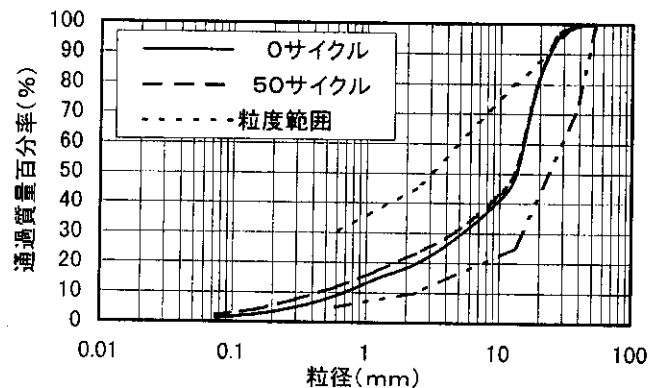


図-44 ふるい分け試験結果（富良野As100%）

一般的に骨材の凍結融解による耐久性については安定性試験で判断するが、安定性試験では硫酸ナトリウム溶液に水浸して100~110℃で乾燥させる作業を5回繰り返すが、再生骨材の場合は熱により骨材が変形し、粒度も変わり骨材の評価ができないため試験は実施していない。

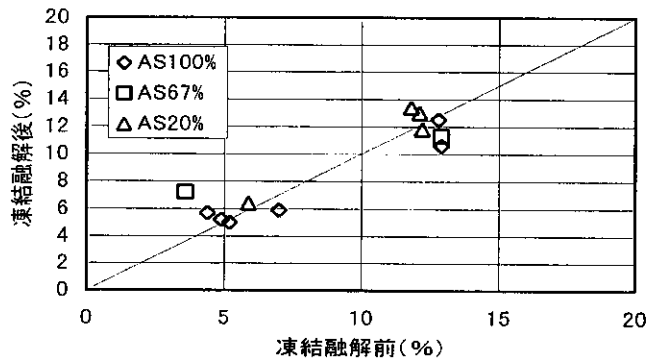


図-45 凍結融解前後の75 $\mu$ mふるい通過量

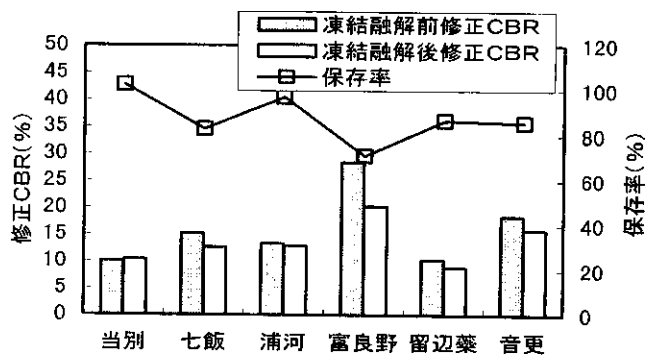


図-46 凍結融解前後の修正CBR

(5) 再生セメント安定処理路盤材料の室内試験

再生骨材を下層路盤材料として利用する場合、強度を確保するため一般骨材を混合する方法と安定処理混合物として利用する2ケースが考えられる。室内試験では再生骨材100% (当別・浦河・音更の3工区) とポルトランドセメントを用いたセメント安定処理路盤材料を作成して試験を行った。配合を決定するために各工区3種類の配合を設定してセメント安定処理混合物の一軸圧縮試験を行い、最適セメント量を決定した。最適セメント量は当別、浦河工区が9%、音更工区7%となり、再生骨材の修正CBRの小さな工区はセメント量が多くなった (図-47)。

セメント安定処理路盤材料の凍結融解による抵抗性を確認するために安定処理混合物の凍結融解試験方法 (舗装試験法便覧) により試験を行った。この試験方法は凍結融解のサイクルを12回行い、体積変化率 (%)

と損失量 (%) で判定する試験である。図-48、49に凍結融解後の体積変化率、損失量を示す。一般的には7日強度で確認するが参考値として28日強度でも確認した。各工区のセメント安定処理路盤は規格値内にあり、凍結融解の抵抗性は問題ないと判断できる。

次に、セメント安定処理路盤の温度依存性を確認するために養生温度を20、40℃の条件のもと、一軸圧縮試験で7日強度 (室内養生6日、1日水浸) と養生条件を変えた7日強度 (室内養生6日 (20℃)、1日水浸 (40℃)) を確認した (図-50)。

40℃養生 (室内養生6日、1日水浸) の供試体の7日強度については基準の0.98(Mpa)以上を確保できなかった。原因としてはアスファルトモルタル分の強度低下とセメント分の強度発現が遅れた影響と考えられる。また、室内養生6日 (20℃) +1日水浸 (40℃) の条件でも規格値以下であることはアスファルトモルタル分の強度低下と考えられる。以上の結果から、セメント安定処理路盤材料として使用する場合、路盤温度が40℃以上になる箇所においては再生骨材100%のセメント安定処理路盤材料の適用は難しいと考えられる。

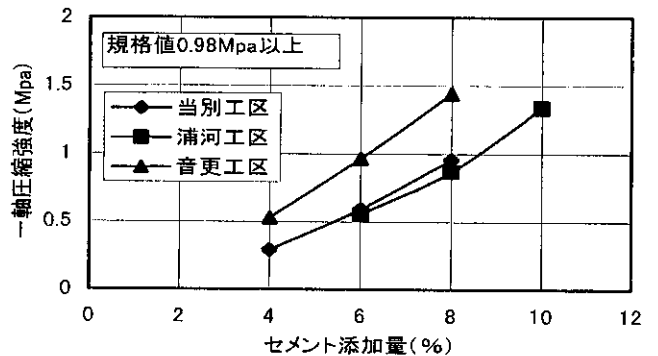


図-47 セメント添加量と一軸圧縮強度の関係

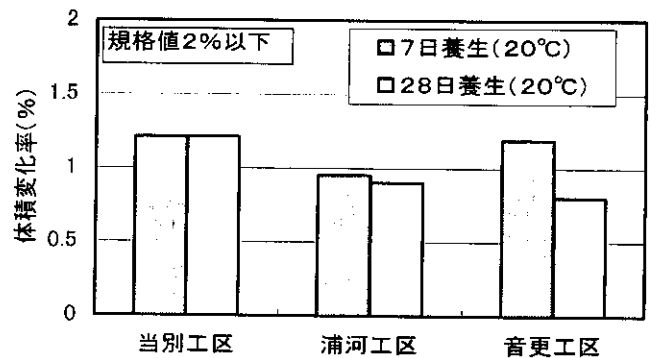


図-48 凍結融解試験による体積変化率 (%)

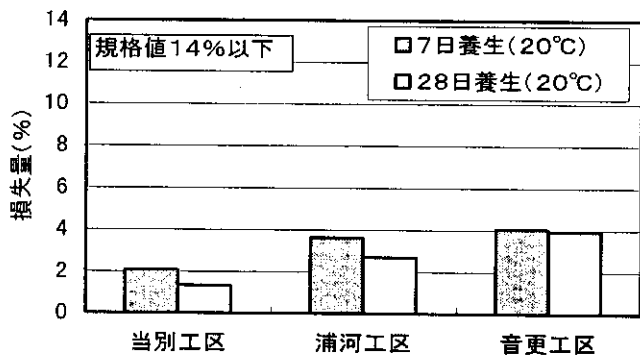


図-49 凍結融解試験による損失量変化

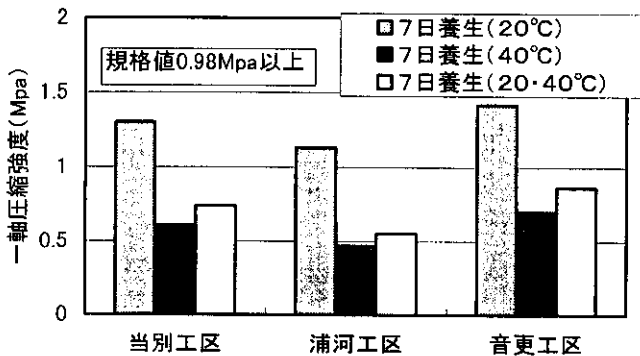


図-50 セメント安定処理路盤の温度依存性

### 3. 2 試験施工

#### (1) 締固め度・施工性

路盤材料の混合方法については建設現場で使用しているバックホーのバケットを用い混合した。目視確認では再生骨材を混合した路盤材料は均一な混合状態となっていた。転圧方法については比較工区と同じ転圧回数で施工を行い、締固め度の規格値（車道95%、歩道85%、凍上抑制層90%以上）は確保された（図-51）。

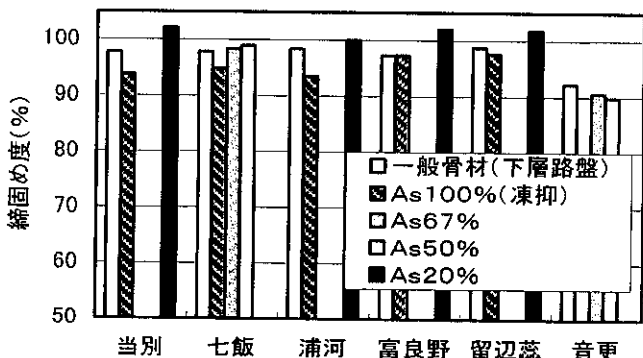


図-51 締固め度（アスファルト再生骨材）

#### (2) 路盤温度

路面・路盤の最高温度と路面からの深さの関係を図-52に示す。平成9、10年の夏期（7～8月）における各

工区の最高温度を示しているが、最高温度は1時間毎データの上位5%の平均値を示したものである。路盤上面、路盤中間部の路盤最高温度は40℃程度を示しているが、凍上抑制層は路面から深いため25～30℃程度であり、外気温の影響は少ない。

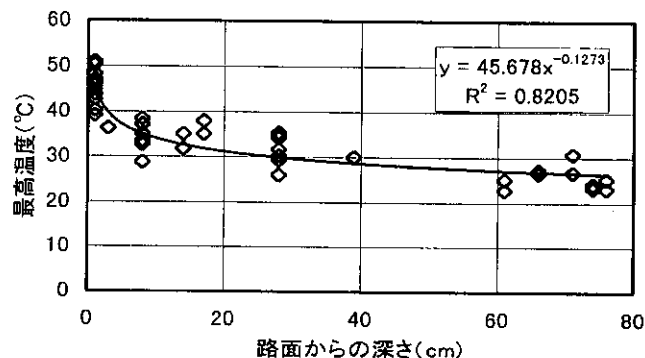


図-52 路盤の最高温度と路面からの深さの関係

#### (3) FWD試験

路盤の支持力についてはFWDによるたわみ量測定方法（舗装試験法便覧 別冊）により評価した。D0たわみ量（載荷面直下位置）は荷重補正を行い、（再生工区D0たわみ量）／（比較工区D0たわみ量）の比率を求めて再生骨材の支持力の評価を行った。

下層路盤に再生骨材を使用した工区における施工時、融解期、施工1年後及び2年後の再生骨材の支持力はおおむね一般骨材と同等程度の支持力があることが確認された（図-53）。室内試験では再生骨材混合率の高い材料の支持力の低下が確認されたため、混合率が高い工区の支持力低下が懸念された。しかしながら、七飯・音更工区については外気温の影響がややみられるが、比較工区より強度は大きい結果となった。

次に、凍上抑制層に用いた再生骨材の支持力の経年変化を図-54に示す。凍上抑制層に使用している材料が異なるため凍上抑制層の種類とFWD試験結果を示すが、施工時、融解期、施工1年後及び2年後の支持力は比較工区と比べて支持力の低下はみられない。室内試験では40℃養生の修正CBR値が30%程度に低下したが凍上抑制層の最高温度が25～30℃程度で推移している条件では、夏期における凍上抑制層の支持力低下はみられない。また、凍上抑制層材料として使用した再生骨材100%のD0たわみ量は粗粒材と同程度を確保している。

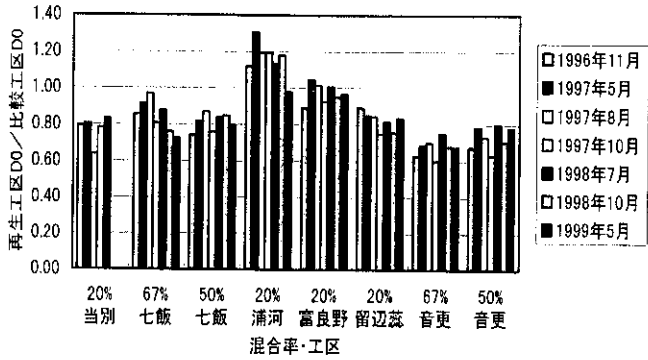


図-53 FWDの調査 (下層路盤)

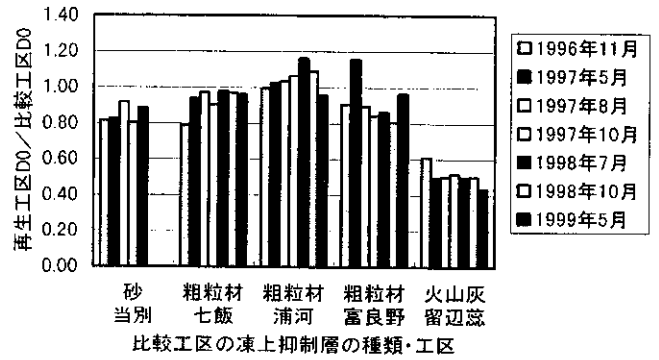


図-54 FWD試験 (凍上抑制層)

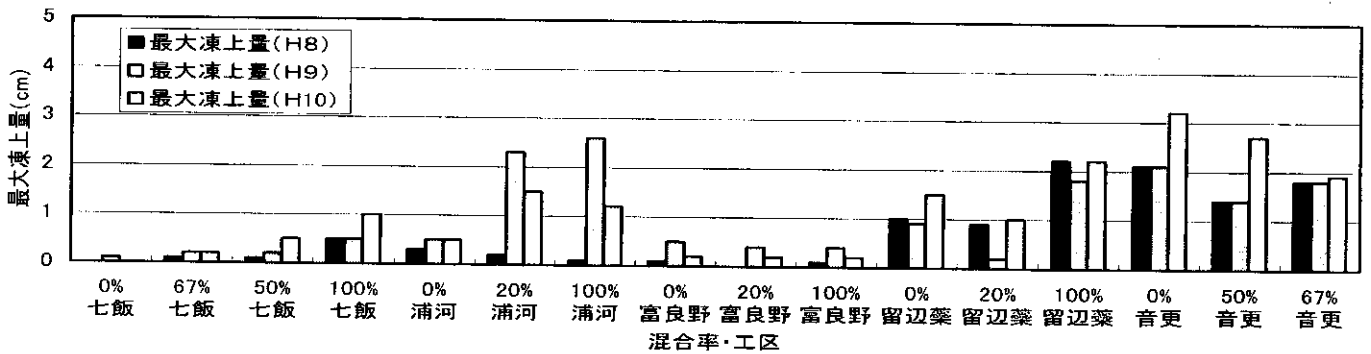


図-55 凍上量調査

(4) 凍上量調査

平成8、9、10年度の各工区の最大凍上量を示す(図-55)。凍上量調査は12月～3月まで2週間間隔で測定を行った。各工区とも2月頃に最大の凍上量を示している。各工区の最大凍上量は地区によってばらつきもみられるが再生骨材使用箇所における凍上によるクラック等の損傷もみられず、路面状態は良好である。

(5) 供用後の路面状況

各工区ともクラック等の損傷は生じていなく、路面状態も良好である。一般車両が常に走行している当別工区の累積大型車交通量と最大わだち量の関係を図-56に示す。比較工区と比べても路盤材に使用した再生骨材20%、凍上抑制層に使用した再生骨材100%の工区とも路面性状に差異はみられない。

4. まとめ

4. 1 再生加熱アスファルト混合物

(1) 室内試験

- a) マーシャル性状については、再生材は新材と比較して同程度である。また、安定度/フロー値 (S/F) は積雪寒冷地の望ましい範囲内 (15~45・100 kgf/cm) である。
- b) ホイールトラッキング試験で耐流動性を確認した

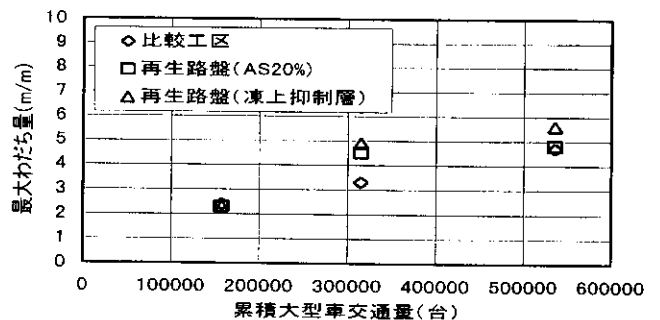


図-56 再生路盤の供用性(当別工区)

図-56 再生路盤の供用性(当別工区)

- が動的安定度 (DS) については新材と比較して大きな差はみられず、同程度の耐流動性を示している。
- c) チェーンラベリング試験による耐摩耗性の評価については、再生材は新材と比べて大きな差はみられず、同程度の耐摩耗性を示している。
- d) 低温時の曲げ強度については再生材の方がやや大きく、ひずみ量については同程度の性状であり、再生材は新材に比べてやや硬めの混合物であると考えられる。
- e) アスファルトの組成分析試験、赤外線吸収スペクトル分析結果より、再生骨材から回収されたアスファルトは再生添加剤で針入度は調整されるが、組成成



分までは調整されず、劣化した成分であるアスファルテンは再生骨材混合率が大きくなるとその影響が大きくなると考えられる。

#### (2) 試験施工

- a) 再生材の温度低下については、新材と比較して同程度である。また、締め固め度についても新材と比較しても変わらない。
- b) 供用性調査では、わだちぼれ量について新材と比較しても変わらない、また、MCIについても各工区維持修繕が必要とされているMCI値5未満を満足している。クラックについては各工区発生していない。

#### (3) 北海道開発局で使用されている舗装用骨材

北海道開発局で過去に使用された粗粒度アスコン、アスファルト安定処理についても表層の規格値（平成10年度の規格）をほぼ満足しており、粗粒度アスコン、アスファルト安定処理を含んだ再生骨材が表層に含まれていても骨材の品質には問題がないと考えられる。

以上の試験施工、室内試験の結果から考察すると、積雪寒冷地における再生材の耐流動、耐摩耗、耐クラックについては新材と同程度と考えられる。また、室内試験でアスファルトの劣化が懸念されたが、供用性調査では特に顕著な影響は生じていない。しかしながら、再生骨材の劣化は今後、再々生舗装等、繰り返して再生骨材を利用していく中で問題となっていく事項であり、今後の調査が必要になってくる。また、重交通路線の表層の場合、バインダーに改質アスファルトII型が使用される事が考えられるが、これに再生骨材を配合した場合の影響について現在検討中である。

## 4. 2 再生アスファルト骨材の路盤材への適用

### (1) 室内試験

- a) 再生骨材の特徴は、修正CBRが20程度であり、一般骨材を混合しなければ下層路盤の規格値を確保できない。混合率については修正CBRのバラツキがあるため、基本的には現場で混合率を決定することになるが、安全側を考慮すれば再生骨材の混合率は30%以下が望ましい。また、再生骨材は温度の依存性があり、温度が上昇するにともない修正CBRの低下が見られるが再生骨材の混合率が50%以下であれば温度の依存性は少ない。
- b) 再生骨材の凍上試験では6工区中5工区で合格・要注意、1工区が不合格となった。1工区については細粒分の影響と考えられる。再生骨材は細粒分の増

加に伴い、凍上率が増加する傾向がみられるため、使用する場合は凍上試験により品質を確認してからの使用が望ましい。

- c) 凍結融解後にふるい分け試験をおこなった結果、細粒化の傾向は少なく、凍上に影響を与える細粒分の増加も少ない。また、凍結融解後の保存率の最低値は70%程度であり、粗粒材と同等程度と考えられる。
- d) 再生セメント安定処理混合物を下層路盤に使用する場合は凍結融解による抵抗性は高いが、路盤温度が40℃以上になる箇所では温度の影響を受け強度が不足するため再生混合率100%のセメント安定処理路盤材料の適用は難しいと考えられる。

### (2) 試験施工

- a) FWD試験による施工時、融解期、施工1年後および2年後の支持力については、再生骨材を下層路盤、凍上抑制層に使用した工区では、一般骨材使用の工区と比較し、ほぼ同等程度の支持力があると考えられる。
- b) 各工区の最大凍上量は地区によってばらつきもみられるが、再生骨材使用箇所における凍上によるクラック等の損傷もみられず、路面状態は良好である。
- c) 夏期にFWD試験を行ったが、温度の影響による支持力の低下はなく、比較的高温下においても支持力は確保されている。

以上の結果から判断するとアスファルト再生骨材を路盤材に使用する場合、混合率や凍上試験により品質管理を十分に行えば、路盤材として使用できるものと考えられる。また、凍上抑制層に使用する場合は再生骨材100%で使用しても温度の影響をあまり受けないため使用可能と考えられる。

## 5. おわりに

再生アスファルト加熱混合物の表層への適用については平成9年度までの試験施工・室内試験データを基に平成10年3月に「アスファルトコンクリート再生骨材の表層への利用に関する暫定品質基準（案）」を作成し、平成10年度工事より再生加熱アスファルト混合物が表層に使用されることになった。資料として別紙に添付する。

再生アスファルト骨材の路盤材への適用については試験施工・室内試験結果からアスファルト再生骨材を

利用した路盤材・凍上抑制層は積雪寒冷地で使用しても品質管理を十分に行えば使用が可能であることが明らかになった。

北海道ではアスファルトコンクリート塊のストック量が年々増加しており、ストックヤードの確保や建設副産物の有効利用の観点からもアスファルト再生骨材を再生加熱アスファルト混合物、再生路盤材等に積極的に活用する必要がある。

謝辞：最後に試験施工に関係した各位、再生骨材の試験データを提供して頂いた（社）舗装事業協会の関係各位に感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 建設省：建設業と建設副産物対応、pp92、1998.9
- 2) 社団法人 北海道舗装事業協会：平成10年度 アスファルト塊再生利用実態一覧表
- 3) 社団法人 日本道路協会：プラント再生舗装技術指針
- 4) 高橋正明：4大成分、ASPHALT、1990.4、Vol.163、No163
- 5) 谷口ほか：アスファルトの劣化、ASPHALT、1990、Vol.33、No133
- 6) 建設省：舗装廃材の再生利用に関する研究、第38回建設省技術研究会報告、1984.11
- 7) 寒冷地舗装廃材再利用検討委員会報告書、1991.3
- 8) 関根：赤外線吸収スペクトル分析法および質量分析法、1980、Vol.23、No122
- 9) 社団法人 上木学会：舗装工学、1995.2
- 10) 北海道開発局：道路工事設計基準の解説と運用、1985.8



安倍 隆二\*

開発土木研究所  
道路部  
維持管理研究室  
研究員



高橋 守人\*\*

開発土木研究所  
道路部  
維持管理研究室  
室長



早坂 保則\*\*\*

開発土木研究所  
道路部  
維持管理研究室  
主任研究員

(資料)

## アスファルトコンクリート再生骨材の表層への利用に関する暫定品質基準(案)

プラントで製造される再生加熱アスファルト混合物による舗装に関しては、平成4年に「プラント再生舗装技術指針」(日本道路協会、H4.12)が示され、重交通路線の表層を含めたすべての道路舗装に適用されることになっている。

北海道における幹線道路の国道の表層に適用するには、積雪寒冷地の課題である耐摩耗性や凍結融解等に対する耐久性を確認する必要があるとしながらも、本線の表層以外には積極的に使用してきたところである。

しかし、その後アスファルトコンクリート再生骨材の再利用率が頭打ちの傾向が見られること、平成4年以降の表層に利用した試験舗装による3~5年経過後の供用性等評価が、適切な品質管理を行えば天然骨材と同等であると判断されることから、表層混合物への適用に踏み切ることとする。

道路舗装に必要な品質は「道路・河川工事仕様書」等に示されており、以下に検討過程で明らかになったアスファルトコンクリート再生骨材や再生加熱アスファルト混合物の特徴や留意点を「解説」に付し、表層混合物への使用にあたっての暫定品質基準(案)とする。

### 1 一般

- 1 アスファルトコンクリート再生骨材(以下、アスファルト再生骨材)は、不特定のアスファルト再生骨材が混在しており、品質の変動が懸念されることから、再生加熱アスファルト混合物(以下、再生混合物)に使用する場合は事前にその品質には十分留意する必要がある。
- 2 本基準(案)で規定する基準以外については、「道路・河川工事仕様書」(以下、工事仕様書)等の各種関連要領によるものとする。

### [解説]

1 平成4年に日本道路協会より発行されている「プラント再生舗装技術指針」は、基本的に「アスファルト舗装要綱」に基づいている。

北海道においては積雪寒冷地の課題である耐摩耗性や凍結融解に対する検討を加えた品質規格を設定し、「工事仕様書」の品質基準を準用し、この規格を満足することが前提となる。

2 北海道の表層加熱アスファルト混合物(以下、表層混合物)に用いる骨材は、耐摩耗性や凍結融解等の耐久性を考慮し、良質の品質規格を設けている。しかし、再生混合物を利用する場合には、アスファルト安定処理等に使用した骨材も混合されることになる。

北海道においては、アスファルト安定処理等の骨材についても品質規格を設けており、品質管理データによると、現在使用されている骨材は表層の品質規格とほぼ同等のものが使用されているようであることと、試験舗装の良好な結果も踏まえて、再生混合物を表層にも適用することとしたものである。

北海道においては、積雪寒冷地の特殊対策に対する考慮は必要であるが、平成4年以降の脱スパイクにより摩耗破損は著しく減少したが、夏期に生じるわだちはスタッドレスタイヤによる冬期走行の安全性から新たな課題にもなっている。このような道路交通環境の変化を踏まえ、従来の耐摩耗性に主眼をおいた表層混合物の見直しも必要になってきており、骨材の品質規格の問題もこれらの検討と併せて、今後整理する必要があると思われる。

3 「プラント再生舗装技術指針」では過去の再生回数による区分は行わないとなっているが<sup>1)</sup>再々生や改質アスファルトの再生については、全国的にも課題となっており、これらの動向をみて検討する。劣化アスファルトの性状回復度や再生回数の限界は、再生用添加剤によって差があることが明らかにもなっている。

## II 表層再生加熱アスファルト混合物の材料、配合

- 1 表層再生加熱アスファルト混合物（以下、表層再生混合物）に用いるアスファルト再生骨材、補足材、新アスファルト、再生添加剤の品質規格は、「工事仕様書」、「プラント再生舗装技術指針」等によるものとする。
- 2 アスファルト再生骨材の混合率は、事前にプラント型式、施工時期等を考慮の上、所定の品質規格を満足できる範囲で決定するものとする。

### [解説]

- 1 IV型プラントの常温のアスファルト再生骨材を高温加熱した新骨材により加熱混合する方式の場合には、施工時のアスファルト再生骨材の温度や含水比によって、目標の混合温度が確保できない場合もある<sup>1)</sup> 2)。また、新骨材を加熱しすぎるとアスファルトの熱劣化にも影響する<sup>1)</sup>。この方式によるアスファルト再生骨材の混合率は道内の実績も考慮して50%程度とする。
- 2 アスファルト再生骨材を用いた表層再生混合物の室内試験性状は、マーシャル試験、ホイールトラッキング試験、ラベリング試験及び曲げ試験については、新材を用いた表層混合物と差はなく、同等に評価できる<sup>2)</sup>。
- 3 アスファルトの劣化等は残留針入度や組成分析などで表すことができ、劣化した場合の組成変化として、アスファルテン（炭素系）が増加して芳香族（オイル系）が減少する傾向があるとされている<sup>3)</sup> 4)。室内試験による表層再生混合物から回収した再生アスファルトの組成分析試験でも、同様の傾向が得られている<sup>2)</sup>。
- 4 再生添加剤は劣化したアスファルトの品質を改善しようとするものであるが、針入度・軟化点等の物性値は回復・調整するが、組成レベルまでの改善効果はあまり期待できないとも言われている<sup>3)</sup>。したがって、これらの点も考慮し表層におけるアスファルト再生骨材の混合率は50%を上限とする。
- 5 C・D交通区分箇所の3～5年経過した表層試験舗装による施工性、供用性等の評価において、出荷時から敷き均し・供用までの表層再生混合物の温度は、新材を用いた表層混合物の温度と差は見られない。締固め度についても同様に差はなく、施工性も問題ないと思われる<sup>2)</sup>。  
わだち掘れ量の推移は、表層再生混合物と新材を用いた表層混合物とは明確な差はなく、同等に評価できる<sup>2)</sup>。ひびわれについても、今のところいずれの工区も発生は見られず、良好な路面状況を保持している<sup>2)</sup>。このような結果から、北海道開発局においても再生混合物を表層に利用できるものと判断したものである。

## III 表層再生加熱アスファルト混合物の配合設計

- 1 表層再生混合物の配合設計は「工事仕様書」、「プラント再生舗装技術指針」等によるものとする。
- 2 再生アスファルトの設計針入度は80～100級とする。
- 3 重交通区間で流動が懸念される場合には、必要に応じてホイールトラッキング試験を行い、耐流動性を検討する。

### [解説]

- 1 再生アスファルトの設計針入度は積雪寒冷地を考慮し、従来通り80～100級とする。  
表層再生混合物から回収した再生アスファルトの針入度は、耐低温性等を考慮し設計針入度の70%以上とする<sup>1)</sup>。

#### Ⅳ 表層再生加熱アスファルト混合物の適用範囲

1 改質アスファルト（Ⅱ型、高粘度等）を使用した混合物及び特殊舗装或いは特殊対策用の混合物以外は、すべての種類に適用するものとする。

#### [解説]

- 1 改質アスファルトで熱可塑性エラストマー入りのⅡ型や排水性用高粘度アスファルト等を使用する混合物には、その目的が特殊舗装や特殊対策のために製造され用いられていることから、このような混合物にはアスファルト再生骨材を利用しないものとする。なお、ゴム入りの改質アスファルトⅠ型を使用する混合物には利用してよい。
- 2 維持補修の場合の薄層舗装については、施工時期等を考慮のうえ、所定の混合物温度が確保されれば基本的に問題ないと思われ、利用することとする。

なお、表層再生混合物は人力施工時にやや重たく感じられたとのことと、すり付け部等では気温や路面温度が低い時に一部剥離が見られたとのことから<sup>5)</sup>、夜間作業や夏期以外の時期に行う場合は十分注意する必要がある。

#### (参考文献)

- 1) 日本道路協会：プラント舗装舗装技術指針、平成4年12月
- 2) 安倍隆二、他：再生加熱アスファルト混合物の表層への適用について、第41回（平成9年度）北海道開発局技術研究会、平成10年2月
- 3) 谷口豊明、他：アスファルトの劣化、アスファルト、Vol.33、No.164、1990.7
- 4) 高橋正明：4大組成分、アスファルト、Vol.32、No.163、1990.4
- 5) 磯部圭吾、他：D交通における再生合材の施工について、第36回（平成4年度）北海道開発局技術研究会、平成5年2月
- 6) 寺田 剛、他：劣化アスファルトの再生限界に関する試験、第19・20回日本道路会議、1991・1993.10