技術資料

寒冷地におけるガラスカレット入り アスファルト混合物の室内試験の結果について

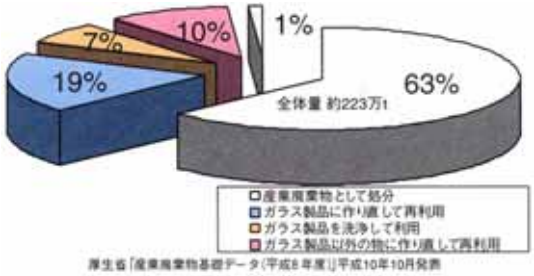
維持管理研究室　吉井　昭博*　安倍　隆二**

１．研究の背景

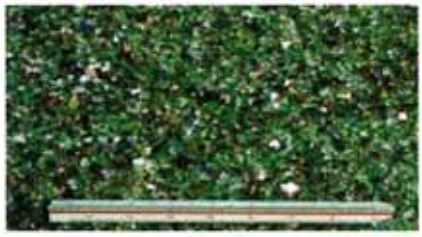
従来からガラスびんのリサイクルは、びんを洗浄して再利用する方法（リターナブルビン）やびんを熱で溶かしてびんを作り直す方法（びんtoびん）を中心に民間事業者により行われてきたが、平成9年度からは、市町村が分別収集し、びんメーカーや清涼飲料水メーカーから委託を受けた指定法人が中心となり再商品化すること等を内容とした「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律（容器包装リサイクル法）」によりリサイクルの円滑化・拡大が図られている[1)]。しかし、清涼飲料水の容器にペットボトルが使用される様になったことからリサイクル用のガラスびんの需要が落ち込み埋め立て処分するガラスびんが多くなってきている。

現在、余剰となったガラスびんをほかの用途にリサイクルする為、ガラスびんを細かく砕き粒状又は砂状にしたもの（以下；ガラスカレット）をタイルやブロック、繊維に加工しているが、微粉砕する必要があるため割高になることから、再利用されにくい現状にある（図−1）。以上のことより、ガラスカレットを低コストかつ簡単にリサイクルする方法として、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。

本文は、ガラスカレットの骨材性状とアスファルト混合物にガラスカレットを10〜30%混入した場合の性状を試験し、積雪寒冷地におけるガラスカレットの使用可能性と混入割合の限界を検討した結果を報告するものである。



図−１　ガラスカレットの再利用状況

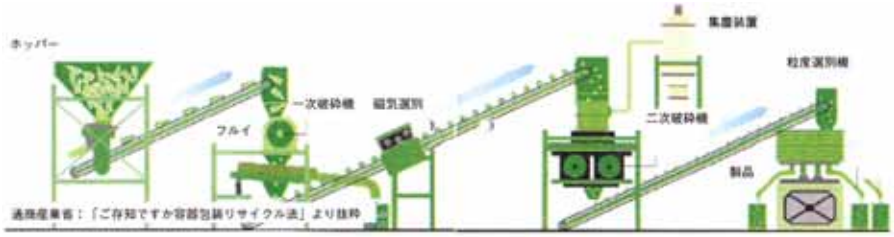


写真−１　ガラスカレット

表−１　ガラスカレットの室内試験項目

試験項目		ガラスカレットの種類、混合率				試験目的	試験条件
		ガラス７号		ガラス８号			
骨材の試験	粒度試験	○		○		骨材の粒度	JIS A 1204準拠
	比重・吸水率試験	○		○		比重・吸水率の測定	JIS A 1110、1109準拠
	安定性試験	○		○		骨材の耐久性の測定	JIS A 1122準拠
	スリヘリ抵抗性試験	○		−		スリヘリ抵抗性の測定	JIS A 1221準拠
	有害物溶出試験[注]	○		○		有害物溶出の測定	フレーム原子吸光法など
	剥離抵抗性試験	○		−		剥離抵抗性の測定	JPI-5S-27準拠
混合物の試験		ガラス０％	ガラス10％	ガラス20％	ガラス30％		
	マーシャル安定度試験	○	○	○	○	マーシャル強度の測定	舗装試験法便覧に準拠
	ホイールトラッキング試験	○	○	○	○	耐流動性の測定	舗装試験法便覧に準拠
	チェーンラベリング試験	○	○	○	○	剥離抵抗性の測定	舗装試験法便覧に準拠
	凍結融解試験	○	○	○	○	凍結融解耐久性の測定	舗装試験法便覧に準拠
	水浸マーシャル試験	○	○	○	○	耐水性の測定	舗装試験法便覧に準拠
	ガラス入りアスファルト混合物の反射特性試験	○	○	○	○	ガラスカレットの反射特性の測定	別図による

注）有害物とは六価クロム、カドミウムなど人体に影響ある物質



図－２　ガラスカレットの製造工程

２．廃ガラスの粉砕加工

ガラスカレットは主に図－2のような工程で製造される。使用する粉砕機械の種類や破砕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砕しており、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[2)]。ガラスカレットは道路用の骨材として使用するために偏平であってはならないことから、一般的に5㎜（ガラスの肉厚）以下となる。

３．検討内容

今回の室内試験では、主にガラスカレットの性状試験と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）の性状試験について実施した。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

４．１　ガラスカレットの基本性状試験

製造したガラスカレットを5㎜～2.5㎜（7号砕石相当）と2.5㎜以下（粗砂相当）に粒度調整し、それぞれの材料試験を行った。材料試験結果を表－2に示す。ガラスカレットは、「道路・河川工事仕様書（北海道開発局）」[3)]の規格をすべて満足し有害物質も検出されていないが、吸水率が極端に低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、はく離抵抗性とガラス舗装の強度の低下が懸念される。

４．２　はく離抵抗性試験

前段よりガラスカレットは吸水率が低く、はく離抵抗性の低下が予想できることから、アスファルトバインダー(以下；アスファルト)を改質剤、植物性繊維、消石灰、化学系添加剤で改質して使用することによりはく離抵抗性を改善できる可能性があると判断し、それぞれの改質したアスファルトを用いてはく離抵抗性試験をおこなった。試験手順を表－3に、はく離防止剤の種類と添加量を表－4に、試験の結果を表－5と写真－1に示す。今回の試験の結果では、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

表－２　使用骨材の性状試験結果

		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	細砂	石粉	ガラス7号	ガラス8号	
通過質量百分率（%）	53.0㎜									
	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㎛		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	5.4	95.0		3.1	
	75				1.3	3.5	85.0		0.9	
表乾比重(g/cm³)		2.621	2.680	2.651	2.670	2.581	2.690	2.488	2.492	2.45g/cm³以上
かさ比重(g/cm³)		2.583	2.633	2.618	2.620	2.521				
見掛け比重(g/cm³)		2.685	2.762	2.707	2.757	2.682		2.490	2.495	
吸水率(%)		1.47	1.79	1.37	1.90	2.37	－	0.06	0.08	2.50%以下
安定性(%)		7.2	3.0	3.0	2.8	3.1		0.3	0.3	12%以下
スリヘリ減量(%)		14.3	17.5	10.5	－	－	－	26.6	－	30%以下
有害物[注]の溶出		－	－	－	－	－	－	なし	なし	
産地、生産者		美光砕石	王子緑化	美光砕石	浜厚真産	勇払産	日進セメント	A社	A社	

（注）有害物とは、六価クロムカドミウムなど人体に影響のあるもの

表－３　ガラスカレットのはく離試験方法

1．材料
アスファルト：ストレートアスファルト（80－100）
改質Ⅰ型アスファルト
改質Ⅱ型アスファルト
骨　　材：ガラスカレット（A社・7号砕石対応のもの）
はく離防止剤：表－4に別掲

2．試験概要
① 骨材用容器に、準備した乾燥骨材約100gを取り、混合用の「へら」共々150℃に保ってある高温乾燥炉中にいれ30分以上加熱する。
② 準備された加熱骨材に予め同様の150℃に融解されて、はく離防止剤を所定量混合された試料アスファルト5.0g±0.2g（5.0%×重量）を加える。
③ 直ちに「へら」でよく撹拌し、アスファルトが完全に骨材表面に被覆するようにする。混合時間は3分以内とする。
④ アスファルトで被覆された骨材をガラス板上に重ならないように20個ほど置き1時間放置して室温まで放冷する。
⑤ 一旦、煮沸して脱気した水道水を80±1℃に保ち、この中に被覆骨材を乗せたガラス板を30分、水浸させる。
その後、水中から、ガラス板を静かに引きあげ、ただちに室温の水道水中の入ったバットに移す。
⑥ ガラス板上の骨材に見られるアスファルト被膜のはく離状態を観察し、骨材全体の面積に対してはく離している面積%（はく離面積%）を複数人の目視により求める。
⑦ それぞれの目視によるはく離率を平均し、測定した試料のはく離率とする。
※ ガラスカレットは最大粒径が5㎜程度であるため、今回の試験では4.75㎜フルイにとどまる骨材を用いた。
また、カレット付く微粒子は誤差の原因となるためよく水洗いをした。

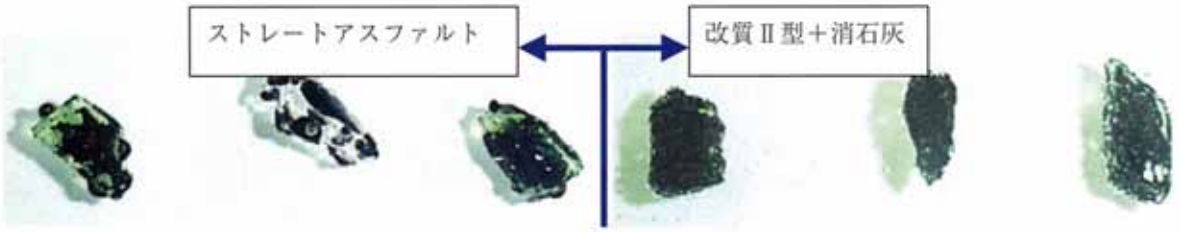
表－４　はく離防止剤の種類と添加量

アスファルトと添加剤の種類	性　　状	添　加　量（%）
消　石　灰	はく離防止剤として一般的に用いられる	全体質量の指定した%
植物性繊維Ａ	植物性繊維の内の１つでSMAなどによく用いられる	全質量の0.3%
植物性繊維Ｂ	再生紙を作るときに排出される紙の繊維	全質量の0.3%
化学系添加剤	石油有機リン系の材料から作られている	使用アスファルトの３%

表－５　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%	46.5	○

ストアスを基準として○は、効果が認められる。△はある程度効果が認められる。×は効果はない。



写真－２　ガラスカレットの剥離抵抗性試験

合わせはストレートアスファルトのみの場合に比べると約50%程度の剥離を防止できる結果が得られた。

５．アスファルト混合物としての室内検討

５．１　ガラス混合物の配合試験

ガラス混合物の材料仕様は「道路・河川工事仕様書（北海道開発局）」のうち、表層に用いられている細粒度Ｇアスコン（13Ｆ）と基層に用いられる粗粒度アスコンとした。

混合物の検討は、ガラスカレットの混合比率の上限値を求めるために、0%～30%とし、10%ずつ混合比率を変化させて行なった。また、はく離抵抗性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種類を用いて、併せて検討をおこなった。使用するガラスカレットの種類については5㎜～2.5㎜のものと2.5㎜以下のものを半分づつ使用した。表－6にガラス混合物の配合を表－7、図－3にガラス混合物の合成粒度を示す。前述のようにガラスカレットの吸水率が極端に少ないことから、ストレートアスファルトでは、ガラスカレットの混合率（以下；ガラス混合率）が大きくなるに従い必要アスファルト量が減少する傾向にある。また、ガラスカレットは粒度が小さく単粒度のため混合率が大きくなると全体粒度が細かくなる傾向がある。

５．２　マーシャル安定度試験

マーシャル試験によるアスファルト共通範囲の中央値を最適アスファルト量（以下；ＯＡＣ）とすると、ガラスカレット配合率の増加に伴ってＯＡＣは減少する傾向にある。この傾向は2.5㎜以下の小さなガラスカレットを用いた場合によく発生し[4]、ガラス粒子の表面が滑らかであることから、アスファルトが被覆しにくいことが原因として考えられる。また、粒子が小さくなるに従い表面積が大きくなることから、小さい粒度のガラスカレットほどアスファルトが付着しにくい傾向にあると考えられる。今回の試験結果であるＯＡＣにおける特性（図－4､5）では、ガラス混合率の増加にともなって、安定度と密度が低下する傾向が認められる。しかしながら、ガラス混合率30%以下では、マーシャル安定度の規格値を満足することができる。

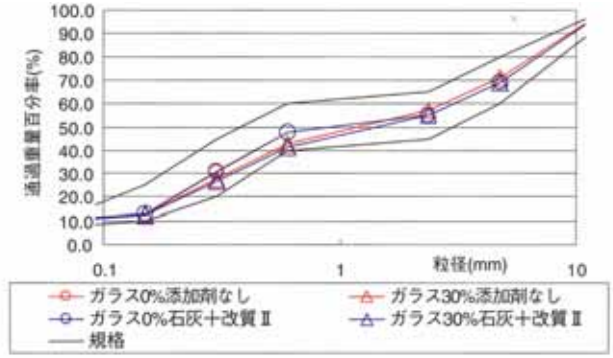
表－６　ガラスカレット入りアスファルト混合物の配合

混合物の種類	細粒度Ｇアスコン						粗粒度アスコン	
添加剤の種類	添加剤なし		消石灰２%		消石灰２%＋改質Ⅱ型		添加剤なし	
ガラス混合率（%）	ガラス０%	ガラス30%	ガラス０%	ガラス30%	ガラス０%	ガラス30%	ガラス０%	ガラス30%
砕石３号							25.1	24.7
砕石６号	31.2	29.1	31.4	30.6	31.0	30.6	28.4	27.7
砕石７号	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	18.5	0.0
ガラスカレット７号	0.0	14.2	0.0	14.1	0.0	14.0	0.0	14.2
ガラスカレット８号	0.0	14.2	0.0	14.1	0.0	14.0	0.0	14.3
粗砂	7.0	0.0	6.9	0.9	6.9	0.9	11.4	6.6
細砂	31.8	27.3	31.4	24.1	31.6	24.0	6.6	2.8
石粉	10.7	10.2	10.9	10.2	11.1	10.4	4.7	4.6
アスファルトバインダー	6.3	6.0	6.4	6.0	6.4	6.1	5.3	5.1

表－７　ガラスカレット入りアスファルト混合物の合成粒度

混合物の種類	細粒度Ｇアスコン							粗粒度アスコン		
添加剤の種類	添加剤なし		消石灰２%		消石灰２%＋改質Ⅱ型		規格値	添加剤なし		規格値
ガラス混合率(%)	ガラス０%	ガラス30%	ガラス０%	ガラス30%	ガラス０%	ガラス30%		ガラス０%	ガラス30%	
26.5㎜										100
19	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100.0	100.0	100～95
13.2	99.3	99.3	99.3	99.3	99.3	99.3	100～95	79.5	79.8	90～70
4.75	69.1	71.0	69.1	69.1	69.1	69.1	80～60	45.8	46.7	55～35
2.36	55.3	57.1	55.3	56.0	55.3	55.0	65～45	27.6	31.6	35～20
600ｵﾑ	47.8	42.8	47.8	41.2	47.8	41.2	60～40	18.5	15.4	23～11
300	30.8	27.6	30.6	26.5	30.6	26.5	45～30	11.9	9.3	16～5
150	12.8	12.7	12.8	12.5	12.8	12.5	25～10	5.8	5.6	12～4
75	10.7	10.7	10.7	10.4	10.7	10.4	13～8	4.7	4.5	7～2

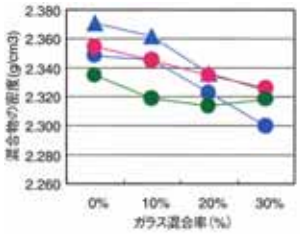
※　試験規格値は、北海道開発局「道路・河川工事仕様書」の規格に基ずく。



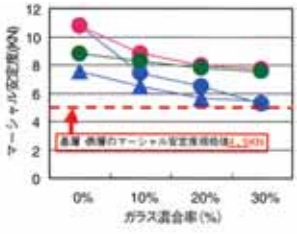
図－３　ガラスカレット入りアスファルト混合物の合成粒度

表－８　ガラス混合物のマーシャル試験結果

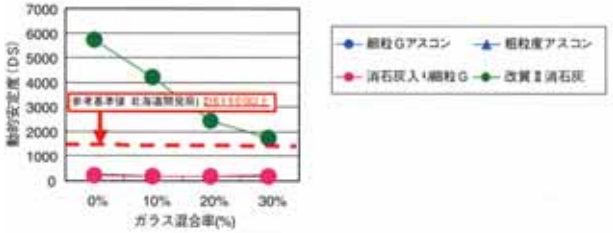
混合物の種類	細粒度Ｇアスコン							粗粒度アスコン		
添加剤の種類	添加剤なし		消石灰２%		消石灰２%＋改質Ⅱ型		規格値	添加剤なし		規格値
ガラス混合率(%)	ガラス０%	ガラス30%	ガラス０%	ガラス30%	ガラス０%	ガラス30%		ガラス０%	ガラス30%	
アスファルト量(%)	6.3	6.0	6.4	6.0	6.4	6.1	－	5.3	5.1	－
供試体の密度(g/cm³)	2.348	2.300	2.355	2.326	2.335	2.318	－	2.371	2.324	－
理論密度(g/cm³)	2.440	2.399	2.436	2.402	2.435	2.398	－	2.488	2.443	－
空隙率(%)	3.8	4.1	3.3	3.2	4.1	3.3	3～5	4.7	4.9	3～5
飽和度(%)	79.0	76.4	81.6	80.8	78.0	80.6	75～85	72.0	70.1	65～85
マーシャル安定度(KN)	10.83	5.31	10.76	7.74	8.79	7.58	4.90以上	7.58	5.45	4.90以上
フロー値(1/100cm)	30	30	33	31	33	33	20～40	33	36	20～40



図－4　マーシャル供試体の密度試験結果



図－5　マーシャル供試体の安定度試験結果



図－6　ホイールトラッキング試験結果

5．3　ホイールトラッキング試験

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）は、ガラスカレットのはく離抵抗性の影響で耐流動性が小さくなることが予想されるため、確認試験を行なった。

図－6に試験結果を示す。ガラス混合率が大きくなるにしたがって動的安定度（以下；ＤＳ）は減少傾向にある。今回の試験では測定不能にならなかったが、ガラス混合率が20%以上になると測定不能になる場合もある[4]。

5．4　チェーンラベリング試験

積雪寒冷地では、未だにチェーンやスパイクタイヤを装着している車が走行していることから、ガラス混合物が積雪寒冷地用混合物として適用できるのか否かを調査するため確認試験を行った。

「道路工事設計施工要領（北海道開発局）」[5]では、アスファルトモルタル（粗骨材を使用しないで作成した混合物）のチェーンラベリング試験規格値を1.3㎝^{3}以下としていることから、今回の室内試験の基準値とした。

図－7に試験結果を示す。全てのガラス混合物においてガラス混合率が多いほどスリヘリ量は大きくなる傾向にあり、消石灰や改質アスファルトを添加した混合物でもスリヘリ抵抗性を改善することができない。ストレートアスファルトを用いた混合物ではガラス混合率30%以上、改質剤を用いた混合物ではガラス混合率20%以上となると規格値を満足できない結果となるから、ガラス混合物を表層に使用する場合にはガラス混合率を10%程度とすることが望ましいと考えられる。

5．5　凍結融解試験

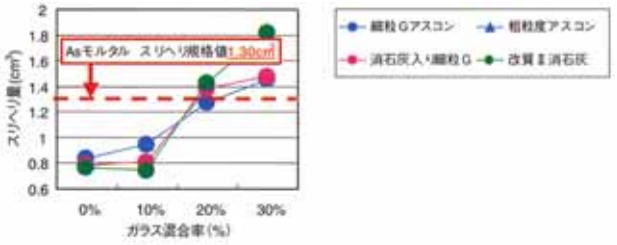
積雪寒冷地における表層用アスファルト混合物は1シーズン概ね40～50回程度の凍結融解作用を受けるといわれている[6]。ガラス混合物は、はく離抵抗性が小さいことから凍結融解作用によって強度の低下を起こしやすいと考えられ、確認試験を行なった。今回の試験では、300サイクルの凍結融解試験を行なった後、マーシャル安定度試験を実施し「残留安定度」と「増加空隙率」を次式より求めた。

ここで、「作成時空隙率」とは凍結融解前における供試体作成時の状態の空隙率、「試験後空隙率」は凍結融解後における供試体の空隙率を指す。図－8，9に試験結果を示す。ストレートアスファルトを用いた混合物では、ガラス混合率が多くなるに従い残留安定度が低下していくことから凍結融解作用を受けやすくなると考えられる。添加剤を混入した混合物については、ガラス混合率による残留安定度の低下は明確ではなかった。

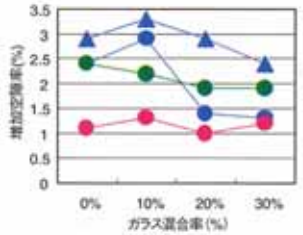
また、増加空隙率についてはガラス混合率の増加に伴う空隙の増加に顕著な相違は見受けられなかった。

※残留安定度（%）＝（凍結融解後の安定度÷凍結融解前の安定度）×100

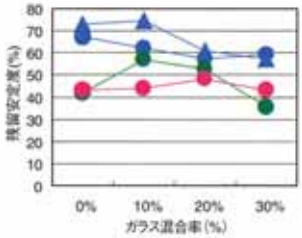
※増加空隙率（%）＝試験後空隙率－作成時空隙率



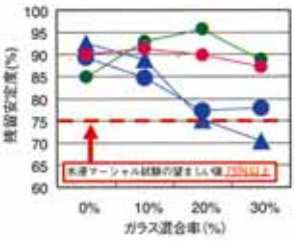
図－7　チェーンラベリング試験結果



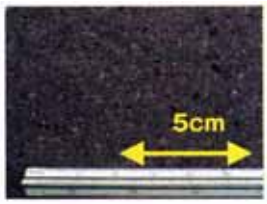
図－8　凍結融解試験結果（増加空隙率）



図－9　凍結融解試験結果（残留安定度）



図－10　水浸マーシャル試験結果



写真－3　ガラスカレット舗装

5．6　水浸マーシャル試験

ガラス混合物は通常の混合物に比べはく離抵抗性が落ちる傾向にあることから、混合物での確認試験を行った。

図－10に水浸マーシャル試験の結果を示す。バインダーにストレートアスファルトを用いている混合物はガラス混合率が高いほど残留安定度は低くなる傾向にあるが、改質バインダーを使用している混合物は、残留安定度の低下が認められなく、はく離抵抗性の低下が緩和されていると考えられる。ただし、粗粒度アスコンのガラス混合率30%の混合物はアスファルト舗装要綱[7]で望ましい値とされている残留安定度75%以上を満足できないことから、基層においては混合率を20%以下とすることが望ましいと考えられる。

5．7　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、滑り抵抗性が悪くなると予想できるため、ホイールトラキング試験の供試体を英国式ポータブルスキッドテスターにて滑り抵抗性試験を行った。結果を図－11に示す。ガラスカレット混合率が大きくなるに従いガラスカレットの表面露出が多くなることと、使用アスファルト量が減少することから滑り抵抗性は低くなる傾向となった。しかしながら、「施工管理要領基準集（日本道路公団）」[8]で求められるＢＰＮ60以上を全て満足していた。また、供用することによって粗粒分が表面に露出することから滑り抵抗性状は良化されると考えられる。

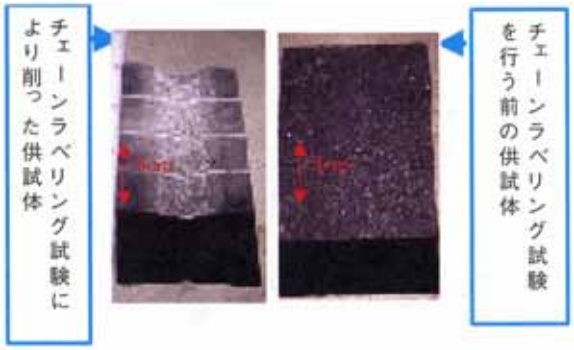
5．8　反射特性試験

ガラスカレットを舗装混合物用骨材として使う際の付加価値について検討するため、光の反射による交通安全の啓発という観点から反射特性に関する確認試験を行なった。

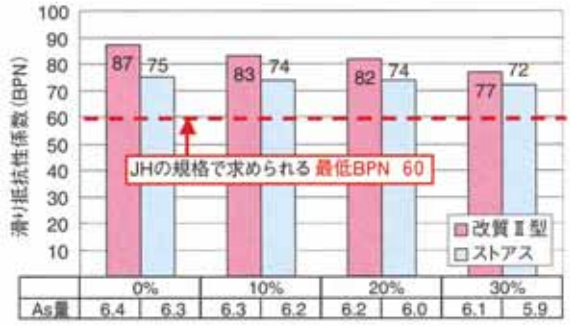
混合物の反射性能は「ＪＩＳ Ｚ 9117保安用シート及びテープ」に準拠し、「反射係数R（×10^{-2}cd/lx/㎡）」で評価した。入射角、観測角の反射特性と測定機の仕様は表－9に示すとおりである。「反射係数R」とは、以下の式によって算出する。

表－9　入射角と観測角の反射特性と測定機の仕様

入射角	観測角	反　射　特　性
30	－30	乱反射
	0	再帰反射
	60	鏡面反射
	90	乱反射
85	0	再帰反射
	170	鏡面反射
	製作会社	規　格
光　源	HITATI	ハロゲンライト100V/200W
輝度計	TOPCON	LUMINANCE METER BM-8
照度計	HIOKI	DIGITAL LUX HITESTER



写真－4　反射特性試験中の供試体



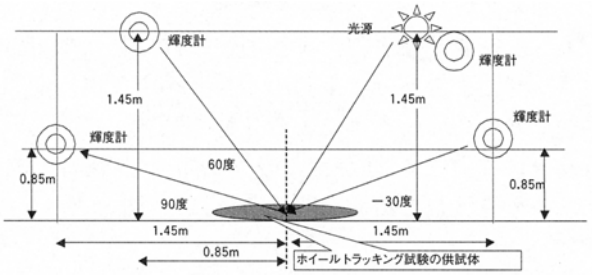
※ 気温20℃、路面は湿潤を想定

図－11　すべり抵抗性試験結果

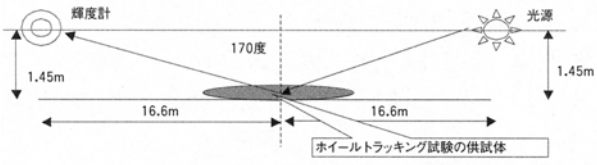
$$\text{反射係数 R}\ (\times 10^{-2}\text{cd/lx/㎡}) = \frac{\text{輝度 L}\ (\text{cd/㎡})}{\text{照度 E}\ (\text{lx})}$$

光を光源から測点に向けて照射したとき、測点から観測点に反射した光の量（輝度Ｌ）と光源から測点が受けた光の量（照度Ｅ）の比で表され、反射係数Ｒが大きいほど測点の反射が大きいと評価する。

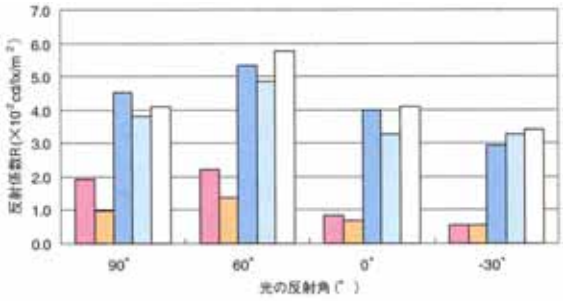
室内試験では、図－12、13に示される入射角及び観



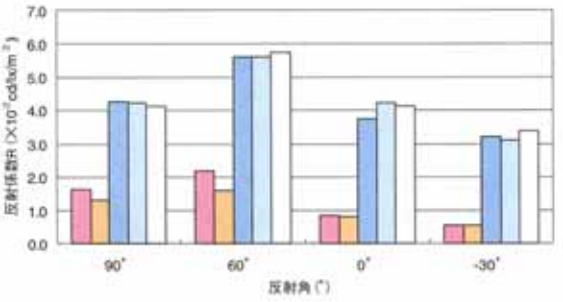
図−12　ガラスカレット入りアスファルト混合物の室内反射方法模式図



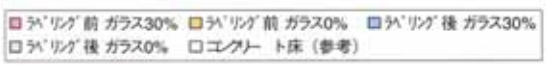
図−13　ガラスカレット入りアスファルト混合物の屋外反射方法模式図



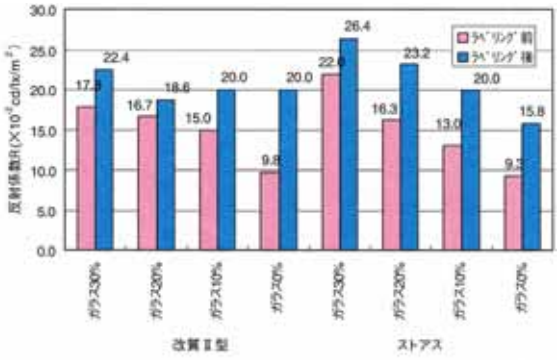
図−14　室内反射特性試験結果（ストレートアスファルト）



図−15　室内反射特性試験結果（改質Ⅱ型アスファルト）



測角で測定を行った。測定には、チェーンラベリング供試体（30×15×5cm）を使用し、ラベリング前及びラベリング後に反射特性を測定した（供用前と後を想定している。；写真−4）。入射角と観測角の反射特性を表−9に示す。入射角30°は主に街灯からの光の反射を想定し、入射角85°は対向車のヘッドライト



図−16　屋外反射特性試験結果（反射角は170°）

からの光を想定している。

ガラスカレット混合率と反射係数の関係は図−14、15、16に示し、ガラス混合物の反射係数を比較、考察した。

① 室内反射特性試験（歩行者への注意喚起について）

ガラスカレット混合率が大きくなると、反射係数が大きくなる傾向にあり、混合物がすり減ることによって、さらに反射係数が大きくなる傾向にある。

ガラス混合率30%の供試体の鏡面反射係数はガラス混合率0%の供試体より大きく、コンクリートの反射係数を越えていることから、歩行者の注意喚起として有効な舗装であるといえる。再帰反射や乱反射は正反射に比べ反射係数が小さい傾向となった。また、アスファルトバインダの違いによる、反射係数の違いはほとんど見られなかった。

② 屋外反射特性試験（ドライバーへの注意喚起について）

室内反射試験と同様にガラスカレット混合率が大きくなると、反射係数[4]も大きくなる傾向にあり、ガラス混合率30%のものはガラス混合率0%のものに比べ1.5倍程度の光を反射する。

また、混合物がすり減ることによってさらに反射係数が大きくなる傾向にあり、ドライバーへの注意喚起として、有効な舗装であるといえる。

6．まとめ

ガラス混合物の耐久性については今後、試験施工及び調査を行ってから判断しなければいけないが、室内試験を行って得られた知見及び今後の課題は以下のとおりである。

① ガラスカレットは、規格をすべて満足するため、舗装用骨材として利用することが可能であると考えられるが、骨材の表面が滑らかであることや吸

水率が極端に少ないことから、はく離抵抗性に問題がある。

② ガラス混合物のはく離抵抗性は、改質アスファルトや消石灰などの添加剤によってある程度良化できる。

③ ガラス混合物の各種強度はガラス混合率が多くなるに従い低下する傾向にある。

④ ガラス混合物は、添加剤によって各種強度が改善されるが、積雪寒冷地における冬期間のチューンによるスリヘリや凍結融解に弱く、積雪寒冷地の舗装表層には10%程度とすることが望ましい。

⑤ ガラス混合物は、ガラスカレットの性状から、すべり抵抗性の悪化が懸念されたが、ガラス混合率30%までは特に問題はなかった。

⑥ ガラス混合物の反射特性については、ガラス混合率が上がると反射係数も上昇し、交通安全の啓発にも有効である。ただし、砕石等の骨材の性状によって、反射特性が左右される場合もあると考えられる[2)]。

今回の試験は、室内試験が主であるため以下のような課題がある。

① 材料の品質管理（特に骨材の水分管理）

② プラントでの加熱方法及び配合設計（置換過熱と直接加熱）

③ 施工時の品質管理（温度管理、タイヤローラーへの影響）

④ 歩行者及び走行車両への安全性（特に歩行者の転倒によるケガ、車両のパンクへの危惧）

⑤ ガラスのはく離による骨材の飛散

最後になりましたが、ガラスカレット骨材と材料データを提供して頂いた関係各位に、感謝いたします。

参考文献

1）ガラス瓶再商品化需要拡大委員会；ガラス瓶再商品化需要拡大のためのアクションプログラム建設業と建設副産物対応、平成10年4月

2）岡本、針谷、口分田；ガラスカレット入りアスファルト混合物の反射特性、雑誌「舗装」、平成10年3月

3）北海道開発局；「道路・河川仕様書」pp.1～21

4）湯川、井山、下田；ガラスびんカレットのアスファルト舗装への再利用、雑誌「舗装」平成8年4月

5）北海道開発局；「道路工事設計施工要領」、pp.8-7～10

6）久保　他；寒冷地アスファルト舗装に関する研究、北海道開発局土木試験所報告昭和56年2月

7）日本道路協会；アスファルト舗装要綱、平成4年2月

8）日本道路公団；施工管理要領基準集

吉井　昭博*

Akihiro YOSHII
北海道開発土木研究所
道路部
維持管理研究室
研究員

安倍　隆二**

Ryuji ABE
北海道開発土木研究所
道路部
維持管理研究室
主任研究員