

ウインドガラス接着システムの開発

Development of Window Shield Bonding System

長谷川 清* 野尻 直哉*
Kiyoshi HASEGAWA Naoya NOJIRI

寺脇 正明* 藤屋 啓樹*
Masaaki TERAWAKI Hiroki FUJIYA

要 旨

一般的に自動車のフロント、リアウインドガラス（以下、ガラスと言う。）は、ダイレクトグレーズング工法と呼ばれる接着方式により車体に取り付けられており、外れ防止の安全性はもちろんのこと、美観や精度などの商品性における建て付け品質が重要視されている。この接着工程の合理化を図るため、ガラス仮保持機能を持つシーラント材料の開発と建て付け管理のための高精度ガラス接着ロボット（ホンダエンジニアリング（株））およびモール設計仕様について開発し、建て付け用補助部品の廃止およびガラス接着工程の完全自動化を実現した。その結果、自動車の商品性を向上させ、さらに、工程の簡略化およびコストダウンを達成した。

ABSTRACT

Generally, front and rear window glass (hereafter referred to as "glass") are attached to the body by an adhesion system which is called "direct glazing method". The adhesion system is important for safety since it must prevent the glass from coming off and must maintain assembly appearance. In the new bonding system, we developed a sealant material which can temporally support the glass, high quality machine for bonding glass (HONDA ENGINEERING CO., LTD.) and new windshield molding construction. We eliminated all glass supporting parts for assembly and developed an automated glass bonding process. As a result, we achieved improvements in overall glass assembly quality, simplification of process and cost reduction.

1. まえがき

近年、さらに自動車のコスト競争が激化しており、各自動車メーカーで品質を維持しつつ低コストの自動車を販売している。そこで、このコスト低減の要望に応えるべくガラス接着工程の合理化検討を行った。従来のガラス接着はFig.1のようにガラス/ボディフランジにファスナ、ダムラバ、ホルダ、スペーサといった補助部品を予めセットしておき、ガラス接着後、建て付け確認をしながら作業者が最終位置決めを行っている。このため、ガラス位置決め要員とシーラントが硬化するまでガラスの位置を固定するための補助部品が不可欠なものとなり、コストアップの要因となっている。

本稿では、このガラス接着工程の合理化を図るために行った検討内容とその成果について紹介する。

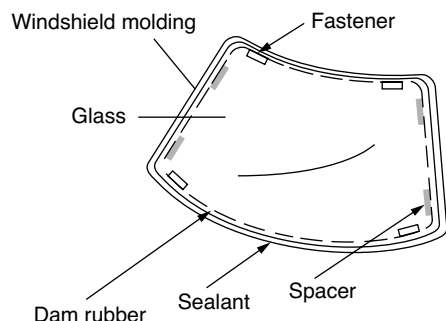


Fig.1 Parts for supporting glass

* 栃木研究所

2. 接着システムの開発の考え方

ガラス接着工程の合理化を図るため、本内容は、材料仕様、設計仕様、生産技術仕様（造り）といったトータルのシステムで開発した。

2. 1. 材料仕様の考え方

ガラスの接着には、一液ウレタンシーラントが広く使用されている。その中でも国内においては、低粘度タイプが主流である。低粘度タイプは作業性が良い反面、ガラス接着後のガラス仮保持性能が低いため、シーラントが硬化するまで補助部品によるガラス仮保持が必要である。そこで今回はまず、ガラス仮保持機能があり、現行設備を可能な限り流用できるシーラントの開発に着手した。

Fig.2にガラス接着工程の流れと工程毎の開発目標範囲を示す。生産タクト、季節変動条件などを考慮した上で、低粘度タイプが有する作業性と短時間にガラス仮保持性能を発揮する必要がある。これらを満足する材料として、熱可塑性樹脂の可逆性を利用したホットアプライ型シーラントを開発した。

Fig.3にホットアプライ型シーラントの働きを示す。硬化前(a)では、ウレタン中に結晶状態の熱可塑性樹脂が存在するため、シーラントの粘度は高い。しかし、適温に加熱することにより、加熱時(b)のように熱可塑性樹脂が溶融し、シーラントの粘度が急激に低下する。この状態でシーラントは塗布されるため、作業性は低粘度タイプとほぼ同等となる。その後、室温に空冷されることにより(a)の状態に戻り粘度が上昇する。更に空気中の湿気によってウレタンの硬化が始まり、最終的に硬化状態(c)となる。

材料開発のポイントは、熱可塑性樹脂の選定にある。従来のホットアプライ型シーラントは、低温時にゴム弾性が失われる。また、他社にて使用されている同系統のシーラントでは、ガラス仮保持強度が低かったり、ガラス仮保持までの強度発現が遅いという問題があり、当初の開発目標をクリアすることができなかった。しかし、今回開発したシーラントは低温域においても現行並のゴム弾性を有し、かつ、熱可塑性樹脂はポリウレタンプレポリマとの相溶性を考慮し

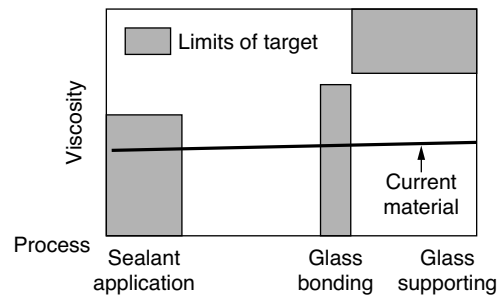


Fig.2 Process and development target

- Thermoplastic
- Urethane prepolymer

(a) Before curing
(Cold condition)

(b) Before curing
(Heat condition)

(c) After curing

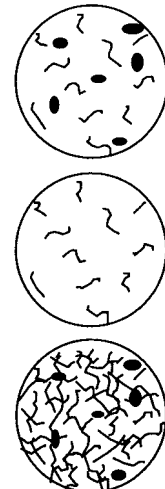


Fig.3 State of adhesive

つ、初期のガラス仮保持強度を短時間に発揮できるように結晶化速度の速い材料を選定した。

これにより、開発材は、吐出時に加熱することにより、現行並の粘度を確保し、空冷されることにより、熱可塑性樹脂が凝固し、見かけ上シーラントの凝集力が上がり、補助部品の最大の機能であるガラス仮保持機能を付与することができた。硬化に関しては、現行一液ウレタンシーラントと同等の硬化反応をとるため、最終硬化までは、現行並の日数を要する。

また、開発材は、現行材がもっている特性を失ってはいらない。例えば、車体剛性への寄与、ダンピング特性および耐久性などである。今回開発した材料の機械的特性と耐久性の一例をTable 1に示す。

Table 1 Performance of adhesive

a) Lap shear strength

Items	Standard value	Test results
Initial	$\geq 1.5\text{MPa}$	5.5
Heat resistance		5.8
Water resistance		4.5
Humidity resistance		4.9
Thermocycle		5.8
Weather resistance		4.0
Outdoor exposure		6.2

b) Tensile strength

※

Items	Standard value	Test results
Initial	$\geq 3.9\text{MPa}$	5.3
Heat resistance		6.7
Water resistance		5.1
Humidity resistance		5.0
Thermocycle		5.6

※ : Standard value is in conformity with JASO.

2. 2. 設計仕様の考え方

ダイレクトグレージング工法が一般的に使用される以前のガラスは、Hゴムと呼ばれる断面がH型のゴム製パッキンで、モールディングと取り付けが行われていた。しかし、この方法は、法規対応、商品性向上の観点から減少し、近年では、シーラントとモールによる取り付けが一般的となってきた。

モールはスポーティ感、高級感などの演出のほかにガラス端部のチリ隠しの商品性を向上するために使用されており、最近では、ガラスとモールの一体感を出すためのフラッシュマウント化が行われ、小型化されてきている。

モールは、大きく分け二つに分類できる。ガラスに予め付けておく先付けタイプとガラスを車体にアッセンブリした後、取り付けられる後付けタイプである。後付けタイプは、車体基準で取り付けられるため、複合バラツキを隠すことが容易である。本稿では、今回、開発した先付けタイプについて紹介する。

代表的なモールとして上出しリップの先付けモールのFig.4に示す。モールは、主にリップにより複合バラツキで生じた左右、上下方向のズレを管理しているため、上出しリップの先付けタイプはデザインの自由度の範囲で対応できる。しかし、近年は、Fig.5に示す下出しリップの先付けタイプが使用されるようになった。このモールは、ガラスの雨水のドリップ機能は有すが、チリが外観に現れるため、取付精度を要求される。

厚み方向の設定については、一般には、スペーサとダムラバーが使用されている。これらの機能を完全にシーラントに付与することは難しく、部品統合化の観点からモールに付与することとした。今回、開発した

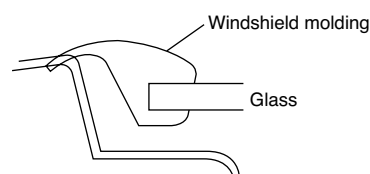


Fig.4 Typical windshield molding

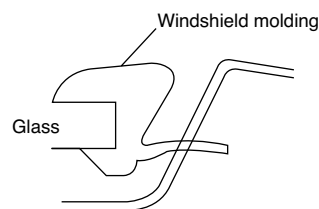


Fig.5 Other windshield molding

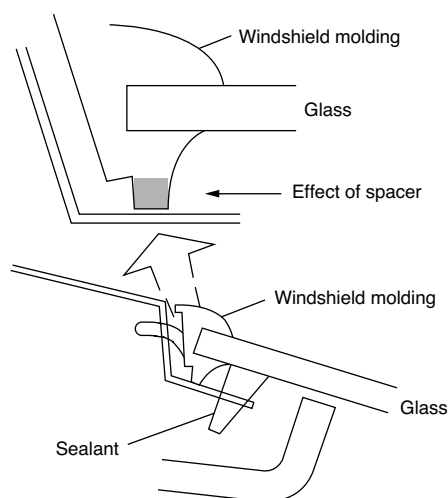


Fig.6 Cross section of developed windshield molding

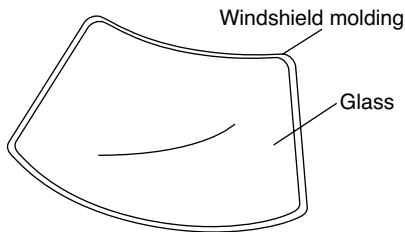


Fig.7 Developed construction

モールとフランジの一例をFig.6に示す。モールに段差を設けフランジのジョックル部に当てることにより、厚み方向の管理を行うことができた。

ガラス仮保持機能については、従来はファスナ、クリップなどが使用されていたが、今回は、全てシーラントに代替することとした。以上、開発した仕様はFig.7に示すように部品点数の削減ができた。

2. 3. 生産技術仕様の考え方（ガラス接着工程）

ガラスの貼り付けは、自動機と人手による方法がある。人手によるガラス接着生産ラインの場合、本システムのメインテーマの一つである完全自動化を行うためにはかなりの投資を必要とする。しかし、当社では、自動機によるガラス接着が一般的に行われているため、生産ライン設備の小改修で対応することが可能である。現在は、生産ラインが多機種混成ラインである点およびロボット精度などの問題より、ガラス接着

後の最終的な調整は作業者が行っている。そこで、今回は、ガラス接着の完全自動化をねらい、多機種混成ラインに対応できる接着システムを検討した。

接着システムの第一の開発ポイントは、位置決め精度の向上とガラス接着タクトの短時間化にある。本システムは、ガラス一枚に対し、事前にガラス精度を検知し、一台のボディの最適位置にガラスをアッセンブリするため、ガラス接着までの時間が短縮できる上、現行並の商品性を確保することができる。また、結果として、位置決め精度が向上し、モールに関する諸問題も解決し、商品性は上がることとなった。ガラス搬送ラインと組み立てラインとの制御については、現行システムのノウハウをそのまま流用した。

また、第二の開発ポイントは、ガラス接着温度の管理である。通常の生産において、今回開発したシーラントは、シーラント温度、作業環境、ロボットの押し付け能力を考慮しても、余裕をもった時間で管理することができた。しかし、一般的に生産ラインはトラブルにも対応をとれるフレキシブル性が必要である。今回、トラブルには、シーラント温度を管理をすることにより対応した。

3. 新ウインドガラス接着システム

3. 1. 概要

2項で述べた考え方に基づき、今回開発したシステムの概要をFig.8に示す。吐出機は、現行設備の温調を変更することで対応できるが、制御は、精度を向上させる必要がある。ガラス接着は、シーラントの吐出温

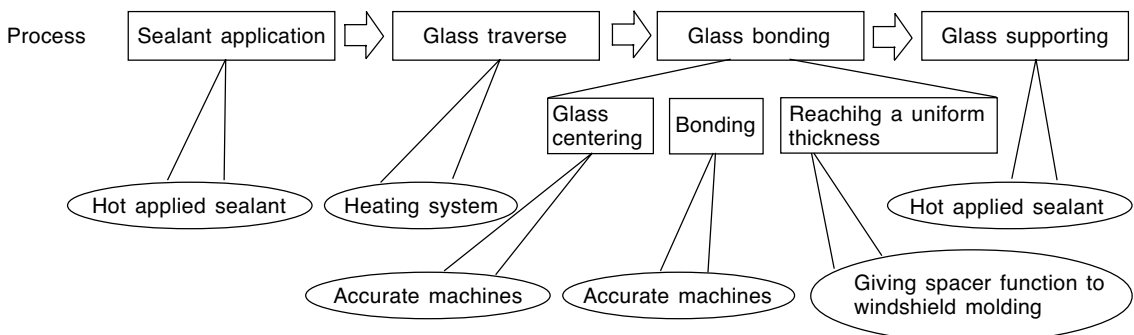


Fig.8 Outline of bonding system

度とガラス接着までの時間をコントロールすることにより季節変動要因を考慮しても可能である。トラブル対応としては、温調装置を配備した。

また、ラインの生産速度が変わった場合は、現行制御と同様にガラス搬送ラインの制御を調整することにより対応した。

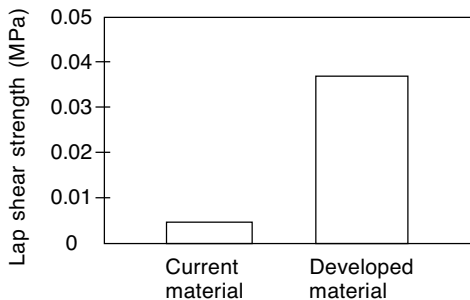


Fig.9 Lap shear strength

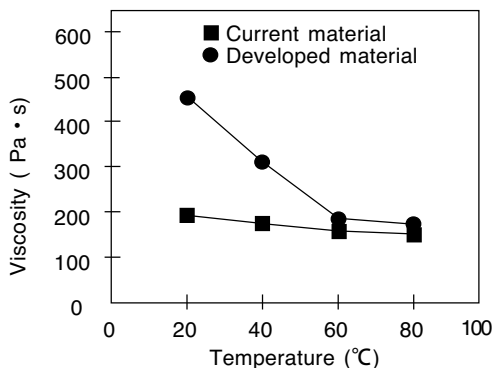


Fig.10 Characteristic of viscosity and temperature

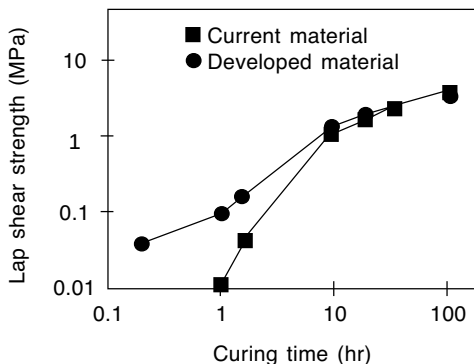


Fig.11 Curing curve

3. 2. 材料

ガラス仮保持機能を付与するため、シーラントは、熱可塑性樹脂と充填材により、耐クリープ性能を向上させた。特に、シーラント塗布後、直ちに耐クリープ性能を発揮できるように熱可塑性樹脂は、他社では使用されていない結晶速度の速いものとした。初期引張せん断強さの現行材との比較結果を Fig.9に示す。現行材は、吐出性、ビード潰れ性は確保されているが、ガラス仮保持性能がないため、補助部品によりシーラントが硬化するまでガラスを保持している。それに対し、開発材は、ガラス重量と取付角を考慮しても十分なガラス仮保持性能を有する。また、ガラス接着までは、加熱溶融しているため、吐出性とビード潰れ性も十分対応がとれる仕様となっている。現行材と開発材の粘度-温度カーブをFig.10に示す。現行材は、温度に対する粘度変化が小さいが、開発材は、熱可塑性樹脂の影響で粘度変化が大きい。シーラントの吐出とガラス接着およびガラス仮保持が可能である。

Fig.11に硬化特性を示す。現行材と同様に湿気硬化により架橋反応が進むため、引張せん断強さで見た限りでは現行材と同等である。

3. 3. 設計

従来のモールは、商品性や視界確保のためのドリップ機能を持っているが、今回開発したモールは、それに加え厚み管理機能を付与させた。

現在、主流で使われているモールは、押し出し成形品である。このモールは、同一断面形状、または、可変断面にて押し出し成形され、その後、ガラスに仮付けされている。このモールで厚み管理をするために Fig.6に示したように、フランジ当て面を新たに追加した。また、フランジ側は、様々な公差により成立しているため、全周を均一にモールを当てるのが難しく、フランジはジョックルにより当て面を設定した。

3. 4. 生産技術

従来ではFig.12に示すような押し付け方法を用いていたが、今回は、完全自動化、ガラス修正レス、シーラントの高凝集力化に対応できるよう、Fig.13のような押し付け方法を採用した。フロントガラスに比べリアガ

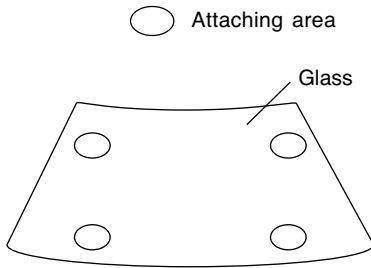


Fig. 12 Current attaching area

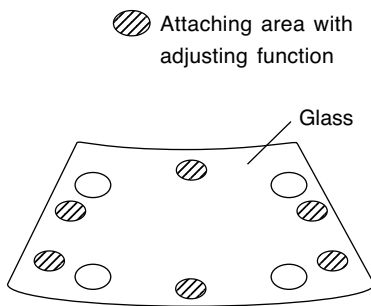


Fig.13 Developed attaching area

ラスは形状が複雑であり、かつサイズがさまざまである。また、曲率が小さいガラスなどはコーナ部が浮いてしまうため、端部にわたり確実な押し付けが要求される。そこで、今回は、全ての車種に対応できるよう、押し付け点を増やし、押し付け部には、可動部分を設けた。また、設備は軽量設計により、過搬重量の増加を最小限にすることができた。

次に、接着システムについて説明する。今回開発したシーラントは、空冷によりガラス仮保持性能を発揮するが、空冷によりビード潰れ力が大きくなるという相反する特性を持っているため、ガラス接着までの温度を管理する必要がある。ガラスサイズや夏場と冬場の環境条件などから管理条件を検討したところ、シーラント塗布からの時間で管理できることがわかった。通常の生産速度はもちろんのこと生産速度が変動しても十分対応できる。仮に生産ラインが停止してしまったときは、シーラントを保温することにより、ガラス接着が可能なライン構成とした。

4. まとめ

ウインドガラス接着システムの合理化の検討を行い以下の成果を得た。

- (1) ガラスの仮保持性能を付与するために、結晶化速度の速い熱可塑性樹脂を添加した材料を開発し、加熱溶融状態と空冷凝固状態をコントロールすることにより、ウインドガラス接着システムの開発を達成した。
- (2) 現行商品性を維持しつつ、他社を上回る補助部品点数の削減が達成できた。本内容は、当社の全ラインに展開することが可能である。
- (3) ガラス位置修正・補助部品取付工程の省略により、要員の削減を可能とした。

■著 者■



長谷川 清



野尻 直哉



寺脇 正明



藤屋 啓樹