

北海道内における アスファルト再生骨材の現状について ー令和4年度における再生アスファルトプラントへの アンケート結果ー

国立研究開発法人 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
国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム 松本 第佑
国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム 丸山記美雄

アスファルト舗装発生材はアスファルト混合物用材料として永続的に再利用していく必要がある。一方、繰り返し再生利用することにより舗装発生材中のアスファルト性状が変化し、アスファルト混合物の品質に影響を及ぼす懸念がある。そこで道内の再生アスファルトプラントに対し複数年アンケート調査を実施し実態把握を行った。この結果、舗装発生材中のアスファルトの劣化が徐々に進んでいることや、舗装発生材が余剰となっている地域があることが明らかとなった。

キーワード：リサイクル、アスファルト舗装、再生骨材、品質管理

1. はじめに

北海道の国道におけるアスファルト舗装発生材のアスファルト混合物への再利用は、1998年度から行われている¹⁾。現在、再生利用が始まってから25年以上が経過しており、2回目、3回目の再利用が行われている。

アスファルト舗装発生材はアスファルト混合物用材料として永続的に再利用していく必要があるが、繰り返し再生利用することにより、舗装発生材の性状、特にアスファルトの性状が変化し、舗装発生材を使用したアスファルト混合物の品質が低下する懸念がある^{2) 3)}。

本文では、舗装発生材のアスファルトの劣化状況を把握すること等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数年に一度の頻度で実施しているアンケートの結果について報告するものである。

2. アスファルト再生骨材の規格

舗装発生材は、中間処理施設や再生アスファルトプラント（以下、プラント）に運搬され、再生骨材製造所においてアスファルト再生骨材（以下、再生骨材）として製造され、再利用されている。

再生骨材の品質管理規格⁴⁾と管理頻度⁵⁾を表-1に示す。旧アスファルトの性状に関する項目は、再生骨材に含まれるアスファルトの劣化性状を把握し、劣化の進んだ材料を排除する目的で定められている。この旧アスファルトの針入度の規格は、試験舗装⁶⁾の結果から決定されたものであり、劣化の進んだ材料をアスファルト混合物の

材料として使用することで、舗装のひび割れ率が早期に高くなることから、規格値を下回る材料を使用しないとしたものである。なお、旧アスファルトの性状評価は針入度または圧裂係数のどちらかで行うこととなっている。

また、旧アスファルトの含有量は、アスファルトの含有量が少ない材料の混入を抑制する目的で定められており、骨材の微粒分量は、土砂等の混入を抑制する目的で定められている。

ここでは、舗装発生材のアスファルトの劣化性状を把握することを目的としているため、旧アスファルトの針入度に着目しアンケート調査を実施した。

3. アンケート調査概要

(1) 調査対象

平成19年度、平成26年度、平成30年度および令和4年度に北海道アスファルト合材協会を通じ、北海道内の再生アスファルトプラントに対しアンケート用紙を配布し、実態把握を行った。

表-1 品質管理規格と管理頻度

品質規格			品質管理頻度
旧アスファルトの性状	針入度	20 (1/10mm) 以上	再生骨材製造日ごとに1回 ^{**}
	圧裂係数	1.70 MPa/mm 以下	
旧アスファルトの含有量		3.8 % 以上	再生骨材使用量500tごとに1回
骨材の微粒分量		5 % 以下	
アスファルト抽出後の骨材粒度		—	

※1日の再生骨材使用量が500tを超える場合は2回、1日の再生骨材使用量が100t未満の場合は、再生骨材を使用しない日を除いて2日に1回とする。

表-2 各年度における再生アスファルトプラント数およびアンケート対象プラント数

	札幌・小樽		函館	室蘭	旭川	留萌 稚内	網走	帯広	釧路	計	回答率 (%)
	札幌市近郊	近郊外									
【H19】地区別プラント数	34		15	16	15	17	15	18	19	149	52%
【H19】回答プラント数	10	11	5	11	8	7	9	7	9	77	
【H26】地区別プラント数	24		9	13	10	11	12	11	16	106	51%
【H26】回答プラント数	8	9	5	5	5	7	5	4	6	54	
【H30】地区別プラント数	22		10	12	11	9	12	11	14	101	79%
【H30】回答プラント数	9	10	8	8	7	9	9	10	10	80	
【R4】地区別プラント数	22		10	12	11	8	11	11	13	98	78%
【R4】回答プラント数	7	9	6	8	10	7	10	10	9	76	

※札幌市対応3プラントは除く

各年度におけるプラント数およびアンケート対象プラント数を表-2に示す。総プラント数は徐々に減少傾向にあり、調査を開始した平成19年度では149プラントが北海道内に存在したが、令和4年時点では98プラントとなっており調査期間の間に2/3程度まで減少している。

アンケートは平成19年度および平成26年度では全プラントの半数に対し実施し、平成30年度および令和4年度については全プラントを対象にアンケート調査を実施した。なお、平成19年度および平成26年度においては実施地域に偏りが生じないよう再生アスファルトプラント現状調査⁷⁾を参考に図-1に示す地域区分ごとに調査件数を調整した。また、表中の札幌市近郊とは、札幌市、石狩市、北広島市、江別市である。

(2) 調査項目

アンケート調査項目を表-3に示す。再生骨材の調達方法、使用量と供給量のバランス、品質管理方法、旧アスファルトの針入度および規格を満たさない再生骨材の扱いに関する質問を行った。

4. アンケート調査結果

(1) 再生骨材の調達方法

a) 調査年度による比較

各プラントの年度別再生骨材調達方法を図-2に示す。いずれの年度においても舗装発生材を受け入れ再生骨材を製造して再生骨材を調達している「製造」の比率が最も高く63~74%であった。また、他の施設で製造した再生骨材を購入している「購入」の比率は26~29%であった。なお、「製造」・「購入」の両方と回答したプラントは0~9%であった。

b) 地域比較

令和4年度における地域区別の再生骨材調達状況を表-4に示す。道南・道央地域では「製造」と回答したプラントが多数を占める一方で、道北・道東地域では「購入」と回答したプラントが多数見られた。特に留萌、稚内ではすべてのプラントで「購入」の回答となり、地域による傾向の違いが鮮明に出る結果となった。

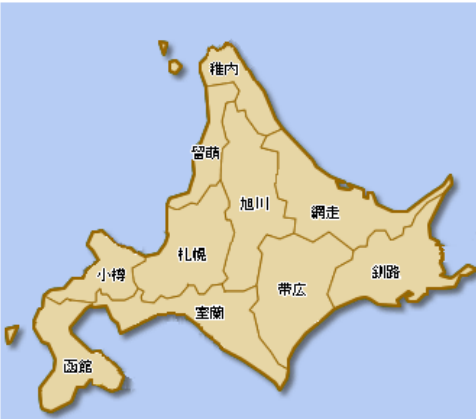


図-1 北海道アスファルト合材協会の地域区分

表-3 アンケート調査項目

No.1	調達方法
No.2	使用量と供給量のバランス
No.3	品質管理方法
No.4	旧アスファルトの針入度
①	各調査年度の平均値
②	各調査年度の最低値
③	これまでの最低値
No.5	規格を満たさない再生骨材の扱い

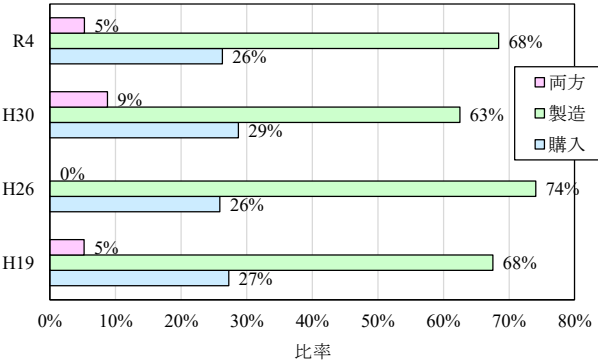


図-2 再生骨材調達方法

表-4 令和4年度における地域別再生骨材調達状況

項目	全体	比率	札幌	空知	小樽	函館	室蘭	旭川	留萌	稚内	網走	帯広	釧路
購入	20	26%	1			1		3	2	5	1	5	2
製造	52	68%	6	6	3	5	7	5			9	4	7
両方	4	5%					1	2				1	

表-5 令和4年度における再生骨材の地域別需要共有バランス

項目	全体	比率	札幌	空知	小樽	函館	室蘭	旭川	留萌	稚内	網走	帯広	釧路
供給量≒使用量(バランスが良い)	15	27%		1	1	2	2	2			2	1	4
供給量<使用量(不足)	24	43%	3	2	2	2	5	5				4	1
供給量>使用量(余剰)	14	25%	2	3		1	1				5		2
供給量>>使用量(受入困難)	2	4%									2		

(2) 再生骨材の使用量と供給量および在庫量

令和4年度における地域別再生骨材の使用量と供給量のバランスを表-5に示す。なお、この設問は再生骨材を製造しているプラントのみを対象とし実施している。

全体としては供給量が使用量を下回っており再生骨材が不足している「不足」と回答したプラントが最も多く43%であった。次に、供給量と使用量が概ね等しい「バランスが良い」が27%となり、供給量が使用量を上回る「余剰」が25%となった。また、網走地域では供給量が使用量を大幅に上回っており新たな舗装発生材の受け入れが困難な状況となっているプラントが見られた。

図-3に全道の舗装発生材の在庫量の推移を示す⁹⁾。北海道全体の在庫量は、平成27年度までが減少傾向であり、現在はほぼ横ばいの状況である。

図-4に「不足」の回答のプラントが多かった旭川地域舗装発生材の在庫量の推移を示す⁹⁾。在庫量の減少傾向が顕著であり平成20年度から令和2年にかけて在庫量は1/4になっている。このような減少傾向は札幌・小樽、函館、室蘭、帯広地域で見られている。

一方、「余剰」回答のプラントが多かった網走地域においては図-5に示すように増加傾向にあり、平成20年度から令和2年にかけて在庫量は約1.4倍となっている。このような増加傾向は釧路地域でも見られている。

舗装発生材の受入量は舗装修繕工事により発生する舗装切削材および舗装版の発生量に依存する。一方、舗装発生材の使用量は再生アスファルト混合物の出荷量およびプラント型式によって決まる再生アスファルト混合物の再生骨材配合率に依存する。「不足」と回答したプラントの多い地域では、再生骨材配合率の上限が50%のプラントが多く、「余剰」と回答した地域では再生骨材配合率の上限が20～30%のプラントが比較的多い。このことから、北海道においてはプラント型式が使用量と供給量のバランスに大きく影響していると考えられる。

舗装工事の発注量の増加が見込まれない中、プラントの建替え・回収は困難であると考えられるため、在庫量が増加傾向にある地域では在庫量の増加傾向が続く可能性が高く、対策が必要となると考えられる。

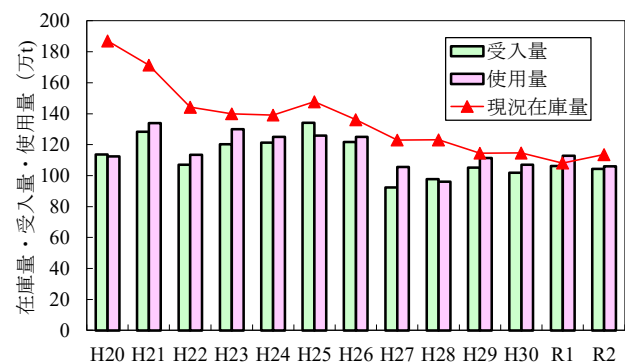


図-3 舗装発生材の在庫量（全道）

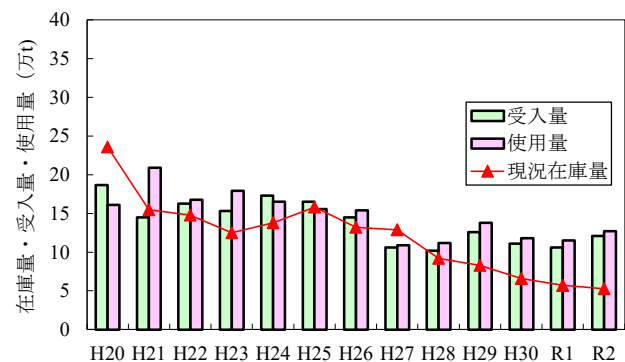


図-4 舗装発生材の在庫量（旭川）

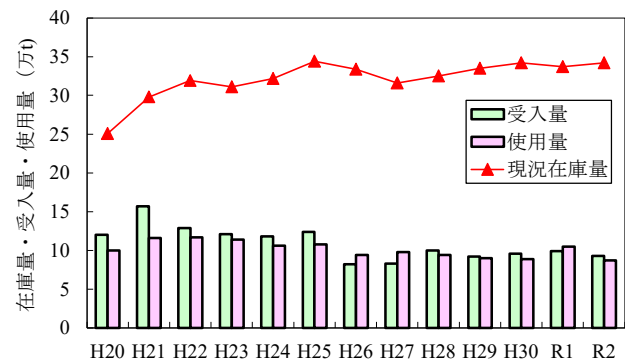


図-5 舗装発生材の在庫量（網走）

表-6 令和4年度における地域別品質管理方法

項目	全体	比率	札幌	空知	小樽	函館	室蘭	旭川	留萌	稚内	網走	帯広	釧路
プラントにて針入度試験を実施	24	30%	3	4	3	2	3	3			4	1	1
他施設にて針入度試験を実施	17	21%	2	2		3	2	1			3	2	2
プラントにてマーシャルによる針入度推定を実施	18	23%	2	1		1	3	3			2	2	4
圧裂係数による品質管理を実施	0	0%											

(3) 再生骨材の品質管理方法

令和4年度時点における再生骨材の品質管理方法のアンケート結果を表-6に示す。なお、この設問についても再生骨材を製造しているプラントのみを対象としている。

全体としてはプラントにおいて針入度試験を実施し、旧アスファルトの針入度を管理しているプラントの比率が30%と最も多く、次いでプラントにてマーシャル試験による針入度の推定試験を実施している比率が23%、他の施設に再生骨材を送って針入度試験を実施しているプラントの比率が21%であった。本項目については地域による傾向の違いは見られなかった。

(4) 再生骨材に付着している旧アスファルトの針入度

a) 調査年度別旧アスファルトの平均針入度の比較

各プラントで使用している再生骨材の旧アスファルトの針入度の平均値のアンケート結果を図-6に示す。針入度20(1/10mm)以上25(1/10mm)未満の比率に着目すると、平成19年度ではわずか1%であったのに対し、最新の令和4年度では20%を占める結果となった。また、針入度25(1/10mm)以上30(1/10mm)未満の比率は、平成19年度で19%であったのに対し、令和4年度では46%に増加している。一方、針入度30(1/10mm)以上35(1/10mm)未満の比率は平成19年度で64%であったのに対し、令和4年度では30%と半減しており、針入度35(1/10mm)以上40(1/10mm)未満の比率および針入度40(1/10mm)以上の比率も減少している。

以上の結果より、再生骨材に付着している旧アスファルトの針入度の平均値は低下傾向にあり、旧アスファルトの劣化が進んでいることが明らかとなった。

b) 調査年度別旧アスファルトの最低針入度の比較

各プラントで使用している再生骨材に付着している旧アスファルトの針入度の最低値に関するアンケート結果を図-7に示す。針入度20(1/10mm)を下回るとアスファルト混合物用の材料として用いることができなくなるが、針入度20(1/10mm)未満の比率が増加傾向にある。また、針入度20(1/10mm)以上25(1/10mm)未満の比率は、平成19年度では21%であったのに対し、最新の令和4年度では41%を占める結果となった。一方、針入度30(1/10mm)以上の比率は、平成19年度で38%であったのに対し、令和4年度では8%と大幅に減少している。

これらの結果から、再生骨材に付着している旧アスファルトの針入度の最低値も低下傾向にあり、近い将来アスファルト混合物に使用できなくなる再生骨材が多く発生してくる懸念があると考えられる。

UENO Chigusa, MATSUMOTO Daisuke, MARUYAMA Kimio

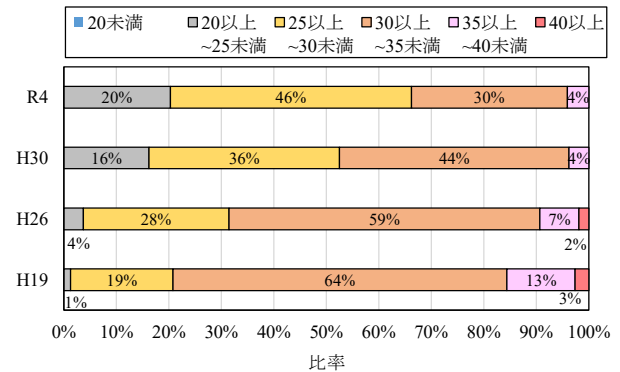


図-6 再生骨材に付着している旧アスファルトの針入度の推移 (平均値)

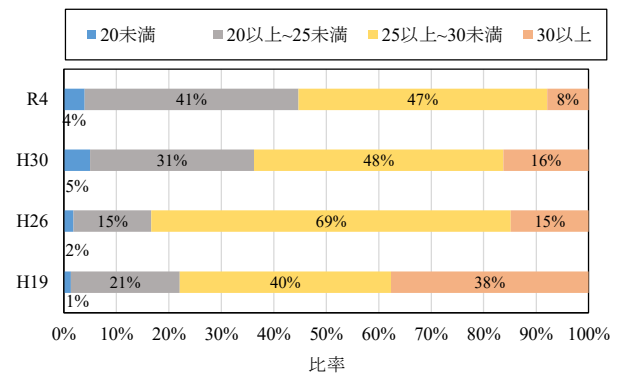


図-7 再生骨材に付着している旧アスファルトの針入度の推移 (最低値)

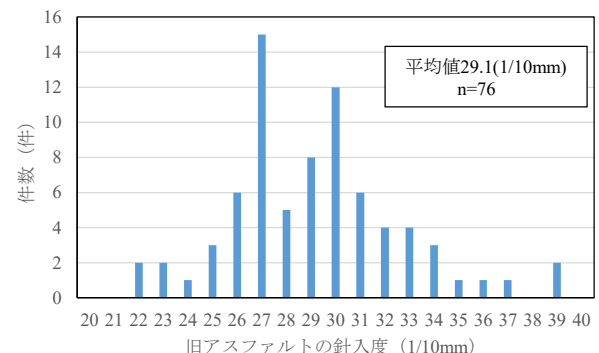


図-8 再生骨材に付着している旧アスファルトの針入度 (配合設計書)

c) 配合設計書における旧アスファルトの針入度

令和4年度のアンケートに合わせて収集した各プラントの再生アスファルト混合物の配合設計書を用いて、配

合設計時の旧アスファルトの針入度を整理した。結果を図-8に示す。

最頻値は 27(1/10mm)であり、平均値は 29.1(1/10mm)となっている。また、針入度 25(1/10mm)未満の規格値付近の値となっているプラントも複数確認され、劣化の進んだ再生骨材の利用方法の検討が急務であると考ええる。

(5) 規格を満たさない再生骨材の扱い

今後、再生骨材の旧アスファルトの針入度規格を満たさない再生骨材が多く発生してくることが考えられることから、各プラントに対しこのような材料が発生した場合の対処方法について複数回答形式でアンケートを実施した。結果を図-9に示す。

「路盤材に使用する」という回答が最も多く30件となり、次いで「民間工事用のアスファルト混合物に利用する」が19件となった。また、購入により再生骨材を調達しているプラントでは「購入先に返却する」の回答が多く見られた。

一方で、道路用の再生アスファルト混合物に使用したいとの意見も多く見られ、「規格を満たす再生骨材に少しずつ混ぜて再生アスファルト混合物に使用」、「再生添加剤の添加量を調整して再生アスファルト混合物に使用」の回答が複数確認された。

現状においては、規格値を下回る再生骨材は道路用の再生アスファルト混合物に使用することができないが、再生添加剤の成分に着目し、劣化の進んだアスファルトの性状を適切に回復させる研究が進められているため²⁾、今後の成果に期待される。

5. まとめ

複数年度にわたり北海道内のプラントに対しアンケートを実施し、舗装発生材および再生骨材に関する実態把握を行った。

この結果、舗装発生材の在庫量は全道的には減少傾向にあり、利用が促進されているものの地域的に舗装発生材の利用量が伸び悩み余剰となってることが明らかとなった。貴重な資源であるアスファルトを含む舗装発生材は、アスファルト混合物用の材料として再利用することが望ましいが、余剰過多となってる地域においては、路盤材や凍上抑制層への利用も視野に検討を進める必要があると考える。

また、再生骨材の旧アスファルトの針入度が低下傾向にあり、繰り返し再生利用にが進むにつれ、材料の劣化が進んでいる傾向が明らかとなった。今後、規格値を下回る材料が増加してくることが想定されるため、このような材料の利用方法の検討や、より高度な再生利用技術の研究が必要と考える。

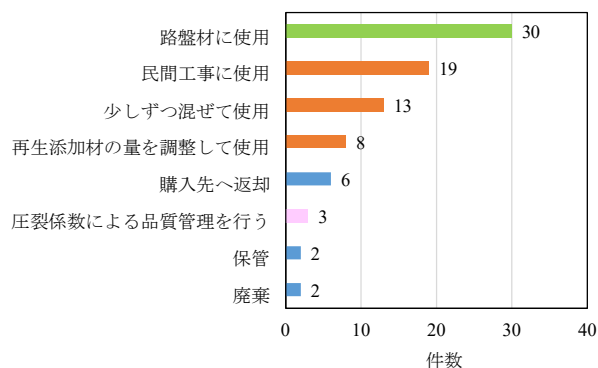


図-9 規格を満たさない再生骨材の扱い

謝辞：本アンケートの実施にあたり、北海道アスファルト合材協会の関係各位には多大なるご助言とご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 安倍隆二、高橋守人、早坂保則：加熱アスファルト混合物のリサイクルに関する検討、開発土木研究所月報、No.560、p.34、2000.1
- 2) 川上篤史、新田弘之、藪雅行、掛札さくら、川島陽子：繰り返し再生したアスファルト混合物への再生用添加剤と再生骨材配合率の影響、土木学会論文集E1（舗装工学）、Vol.76、No.2（舗装工学論文集第25巻）、pp.I_251-I_259、2020.12
- 3) 上野千草、田高淳、安倍隆二：積雪寒冷地における再生アスファルト混合物の長期利用について、土木学会舗装工学論文集第11巻、pp.171-178、2006.12
- 4) 社団法人日本道路協会：舗装再生便覧、2010.11
- 5) 北海道開発局：令和4年度版北海道開発局特記仕様書、p.2-239、2022.4
- 6) 安崎 裕、片倉弘美、高木信幸：再生加熱アスファルト混合物の供用性評価、土木技術資料、Vol.31、No.9、pp.48-53、1989.
- 7) 北海道アスファルト合材協会、一般社団法人北海道舗装事業協会：令和4年度アスファルトプラント現況調査、2022.
- 8) 北海道アスファルト合材協会、一般社団法人北海道舗装事業協会：アスファルト塊再生利用実績一覧、2008~2020.
- 9) 上野千草、井谷雅司、丸山記美雄：積雪寒冷地で用いられている再生アスファルト混合物に対する再生用添加剤成分の影響、土木学会第76回年次学術講演会講演概要集、p.V-274、2021.9