

航空貨物ターミナルにおける自動化への取り組みと 機体洗浄ロボットによる省力化の実現

株式会社コーレンス
第三営業本部第四部
竹村 悠

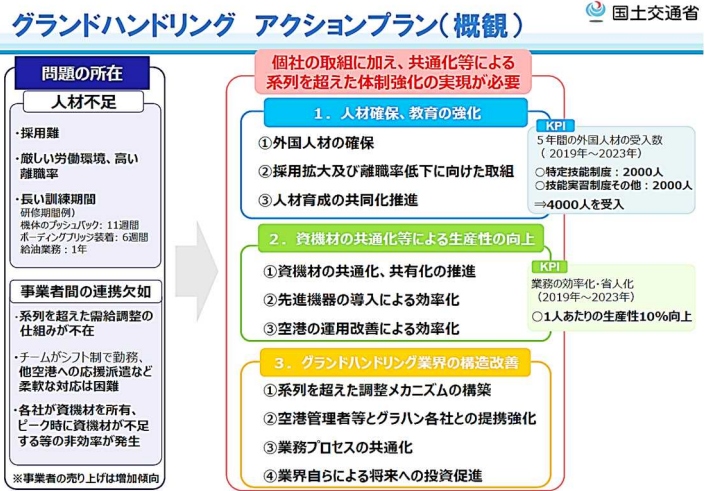
要旨

当社、(株)コーレンスは、1948年の設立以来、様々な産業分野における機械や生産設備を取り扱う中で、ドイツをはじめとする欧州の優れた技術を提供してきた。本論文では、航空貨物業務及び機体洗浄の2点に着目し、特殊搬送車や重量物搬送装置を製造する、ドイツ・HUBTEX Maschinenbau GmbH & Co. KG(フブテックス社)/DIMOS Maschinenbau GmbH(ディモス社)並びに機体洗浄ロボットの開発を行う、スウェーデン・AEROWASH AB(エアロウォッシュ社)が展開する最新技術とその優位性について述べる。

テーマ I： 航空貨物ターミナルにおける自動化への取り組み

1. 2023年に向けたアクションプランへの提言

本年1月31日に国交省航空局が発表した、グランドハンドリング体制強化のアクションプランのうち、生産性向上の柱となる「業務の効率化・省人化」を推進するには、動線の在り方や使用機材、人員配置の見直しが不可欠と考える。航空貨物業務では、ランドサイドとエアサイドを結ぶエリアがこの対象となるが、従来のハンドリングシステムを体系化した処理能力を持つ、HUBTEX-DIMOS社(以下、HUBTEX)の航空パレット搬送車(以下、ULD搬送車)「X-Way Mover」をはじめ、同社が現在開発を進めている上屋の総合自動搬送システム「INTRAC」は、同アクションプランが策定する先進技術の導入においても、発想転換をもたらすと推測されるユニークなコンセプトを掲げている。



出典: 国土交通省航空局航空ネットワーク企画課
令和2年1月31日付報道発表資料より

2. 航空貨物(ULD)取り扱いの現状

現在、貨物ターミナルにおける各種 ULD のハンドリングは、荷役内容に応じた専用機材(以下、GSE)や固定装置が使用されている。また、それぞれのプロセスを繋ぐ ULD の積替作業と移送には、通常のフォークリフト及びトローイングトラクター(以下、TT車)で牽引するドーリーが使用されてきた。ドーリーについては、用途が複数に跨っており、所定場所までの搬送に限らず、作業台としての役割、また、実質 ULD の一時保管・待機場所となっていることもあり、慢性的なドーリー不足に陥っているケースも見られる。

主な荷役業務と使用 GSE:

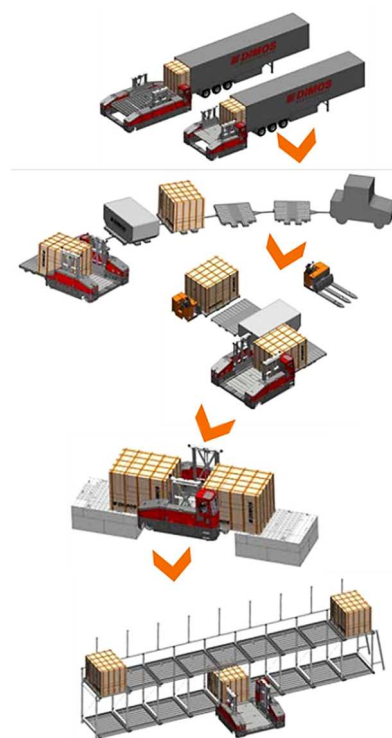
- ① トラックヤードでの ULD 積み降ろし → トラックドック、ULD 搬送車
- ② ULD のビルドアップ・ブレイクダウン → ドーリー、スレーブパレット、ワークステーション
- ③ ULD の一時保管・搬出 → ドーリー、CHS、TV
- ④ 航空機貨物室への ULD 積み降ろし → ドーリーからハイリフトローダー、メインデッキローダーへ



3. 自動化への前段として ～既存 GSE を統合した ULD 搬送車の誕生～

3-1. 現場の声をもとに開発された多機能型 ULD 搬送車

既存の ULD ハンドリングシステムの弱点として、ULD を次のプロセスに渡す為の積替作業が頻繁に発生することが挙げられる。積替えの際は、カウンターバランスフォークリフトを使用するが、この時に貨物損傷のリスクと作業の手間が生じる。また、移送に使用するドーリーは、通常 3～4 台連結して TT 車で牽引するが、サイドからの ULD 積み込み及び取り降ろしができない為、切り離しや再連結の作業が発生し、人員と時間を割く要因となっている。こうした作業動線の分断や効率低下を防ぐ為、2004 年に設計・開発されたのが、HUBTEX の多機能型電動 ULD 搬送車「X-Way Mover」である。



【運用イメージ】

3-2. X-Way Mover が持つ拡張子

“1 台 5 役” をコンセプトに、ULD の安全且つ効率的なハンドリングを実現する、ローラーテーブル付き搬送車「X-Way Mover」は、従来のトラックドックやトラバース、フォークリフトに代わる機能を果たし、トラックからの取り降ろしやドーリーへの積替え等、上屋のあらゆる荷役をこなす。全方向駆動機構「HX ステアリング」の搭載により、自由な走行動線を描く同搬送車は、ULD 受渡対象への片寄せやアライメント調整に長けており、また、ラックやスレーブパレット等、非駆動機器・装置に動力を与える拡張子も持つ。この伝動技術は、次章で説明する自動搬送システム「INTRAC」において、ULD 保管・搬出の際の要となる。



【貨物ターミナルでマルチに活躍する X-Way Mover】

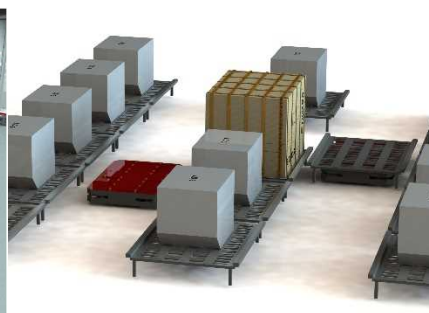
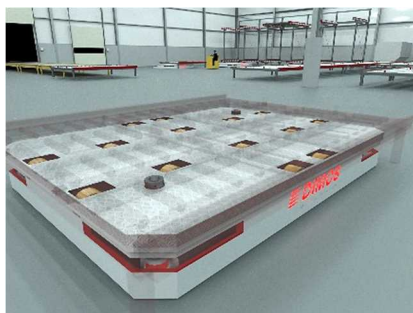
4. 上屋を自由にレイアウトする自動搬送システム「INTRAC」

4-1. INTRAC のコンセプト

上屋のあらゆるポイントへ ULD を搬送し、荷役を自動循環させる革新的な技術 = **Innovative Traceable** の造語である「INTRAC」は、フリクションローラーを装備した自律型無人搬送装置(以下、INTRAC AGV)を基幹システムとする、新しい発想の自動化ソリューションである。日々変動する貨物量や搭降載スケジュールにフレキシブルに対応し、常に最適な搬送ルートで荷役を実行できるよう、敢えて固定の動線を持たないフリーレイアウトを基本コンセプトとしている。

4-2. 荷役プロセスのシームレス化

当自動搬送システム「INTRAC」最大の特長は、メンテナンスフリーのスレーブパレットを駆使したレイアウト展開にある。レイアウトの基軸となるスレーブパレットには 3 つの役割があり、①ULD を搬送する為のパレットとしての機能 ②ワークステーションとしての機能 ③ULD を一時保管するラックとしての機能を持つ。これら 3 つの機能の動力源となるのが、前章で取り上げた「X-Way Mover」の AGV 仕様(以下、「X-Way Mover AGV」)及び「INTRAC AGV」である。両 AGV とも、伝動性を持つフリクションローラーを装備しており、ランドサイドやエアサイドから流れてくる ULD 又は スレーブパレットをピックアップする際にその動力で引き込むことができる。これは、ピックアップした ULD を次のプロセスへ送り出す際も同様である。このスレーブパレットを活用した搬送システムは、ULD の動線を一定のラインに維持できる為、各プロセスのスムーズな移行と横展開を実現する。荷捌きのニーズに応じてワークステーションエリアを拡張、縮小したり、未使用のスレーブパレットを 1 箇所に集めた簡易ラックシステムの設置利用等、スペース効率に対しても大きなポテンシャルを持つ INTRAC は、今後の上屋の新しい在り方の一つとして、また、取扱貨物量の増加に対応すべく、是非議論されるべきである。



自律型無人搬送装置 INTRAC AGV → スレーブへ伝動・搬送 → 可動式ワークステーション

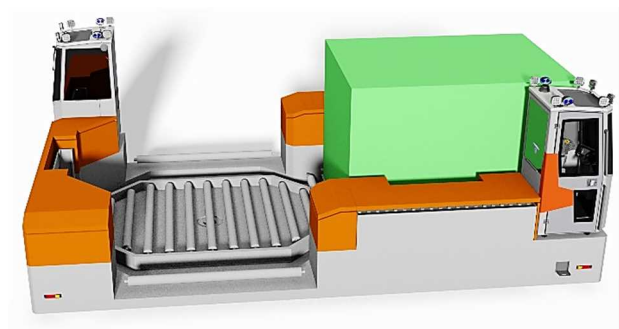
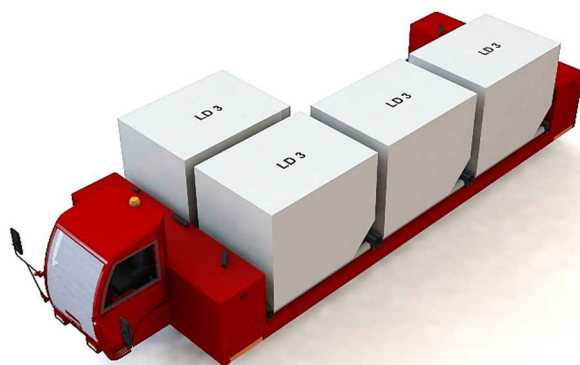


X-Way Mover AGV → スレーブを活用したラックシステム → ULD の一時保管

5. その他、現在開発中の空港地上支援用 AGV

ドーリーに代わる「Cargo Camel」 ▶

4～6 台の航空コンテナを、最大 25km/h のスピードで一括輸送できる「Cargo Camel」は、荷台部分に電動ローラーベッドを装備しており、両サイドから ULD を積み降ろしすることが可能だ。360° ステアリングシステムにより、コンパクトな動線を描く。また、ドーリーのような連結・切り離し作業が不要となる為、航空機への搭降載を効率化し、エアサイドと上屋の架け橋を担う。



◀ T 字動線を描く「Multi-Directional ULD Mover」

X-Way Mover のプラットフォーム部分を改造した「Multi Directional ULD Mover」は、直角方向への ULD 積み込み及び掃き出しが可能な搬送装置である。正面から取り込んだ ULD を左右へ搬出したり、サイド間の受渡しを行う等、荷捌きの動線に応じた運用ができる。また、本体そのものも 360° ステアリングシステムを有しており、全方向へ自由移動する。

テーマⅡ：機体洗浄ロボットによる省力化の実現

1. 機体洗浄の現状と課題

1-1. 洗浄目的とその重要性

美観維持と整備の両観点から必要とされる機体洗浄は、おおよそ 2～3 ヶ月に 1 度のサイクルで行われる。機体表面に付着した油や煤、ほこり、その他残留物を除去することで外観を清潔に保ちし、また、同時に、機体の腐食要因となり得る塩分や硫黄成分を取り除く意味でも重要である。一方、これらの汚れが蓄積した場合に及ぼす影響は「見た目」の部分だけではない。汚れによる機体表面の僅かな凹凸や粗さは、抗力の作用を強める為、燃料効率の低下に繋がる。運航コストの約半分を占めると言われている燃料費を節減する目的においても、機体外装をクリーン且つ滑らかに保つことは重要である。

1-2. 国内における機体洗浄の状況

現在、我が国の機体洗浄は人海戦術に頼っているのが実情だ。その一般的な工程を以下に記す。

- ① 機体外傷(亀裂、凹み)やリベットの緩み等、飛行中の安全に関わる損傷の有無を目視点検
- ② 作業用ラダー及びステップ、高所作業車の配備
- ③ 各種センサー等、精密機器への水の浸入を防ぐ為、テープや専用プラグを用いてマスキング
- ④ 高圧ホースで洗剤及び水をかけた後、長さ 2～4m の伸縮可能なブラシやモップでブラッシング
- ⑤ 洗浄完了後、機体外面を最終点検

一連の作業は、航空機が洗機スポットにステイする深夜の時間帯に行われる。1機あたり10人前後のチーム体制が敷かれるが、フライト状況に応じたスケジュール調整が行われることから、洗浄作業員は常に柔軟な対応が求められる。

1-3. 現場から見えてくる課題

航空機は、小型機であっても全長/全幅ともに約30m、高さは11mを超える面積を有する。これが大型機となると全長だけでも60mを優に超える。また、その高さも20m前後に達する為、柄の長いブラシやモップをしながら磨くという現状の洗浄手法では、被洗浄面積に対する人的負荷が非常に大きく、時間及び力量でカバーせざるを得ない状況にある。具体的には次のような課題が挙げられる。

1) 道具を使いこなす難しさ

円筒形状である胴体や大きく張り出した主翼、高所に位置する垂直尾翼等、洗浄面のカーブや形状に合わせたブラシ角度と力加減が必要とされる為、一定の技術を習得するまでに時間がかかる。

2) 肉体への影響

特に胴体下部や主翼下面等のブラッシングは、体を反らせたまま直上方向への加圧が必要な為、首や肩、腰への負担が大きい。また、吸水後の重量が増したブラシやモップは両腕にも大きな負荷を掛ける。

3) 過酷な労働環境

多いときで1機あたり約20tの水を使用する機体洗浄は、特に冬季においては極寒との闘いとなる。外気温が最も下がる深夜に、大量の水しぶきを受けながら高圧洗浄する現場の過酷さは、想像を絶するものである。

2. 人海戦術に代わる機体洗浄ロボットの登場

自動洗浄プログラムを実装した「AEROWASH AW12」(以下、「AW12」)は、1分間に約10㎡範囲の洗浄能力を持つ。付属のワイヤレスコントローラーで対象機種を選択し、洗浄するセクションの原点調整を行った後にスタートボタンを押すと、指定した範囲を自動的にブラッシング洗浄する。



FINNAIR(ヘルシンキ)



AEROWASH 工場(スウェーデン)



デルタ航空(アメリカ)

主な装備:

- a. ワイド/ナローボディ両対応自動洗浄プログラム

- b. 最大 49m の高さまで伸展可能な、伸縮自在の 3 段階式アーム
- c. 四輪操舵システム搭載シャーシ
- d. タッチスクリーン付きワイヤレスコントローラー（本体移動、アーム操作、ブラシ角度の変更・調整等）
- e. ブラシ自動制御システム（洗浄面の検知と角度コントロール）
- f. アーム衝突防止センサー（3 箇所のゴムバンパー）
- g. 洗剤及び水充填タンク内蔵

3. 機体洗浄ロボット「AW12」が持つ優位性

3-1. 省力化による人時生産性の向上

右表は、B737 並びに B777 を例に、従来の洗浄システムと「AW12」を導入した場合の作業人数及び所要時間を比較したデータである。精密機器が集中するセクションは慎重な作業を必要とする為、「AW12」を使用する場合も、機体サイズによって 2~3 名の手動ブラッシングを必要とするが、その範囲（写真色付部分）は極限られており、人時生産性の向上に大きく貢献する。

	B737 Narrow-body		B777 Wide-body	
	従来方法 (手動洗浄)	AEROWASH (自動洗浄)	従来方法 (手動洗浄)	AEROWASH (自動洗浄)
作業人数	8人	3人	8人	4人
所要時間	3.8時間	3.6時間	6.5時間	5.9時間
マンアワー	30mh	11mh	52mh	24mh

【洗浄効率の比較】



【慎重な整備を必要とする精密機器部】

3-2. 環境に優しいドライウォッシュ

当機体洗浄ロボット「AW12」は、水をほとんど使用しない最新の洗浄技術「ドライウォッシュ」を採用している。従来の一般的な洗浄方法では、小型機で約 5000L/機、大型機になると約 15,000L/機の水を必要とするが、ドライウォッシュの場合、1 機あたり僅か 30~60L の洗浄液のみで丸洗いすることが可能な為、機体のセンシティブな部分が多量の水に曝されることもなく、また、水資源の保護にも繋がる。

終わりに

テーマ I で述べた「航空貨物業務」においては、グラハン各社の特色や施設環境に起因する課題もあり、長年既存の仕組みを踏襲する形で遣り繰りしてきた印象がある。しかし、従来の荷役動線の中で効率化を図るには底が見える為、今後の貨物需要に対応するには、改めて上屋全体のハンドリングプロセスを見直し、最適な仕組みを模索すべきである。これは、自動化を進める上でも重要なことだ。一方、テーマ II で取り上げた「機体洗浄」については、過酷な労働環境と水の大量消費が目下の課題である。当社は引き続き、国交省航空局の指針に注目し、技術検証や対象となる事案について協議の場を頂ける場合には、積極的な発言を以って政策に貢献したい。