

アスファルト再生骨材の有効利用について

ー基礎材・路盤材への利用手法の考察ー

留萌開発建設部 留萌開発事務所 第2道路工務課 ○十河 陽一
 留萌開発建設部 道路整備保全課 古城 学
 留萌開発建設部 道路整備保全課 荒木 恒也

留萌開発建設部管内では、アスファルト廃材の需給バランスに乖離が生じたため、アスファルト廃材の再資源化施設へのストック量が増加傾向にあった。平成18年度の調査では1プラント当たりのストック量が、数万tを超えた例もあった。このような背景からアスファルト廃材をアスファルト再生骨材として、有効利用するにあたって、品質規格値や温度依存について天然骨材との比較結果および、平成18年度に実施した天然骨材とアスファルト再生骨材の混合路盤材の経年変化の結果を報告するものである。

キーワード：リサイクル、アスファルト再生材、路盤、凍上抑制層、基礎材

1. はじめに

近年、地球温暖化防止や循環型社会の構築に向けての対策は、道路事業の分野でも例外なく実施されている。建設リサイクル法によって、コンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊のリサイクルが義務化され、平成20年時点で目標の95%を維持されており¹⁾、今後も引き続き再資源化及び有効利用して行く必要がある。

そのような情勢の中にあって、過去に当部留萌振興局管内の再生資源中間処理施設では、アスファルト再生骨材の需要と供給のバランスに乖離が生じたため、中間処理施設にアスファルト塊が溜まってしまっている。このような状況を改善するためには、最大の排出元である公共事業発注機関が環境問題や廃棄物の有効利用の観点から、適切に対応していく必要がある。

ここでは、一部地域における特有の事象としてではなく、さまざまな分野の方々と情報共有することで、貴重な資源であるアスファルト塊の有効利用促進のため、ア



図-2 試験施工箇所図

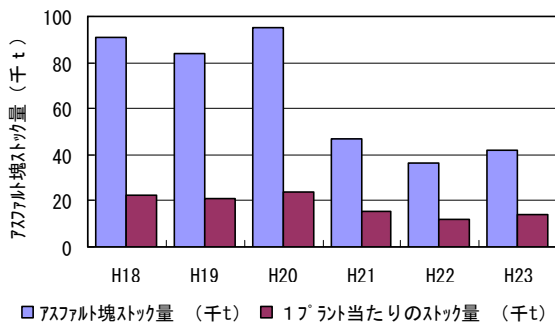


図-1 アスファルト塊ストック量の推移 (留萌振興局管内)

表-1 主材料の性状試験結果

種別	再生路盤材用		新材	路盤の規格値	
	切込砕石 増毛町産	再生材100% 留萌峠下産	切込砕石 留萌峠下産		
試験年月日	H18.4	H17.8	H18.5	ふるい通過質量百分率(%)	
ふるい分け試験	53mm	-	-	100	
	37.5	100	100	70-100	
	31.5	91	94	-	
	26.5	82	86	-	
	19	67	73	-	
	13.2	60	66	25-80	
	9.5	52	59	60	
	4.75	44	48	-	
	2.36	30	31	20-45	
	1.18	18	25	-	
	0.6	13	18	10-30	
0.3	9	10	-		
0.15	-	5	-		
0.075	5	2	11	-	
密度および吸水率試験	表乾密度 (g/cm ³)	2.609	2.34	2.741	-
	絶対乾密度 (g/cm ³)	2.545	2.31	2.685	-
	吸水率 (%)	2.50	1.32	2.11	-
洗い試験	全試料 (%)	3.99	0.2	4.47	-
	4.75mm以下 (%)	13.20	0.4	13.34	15%以下
すり減り試験	すり減り減量 (%)	22.0	21.8 (参考値)	18.2	45%以下
安定性試験	損失率 (%)	5.2	2.2 (参考値)	9.3	20%以下
単位容積質量	単位容積質量 (kg/l)	1.828	1.53	1.755	-
	実績率 (%)	71.8	66.3	65.4	-
	最適含水比 (%)	6.9	5.9	6.6	-
	最大乾燥密度 (g/cm ³)	2.125	1.900	2.170	-
修正CBR試験	修正CBR (%)	104.4	35.0	93.6	30%以上
塑性指数	NP	NP	NP	-	

スファルト再生骨材をアスファルト再生路盤材と小構造物の基礎材として適用するために実施した試験施工結果を報告するものである。

2. 留萌振興局管内のアスファルト塊ストック量推移

留萌振興局管内のアスファルト塊ストック量²⁾を前回の報告以降の、平成18年から平成23年までの過去5年分について、取りまとめた結果を図-1に示す。平成21年度を境にアスファルト塊ストック量が減少したが、これは管内にてアスファルト再生骨材の使用を開始したためである。同時に1プラント当たりのストック量も減少したが、現在も10千t程度をストックしているのが現状である。

3. アスファルト再生路盤材の品質及び経年変化について

当部では、深川留萌自動車道の整備区間にある留萌幌糠IC管理施設駐車場の舗装にアスファルト再生骨材を混合したアスファルト再生路盤材（以下、再生路盤材）を使用した、試験施工を平成18年7月に実施している。（図-2）

(1) 再生路盤材の品質

再生路盤材は表-1に示す材料を使用し、事前にアスファルト再生骨材50%混合、及びアスファルト再生骨材30%混合を用いた2種類の再生路盤材の室内試験を行い、試験結果から修正CBR60%程度の品質が確保できるアスファルト再生骨材30%混合の路盤材を用い試験施工を実施した。

表-2に再生路盤材の性状試験結果を示す。再生路盤材の品質は、修正CBR試験、すり減り減量、75 μ mふるい通過量の「北海道開発局 道路・河川工事仕様書」（以下、仕様書）の品質規格値を満足している。また、凍上試験でも非凍上性の材料と評価されている。なお、安定性試験損失量は100~110℃で乾燥させる試験法であるので、アスファルト分が付着し、正確な値が測定出来ないことや、すり減り減量については、骨材が割れるのではなくアスファルトモルタルに付着した再生骨材が剥がれる現象が生じるため、参考値とした。なお、文献では、アスファルト再生骨材を凍結融解させても、凍結融解の耐久性が高く骨材の細粒化は少ないと報告³⁾されている。

(2) 経年変化後の修正CBRおよび現場CBR

図-3に施工時と施工4年後の修正CBRの値を示す。採取した箇所によるバラツキも考えられるが、4年経過した再生路盤材は天然骨材を使用した路盤材（以下、通常材料）と比較し、同等以上の強度を有している。

図-4に現場CBRの経年変化を示す（写真-1）。通常材

表-2 再生路盤材の性状試験結果

種別	再生材 50%	再生材 30%	路盤材の規格値
試験年月日	H17.10	H18.4	
配合割合（切込砕石：再生材）	50：50	70：30	
ふるい分け試験	53mm	-	100
	37.5	100	70-100
	31.5	95	-
	26.5	89	-
	19	80	-
	13.2	70	25-80
	9.5	64	-
	4.75	48	-
	2.36	41	20-45
	1.18	31	-
	0.6	20	10-30
	0.3	9	-
	0.15	4	-
0.075	2	-	
密度および吸水率試験	表乾密度 (g/cm ³)	2.57	2.58
	絶対密度 (g/cm ³)	2.51	2.53
	吸水率 (%)	2.47	1.81
洗い試験	全試料 (%)	2.6	2.9
	4.75mm以下 (%)	5.3	7.4
すり減り試験	すり減り減量 (%)	25.9 (参考値)	21.3 (参考値)
安定性試験	損失率 (%)	6.9 (参考値)	6.1 (参考値)
単位容積質量	単位容積質量 (kg/l)	1.61	1.72
	実積率 (%)	64.2	67.9
	最適含水比 (%)	8.7	7.1
修正CBR試験	最大乾燥密度 (g/cm ³)	2.015	2.123
	修正CBR (%)	33.3	61.6
塑性指数		NP	NP
凍上試験	凍上率 (%)	-	9.9
	凍上様式	-	フック状凍結
	判定	-	合格

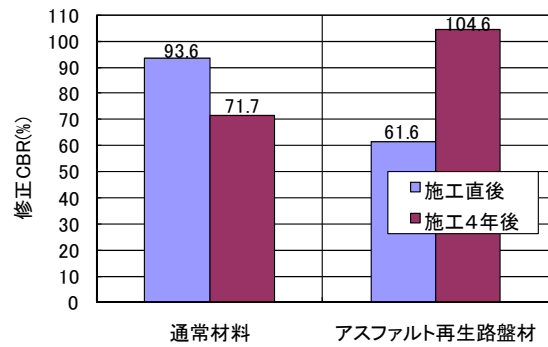


図-3 修正CBRの経年変化

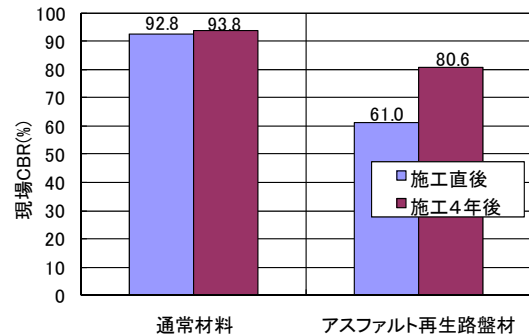


図-4 現場CBRの経年変化



写真-1 現場CBR試験

料は支持力の変化は見られないが、再生路盤材は強度が高くなっている。この原因は再生路盤材の混合率が30%であるため、施工時の均一性が異なる箇所で現地試験を実施し、強度が大きくなったと推察される。

4年経過後の通常材料および再生路盤材は、凍結融解の影響を受けても材料の品質低下は見られず、品質は良好である。

(3) 再生路盤材の品質確保に関する留意事項

再生路盤材の品質を確保するための、留意項目を各種試験結果から以下に述べる。

(a) 修正CBRの試験値

再生骨材混合率と修正CBRの関係を図-5に示す。アスファルト再生骨材は通常材料と比較し、強度が低くバラツキが大きい傾向にあるため、通常材料を混合しなければ修正CBR30%以上を確保することができない。また、修正CBR30%を確保するには、アスファルト再生骨材の強度にもよるが、混合率50%以下⁴⁾にしなければ仕様書の規格値を満足することができない。

(b) 温度の依存性

図-6にアスファルト再生骨材100%の材料を用い、養生温度を変動させ修正CBRを算出した試験結果を示す。

再生路盤材は養生温度が上昇すると、支持力の低下が見られ、温度の影響を大きく受ける材料である。図に示す供試体温度を3ケース実施した理由は、5℃は寒冷期、20℃は通常期、40℃は夏期の施工を想定している。いずれのケースも再生路盤の温度が上昇すると、支持力が低下する。

図-7に修正CBRと再生骨材混合率の関係³⁾を示す。再生骨材50%以下の混合率を確保すれば、修正CBRの値は温度の影響を受けにくいため、再生骨材混合率は50%以下が望ましい。

図-8に留萌市内の国道に埋設した温度計により測定した下層路盤の上面、中間部、および凍上抑制層の中間部の温度を示す。路盤上面部の最高温度は35℃程度、路盤中間部で30℃程度、凍上抑制層中間部で27℃程度である。下層路盤材料に使用する場合、路盤上面部は35℃程度に上昇していることから、再生骨材100%で使用すると、支持力低下が懸念される。

4. 基礎材にアスファルト再生骨材を使用した事例

小構造物の基礎材にアスファルト再生骨材（100%）を使用した結果を報告する。

写真-2 にトラフの基礎材として使用した状況写真、写真-3 にはパイプカルバートの基礎材として使用した状況写真を示す。40~0m/m の粒度を使用することから、基礎材の落ち着きも良く、施工性も良好である。

写真-4~5 に施工1年後のトラフの状況を示す。トラフの天端は、レベルで測定した結果、施工後と比較し段差等は見られない。写真-6 は取付道路部にトラフを設置した状況である。自動車等の活荷重が载荷してもトラ

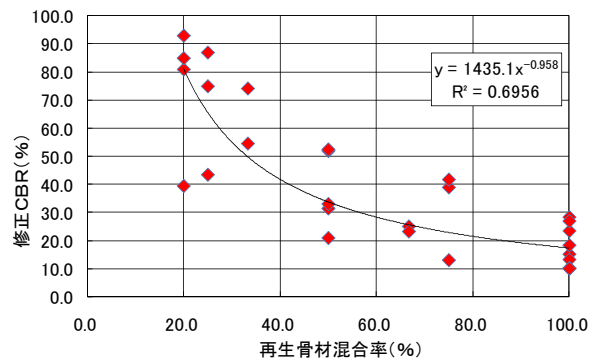


図-5 修正 CBR と再生骨材混合率の関係³⁾

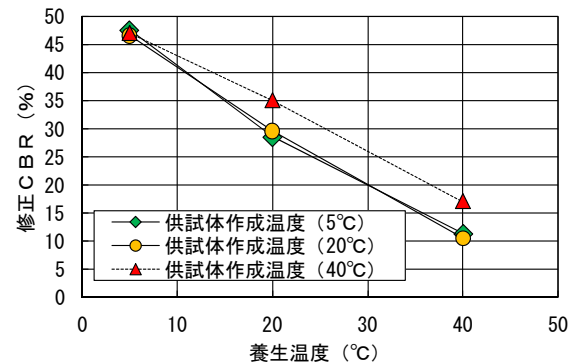


図-6 修正 CBR と養生温度の関係³⁾

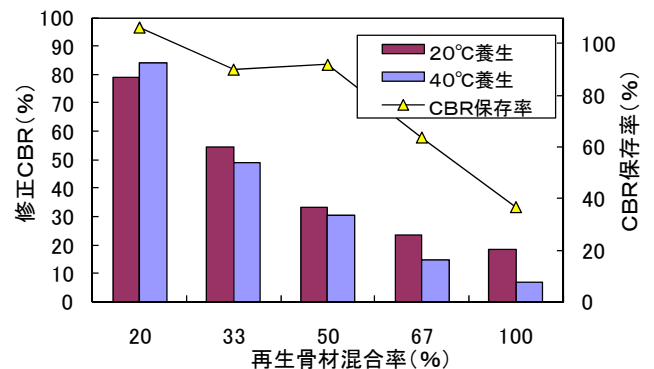


図-7 修正 CBR と再生骨材混合率の関係³⁾

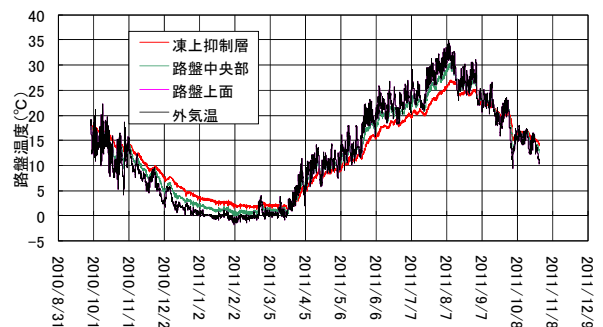


図-8 路盤温度の経時変化（留萌市）



写真-2 トラフの基礎材として使用した施工状況



写真-3 パイプカルバートの基礎材として使用した施工状況



写真-4 施工1年後の状況（トラフ）



写真-5 施工1年後の状況（トラフ）



写真-6 施工1年後の状況（取付道路・活荷重あり）



写真-7 施工1年後の状況（雨水枡）

フの沈下は見られない。

写真-7 は雨水枡の施工 1 年後の状況である。雨水枡の沈下も見られず、問題は見られない。

図-9 にトラフ基礎部の温度変化を示す。基礎材（厚さ $t=10\text{cm}$ ）の箇所に熱電対を埋設し、温度を計測した。基礎材の最高温度は 30°C 程度であった。図-6 から推察すると支持力は低下すると思われるが、トラフの荷重や取付道路を通過する自動車の活荷重程度であれば、使用に当たっては問題はないと考えられる。

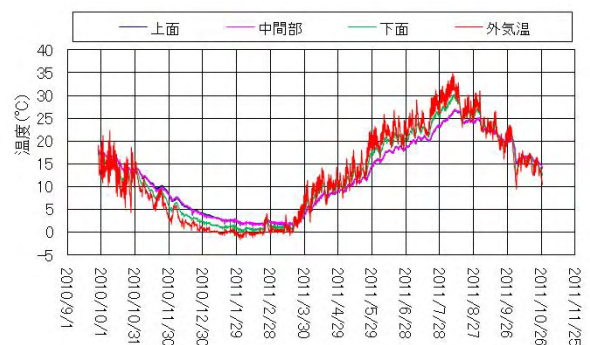


図-9 基礎材の温度の経時変化



写真-8 再生骨材 100%の材料を工事用道路に使用した状況



写真-9 再生骨材 100%の材料を工事用道路に使用した状況

5. 工事用道路にアスファルト再生骨材を使用した事例

アスファルト再生骨材 100%の材料を工事用道路に使用した調査結果を報告する。

写真-8、9 にアスファルト再生骨材 100%の材料を工事用道路に使用した状況を示す。通常の工事用道路に使用する路盤材と比較し、飛散等は非常に少ない。アスファルト再生骨材はアスファルト分を含んでいるため、ダンプ等による走行荷重による転圧により締固め度が上昇すると考えられる。

供用した路盤の締固め度を確認するため、2つの場所で突き砂法により確認した。一つは車両走行位置、もう一つはあまり交通荷重が載荷しない位置から試料を採取した。再生路盤材は供用すると、締固め度が上昇し、支持力が增加する(図-10)。目視では、アスファルト舗装に見え、骨材の飛散も少ない。また、表面部の埃も少ないため、防塵対策としても有効と考えられる。

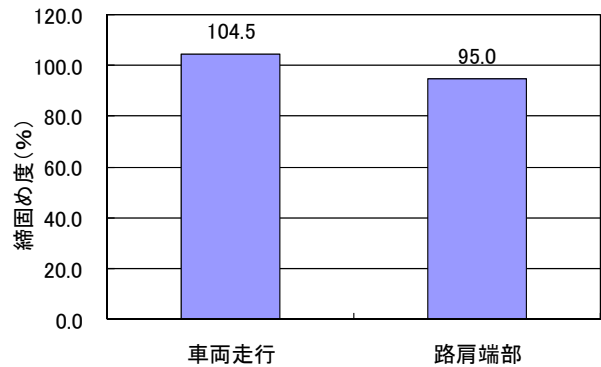


図-10 供用した工事用道路の締固め度

6. アスファルト再生骨材の品質規格 (案)

試験施工の結果を基に、留萌管内で使用するアスファルト再生骨材の品質基準および規格値 (案) を検討した。

(1) 再生路盤材

再生路盤材を本線路盤に使用するに当たり、路盤材としての品質を確保するためには、表-3に示す仕様書に掲載されている管理項目とすることで品質の確保が可能である。また、非凍上性を確認するため、凍上試験を行う必要がある。なお、安定性試験損失量は100~110℃で乾燥させる試験法であるため、アスファルト分が付着し、正確な値が測定出来ないことや、すり減り減量については、骨材が割れるのではなくアスファルトモルタルに付着したアスファルト再生骨材が剥がれる現象が生じ、正確な値を測定できないため、参考値とした。

表-3 品質管理基準及び規格値 (案)

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
				本線路盤	仮路盤		
アスファルト再生骨材混入率	-	-	-	50%以下	100%	100%	適用不可
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	
ふるい分け試験	必須	JIS A 1102	共通仕様書	必須		不要	
洗い試験	必須	JIS A 1102 4.75mm以下	75μmふるい通過量 15%以下	必須	必須		
粗骨材のすり減り試験	その他	JIS A 1121	-	(参考値)			
安定性試験	その他	JIS A 1122	-	(参考値)			
凍上試験	-	土工指針他		必須	-		

工事中道路に使用する再生路盤材は 100%で使用する
修正 CBR30%を満足出来なくなる材料も発生することも考えら
れるが、工事中道路に使用した場合、走行荷重による転圧
により、締固め度が上昇し支持力が向上することや、再生路
盤材の飛散が少ないこと、防塵対策としても有効であることか
ら、アスファルト再生骨材 100%で使用することにした。

(2) 基礎材

基礎材については、アスファルト再生骨材 100%で使
用しても、小構造物の沈下や変形がなく、品質に問題が
ないことから、アスファルト再生骨材 100%で使用する
ことにした。また、粒径については、40mm 級以下のもの
で、4.75mm ふるい通過量が 20~65%の割合で混合した
ものとする。

(3) フィルター材

アスファルト再生骨材 100%でフィルター材として使
用すると、上載荷重の影響で、圧密沈下し、骨材同士が
付着し透水能力が低下する懸念があることや透水能力を
現地で確認していないため、当面はフィルター材には使
用しないこととする。

7. まとめ

(1) アスファルト再生骨材の品質管理基準及び規格値 (案)

平成 18 年度の試験施工及び材料試験や平成 22 年度の
路盤・基礎材の温度計測結果、経年後の CBR 試験結果で
は、アスファルト再生骨材と通常材料では骨材（路盤

材）としての問題はほぼ無いことが分かった。また、ア
スファルト再生骨材を使用するに当たっての品質管理基
準及び規格値は、表-3 の規格値（案）を満足すること
で問題ないことも分かった。

(2) アスファルト再生骨材の使用に当たっての留意事 項

本報告では、アスファルト再生骨材と天然骨材の混合
路盤及び工事中道路等の仮路盤については品質管理基準
及び規格値（案）を提案できた。あわせて、小規模な構
造物の基礎材としても問題ないことまでは分かったが、
大規模構造物への適用するには、別途試験施工が必要と
考えている。また、コンクリート再生骨材についても、
建設リサイクル法の適用を受けているので、アスファ
ルト再生骨材との使い分けは経済性を含めた検討が必要で
ある。

謝辞：本発表に際し、独立行政法人寒地土木研究所 寒
地道路保全チームの皆様には、大変お世話になりました。
本文の一部をお借りして御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 環境省：平成 22 年版 環境・循環・生物多様性白
書
- 2) (社)北海道舗装事業協会：アスファルト塊再生利
用実績一覧表（H18~H23・11）
- 3) 開発土木研究所月報 Nn560 2000 年：加熱アスファ
ルト混合物のリサイクルに関する検討
- 4) 第 50 回 北海道開発局 技術研究発表会：アスフ
ァルト・コンクリート廃材を再利用した路盤材の試験
施工について