

## 塗装下地仕上げ装置の 開発



金子 健一\* 貝沼 慶至\*\* 米屋 英則\*\*\* 吉田 豊\*

車両外板の腐食等による修繕作業は、研磨・溶断・溶接など人手による作業が主体で多くの労力を要し、粉塵、騒音等が発生する3K作業となっている。そこで、これらの作業の機械化、装置化による作業環境改善や作業システムの変革を進めている。この内、塗装前に行う下地仕上げ作業（パテ研磨、脱脂、表面研ぎ）を車両形式、研磨範囲を指定するだけで自動研磨することができ、研磨により脱脂を不用とし、また車体の曲面部等に対応できる自動化装置の開発を行った。その結果、所定の機能を確認したので弊社の土崎工場に導入し、2001年度から本格的に実使用している。

キーワード：パテ研磨、脱脂、研ぎ

### 1 はじめに

車両外板の腐食等による修繕作業は、修繕箇所の塗装・パテを除去してから外板を切断する。その後新しい板を溶接し、表面の凹凸を無くすためにパテ付けをし、その表面を仕上げから吹き付け塗装を行う。これらの一連作業は、研磨・溶断・溶接など人手による作業が主体で多くの労力を要し、粉塵、騒音等が発生する3K作業となっていた。そこで、一連の作業の機械化、装置化とともに定置作業から流れ作業システムへの変革を進めている。

この内、塗装前の下地仕上げ作業（パテ研磨、脱脂、表面研ぎ）は、装置化のためのパテ研磨手法や車体曲面

に合わせた仕上げ手法などが技術的に難しく、人手で作業を行っていた。このため、パテ研磨による粉塵作業や脱脂のために薬液作業を余儀なくされていた。

そこでパテ研磨、表面研ぎが同時にでき、研磨により脱脂を不用とし、また車体の曲面部等に対応できる塗装下地仕上げ装置の開発を行った。

開発装置は、平滑度を求めるパテ研磨と、塗膜の接着を良くするため表面の研ぎを行う2種類の研摩機を装備し、脱脂作業を必要としない仕様とした。

また、車体の曲面部分や車体位置のずれに追従するため、接触面に一定の圧力が掛かる「ならい」機能を持つ機構とした。

そして、作業時間は、車両片側を1人で1時間、仕上げ品質は現行手作業と同等以上を確保することを目標に装置を試作し、仕上げ時間、仕上げ品質、耐久性などを試行評価した。

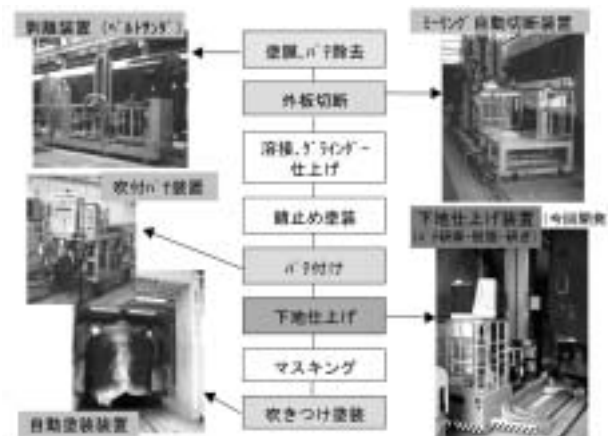


図1：車両の外板修繕作業の装置化



図2：塗装下地作業の現状

## 2 開発装置概要

### 2.1 研磨装置

装置化に当たり、これまで手動で使用していた研磨装置を基本に、機械化対応するための能力向上や耐久性向上を図った。

#### (1) 研磨機

手動用3種類の研磨機について基礎試験を行い、機能評価をした結果、パテ研磨、研ぎ、脱脂作業に適応した2種類の研磨機を採用し、同時施工ができる機構とした。研磨機種類は、次のものを採用した。

- ・パテ研磨用：ギアアクションサンダ
  - ・パテ仕上げ、塗膜研ぎ、脱脂：ダブルアクションサンダ
- 能力については、コストダウンを考慮して、新設計するのでなく手動用市販品の最大のもの（250W）を採用したが、現車試験において、研磨時に回転停止等能力不足がありモータのみ500Wに改良した。

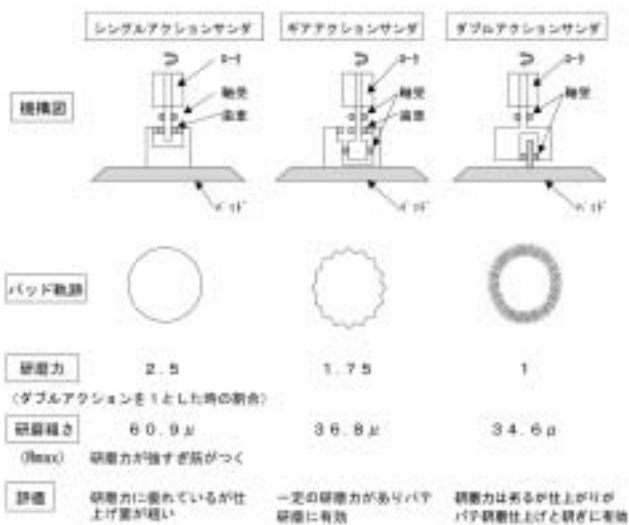


図3：研磨機の機能評価

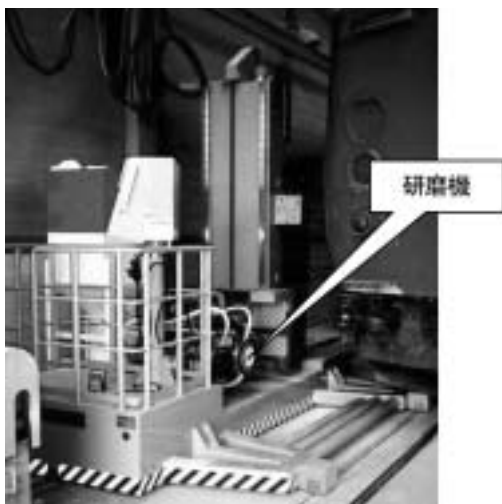


図4：装置概観

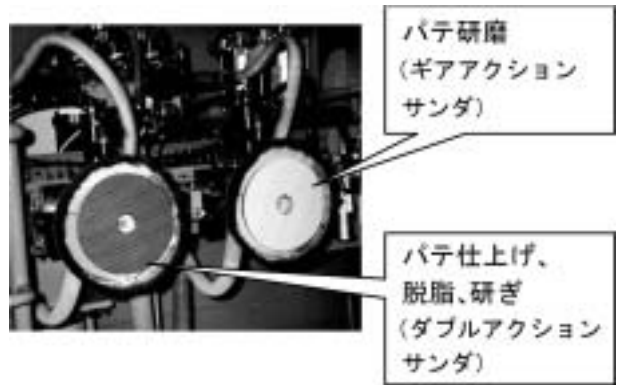


図5：研磨機

#### (2) 研磨紙

研磨紙は、弊社土崎工場を手作業使用している研磨紙を基本に検討したが、現行品は1枚で1m<sup>2</sup>程度しか使用できないため運転途中での取替作業が頻繁に発生する。そこで、車両片側1両分の寿命を確保するため、砥粒を強化砥粒（硬質アルミナ等）に替え、また研磨紙の台紙を紙から布に改良し寿命延伸を図った。

- 台紙：紙 布
- 砥粒：一般アルミナ 硬質アルミナ

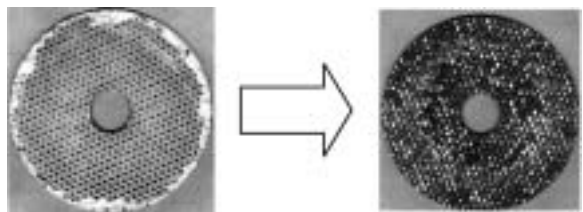


図6：研磨紙の改良

#### (3) パット

パットは一般に使用されているアルミディスクにウレタンスポンジを取り付けたものを採用したが、割れが発生したため、材質を高強度のポリビニールに改良し、また熱放散を良くするために形状を変更した。

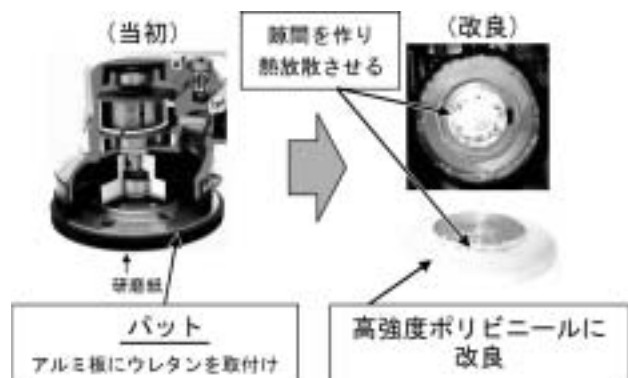


図7：パットの改良

## 2.2 動作機構

車両形式、研磨範囲を任意設定し、施工部分を記憶させ自動研磨する方式で、車体曲面や、車体位置のずれに対しては、電動での位置合わせにエアシリンダーを組み合わせることで追従できる方式とした。押し付け力は、任意の圧力を掛けられるが、研磨機能力から最大15kg/cm<sup>2</sup>の圧力とし、曲面部等に対しても一様に圧力が掛けられる機構とした。

動作工程は、車体側面を4工程に分けて施工し、片側を60分以内に終了させる能力にした。(窓下、窓、窓上、雨樋の4工程)

ただし、本開発は要素開発ということで、研磨条件が厳しい曲面部を対象としたため、動作範囲を窓下から裾に絞った。



図8：車体曲面部の研磨

## 2.3 吸塵装置

現行手動研磨機に使用している吸塵機を参考に、4.2m<sup>3</sup>/分のものを採用し集塵効果を確認することとした。

## 2.4 開発装置仕様

開発した装置の仕様を表1に示す。

表1：開発装置仕様

項目	内容
各軸ストローク	X軸(水平)25.0 m Y軸(垂直)1.75 m Z軸(前後)400 mm A軸(旋回)0~30°
早送り速度	X・Y軸 15 m/分 Z軸 6 m/分
サンディング速度	X・Y・Z 10 m/分
制御装置	NC制御
ヘッド構成	2ヘッド ・ギアアクションサンダ 500 W, 9000 rpm ・ダブルアクションサンダ 500 W, 6000 rpm (両サンダは同時施工可能)
吸塵装置	風量42m <sup>3</sup> /分

## 3 開発装置による試験評価

開発装置の試験は、土崎工場で485系電車等を使用して車両外板の下地仕上げ作業を行い作業時間や品質など機能評価を行った。

### 3.1 仕上げ時間

開発装置を使用しての仕上げ時間は、試行面積(18m<sup>2</sup>)当たり28分かかり、車両1両当たりに換算すると片側の面積を32m<sup>2</sup>とした場合、約50分となる。

ただし、パテを全部更新するリニューアル改造車両では研削量が多く、研磨機の回転数が60%前後まで低下し、車両片側約140分を要した。

また、仕上げ後研磨粉が表面に残り、清掃作業(気吹き作業)が必要となった。(約5分)

### 3.2 仕上げ面の品質

仕上げ面の品質は、平滑度、脱脂状況、表面粗さ等について調査した。

#### (1) 平滑度

開発装置と現行手作業で仕上げた車体裾部の曲面部において、表面を400mm四方縦・横100mmに4分割し、16点の高低差と高さのばらつき度合い(標準偏差)を比較測定した。

その結果、開発装置では最大高低差が約60μm減り、平滑度が向上した。

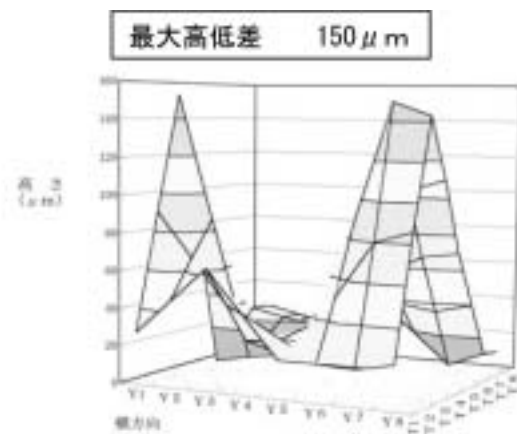


図9：現行手作業での平滑度

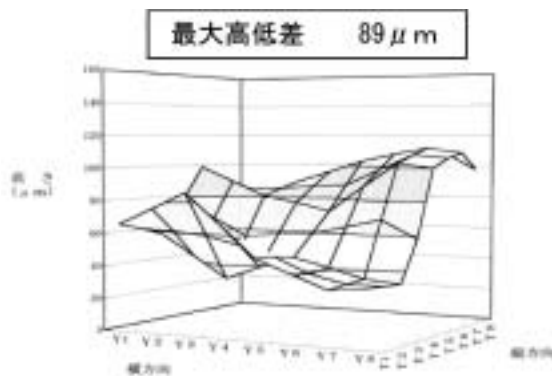


図10：開発装置での平滑度

(2) 脱脂

開発装置で仕上げたものと現行の薬液で脱脂したもの、また未仕上げのものと水かけ試験により比較評価した。

未仕上げのものは水をはじくが、開発装置で仕上げたものは現行作業と同等の脱脂効果があった。



図11：水かけ試験

(3) 表面粗さ

開発装置と現行手作業で仕上げたものと表面粗さを任意箇所測定し比較評価した。

測定結果は、現行手作業とほぼ同等の表面粗さであった。

表2：表面粗さ

	現行作業	開発装置
平均表面粗さ (Rmax n=10)	36.4μm	38.8μm

(4) 塗装状況

開発装置で仕上げ後、吹きつけ塗装を行い状態の確認をしたが、現行手作業の場合と同等の塗着状況であった。

3.3 耐久性等

試験当初、研磨機の発熱によりパッド部の割れが発生したが、前述したパッド部の排熱改良等により、その後発生しない。

研磨紙は、現行1枚で1m<sup>2</sup>しか使用できなかったが、前述した研磨紙の改良により1枚で約32m<sup>2</sup>（1両片側面積）まで寿命が向上した。

また、集塵能力については、手動装置の能力を参考にしたため、粉塵漏れが発生する場合があった。

4 まとめ

開発装置は、パテ研磨、研ぎを同時に施行することができ、仕上げ時間は、1両片側ほぼ目標の60分で施工することができた。

ただし、パテ更新を行うリニューアル改造工事等を考慮すると実用機は約1.5倍の研削能力が必要になる。

仕上げ面の品質については、平滑性が車体裾の局部部においても現行手作業以上であり、また脱脂効果や表面粗さも現行手作業並みであり十分といえる。

また、耐久性等については、連続的な仕上げ作業を行っても、パット部の改良などにより異常なく使用できることを確認した。消耗品である研磨紙も1枚でほぼ片側1車両分使用することができ、途中での研磨紙取替えによる中断を無くすことができた。

5 おわりに

開発した塗装下地仕上げ装置は、試作評価した結果所期の目標が達成できたので土崎工場の車体修繕ラインに実用機を導入した。図12に実用機の概観を示す。

実用機は、課題であった研削能力や吸塵能力の向上等を行い、2001年度から本格的に実使用し、塗装下地作業の環境改善と作業の効率化に貢献している。



図12：実用機概観