

IV-8 他産業リサイクル材の舗装への利用に関する研究

研究予算：運営費交付金（道路整備勘定）

研究期間：平 14～平 16

担当チーム：舗装チーム

研究担当者：伊藤 正秀、小長井 彰祐

【要旨】

資源の枯渇や環境保全を背景として、各種廃棄物のリサイクルが社会的に求められている。そこで、本研究は他産業リサイクル材の中でも廃ガラスに注目し、舗装への適用性を明らかにするため、廃ガラスから製造されるガラスカレットをアスファルト舗装及びブロック舗装へ使用した場合の耐久性、視認性向上機能の評価を室内及び舗装走行実験場で試験した。その結果、アスファルト舗装については、改質アス使用でガラス混入率 30%程度とすることにより視認性向上を図ることが可能であることが明らかとなった。また、炭化珪素使用の場合と比べて、ガラスカレット混入の場合非常に安価なため、適用条件によっては有効な場合があることが分かった。ブロック系舗装については、ブロック表面の骨材を 100%ガラスカレットに置換でき、アスファルト舗装へ混入する場合と比較し、混入率を高く設定でき、視認性向上機能に大きく期待が持てることが明らかとなった。

キーワード：他産業リサイクル材、ガラスカレット、アスファルト舗装、ブロック舗装、輝度

1. はじめに

資源の枯渇や環境保全を背景として、各種廃棄物のリサイクルが求められている。このような中、建設産業は比較的資材の使用量が多いこともあり、他の産業からのリサイクル材の使用先として大きな期待をされることがある。

本課題では、建設部門以外の他産業から製造されるリサイクル材料の中でも視認性向上という舗装としての付加的機能が期待できる廃ガラスに注目し、舗装への適用性を明確にすることを目標として実施した。

廃ガラスから製造されるガラスカレットの舗装への利用の現状を調査すると共に、ガラス混入のアスファルト舗装、ブロック舗装の適用性、耐久性、視認性向上機能を明らかにするため、室内試験、舗装走行実験場における試験施工及び 49kN 換算輪数で 25 万輪までの走行試験を行った。調査については、一般的な路面調査に加え、視認性に関する調査も実施した。

2. ガラスカレットの舗装への利用に関する文献等の調査

ガラスカレットの舗装への利用に関して、状況を把握し課題を整理するため、文献¹⁾調査や各種メーカー等へのアンケート調査等を実施した。

2. 1 ガラスカレット製造の状況

ガラスカレットを使用した舗装を検討するにあたり、現在のガラスカレット製造の状況を調査した。ガラスカレット製造会社 20 社に対しアンケートにより調査した。製造カレットの粒径についての結果を図-1に示す。粒径が 5mm 以下のサイズを製造している会社が多いことが分かった。また、色については、一部の会社で単色での製造が可能であったが、ほとんどは混色での製造であった。破碎機の多くは衝撃式の破碎機であったが、一部磨砕式やすりつぶし式等も使われていた。

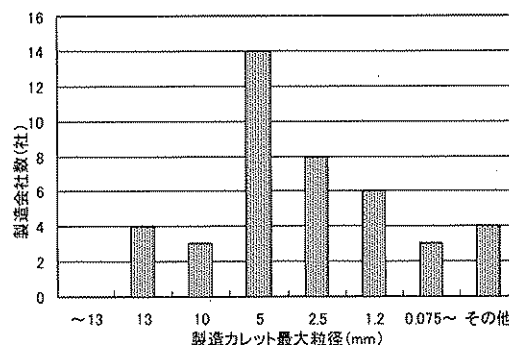


図-1 製造されているカレットの最大粒径

2. 2 アスファルト混合物への利用の検討例

文献調査から、アスファルト混合物へガラスカレットを利用する際の傾向についての把握を行った。ガラスカレットの粒度を、13mm と 5mm として検討した文献が多く、粒度 2.5mm 程度以下の小粒径のもの

のを使用した検討は少ないことがわかった。

検討されたガラスカレットの添加量を図-2に示す。混入率を10~30%とした検討が行われており、20%以下であればアスファルト混合物性状の基準を満足できるとの報告が多く見られた。

この他、ガラス混入アスコンの再利用は可能であること、視認性向上に多少期待できること等も分かった。

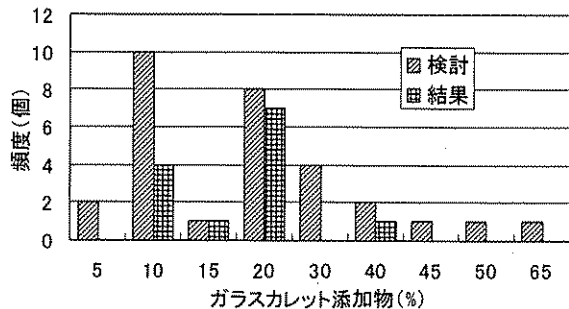


図-2 検討されたガラスカレットの添加量

2. 3 アスファルト混合物以外への利用の検討例

2. 3. 1 路盤材への利用

路盤材への利用については、検討事例が非常に少なかった。わずかな例では、ガラスカレットの使用量を増やすと転圧時の締固め性が低下するが、支持力自体には影響があまりないとの結果であった。また、廃ガラスを細かく粉砕したものと発泡材を混合したものを焼成炉内に入れてガラスの軟化点以上に加熱することにより得られる発泡ガラス骨材を寒冷地における断熱路盤とする検討例もあった。

2. 3. 2 景観舗装への利用

景観舗装としては、ガラスカレットを樹脂で結合させたものの報告が見られた。粒度は5mm程度以下のものであり、エポキシ系の樹脂をバインダーとして結合させたものが多かった。歩道用のものがほとんどだが、車道用に開粒度アスファルト混合物の空隙内に廃ガラスを充填して車道用とするものもあった。

2. 3. 3 ブロック系舗装への利用

ブロック系舗装への利用について文献での報告はほとんど見られなかった。しかし、市場には流通しているため、製造メーカーに対し直接調査した。その結果、ガラスカレットを使用したブロックは通常ブロックと同程度の性状で出荷されていることがわかった。ブロック表面部分では、骨材を100%ガラスカレットに置換しているものもあり、非常に高い使用量が期待できた。ほとんどが歩道用のもので

あり、車道に適用できるとされているものでも実際は、駐車場、軽車両道路での適用までとなっていた。

2. 4 課題の整理

以上の調査結果より、現在ガラスカレットで製造が多い粒径は5mm以下であるが既往の検討は粒径5mm以上を対象とした文献がほとんどであること、ガラスカレットをアスファルト舗装に適用した場合、ガラス混入率20%以下であればアスファルト混合物性状の基準を満足し、視認性の向上が多少期待できることが分かった。また、ガラスカレットをブロック系舗装へ利用した場合、ブロック表面部分では、骨材を100%ガラスカレットに置換できる等非常に高い割合でのガラスカレット混入が期待できるが、その検討例は少ないことも分かった。

そこで、本研究では、粒径が5mm以下の小粒径のガラスカレットを既往文献調査結果より高い混入率までアスファルト舗装に利用した場合の、一般性状、耐久性、視認性について調査することとした。また、ガラスカレットをブロック系舗装へ利用した場合の視認性についても調査することとした。

3. アスファルト混合物への利用に関する室内試験

3. 1 実験方法

ガラスカレットをアスファルト混合物へ混入させた場合の舗装の一般性状への影響や視認性向上の機能の確認を行った。ガラスカレットの粒径は5-0mm、2.5-0mmの2種類とし、混入率は0~30%とした。また、ガラスカレットの粒径が2.5-0mm、混入率が0%、30%の配合については、ストレートアスファルトの代わりに改質アスファルトを使用した供試体も作成した。配合割合を表-1に示す。各種の一般的な混合物試験を実施すると共に、飛散抵抗性の評価として写真-1に示す回転ホイールトラッキング試験、視認性の評価として輝度測定も行った。なお、視認性の評価については、一般的な評価方法がないため、3. 2. 3に示す独自の調査方法で実施した。

表-1 アスファルト混合物の配合割合

ガラスカレット混入率(%)	0				10				15				20				30			
	ガラスカレットサイズ		-		5mm~0mm		2.5mm~0mm		-		5mm~0mm		2.5mm~0mm		-		5mm~0mm		2.5mm~0mm	
配合割合 (%)	6号碎石	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	7号碎石	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	砕砂	15	11	8	5	0	10	7	5	0	10	7	5	0	10	7	5	0	10	7
	粗砂	17	11	8	5	0	15	15	15	10	15	15	15	10	15	15	15	10	15	15
	細砂	15	8	9	10	10	5	3	0	0	10	5	3	0	0	10	5	3	0	0
	石粉	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
ガラスカレット	5~0mm	0	10	15	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.5~0mm	0	0	0	0	0	10	15	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

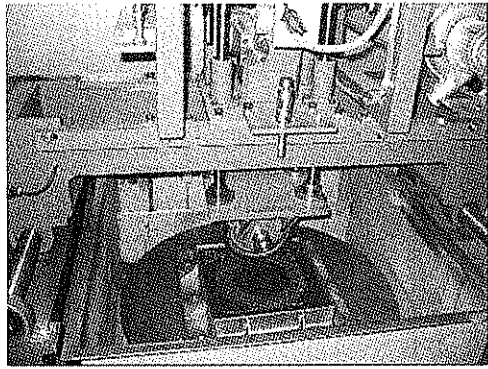


写真-1 回転ホイールトラッキング試験状況

3. 2 実験結果

3. 2. 1 一般性状

まず、マーシャル安定度の結果を図-3に示す。マーシャル安定度はあまり影響が見られないが、水への抵抗性を表す残留安定度が低下する傾向が見られた。特に粒径の小さい2.5-0mmのガラスカレットを使用した場合には混入率15%で規格値を下回り、混入率を上げると水への抵抗性が低下することが分かった。

ホイールトラッキング試験の結果を図-4に示す。ストレートアスファルトを用いた場合、改質アスファルトを用いた場合ともにガラスカレット混入による著しい性状の低下は見られなかった。このため、ガラスカレット使用による耐流動性への影響はあまりないものと考えられた。

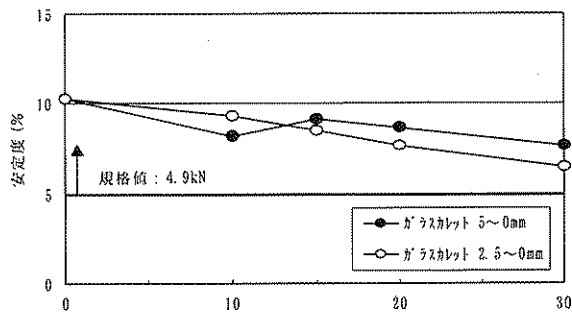
3. 2. 2 飛散抵抗性

回転ホイールトラッキング試験は、骨材飛散抵抗性の評価のために行った。試験条件を表-2に示す。

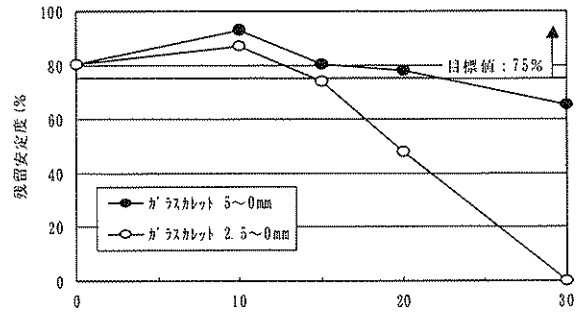
表-2 回転ホイールトラッキング試験条件

項目	試験条件	備考
供試体サイズ	30×30×5(cm)	ホイールトラッキング試験用
養生・試験温度	30(°C)	
タイヤの種類	ソリッドタイヤ	接地圧 0.57 N/mm ²
回転半径	10 (cm)	通過面積 314 cm ²
回転速度	10.5 (rpm)	
試験時間	10、20、30 (分)	

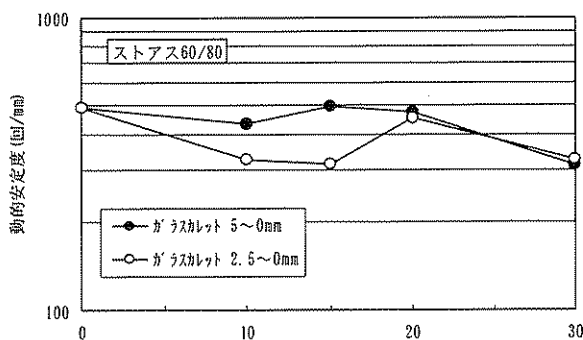
評価の方法は、規定回転数(10、20、30分)ごとに飛散した物質を集めて、その質量を測定することにより行った。また、回収した飛散物質を有機溶剤により洗浄し、飛散した物質がガラス分であるか砂分であることを観察した。回転ホイールトラッキング試験結果を図-5に示す。各供試体とも回転数(試験時間)の増加とともに損失率(表面摩耗率)が増加し、廃ガラスを混入しているものほど損失率が大きいことが分かった。また、改質アスファルトを使用することで、ガラスカレットを30%混入した場合でもストアスの0%とほぼ同等の飛散抵抗性を示すことが分かった。なお、飛散した物質のほとんどはガラスであることを確認した。



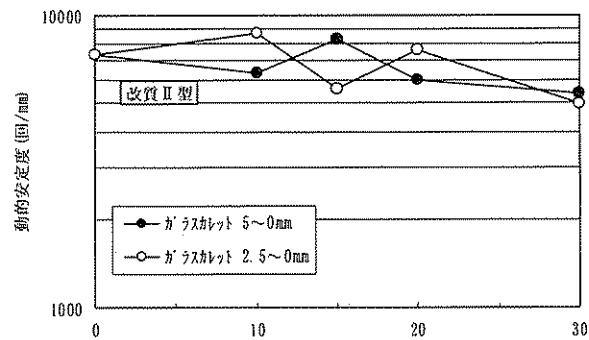
a) マーシャル安定度



b) 残留安定度



a) ストアス



b) 改質II型

図-4 動的安定度試験結果

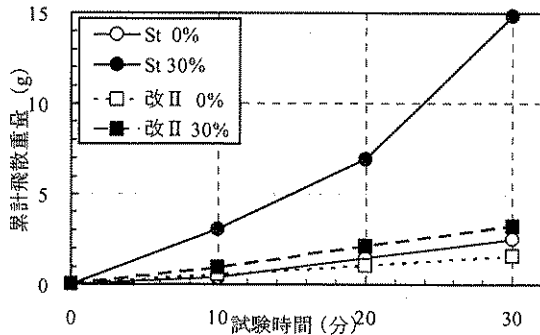


図-5 回転ホイールトラッキング試験結果

3. 2. 3 輝度・照度測定

輝度・照度については、視認性の評価のために測定を行った。測定にあたっては一般的な評価方法がないため、表-3、図-6に示すように、光源の角度を水平方向、鉛直方向それぞれ変化させた場合の輝度を測定することにより、通常のアスファルト混合物との差を測ることとした。ただし、混合物表面のガラスが露出された状態とするために、予めウォーターブラストを用いて表面処理を行った。

表-3 測定位置

	0° 対光	45°	90°	135°	180° 自光
0°	●	○	○	○	○
30°	●	○	○	○	○
45°	●	○	○	○	○
60°	●	○	○	○	○
70°	●	○	○	○	○
75°	●	○	○	○	○
80°	●	○	○	○	○

●：輝度及び照度を測定 ○：輝度を測定

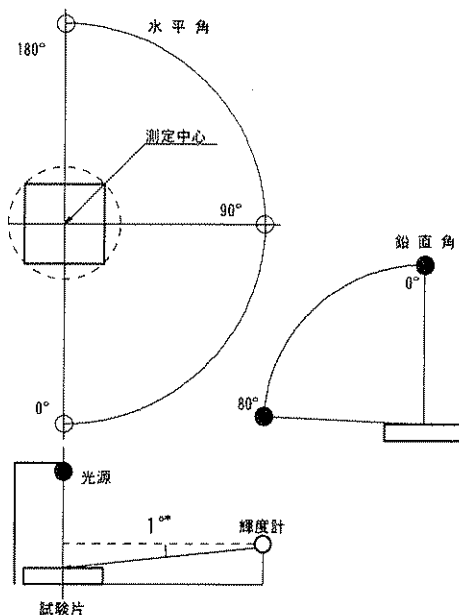


図-6 室内輝度測定概要

測定結果を表-4に示す。輝度値は水平角を変化させても180°~45°までほとんど変化が見られず、水平角が0°(対光)で輝度値が大きく変化した。このことから、ガラスカレット入りのアスファルト混合物は自光時(180°)での反射効果は小さく、対光時(0°)の反射効果が高いことが分かった。

表-4 輝度測定結果(アスファルト混合物)

水平角	鉛直角	照度 (lx)	輝度値 (cd/m ²)										
			2.5~0mm			5~0mm							
			0%	10%	20%	30%	10%	20%	30%				
180° 自光	0°	696	19	11.1	10.7	9.8	11.8	11.8	10.8				
	30°	525	12.6	7.6	6.4	6.4	6.9	7.1	6.3				
	45°	397	11.6	6.3	5.7	5.9	5.8	5.9	4.9				
	60°	264	10.5	5.7	5.4	6.6	5.3	5.1	4.5				
	70°	165	10.3	5.5	5.8	5.7	4.8	4.8	4.4				
	75°	117	11	5.4	5.3	5.7	4.5	4.8	4.3				
	80°	82	10.8	5.7	5.2	5.2	4.3	4.4	4.2				
	0°	696	18.7	10.3	10	9.3	11.3	11	11.4				
135°	30°	525	12	6.6	5.9	6	6.7	6.9	6.6				
	45°	397	9.9	5.4	4.6	4.8	5.1	5.6	5.2				
	60°	264	6.5	3.6	3.1	3.4	3.2	3.4	3.4				
	70°	165	6.1	3.6	3	3.4	3	3.4	3.5				
	75°	117	5.6	3.3	2.7	3.1	2.7	3.1	3				
	80°	82	4.9	2.7	2.5	2.7	2.5	2.8	2.5				
	90°	0°	696	18.5	10.2	10.1	9.4	11.5	11.5	10.9			
		30°	525	14.3	7.1	7.1	7.4	8	8.4	8.1			
45°		397	11.3	5.5	5.3	5.8	6.1	6.7	6.7				
60°		264	8.6	4.2	3.9	4.6	4.3	5.2	5.2				
70°		165	7.1	3.4	3	3.6	3.3	4.2	4.3				
75°		117	6.2	3	2.7	3	2.7	3.5	3.4				
80°		82	5	2.4	2.1	2.6	2.2	2.9	2.9				
45°		0°	696	18	9.6	9.6	9.6	10.7	10.8	10.5			
	30°	525	23	11.5	13	12	14	9.7	13.8				
	45°	397	22.4	10.8	12	10.5	12.9	7	13.6				
	60°	264	18.4	8.8	9.5	8.8	9.8	7	12.8				
	70°	165	14.6	6.6	7.8	7.6	8	6	9.1				
	75°	117	12.7	5.9	6.8	6.7	6.2	5	7.3				
	80°	82	11.3	4.9	5.4	5.8	4.8	4.6	5.4				
	0° 対光	0°	696	19.1	9.4	9.2	9.7	11.3	11.5	11.1			
30°		525	39.2	20.3	23.9	22.1	25.3	25.8	24.5				
45°		397	65	36.4	44	43.5	44	42.3	49.1				
60°		264	112.4	68	98.7	99.5	79.8	90.5	98.4				
70°		165	162	106.2	189.9	177.6	176.3	135.8	151.5				
75°		117	217.7	139.5	251.1	249.9	203.7	179.7	208.9				
80°		82	297.1	170.6	350.7	361.3	316.8	240.3	247.3				

4. ブロック系舗装への利用に関する室内試験

4. 1 実験方法

ガラスカレットを使用したブロックは通常の舗装用ブロックと同程度の性状のもので出荷されているので、路面性状の評価は行わなかった。視認性については、既往の評価事例がほとんどなかったため、アスファルト混合物に対して行った方法と同じ方法で輝度測定をすることにより評価した。

4. 2 実験結果

結果を表-5に示す。輝度値はアスファルト混合物の測定時と同様に水平角を変化させても180°~45°まではほとんど変化は見られず、水平角0°(対光)で輝度値は大きく変化した。これより、自光時

(180°)より対光時(0°)での反射効果が高いことがわかる。測定値はアスファルト混合物と比べて大きな値を示しており、視認性効果は非常に大きいことが分かった。特に表面を研磨した場合は、輝度値が大きくなっており、対光時(0°)鉛直角80°で、研磨していない場合に対して5倍程度となった。

表-5 輝度測定結果(ブロック)

水平角	鉛直角	照度 (lx)	輝度値 (cd/m ²)	
			研磨有	研磨無
180° 自光	0°	696	47	39.4
	30°	525	49	37.2
	45°	397	53.3	41.1
	60°	264	58.2	44.4
	70°	165	65.5	44.3
	75°	117	57	47.1
	80°	82	44.7	38.1
135°	0°	696	47.9	37.7
	30°	525	42.7	30.6
	45°	397	40.4	28.6
	60°	264	31.6	23.3
	70°	165	26.2	24.5
	75°	117	27.3	20.8
	80°	82	24.7	19.3
90°	0°	696	48.1	36
	30°	525	40.9	36.2
	45°	397	34.1	26.7
	60°	264	26.8	22
	70°	165	20.2	18.4
	75°	117	15.3	14.8
	80°	82	12.1	12.8
45°	0°	696	46.9	36.4
	30°	525	43.7	35.4
	45°	397	37.5	36.5
	60°	264	31.7	31.9
	70°	165	24.4	25.1
	75°	117	21	22.1
	80°	82	18.2	17
0° 対光	0°	696	46.6	38.6
	30°	525	50.9	45.2
	45°	397	57	57.1
	60°	264	132	91.2
	70°	165	342.8	170
	75°	117	1135.3	257.5
	80°	82	3649.7	701.6

5. アスファルト混合物への利用に関する屋外試験

5.1 ガラスカレット入りの舗装の試験施工

室内試験調査結果より、ガラスカレットのアスファルト混合物への混入率は、強度の面から15%程度と考えられたが、視認性向上という付加的機能を考慮して、混入率を15%と30%として試験施工を行った。舗装走行実験場に施工した工区の概要を表-6に示す。1~4工区はストレートアスファルト60-80を用いており、アスファルト混合物内にガラスカレットを混入させたものである。5、6工区は、高輝度ニート工法と呼ばれるもので、舗装表面に樹脂を塗布し、その上に骨材を撒くことにより、表面に骨材の凹凸をつくり、すべり止め対策などに使われる工法と同じようにして行った。5工区は、高輝度の骨

材である炭化珪素を用いて視認性向上のための工法としてすでに実用化されているものであり、6工区は、5工区の低コスト化を目的として今回試験的にガラスカレットを混入させて施工した。7工区はバインダーをストレートアスファルトから改質Ⅱ型に替え、ガラス混入率30%でありながら飛散抵抗性を向上させることを目的として施工した。

表-6 試験施工の概要

工区	概要
1工区 比較工区	密粒度混合物(13)、ストアス
2工区 5mmアング - 15%	密粒度混合物(13)、ストアス 5mmTop ガラスカレット15%混入
3工区 5mmアング - 30%	密粒度混合物(13)、ストアス 5mmTop ガラスカレット30%混入
4工区 2.5mmアング - 30%	密粒度混合物(13)、ストアス 2.5mmTop ガラスカレット30%混入
5工区※ 比較工区 (高輝度)	ニート工法、炭化珪素60%、 エメリー40%
6工区※ ガラス高輝度	ニート工法、炭化珪素30%、 ガラスカレット30%、エメリー40%
7工区 2.5mmアング - 30%、 改質	密粒度混合物(13)、改質Ⅱ型 2.5mmTop ガラスカレット30%混入

※：走行試験は実施していない。

5工区：標準的な高輝度ニート工法

6工区：高輝度ニート工法の炭化珪素の半分をガラスカレットに置き換えたもの

5.2 走行試験と路面性状調査

交通に対する耐久性を調査するために、1~4工区について大型車(2軸：前軸重4.5t、後軸重12t)を40km/hで49kN換算輪数が25万輪となるまで走行させた。その後、4、7工区についてさらに追加で40万輪、対流動性を比較するために猛暑の中走行させた。また、一定輪数走行毎に路面性状に関して、縦横断凹凸量、すべり抵抗値、テクスチャー(MTM)の測定を行った。

5.3 路面輝度評価方法の検討

路面輝度の測定方法については、JIS Z9111があるものの、道路照明の評価に用いるもので、高輝度舗装については定まった評価方法がない。このため、まず測定方法の検討を行った。予備試験として、①乗用車を用いて測定する方法(以下、実車法：図-7)、②①と同じような試験条件となるように人工光源を用いた簡易的な方法(以下、簡易法：図-8)、③色差計による方法、④写真撮影(フラッシュ使用)等を実施した。その結果、③、④は、高輝度舗装の特徴を表現できなかったため、本検討では、①実車法と②簡易法の2種類で測定することとした。

実車法では、対向車のヘッドライトでどれだけ路面が明るくなるかを計測しようとするものであり、輝度計の位置は運転者の目線の位置(路面からの高さ120cm)とした。なお、車が単独で走行している

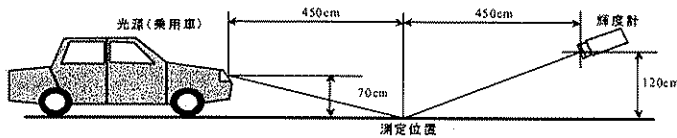


図-7 輝度測定方法 (実車法)

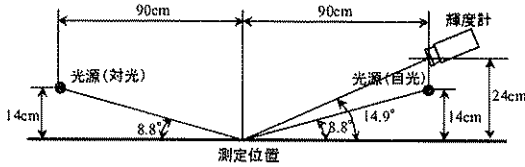


図-8 輝度測定方法 (簡易法)

ときの視認性については対象としていない。

簡易法では、実車法と同じ角度になるように光源、輝度計を設置した。比較的小規模で行え、光源と輝度計も含めて全体を遮光の暗幕で覆えば昼間でも測定できる方法として行った。なお、光源を輝度計と同じ方向にすることにより簡単に自光による路面の輝度等が測定できるため、車単独で走行した場合の視認性の評価のために自光による実験も行った。

5. 4 調査結果

5. 4. 1 舗装本来の性能の評価

1~4 工区について大型車両の走行による一般性状の変化を調査した結果を図-9~12に示す。

まず、図-9に示すように、横断凹凸量では比較工区と比べて5mmアンダーの工区で大きく、2.5mmアンダーの工区で小さかった。しかし、最大でも6mm程度であり、大きな差ではなかった。

図-10に示すように、縦断凹凸量 σ では比較工区が施工直後から大きくなった。これは工区が20m/工区と小規模である影響が出たためと考えられる。変動については、特にガラスを使った工区でも変化がなく、概ね問題ないと考えられる。

図-11に示すように、すべり抵抗値では当初比較工区より若干小さい値を示していたが、車両の走行により上昇していき、比較工区との違いはほとんどなくなった。これは、当初はアスファルトが骨材の周りに付着していてすべり抵抗値が多少低い状態であったが、走行により骨材表面のアスファルトが剥がれ骨材表面が露出したためであると考えられた。

図-12に示すように、テクスチャー(MTM)の変化では比較工区の変化が小さいのに比べて、ガラス工区は多少変動が大きかった。特に混入率が30%の工区では大きく5mmアンダー30%の工区が最も大きくなった。これは、ガラスが稜角に富んだ形状をしているため、アスファルトの被覆が剥がれて、ガラスの形状の影響が出たか、あるいは走行によりガラスの飛

散が認められており、ガラスの飛散が多い工区でテクスチャーの粗化が起こったか、どちらかの原因が考えられる。なお、テクスチャーの粗化はすべり摩擦の向上につながるため、一概に路面性状の悪化とは判断できない。

4、7工区についてさらに40万輪、対流動性を比較するために猛暑の中走行させ、横断凹凸両の変化

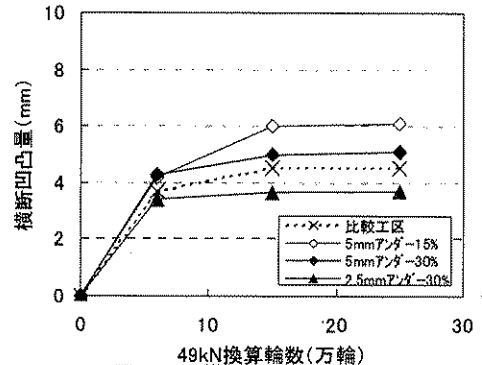


図-9 横断凹凸量の変化

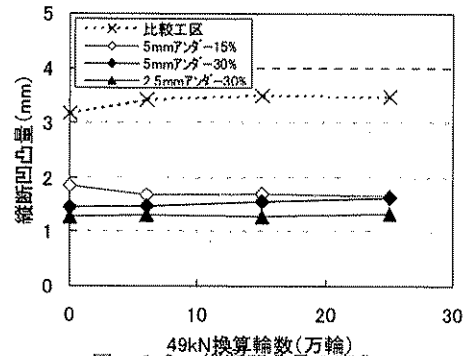


図-10 縦断凹凸量の変化

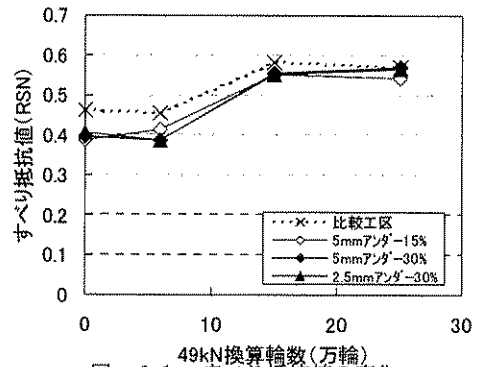


図-11 すべり抵抗値の変化

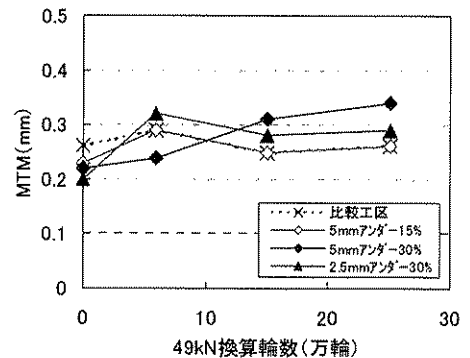


図-12 テクスチャー (MTM) の変化

を調査した結果を図-13に示す。ストレートアスファルトを使用した4工区については、5万輪到達時に流動による破壊を示したが、改質アスファルトを使用した7工区については、40万輪走行させた段階でも横断凹凸量は小さく、ガラスを30%混入させた場合でも対流動性に優れていることが分かった。また、目視観察による調査の結果、ガラス飛散量はストレートアスファルト工区と比べ、改質アスファルト工区の方が大幅に少ないことが確認された。

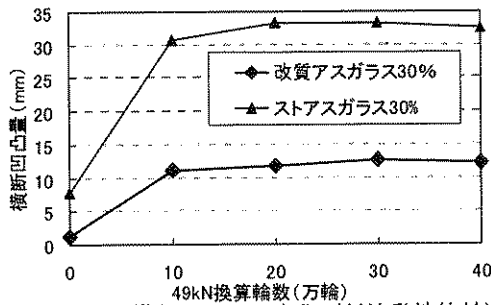


図-13 横断凹凸両の変化 (対流動性比較)

5. 4. 2 付加的機能の評価

1) 路面輝度の測定方法の検討

本検討では、実車法と簡易法により測定を行った。簡易法は、実車法と光源が異なるものの、他の条件はほぼ同じになるように設定したため、両者の測定値には相関があるものと予想される。そこで両者の輝度係数の関係を見た。ここで、輝度係数は、路面の輝度を路面の照度で割った値とする。

結果を図-14に示す。ここでは輝度係数の相関関係を示しているが、同じ傾向 ($R^2=0.8305$) を示し、高い相関性が認められた。また、平均照度換算係数においてもほぼ同じ傾向 ($R^2=0.8791$) を示し、高い相関性が認められた。さらに、測定値の誤差は、本研究で検討した後述の材料間の測定値の違いより無視できるほど小さいことも確認できた。したがって、簡易法は高輝度舗装の評価に用いることができることが分かった。

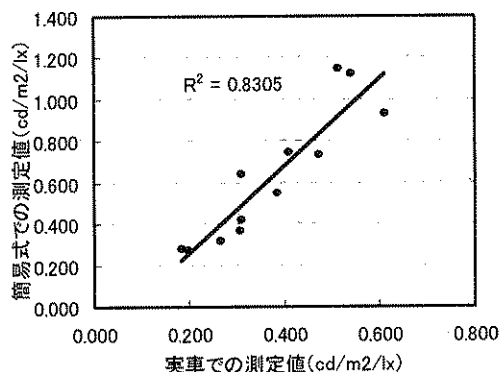


図-14 実車法と簡易法の輝度係数の関係 (対光)

2) 配合、工法による輝度の違い

各工区の輝度係数の結果を図-15、16示す。アスファルト混合物にガラスカレットを混入させた場合、図-15ように対光をよく反射し、1工区の通常のアスファルト混合物と比べ輝度係数が高くなった。また、5工区の炭化珪素を用いたニート工法と比べると、炭化珪素のものは対光は反射せず、ガラスカレットを混入したもののほうがよく反射していることが分かった。ガラスの混入率が高く、ガラスの粒径が小さい方が輝度係数が高くなった。これは、ガラスの粒径の小さいものの方が表面に出ているガラスの割合が高くなったためと考えられる。

自光の場合、図-16に示すように、アスファルト混合物にガラスカレットを混入した場合は、ほとんど反射しなかった。炭化珪素を用いたものは、自光をよく反射しており、これは車両が単独で走行している場合でも路面が光ることを表している。6工区は炭化珪素の半分をガラス廃材に置き換えた場合であるが、自光で光る性質を損なわないことがわかった。

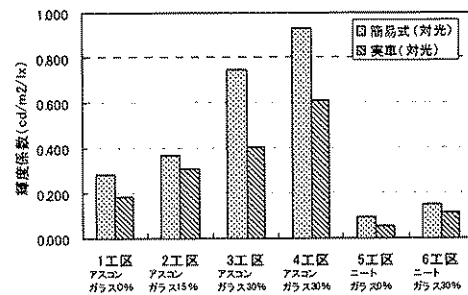


図-15 対光による輝度係数

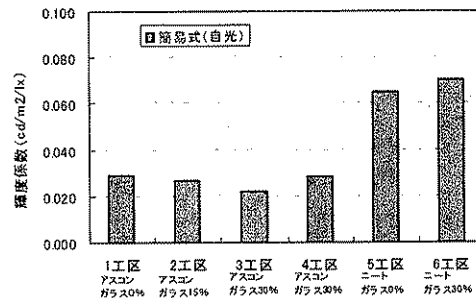


図-16 自光による輝度係数

3) 高輝度機能の耐久性

図-17~19車両が走行したときの輝度係数の変化を示す。図-17、18はいずれも対光のときの輝度係数であるが、輝度係数は比較工区では変化が無く、また混入率の少ない15%のものもあまり変化がない。しかし、混入率30%の工区は走行により徐々に低下しており、特に粒径2.5mmTopの工区は大きく減少している。これは、粒径が小さい工区の

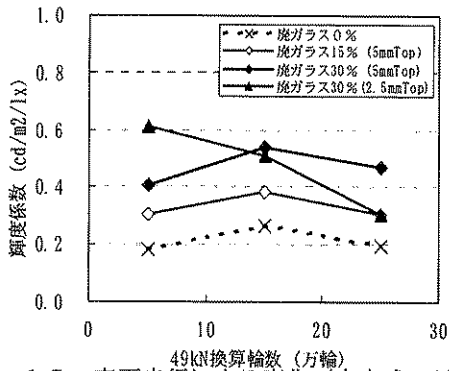


図-1.7 車両走行による変化(実車式:対光)

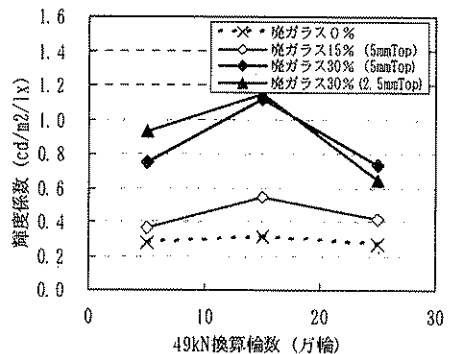


図-1.8 車両走行による変化(簡易式:対光)

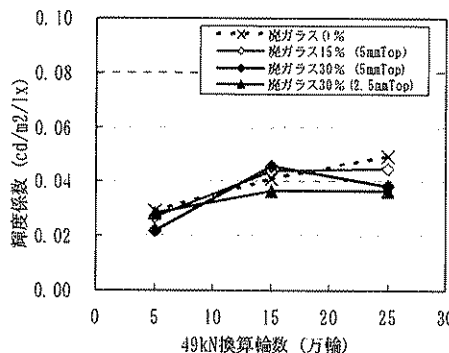


図-1.9 車両走行による変化(簡易式:自光)

方が、当初表面にガラスが多く存在しているが、はく離がしやすく、ガラスが飛散して減少したためと考えられる。したがって、車両の走行の影響を考えると、高輝度の機能を維持するためには粒径が大きいものを多く用いるのがよいと考えられた。また飛散を考えると、初期に混入率を高くしても機能が持続しないため、混入率はあまり高く設定しない方がよいと考えられた。

図-1.9に自光の場合を示すが、全体的に走行と共に上昇傾向に見えるが、対光の場合と比べて数値が小さく、比較工区との差も見られない。このため、走行によってアスファルト被膜がとれても自光を反射することはないと考えられた。

5. 4. 3 高輝度舗装への適用性

路面の輝度を向上させることを目的とした工法と

して、平成15年の施工実績が約1万3千m²である²⁾高輝度ニート工法(炭化珪素使用)がある。ガラスカレットを高輝度舗装へ利用する場合、高輝度ニート工法(炭化珪素使用)によるものとは反射特性が異なるため、反射特性を考慮して適用を考える必要がある。なお、本研究のように高輝度ニート工法の炭化珪素の一部をガラスカレットに置き換えて検討、施工した事例はないようである。

コストについては、通常の密粒度混合物の1.2倍程度の価格になるものの、高輝度ニート工法(炭化珪素使用)と比べれば、1/5程度と非常に安価なため、多少輝度が低くても適用箇所が広いと考えられる。また、飛散抵抗性を向上させるために改質アスファルトを使用した場合は、ストアス使用の場合の1.2倍程度である。

以上のように、舗装本来の耐久性や反射機能だけでなく、コストなども考慮して、より効果的な適用方法について検討する必要がある。

6. まとめ

本研究の検討結果、アスファルト舗装へのガラスカレット混入率は、視認性向上機能を期待しない場合ストアス使用で15%程度以下、視認性向上機能を期待する場合は、改質アスファルトを使用で30%程度とすることが可能であると考えられた。また、高輝度ニート工法(炭化珪素使用)と比べて、改質アスファルト使用でガラスカレット混入率30%の場合、コストが1/4程度と非常に安価なため、適用箇所によっては有効な場合があると考えられた。一方、ブロック系舗装については、ブロック表面の骨材を100%ガラスカレットに置換でき、アスファルト舗装へ混入する場合と比較し、視認性向上の機能に大きく期待が持てることが明らかとなった。

廃ガラスから製造されたガラスカレットを舗装に利用することは上記の通り一定のメリットを有しており一定条件の下適用可能なことがわかった。今後は、資源の枯渇や環境保全への対応という意味も含め、要求される機能に応じて、混入率やバインダー等を適切に使い分け、ガラスカレットを舗装に利用することを望みたい。

参考文献

- 1)例えば、村田他：ガラスカレットを混入した舗装の路面性状について、日本道路会議、第24回、2002.10、など
- 2)樹脂舗装技術協会データより