

光硬化ガラス補修剤

「オプトガラスリペアー」

“ OPT GLASS REPAIR, ”

Near Infrared Rays Curable Windshield Repair Material



技術開発本部
第2部
川口洋一
Yoichi
KAWAGUCHI

1. はじめに

自動車用フロントガラスは、1985年より運輸省の道路運送車両の保安基準で合わせガラスであることが義務づけられている。自動車用フロントガラスに用いられる一般的な合わせガラスは、図1のように2枚の板ガラスの間に透明なPVB（ポリビニルブチラール）中間膜を挟み接着したものである¹⁾。この合わせガラスは衝突時の耐貫通性に優れるが、路上の砂利や小石が衝突して表面のガラスに傷が入ることは防止できない。

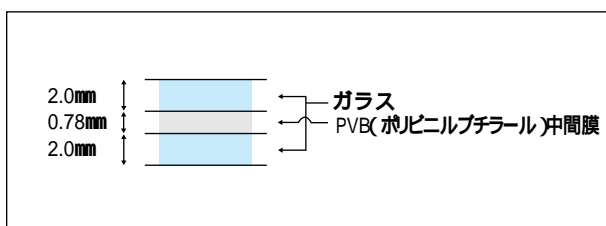


図1 合わせガラス（HRP）の構造

図2にその損傷例を示す。このような場合、たとえ微少な傷であってもフロントガラスを全面交換しなければならず、その経済的負担は大きい。そこで、小さな傷を対象とし、より安価に補修するために開発されたのがガラス補修剤である。



図2 合わせガラスの損傷例

ガラス補修剤を用いたフロントガラス補修市場は、欧米においてここ数年で急速な成長を遂げており、ニュービジネスとして脚光を浴びている。アメリカでの補修実績（台数）は、

1990年の50万台から1995年では300万台へと飛躍的に増加している²⁾。最近、日本国内においても欧米メーカー製品のガラス補修剤を中心に、カーディーラー、ボデーショップ（钣金塗装業者）等で展開しつつある。

本稿では、従来にない近赤外線硬化によるガラス補修剤「オプトガラスリペアー」を開発したので紹介する。

2. 「オプトガラスリペアー」の特徴

2.1 近赤外線硬化反応

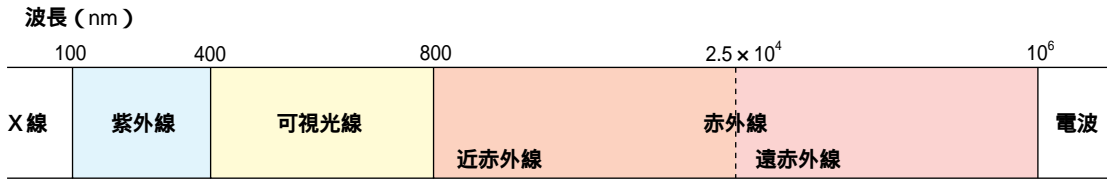
ガラスの補修とは、合わせガラス上にできた傷の内部に樹脂液を浸透し、硬化させることにより傷を見えなくする技術である。ガラス補修剤の硬化方式は、光硬化、一般的にはUVランプによる紫外線硬化方式が採用されている。その主な理由を以下に示す。

- i) 合わせガラス中間膜のPVBは熱可塑性ポリマー³⁾であり、熱負荷により傷が拡大する恐れがあるため、熱硬化は不可能である。
- ii) 補修剤を傷内部へ十分浸透させる必要があり、塗布から硬化までに時間的制約があってはならず、常温2液硬化も不適當である。
- iii) 硬化後の痩せ（体積収縮）による補修箇所の傷の再発を防ぐため、無溶剤であることが好ましい。
- iv) 硬化時間が短く、作業性に優れる。

当社においては、従来より近赤外線による硬化方式の研究を進めており、光硬化パテ「オプトラック」にて実用化に成功している⁴⁾。

近赤外線による硬化反応機構について図3に示す。この硬化反応は、800～1000nmの波長領域の近赤外光を用いて樹脂重合を行うものである。紫外線硬化と同様に光硬化性樹脂が用いられ、一般的な光硬化の特性（短時間硬化、無溶剤化が可能）は損なわれない。紫外線硬化との違いは、光源として照明器機の利用が可能な点にあり、近赤外硬化方式の「オプトガラスリペアー」についてもハロゲンランプを採

1) 利用する光の波長領域



2) 硬化反応機構

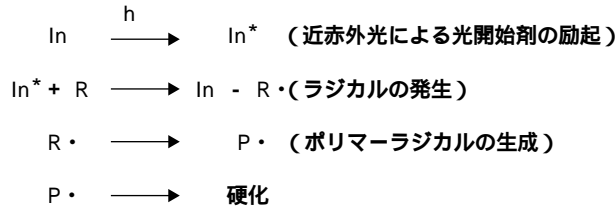


図3 近赤外線による硬化反応機構

用している。紫外線硬化と比較して、有害なオゾンの発生がなく、また目に対する危険性もないため人体に対する安全性が高い。

2.2 近赤外線硬化塗膜の耐候性

近赤外線による硬化反応の特徴は、耐候性の改良に一般的に用いられる紫外線吸収剤の利用が可能な点にある。

ガラス補修剤の要求性能としては、傷がPVB中間膜近傍まで到達した場合を考慮し、ガラスの厚さ(2mm以上)の硬化性が必要である。また、補修箇所は常に太陽光に曝される環境にあり耐候性に優れることが要求される。

従来の紫外線による硬化反応では、硬化に必要な光の波長領域と塗膜劣化の原因となる波長領域が同一であるため、光による塗膜劣化を防ぐ目的で紫外線吸収剤を用いた場合には、顕著な硬化阻害(特に塗膜の深さ方向に対して)を引き起こす。よって、mm単位の厚膜硬化性と耐候性の両立は不可能であった。

一方、近赤外線硬化においては、硬化に必要な波長領域と塗膜劣化の原因となる波長領域が完全に異なるため、紫外線吸収剤存在下においても良好な硬化性を示す(図4)。

開発品、及び他社品の促進耐候性試験結果を図5に示す。「オプトガラスリペアー」については、耐候性の良い樹脂の選定に加え紫外線吸収剤を活用することにより、厚膜硬化性を損なうことなく他社品(紫外線硬化)と比較し耐候性が飛躍的に向上している。

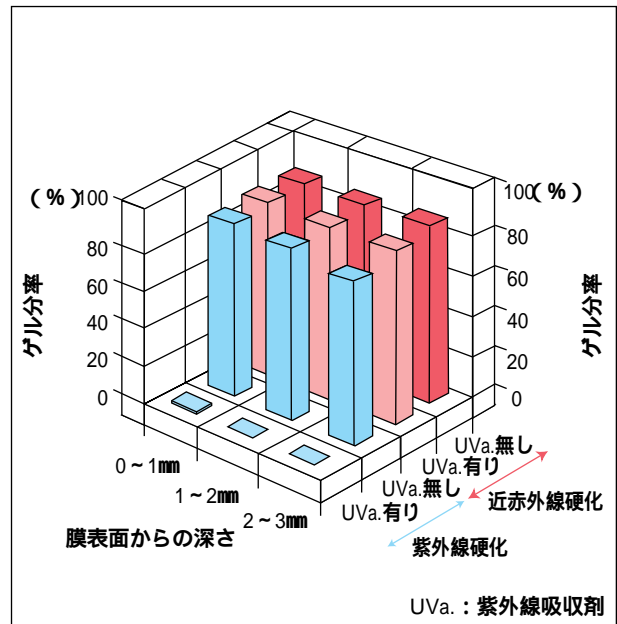


図4 硬化方式の違いによる膜深さ方向の硬化性比較

促進耐候性試験 (DPWL-5R : 350時間) 後の膜状態

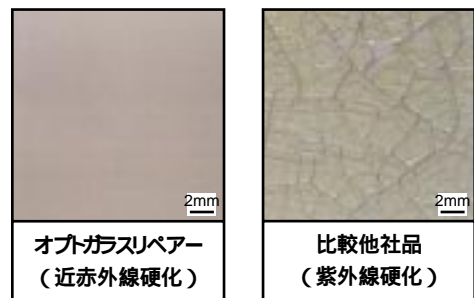


図5 促進耐候性試験比較

2.3 「オプトガラスリペアー」の光学特性

ガラス補修剤は、損傷部位を補修することにより良好な視界を回復することが要求される。ガラス内部にできた傷が「見える」のは、ガラスと傷内部の空気との屈折率の差(ガラスの屈折率:1.52に対し、空気の屈折率:1.00)による光の反射・散乱により発現している。つまり、ガラス内部にできた傷を「見えなく」するには、傷内部の空気をガラスと同一の屈折率の物質(この場合、材質が違っていても構わない)に置き換えることで可能となる。

「オプトガラスリペアー」は光硬化性樹脂により構成され、ガラスとは異材質であるが、使用する樹脂成分を調整することにより、透明性に加えて硬化後の屈折率がガラスと一致するよう設計を行った。その結果、ガラス内部の補修箇所が目視では全く判別できない程の良好な仕上がりが得ることが可能となった。

2.4 「オプトガラスリペアー」の補修性

自動車用フロントガラス上にできる実際の傷は形状が複雑であり、傷によってできたガラスの内部の空隙はnm(ナノメートル: 10^{-9} m)オーダーにまで及ぶ。補修後の仕上がりが性を満足するためには、屈折率の一致の他に補修剤が傷内部の微細なガラスの隙間へ十分に浸透する必要がある。

補修剤の粘度と浸透性の関係を図6に示す。浸透性の評価方法としては、合わせガラス板上に直線状の傷を作成し、粘度の異なる試料をスポット後、試料の傷内部の浸透性をスポット中心位置から2cmまでの到達時間により評価を行った。

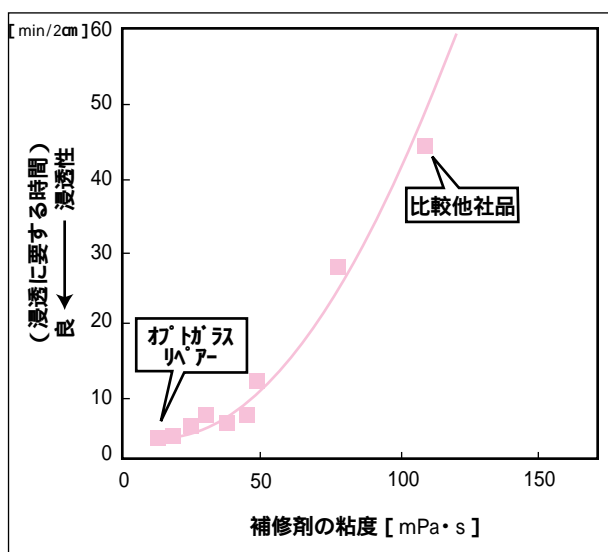


図6 補修剤の粘度と浸透性の関係

補修剤の粘度が浸透性に与える影響は大きく、「オプトガラスリペアー」は極めて低粘度とすることにより、他社品と比較して浸透に要する時間の大幅な短縮が可能である。

尚、補修剤の傷内部への浸透性とガラス表面部での成形性の両立を図るため、浸透用と表面硬化用の補修剤を別設定とした。但し、光硬化は一括で行う工程を採用している。

「オプトガラスリペアー」を用いた補修例を図7に示す。他社品に比べ、より複雑な形状の傷への対応も可能である。

最後に開発品と他社品の性能・補修性比較を表に示す。優れた性能・補修性を持つ「オプトガラスリペアー」は、安全性、省資源といった観点からも今後役立つことを期待する。

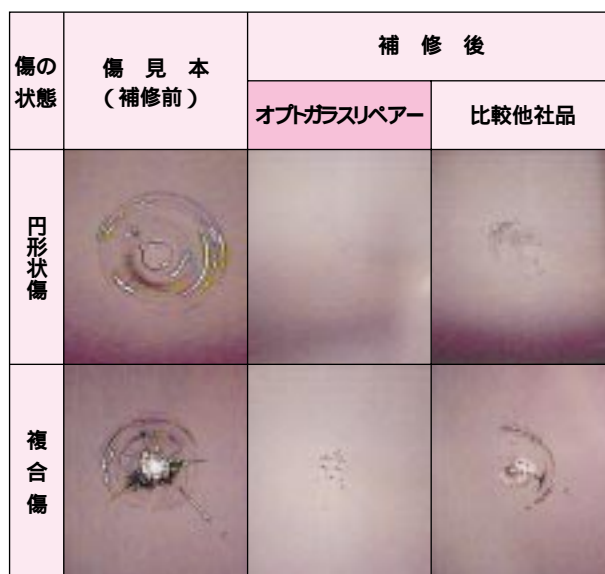


図7 仕上がりが性(補修性)比較

表 塗膜性能・補修性比較

項目	オプトガラスリペアー	比較他社品
硬化方式	近赤外線硬化	紫外線硬化
光源	ハロゲンランプ	UVランプ
安全性 (人体に対する)		
厚膜硬化性		
鉛筆硬度	H	H
促進耐候性 (DPWL-5R: 350時間)		× (フレ・黄変著しい)
浸透性		
仕上がりが性		

参考文献

- 1) 西山 久司: 材料化学、34 [1]、p.31 ~ P32(1997)
- 2) LINDSAY CHAPELL: Automotive Service News、5[January]、p.145(1998)
- 3) 川那辺 実: 接着、40[4]、p.17(1996)
- 4) 祐島 肇: 塗料の研究、No.128、p.37(1997)