

アスファルト再生骨材の有効利用について —凍上抑制層への利用手法の考察—

稚内開発建設部 浜頓別道路事務所 工務課 ○杉田 和之
 稚内開発建設部 浜頓別道路事務所 計画課 高見 和弘
 稚内開発建設部 道路整備保全課 佐藤 義臣

稚内開発建設部管内では、アスファルト中間処理施設の受け入れ量に比べ再生材利用量が少ないため各プラントのストック量が著しく増大し、受け入れ不能となった施設が出始めている。

管内の受け入れ中止を回避するためにはアスファルト塊の積極的なリサイクルが必要なため、アスファルト再生骨材を国道本線の凍上抑制層に使用する試験施工を行い、今後の国道本線使用に向けた適用性について報告するものである。

キーワード：リサイクル、アスファルト再生骨材、凍上抑制層



図-1 試験施工箇所図

1. はじめに

稚内開発建設部管内では、工事で発生するアスファルト塊において、アスファルト中間処理施設への搬入量に比べ、再利用率が少ないため、各プラントのストック量が増え続け、将来的には、受け入れの全面停止も考えられる状況にある。

すでに豊富町、幌延町においては、町内発生分のアスファルト塊の受入が平成21年度から度々中断されており、留萌開発建設部管内遠別町の再生資源化施設まで運搬している状況となっている(表-1)。

表-1 稚内開発建設部管内 受け入れ状況

プラント	F社プラント(在 稚内市)			O社プラント(在 浜頓別町)			M社プラント(在 枝幸町)
	稚内市	豊富町	幌延町	浜頓別町	中頓別町	猿払村	枝幸町
平成20年度	○	×	×	×	×	×	×
平成21年度	○	×	×	×	×	×	○
平成22年度	○	○	○	○	○	○	○
平成23年度	○	○	○	○	○	○	○
平成24年度	○	×	×	○	○	○	○
平成25年度	○	×	×	○	○	○	○

○:受入可
 ×:受入不可

このような状況の中で、アスファルト塊の利用を促進する取り組みとして、平成11年度の寒地土木研究所による「寒冷地におけるアスファルト再生骨材の路盤材への適用に関する検討」及び、平成23年度の留萌開発建設部による「アスファルト再生骨材の有効利用について」の試験施工を参考に、リサイクル率を上げるため、初めて道路本線の凍上抑制層にアスファルト再生骨材100%の材料を使用した試験施工を行った。

2. 稚内開発建設部のアスファルト塊ストック状況

稚内開発建設部管内におけるアスファルト中間処理施設の各プラント毎のストック可能量とストック量を図-2に示す。各プラントともストック可能量を増やす対策が講じられているが、F社についてはすでに限界に達している状況にある。

次に、浜頓別道路事務所管内、浜頓別町在所のプラン

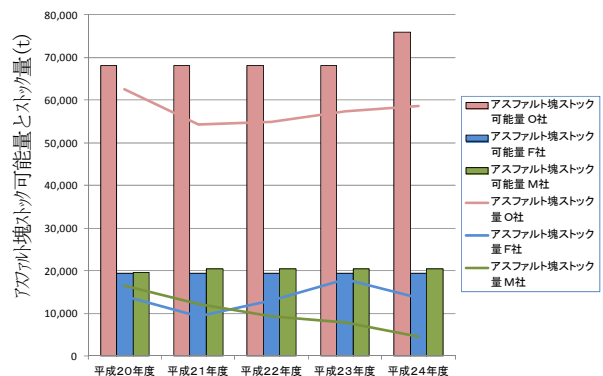


図-2 稚内開発建設部管内 アスファルト塊ストック可能量とストック量

トにおけるアスファルト塊の受入・出荷を図-3 に示す。一番右側のH28 グラフは、平成 21~24 年度の平均値を用いて計算した予想値である。

浜頓別町の「O社」プラントにおけるアスファルト塊の受入出荷は以下の状況である。

- a) 平成 20、21 年度は、受入を中止し、その後は、年平均 6 千 t を受入れた。
- b) アスファルト再生合材用 0-13 mm の出荷量は平均約 2 千 t である。
- c) 路盤用 0-40 mm について、平成 20、21 年度の出荷内訳は、民間利用と自社利用によるものであり、利用可能箇所も限られているため、近年の出荷量は減少している。
- d) 受入量と出荷量（路盤用+合材用）を比較すると、毎年受入量が多い。
- e) 平成 24 年にはヤードを調整し、ストック可能量の増量を図っている。

以上の状況から、このような受入出荷状況が続けば、3 年後の平成 28 年には、プラントに搬入される量がストック可能な限界となることが予想されている。

また、再利用状況を見ると、アスファルト再生合材用(0~13)の出荷量は、過去 5 年間ほぼ横ばいであり、今後増えることは予想しにくいことから、アスファルト再生骨材を通常の切込材料の替わりとして利用し、アスファルト塊のリサイクルを進めるすることが、最も効果的と考える。

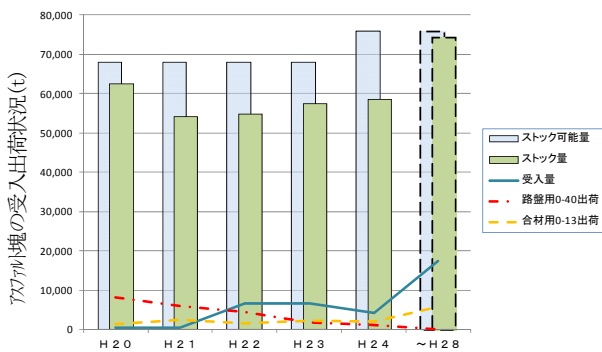


図-3 浜頓別町O社 アスファルト塊の受入出荷状況

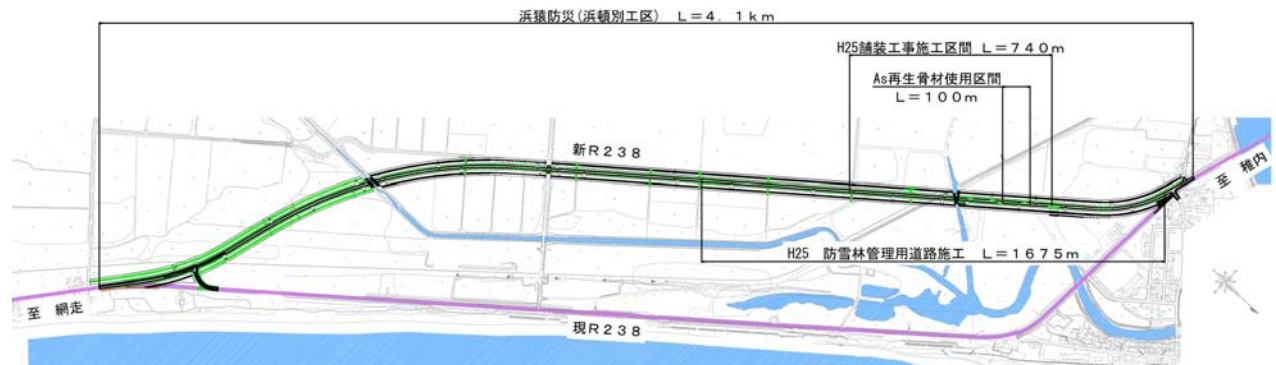


図-4 試験施工平面図

3. 試験施工箇所の説明

(1) 試験施工工事箇所

表-2 平成11年度、平成23年度発表論文と今年度の試験施工箇所一覧表

号線	市町村	施工箇所	路盤	凍上抑制層
一般国道337号	当別町	仮道	切込砕石 40mm級	As再生骨材 100%
一般国道5号	七飯町	チェーン脱着所	切込砕石 40mm級	As再生骨材 100%
一般国道236号	浦河町	チェーン脱着所	切込砕石 40mm級	As再生骨材 100%
一般国道38号	富良野市	チェーン脱着所	切込砕石 40mm級	As再生骨材 100%
一般国道242号	留辺蘆町	チェーン脱着所	切込砕石 40mm級	As再生骨材 100%
一般国道241号	香更町	歩道路盤	As再生骨材 6%	—
深川留萌自動車道	留萌市	管理施設駐車場	As再生骨材 30%	—
深川留萌自動車道	留萌市	工事用道路	As再生骨材 100%	—
一般国道233号	留萌市	排水構造物基礎	As再生骨材 100%	—
一般国道238号	浜頓別町	国道本線	切込砕石 40mm級	As再生骨材 100%
一般国道238号	浜頓別町	防雪林管理用道路	As再生骨材 100%	—

平成 11 年度¹⁾と平成 23 年度の論文²⁾で実施された試験施工箇所と本試験施工箇所を表-2 に示す。過去の試験施工では、アスファルト再生骨材を通常の切込材料と混合せず単体で国道本線の凍上抑制層材料として使用した例はない。よって、リサイクル率を上げるための手法として、下層路盤と比べ強度を求められない凍上抑制層材料として使用した。

試験施工箇所は、昨年度から路盤改良工事が開始された「一般国道 238 号 浜頓別町 浜猿防災事業・浜頓別工区」における別線新設道路区間のうち、L=100mを設定した。「浜猿防災事業」とは、海岸浸食や地吹雪による視程障害解消を目的として、現道よりも内陸側に道路を新設する事業である(図-1、4、5、6)。

また、本事業区間内の防雪林管理用道路のうち、約 L=2 km 区間の路盤材としてアスファルト再生骨材を試験的に採用している。

(2) 試験施工箇所選定理由

アスファルト再生骨材は、過去の試験施工結果から、その材料温度が高くなると強度が低下することが解っている。よって、管内でも年間を通じて気温の低い地区である本事業箇所は、温度による影響が小さく、長期にわ

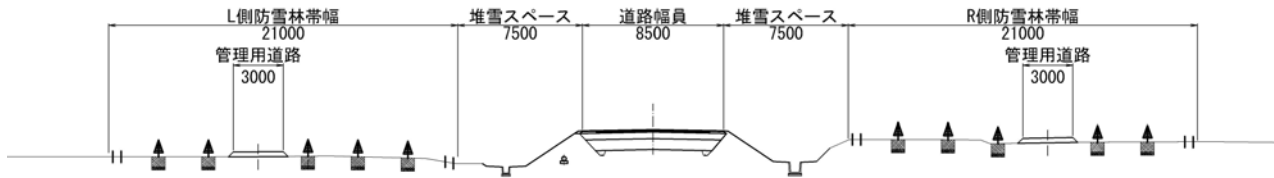


図-5 試験施工区間定規図

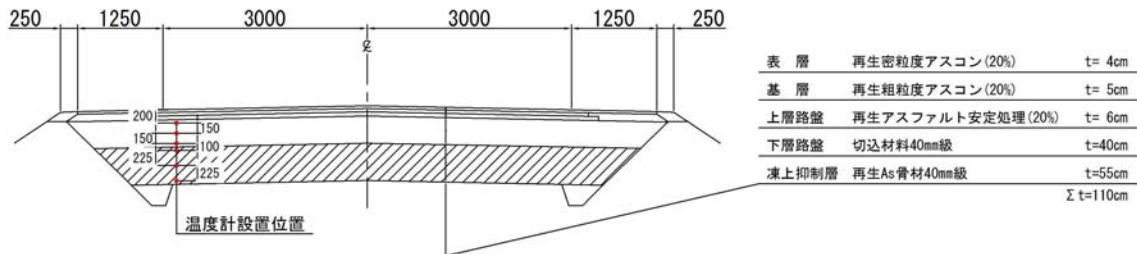


図-6 試験施工区間本線定規図

たる強度低下の可能性が低いと考えて試験施工箇所として選定した。

(3) 凍上抑制層に限定し採用した理由

過去の試験施工では、通常の切込材料とアスファルト再生骨材を混合することで、修正CBR規格値を満たし下層路盤に使用することも可能とされているが、本試験施工では、下層路盤にアスファルト再生骨材を混合した再生路盤材を使用するよりも、道路延長当たりの使用量が多く、施工費も安価であり、過去の試験施工でも実施されていことから、アスファルト再生骨材の100%の使用が可能である凍上抑制層に採用した。

また、凍上抑制層のみにアスファルト再生骨材を使用した際の適用性を判断するという意味もある。

4. 使用材料の性状

(1) 凍上抑制層としての性状

工事で使用したアスファルト再生骨材の性状を表-3に示す。アスファルト再生骨材の規定については平成11年度の論文¹⁾と同様に「北海道開発局 道路・河川工本仕様書」(以下、仕様書)の40mm級切込碎石の規定に準拠した。

凍上抑制層の材料を切込碎石とした場合の仕様書の規定事項は、4.75mm以下に対する0.075mm通過量のみであり、アスファルト再生骨材の試験結果は7.13%を示し、規格値15%以下を満足した。

次に平成11年度の論文¹⁾で「凍上試験による確認」が指摘されていることから、アスファルト再生骨材について凍上試験「道路土工-排水工指針による試験」を行

った結果、凍上率7.6%となり、規格値は20%以下であることから合格と判定された(表-3)。

よって、本工事で使用するアスファルト再生骨材は、凍上抑制層としての仕様書の規定をすべて満足しており、使用には問題がないことを確認した。

(2) 路盤材としての性状

次に通常の路盤用材料として考えた場合の仕様書で求められている試験結果は以下のとおりである(表-3)。

- 「修正CBR試験」は12.3%を示し、規格値30%以上を満足しなかった。
- 「骨材のふるい分け試験」は仕様書の粒度範囲を満足した。
- 「土の液性限界・塑性限界試験」は試験として不成立であった。(形状が保持出来ないため)
- 「骨材の洗い試験」は7.13%で仕様書の規格値9%以下を満足した。
- 「粗骨材のすり減り試験」、「硫酸ナトリウムによる骨材の安定度試験」については、平成11年度の論文¹⁾でも説明されているとおり、アスファルト再生骨材の場合、どちらの試験も試験中に骨材周囲のアスファルト成分が変化して正しい評価が出来ないため、実施していない。よって、仕様書の規格値を確認出来ていない。

以上の結果により、過去の試験施工と同様にアスファルト再生骨材100%では、路盤材としては使用出来ないため新材との混合が必要となる。

(3) 室内透水試験

過去の論文では、試験されていない項目としてアスファルト再生骨材の「透水試験」を行った。これは、凍上抑制層を含む路盤に対して求められる基本性能である

表-3 アスファルト再生骨材の性状

試験項目		単位	アスファルト再生骨材 0-40mm	凍上抑制層 品質項目 規格値	切込材料 (新材) 40mm級	下層路盤 品質項目 規格値
洗い試験	全量に対する0.075mm通過量	%	2.57		4.38	
	4.75mm以下に対する0.075mm通過量	%	7.13	15%以下	14.11	15%以下
密度・吸水率試験	表乾密度	g/cm ³	2.369		2.699	2.45以上
	絶乾密度	g/cm ³	2.303		2.668	
	吸水率	%	2.86		1.18	
すりへり試験	すりへり減量	%	-		14.5	45%以下
安定性試験	損失量	%	-		10.9	20%以下
	修正CBR	%	12.3		93.6	30%以下
修正CBR試験	最適含水比	%	4.8		5.7	
	最大乾燥密度	g/cm ³	1.917		2.098	
	単位容積質量	kg/cm ³	1.544		1.699	
単位容積質量試験	空隙率	%	33.0		36.3	
	PI試験	塑性指数	NP		NP	
凍上試験	凍上率	%	7.6	20%以下	-	20%以下

「水分を溜めないこと」について、アスファルト再生骨材の温度と透水性の関係を確認するために行ったものである。

供試体作成時の温度を「20℃」と「40℃」の2種類透水系数を求めた。その結果を地盤工学会の透水性を示した図に記入したものを図-7に示す。温度によって係数は異なったが、全体的には「砂及び礫」の透水性があることが確認できた。

これは平成11年度の論文¹⁾で報告されている一般的な路盤の温度では、アスファルト再生骨材の透水性は通常の切込材料と同等であると言える。



図-7 透水係数と土の種類の関係

(4) 品質管理規格値 (案)

平成 23 年度の論文²⁾で示された「品質管理基準及び規格値 (案)」に、今回使用したアスファルト再生骨材

表-4 平成23年度 留萌開発建設部論文記載品質管理基準及び規格値 (案) 本試験施工材料対比一覧表

材料の品質管理	共通仕様書	試験方法等	規格値	路盤材		基礎材	フィルター材	平成25年度 稚内開発建設部 試験施工使用 アスファルト再生骨材	
				本線路盤	仮路盤			凍上抑制層	
アスファルト再生骨材混入率	-	-	-	50%以下	100%	100%	適用 不可	100%	
修正CBR試験	必須	舗装調査・試験方法便覧	30%以上	必須	参考値	不要		参考値※3	12.3%
ふるい分け試験	必須	JIS A 1102	共通仕様書※1	必須	必須	必須		必須	仕様書範囲に合致
洗い試験	必須	JIS A 1102 4.75mm以下	75µmふるい 通過量9%以下※2	必須	必須	不要		必須	7.13%
粗骨材のすり減り試験	その他	JIS A 1121	-	参考値	参考値	不要		不可	-
安定性試験	その他	JIS A 1122	-	参考値	参考値	不要		不可	-
凍上試験	-	土工指針他	-	必須	-	不要		必須※4	7.6%

※1 75µmふるいを通過するもので、4.75mmふるいを通過するものに対し、切込砂利で9%以下、破砕面が30%以上の切込砂利で12%以下、切込砕石で15%以下でなければならない。
 ※2 北海道開発局 道路・河川工事仕様書 北海道開発局独自 P-3-25 表より
 ※3 凍上抑制層に規定なし
 ※4 「凍上様式1の場合は、凍上率20%未満が合格」を適用

の性状を記入し、修正CBR試験以外は規格値を満足することを確認した(表-4)。

このことから、アスファルト再生骨材を凍上抑制層材料に使用することは、現行の仕様書を変えることなく使用出来ると考える。

5. アスファルト再生骨材の施工状況

(1) 施工方法

凍上抑制層にアスファルト再生骨材を使用した本試験施工での施工方法は、基本的には通常の切込材料を使用した路盤施工と同様な方法で施工可能であった。写真-1に施工状況を示す。施工は以下の手順で行った。

施工手順

- グレーダーまたは、ブルドーザーにより締め固め後の仕上がり厚が20cmを越えないよう敷き均し
- マカダムローラーによる締め固め
- 散水
- タイヤローラーによる締め固め

また、アスファルト再生骨材のために、今回特別に行った品質管理を以下に示す。



写真-1 アスファルト再生骨材 凍上抑制層 3層目敷き均し状況

- a) 密度管理試験を1層目と3層目で実施し、品質管理の頻度を高めた。
- b) プラントにおいては、アスファルト再生骨材は、堆積時に固まりやすいため、出荷時にはショベルにより、ほぐして出荷した。

施工後に密度管理試験、プルフローリング試験を行っているが、どちらも基準を満たす良好な結果を得た。

(2) 管理用道路への利用

本事業では、防雪林も同時に造成しており、防雪林管理用道路においてもアスファルト再生骨材を使用した。

留萌開発建設部の論文²⁾でも述べられているように、飛散や埃の発生も少なく、工所用道路などへのアスファルト再生骨材の利用は、アスファルト塊の有効なリサイクル手段と考える。

6. 施工後の路盤支持力確認

アスファルト再生骨材の試験施工完了後に「動的円錐貫入試験 (DCP)」により、各箇所の支持力の計測を行っている。

「動的円錐貫入試験 (DCP)」とは、ガイドロッド、貫入ロッド、質量ハンマ、コーンから構成され、質量を自由落下させることにより、路盤や路床にコーンを貫入させる方式である。試験終了時において、ロッドの引抜きを容易にするために、コーンは離脱式となっている。打撃回数と貫入量との記録から、8kgハンマによる打撃1回あたりの貫入量、すなわち動的円錐貫入指数 (DCPI) を求め、式から現場CBR (%) が求められる試験である。

図-8 に動的円錐貫入試験 (DCP) の計測結果を示す。この試験は、外気温 14.5℃の気象条件で実施した。アスファルト再生骨材を凍上抑制層に使用したCBRは、50%を示し、砂や切込砕石と比較しても同等以上の支持力を確認できた。

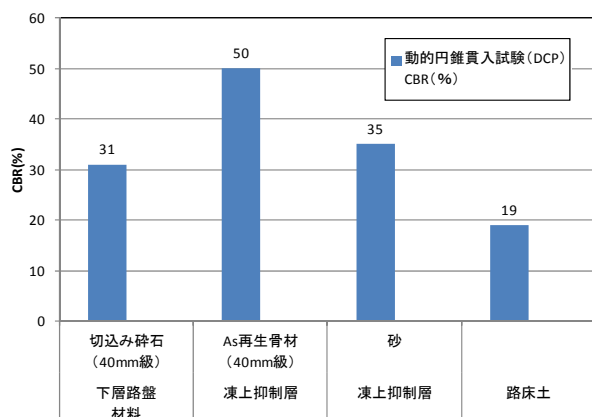


図-8 動的円錐貫入試験 (DCP) の計測結果

7. 今後の現地測定試験計画

(1) 舗装体としての支持力確認

舗装体としての支持力を確認するため、来年度、寒地土木研究所によりFWD試験を融解期・通常期・夏期の3回計測して支持力を確認する予定である。

(2) 路盤温度の計測

過去の論文でも報告されているが、アスファルト再生骨材は温度により支持力が変化してしまうため、本試験施工においても、アスファルト再生骨材の凍上抑制層箇所と通常の切込材料箇所の両方に温度計を設置し(図-6)、継続的に観測することで、温度と支持力との関係を整理したい。

8. まとめ

アスファルト再生骨材を凍上抑制層の材料として利用することは、各種試験結果からは、現行基準のままでも規格値を満足し利用可能である。しかし、アスファルト再生骨材が温度により強度が変化することに対して、長期的にも品質が確保されることの確認を取るため、温度と支持力の相関について計測していく必要がある。

また、アスファルト塊のリサイクルを進めるためには、試験結果を基に、設計要領等に「アスファルト再生骨材の使用」について明記していく必要があると考える。

最後に、稚内開発建設部においては、管内のアスファルト塊のリサイクル促進は切実な問題であるため、今後も実証試験を重ね、アスファルト再生骨材が使用可能な箇所については、積極的に採用したいと考える。

謝辞: 今回の試験施工にあたり、資料・データの提供、現地調査の指導などご協力頂いた「寒地土木研究所・寒地道路保全チーム」、論文を参考にさせて頂いた「留萌開発建設部・留萌開発事務所」並びに、現地で試験施工を担当された浜頓別町「丹羽建設(株)」へ謝意を表す。

参考文献

- 1) 安倍隆二、高橋守人、早坂保則;寒冷地におけるアスファルト再生骨材の路盤材への適用に関する検討、土木工学会舗装工学論文集第4巻1999年12月、PP.127~134
- 2) 十河陽一、古城学、荒木恒也;アスファルト再生骨材の有効利用について、-基礎材・路盤材への利用手法の考察-、第55回北海道開発局技術研究発表会、2012年2月