

橋梁付属物の補強・補修に用いる紫外線硬化型樹脂の接着性の検討

中井商工(株) 正会員 大石泰己 中井商工(株) 正会員 丸田光政
大日本インキ化学工業(株) 正会員 野中眞一

1. はじめに

橋梁上に設置されている付属施設は交通荷重による振動を受けるため疲労損傷を生じる可能性が高くなっている。特に長柱構造である標識柱や照明柱等の補強対策が各分野で検討され始めており、カーボン系繊維やアラミド系繊維を巻き付けて樹脂で固める方法などが最近提案されている。これらの材料は近年、土木構造の補強・補修材料としての用途が注目されつつあるが、補修・補強は共用化で施工となることから交通環境等の制約で短時間施工が望まれ、かつ振動下での作業となるため長時間の養生期間を必要とする2液反応型樹脂や塗装を伴う補修は長期の交通規制が必要となる。また現場施工を行う場合、硬化時間の長さや被着体との接着性及び作業性の確保に課題が多く残されているのが現状である。本稿では紫外線硬化型樹脂に着目し時間経過による硬度変化及び既存構造物との接着性について試験を行い、その結果を報告する。

2. 硬化特性

紫外線硬化樹脂は、硬化防止のために図-1に示すような積層構造となっている。ここでA層はUVカットフィルム、B、D層は形状保持のためのPETフィルムで主材料のFRPをサンドイッチ状に挟み込んでいる。C層がガラス繊維入りの光硬化型コンパウンドであり、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ている。硬化性については図-2に、紫外線硬化樹脂の表面が -10°C 、 25°C 、 60°C の時に $1.0\text{mW}/\text{cm}^2$ の紫外線を照射した時の樹脂の硬化の時間変化を示す。 -10°C においても35分程度で硬化させることができることから、温度による硬化時間の変動が小さく、冬季でも短い施行時間で実施できるということになる。北海道のような寒冷地を除く現場施工時には、標識柱などの鋼材表面温度は夏期で 60°C 、冬季で -10°C となる。しかし、紫外線硬化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、温度条件による硬化時間や材料特性への影響は少ないと考えられる。また、表-1に示すように季節の違いによる硬化時間の差は、紫外線強度に比例しており温度依存性は少なく、夏期・冬季いずれの場合でも直射日光が当たれば約50分で硬化することがわかる。

表-1 紫外線硬化樹脂の硬化特性

光源	照射条件	硬化時間	紫外線強度 ($380\sim$)
太陽	晴天 AM9~PM4	4~9月 10~40分 10~3月 20~50分	3.0~10.0mW/cm ² 1.0~5.0mW/cm ²
	屋外陰	60~80分	0.5~1.5mW/cm ²
	曇天	90~120分	0.4~1.0mW/cm ²

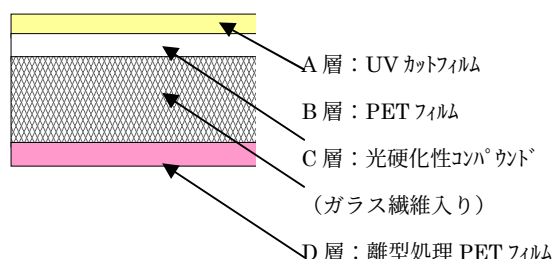


図-1 紫外線硬化型樹脂構成図

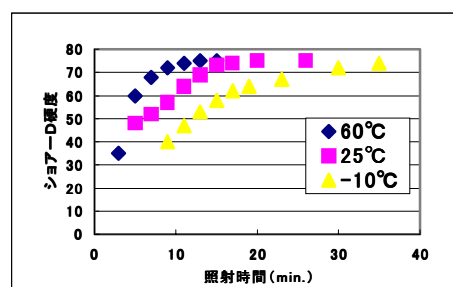


図-2 硬化時間温度依存

3. 接着性

紫外線硬化樹脂の鋼材に対する接着性に関してはJIS K5400に準拠して接着性能試験を行い垂直方向の引張試験を実施した。垂直方向の引張試験においては、名古屋高速道路公社で20年余使用されていた図-3に示す直径167mm信号柱基部に施工した場合の測定である。これは長期間交通供用下に暴露されていた部材の表面の清掃という現地での具体的な施工を視野に入れての接着の信頼性を確認する試験である。排気ガスや油分などの付着した表面を、表-2に示す異なる4種類の下地処理でどの程度の差異が生じるかを確認した。

なお、それぞれの下地に接着層のプライマーを使用して
付着性能の確認を行った。

プライマー塗装完了後、養生期間を7日間取り JIS K
5400 に準拠して建研式接着試験を行った。アタッチメン
トは、鋼製の4 cm角とした。接着基準の目安としては、

① 試験結果で接着強度の平均値が $15\text{Kgf}/\text{cm}^2$ 以上¹⁾

（炭素繊維シートとコンクリートとの接着）の場合は合格
とする。②ガラスクロスが界面で剥離したり、接着層内での
層間剥離が生じた場合は、不合格とする。③層間剥離が
生じて、接着強度の平均値が $15\text{Kgf}/\text{cm}^2$ 以上の場合は合
格とした。

付着試験より得られた結果を表-3 に示す。これによると
どのケースも局面部では $30\text{Kgf}/\text{cm}^2$ 程度が測定でき、平面
部においては $50\text{Kgf}/\text{cm}^2$ 以上の接着強度が確認できた。

この結果は通常の塗料などの接着基準である $10\text{kgf}/\text{cm}^2$
を大きく上回るものであり、接着強度としての仕
様としては十分なものであると判断できる。

4. まとめ

紫外線硬化型樹脂は、時間経過による硬度の変
化試験、既存構造物との接着性の試験結果などか
ら、補強・補修材料として短期施工が可能で更に
被着体としての鋼材表面の状況にあまり影響され
ることなく強固な接着力を有する材料であること
が確認できた。今後、この新材料である紫外線硬化樹
脂を利用した各種構造物への補強・補修への適用を検
討していくつもりである。

最後に、本研究の接着性性能試験を行うに際し、名
古屋高速道路公社保全施設部 前野裕文氏から供試体
の提供を受けた。ここに感謝の意を表す。また、本研
究は中央大学理工学研究所、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)の異
業種間産学協同研究の一環で行われたことを付記する。



写真-1 信号注基部試験体および接着試験器

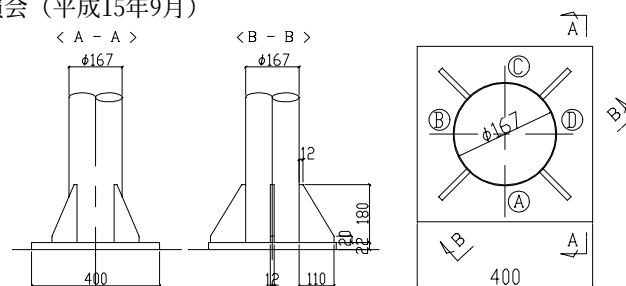


図-3 信号注基部試験体

表-2 下地処理の区分

タイプ	下 地 処 理 内 容
A	無処理
B	溶剤でのケレン・清掃
C	ワイヤーブラシでのケレン・清掃
D	棒状グラインダーでのケレン・清掃

表-3 接着試験結果

タイプ	接着試験(kg/cm^2)			評価		
	平面部		曲面部	接着性	施工性	総合評価
A	50 以上	50 以上	28	△	◎	○
B	50 以上	50 以上	41	◎	○	◎
C	50 以上	50	50	◎	△	○
D	47	46	50	○	×	△

表-4 接着試験状況

タイプ	接着試験前	接着試験後
A		
B		
C		
D		

参考文献 1) 日本道路公団「構造物施工管理要領」H12年5月 P267

2) 野中他：橋梁付属物の補強・補修に用いる紫外線硬化樹脂の材料特性，橋梁と基礎，Vol.37，No.3，2003