

V-64

光反射型舗装の施工事例について

千葉県土木部道路維持課 竹下 清純 鹿島道路東京支店 関 政己
千葉県八日市場土木事務所 野瀬 則夫 鹿島道路技術研究所 正会員 ○佐野 充輝

1. はじめに

自動車の普及台数の増大とともに、依然として社会的な問題となっているのが交通事故であり、そのうち重大事故の大半は交差点部でかつ深夜に発生しているのが現状である。このような状況の中で、夜間における舗装の視認性を向上させ、より快適で安全性等の機能を有する舗装を目的として、「光が当たると浮かび上がるような舗装」（以下、光反射型舗装と称す）を、千葉県八日市場市内の交差点部に施工したので、その概要について報告する。

2. 光反射型舗装の概要

光反射型舗装が具備すべき特性は、①夜間の視認性を向上させるもの ②施工直後から反射性能を有するもの ③施工直後の反射性能を長期にわたり維持できること ④経済性を考慮したもの 等が挙げられる。

今回の光反射型舗装は、車道部3種、歩道部1種の計4種類を考えることとし、光を反射させる材料としてガラス塵材、蛍光チップ、およびガラスビーズ等について検討したが、反射効率、経済性、安全性等に優れたガラスビーズ、およびセラミック系骨材を選定した。それらの性状値を表-1に示す。

また、図-1に示すように、ガラスビーズは $1_0 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow 1_1$ と光が伝播し入射方向に反射する再帰反射を、セラミック系骨材は $1_2 \rightarrow D \rightarrow 1_3$ と光の入射した方向のみならず反射拡散する乱反射特性をとそれぞれ異なった反射特性を有する。今回施工した4種類の光反射型舗装の構成および性状を表-2に示す。

A, B, Cタイプの舗装は、MMA系樹脂を結合材としたレジンコンクリートで、Dタイプのみが脱色アスファルトを結合材とし、白色顔料を用いて明色化した加熱アスファルト混合物である。このDタイプに用いるアスファルト系混合物は、密粒度アスファルト混合物1.3mmを基本とし、細骨材の一部をガラスビーズに置き換えて従来のマ-

ーシャル安定度試験により配合設計を行った。
また、この舗装の色調は、交通安全上の配慮（区画線を視認できるような明度でなければドライバーに心理的な不安感を与える）から、一般的なコンクリート舗装の明度に合わせた。

各々の光反射型舗装の反射特性は、室内供試体レベルでの評価だけでは不十分であると考え、試験施工によって施工性、すべり抵抗性等とともに評価・確認することとした。

3. 光反射性能の評価

光の反射程度は、光学的な観点から再帰反射係数Rによるものと、人の感覚的な判断による官能検査によって評価した。再帰反射係数Rは、JIS Z 9117「安全用反射シートおよびテープ」に示される反射性能試験に基づき、次式によって求めた。

$$R \text{ (cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^2\text{)} = \frac{I}{E \cdot A} = \frac{L}{E}$$

E：入射光に垂直な試験片平面上的照度（ lx ）
A：試験片の断面積（ m^2 ） I：観測方向の光度（ cd ）
L：試験片から反射された輝度（ $\text{cd} \cdot \text{m}^2$ ）

表-1 光反射材の性状

ガラスビーズ		セラミック系骨材（黒色）	
比重（ 20°C ）	2.5	真比重	3.2
屈折率（ n_c ）	1.62	磨比磨	2.3
軟化温度（ $^\circ\text{C}$ ）	720	色調	黒色
硬さ（ μm ）	6.6	化学成分	Si, Al, Ca, N, O

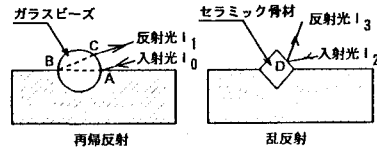


図-1 反射特性モデル

表-2 光反射型舗装の構成および性状

舗装タイプ	Aタイプ 樹脂系混合型	Bタイプ 樹脂系シート型	Cタイプ 樹脂系セラミック型	Dタイプ アスファルト系混合型
適用	車道部	車道部	歩道部	車道部
反射特性	乱反射+再帰反射	乱反射	再帰反射	再帰反射
反射材	セラミック系骨材 +ガラスビーズ	セラミック系骨材	セラミック系骨材 +ガラスビーズ	ガラスビーズ
性状・配合	MMA系樹脂のアスファルトに代替して、白色顔料を用いて明色化した加熱アスファルト混合物に、密粒度アスファルト混合物1.3mmを基本とし、細骨材の一部をガラスビーズに置き換えて従来のマ-	すべり止め用MMA系樹脂をベースとし、白色顔料を用いて明色化した加熱アスファルト混合物に、密粒度アスファルト混合物1.3mmを基本とし、細骨材の一部をガラスビーズに置き換えて従来のマ-	セラミック系骨材を利用した再帰反射型レジンコンクリートに、密粒度アスファルト混合物1.3mmを基本とし、細骨材の一部をガラスビーズに置き換えて従来のマ-	脱色アスファルトを結合材として、白色顔料を用いて明色化した加熱アスファルト混合物に、密粒度アスファルト混合物1.3mmを基本とし、細骨材の一部をガラスビーズに置き換えて従来のマ-
舗装構成				
凡例	○：ガラスビーズ（白色） □：セラミック系骨材（白色） ◇：セラミック系骨材（黒色） —：プライマ			

4. 光反射型舗装の施工結果

光反射型舗装の試験施工の結果、各舗装材料の混合性、施工性、仕上がり性能等はそれぞれ良好な結果を示した。すべり抵抗性は、各舗装タイプでそれぞれBPN 60以上を満足しており、特にA、Bタイプにおいては74、84と良好な性状が得られた。

また、Dタイプは、室内配合設計の段階において、ガラスビーズ量 15% 白色顔料1%の配合（以下、配合 15-1%）、ガラスビーズ量10% 白色顔料2%（以下、配合 10-2%）を選定しており、ほぼ同程度の明度、再帰反射係数であったが、試験施工の結果では、再帰反射係数が、配合 10-2%＞配合 15-1%の結果が得られたことにより、Dタイプは配合10-2%を採用することとし、図-2 に示すように現場施工を実施した。

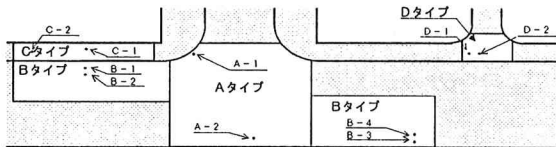


図-2 施工平面図

施工直後に図中に示すように各工区の測点において光反射性能の測定を実施した結果を表-3に示す。その結果から、夜間に測定した再帰反射係数は、Dタイプ＞Cタイプ＞Aタイプ＞Bタイプとなり、試験施工の測定結果とほぼ同等の結果を示した。

交差点部に施工したA、Bタイプは、C、Dタイプと比較し再帰反射係数は低い値を示すものの、昼間、夜間に実施した人間の官能検査の結果、乱反射の機能がよく発揮されており、光源や視認位置の変化によって「キラキラ」するのが認識され、視認性は良好であると判断された。夜間においてこの「キラキラする舗装体」に進入する際に、減速する車両も見受けられており、交差点にさしかかったドライバーに注意を喚起する効果が十分認められた。

また、Dタイプの光反射性能は、図-3に示すように室内配合設計時の再帰反射係数の測定結果とほぼ同程度の値で推移し、通常の（黒色）アスファルト舗装の再帰反射係数 $0.5 \sim 1.0 \times 10^{-2}$ 程度に対して $10 \sim 30$ 倍程度の高い値を示しており、「光が当たると白く浮かび上がる舗装」のように確認された。

以上の結果から、光反射型舗装は、ドライバーが舗装をより確実に視認できることが確認され、交差点部、急カーブ等での交通事故減少に大きく貢献することが期待される。

5. まとめ

今回の施工で、光反射型舗装による舗装体の視認性向上効果は確認できた。今後は光反射型舗装の効果・機能維持の点から追跡調査を実施し、長期に亘る供用性・耐久性を評価していきたいと考えている。当該工事の光反射型舗装施工に協力いただいた関係各位に改めてお礼を申し上げます。

表-3 再帰反射係数測定結果

評価箇所	試験施工時		11月追跡調査（供用直後）	
	入射角30°	入射角85°	入射角30°	入射角85°
Aタイプ	A-1	4.1	3.3	3.4
	A-2		4.2	3.2
	平均		3.8	3.3
	B-1		4.1	2.4
Bタイプ	B-2	3.7	2.8	2.3
	B-3		3.1	2.7
	B-4		3.4	3.4
	平均		3.4	2.7
Cタイプ	C-1	11.0	11.5	7.8
	C-2		11.0	8.1
	平均		11.3	8.0
	D-1		12.8	8.5
Dタイプ	D-2	13.1	12.9	7.8
	平均		12.9	8.2

※1 データはすべて夜間での測定結果を示す。

※2 再帰反射係数の測定は、人間の歩行時の路面を見る角度である30°と車両走行時に路面を見る角度である入射角85°について測定した。

※3 通常のアスファルト混合物（黒色）の再帰反射係数は、入射角に関わらず $R=0.5 \sim 1.0$ ($\text{cd} \cdot \text{x}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)であった。

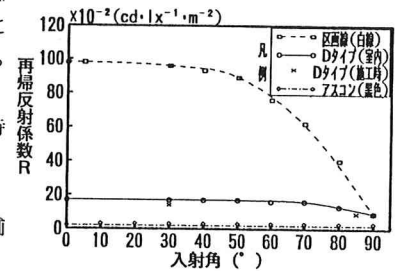


図-3 入射角と再帰反射係数の関係



写真-1 路面状況