

紫外線吸収剤による景観舗装用可撓性エポキシ樹脂の黄変抑制効果の評価結果

日進化成株式会社 正会員 ○櫻井 博章
日進化成株式会社 正会員 焼山 明生

1. はじめに

樹脂モルタル景観透水性舗装とは、エポキシ樹脂と珪砂や自然石といった骨材を混合したモルタルをコテや施工機械で敷き均すものである。これは、自然石の美しさや色調が活かされた景観舗装であるため、公園や庭園などで施工されている。

この工法に使用するエポキシ樹脂は、1分子中に2個以上のエポキシ基を持つ主剤と硬化剤の反応により高分子化する熱硬化性樹脂の一種である。図-1にビスフェノールA型エポキシ樹脂の構造を示す。この両端の官能基がエポキシ基であり、硬化剤と反応させ高分子化したものが硬化物となり骨材を接着するため、舗装に使用されている²⁾。しかし、エポキシ樹脂は供用中に黄変してしまう。この黄変は、エポキシ樹脂のベンゼン環の紫外線吸収により発生するラジカルが樹脂を酸化させ発色団を形成してしまうことが原因と考えられる。

本報文では、黄変対策として、エポキシ樹脂に紫外線吸収剤を添加した結果について述べる。

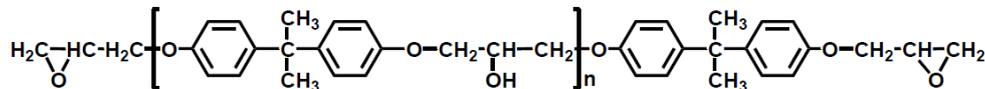


図-1 ビスフェノールA型エポキシ樹脂の構造

2. 使用材料と試験項目

本検討ではモルタル用エポキシ樹脂（以下、エポキシ樹脂）に対して、ベンゾトリアゾール系の紫外線吸収剤2種類を任意の配合（添加量0.1%,0.3%,0.5%）で混合して、表-1に示す試験を行った。紫外線吸収剤は、エポキシ樹脂に混合して相溶する必要があるため、液体であるものを採択した。

促進暴露試験は、樹脂のみをシート状に加工したもの（以下、樹脂シート）及び自然石と混合した樹脂モルタル（使用骨材は庵治石、粒径5mm、樹脂量6%）に対して行い、各照射時間後に色彩色差計により評価した。

樹脂物性の評価は、紫外線吸収剤の添加による樹脂の硬化性への影響を確認するために行った。

表-1 試験項目

試験項目	備考	
促進暴露試験	ウェザーメーター使用、キセノンランプ照射時間50,100,200h後に色彩色差計で評価	
樹脂物性	引張強度	JIS K 6911に準拠
	伸率	4号ダンベル、厚さ3mm、材齢7日、試験温度23℃
	ポットライフ	混合試料100gの最高発熱までの時間の70%

3. 樹脂物性試験結果

樹脂物性の評価結果を表-2に示す。表-2より、エポキシ樹脂単体と紫外線吸収剤を添加したものの樹脂物性を比較すると、試験結果に差異はほぼ見られなかった。つまり、添加した紫外線吸収剤は樹脂の硬化性に影響を与えていないことが示された。

表-2 樹脂物性評価結果

	エポキシ樹脂	紫外線吸収剤A			紫外線吸収剤B			
		0.10%	0.30%	0.50%	0.10%	0.30%	0.50%	
引張強度	N/mm ²	11	10	10	10	11	10	
伸率	%	122	122	132	120	122	125	133
ポットライフ	分	19	19	19	19	19	19	19

キーワード：エポキシ樹脂、紫外線劣化、紫外線吸収剤

連絡先：〒336-0032 埼玉県さいたま市南区沼影 1-17-25 日進化成株式会社 技術研究所 TEL 048-845-7661

4. 促進暴露試験及び色彩色差計による黄変評価結果

4.1 樹脂シートに対する黄変評価結果

樹脂シートに対する促進暴露試験後の色彩色差測定結果を図-2に示す。また、供試体を写真-1に示す。

色彩色差測定では、測定で得られる L^*, a^*, b^* 値から算出される色差 ΔE^* と黄変の度合を示す Δb^* (+方向に値が大きいと黄色の度合が大きい) に着目した。図-2より、紫外線吸収剤を添加することで、 ΔE^* と Δb^* が低くなっており、色の変化及び黄変が抑制できていることが示された。また、添加量を増加させることで、色の変化及び黄変をさらに抑制でき、エポキシ樹脂単体の30~40%ほど黄変を抑制した。

4.2 樹脂モルタルに対する黄変評価結果

樹脂モルタルに対して同様の評価を行った結果を図-3に示す。また、供試体を写真-1に示す。

図-3より、樹脂モルタルの場合では自然石の色調及び凹凸が測定結果に影響を与えているのか、 ΔE^* 及び Δb^* による評価が困難であった。しかし、紫外線吸収剤 B を0.5%添加したものは、明らかにエポキシ樹脂単体と比較して ΔE^* と Δb^* が低い値であり、200時間照射後では Δb^* が15%ほど低く、黄変を抑制した。

4.3 紫外線吸収剤による黄変抑制効果の違い

紫外線吸収剤 A と B の比較を行うと、紫外線吸収剤 B の方が黄変抑制効果が高い結果であった。これは使用した紫外線吸収剤の分子構造が原因と推定される。紫外線吸収剤はいずれもベンゾトリアゾール系であり、紫外線の吸収により図-4に示す構造変化が起こる。構造変化後、熱エネルギーを放出することで紫外線吸収前の構造に戻るのだが、それまでの間は酸素原子が負に帯電している。この負に帯電した酸素原子は反応性を持ち、エポキシ樹脂と反応して着色してしまう。この酸素原子の反応性は隣接する置換基 R が大きいほど、分子内の立体障害により低下するため、紫外線吸収剤 A と B では置換基 R の大きさが $R_A < R_B$ であるため、促進暴露試験後による色彩色差測定結果では紫外線吸収剤 B の方が黄変抑制効果が高くなったと考えられる。

5. まとめ

本報文では、紫外線吸収剤によるエポキシ樹脂の耐候性の向上と促進暴露試験及び色彩色差計による黄変抑制効果の評価を行った。黄変抑制効果は紫外線吸収剤の分子構造が影響を与えていることが示された。本報文の知見が、特に黄変に注意が必要な淡色系自然石の樹脂モルタル設計時に、活用していただければ幸いである。

参考文献

- 1) 一般社団法人 樹脂舗装技術協会 可撓性エポキシ樹脂モルタル工法要領書 2012 年度版
- 2) 焼山 明生 雑誌「舗装」2014年8月号 原材料の科学 第5回 エポキシ樹脂



図-2 樹脂シートの色彩色差測定結果

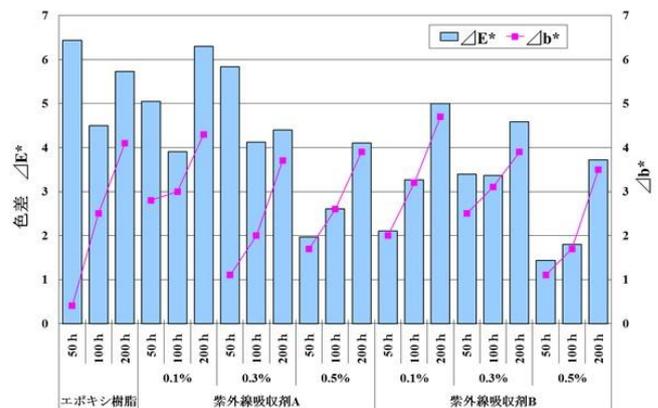


図-3 樹脂モルタルの色彩色差測定結果



写真-1 紫外線吸収剤 B を使用した際の供試体
樹脂シート：左から添加量 0%, 0.1%, 0.3%, 0.5%
樹脂モルタル：左から添加量 0%, 0.5%, 試験前



図-4 ベンゾトリアゾールの構造変化