

環境対応型防錆ワックス

Environmentally Friendly Wax for Corrosion Protection

清水 靖 久*
Yasuhisa SHIMIZU

前 田 孝 英*
Takahide MAEDA

西 野 俊 哉**
Toshiya NISHINO

要 旨

自動車ボデー外板を12年間穴あき錆から防ぐため、錆びやすい部位、および錆発生 の 起 点 となる各種板合せ部の防錆を目的としたワックス材料開発をおこない新機種へ適用した。新規ワックス材料は板合せ部への高い浸透力を有することに加え、酸化重合による硬化機能を有し、ワックス皮膜により錆の発生を抑制する特徴がある。ワックスの特性によって、塗布後の流出を抑制し、ボデー加温により板合せに浸透させ、常温に戻すことで高粘度となり流出が防止できる新規ワックス材料を開発した。また、ワックス組成は環境対応を考慮した無溶剤タイプとした。

ABSTRACT

A new wax has been developed for the prevention of corrosion in flanges, which are frequently points of origin for corrosion, in order to attempt to ensure 12-year protection against corrosion perforation of the exterior panels employed on vehicle bodies. The wax has been applied to new models. The wax displays reliable penetration into flanges, and hardens by means of oxidative polymerization, enabling the wax film to control corrosion. The properties of the wax help prevent flowing after application. Following application, the vehicle body is heated to enable the wax to penetrate the flanges. When the vehicle body returns to normal temperature, the wax becomes viscous, which helps prevent the material from flowing. In addition, to respond to environmental considerations, no solvents have been used in the wax.

1. はじめに

近年増加傾向である冬期道路への凍結防止剤の散布状況⁽¹⁾から自動車を取りまく腐食環境は、より厳しくなっており、自動車に対し、より高度な防錆技術が要求されている。

ユーザ保護の立場から、1976年にカナダコード⁽²⁾(1.5年外観錆なきこと、5年穴あき錆なきこと)が発表された。2000年に欧州では、さらに厳しい内容(5年外観錆なきこと、10年穴あき錆なきこと)が北欧の消費者団体から示され⁽³⁾、欧州市場において販売される自動車はボデー穴あき錆保証期間を12年とするケースが増えてきている。

自動車の一般的なボデー構造(モノコックボデー)では、サイドシル、リアホイールアーチ部をもち、軽量化と安全性を両立するため、その構造は年々複雑化してきた。これらの

部位においては十分な防錆塗装が施されにくく、また同時に走行等によって塩水が入り込み、溜まりやすくなっていることから、防錆性能を確保する上で、十分な脱脂、化成処理(前処理)、電着塗装が必要である。

しかし複雑な構造であるため処理薬液などの流動性が不足する。特に板合わせ部については、塩水が保持され腐食の進行が加速するため、数年で穴あきに至る場合もあり、その防錆保証が技術的な課題となっている。

これら重点的に対応すべき部位に対しては、通常の防錆塗装に加え、鋼板素材の高防錆化(合金化亜鉛めっき鋼板へ変更するなど)や、シーラ、ワックスの塗布により水を防ぐなど、追加手段を講じる必要がある。

防錆ワックスは水など腐食要因物質を遮り、塗装では保護できない板合わせ部の腐食を抑制する。ただし、電着塗装後のボデーへのワックス塗布方法は、定量ノズル塗布、スブ

* 四輪開発センター

** HONDA R&D EUROPE (U.K.) LTD.

レー噴霧、ボデー下部の浸漬型など、自動車各社でさまざまな工夫⁽⁴⁾が見られる。防錆ワックスは、自動車業界の錆との闘いが始まった黎明期の1970年代に、ワセリン状のものを溶剤で液状にしたものが登場した。1980年代になると薄い皮膜でも効果を発揮する現在の姿となった。扱いやすく、複雑なボデー構造の内部まで塗布することで防錆性を発揮してきたが、板合せ部などの防錆品質確保には課題があった。そこで本テーマでは、腐食の起点となる板合わせ部に確実に浸透し、防錆品質が安定するワックスを開発し、揮発性有機化合物(VOC)の排出低減を考慮して無溶剤タイプとした。その内容について報告する。

2. 開発のねらい

ワックスの環境対応において、単純に無溶剤化すると高粘度となり、板合せ部の浸透性が低下する、そこで防錆性能の確保には、浸透するワックスの粘度要件の設定が必要である。

一方、浸透性を確保した低粘度状態では、ワックスの流出が起こり、自動車組み立てラインの床など、生産現場における作業性や、安全性の問題が発生するため、塗布後のワックス流出防止措置が必要となり、コスト上昇の要因となった。

また、流出したワックスは樹脂部品の膨潤、塗装外観など商品性低下の懸案があり、高温地域での使用環境に対しても確実にワックスの流出を防止する必要があった。この課題に対しては、短期的な観点でのワックス流出対策が必要であることから、流出させるポイントを設け、それを積極的に制御するという発想で、手法を検討した。また、植物油の酸化重合反応を利用し、ワックス最表面の皮膜形成を利用し長期的な観点での流出防止策として検討することとした。

本開発において、ワックス粘度と温度による流出制御をおこない、そのねらいを以下のように設定した。

- (1) 板合せ部に浸透すること
- (2) 後工程でのワックス流出なきこと
- (3) 板合せ部に皮膜を形成すること

3. ワックスの基本設計と環境対応

既存のワックスは希釈溶媒として有機溶剤(ミネラルスピリット等)を用いて低粘度化をおこない、スプレーによる溶剤の揮発により粘度上昇させ皮膜形成している。低粘度化を進めるため有機溶剤を揮発性の少ない高粘度油に代替することも検討されたが、塗布後のワックスの流動性が高く、ボデー製造ラインでおこなわれる検査工程により流れ込む流水で膜が保持できなかった。当初、検討されたワックスは、これら物理的な力で除去されてしまい、皮膜形成に問題

Table 1 Components of former wax

Function	Main component
Composition of membrane	Calcium sulfonate
	Petrolatums
	Petroleum wax
Rust prevention additive	Metallic salt oxide wax
	Esters
	Sulfanilic acid salts
Solvent	Lubricating oil
	Mineral spirit

Table 2 Comparison of properties of former and developed wax

	Former wax	Developed wax
Appearance	Light brown liquid	Milky white
Density (g/cm ³)	0.85 ± 0.02	0.95 ± 0.03
Viscosity (mPa·s)	3000 ± 2500	900 ± 200
Flash point	35 °C and above	180 °C and above
NV (wt%)	35 – 70	95 and over

Table 3 Components of developed wax

Function	Main component
Composition of membrane	Sulfanilic acid salts
	Petrolatums
	Petroleum wax
Additive for thixotropy	Thixotropy additives
Hardening agent	Vegetable oil
Rust prevention additive	Metallic salt oxide wax
Filler	Calcium carbonate, etc.
Solvent	Low viscosity paraffin
	Vegetable oil

が残った。

そこで、無溶剤化および低粘度化にあたり、本開発材では、浸透性を確保するため希釈溶媒に低粘度潤滑油(流動パラフィン等)、低粘度乾性油(Hardening agent)を配合した。

従来ワックスの主な成分を Table 1 に示す。また開発材であるワックスの基本性状を従来材と並べ Table 2 に示した。開発材の主な成分を Table 3 および、Fig. 1 に示す。

開発材は、乾性油(Hardening agent)を配合することにより、ワックス表面(空気に触れている部分)から酸化重合反応が起き、連続皮膜を形成させた。連続皮膜の形成はワックス流出を抑制する効果に加え、強固な皮膜となるため、錆発生 の主要因とされる酸素や水と電解物質の侵入を防ぐバリア効果が期待できる。

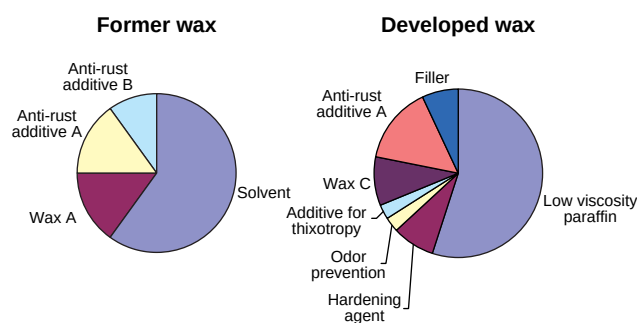


Fig. 1 Composition of former and developed wax

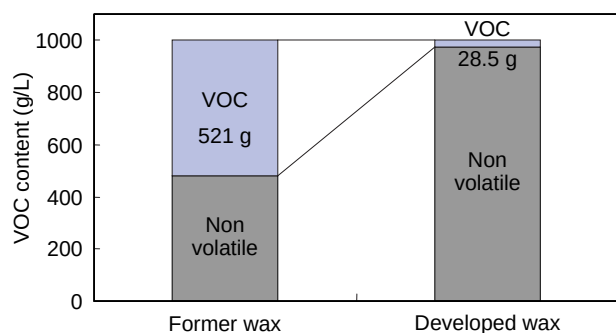


Fig. 2 Effect of reduction of VOC content

つぎに、開発材の溶剤削減効果を Fig. 2 に示す。前述したワックス成分の配合により、95wt% 以上の不揮発分をもち、揮発性有機化合物(VOC)削減に貢献できる。

4. ワックス特性と基本性能

4.1. ワックス粘度コントロールの考え方

ワックスの粘度は温度と相関する。ほかに材料配合によっても粘度の制御が可能である。そこで本開発材では、加温型チクソ剤⁽⁵⁾、新規ワックス成分(改質ワックス)を添加することで粘度をコントロールし、短期的な流出対策とした。

添加した改質ワックスは温度による粘度変化を調整することに貢献する。また、加温型チクソ剤の添加効果として、一度熱履歴が加えられると、熱エネルギーにより結晶構造が転移し、冷却後網目構造となり増粘する、したがって冷却後の粘度は加温前より高粘度に変わる特徴をもつ。今回、ワックス塗布後の粘度をコントロールすることで流出対策を可能とした。

4.2. 粘度と浸透性

Fig. 3に従来型のワックスの粘度と浸透性の関係を示す。縦軸の浸透性は、Fig. 4に示す板合わせ部を再現したテスト治具により測定した値である。板合わせの隙間をスペーサによって0.1 mmに固定し、合わせ部にワックスを滴下し、目視によって板合わせ部への浸透性を測定した。浸透する距

離が長いものは、粘度が低く、高粘度となるに従い浸透性は失われることがわかる。板合わせ部に入り込むワックスは浸透性の高いものが求められるが、十分な浸透性をもちながら無溶剤化し、流出の問題を解決する必要があった。

4.3. ワックス粘度による浸透と流出防止

粘度コントロールのため配合した添加剤(加温型チクソ剤)を入れたワックスの特性を以下にまとめる。温度を上昇させながら測定する場合と、温度を降下させながら測定する場合で、粘度特性が異なるため、それぞれの条件で測定した。昇温時の粘度測定および、70℃に至ってから冷却までの各温度における粘度測定結果を、Fig. 5 および Fig. 6 に示す。Fig. 5には、チクソ剤添加前の開発材の測定結果を、Fig. 6に添加後の粘度測定結果を示す。ねらった加温条件に沿い、70℃まで昇温した後、冷却中の粘度増加分から熱履歴によってねらい通りの粘度上昇機能が確認できた。

この特性を利用して、開発ワックスの粘度コントロールをおこない、ボデー加温による短期的な流出対策が可能となった。

4.4. ワックス皮膜性能と耐久性

従来および開発材のワックス基本性能を Table 4 にまとめる。浸透性の検証は、Fig. 4に示す治具によりおこなった。

サイドシルなどへの適用を想定した場合、板合わせ部の

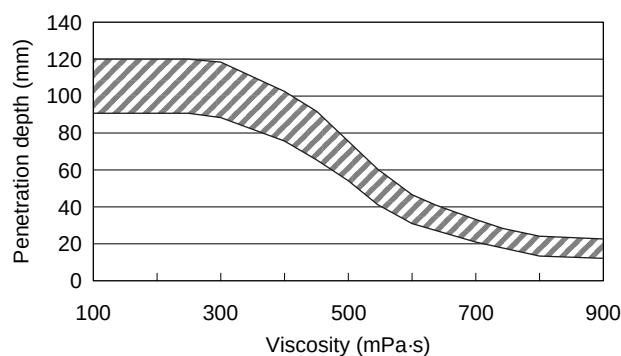


Fig. 3 Relationship between penetration depth and viscosity of former wax

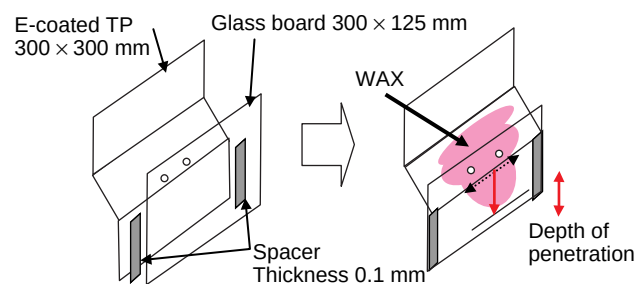


Fig. 4 Reproduced flange for wax penetration test

Table 4 Basic properties of developed wax

	Conventional wax	Developed wax
Salt spray test	720 Hr red rust area max 10%	Equal to conventional
Cycle corrosion test	No rust from cross cut	Equal to conventional
Humidity	No irregularity	Equal to conventional
Pollution	Lubrication, and expansion	Equal to conventional
Odor	Low odor (no pungent odor)	Strong oil odor (no solvent odor)
Penetration	Good (15mm)	Good (35mm)
Correctivity	Easy to correct	Equal to conventional

長さは 15 mm 程度のため、20 mm 以上の浸透性が必要と考え、これを満足することを確認した。

Table 5に本開発材の耐久性をまとめる。生産ラインへ適用する場合、安定したスプレー塗布が必要となるため、ワックスタンクから塗布スプレーガンまでの間をサーキュレーション、すなわちポンプにてタンク、スプレーガンの間で塗料などを常時流動させ続けることを想定したテストモードで確認した。粘度に着目し、特に開発材では、流動時の熱などにより加温型チクソ剤が反応し、粘度上昇が起こらないこと、安定した粘度において塗布が可能であることを検証した。また、長期連休などの貯蔵に対しては、想定される温度範囲で熱サイクルを繰り返し、粘度上昇がないことを確認した。

さらに、錆耐久走行車両の左右のサイドシルにワックス

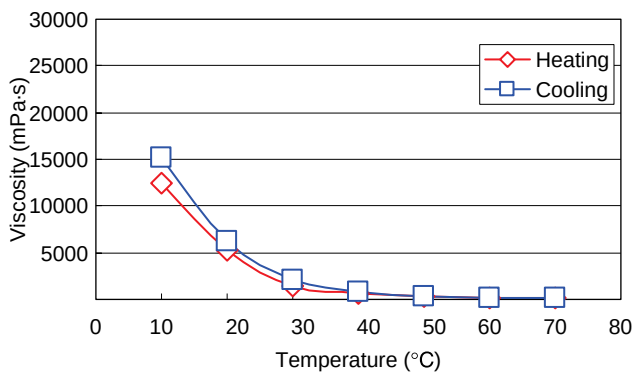


Fig. 5 Heating / Cooling viscosity of developed wax (without thixotropic additive)

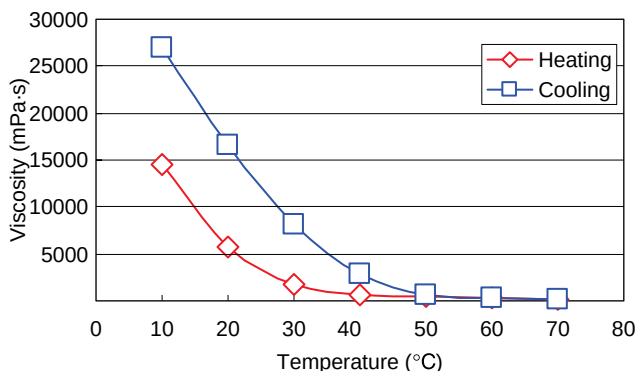


Fig. 6 Heating / Cooling viscosity of developed wax (with thixotropic additive)

Table 5 Endurance test results

Items	Results	
	Former wax	Developed wax
Water resistance 40 °C × 120 Hr DIP	No irregularity	No irregularity
Humidity resistance 50 °C, 95%RH × 120 Hr	No irregularity	No irregularity
Cold bending resistance	No irregularity	No irregularity
Removability	Easily removable	Easily removable
Cyclic heating and cooling resistance	No irregularity	No irregularity
Circulation stability	No change	No change
Stability of storage 40 °C (4 Hr) to -20 °C (4 Hr) Cycle on 240 Hr	Allowable viscosity increase	No problem on visual inspection, Allowable viscosity increase

を塗布することにより効果を検証した。ブルーピンググラウンドテストにより腐食環境を想定した総合的な走行耐久試験⁽⁶⁾をおこない、実車走行後、解体し、錆の発生状況を確認した。Fig. 7に、耐久走行後の錆耐久車両のサイドシルアウターを解体した内面側写真を示す。穴はスポット溶接を外すためにあけたものであり、板合わせ部の錆状況を見ることができる。錆の状況から、ワックスの塗布有無による効果が明確に見ることができる。また、従来ワックスに対する開発材の効果確認結果を Fig. 8 に示す。無溶剤としたアフターヒート型高浸透ワックスとして、従来同等以上の性能が得られたと判断できる。

Bottom end of side sill (Interior of outer side sill)



With developed wax



Without wax

Fig. 7 Dismantled side sill from test vehicle side sill interior

Bottom end of side sill (Interior of outer side sill)



Developed wax



Former wax

Fig. 8 Results for test vehicle side sill interior (compared to former wax)

5. 生産性とコスト

本開発材の課題として、内部ワックス温度によって浸透性を制御するため、ボデーを十分な温度に加温することが必要となる。今回、塗装保護ラップの乾燥炉を利用した。これにより、従来ラインの変更を抑え、粘度コントロールによる流出対策をわずかな設備改修により達成することができた。Fig. 9にライン構成概要を示す。このワックスは、塗布直後、および乾燥炉までの工程では、高粘度であるため流出せず、乾燥炉で浸透する。乾燥炉で流出したワックスに対し、ワックス受けの対策をおこなうが、ボデーが常温に戻ると、ワックス粘度が上がり流出が止まる。そのため、以降の工程では流出対策は不要となる。この流出工程範囲はボデーの測温により定めた。本ワックスの適用により、これまでボデー下部に付けていたタレ止めシートやシーラなどの対策は不要となり、ディーラーでの取り外し工数、廃棄する費用を省くことができ、投資費用を低く抑えることができる。

なお、無溶剤型とした効果として、溶剤を含まないことから低臭気であること、また高引火点であり、180℃以上（たとえば電着乾燥炉は180℃に達する）での環境に有利であること、さらに生産ラインでは、有機溶剤中毒予防規則に非該当にできた。

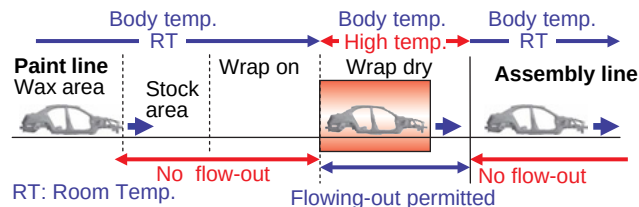


Fig. 9 Line layout (and countermeasures in car paint line)

6. まとめ

- (1) 従来溶剤型であったワックス材料を無溶剤のものとし、環境対応型とすることで、VOC 削減効果を得た。
- (2) 腐食環境を想定した耐久走行試験に開発材を塗布し、確認をおこなった結果、耐食性は向上し、また機能に関連する問題がないことが確認できた。
- (3) 無溶剤でありながら、低粘度で浸透性を確保したワックスを開発し、粘度コントロールの考え方から、塗布後に増粘させた。これにより、ワックスの流出対策とした。
- (4) わずかな設備投資によって、従来のワックス流出対策の廃止が可能となった。

本研究成果は、有害物質削減という環境指向の時代の要望に応えるとともに、すぐれた防錆性能を有する自動車を

世界の顧客に提供するものとして、世界各地の弊社塗装ラインに展開推進中であり、既に2008年欧州向けモデルより適用された。

参考文献

- (1) 坂内恒雄：産業分野別に見た防錆技術，防錆管理，日本防錆技術協会，Vol.43, No.3, p.105-111(1999)
- (2) Takeuchi, T., Watanabe, H., Watanabe, S.: Automobile Corrosion Problems and Prevention, ISRM90, V-1, p.187-192(1990)
- (3) 久米政文：車体防錆と塗装処理(自動車と表面技術<特集>)，表面技術，表面技術協会，Vol.43, No.6, p.530-538(1992)
- (4) 田中徳治，増田猛：環境対応型無溶剤車体防錆ワックスの開発，防錆管理，日本防錆技術協会，Vol.50, No.10, p.390-394(2006)
- (5) 長沼桂：水系技術(1)水系塗料用チクソトロピック剤，塗装工学，日本塗装技術協会，Vol.41, No.11, p.388-394(2006)
- (6) 竹内寿浩，渡邊弘和，今中正，白谷敏武：自動車の塩害問題と防錆評価技術(自動車と表面技術<特集>)，表面技術，表面技術協会，Vol.43, No.6, p.556-561(1992)

■著者■



清水 靖久



前田 孝英



西野 俊哉