

# 白色人工骨材の温度低減効果に着目した アスファルト舗装の耐流動対策

玉井昭典<sup>1</sup>・西岡真一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>金亀建設株式会社 技術営業部

<sup>2</sup>金亀建設株式会社 技術試験室

## 1. はじめに

四国において、瀬戸大橋の開通、高速自動車道の建設等が進められ陸上輸送における貨物自動車の増加に伴い、交通量の増加が、交通センサスにも顕著に現れている。そのため、現道上における路面の損耗、破損、老朽化は以前より早く現れる傾向にあり、路面の維持、修繕の水準を上げなければ追いつかない状況である。特にアスファルト舗装路面の流動に起因するわだち掘れは問題であり、停車、発進を繰り返す交差点手前で最も多く、単路部の3倍程度発生していると報告されている<sup>1)</sup>。

四国の直轄道路における耐流動対策は、すべり止め対策として開発された密粒度ギャップ型的一种である四枝1号が耐流動対策舗装として適用されている<sup>2)</sup>。しかしながら、耐流動対策の検討を行った箇所は、南環状線と国道33号の交差点部分に位置し、当初の予想を上回る交通量の増加に伴い、現在の右折車線が設けられ、左折、直進、右折2車線の東向き4車線の交差点になっている。また、国道との交差であるため、交通混雑により車が渋滞し、停車、発進を繰り返し、常時路面に荷重が作用している様な状態である。

耐流動対策としては様々な工法等があるが、今回試験的に実施したのは、アスファルトバインダの改質や粒度による対策だけでなく、従来の黒色系アスファルト舗装に対して、白色骨材を用いた混合物を表層に用いることとした。本報は、白色骨材が夏季における舗装路面温度の上昇を抑制することができることに着目し、白色骨材を用いたアスファルト舗装の耐流動対策効果について追跡調査を実施した結果について報告する。

## 2. 現況状況

一般に耐流動対策を施す場合、Ds値の低い混合物を下層に残すと舗装全体が弱くなるといわれている。また、流動わだち掘れの影響範囲は、表面から15cmまでと推測されている。このため耐流動対策を設計する際は、最低10cmとすべきであり、特に载荷時間の長い交差点手前においては、15cm以上設計する必要があるといわれている<sup>3)</sup>。そこで、工事を実施するにあたり舗装構造を検討するため、現場において抜き取りコアによるホイールトラック試験を実施し、基層におけるDs値の確認および既設路面の横断形状(わだち掘れ量)について調査を実施した。結果は、表-1に示すように、基層混合物のDs値は測定不能とされる混合物があり、密度測定における空隙率も全体的に圧密により低下し、弱い混合物であった。また、わだち掘れも最大45mmと大きく、1~2年で補修を繰り返さなければならない状況であった。

表-1 事前調査結果

調査箇所 項目	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
空隙率 (%)	2.2	1.3	1.3	2.4	2.5	2.5
Ds値 (回/mm)	2739	636	558	1969	測定不能	測定不能
わだち掘れ量(mm)	7	23	26	11	40	45

### 3. 舗装施工断面およびアスファルト混合物の種類

交差点手前であるために耐流動対策としては 15cm 必要であるが、表層混合物の粗骨材に白色骨材を用いることによる夏場の路面温度低減効果を期待し、図-1 に示すとおりとした。

試験施工の舗装混合物の種類は、表層(5cm)は、旧建設省四国地方建設局の耐流動対策用ギャップ(最大粒径 13mm)タイプであり粗骨材に白色の人工骨材を使用したものである。基層(5cm)は、粗粒度Asc(耐流動対策用 改質II型アスファルト使用)とした。各混合物の配合割合、骨材粒度、性状は、表-2~4 に示すとおりである。

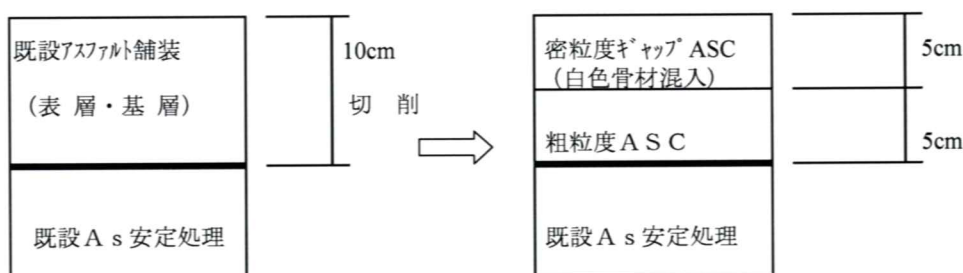


図-1 舗装施工断面

表-2 配合割合 (重量比)

混合物種類	配合割合 (%)							
	砕石 5号	砕石 6号	白色骨材 6号	砕石 7号	粗砂	細砂	フイラー 石粉	As 改質As
密粒度ギャップASC		30.3	27.8	—	12.1	16.7	7.5	5.6
粗粒度ASC	21.4	32.2	—	17.6	9.5	9	5.2	5.1

※ 配合比は重量比であり白色骨材の割合は骨材容積比で35%である。

表-3 骨材粒度

混合物種類	ふるい目(mm)	26.5	19.0	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
密粒度ギャップAsc	通過百分率 (%)		100.0	97.4	41.3	36.5	24.8	15.9	9.1	6.8
	粒度範囲 (%)		100	95-100	33-45	30-40	20-30	—	5-12	4-8
粗粒度Asc	通過百分率 (%)	100.0	98.3	79.5	45.6	27.8	18.5	11.4	6.5	4.9
	粒度範囲 (%)	100	95-100	70-90	35-50	20-35	11-23	5-16	4-12	2-7

表-4 混合物の性状

混合物種類	アスファルト量 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	空隙率 (%)	飽和度 (%)	安定度 KN	フロー値 (1/100cm)	DS値 (回/mm)
密粒度ギャップ	5.6	2.165	5.4	68.4	10.14	29.3	7875
基準値			4-7	65-85	7.35以上	20-40	3000以上
粗粒度ASC	5.1	2.352	4.5	72.0	11.48	30.7	9000
基準値			3-7	65-85	4.90以上	20-40	3000以上

#### 4. 白色骨材について

使用した白色骨材は、1956年デンマークの科学者の発明による人造鉱物で白色で耐摩耗性があり、特にアスファルト舗装の明色化とすべり抵抗を増大する特性を持つ。この骨材は、ヨーロッパをはじめ各国で道路性能の向上、安全対策、交通流の抑制、美観上等に賞用されている。主成分は、けい砂と石灰でこれを高温回転炉で溶融体とし冷却後再び処理してその溶融体を無数の結晶集合体に変化させた白色の粒子で、この粒子の中に小気泡がそのまま存在して蜂の巣状になっているのが特徴である。白色骨材の性状は、表-5に示すとおりである。

表-5 白色骨材の性状

項目	試験値	規格
表乾比重 (g/cm <sup>3</sup> )	2.021	1.95 以上
見かけ比重 (g/cm <sup>3</sup> )	2.057	1.95 以上
吸水率 (%)	1.2	2 % 以下
すりへり減量 (%)	21.7	27 % 以下
安定性 (%)	0.2	2 % 以下
色相	白	白
硬度	7.5	7 以上

#### 5. 追跡調査

##### (1) 調査項目

追跡調査項目および調査方法は、表-6に示す通りで、施工直後、3ヵ月後、6ヵ月後、1年後、2年後、3年後の3年間実施した。なお、舗装体の温度測定は夏季とし施工後1年から実施した。

表-6 調査項目および試験方法

調査項目	試験方法	備考
密度・空隙率	抜き取りコア	調査箇所各3個
横断形状	横断プルフィルメータ	調査区間3箇所
縦断形状	縦断プルフィルメータ	各車線毎
すべり抵抗	ポータブルテスタ(BPN)	調査区間6箇所
路面のテクスチャー	ミニテクスチャメータ	各車線毎
温度測定	電子式温度記録計	舗装体内部
ひびわれ測定	スケッチ法	調査区間

## (2) 調査結果

調査結果は、表-6に示した調査項目のうち、いくつかの結果について報告する。

### 1) 横断形状(わだち掘れ)

供用期間とわだち掘れの関係を図-2に示す。施工時期が夏季前であり現道の補修工事のため、交通開放における初期変形量が多少見られた。また、初期はアスファルト皮膜により路面が白色を呈してないことより、3ヵ月後までは少し変形量が大きかったが、その後全体的に路面が白色になったことにより、変化量は2mm~6mmであり大きな変化も見受けられない。なお、現在まで供用開始後11年経過しているが、目視において大きなわだち掘れは生じていない。

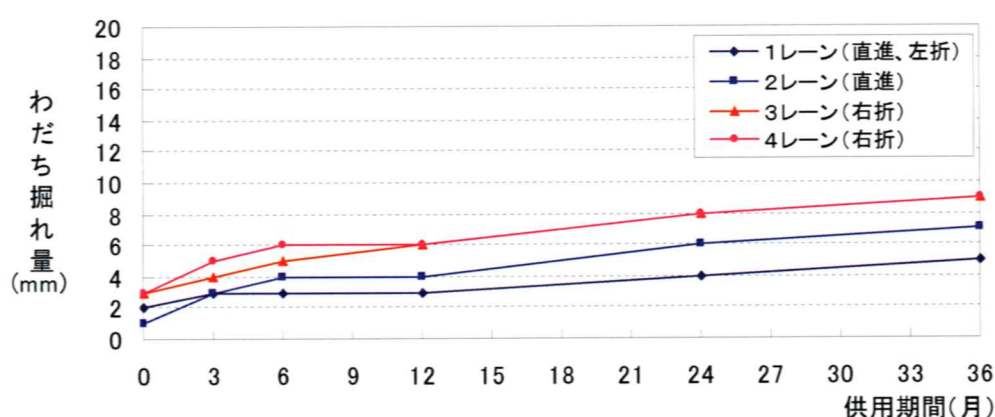


図-2 供用期間とわだち掘れ量

### 2) 平坦性

供用期間と平坦性(平坦性)の関係を図-3に示す。施工当初における平坦性の標準偏差は、測定距離が100mと短いこと、路面表示の影響で必ずしも良い値ではない。しかしながら、追跡調査の結果は、交差点手前で車両がブレーキをかける箇所であるにもかかわらずコルゲーションの発生も見られず、施工直後と比べて形状変化はほとんど生じていない。

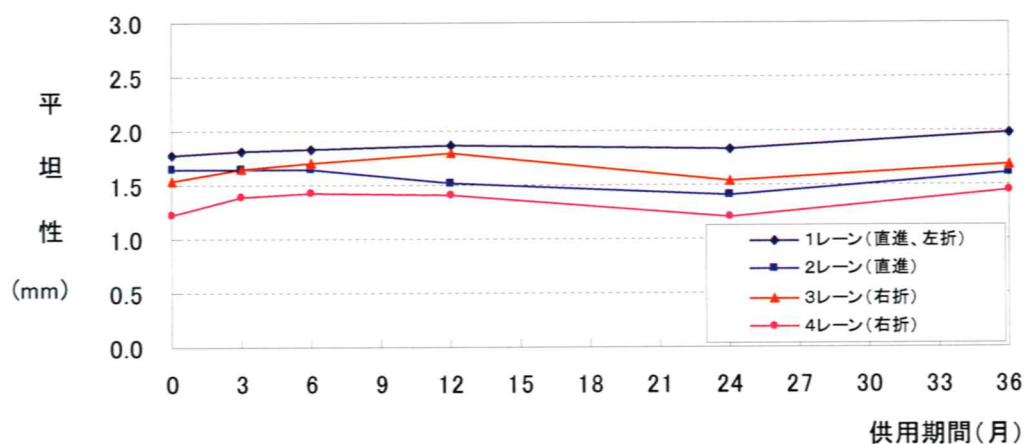


図-3 供用期間と平坦性

### 3) 温度測定

白色骨材を使用した舗装は、表面が白色を呈することにより通常のアスファルト舗装と比較して舗装体の温度が低いことが予想される。この温度特性から耐流動に効果がある点に着目し、通過車両により路面が白色となった施工後約1年経過した夏季において測定した。なお、比較のため、通常のアスファルト舗装（砂岩系混合物）における温度も同時に測定を行なった。温度測定は、CA熱電対を用いて舗装体表面下2cm、5cm、10cm、の3点に埋設し、印字式温度記録計を使用し測定した。また、外気温測定は、地上1.2mの位置で測定を行なった。

舗装体表面下2cm、5cm、10cmにおける路面の温度変化は、図-4、5、6に示すとおりである。表面下2cmにおいて白色骨材を用いた混合物は、通常混合物と比較して、1日を通じて低い温度を示している。特に気温の上昇によって顕著となり、12:00~20:00では5~7℃低い結果で、最高温度も通常混合物は55℃以上であるが、白色骨材を用いた混合物は50℃以下であった。表面下5cm、10cmの測定結果も同様の傾向を示している。その結果、通常舗装と比較して白色骨材を用いた舗装は、舗装体の温度上昇を抑えることができ、耐流動効果が期待できるものである。

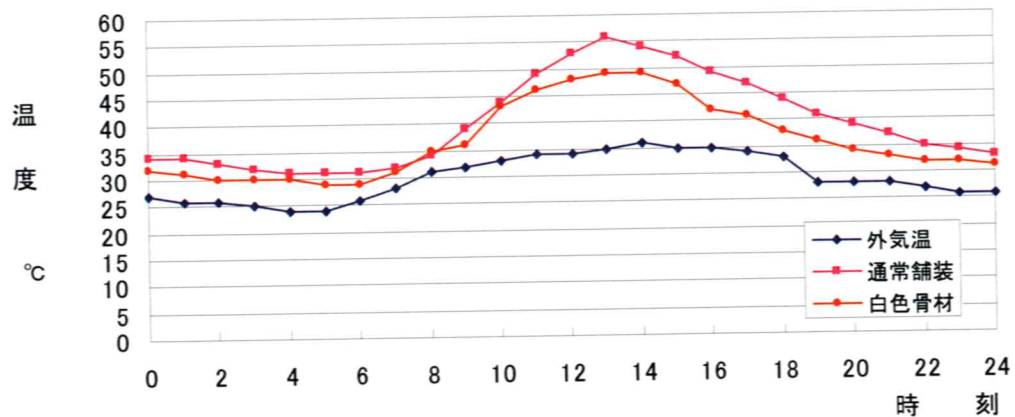


図-4 表面下 2 cm の温度変化

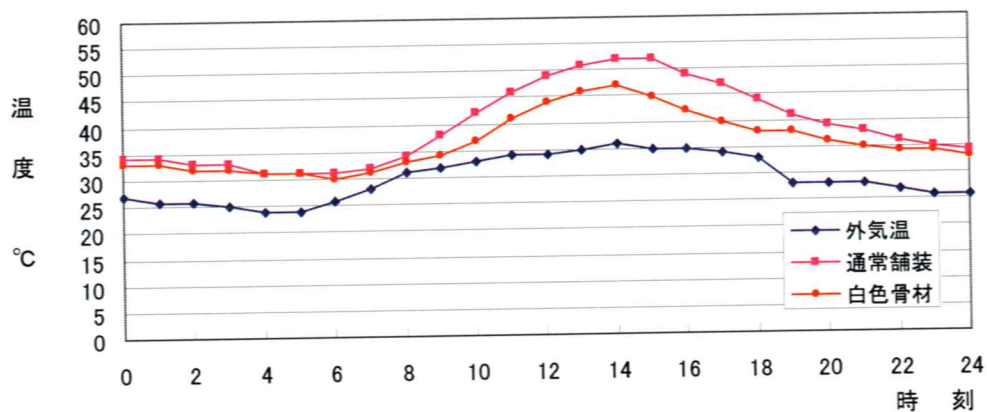


図-5 表面下 5 cm の温度変化

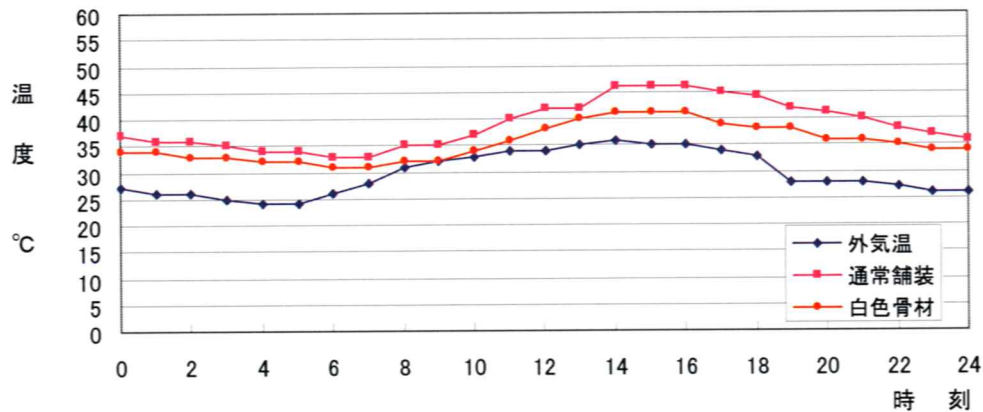


図-6 表面下 10 c mの温度変化

### おわりに

白色の人工骨材を用いた混合物を使用し、その効果について追跡調査を実施した結果を簡単に報告した。今回の調査で、白色の人工骨材を用いた混合物は、路面が少し白っぽくなった時点より効果は徐々に現れ、温度測定によっても路面温度の上昇を押さえ、耐流動対策として有効な手段であることが確認できた。また、通行車両によって路面が自然に白色を呈するまで、白色骨材の特性が生かされないことが予想され、初期より路面を白くするためショットブラストを施すと更に効果が期待できるものと思われる。

今後、本報の調査以外に、都市部で問題となっているヒートアイランド現象の原因の 1 つである舗装体の温度抑制効果、視覚による交差点の明確化、照明効果など検証をおこなない、建設当初は高価ではあるが、トータルコストで検討することによって汎用性も広がるものと思われる。さらに、今回は白色の人工骨材を用いたが、混合割合を工夫することにより、安価な石灰石などの材料を用いた混合物の検討も必要であると思われる。

最後に、試験施工、調査に際して、ご指導ご協力をいただいた松山市都市整備部、ならびに関係各位に謝意を表します。

### 〔参考文献〕

- 1) 溝口：わだち掘れの現況と対策，建設資材ガイド，pp.115～121，昭 60
- 2) 河渕久：四国の直轄国道における耐流動対策舗装の現状について，改質アスファルト No. 7，pp.4～9，1996
- 3) 森，金田，新留：舗装の層構成と流動わだち掘れ，舗装，pp.23～32，1990