キャリアバー搬送の進化による長尺重量物搬送の新スタンダード

森野　与忍*

Abstract

本稿では、長尺・重量物を対象とした塗装ラインの搬送技術について、チェーンブロック方式、パワーアンドフリーコンベヤ方式、キャリアバー搬送方式の特徴を比較しながら紹介する。人材不足を背景に搬送工程の自動化が進む一方、長尺ワークでは姿勢の乱れや落下リスクへの対応に加え、防水・防爆・耐熱性能、省スペース化などが重要な課題となる。なかでもキャリアバー方式は、水平直角搬送やスイッチバック、上下方向への直角搬送などに対応し、限られたスペースで柔軟なライン構成を実現できる。また、ワークを180 度回転させることで 1 台のロボットによる両面塗装も可能となる。さらに、ヲサメ工業が長年の開発を通じて蓄積してきた長尺物搬送技術と、斜行や停止位置のバラツキ、脱輪リスクの低減を図った 2 件の特許技術を紹介し、安全性、安定性、生産効率を高めるキャリアバー搬送の有効性と今後の可能性を示す。

This article introduces conveying technologies for painting lines handling long and heavy workpieces, comparing the characteristics of the chain hoist system, the power-and-free conveyor system, and the carrier bar conveyor system. While automation of conveying processes is advancing in response to labor shortages, key challenges in handling long workpieces include preventing misalignment and falling, as well as ensuring waterproofing, explosion protection, heat resistance, and space-saving design. In particular, the carrier bar conveyor system supports horizontal right-angle transfer, switchback operation, and vertical right-angle transfer, enabling flexible line configurations even in limited spaces. In addition, rotating the workpiece 180 degrees allows a single robot to coat both sides of the workpiece.

The article also introduces long-workpiece conveying technologies that OSAME KOGYO CO., LTD. has developed and refined over many years, together with two patented technologies designed to reduce skewing, variations in stopping positions, and the risk of wheel derailment. These technologies demonstrate the effectiveness and future potential of carrier bar conveying in improving safety, stability, production efficiency, and layout flexibility. ※ Translated with DeepL.com

1.　長尺・重量物搬送における課題

長尺物や重量物の搬送は、従来から現場に多くの負担を強いてきた領域である。特に近年は人材不足が深刻化し、省人化のために自動搬送が主流となっている。長尺物は慣性が大きく、わずかな姿勢乱れが設備との干渉や落下につながるため、搬送方式の選定は生産ライン全体の安定性と安全性に直結する重要な要素である。

塗装ラインでは、オーバーヘッド方式の搬送装置が多く採用されている。これは搬送装置への塗料付着を軽減できることに加え、

* もりの　よしのぶ　㈱ヲサメ工業　常務取締役・統括本部長

ワークとハンガーの接触面を減らすうえで、吊り掛け方式が有効であるためである。床置き搬送では、ワーク下面の支持点が多くなり塗装品質に影響が出やすいが、オーバーヘッド方式であれば接触点を最小限に抑えられ、タッチアップ塗装の箇所を削減できる。

一方で塗装ラインを複数の個別搬送装置で構成する場合、載せ替え（吊り替え）工程が発生することが多い。長尺物や重量物を人手で吊り替える際には、ワークの落下やハンガーの外れといった重大事故の懸念があり安全性の確保が難しい。省人化が進む現在では載せ替え工程の自動化が主流であるが、長尺ワークの載せ替え工程を自動化する際は移載装置の複雑化やメンテナンス費用の増加に加えてワークの落下リスクも拭い去れない。こうした背景から、チェーンブロック搬送方式やパワーアンドフリーコンベヤ方式、キャリアバー搬送方式といった着荷から脱荷までワークの吊り替えが不要な搬送方式が安全性と生産効率の両面で優れていると評価されており、長尺ワークの塗装ラインで数多く採用されている。

2. チェーンブロック搬送

チェーンブロックを用いた長尺物搬送は、重量物を確実に保持しながら移動できる点で現在でも多くの現場で採用されている方式である。特に長尺ワークの懸垂に対応するため、2 点水平吊り形（**写真－ 1** 参照）や 2 機連結形（**写真－ 2** 参照）を採用することで、ワークの姿勢を安定させながら搬送できる点



写真－ 1　2 点水平吊り形



写真－ 2　2 機連結形

は大きな利点である。異なる種類のワークを搬送する場合に重心が変化しやすい長尺物でも、適切な吊り点を設定することで安全に扱えるため、柔軟性の高い搬送方式として長年利用されてきた。

近年は人材不足が深刻化し、省人化のために自動搬送の需要が高まっている。これに応えるため、チェーンブロックに PLC を搭載して自動搬送制御を行うシステムが採用されている。従来は人手による操作が中心であった上下動作や位置決めを PLC 制御によって自動化することで、作業者の負荷を軽減し安定した搬送品質を確保できるようになった。

一方で、チェーンブロック搬送には環境条件に起因するいくつかの懸念点も存在する。

まず、防水対応についてである。チェーンブロック本体や PLC、制御機器などを防水仕様にするためには技術的なハードルに比例した追加コストが発生し、洗浄工程のような水分や湯気が多い環境では導入ハードルが高くなる。チェーンブロック本体の対策や制御盤の防水化、ケーブル類の防滴処理、センサー類の保護など、周辺設備を含めた対策が必要となり、完全な防水は技術的にも難易度が高い。

次に防爆対応が困難である点も重要である。チェーンブロックに耐圧防爆モーターを搭載することは技術的には可能だが、耐圧防爆仕様のチェーンブロックは特殊品の部類となり導入コストや納期の面で難がある。また、防爆化が必要なのはモーターだけではなく、PLC やセンサー、制御盤、ケーブル類など制御機器全体であり、これらを防爆仕様にするには専用筐体や防爆ケーブルグランドが必要なため構造が大きく変わるうえ、コストも大幅に増加する。塗装ブース内では可燃性蒸気や塗料ミストが存在するため防爆仕様が求められるが、チェーンブロック方式では対応が難しい理由はこの制御機器側の防爆化の困難さにもある。

耐熱対応についても同様である。チェーンブロックに搭載されるモーターや PLC の耐熱温度は一般に 60～70℃程度であり、塗料乾燥炉の温度（120～180℃）より大幅に低い。高温環境では機器の破損や誤動作が発生するため、耐熱仕様への改造は容易ではなく乾燥装置内での使用は避けるべきである。

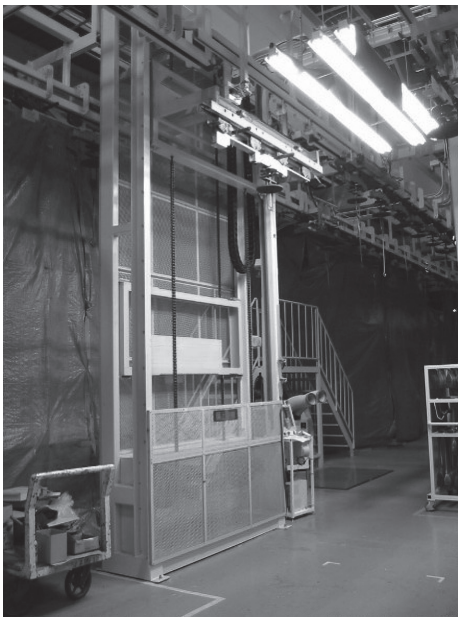
こうした環境対応の課題を回避するために、前処理装置や塗装室、乾燥炉などの処理装置の外側をチェーンブロックが通過するようにレイアウトすることが多いが、この方法にも懸念がある。防水の場合は水分や水蒸気の漏洩がチェーンブロック側へ流入し、錆や固着の原因となる。防爆の場合は塗料ミストの漏洩が駆動モーターや電装機器に付着し火災の原因となり得る。耐熱の場合は熱風漏洩によるエネルギーロスの発生や、チェーンブロック側へ熱が伝わることで機器の誤動作や破損につながる。

総じて、チェーンブロック搬送は長尺物の懸垂搬送に適した柔軟性と扱いやすさを備えており、PLC 制御の導入によって省人化にも対応できる有効な搬送方式である。しかし、防水・防爆・耐熱といった環境対応には構造的な制約があり、塗装ラインや特殊環境での採用には慎重な検討が求められる。

3. パワーアンドフリーコンベヤ

パワーアンドフリーコンベヤ（**写真－3** 参照）は、搬送ラインの柔軟性と生産効率を高めるために広く採用されている搬送システムである。複数のキャリアが同一レール上を独立して走行できる構造を備えており、停止・変速・分岐・合流といった多様な搬送動作を可能とする点が特徴である。生産設備の多様化が進む現在、加工工程や塗装工程などで求められる「ラインの自由度」を実現するうえで有効な搬送方式である。

本コンベヤは、駆動チェーン（パワーライン）とキャリアを懸垂するフリーラインが組み合わされた構造を持ち、キャリアは必要なタイミングでパワーラインと結合・分離する



写真－３　パワーアンドフリーコンベヤ

ことで個別の搬送制御が可能となる。これにより、工程ごとに処理時間が異なる製品であってもキャリア同士の干渉を避けながら効率的に搬送できる。また、前詰めストレージ機能を有することがパワーアンドフリーコンベヤ特有の大きな特徴である。

さらに、分岐・合流装置を組み合わせることで複数の処理設備を柔軟に接続できるため、設備レイアウトの自由度が高い。キャリアの搬送は安定しており、重量物や長尺ワークにも対応できるため幅広い産業分野で利用されている。

塗装ラインが求める防水・防爆・耐熱仕様にも対応が可能であり、過酷な条件下でも安定した搬送を実現する。

パワーアンドフリーコンベヤは、柔軟性・安定性・拡張性を兼ね備えた搬送システムとして、今後も多様な製造現場で重要な役割を果たす技術である。

4.　キャリアバー搬送

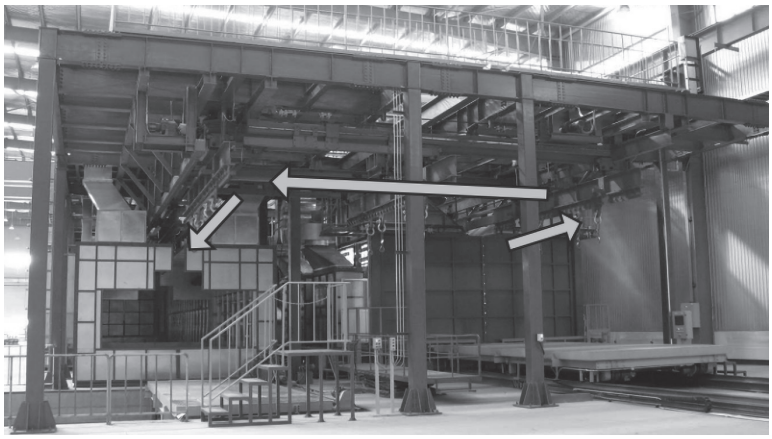
キャリアバー方式の搬送は長尺・重量物を安定して搬送するために進化してきた搬送技術であり、従来方式では困難であった多様な動作を高い信頼性で実現できる点に大きな特徴がある。

特に旋回ポイントを用いた水平直角搬送は、チェーンブロックやパワーアンドフリーコンベヤでは構造上対応できない動作であり、キャリアバー方式が持つ独自の優位性を象徴する技術である。水平直角搬送部に設けられた短いレール自体を旋回させてキャリアの向きを直角方向へ変えるため、長尺ワークでも姿勢を変えずに方向転換でき、設備レイアウトの自由度が飛躍的に高まる。これにより従来なら広いスペースを必要とした直角移行工程をコンパクトに配置でき、省スペース化に大きく貢献する。

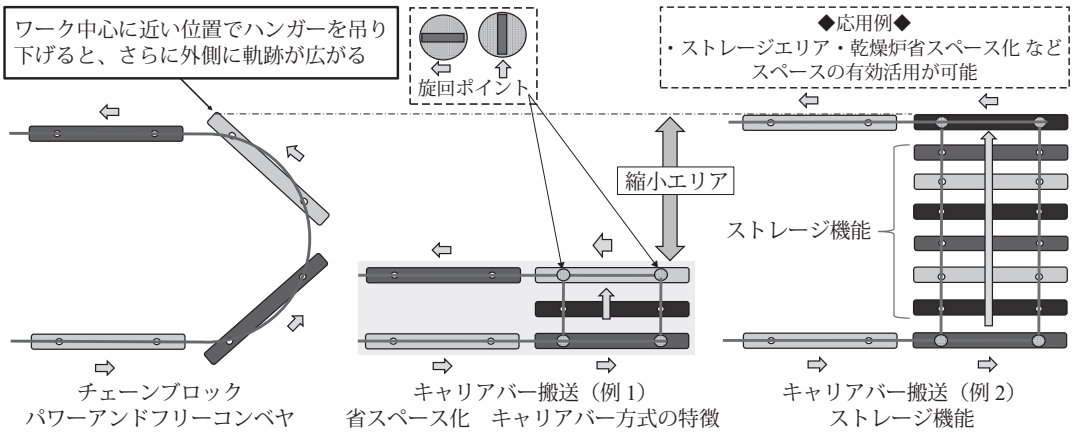
搬送キャリアに前後の概念がない点もキャリアバー方式の大きな利点である。キャリアはどちらの向きでも同じ性能で走行できるため、スイッチバック動作が容易に行える（**第 1 図**参照）。折り返し動作を自然に組み込めることで工程間の動線を短縮でき、限られたスペースでも長尺ワークの塗装ラインを構築できる（**第 2 図**参照）。このようにキャリアバー方式は塗装ラインの省スペース化に極めて有効であり、従来方式では実現が難しかったコンパクトな設備計画を可能とする。

さらに、キャリアバー方式は上下方向への直角搬送にも対応できる。昇降装置と組み合わせることで上下方向の工程間移動をスムーズに行うことができ、水平・垂直の両方向で直角移行が可能となる。立体的な設備構成を実現できるため限られた工場スペースを最大限に活用したライン設計が可能となり、設備の柔軟性が大きく向上する。

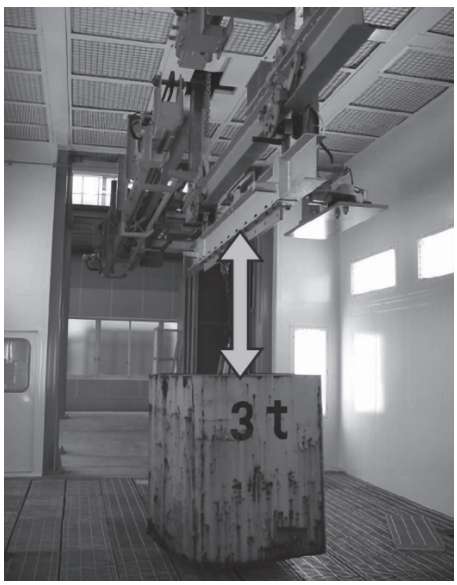
また、トラバース装置や分岐・合流装置との組み合わせにより複数の処理設備を自由に接続でき（**第 3 図**参照）、生産ラインの拡張性と柔軟性が高まる。塗装工程ではキャリアを 180 度回転させることで、1 台のロボットでワークの両面を塗装することが可能となる（**第 4 図**参照）。専用反転装置を追加する必



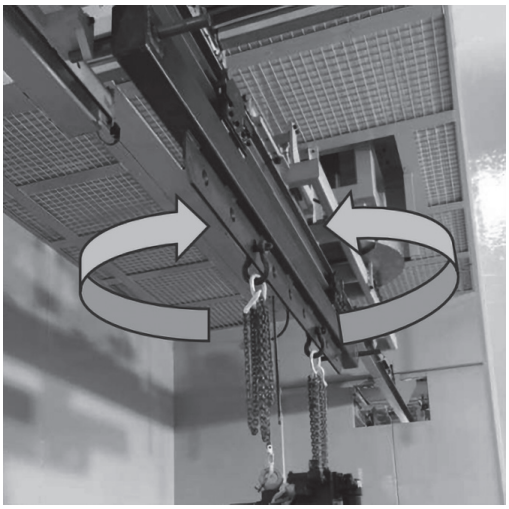
第 1 図
キャリアバー搬送
（スイッチバック動作）



第 2 図　キャリアバー搬送装置の特徴



第 3 図　キャリアバー搬送（昇降動作）



第 4 図　キャリアバー搬送（回転動作）

要がなく、省スペース化と設備コストの削減に寄与する点は、キャリアバー方式の実用性を示す代表的な例である。

環境対応の面でもキャリアバー方式は優れた適応性を持つ。耐熱仕様・防水仕様・防爆仕様の構成が可能であり、乾燥炉周辺の高温環境、洗浄工程の水分環境、塗装ブースの防爆環境など、チェーンブロック方式では対応が難しい領域でも安定した運用ができる。

キャリアバー搬送は単なる搬送手段に留まらず、設備レイアウトの自由度・安全性・生産効率を総合的に高める技術的手法である。水平直角搬送とスイッチバックを核とした省スペース性を主軸に長尺搬送の新しいスタンダードとして今後も重要性を高めていきたい。

5. キャリアバー搬送の技術紹介

長尺物搬送への挑戦は、私たちの現在の技術力を形づくるうえで重要な経験となった。1996 年に出願し、翌 1997 年に公開された「長尺物ワークの直角移送装置（特開平 9-208178）」は、最終的に特許として登録されることはなかったが、この開発過程と実用化を続ける中で得られた知見や試行錯誤の蓄積はヲサメ工業の搬送技術を支える基盤として確かな価値を持ち続けている。

開発当時は長尺ワークを直角方向へ円滑に移送するため検討を重ね、搬送レールの切り欠き構造や短尺レールの旋回機構、車輪フレームの形状など複数の構造要素を組み合わせ、長尺搬送における課題に対して実践的な解決策を発案した。これらのアイデアは、試作と検証を通じて磨かれ、後の製品開発において技術的指針として生かされることとなった。

特許が取得できなかったものの、この開発で得られた知見は確実に現在の製品群へと受け継がれている。搬送装置の耐久性向上、直角搬送の精度改善、レール接続部のガタ抑制技術など、当時の取組が今日の品質向上に寄与している点は大きい。特許の有無にかかわらず挑戦の中で得られた経験が技術力を底上げし、その後のキャリアバー搬送装置の実用化と販売に大きく貢献した。

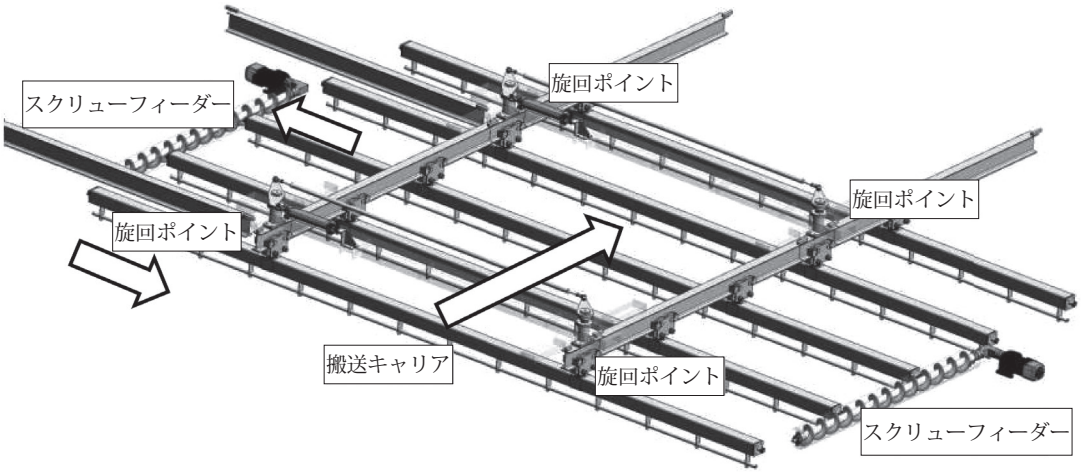
キャリアバー搬送装置の実用化以降、数々の実機納入を重ねるなかで多くの課題や改善点が明らかになった。これらの問題を解決するために開発を継続し、その取組の成果として 2 件の特許を取得するに至った。

6. キャリアバー搬送の特許技術紹介（特許第 7477737 号）

搬送コンベヤにおける水平直角搬送技術は、塗装ラインや加工ラインの省スペース化と安定搬送を両立するうえで重要な役割を担ってきた。新たに開発した「搬送コンベヤにおける直角移載機構」（特許第 7477737 号）は従来の課題を分析したうえで、その解決に向けた構造を提案した技術である（**第 5 図**参照）。

従来の横搬送はキャリアバーの左右の斜行が発生しやすく、停止位置のバラツキやキャリア同士の干渉を防ぐためにストッパーユニットを必要とする。また、チェーン駆動プッシャー方式の横搬送では経年劣化によるチェーンの伸びが避けられず、定期調整が必要となる。本技術はこれらの課題を解消するため、キャリアバー両端に設けたロードバーと、螺旋状の羽根部を備えたスクリューフィーダーを組み合わせる構成を採用している。

スクリューフィーダーは横レール外側に左右一対で配置され、ロードバー先端の凸部が羽根部に引っかかることで、キャリアバーを直角方向へ安定して送り出すことができる。螺旋送りのピッチは常に一定であるため、プッシャー方式に比べて走行の安定性が高く、左右同期も確実に取れる点が特徴である。また、羽根部はキャリアバーの前後位置に応じて押し・止めの役割を果たし、姿勢の乱れを抑制する効果を持つ。



第 5 図　搬送コンベヤにおける直角移載機構（特許第 7477737 号）

さらに逆転搬送にも対応できる点はメンテナンス性の向上に寄与している。高温環境や粉じんの落下を嫌う設備でも使用しやすいシンプルな構造であることも、本技術の利点である。

現在、本構造の実機採用に向けて、さらなる開発を進めている。

7.　キャリアバー搬送の特許技術紹介（特許第 7899508 号）

長尺ワークの搬送において、水平直角方向への搬送は設備レイアウトの柔軟性を高める一方で搬送キャリアの姿勢乱れや車輪の脱落といった課題を伴うことがあった。

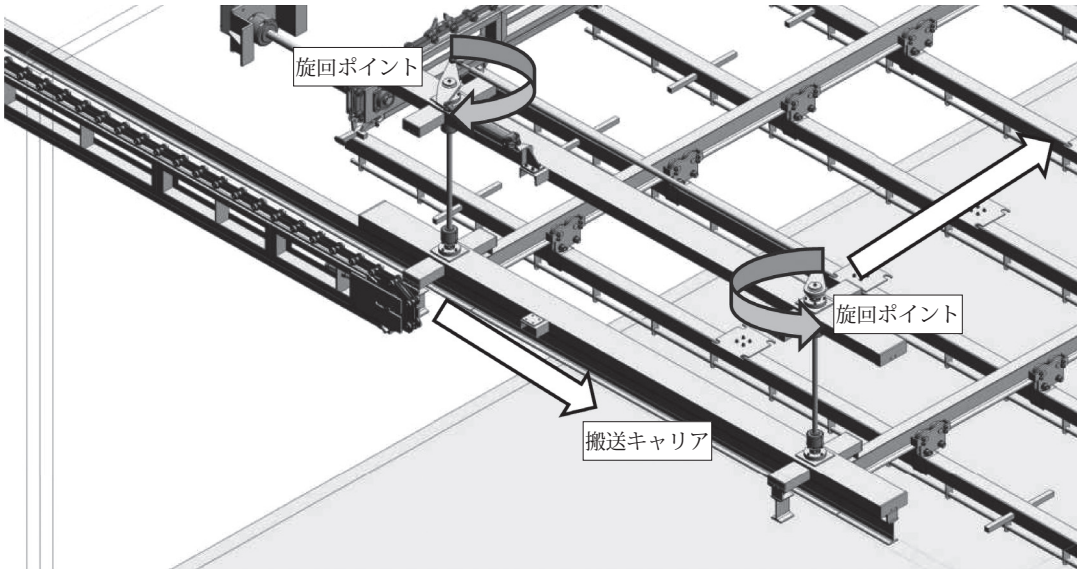
「長尺ワークの直角搬送機構」（特許第 7899508 号）はこれらの課題を分析し、安全性と安定性を高めるための新しい構造を提案した技術である。

本技術の特徴は旋回ポイントと呼ばれる水平直角搬送ユニットの短尺レールの制御にある。

搬送キャリアに設けられた各ユニットは 4 個の車輪を備え、搬送キャリア全体を 8 点で支える構造となっている。この多点支持により直角移行時の荷重バランスが安定し、キャリアの姿勢乱れを抑える効果が得られる。また、直角搬送レールを回転させる際、前後の車輪ユニットが異なる水平回転方向・回転角度で動作するよう設計されている点が重要である。これにより車輪軸にアキシアル荷重が働き、キャリアの不用意な走行を防ぎ、直角移行中の不動状態が確保される。

さらに直角搬送レールの周囲には保護板が設けられており、車輪ユニットがレール端部に接近した際でも脱輪を防止する構造となっている。懸垂方式の搬送設備ではキャリアやワークの落下は重大事故につながるため、この保護板の存在は安全性向上に大きく寄与する。

本技術は従来の直角移行機構が抱えていた「斜行」「停止位置のバラツキ」「脱輪リスク」といった問題を、旋回ポイントの回転制御と保護構造の組み合わせによって解決している点で実用性が高い。設備の省スペース化や搬送ラインの柔軟な構成を求める現場において安定した水平直角搬送を実現する技術として必要性が高く、長尺ワーク搬送の安全性と信頼性を高めるための新しいアプローチであり、搬送設備の高度化に向けた有益な提案である。



第 6 図　長尺ワークの直角搬送機構（特許第 7899508 号）

8.　各種搬送装置の比較

以下にチェーンブロック方式とパワーアンドフリーコンベヤ方式、キャリアバー搬送方式の比較をまとめる（**第 1 表**参照）。

当社の強みは搬送装置だけでなく、設備そのものを含めたトータルパッケージを提供できる点にある。搬送装置以外の各種設備分野でも複数の特許を取得していることも総合的な技術力を示す証であり、装置単体の改良に留まらず、設備構造・搬送方式・安全性・省エネ・省スペースを一体で設計できる開発姿勢を支えてきた。また、当社独自の HS ブースやチェンベヤのようなオリジナル商品を自社で保有していることも大きな特徴であり、搬送装置と設備を最適に組み合わせた生産設備を自社設計で提案できる点を特徴にしている。

今後も搬送装置と塗装設備の総合エンジニアリング企業として、最適な提案を続けるために技術開発を進めていきたい。

第 1 表　チェーンブロック方式、パワーアンドフリーコンベヤ方式、キャリアバー搬送方式の比較

	チェーンブロック	パワーアンドフリー	キャリアバー
特徴	昇降が容易 前後進	防爆対応 防水対応 耐熱対応 前詰めストレージ	防爆対応 防水対応 耐熱対応 前後進 水平垂直搬送

※図表は提供資料を加工し作成