

積雪寒冷地におけるアスファルト再生骨材の品質管理手法について

独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム ○上野 千草
田高 淳
安倍 隆二

積雪寒冷地である北海道では1998年度から表層混合物にアスファルト再生骨材が利用されており、今後、繰り返しリサイクルを行っていくことによって、これまでよりも劣化の進んだ再生骨材の発生が見込まれる。また、排水性舗装や耐流動対策舗装の切削材の混入により、アスファルト再生骨材の性状が多様化してくることが予測される。

ここでは、再生骨材の品質管理の現状を把握することを目的として、北海道内の再生アスファルトプラントに対して実施したアンケート調査の結果を報告する。

キーワード：積雪寒冷地、リサイクル、アスファルト再生骨材、舗装切削材、針入度

まえがき

近年、国際的に環境保全へ関心が向けられ、あらゆる分野で循環型社会の構築に向け対策¹⁾が進められている。

道路舗装分野も例外ではなく、本州等は1980年代からアスファルト舗装材料のリサイクルが本格的に行われており^{2), 3)}、積雪寒冷地である北海道では1998年度から表層混合物にアスファルト再生骨材（以下、再生骨材）が利用されている。

今後、リサイクルを繰り返し行っていくことにより、これまでよりも劣化の進んだ再生骨材の発生や、ポリマー改質アスファルト（以下、改質剤）を使用した排水性舗装や、耐流動対策舗装の切削材（以下、改質舗装切削材）が発生し、再生骨材の性状が多様化することが予測される。

ここでは、積雪寒冷地に適した再生骨材の品質規格値、および配合条件の検討のため、再生骨材の品質管理の現状を把握することを目的として実施したアンケート調査の結果と、室内で実施した再生骨材の利用に関する試験結果を報告する。

1. 舗装発生材の発生量

北海道内の再生資源化施設に運び込まれた舗装発生材の量（以下、受入量）と、運び込まれた舗装発生材の再生使用量（以下、使用量）の推移⁴⁾を図-1に示す。

平成9年度までは受入量が使用量を上回っているため、ストック量が増加しているが、近年は受入量と使用量は

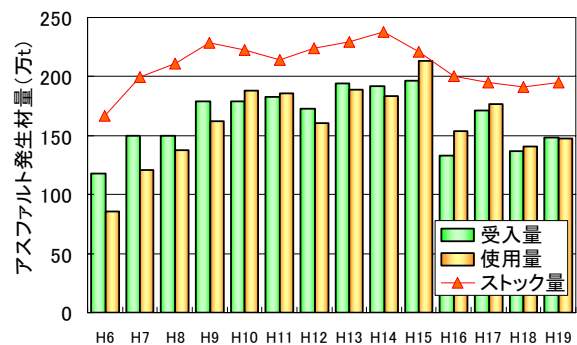


図-1 北海道内における再生骨材の発生量および使用量

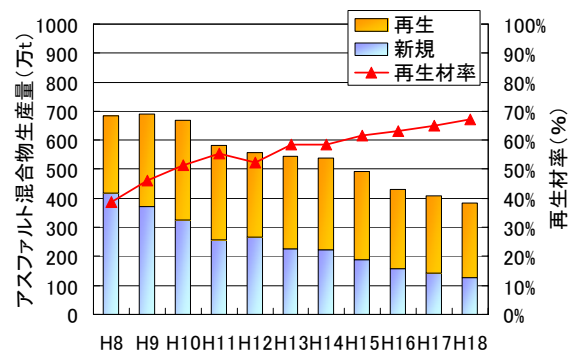


図-2 北海道内におけるアスファルト混合物の生産量

表-1 アンケート対象プラントの概要

地区名	再アスファルトプラント数	調査プラント数
札幌・小樽	34	21
函館	15	5
室蘭	16	11
旭川	15	8
留萌・稚内	17	7
網走	15	9
帯広	18	7
釧路	19	9
計	149	77

同程度で推移しており、再生資源化施設のストック量は200万tで推移している。

2. 再生アスファルト混合物の生産量

北海道内のアスファルト混合物の生産量⁵⁾を図-2に示す。

アスファルト混合物の総生産量は平成10年度以降減少傾向にある。新規の材料のみを用いたアスファルト混合物（以下、新規混合物）は平成8年度から平成18年度の間420万tから125万tまで減少している。一方、アスファルト再生骨材を利用した再生骨材再生アスファルト混合物（以下、再生混合物）の生産量は近年、250万トンから300万トンの間で推移している。

このため、アスファルト混合物の出荷量全体に占める再生混合物の比率（図中の再生材率）は年々上昇し、平成8年度では39%程度であったものが平成18年度では67%となっている。

3. 再生プラントへのアンケート調査結果

北海道内の再生アスファルトプラント（以下、プラント）の再生骨材の入手方法、管理方法、利用方法、および品質等の現状を把握するため、北海道アスファルト合材協会に加盟している北海道内のプラントへアンケートを送付し、得られた回答の分析を行った。

(1) 調査プラント

アンケート対象としたプラントの概要を表-1に示す。ここで、地区区分は北海道アスファルト合材協会における区分であり、図-3に示す通りである。

北海道内のプラントの総数149の半数以上となる計77プラントからアンケートを回収した。

(2) 調査項目

今回実施したアンケート内容の概要を表-2に、アンケート結果を質問別に以下に示す。

なお、Q3以降のアンケートはQ1で舗装発生材を受け入れて再生骨材を生産していると回答したプラントのみを対象とした。

(3) 再生骨材の入手方法

再生骨材をどのように調達しているかについて全てのプラントへアンケートを行った。結果を図-4に示す。

約3分の2のプラントで、舗装発生材を受け入れ、再生骨材を生産しており、舗装発生材の受け入れを行わず購入により調達しているプラントは3割程度であった。

また、両方と回答したプラントも見られ、受け入れだ

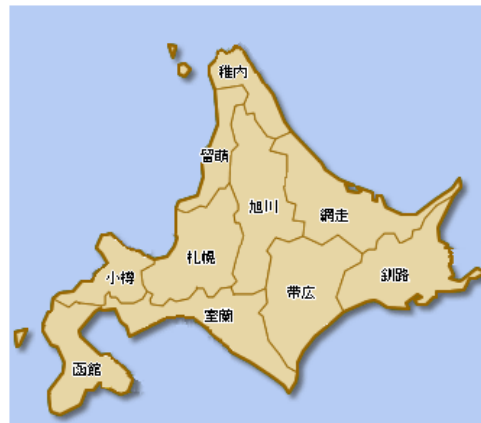


図-3 北海道アスファルト合材協会の地区区分概要

表-2 アンケート内容

アンケート内容	
Q1	再生骨材の入手方法
Q2	再生骨材の劣化状況
Q3-1	舗装切削材の管理方法
Q3-2	利用方法
Q4-1	改質舗装切削材の受入経験
Q4-2	管理方法
Q4-3	利用方法

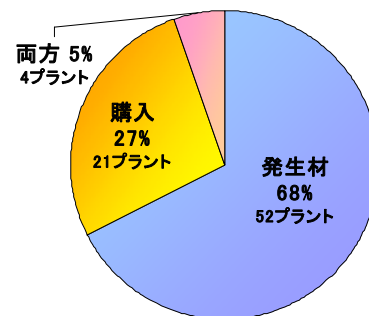


図-4 再生骨材の入手方法

表-3 地区別の再生骨材入手方法

	購入	発生材	両方	合計
	21	52	4	77
札幌・小樽	3	17	1	21
函館	1	3	1	5
室蘭	0	10	1	11
旭川	2	6	0	8
留萌・稚内	6	1	0	7
網走	0	8	1	9
帯広	4	3	0	7
釧路	5	4	0	9

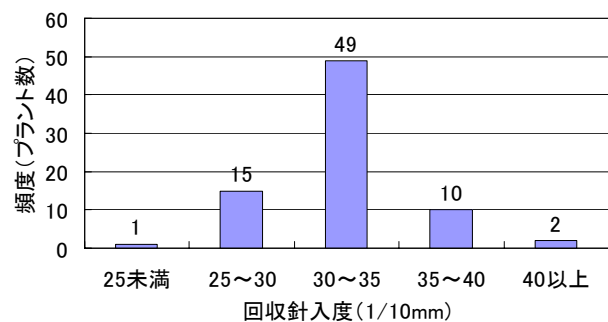


図-5 回収アスファルトの針入度（平均値）

けでは必要量を確保できず、購入により必要な再生骨材を手配しているプラントが見られた。

地区別のアンケート結果を表-3に示す。地区によって調達方法に特徴が見られ、留萌・稚内、帯広、および釧路地区では、購入により調達するプラントが半数以上を占め、その他の地区では、発生材の受け入れを行っているプラントが大半を占めている。

(4) 再生骨材の劣化状況

(a) 再生骨材の旧アスファルトの針入度

各プラントで使用している再生骨材の劣化状況を確認するため、平成18年度に使用された再生骨材の旧アスファルトの針入度についてアンケートを行った。平均値、および最低値の結果をそれぞれ、図-5、6に示す。

針入度の平均値は30~35(1/10mm)の頻度が高く、全体の6割以上を占めている。

針入度の最低値は平均値に比べ値が分散している傾向が見られるが、概ね25~35(1/10mm)程度となっている。また、再生骨材の旧アスファルトの針入度規格値である20(1/10mm)⁶⁾(以下、針入度規格)を下回る再生骨材を確認しているプラントも見られた。

(b) 針入度規格を下回る再生骨材

これまでに針入度規格を下回る再生骨材を確認した経験の有無を調査したところ、表-4に示すように3プラントで1~2回の確認経験があると回答した。

現在の段階では、確認プラント数、頻度ともに少ないが、今後針入度規格を下回る再生骨材の発生が増えることも予測されるため、管理方法、および利用方法の検討が必要であると考えられる。

(c) 針入度規格を下回る再生骨材の利用

今後、針入度規格値を下回る再生骨材が発生した場合の利用方法に関する予定を調査したところ、41のプラントから回答を得た。結果を図-7に示す。

路盤材としての利用を考えているプラントが多く、次いで針入度の高い再生骨材との混合利用、再生添加剤の増量による対応を行いたいとの意見が見られた。

(5) 舗装切削材の管理方法

舗装切削材は、表層および基層に用いられた混合物を切削したものであるため、打換えによって発生した舗装発生材よりも、骨材粒度が小さい⁷⁾、含有するアスファルト量が多いなどの特徴がある。

そこで、舗装切削材の管理方法、および利用方法についてアンケート調査を実施した。

(a) 舗装切削材の管理方法

舗装切削材の受け入れを確認した場合、どのような管理を行うかについて質問した。

結果を図-8に示す。区別を行っているプラントが行っていないプラントを上回り全体の6割以上を占める結果となった。

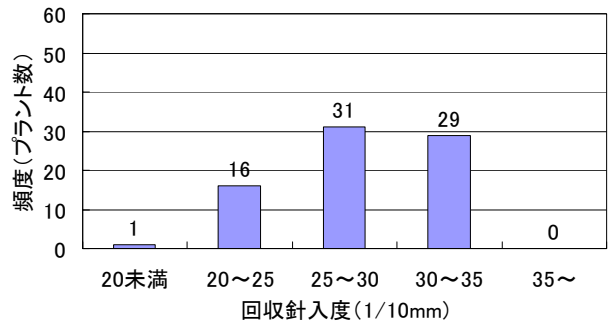


図-6 回収アスファルトの針入度 (最低値)

表-4 針入度20を下回る再生骨材の確認経験

確認頻度・回数	プラント数	比率
1~2回	3	3.9%
なし	74	96.1%
合計	77	-

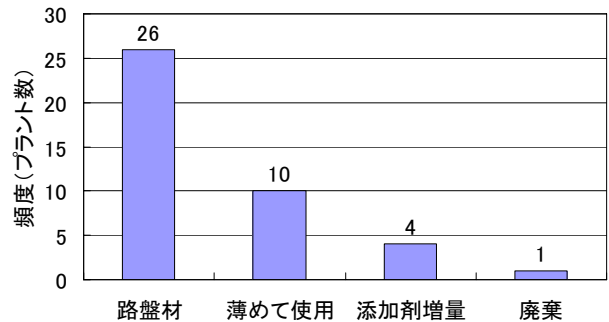


図-7 針入度20を下回る再生骨材の利用方法

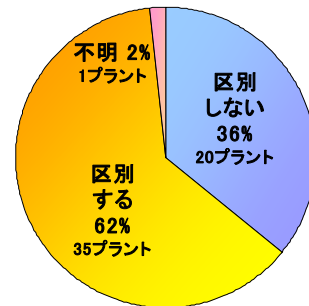


図-8 舗装切削材の管理方法

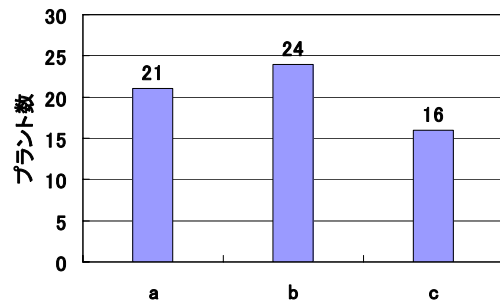


図-9 舗装切削材の利用方法 (表-5を参照)

表-5 舗装切削材の利用方法

a.	通常の舗装発生材と舗装切削材を区別することなく、一括で再生骨材を製造し、再生混合物に使用する。
b.	通常の舗装発生材と舗装切削材を、一定の割合で混合して再生骨材を製造し、再生混合物に使用する。
c.	路盤材等として使用する。

(b) 舗装切削材の利用方法

受け入れを行った舗装切削材をどのように利用するかについてアンケートを行った。結果を図-9に、選択肢を表-5に示す。なお、この質問は複数回答を認めている。

区別を行っていないプラントは全てaとなり、通常の舗装発生材と一括で再生骨材を製造し、再生混合物に使用している。

一方、区別を行っているプラントでは、bの通常の舗装発生材と舗装切削材を一定の割合で混合して再生骨材を製造し、再生混合物に使用する場合と、cの路盤材等として使用する場合があることが分かる。

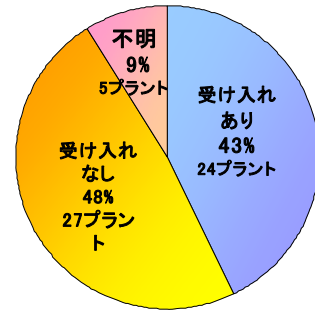


図-10 改質舗装切削材の受入経験

(6) 改質舗装切削材の管理方法

排水性舗装や耐流動対策舗装に使用されている改質剤は、加熱温度が低いと通常のアスファルトよりも粘度が高く、加熱時にドライヤなどに付着しやすいなど⁸⁾の特徴があり、再生骨材として利用するためには注意が必要な材料であると考えられる。

そこで、改質舗装切削材の受け入れ経験、管理方法、および利用方法についてアンケート調査を実施した。

(a) 改質舗装切削材の受入経験

改質舗装切削材の受け入れ経験についてアンケートを行った。結果を図-9に示す。

受け入れ状況が不明と回答したプラントを除くと、受け入れあり、受け入れなしのプラントが概ね半数ずつという結果となった。

さらに、地区別のアンケート結果を表-6に示す。

地区によって受け入れ経験に傾向が見られ、札幌・小樽、および室蘭地区は受け入れ経験ありのプラントが7割以上を占め、その他の地区は受け入れ経験なしのプラントが大半を占めている。これは、札幌・小樽、および室蘭地区に重交通路線が多い⁹⁾ためであると考えられる。

(b) 改質舗装切削材の管理方法

受け入れを行った舗装発生材が改質舗装切削材であると確認できた場合、どのように管理を行うかについてアンケートを行った。結果を図-11に示す。

区別を行っているプラントが全体の7割以上を占め、高い割合で分別が行われていることが分かる。

③改質舗装切削材の利用方法

受け入れた改質舗装切削材をどのように利用しているか、また、受け入れが確認された場合どのように利用する予定であるかについてアンケートを行った。結果を図-12に、選択肢を表-7に示す。なお、回答は複数回答を認めている。

アンケートの結果、路盤材として使用すると回答したプラントが最も多く26プラントとなり、次いで、bの通常の舗装発生材と舗装切削材を一定の割合で混合して再生骨材を製造し、再生混合物に使用する、aの通常の舗装発生材と一括で再生骨材を製造し、再生混合物に使用するとされている。

表-6 地域別改質舗装切削材の受入経験

	受け入れあり	受け入れなし	不明	合計
札幌・小樽	10	4	4	18
函館	2	2	0	4
室蘭	7	3	0	10
旭川	2	5	0	7
留萌・稚内	0	1	0	1
網走	1	7	1	9
帯広	1	2	0	3
釧路	1	3	0	4

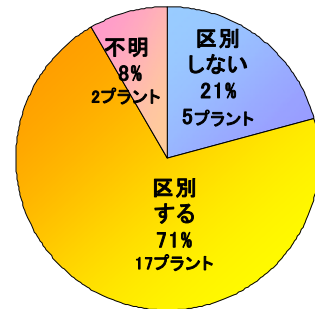


図-11 改質舗装切削材の管理方法

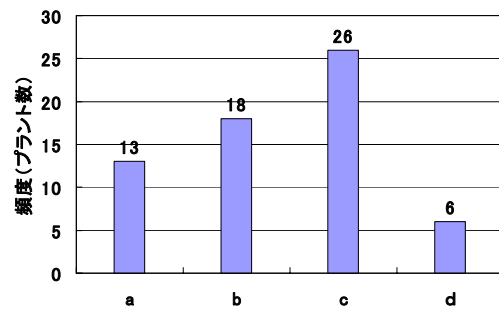


図-12 改質舗装切削材の利用方法 (表-7を参照)

表-7 改質舗装切削材の利用方法

a.	通常の舗装発生材と改質舗装切削材を区別することなく、一括で再生骨材を製造し、再生混合物に使用する。
b.	通常の舗装発生材を再生骨材にしたものと、改質舗装切削材を再生骨材にしたものを、一定の割合で混合して、再生混合物に使用する。
c.	路盤材等として使用する。
d.	保管・検討中

4. 室内試験による検討

劣化の進んだアスファルトを含む再生骨材を繰り返し用いることによる再生アスファルトバインダの品質への影響と、排水性舗装や耐流動対策舗装の切削材を用いることによる再生アスファルト混合物の耐久性への影響を室内試験により検討した。

(1) 劣化の進んだアスファルトを含む再生骨材の影響

検討方法を図-13 に示す。積雪寒冷地である北海道で用いられているストレートアスファルト 80-100 に対して繰り返し劣化、および再生を経験させ、アスファルトバインダの軟化点の推移を評価した。

劣化条件は、現在の再生骨材の旧アスファルトの品質規格下限値である針入度 20(1/10mm)⁹⁾ (以下、針入度 20 劣化) と、それより針入度が 10(1/10mm)高い、針入度 30(1/10mm)まで劣化させる条件 (以下、針入度 30 劣化) の2条件とした。これより、品質管理条件の違いによるアスファルトバインダの性状への影響を評価する。

また、再生条件は、設計針入度を 90(1/10mm)¹⁰⁾とし、再生混合率は50%とした。

軟化点の推移を図-14に示す。

針入度 20 劣化では、サイクルを繰り返す毎に軟化点の上昇し、2 サイクルで 80℃を越える結果となった。高速道路における調査¹¹⁾では軟化点が 60~63℃となるとひび割れが多くなると報告されており、針入度 80-100(1/10mm)のストレートアスファルトが針入度 20(1/10mm)に至る劣化を受けた場合、この値を大きく超えることから、極めて脆い材料になると推察される。

一方、針入度30劣化では、劣化回数によらずサイクル終了後の値は60℃前後で推移しており、舗装の品質の保持が図るためには、再生骨材の品質管理の一つの手段として、旧アスファルトの針入度規格を引き上げる方法が有効であると考えられる。

(2) 改質舗装切削材の影響

改質舗装切削材を用いたアスファルト混合物の性状を確認するため、排水性舗装切削材、および耐流動舗装切削材を用いて、再生混合率20%および50%のストレートアスファルトをベースとした密粒度アスコン13Fを作製し、各再生混合物の性状を新材と比較した。

(a) 塑性変形抵抗性

流動わだちに対する耐久性を評価するため、ホイールトラッキング試験を実施し、塑性変形抵抗性を確認した。試験結果を図-15 に示す。

排水性舗装切削材、および耐流動対策舗装切削材を用いた再生混合物は、新材と同程度の動的安定度を示しており、新材と同等程度の塑性変形抵抗性を有しているこ

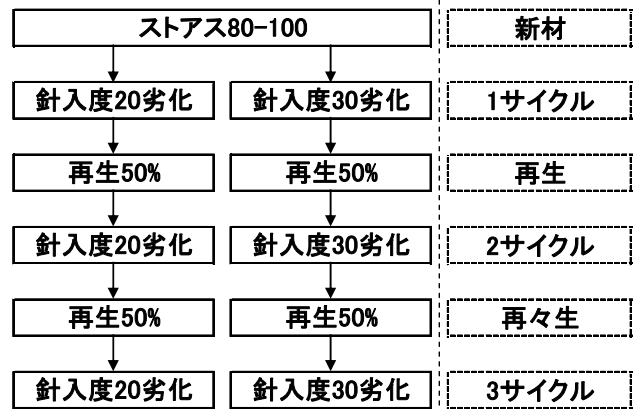


図-13 繰り返し劣化・再生の検討概要

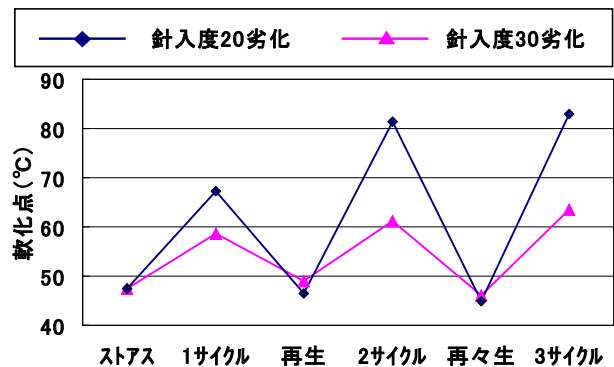


図-14 軟化点の推移

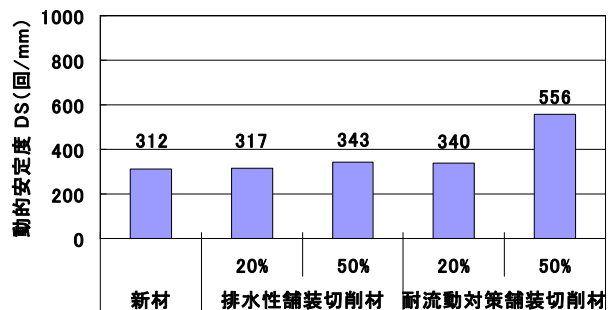


図-15 塑性変形抵抗性

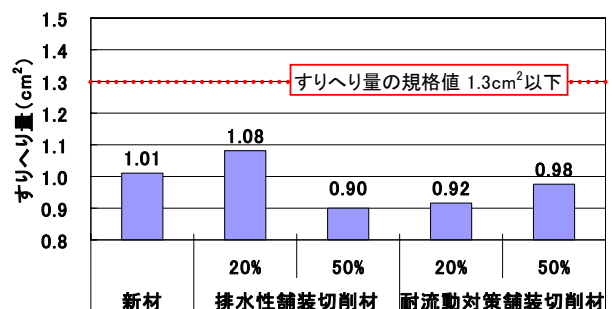


図-16 摩耗抵抗性

とを確認した。

(b) 摩耗抵抗性

積雪寒冷地では冬期のタイヤチェーン等の影響を受けることから、摩耗抵抗性を確認するためチェーンラベリング試験を実施した。結果を図-16に示す。

全ての条件において北海道開発局の示すすりへり量の規格値¹²⁾を満足し、切削材の種類や混合率の違いによる性状の違いは見られず、新材と同程度の品質を示した。

5. まとめ

今回の調査で得られた知見を以下に示す。

- ①北海道内における再生骨材の旧アスファルトの針入度の平均値は30~35(1/10mm)程度であり、現在の規格値20(1/10mm)以上を大きく上回っている。
- ②頻度は少ないが、現在の再生骨材の旧アスファルトの針入度の規格値20(1/10mm)を下回る材料が発生している。
- ③舗装切削材、および改質舗装切削材を区別して管理を行っているプラントが6割以上あることが確認された。
- ④舗装切削材、改質舗装切削材を区別して管理した場合、一定の割合で通常の舗装発生材に混合して再生骨材を製造するプラントが多い一方、路盤材としての利用としているプラントも多数見られる。
- ⑤室内試験より、針入度80-100(1/10mm)のストレートアスファルトが針入度20(1/10mm)に至る劣化を受けた場合、脆い材料になると推察される。
- ⑥室内試験より、排水性舗装切削材、および耐流動対策舗装切削材を再生混合率50%までで使用した場合、塑性変形抵抗性、および摩耗抵抗性の低下は見られず、新規のアスファルト混合物と同等の耐久性が得られる。

現在、北海道内では劣化の進んだ再生骨材はほとんど発生していない現状であるが、今後、このような再生骨材が発生した場合、現在の旧アスファルトの規格値では、舗装の品質の低下を招くおそれがある。室内試験より、再生骨材の品質管理の一つの手段として、旧アスファルトの針入度規格を引き上げることにより、舗装の品質の保持が図れる可能性を見出した。

また、今後、舗装体全体の打ち換え工事が減少し、表層、基層のみの舗装切削材の発生が増加してくることが予想される。このため、舗装切削材の管理、利用方法の検討が重要になる。

舗装切削材は、舗装発生材と比較して、粒度が細かい、

アスファルト含有量が高い等の特徴があり、また改質舗装切削材は、改質剤の影響もあることから、単体で再生骨材を製造し、アスファルト混合物へ用いることは難しく、扱いに注意が必要であるため、アスファルト混合物への再利用を敬遠し、路盤材としての使われている事例が多数見られる。

一方、室内試験では、改質舗装切削材を使用することによる再生アスファルト混合物の耐久性への影響は見られず、品質の上では、アスファルト舗装材料として使用可能であることを確認した。

あとがき

今後、原油の輸入が滞った場合、原油の精製より発生するアスファルトの入手も難しくなることが予測されることから、現在あるアスファルト材料の有効利用が望まれる。しかし、アスファルト含有量の高い舗装切削材を路盤材として利用した場合、再びアスファルト材料として利用することは困難となり、資源の有効利用が行えない。

舗装切削材の管理方法と利用方法を早期に検討し、より多くの舗装切削材がアスファルト混合物材料として利用されるよう努めていく必要がある。

参考文献

- 1) 環境省：平成20年度版環境循環型社会白書、2008.6
- 2) 日本道路協会：プラント再生舗装技術指針、1992.12.
- 3) 新田弘之、西崎 到：繰り返し再生したアスファルト性状、第26回日本道路会議、2005.10.
- 4) 北海道舗装事業協会：アスファルト塊再生利用実績一覧、平成6~19年度
- 5) 北海道舗装事業協会：地区・区域別合材生産状況、平成8~18年度
- 6) 社団法人日本道路協会：舗装再生便覧、2004.2.
- 7) 佐野正典、山田 優、加藤俊昌、辻森和美：排水性舗装発生材のリサイクルと骨材特性、舗装 41-10、pp.12-16、2006.10.
- 8) 村山雅人：再生混合物の課題と検討状況、舗装 40-1、pp.17-21、2005.1
- 9) 丸山記美雄、田高 淳、金子雅之：改質II型混合物舗装のLCC評価と適用範囲、2006.10.
- 10) 北海道開発局：平成20年度版北海道開発局特記仕様書、p.舗装-舗装-10、2008.4
- 11) 遠西智次、新田弘之、坂本浩之、片脇 清：アスファルトバインダーの劣化試験方法に関する研究、舗装 30-6、pp.3-7、1995.
- 12) 北海道開発局：道路工事設計施工要領、p1-5-10、2008.4