

コスト縮減を考慮したバスレーンの カラーポーラスアスファルト舗装に関する検討

独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム ○千葉 学
独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム 田高 淳
国土交通省 北海道開発局 札幌開発建設部 札幌道路事務所 平 記好

維持修繕費が削減される中、経済的なカラー舗装が求められている。従来の性能を確保しつつ、経済的なカラーポーラスアスファルト舗装を提案することを目的として、平成18年度に顔料、および赤色骨材の配合率を変更したカラーポーラスアスファルト舗装の試験施工を実施した。本稿は、試験施工後二冬期間経過後の追跡調査結果からコスト縮減を考慮したカラーポーラスアスファルト舗装の検討結果について報告するものである。

キーワード：バスレーン、カラー舗装、ポーラスアスファルト舗装、コスト縮減

1. はじめに

札幌開発建設部で実施されているバスレーンのカラー舗装の基準は、平成6年に札幌開発建設部道路維持課が事務局となって設置した「バスレーン・カラー舗装技術検討委員会」で検討されたものである。しかしながら、当時の委員会では、ポーラスアスファルト舗装のカラー化については検討されていなかった。一方、今日では維持修繕費の予算が縮減される中、コスト削減を図るために、経済的なカラー舗装が求められている。このため、平成18年度に従来の性能を確保し、経済的なカラーポーラスアスファルト舗装を提案することを目的として、コスト縮減を考慮したバスレーンのカラーポーラスアスファルト舗装の試験施工を実施した¹⁾。本報告は、施工後二度の冬期間を経過した試験施工箇所の追跡調査結果、および色彩認識度に関する調査を行った結果について報告するものである。

2. 検討の概要

バスレーンのカラー舗装の実施にあたっては、旧建設省と警察庁との間で協議が行われており、この内、カラー舗装の色彩については、表-1の通り整理されている²⁾。本検討では「運用上の留意点」にも書かれている通り、同一市区町村内は同系色とすることが望ましいということから、ワインカラーをベースとして検討を行うこととし、顔料、赤色骨材の配合率を変更することでコスト縮減を図ることとした。

表-1 色彩の対応方針、運用上の留意点

<対応方針>

バスレーンの色彩は、ワインカラー等茶系色とすることが望ましい。ただし、個性的で魅力ある町づくり等の観点から、地元等の意向等によりこれら以外の色彩を使う場合においても、道路標示の色彩（白・黄）と同系色とならない色彩を使用すること。

<運用上の留意点>

バスレーンのカラー舗装化については、同一市区町村内は同系色とすることが望ましい。また、バスレーンが連続して他の市区町村にもおよぶ場合は調整の上、同系色とすること。

また、既に道路標示の色彩と同系色のカラー舗装を実施済み場合は施工時に色彩を変更すること。

3. 検討を行ったカラーポーラスアスファルト舗装の配合率

札幌開発建設部管内で施工されているカラーポーラスアスファルト舗装の配合率の代表的な例を表-2に示す。カラー舗装化するため、6号砕石の内30%を赤色骨材(自然石)、赤褐色の顔料は、配合全体の内、3%を使用している。検討を行った配合率については、関係者と打ち合わせを行い決定した。検討を行った配合率を表-3に示す。

4. 試験施工

(1) 試験施工箇所

試験施工は、一般国道36号札幌市清田において各工

表-2 カーボラスファルト舗装の代表的な配合例

項目	試験値	
混合物配合率 (%)	6号砕石 (標準)	51.8
	6号砕石 (赤石)	22.0
	粗砂	16.3
	石粉	2.0
顔料 (赤褐色)	3.0	
	ホリマー改質アスファルトH型	4.9

6号砕石 (73.8) の内 30% を赤石
顔料 3%

表-3 検討を行った顔料および赤石骨材の配合率

	顔料配合率	赤石配合率	空隙率	備考
ケース1	3%	30%	17%	標準カラー舗装
ケース2	2%	20%	17%	
ケース3	1%	20%	17%	
ケース4	1%	10%	17%	

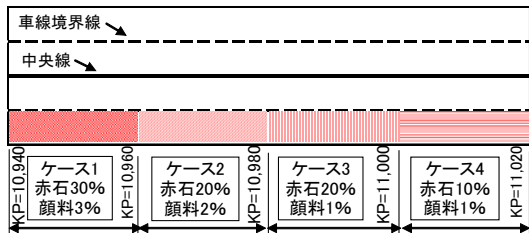


図-1 試験施工平面図

区20m程度実施した。試験施工平面図を図-1に示す。走行車両による舗装体を与える影響を同一にするため、同一車線上に試験工区を設定した。

(2) 追跡調査項目

本検討で行った追跡調査項目を表-4に示す。わだち掘れ量を評価するために、舗装路面のわだち掘れ量測定³⁾、縦断方向の凹凸の度合いを測定するために、舗装路面の平坦性測定³⁾、動的すべり摩擦係数を評価するために、回転式すべり抵抗測定器によるすべり抵抗測定³⁾、およびカラー舗装の色調を評価するために、色彩色差計による色差計測³⁾を実施した。色彩色差計による色差計測の評価方法を表-5に示す。色差計測は、明度(L)、赤緑(A)、彩度(C)の指標を評価するものである。明度(L)は、明るさを示す指標となっており、数値が大きいほど白く、小さいほど黒いことを示している。赤緑(A)は、赤緑色を示す指標となっており、+側だと赤色、-側だと緑色を表している。彩度(C)は、鮮やかさを示す指標となっており、数値が大きいほど鮮やかということを示している。なお、無彩色(白、黒、灰)の様なものは小さい数値で表される。調査は、一冬期間経過後、および二冬期間経過後に実施している。

(3) 追跡調査結果

a) 舗装路面のわだち掘れ量測定

舗装路面のわだち掘れ量測定結果を図-2に示す。わ

表-4 追跡調査項目

試験項目	試験目的	試験条件・試験方法等
① 舗装路面のわだち掘れ量測定	わだち掘れ量の測定	舗装調査・試験法便覧〔第1分冊〕による
② 舗装路面の平坦性測定	縦断方向の凹凸の度合いを測定	舗装調査・試験法便覧〔第1分冊〕による
③ 回転式すべり抵抗測定器によるすべり抵抗測定	動的すべり摩擦係数の測定	舗装調査・試験法便覧〔第1分冊〕による
④ 色彩色差計による色差計測	色差を定量的に測定	舗装調査・試験法便覧〔第1分冊〕による

表-5 色差計測の評価方法

項目	評価方法
明度 (L)	明度 (L) は数値が大きいほど白く、小さいほど黒いことを表している。
赤緑 (A)	赤緑 (A) は数値が+側だと赤色、-側だと緑色を表している。
彩度 (C)	彩度 (C) は数値が大きいほど鮮やかな色を表し、無彩色【白、黒、灰】の様なものはいくつかの数値で表されるものとなっている。

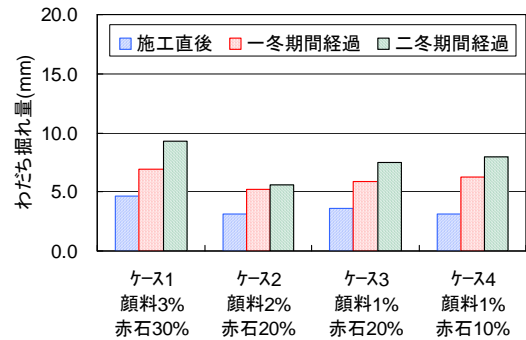


図-2 舗装路面のわだち掘れ量測定結果

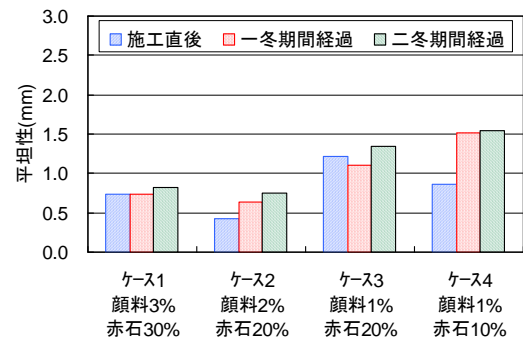


図-3 舗装路面の平坦性測定結果

だち掘れ量はケース1において、高く推移する傾向が見られる。この原因は施工直後の締め固め度の違いが影響する初期わだち掘れ量の大きさが原因と考えられる。施工直後から二冬期間経過後のわだち掘れ量の推移は各工区同程度である。また、現在のところ骨材の飛散も見られず、舗装路面は良好である。

b) 舗装路面の平坦性測定

舗装路面の平坦性測定結果を図-3に示す。施工後一冬期間経過した、ケース3 (顔料1%、赤石20%)、ケース4 (顔料1%、赤石10%) の工区は、ケース1 (顔料3%、赤石30%)、ケース2 (顔料2%、赤石20%) の工区と比較して、平坦性は若干高い傾向が見られるが、この原因は、施工直後の転圧機械による仕上がり状況による

影響と考えられ、カラー舗装の配合率の違いによるものではないと考えられる。また、施工後二冬期間経過後においても、走行性を評価する指標である平たん性の規格値 2.4mm 以下を満足しており、走行に問題がないと考えられる。

c) 回転式すべり抵抗測定器による動的摩擦係数測定

回転式すべり抵抗測定器による動的摩擦係数測定結果を図-4 に示す。施工後一冬期間経過した OWP のすべり摩擦係数は施工当初と比較して 0.1~0.2 程度高い傾向が確認できる。要因としては、施工直後はアスファルト分が骨材に付着しているため、すべり摩擦係数は小さい値を示していたが、走行車両や除雪により、骨材に付着していたアスファルト分が剥離したためと考えられる。施工後二冬期間経過では、施工後一冬期間経過よりも若干高いすべり摩擦係数を示す箇所もあった。全ての工区で 0.6 以上の良好な数値を示し、問題がないと考えられる。

d) 色彩色差計による色差計測

色彩色差計による色差計測結果の内、明度(L)の結果を図-5 に示す。施工後一冬期間経過した明度(L)は、初期値と比較して各工区で高くなる傾向が見られた。OWP（外側わだち部）、BWP（わだちとわだちの間）、および路肩部の測定箇所により、若干数値が異なるが、全ての工区で同程度の明度を有している。明度(L)が高くなった要因としては、除雪車のブレードにより、舗装表面の顔料が剥離し、骨材が露出したため、このような結果になったと考えられる。施工後二冬期間経過した明度(L)は、施工後一冬期間経過した明度(L)と比較して、若干高い値を示している箇所が見受けられるが、明度(L)は、全ての工区ではほぼ同程度の値を示しており、配合率による差異は見られない。

赤緑(A)の調査結果を図-6 に示す。施工後一冬期間経過の赤緑(A)は、ケース 1（顔料 3%、赤石 30%）が 5.0 程度、ケース 2（顔料 2%、赤石 20%）は 4.0 程度、ケース 3（顔料 1%、赤石 20%）およびケース 4（顔料 1%、赤石 10%）は 3.0 程度を示している。顔料の配合率を低下させることで、赤色傾向も低下することが確認できる。目視観察では、ケース 2（顔料 2%、赤石 20%）はケース 1（顔料 3%、赤石 30%）と同程度と評価できるが、ケース 3（顔料 1%、赤石 20%）およびケース 4（顔料 1%、赤石 10%）は、赤色傾向が少ない（黒っぽい）状況となっていた。施工後二冬期間経過の赤緑(A)は、施工後一冬期間経過の赤緑(A)と比較して若干高い値を示しているが、各工区においてほぼ同程度の赤色傾向を示す結果となった。目視観察においてもほぼ同程度と評価でき、年数が経過することで、全ての工区で同程度の赤色傾向を示す結果となった。

彩度(C)の調査結果を図-7 に示す。施工後一冬期間経

過した彩度(C)は、ケース 1（顔料 3%、赤石 30%）、ケース 2（顔料 2%、赤石 20%）が 7.0~9.0 程度、ケース 3

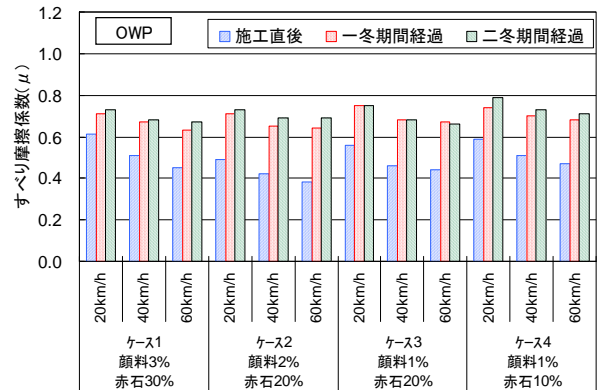


図-4 動的摩擦係数測定結果

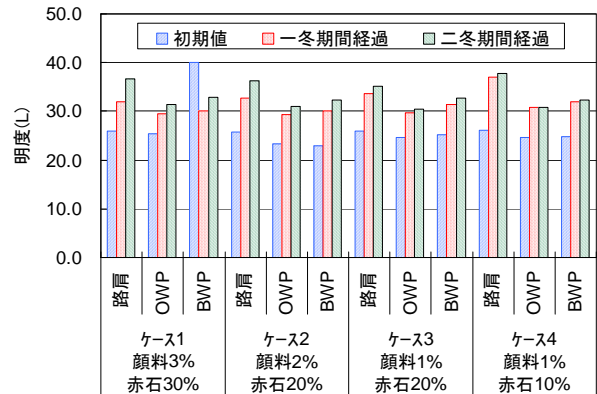


図-5 明度(L)の測定結果

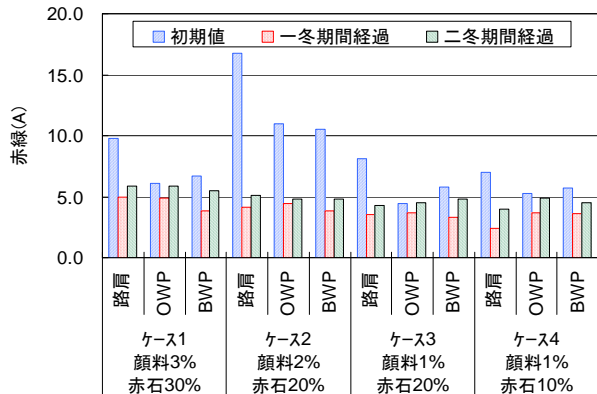


図-6 赤緑(A)の測定結果

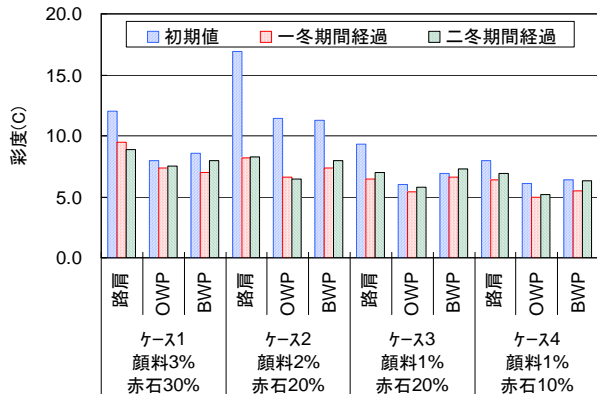
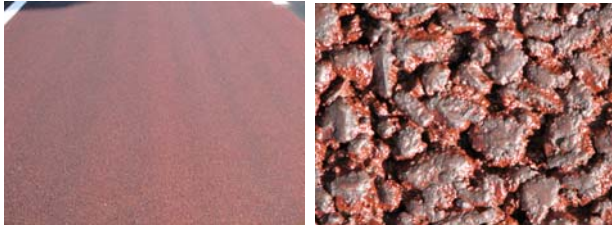
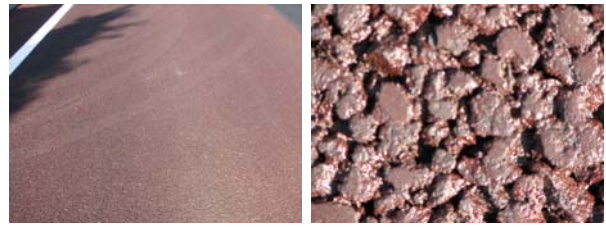


図-7 彩度(C)の測定結果

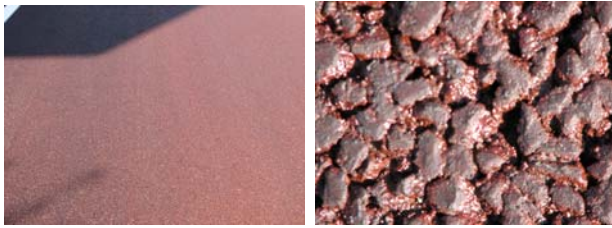
(顔料 1%、赤石 20%) およびケース 4 (顔料 1%、赤石 10%) は 5.0~6.0 程度を示している。顔料の配合率が 1% の箇所は若干鮮やかさに欠ける状況であった。施工後二冬期間経過の彩度 (C) は施工後一冬期間経過と同様の値を示し、目視による確認においても、顔料の配合率が 1% の箇所は、若干鮮やかさに欠ける状況であった。各工区における施工直後、施工後一冬期間経過、二冬期間経過の路面状況を写真-1~3 に示す。



ケース 1 (顔料 3% 赤色骨材 30%)



ケース 3 (顔料 1% 赤色骨材 20%)



ケース 2 (顔料 2% 赤色骨材 20%)



ケース 4 (顔料 1% 赤色骨材 10%)

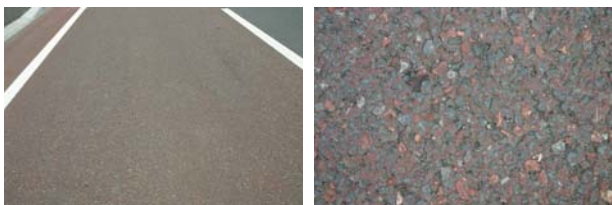
写真-1 施工直後の路面状況



ケース 1 (顔料 3% 赤色骨材 30%)



ケース 3 (顔料 1% 赤色骨材 20%)



ケース 2 (顔料 2% 赤色骨材 20%)



ケース 4 (顔料 1% 赤色骨材 10%)

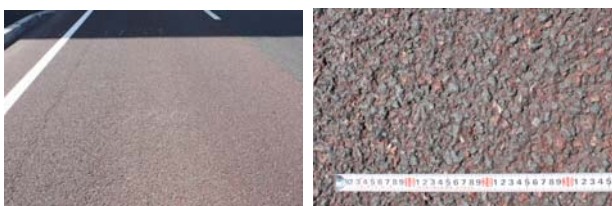
写真-2 施工一冬期間経過の路面状況



ケース 1 (顔料 3% 赤色骨材 30%)



ケース 3 (顔料 1% 赤色骨材 20%)



ケース 2 (顔料 2% 赤色骨材 20%)



ケース 4 (顔料 1% 赤色骨材 10%)

写真-3 施工二冬期間経過の路面状況

5. バスレーンを走行するドライバーの色彩認識度に関する調査

平成 18 年度に施工したカラーポーラスアスファルト舗装の追跡調査（施工後一冬期間経過）から、ケース 3（顔料 1%、赤石 20%）、ケース 4（顔料 1%、赤石 10%）の配合率について、赤緑(A)の数値が小さい値を示しており、適用の可能性を判断するためには、データ不足と考えられたことから、長い延長で試験施工を行い、バスレーンを走行する車両の交通状況から、ドライバーの色彩に関する認識度を調査した。

(1) 調査箇所

調査は一般国道 36 号札幌市豊平で実施した。調査平面図を図-8 に示す。1 工区にケース 1（顔料 3%、赤石 30%）、2 工区にケース 2（顔料 2%、赤石 20%）、3 工区にケース 4（顔料 1%、赤石 10%）、4 工区にケース 2（顔料 2%、赤石 20%）を設定した。本調査箇所においては、バス専用レーンとバス優先レーンが設定されており、各レーンで調査を実施している。

(2) 調査方法

- 計測方法：目視により車種別、時間別、車線別に連続観測する
- 調査日：5、10 日を除く平日（火、水、木）
- 調査時間帯：7：00～9：30（バスレーン規制時間）
- 車種分類：路線バス、実車のタクシー（バスレーン走行可能車両）と、一般車両（バスレーン走行可能車両以外の車種）で分類した

(3) 調査結果

調査結果を表-6 に示す。バス専用レーンの交通状況において、1 工区（ケース 1：顔料 3%、赤石 30%）と 2 工区（ケース 2：顔料 2%、赤石 20%）を比較すると、1 工区、2 工区共に路線バス、実車タクシーのバスレーン走行率が 93～95%程度となり、同程度のバスレーン走行率を示した。一般車両のバスレーン走行率は、1 工区、2 工区共に 14～17%程度を示し、追越車線走行率も 83～86%程度と同程度の走行率を示した。

バス優先レーンの交通状況において、3 工区（ケース 4：顔料 1%、赤石 10%）と、4 工区（ケース 2：顔料 2%、赤石 20%）を比較すると、3 工区、4 工区共に路線バス、実車タクシーのバスレーン走行率が 88～95%程度を示し、追越車線走行率は、58～63%程度と同程度の走行率を示した。以上の結果から、全ての工区において、一般車両のドライバーに対して色彩が認識されていると考えられる。

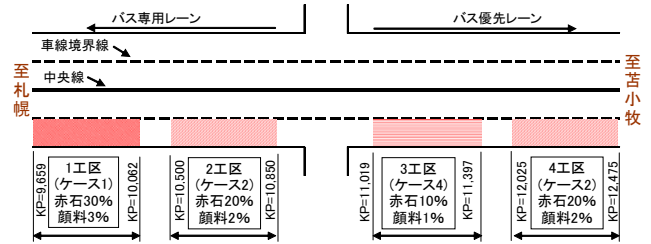


図-8 調査箇所平面図

表-6 色彩認識度調査結果

		バス専用レーン				バス優先レーン			
		1工区 (ケース1) 赤石30% 顔料3%		2工区 (ケース2) 赤石20% 顔料2%		3工区 (ケース4) 赤石10% 顔料1%		4工区 (ケース2) 赤石20% 顔料2%	
		一般 車両	バス タクシー	一般 車両	バス タクシー	一般 車両	バス タクシー	一般 車両	バス タクシー
走行車両合計		1,417	117	1,215	85	1,446	52	1,386	43
追越車線	走行台数	1,173	8	1,048	4	914	6	808	2
	走行率	83%	7%	86%	5%	63%	12%	58%	5%
バスレーン	走行台数	244	109	167	81	532	46	578	41
	走行率	17%	93%	14%	95%	37%	88%	42%	95%

表-7 コスト縮減率算出結果

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
	顔料3% 赤石30%	顔料2% 赤石20%	顔料1% 赤石20%	顔料1% 赤石10%
縮減率 (%)	—	17.1	26.2	34.3

※縮減率は、ケース1（顔料3%、赤石30%）を基準として、
m²当たりの材工費から概算で算出

6. コスト比較

本検討で実施した、配合率についてコスト縮減率を算出した。算出結果を表-7 に示す。ケース 1（顔料 3%、赤石 30%）の配合率と比較して、ケース 2（顔料 2%、赤石 20%）は 17.1%、ケース 3（顔料 1%、赤石 20%）は 26.2%、ケース 4（顔料 1%、赤石 10%）は 34.3%のコスト縮減率となった。

7. まとめと考察

施工後二冬期間経過時点の追跡調査の結果、以下のことを確認した。

(1) 舗装路面のわだち掘れ量

全ての工区において施工直後から二冬期間経過後の舗装路面のわだち掘れ量の推移は同程度であり、配合率による違いは見られない。

(2) 舗装路面の平坦性

舗装路面の平坦性についても、施工直後の規格値である 2.4mm 以下を満足しており、走行性に問題はないと考えられる。また、各工区の平坦性の差は、施工直後の転圧機械による舗装表面の仕上がりの影響によるものと考えられる。

(3) 回転式すべり抵抗測定器による動的摩擦係数

動的摩擦係数においては、全ての工区で0.6以上の良好な数値を示し、配合率の違いによる影響は見られない。

(4) 色彩色差計による色差計測

明度(L)は、測定箇所(路肩、OWP、BWP)により若干数値が違いますが、全ての工区でほぼ同程度の値を示し、色彩の認識度については問題ないと考えられる。

赤緑(A)は、施工後一冬期間経過では、顔料の配合率が小さい程低い赤色傾向を示していたが、施工後二冬期間経過では各工区で同程度の値を示し、配合率の違いによる赤色に対する認識度は時間の経過に伴い差が無くなる。

(5) 色彩認識度調査

色彩認識度調査結果から、ケース4(顔料1%、赤石10%)の配合率を使用しても、交通状況に大きな差が見られず、ドライバーにもバスレーンの存在を知らせることができていると考えられる。

(6) コスト縮減率算出

札幌開発建設部で標準として施工されているケース1(顔料3%、赤石30%)と比較して、ケース2(顔料2%、赤石20%)は17.1%、ケース3(顔料1%、赤石20%)は26.2%、ケース4(顔料1%、赤石10%)は34.3%のコスト縮減を図ることが可能である。

以上の結果から、ケース4(顔料1%、赤石10%)の配合率のカラーポーラスアスファルト舗装は、耐久性については標準のカラーポーラスアスファルト舗装と同程度と評価でき、色彩についても、色彩認識度調査から、バスレーンを走行するドライバーに認識されていると評価できる。コストについても、札幌開発建設部で標準として施工されているケース1(顔料3%、赤石30%)と比較して、材工費で34.3%コスト縮減を図ることが可能であることから、コスト縮減を考慮したカラーポーラスアスファルト舗装として適用可能であると考えられる。

8. おわりに

カラーポーラスアスファルト舗装の耐久性等の経過を継続的に観察する必要があるため、今後も追跡調査を実施していく予定である。

参考文献

- 1) 千葉, 田高, 安倍: コスト縮減を考慮したカラー排水性舗装に関する検討, 寒地土木研究所月報 No. 650, pp38~44, 2007. 7
- 2) 小栗, 高橋, 小山田: 札幌都心部のバスレーン・カラー舗装(委員会設置による検討要旨の紹介), 開発土木研究所月報 No. 517, pp66~71, 1996. 6
- 3) 社団法人日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧〔第1分冊〕, 平成19年6月