

ガラスカレット入りアスファルト混合物の一般舗装への適用に関する検討

北海道開発土木研究所 正会員 吉井 昭博
 同上 正会員 高橋 守人
 同上 正会員 安倍 隆二

1. はじめに

ガラスのリサイクルは、洗浄して再利用する方法や廃ガラスを熱で溶かしてガラスを作り直す方法を中心に行われてきた。しかし、割れても安全な代替製品が多く使用されるようになったことからリサイクル用ガラスの需要が落ち込み埋め立て処分するものが増えてきている。現在、余剰となったリサイクル用ガラスをほかの用途にリサイクルする為、廃ガラスを細かく砕き粒状にしたもの（以下；ガラスカレット）をタイルやブロックなどに加工しているが、美しい色合いを出すためにびんを分別したり、微粉碎する必要があるため割高になることから、需要が増加しにくい現状にある。以上のことより、ガラスカレットを低コストでかつ簡単にリサイクルできる方法として、ガラスカレットを舗装用骨材の代替材料として利用する方法が考案された。本文では、砕石の代わりにガラスカレットを 10～30%混合した場合のアスファルト混合物の性状を試験し、ガラスカレット入りアスファルト混合物（以下；ガラス混合物）の一般舗装への適用について報告する。

2. 廃ガラスの粉碎加工

使用する粉碎機械の種類や破砕の方法によって粒度や形状は異なるものの道路用骨材として偏平にならないように粉碎しており、取り扱い上の安全を図るため鋭利な破砕面にならないよう留意している工場が多い。ガラスカレットは多少角張っているが、鋭利な角はほとんど認められない。

3. 検討内容

今回の室内試験では、ガラスカレットの基礎性状試験、ガラスカレット入りアスファルト混合物の性状試験、ガラスカレットの剥離抵抗性試験等を実施した。試験の検討内容を表-1 に示す。

4. アスファルト混合物用骨材としての室内検討

製造したガラスカレットを 5mm～2.5mm（7号砕石相当）2.5mm 以下（粗砂相当）に粒度調整し、それぞれの材料試験を行なった。材料試験結果を表-2 に示す。ガラスカレットは、北海道開発局「道路・河川仕様書」の規格をすべて満足し有害物質も検出されないが、吸水率が極端に少ないことからアスファルトが吸着しにくくなることが予想され、剥離抵抗性の低下とガラス舗装の強度の低下が懸念される。このことから、アスファルトバインダーを改質剤、植物性繊維、消石灰、化学系添加剤で改質して使うことによりどの程度剥離を改善できるかを検討した。剥離抵抗性試験の結果を表-3 と写真-1 に示す。試験の結果、数種類の添加剤に効果が見られ、特に改質剤+消石灰の組み合わせはストレートアスファルトのみの場合と比べると約 40%程度の剥離を防止できることがわかった。

表-1 室内試験の検討内容

試験項目	ガラスカレットの種類、混合率			
	ガラス7号	ガラス8号	ガラス10号	ガラス30号
新度試験	○	○	○	○
骨材の試験	○	○	○	○
新度試験	○	○	○	○
安定性試験	○	○	○	○
スリヘリ抵抗性試験	○	○	○	○
有害物質の溶出試験	○	○	○	○
剥離抵抗性試験	○	○	○	○
混合物の試験	○	○	○	○
マーシャル安定度試験	○	○	○	○
ホイールトラック試験	○	○	○	○
チェーンラベリング試験	○	○	○	○
凍結融解試験	○	○	○	○
水浸マーシャル試験	○	○	○	○
ガラス入りアスファルト混合物の反射特性試験	○	○	○	○

表-2 室内試験で使用した骨材の性状

	通常骨材					ガラスカレット		骨材の規格値
	砕石5号	砕石6号	砕石7号	粗砂	石粉	ガラス7号	ガラス8号	
通過	53.0 mm							
37.5								
31.5								
26.5								
19.0	100.0	100.0						
13.2	24.8	97.9	100.0	100.0		100.0		
4.75	0.1	8.6	98.2	99.4		95.7		
2.36		0.9	24.2	88.0	100.0	15.1	100.0	
600 μm		0.6	1.4	52.3	95.5	0.2	24.7	
300			1.1	25.9	51.5	100.0	9.2	
150				4.8	5.6	95.0	3.1	
75				1.3	3.5	85.0	0.9	
表乾比重(g/cm ³)	2.621	2.680	2.651	2.670	2.581	2.690	2.488	2.492
かさ比重(g/cm ³)	2.583	2.633	2.618	2.620	2.521			
見掛け比重(g/cm ³)	2.685	2.763	2.707	2.757	2.682		2.490	2.495
吸水率(%)	1.47	1.79	1.27	1.90	2.37	(水分)0.1	0.06	0.08
安定性(%)	7.2	3.0	3.0	2.9	3.1		0.3	0.3
スリヘリ減量(%)	14.3	17.5	10.5	-	-		26.6	-
有害物質の溶出	-	-	-	-	-	-	なし	なし
産地、生産者	菱光砕石 王子緑岱 菱光砕石 浜厚真産 知津狩産 日織セメント					A社	A社	

注) 有害物質とは、六価クロム、カドミウムなど人体に影響のあるもの

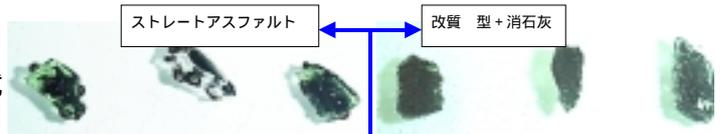


写真-1 ガラスカレットの剥離抵抗性試験結果

表-3 ガラスカレットの剥離試験結果

バインダーと添加剤の種類	はく離率(%)	効果の有無
ストアス	75.8	基準
ストアス+消石灰1%	77.5	×
ストアス+消石灰2%	69.8	△
ストアス+消石灰3%	71.0	△
ストアス+植物性繊維A	82.0	×
ストアス+植物性繊維B	72.0	△
ストアス+化学系添加剤	66.3	△
ストアス+消石灰2%+植物性繊維A	78.4	×
ストアス+消石灰2%+植物性繊維B	74.4	×
ストアス+消石灰2%+化学系添加剤	72.5	△
ストアス+消石灰2%+化学系添加剤+植物性繊維A	75.1	×
ストアス+消石灰2%+化学系添加剤+植物性繊維B	75.1	×
改質Ⅰ型アスファルト	85.8	×
改質Ⅰ型アスファルト+消石灰1%	85.5	×
改質Ⅰ型アスファルト+消石灰2%	78.9	×
改質Ⅰ型アスファルト+消石灰3%	38.5	○
改質Ⅱ型アスファルト	85.0	×
改質Ⅱ型アスファルト+消石灰1%	82.0	×
改質Ⅱ型アスファルト+消石灰2%	43.5	○
改質Ⅱ型アスファルト+消石灰3%	48.5	○

キーワード：リサイクル、ガラスカレット、アスファルト混合物、剥離抵抗性試験、凍結融解試験

連絡先（住所 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目、TEL011-841-1747、FAX011-841-9747）

5. アスファルト混合物としての室内検討

今回の試験では、従来のストレートアスファルトに加え、剥離試験で効果のあった改質剤と消石灰を添加したバインダーと、消石灰のみを添加したバインダーの3種類を用いた。骨材中のガラス混合率については0%、10%、20%、30%とした。また、使用するガラスの粒度については5mm~2.5mmのものとは2.5mm以下のものを半分ずつ使用した。表-4 にガラス混合物の配合設計を示す。ガラスの粒子は細かく吸水率が低いため、ガラス混合率が大きくなるにつれ粒度は細くなる傾向にあり、更に必要アスファルト量が減少する傾向にある。ガラス混合物の室内試験結果を図-1 に示す。マーシャル安定度は、使用アスファルト量の減少が影響してガラスカレット混合率が大きくなるに従い強度が減少する傾向があるが、改質バインダーを使っているものは減少の度合いが低い。ホイールトラッキング試験についてもガラスカレット混合率が大きくなるにしたがって骨材の結びつきが弱くなりDSが減少していく傾向にある。チェーンラベリング試験ではガラスカレット混合率が多くなるとスリヘリ量も多くなる傾向にある。改質バインダーを用いてもスリヘリ抵抗性は改善されなく、更にスリヘリ量が大きくなる傾向がみられた。凍結融解試験については、以下に示す残留安定度と増加空隙率によって凍結融解抵抗性を評価した。ガラスの混合率やバインダーの違いによる顕著な変化は見受けられなく、ほぼ無添加のものと同程度と考えられる。水浸マーシャル試験ではガラス混合率が大きくなるにしたがって残留安定度が低くなる傾向にあるが、改質バインダーを使うことにより改善される。これらの試験結果より、ガラスカレットを混入しすぎるとアスファルト混合物の性能が悪くなる傾向にあるが、改質バインダーを使用することにより性能を良化させることができると考えられる。

$$\text{残留安定度}(\%) = (\text{凍結融解後の安定度} \div \text{凍結融解前の安定度}) \times 100$$

$$\text{増加空隙率}(\%) = \frac{\text{試験後空隙率} - \text{試験前空隙率}}{\text{試験前空隙率}} \times 100$$

6. ガラスカレット入りアスファルト混合物のすべり抵抗性試験

比較的表面が滑らかなガラスカレットは、混合物となった際、すべり抵抗性が悪くなると予想できるため、ホイールトラッキング試験の供試体をスキッドテストにてすべり抵抗性試験した結果(図-7) ガラスカレット混合率が大きくなるに従いすべり抵抗が低くなる傾向となった。しかしながら、目安であるBPN70以上をすべて満たしていた。

7. 終わりに

廃棄・埋め立て処分されるガラスカレットをアスファルト混合物の骨材として利用することで、資源の再利用と廃棄物の削減が図られるだけでなく、ガラスのもつ反射特性を活用して、アスファルト混合物の付加価値を高められる可能性が高いと思われる。しかし、ガラスカレットの混合率によっては、アスファルト混合物としての規格を満足することができなくなることがあり、引き続き検討することが必要である。循環型社会を目指す上でガラスカレット入りアスファルト混合物の再生についても検討していきたい。最後にガラスカレット骨材と材料データを提供していただいた関係各位に感謝いたします。

表-4 ガラス混合物の配合設計

	0%	10%	20%	30%
砕石6号	31.2	32.0	30.2	28.1
砕石7号	13.0	9.0	4.5	0.0
ガラスカレット7号	0.0	4.3	9.4	14.2
ガラスカレット8号	0.0	4.4	9.4	14.2
細砂	7.0	5.0	0.9	0.0
細砂	31.8	28.6	29.1	27.3
石粉	10.7	10.5	10.4	10.2
アスファルトバインダー	6.3	6.2	6.1	6.0

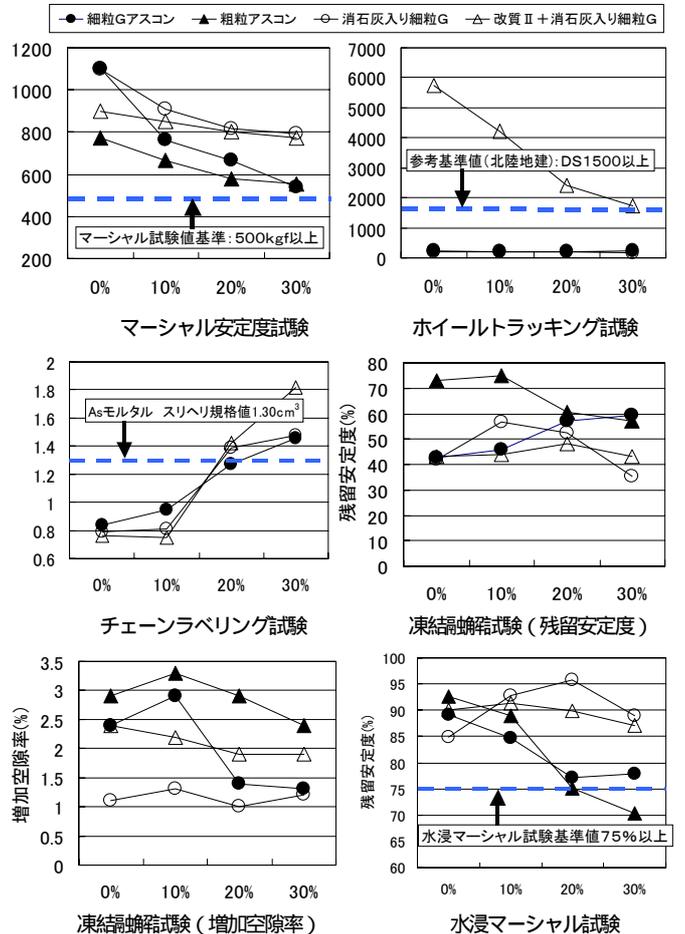


図-1 ガラス混合物の性状試験結果

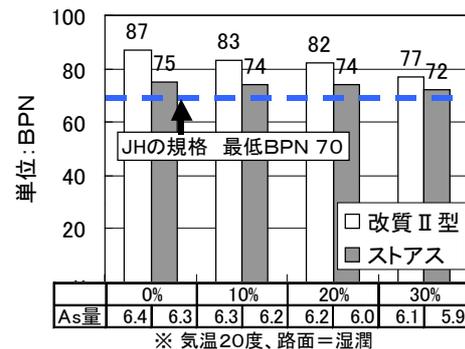


図-7 すべり抵抗性試験結果