

省人・安全・自動化 長尺・重量物塗装対応型搬送装置の最前線

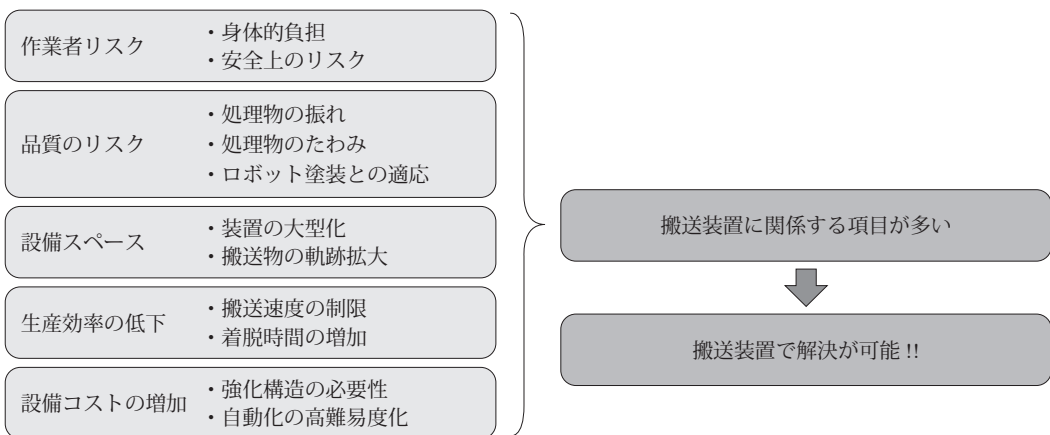
森野 与忍*

近年、製造業の現場では労働人口の減少と生産性の向上ニーズに伴い、塗装工程の自動化・省人化が急速に進んでいる。なかでも長尺物・重量物の塗装工程では、従来の人手による吊り掛けや搬送作業に多くの制約が存在していた。

これらの制約は作業者の身体的負担のみならず、荷崩れ・処理物落下などの安全上のリスクや塗装品質のバラツキといった形で工程全体に影響を及ぼす。特に長尺物は搬送中の振れやたわみによって塗装精度が

低下しやすく、重量物に至っては搬送機構の耐荷重や安全確保の観点で設計上の注意が必要となる。

また、長尺・重量物に対応するため前処理装置や塗装室、乾燥炉などの各処理装置も大型化する傾向にあり、各工程間のコンパクト化が設備全体の省スペース化に大きく寄与することとなる。こうした課題に加えて、近年はロボット塗装との親和性を重視した自動搬送装置の導入が注目されている（第1図参照）。



第1図 塗装設備の長尺・重量物生産におけるリスク

* もりの よしのぶ (株)フサメ工業 常務取締役・統括本部長

当社では前処理装置や塗装ブース・各種乾燥炉など塗装ラインに必要な設備全般を手がけており、それらの知見を生かして塗装ラインに特化した搬送装置の製造・開発・販売も行っている。

本稿では塗装ラインに用いられる従来の搬送装置と共に、長尺・重量物対応に特化した「キャリアバー方式」の案内と活用事例を紹介する。

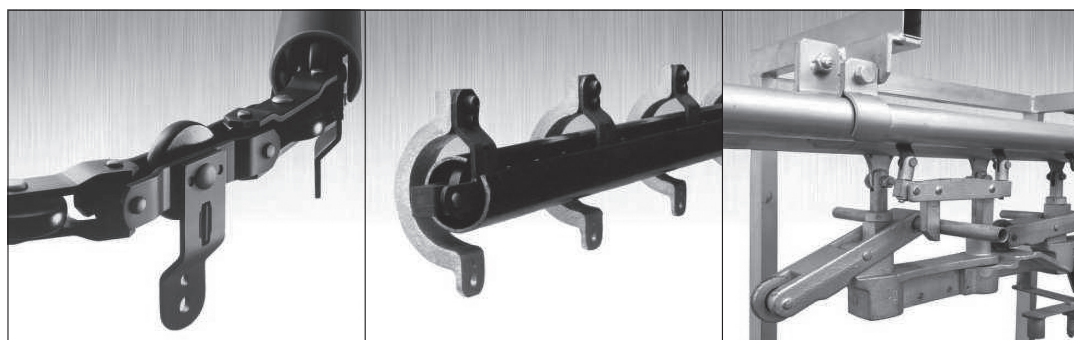
1. トロリーコンベヤ

塗装設備において旧来より最も多く採用

されてきた搬送方式はトロリーコンベヤであろう。

トロリーコンベヤは天井空間を活用して処理物を吊り下げる搬送方式で、3次元でのレイアウトが可能であるため省スペース化・自動化・安全性を同時に実現することができる。

また、処理物を吊り下げるハンガーの長さを適正化することにより、搬送装置への前処理液や塗料の付着を軽減することが可能であり旧来より塗装設備に多く採用されてきた(第2図参照)。



スタンダード・チェーンベヤ

ダスター・チェーンベヤ

パワーアンドフリー

第2図 オーバーヘッドコンベヤの一例

処理物の質量に合わせて搬送チェーンの選択を行うが、一般的に 500kg/ハンガーを超える質量に対しては対応が困難とされている。長尺物の場合はハンガーで吊り下げる間隔を広くする必要があり、その関係で水平カーブの半径を大きくする必要があるために設置スペースが大きくなる傾向がある。

また、一定速度で搬送を行う塗装ラインで長尺物や重量物を生産する場合、処理物を吊り下げるハンガー形状の一定化やハンガーを取り付ける位置の一定化が困難なことが多いため処置物着脱作業の自動化に対するハードルが高く、人手での作業では複数名が必要になる場合が多く作業には危険

が伴う。着脱作業の安全性を考慮してタクト搬送(一定の距離を進めて一定時間止める、を繰り返す搬送方法)を採用する場合はトロリーコンベヤチェーンの伸びを考慮して各装置の配置や仕様を検討する必要がある。

トロリーコンベヤの特徴を以下に記す。

- ・シンプルな装置構成で比較的安価
- ・前処理液や塗料の付着軽減対策が容易(ハンガーの長さの設定)
- ・超重量物の対応に制限がある(最大 500kg/ハンガーが目安)
- ・長尺物の場合は水平コーナーの半径や処理物の軌跡が広がり設置スペースが大きくなる

- ・一定速度で長尺重量物を搬送する場合は着脱作業に危険が伴う
- ・タクト搬送の場合はチェーンの伸びを考慮して装置設計を行う必要がある

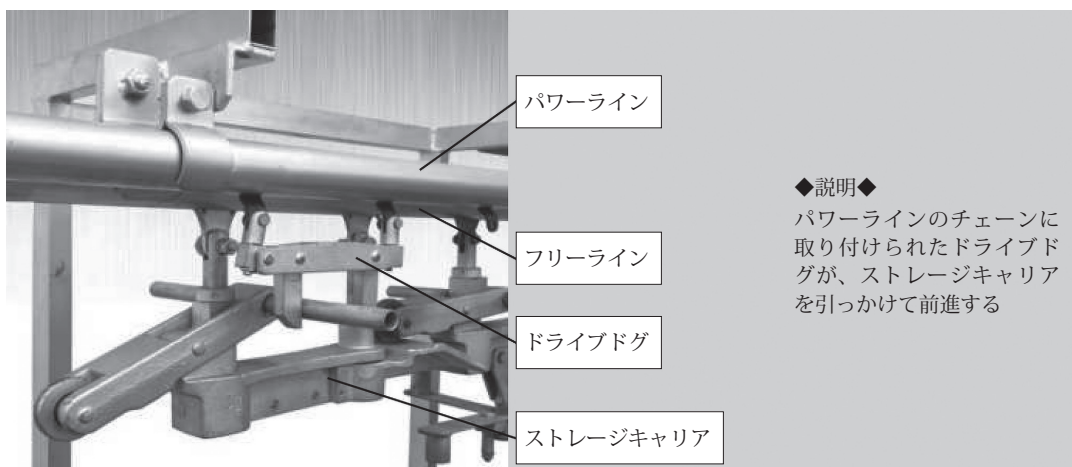
2. パワーアンドフリー方式

パワーアンドフリーコンベヤは一定速度で走行するトロリーコンベヤを動力として搬送する方式が一般的である。

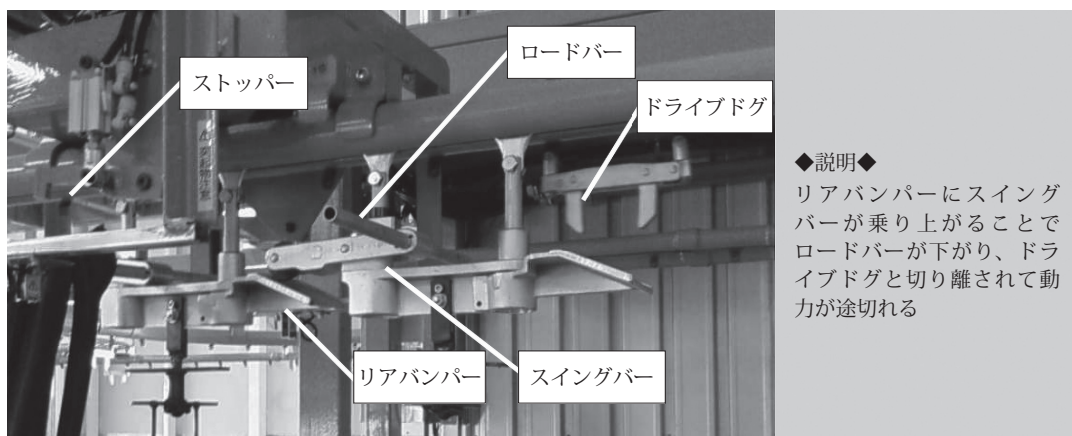
動力を伝えるパワーラインと処理物を吊り下げるフリーラインに分かれており、パワー

ラインとストレージキャリアの結合有無や搬送速度、ドライブドグのピッチなどパワーラインの仕様によって処理物の走行／停止、搬送速度や搬送ピッチの可変が可能になる（第3, 4図参照）。また、前詰めストレージができるため乾燥炉や冷却エリアのスペース縮小が可能である。

パワーアンドフリーコンベヤはトロリーコンベヤと比較して自由度の高い搬送方式であるが、構造が複雑であるためイニシャルコスト・ランニングコスト共に高額となる。



第3図 パワーアンドフリー方式の基本構造



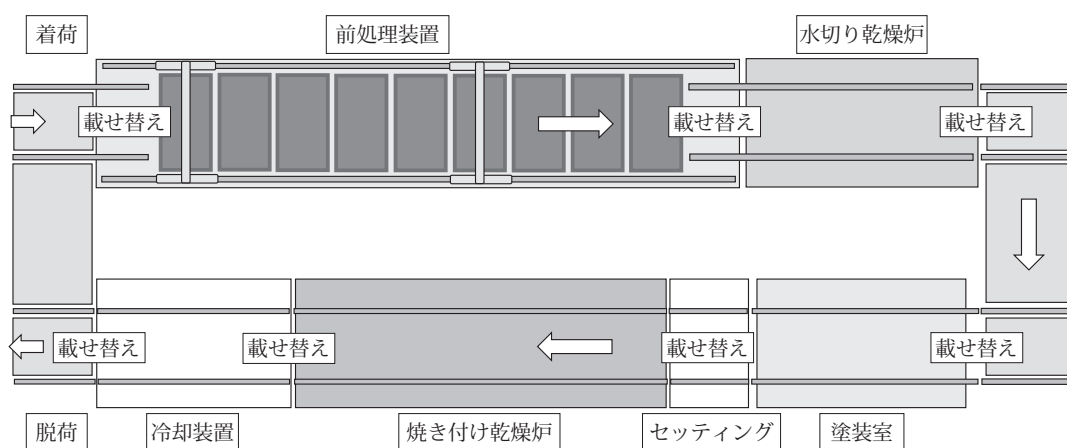
第4図 パワーアンドフリーコンベヤの前詰めストレージ

3. 各種専用搬送装置

トロリーコンベヤでは対応が困難な場合や上部からの異物落下を防止する場合は、専用の搬送装置で塗装ラインを構築する。

第5図のように専用搬送装置で構成される塗装ラインは、前処理装置・塗装室・乾燥炉などの各種処理設備に適した専用の搬送装置を採用し、それぞれの処理工程を担う単独装置の集合体となる。専用の搬送装

置は処理物質量やサイズに合わせて設計を行うため、塗装ライン全体のレイアウト設計に対する自由度が高く、コンパクト化が可能になる場合が多い。しかしながら前記のトロリーコンベヤと比較すると構造が複雑になり高額になることが多く、各工程の接続部分には受け渡し機構や移載装置を設けて対応するケースが一般的であるため、この部分での自動化や安全性の確保・設備不具合発生時の対策が必要となる。



※各装置の接側部で処理物の載せ替えが発生する

第5図 専用搬送装置を用いた塗装ラインの例

各工程接続部分に関する主な対策検討事項を以下に記す。

- ・自動化を行う際のコスト低減、メンテナンス性の確保
- ・処理物落下に関する対策と安全性の確保
- ・処理物変形に対する対策
- ・異物付着に関する対策

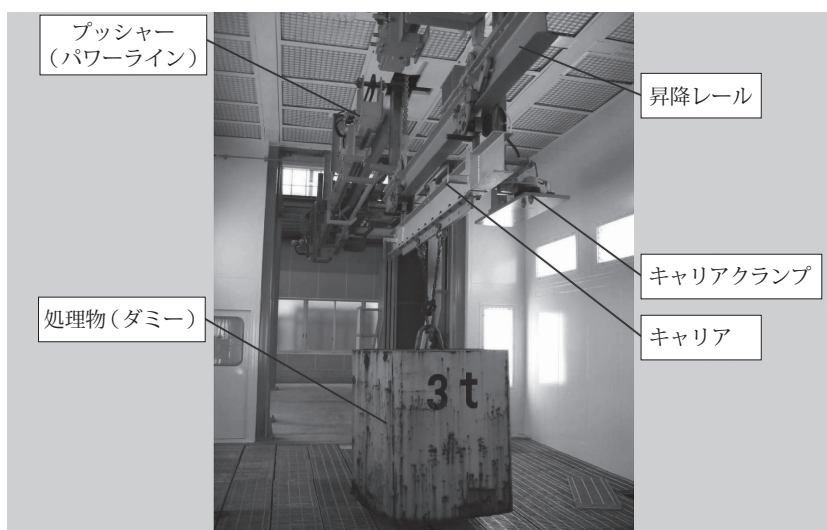
以上のように、それぞれの搬送装置には一長一短があるため処理物の要求仕様に合わせてつど適切な搬送装置の選出が必要である。

次に、塗装ラインでとりわけ長尺物や重量物の搬送に特化した「キャリアバー搬送方式」を案内する。

4. キャリアバー搬送方式

キャリアバー搬送方式はパワーアンドフリー方式の一種で、パワーアンドフリー方式から前詰めストレージ機能を排することで構造の簡素化を図った搬送方式である（第6図参照）。

従来のパワーアンドフリーコンベヤは小型～中型処理物の搬送を得意としているが超重量物の対応は不得手であり、長尺物に対応する際は搬送キャリアにユニバーサルジョイント機構が必要となるため、さらなる構造の複雑化と設備コストの高額化を招くこととなる。また、大量生産が得意なオーバーヘッド



第6図
キャリアバー方式の
基本構成
(垂直上下搬送)

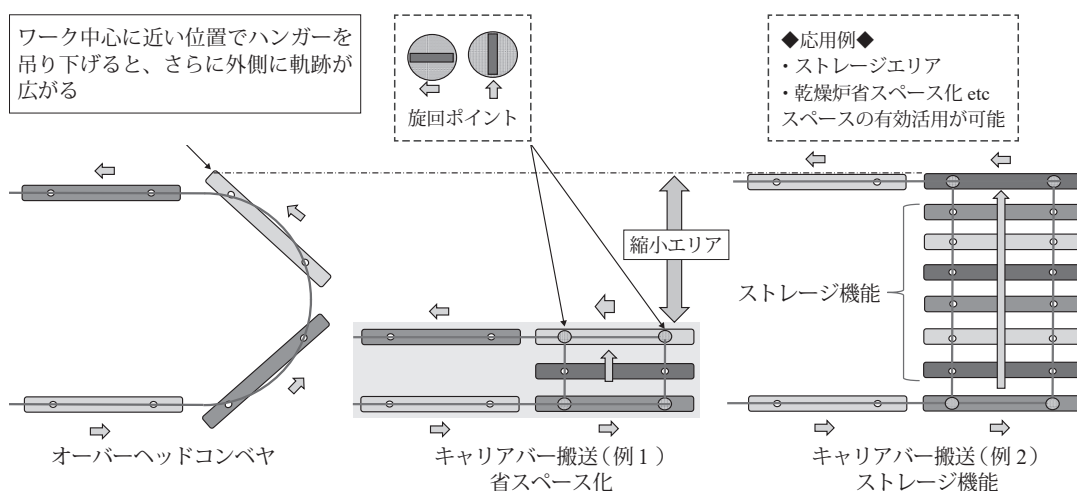
コンベヤほどではないが、パワーアンドフリー方式はある程度の生産能力を有することが可能で中規模～大規模の塗装ラインに採用されることが多い。

その中で塗装ラインにおける長尺・重量物の生産は、比較的少量生産であることが多く、パワーアンドフリー方式の全ての機能（長所）を利用できず導入コスト面で採用に至らない事例も多く見られる。そのような計画に最適な搬送方式がキャリアバー方式であ

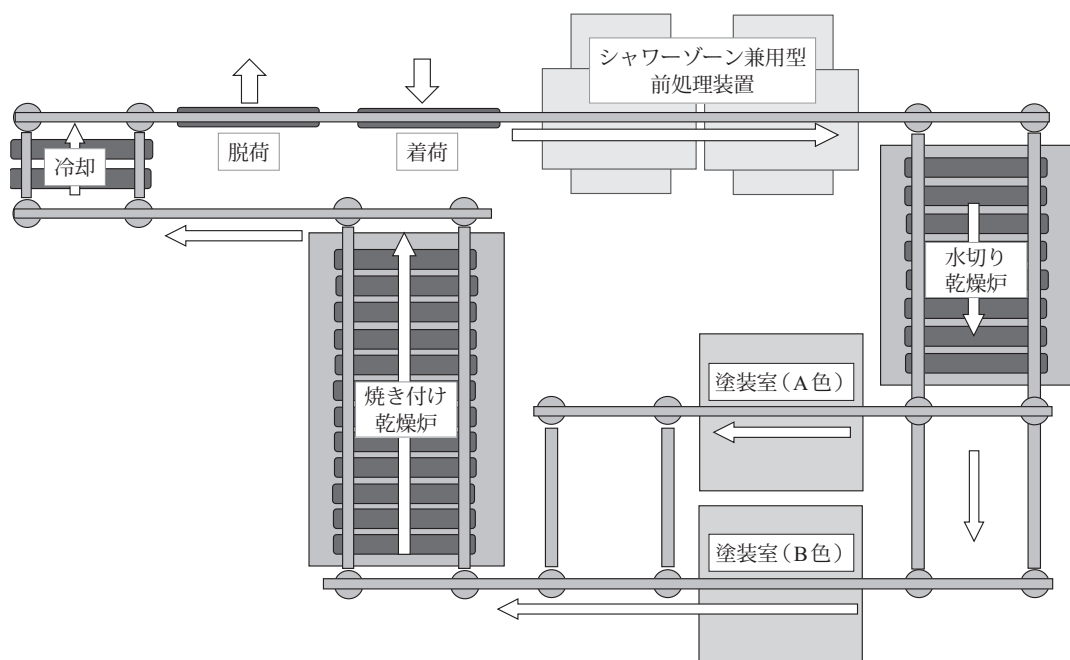
り、その最大の特徴はパワーアンドフリー方式とは異なり直角水平搬送や後退搬送（スイッチバック）が可能なことである。

塗装ラインのレイアウトを検討された方にはご理解いただけたと思うが、これらの動作ができるという事は少量生産ラインのレイアウト検討に際して非常に有効である。

第7図のように塗装ラインにおける長尺・重量物搬送に関しては、キャリアバー方式の採用によるメリットが多く見受けられる。



第7図 キャリアバー方式の特徴



第 8 図 キャリアバー搬送を用いた塗装ラインの一例

第 8 図にキャリアバー搬送装置を用いた塗装ラインの一例を紹介する。

キャリアバー搬送装置は塗装ライン特有の「耐水仕様」「防爆対応」「塗料付着対策」「耐熱性能」など特殊な仕様への対応が容易で、パワーアンドフリーや専用搬送装置と比較して構造がシンプルで安価にラインを構成できる場合が多い。

ここまでで説明した各装置の特徴を第 1 表にまとめる。

5. 新型スクリーフィーダー式搬送機構

前記のようにキャリアバー方式は機構の簡素化とそれによる低コスト化が図れる搬送方式であるが、最大の長所である直角水平搬送について構造が複雑になる傾向があった。

この課題を改善すべく当社ではさらなる改良を重ね、2023 年にキャリアバー方式の機構に関して新たな特許を取得した（特許 7477737）。

この特許は直角水平搬送にスクリーフィーダー式搬送機構を採用し、従来の搬送方式で懸案事項であった数々の問題点を解決することが可能になった（第 9 図参照）。

以下に改善された項目を記載する。

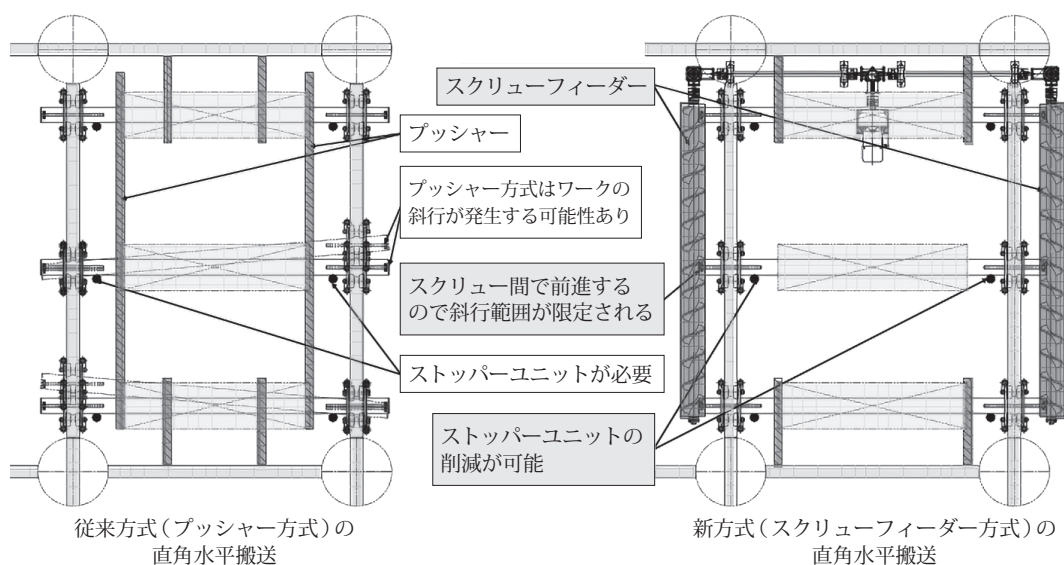
- ・キャリア斜行防止構造による走行安定化
 - ・ブレーキ機構の簡素化
 - ・ストッパー機構の簡素化
 - ・装置構成簡素化による制御の簡素化およびそれに伴う動作安定性の強化
 - ・装置構成簡素化によるメンテナンス箇所の低減。経年劣化による設備不具合の低減
- 長尺・重量物搬送のみならず、塗装ライン全般の省人化、自動化・安全性、メンテナンス性の向上に向けて現在さらなる開発を進めている。

6. 塗装ラインの搬送装置における自動化・省力化について

ロボットとの親和性や高精度な位置制御など搬送装置の自動化と省人化は、塗装ライ

第 1 表 各搬送方式の比較表

	キャリアバー	パワーフリーコンベヤ	トロリーコンベヤ	専用搬送装置
自動化に対する親和性	○	○	△	○
前処理装置とのマッチング	○	○	○	△
前処理剤や塗料付着の軽減	○	○	○	△
防爆仕様の容易さ	○	○	○	△
耐熱仕様の容易さ	○	○	○	△
搬送速度の部分変更	○	○	×	○
生産能力	少量	中量	大量	少量～中量
搬送ピッチの部分変更	○	○	×	○
分岐・合流	○	○	×	○
停止精度	○	○	△	○
加減速制御	○	△	△	○
搬送質量の制限	○	制限あり	制限あり	○
前詰めストレージ	×	○	×	○
直角水平搬送	○	×	×	○
直角上下搬送	○	○	×	○
後進	○	×	△	○
処理工程間の安全性	○	○	○	△
設備コスト	中間	やや高価	安価	高価



第 9 図 新型スクリュウフィーダー式搬送機構

ン全体の効率と安全性を左右する重要な要素であるが、塗装ラインの搬送装置は「耐水仕様」「防爆対応」「塗料付着対策」「耐熱性能」といった特殊な仕様が要求され、それらは自動化や省人化を行うにあたっての障壁となることが多い。

それゆえ、塗装ライン全体の計画時にどのような搬送方式を選択するかが塗装ライン全体の省人化、自動化、効率、安全性、安定性

に大きく影響する。

最適な搬送方式の選択は作業環境の改善だけではなく、人手不足への対応や生産性の向上にも直結する課題であり、搬送装置の発達が今後の塗装ラインの進化に不可欠と考える。

本稿が塗装ライン用搬送装置を検討する際の参考になれば幸いである。