

紫外線硬化型樹脂の材料特性を生かした補修・補強対策

大日本インキ化学工業(株) 正会員 ○野中眞一 (株)十川ゴム 正会員 井田剛史
三井造船鉄構工事(株) 正会員 連 重俊 中央大学 正会員 平野廣和

1. はじめに

繊維強化プラスチック（FRP）は、汎用性、強度、耐食性などの長所によって土木構造材料としての用途が注目されている。しかしながら、構造物の補強・補修に用いられる材料は、現場での配合の必要性や臭気、または硬化時間が長く作業性に多くの課題がある。一方、道路橋上の付属物、特に標識柱などは、免震構造の変更や交通量の増大に伴い、様々な振動を受け、金属疲労によるクラック発生など、その対策は急務となっている。現場での施工が前提であるこのような用途に対し、作業性に優れる紫外線硬化型樹脂での補強¹⁾を提案すべく検討を行った。

2. 設計条件

道路橋上の標識柱や照明柱などの補強工法としての要求性能は、
①施工時間が短く簡便である ②軽車両での材料運搬が可能
③現場での配合を必要としない ④緊急車両の通行が可能
⑤環境に優しい材料である ⑥顕著な補強効果を有する
等が考えられる。これらを満足する材料であれば、交通規制を最低限の条件で行うことが可能であり、かつ作業時間の短縮化によって、施工にかかるトータルコストの大幅な削減が期待できる。（図1）
これらを満足できる材料として、紫外線硬化型樹脂を提案する。

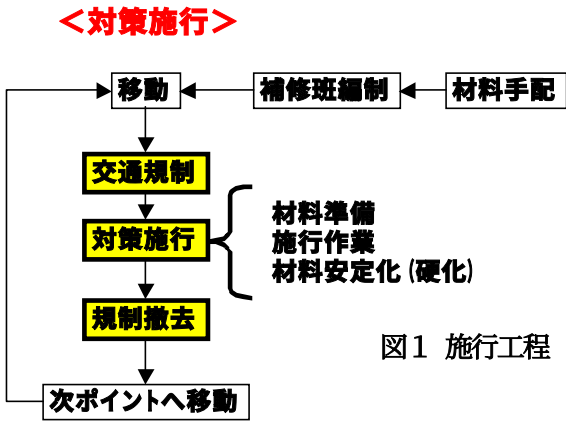


図1 施工工程

3. 紫外線硬化型樹脂の材料特性

紫外線硬化型樹脂は一般的にFRPのマトリックスとして用いられる熱硬化型樹脂に紫外線硬化剤を溶解した樹脂とガラス繊維によって構成され（図2）、その特徴としては、
A；現場での配合不要 B；自然光で硬化
C；シート状で運搬容易 D；ほとんど臭気なし
等が挙げられる。一般的に補強等に用いられるエポキシ樹脂やビニルエステル樹脂をロールやスプレーで施工する場合、保存性の悪い硬化剤を持ち込み、現場にて調整配合しなければならず、臭気の問題もある。また、硬化が遅く温度にも大きく影響するなどの問題もある。本材料は自然光によって容易に硬化させることができる（表1）。

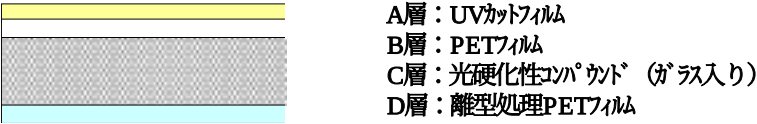


図2 材料構成

表1 自然光による硬化性

光源	照度条件	温度	硬化時間(参考)	紫外線強度(380~400nm)
太陽光	晴天時	4~9月	10~40分	3~1.0mW/cm ²
		10~3月	20~50分	1~5mW/cm ²
	曇外日陰		60~80分	0.5~1.5mW/cm ²
	曇天時		90~120分	0.4~1.0mW/cm ²

3-1.硬化性（温度依存と紫外線照射条件）

現場施行の場合には、標識柱などの鋼材表面温度は夏期で60℃、冬季で-10℃となる。紫外線硬化型樹脂は基本

的には紫外線の照射のみにより硬化するため、これらの温度による影響は小さく、夏期冬季いずれの場合も約30分以内には硬化する（図3）。また、自然光では紫外線強度が不安定なため、実施行では人工光源であるケミカルランプを使用することとし、その照射距離は10cm以内にすることで、同様の時間で硬化させることができる（図4）。

3-2.硬化物特性

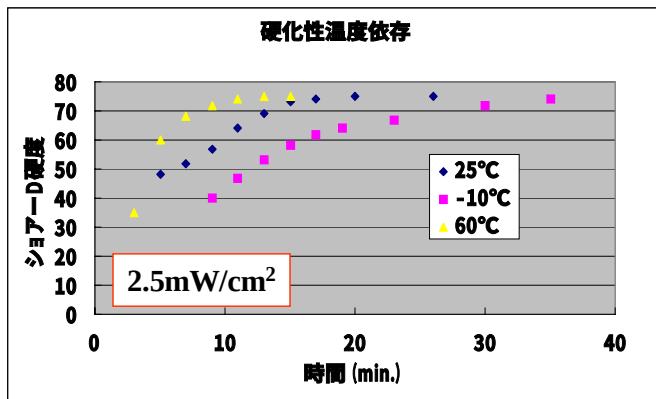


図3 硬化性温度依存

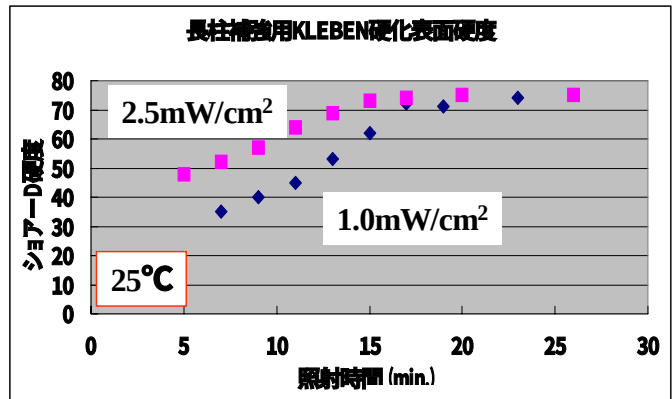


図4 硬化性照射量依存

硬化後の材料特性として引張強度および引張弾性率を測定した。-10°Cから60°Cまでのそれぞれの温度依存性を図5に示す。長柱補強用材料としてモデル実験から4GPa以上の弾性率が必要と考えられ、図6のようにマトリックス変更等により、より温度依存性が少なく、60°Cでも4GPa以上の弾性率を保持できる材料とした。

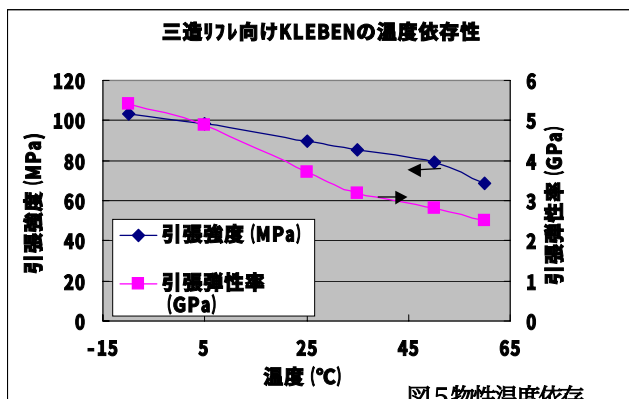


図5 物性温度依存

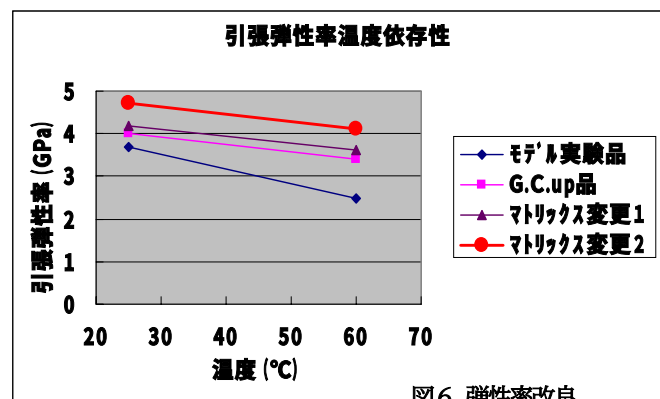


図6 弾性率改良

3-3.その他の特性

紫外線硬化型樹脂の鋼材に対するせん断接着力は3.1N/mm²であり、かつ硬化時の線収縮率は1～2%、硬化物の引張伸び率は約2%と、鋼材の伸縮に充分追従できる性能を有する。

また、施工性についても現場で配合を行うことなく、任意の形状にはさみやカッターを使用して容易に切断でき、貼り付け面の保護フィルムを剥がし、所望の基材面に泡を抜きながら貼り付け、その後、簡易的な紫外線照射装置を用いて短時間で硬化させることができるという特徴を有している。（写真1）

4. まとめ

構造物の補強・補修作業においては、施行場面での作業時間および作業の煩雑さなどが、施行全体におけるコストに大きく影響される。本検討における光硬化型樹脂を補強・補修作業に用いた場合には、簡易作業で、かつ短時間での施行が可能であり、トータルコストとして安価な工法を提供することができる。本研究は、中央大学、愛知工業大学、三井造船鉄構工事(株)、(株)十川ゴム、中井商工(株)、大日本インキ化学工業(株)との共同研究成果の一部である。

参考文献 1) 連他：紫外線硬化型樹脂による補強対策を施した長柱の疲労実験，土木学会第57回年次学術講演会，I部門，2002.9

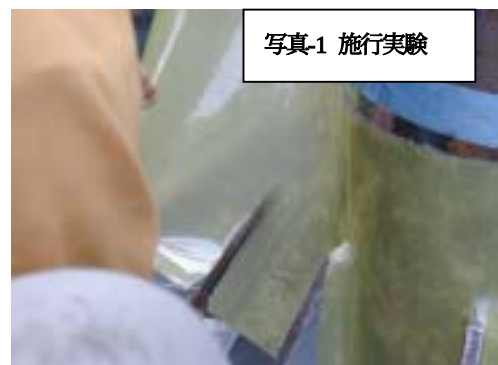


写真-1 施行実験