

塗装ロボット PW20 シリーズ (塗装機器内蔵型)

Spray paint robot PW20 series integrating paint equipments

キーワード

塗装用ロボット、ホース内蔵手首、塗装機器、空圧機器、システム化

ロボット事業部 開発部
本間 敬章

1. はじめに

現在当社の塗装用ロボット PV30X は、広い動作範囲と高い信頼性が評価され、これまで自動車関連を中心として年々シェアを伸ばしている。しかし、特にシステム化が進んでいる自動車の塗装ラインにおいては、より汎用性の高いロボットが求められてきた。

今回、これまでの豊富な実績を踏まえ、「塗装システム」にポイントをおいて開発した新形塗装用ロボット「PW シリーズ」を紹介する。

2. 開発のねらい

自動車の塗装ラインにおけるロボット化については、従来の外板工程（ボディの外側塗装）から内板工程（ボディの内部塗装）への要求が強まっている。ボディの内部を塗装する内板塗装工程では、図 1 のように露出したホースがボディと干渉するため、外部にホースが露出しない「ホース内蔵型手首」が必要であった。また、外板工程でもアプリケーションによっては要求される場合もあり、ホース内蔵型塗装用ロボットは当面の重要開発項目であった。

また、これまでの塗装用ロボットは手首部に塗装ガンを取付けると共に、ロボットとは独立した塗装機器をアーム上に搭載することで塗装作業を行っていた。言い換えれば「ロボットと作業者の置き換え」に近く、塗装システム全体としての一体感はなかった。

今回はこれらの課題について単にロボット固有の性能を上げるだけでなく、塗装機器や空圧機器をロボットに内蔵することで塗装ロボットとしての「シ

ステム化」を追求した。

3. PW シリーズの特徴

図 1 に現在出荷している PV30X の適用例を示す。ロボットのアーム上には塗装機器が搭載され、塗料配管がロボット後部からロボット手首に取付けられた塗装ガンまで外部配管されている。図 2 に今回

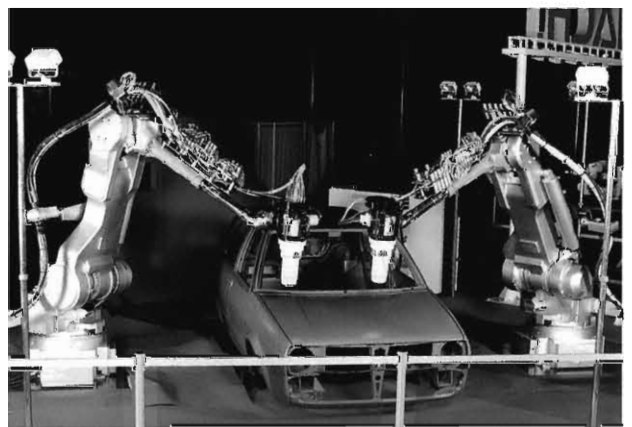


図 1 PV30X の適用例



図 2 新規開発機 PW20 の適用例



図3 PW20の外観図

表1 PW20Lの基本仕様

項目	仕様		
ロボット本体	PW20L		
構造	関節形		
自由度	6		
駆動方式	ACサーボ方式		
最大動作範囲	腕	S 旋回	±1.83rad
		H 前後	+1.92~-0.87rad
		V 上下	+1.57~-1.22rad +1.57~-1.05rad
	手首	R2 回転2	±6.28rad
		B 曲げ	±6.28rad以上
		R1 回転1	±7.85rad以上
最大速度	腕	S 旋回	2.18rad/s
		H 前後	2.18rad/s
		V 上下	2.62rad/s
	手首	R2 回転2	5.76rad/s
		B 曲げ	8.72rad/s
		R1 回転1	10.47rad/s
可搬質量	手首部	MAX 20kg	手首部+第1アーム部トータルにて45kg
	第1アーム部	25kg	
位置繰り返し精度	±0.5mm		
防爆構造	2G4		
周囲温度	0~40℃		
設置条件	床置, 壁掛, 傾斜*1		
本体質量	790kg		

*1 壁掛, 傾斜設置の場合には動作範囲に規制あり。

1rad=57.3°

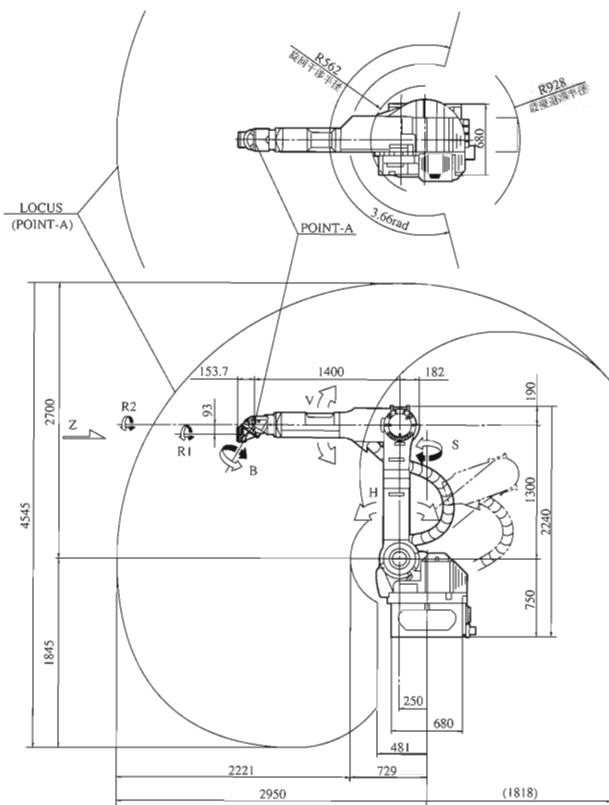


図4 PW20Lの本体寸法

【ホース内蔵・システム化のための開発項目】

- 1) ホース内蔵手首の開発
 - ・手首内部の中空穴径は70mm (クラス最大)
- 2) 色替ホースの短縮
 - ・塗料ホースの長さを半減 (クラス最短)
- 3) 塗装機器のアーム内蔵化
 - ・内蔵の塗装機器は30色対応 (クラス最多)
- 4) 空圧機器, 電装品のロボット内蔵化
 - ・ロボット内蔵の空圧機器30色 (クラス最多)
- 5) 塗装機器統合制御
 - ・塗装ガンにおける吐出量制御の実施

【他の主な改良項目】

- 6) 塗装速度 (最大2.9倍) ・加速度の向上
- 7) 16軸制御 (従来12軸制御)

以下に詳細を説明する。

3.1 ホース内蔵型手首の開発

これまでは, 以下のような問題があった。

- ・ティーチング時のホースの干渉による工数の増大
- ・ホース引回し工数の増大
- ・ホースに付着した塗料等のゴミ落下による塗装品質の低下

このような課題を解決するため, PW20では当社で初めてホース内蔵手首を開発し, 手首の中を塗料

開発したPW20の適用例を示す。ロボット外部には塗料機器も配管もなく, 外観上スリムな形状となっている。図3にロボットの外観, 図4に本体寸法を示す。表1にロボットの基本仕様を示す。以下に主要な特徴を示す。

ホースが通る構造にした。大量のホースを通すため手首内の中空穴は 70mm であり、クラス最大となっている。実際の設計では 3 次元 CAD を使用し、小型・軽量化を図った。図 5 に手首部の構想段階の外形図を示す。図 6 に塗料ホースを通す手首の中空穴の参考図を示す。

当社では、これまで減速機を出力軸の最後に配置する最終端減速構造を採用してきた。今回は最終端減速構造を採用せず、最終端にギヤを配置し、手首の小型化を図っている。しかし、ギヤを出力軸の最終端に配置すると、摩耗による「がた」が発生しロボットの精度に重大な影響をおよぼすことになる。そこで歯形の見直しと、歯面への特殊表面処理や摩耗に強いグリースの採用により低バックラッシュで高い精度を確保している。



図 5 手首部外形図

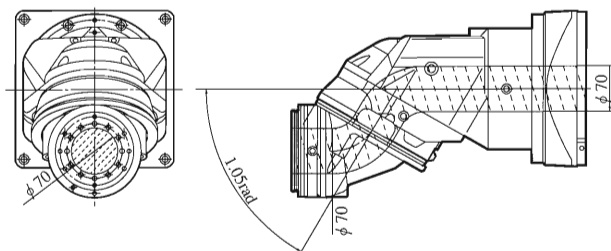


図 6 手首中空穴参考図

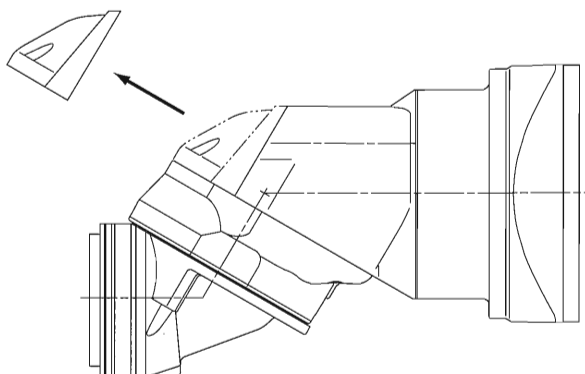


図 7 手首部点検用カバー

ホース内蔵手首にした結果、テーチング時間が大幅に短縮された。また、これまでは塗装ブース内で施工した後は必ず修正していた配ゴム作業（塗料ホース処理）が工場生産可能となり、現地での修正もなくライン立上げ時の大幅な工数縮減となっている。

しかし、これまでのホース内蔵手首は内部が見えないため、手首内部のホースの状態が点検できないという保全性の問題があった。そこで PW20 では当社独自の手首構造により点検用カバーを作り、内部の状態を定期点検できるようにした。図 7 に点検用のカバーを示す。(PAT.PEND.国内)

3.2 色替ホースの短縮

塗装工程の今後の課題として、「環境」問題が重要になってきている。当然ユーザからの要望も強くなっている。そこで、今回はホース内蔵手首の開発と同時に、アーム上の塗装機器の配置も見直した。塗装機器を可能な限り塗装ガン近傍に配置することで、色替ホース長を半減させた。これにより色替時間の短縮と共に、廃塗料や洗浄シンナーを半減することができた。

このようにこれまでの独立した関係でなく、PW20 ではロボットと塗装機器を融合することで今後の環境対策に対応している。

3.3 塗装機器のアーム内蔵化

図 1 の PV30X では第 1 アーム上に多くの塗装機器が搭載されている。近年、自動車の塗装色に合わせて色替用のカラーチェンジバルブの数も増加傾向にある。これまではホースを含めた塗装機器とワークの干渉やゴミ落下の問題があった。図 2 の PW20 では全ての塗装機器をアーム内蔵化することで、このような課題を解決している。水平アームでの塗装機器設置用スペースの確保と、ロボットアームのコンパクト化・スリム化を図っている。(意匠登録済み)

塗装機器搭載時のアーム部体積比で現行機種 PV30X の半分以下となっており、内板塗装時狭い車のボディの中にも進入して塗装することができる。30 色対応は近年多様化する自動車の色に対応しており、クラス最大である。

図 8 に姿勢図を示す。動作範囲における各ポイントでのロボットの姿勢を示している。アーム上の塗装機器もなく塗料ホースの制限も受けなため、

上下・前後と色々な姿勢を取る事ができる。

3.4 空圧機器、電装品のロボット内蔵化

ロボット本体の中に空圧機器や電装品を収納できるスペースを確保すると共に、ロボット内に入れることの出来る専用エア機器をメーカーと開発した。同時に、塗料ホースをロボット本体（旋回ベースから手首先端まで）に引回すことで周辺レイアウトをシンプルにまとめることができた。また、配線・配管ホースが少なく信頼性の向上と、現地立上げ工数の縮減につながった。

図9に現行ロボットと今回の開発機との比較図を示す。

3.5 塗装機器統合制御

塗装ガンから吹き付けられる塗料の吐出量はギヤポンプで制御されている。これまでは、そのギヤポン

プと駆動制御モジュールはロボットとは別に設置されていた。PW20では、ギヤポンプをロボットのアームに内蔵すると共にその駆動制御モジュールもロボット制御盤に内蔵することで、ロボット動作と塗料吐出量の同時7軸制御を可能とした。これにより、現行の別置き外部制御方法に比べ応答性を上げることで塗装品質を向上させた。

3.6 塗装速度の向上

自動車の塗装工程における内板工程では複雑なワーク形状に対応するため、特に手首軸の姿勢修正が頻繁に行われている。全体のサイクルタイムを短縮するために、PW20では特に手首軸の速度アップにポイントを置いて開発した。3次元CADを使用するなど徹底した軽量化と、新しく開発したAW制御装置のサーボ性能の向上により、PV30Xより手首最大速度で2.9倍としている。

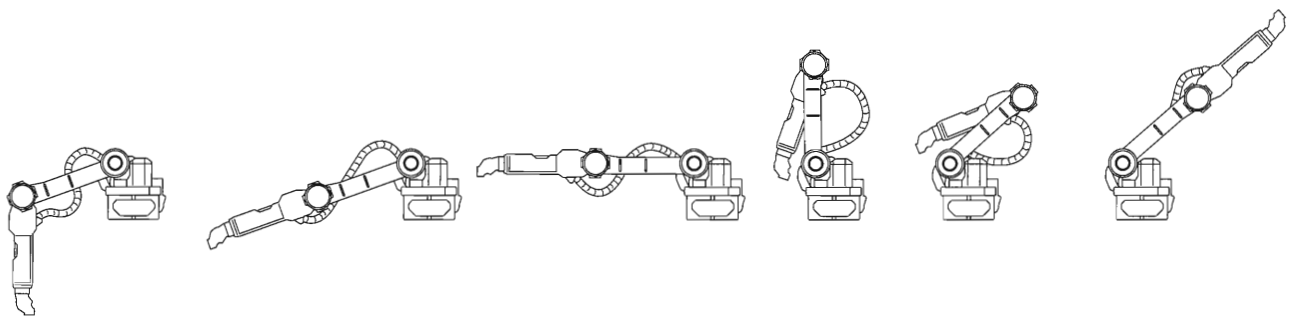


図8 PW20の姿勢図

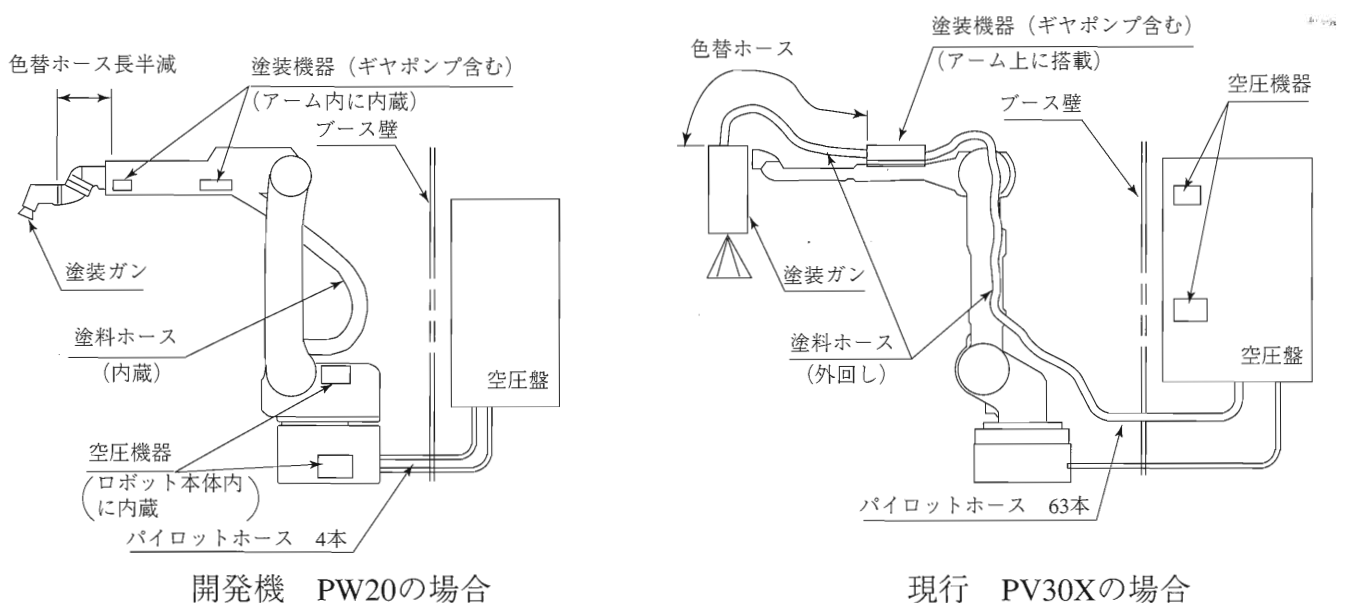


図9 塗装システムの比較

3.7 16 軸制御

マルチロボット機能を選択すれば、一台の AW 制御盤にてロボット 2 台 (16 軸) のロボットを協調制御できる。

(ロボット 6 軸 + ギヤポンプ 1 軸 + 走行 1 軸)
× 2 台 = 16 軸

4. おわりに

ユーザーは単に動作範囲が広くて、早く動くロボットを求めている訳ではなく、トータルとしての「塗装ロボット」を求めている。これまでは塗装機器を外付けすることで「塗装のできるロボット」であった。今回の開発では、塗装としてのアプリケーション部分を大幅にロボットに取込むことで、「塗装ロボット」を開発したと言える。

昨年は大手塗装ロボットメーカー 2 社の分割・吸収が報じられ業界の勢力地図も大きく変わろうとしている。また、塗装作業も従来の有機溶剤に変わり、水を主媒体にした水性塗料の導入が本格化している。今回開発した PW シリーズもすでに客先の新しい設備に入り水性塗装による「地球環境にやさしい生産設備」の一翼を担っている。

ロボットのシステム化を考える上では、自動車の塗装工程はまだまだ開発する項目が多く残っている。日々進歩していく塗装技術の今後の方向性に注目すると共に、これまでのノウハウを生かしてユーザーズに対応した新商品を開発していきたい。