

モノレール式搬送システム YDMS30CLEAN

Monorail Transport System YDMS30CLEAN

山本敬二 Keiji Yamamoto 高田浩志 Hiroshi Takata
加々谷 功 Isao Kagaya 村田和弘 Kazuhiro Murata

●IM事業部技術室／技術本部制御技術室



図1 YDMS30CLEAN

1 はじめに

YDMS(YAMAHA Direct Drive Monorail System)は、天井に設置されたレールに沿って物品を搬送するモノレール式搬送システムである。登坂機能あるいは昇降可能なハンドリングにより、天井走行ながらフレキシブルに搬送ラインを構築でき床面を開放することから、様々な生産現場に応用されてきた。近年、半導体をはじめとする電子分野はもちろん、医療・薬品・バイオ・食品・精密機器などクリーン化のニーズはあらゆる産業に広がっている。

そこで、ヤマハ発動機(株)として多様なニーズに対応するため、非接触で電力供給することによりクリーンルームに対応可能なモノレール式搬送システム、YDMS30CLEAN(図1)を開発し発売したので、ここにその概要を紹介する。

2 開発の狙い

本開発の狙いは、ブラシを排除し非接触で車両本体に電力供給することにより粉塵の発生を極力低減し、クリ

ンルーム内での使用に対応するために、主に以下の項目に重点をおいて開発を行った。

- ①世界最薄の車両サイズで十分な動力性能と機動性の確保
- ②既存のレールおよび制御装置を転用したコストダウン
- ③周辺機器への誘導障害をもたらす電流高調波の低減

3 製品の概要

表1に仕様諸元を、図2に外形寸法図を示す。車両本体はレール高を含めわずか200mmと極めてスリムで、一般建物から転用した工場、研究室や実験室、オフィスやホテル、レストランなど天井の低い施設にも導入可能である。本体重量が60kgと非常に軽量であることに加え非接触給電方式による走行抵抗の低減により、搬送速度は最高200m/minを実現した。また、最大昇降距離2.5m、最大昇降速度40m/minを可能にし、さらに、好評のLAN・CIMへの対応など従来機能をそのまま継承している点が本製品の特長である。

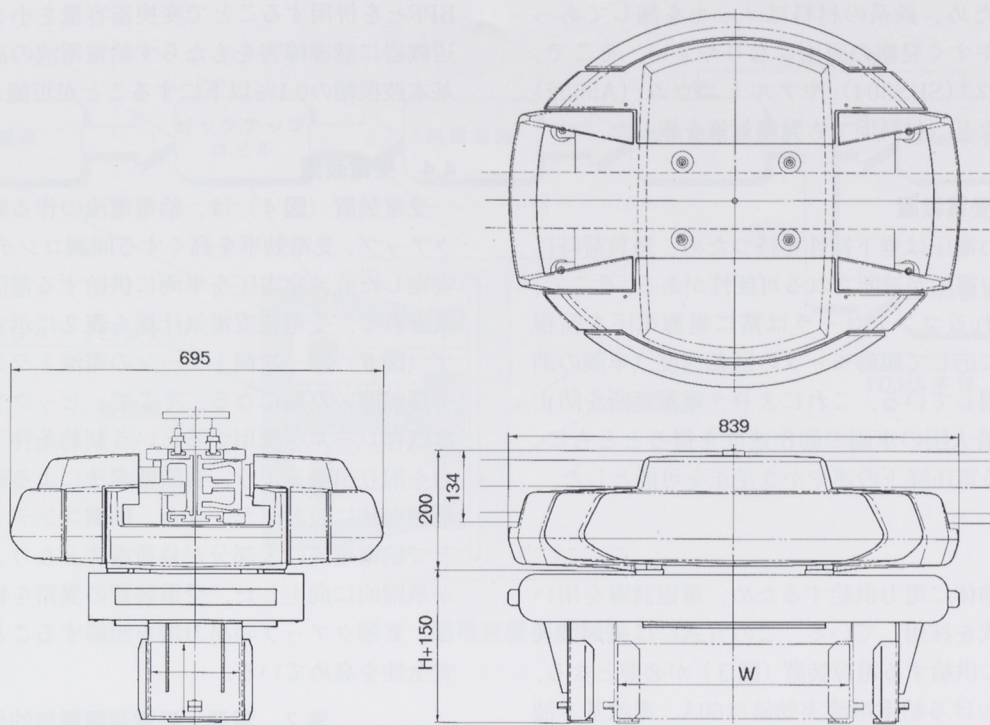


図 2 外形寸法図

表 1 YDMS30CLEAN仕様諸元

YDMS30CLEAN 仕様		標準ハンドリング寸法		
最大可搬質量 (ハンドリング部含む)	30kg	ハンドリングタイプ		平行チャック方式
走行速度	0～200m/min	ワークサイズ (mm)	W	300～500
走行停止精度	±0.5mm		D	～350
最小停止ピッチ	50mm		H	～400
最小回転半径	R1000	レール部材仕様		
昇降速度	0～40m/min	水平カーブ		R1000
昇降距離	2.5m	レール吊りピッチ (直線部)		2～3m
昇降停止精度	±1.0mm	レール吊りピッチ (水平カーブ部)		3本／1カ所
ステーション設定数	255×6段	重量 (吊り具含む)		11.7kg/m

4 技術的特長

4.1 車両構造

搬送車両は従来機（YDMS50Uなど）と同様、1つの駆動ローラと8個のサイドローラ、2個のアンダーローラでレールに支持されており、クラッチ、ブレーキによって、モータの動力を走行、昇降に切り替えている。従来機と異なる特徴として以下のことが挙げられる。

- ①アンダーローラが常にレールの中心を通る操舵機

能により、スリップによる発塵を最小にするとともに、ピックアップと給電ケーブルとの距離を一定に保っている。

- ②昇降ベルトをスチールワイヤ入りウレタンベルトからステンレスに変更し、摩耗粉の発生を少なくした。また、ベルトを介したハンドリング装置への給電をDC24Vとし、安全性を確保した。
- ③クリーンルーム内は恒温恒湿であるが静電気発生を抑制するため湿度は非常に高く設定されてい

る。このため、鉄系の材料はメッキを施してあっても錆びやすく発塵の原因になりやすい。そこで、ステンレス（SUS304）やアルミニウム（A5052）を用いるなど、材料面でも発塵対策を施した。

4.2 車両制御受電装置

受電装置出力電圧は垂下特性を持つため、過負荷時にコントローラの電圧が遮断される可能性がある。そこで、車両に搭載されるコントローラは常に電源電圧を監視し、その電圧に応じて駆動モータの回転速度（車両の消費電力）を制限している。これにより、電源遮断を防止し得る範囲で最大限の車両の動作速度を得るとともに、過負荷等による電圧降下の速やかな是正を可能とした。

4.3 電源装置

非接触で移動体に電力供給するため、電磁誘導を用いた磁気結合方式を採用している。この方式には高周波大電流を給電線に供給する電源装置（図3）が必要となる。本システムにおける給電電流実効値は60A、電流基本波周波数は10kHzである。電源装置の電氣的仕様を表2に示す。インバータは単相フルブリッジの矩形波駆動で、そのデューティを変化させ給電電流振幅を制御している。特定周波数成分のみを通過させる帯域通過フィルタ（BPF）を用い給電電流の直流分をカットしている点が本装置の特徴である。給電電流が大きいいため、BPF出力をそのまま給電線に供給する場合非常に大きな変換器容量が要求される。そこで、給電線のインダクタンスと共振する並列共振コンデンサを設置し、並列共振回路と

BPFとを併用することで変換器容量を小さくしつつ、周辺機器に誘導障害をもたらす給電電流の高調波ひずみを基本波振幅の0.1%以下にすることが可能となった。

4.4 受電装置

受電装置（図4）は、給電電流の作る磁束を拾うピックアップアップ、受電効率を高くする同調コンデンサ、および、安定した直流定電圧を車両に供給する電圧調整器から構成される。受電装置電氣仕様を表2に示す。ピックアップ（図5）は一次側1ターンの電流トランスで、コアの一部が開いた形になる。そこで、ピックアップコア形状は既存レールを流用するという制約条件下で効率よく出力を取り出せるよう、有限要素法による磁界解析を用い最適形状に設計した。また、同調コンデンサを設けることで給電電流の大部分が負荷電流となり、システム効率が飛躍的に向上した。受電装置の異常を検出した場合には、ピックアップの出力端を短絡することでシステムの安全性を高めている。

表2 電源・受電装置電氣的仕様

電源装置電氣的仕様	
入力電圧	三相 AC200V 50/60Hz
出力電流	単相 60Arms, 10kHz
高調波歪率	0.1%以下
出力電力	最大1.6kW
受電装置電氣的仕様	
出力電圧	DC150V
出力電力	470W

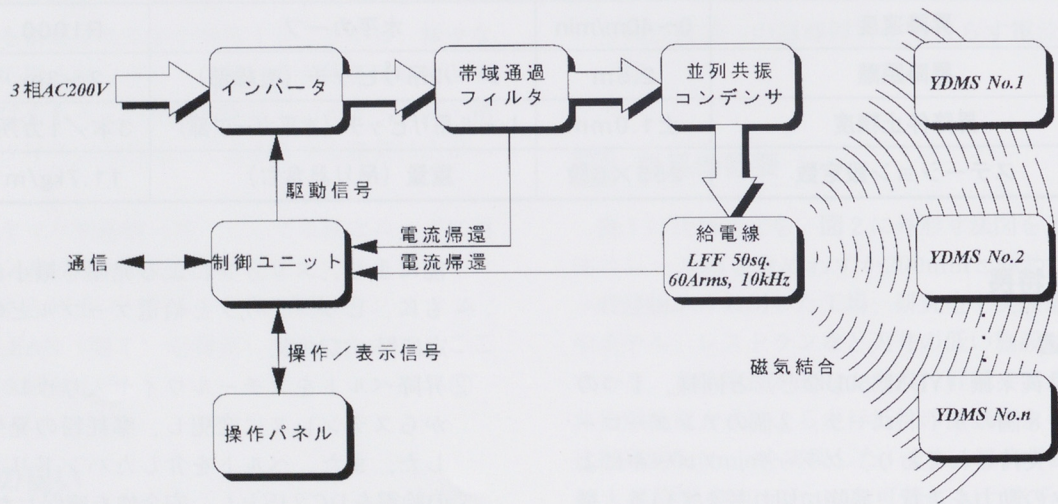


図3 電源装置構成概要

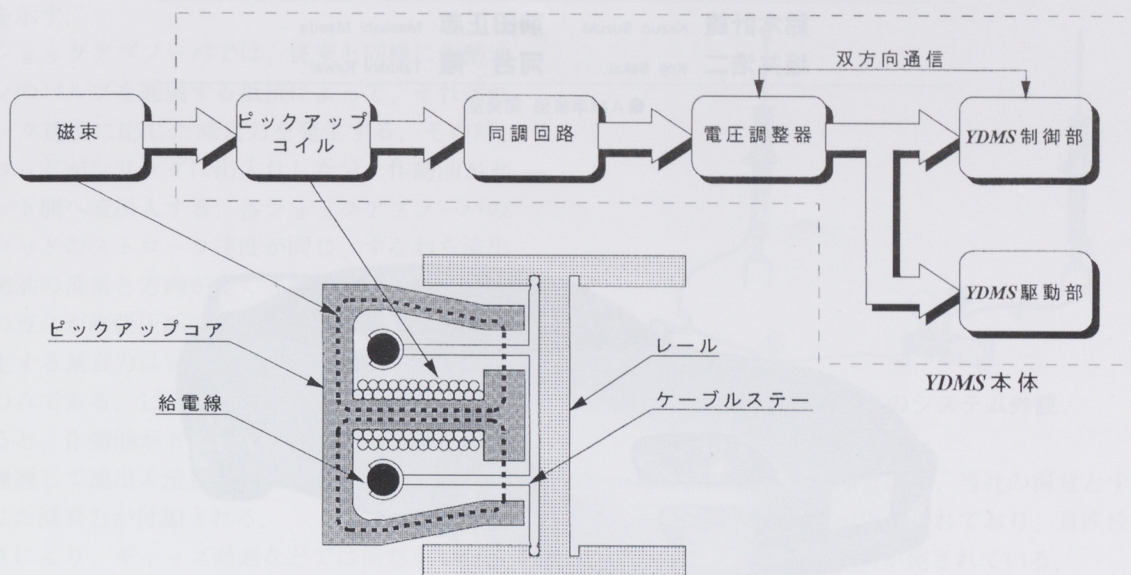


図4 受電装置構成概要

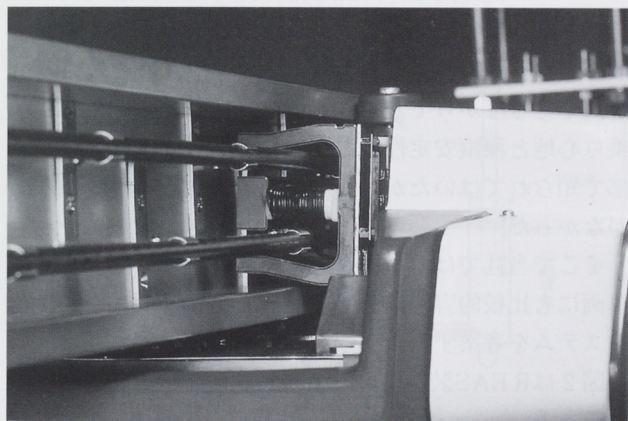


図5 ピックアップ

4.5 地上制御盤

上述の電源装置は対応レール長に制約があり、長距離搬送には複数台の電源装置を連結する必要がある。これに対応するため、本システムを統括管理する地上制御盤は従来のシステム制御に加え、複数台の電源装置で構成されるレール軌道のうち車両が存在しない区間を検知し、その区間の給電を停止する電源装置の監視制御も行っている。これにより、電力消費を抑制することができた。

5 おわりに

クリーンルーム対応モノレール搬送システムの開発は、インバータ、モータ制御などのパワーエレクトロニクスと、クリーンルームに対応するメカ機能が融合した高度技術製品となった。コンピュータ関連のみならず、薬品から印刷業界に至るまでクリーンルーム内での生産工程は多いが、従来のクリーンルーム内搬送は磁気浮上のように非常に高価なものと、AGVのような機動性の低いものが主流であった。本製品は安価でかつ機動性が高く、業界からの反響は非常に大きい。

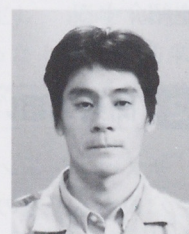
●著者



山本 敬二



高田 浩志



加々谷 功



村田 和弘