

## 住友重機械技報

### SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES TECHNICAL REVIEW

搬送物流設備小特集

No. 147

2001年12月

## 巻頭言 情報化時代の搬送・物流システム

●高橋幸仁

### 〈搬送物流設備小特集〉

- 論文・報告 機械式駐車場におけるリモートサービスシステム 1  
●橋本武史, 芝山智彦, 谷崎直昭
- 論文・報告 リアルタイムコンベヤシミュレータの開発 7  
●芝山智彦, 玉田哲也, 中田 浩, 鷲野 豊
- 技術解説 遠隔設備監視システム 11  
●伊藤義和
- 技術解説 平面往復式駐車場設備 13  
●小倉俊一
- 技術解説 多様化する動く歩道 15  
●小島正年
- 技術解説 300ST曲線走行式ジブクレーン 17  
●高橋清文, 西山純之
- 技術解説 コンテナクレーンのブーム中折れ機構 19  
●島田真吾, 佐々木 智, 真鍋 篤, 元田貴之
- 技術解説 フライアッシュ設備 21  
●河野好克
- 技術解説 リサイクルプラザ用自動倉庫型受入れ供給装置 23  
●上條史臣
- 技術解説 ビッキングカート 25  
●森山 剛
- 新製品紹介 タイヤマウント式水平引込みクレーン 27
- 新製品紹介 700t/h ツインベルト式連続アンローダ 28
- 新製品紹介 1000t/h ローディング機能付き連続式アンローダ 29
- 新製品紹介 15000t/h シップローダ 30
- 新製品紹介 スタックローダ 31
- 新製品紹介 貯運炭設備(受入れコンベヤ設備) 32
- 新製品紹介 巻取り搬送設備 33
- 新製品紹介 量販店配送センター向け自動倉庫システム 34
- 新製品紹介 スポーツ用品仕分けシステム 35
- 新製品紹介 CNG式フォークリフト FG35-50PVIII 36

### 〈論文・報告〉

- 福岡高速1号線高架橋の振動実験 37  
●鹿島圭央, 浅井一浩, 宮崎正男, 村山隆之, 井上高志
- 横浜新港橋梁のリニューアル 41  
●荒居祐基, 平田嗣三, 澤田謙介
- 宮谷橋の拡張工事 45  
●津田聖郎, 室塚直人
- 工業排水からの溶剤回収装置 49  
●鈴木祐二, 福政 徹

### 〈技術解説〉

- 石膏ボード原紙用板紙抄紙機 53  
●矢野正時

### 〈新製品紹介〉

- 新小形ギヤモータ ALTAX®αシリーズ 55
- サーボモータ用ギヤヘッド New-IBシリーズ 56
- ギヤモータ用RBブレーキ 57
- 油圧ショベル SH225X-3 58
- ブラシ式バレット清掃機 59

On Publishing Special Section of Material Handling Equipment & System

● *F. TAKAHASHI*

**SPECIAL SECTION OF MATERIAL HANDLING EQUIPMENT & SYSTEM**

<i>T/PAPER</i>	Remote Service System for Mechanical Parking System	1
	● <i>T. HASHIMOTO, T. SHIBAYAMA, N. TANIZAKI</i>	
<i>T/PAPER</i>	Development of Real-Time Conveyor Simulator	7
	● <i>T. SHIBAYAMA, T. TAMADA, H. NAKAZA, Y. OCHI</i>	
<i>T/INVITATION</i>	Remote Monitoring & Maintenance System	11
	● <i>F. ITOH</i>	
<i>T/INVITATION</i>	Large Capacity Parking Machine	13
	● <i>S. OGURA</i>	
<i>T/INVITATION</i>	Moving Walkway with Various Changing Uses	15
	● <i>M. KOJIMA</i>	
<i>T/INVITATION</i>	300ST Portal Crane	17
	● <i>K. TAKAHASHI, N. NISHIYAMA</i>	
<i>T/INVITATION</i>	Gooseneck Boom Hoist Mechanism for Container Crane	19
	● <i>S. SHIMADA, O. SASAKI, A. MANABE, T. MOTODA</i>	
<i>T/INVITATION</i>	Ply-Ash Facilities	21
	● <i>F. KONO</i>	
<i>T/INVITATION</i>	Automated Storage and Retrieval System in Recycling Plazas	23
	● <i>H. KAMUO</i>	
<i>T/INVITATION</i>	Picking Cart	25
	● <i>T. MORIYAMA</i>	
<i>NEW PRODUCT</i>	Tire Mount Type Level Luffing Crane	27
<i>NEW PRODUCT</i>	700t/h Twin Belt Type Continuous Unloader	28
<i>NEW PRODUCT</i>	1000t/h Continuous Ship Unloader with Ship Loader	29
<i>NEW PRODUCT</i>	15000t/h Ship Loader	30
<i>NEW PRODUCT</i>	Stack Loader	31
<i>NEW PRODUCT</i>	Coal Handling System	32
<i>NEW PRODUCT</i>	Roll Handling System	33
<i>NEW PRODUCT</i>	ASRS for GMS Distribution Center	34
<i>NEW PRODUCT</i>	Sorting System for Sports Goods	35
<i>NEW PRODUCT</i>	CNG Fork Lift Truck FG35-50PVIII	36

**TECHNICAL PAPER**

	Field Vibration Test of Viaducts on Fukuoka Expressway No.1	37
	● <i>K. KASHIMA, K. ASAI, M. MIYAZAKI, T. MURAYAMA, T. INOUE</i>	
	Retrofitting of Shinko Bridge in Yokohama	41
	● <i>M. ARAI, K. HIRATA, Y. SAWADA</i>	
	Widening Construction of Miyatamitashi Bridge	45
	● <i>S. TSUDA, N. MUROZUKA</i>	
	Solvent Recovery Process for Industrial Waste Water Treatment	49
	● <i>Y. SUZUKI, T. FUKUMASA</i>	

**TECHNICAL INVITATION**

	Gypsum Board Machine	53
	● <i>T. YANO</i>	

**NEW PRODUCTS**

	New Small Size Gear Motor ALTAX <sup>®</sup> α Series	55
	Intermediate Backlash New-4B Series	56
	RB Brake for Gear Motor	57
	Hydraulic Excavator SH225X-3	58
	Brushing Type Pallet Cleaner	59

搬送物流設備小特集の発行に当たり

## 情報化時代の搬送・物流システム



取締役／専務執行役員 **高橋 幸仁**

平成時代に入ると軽薄短小に拍車がかかり、ワープロの普及、小型化された操作性の良いパソコンの出現、そしてコンピューターと通信技術の融合によるインターネット網が世界中にはりめぐされ情報化時代の到来となった。半導体産業は「シリコンサイクル」の影響を受けるが、トレンドとしては設備投資が右上がりになり上昇傾向にある。重工業分野では設備投資が年を経るごとに減少してきている。しかし、製造業が存在する限り搬送・物流の需要はなくなる。総需要が減少傾向にある場合、先ず市場を冷静に見つめなければならない。需要が減少していく中で、同業各社間のサバイバル競争が始まる。その上お客様も生き残りをかけているので、その要求コストが益々厳しくなってくる。重工業から電子産業（半導体産業を含む）への需要構造の変化に対応した、搬送・物流製品も開発していかなければならない。

業界では、NO1ないしはNO2しか生き残れない。

このような環境下、当社の搬送・物流が如何にしてサバイバルを図るかである。もちろん、コスト競争がないと話にならない。当然のことであるが、客先の要求品質を完全に満たさなければならない。しかし忘れてならないことは、お客様の真の声を真摯に受け止め、競争メーカーに対抗して如何に差別化した製品をお客様に提供できるかである。搬送・物流は、製品の付加価値を高めるものではない。お客様は、これらのコストを極限まで切り詰めようとする。納入される搬送・物流システムのコストパフォーマンスが厳しく問われる。これを具体的に言うと、次の5点が考えられる。

第1に、納入される装置のハンドリングスピードを更に高める必要がある。或いはハンドリングスピードが同じでも、装置のコストが大幅に下がればよい。

第2に、納入される装置の自動化、省力化の推進である。物をハンハンドリングするシステムは機械化されている。しかし、この機械の操作は人手を介している。これが自動化され人手が不要となると、お客様の人件費がそれだけ節約となる。

第3に、IT装置化である。納入される装置とその前後の設備との情報のやり取りができ、物を滞留なくハンドリングができることや、ハンドリングする物の情報が前もって入手され最適なハンドリングができることなどである。

第4に、定期点検実施によりメンテナンスフリーとなるかないしはリモートメンテナンスができることである。お客様にとって装置の故障率が低いことは稼働率が高くなり、工場全体のパフォーマンスの向上につながる。

第5に、環境に優しい装置でなければならない。騒音を出したり、粉塵を撒き散らす装置ではもはや社会的に受け入れられない。

需要が減少してくると、受注できない理由をとかくお客様の厳しい価格要求や競争メーカーの破格の価格提案のせいにしてがちである。しかしその前にどれだけ頭を使い、知恵を出してお客様の真の要求に差別化された技術で応えているかを謙虚に反省すべきである。サバイバル競争とは、知恵の競争である。過去先輩方が築いてきた栄光ある当社の搬送・物流システム事業を、再び差別化された技術で蘇生化できることを切に祈りたい。

## 搬送物流設備小特集

## 機械式駐車場におけるリモートサービスシステム

Remote Service System for Mechanical Parking System.

橋本 武史\*

Takeshi HASHIMOTO

谷崎 直昭\*

Naoaki TANIZAKI

芝山 智彦\*

Toshihiko SHIBAYAMA

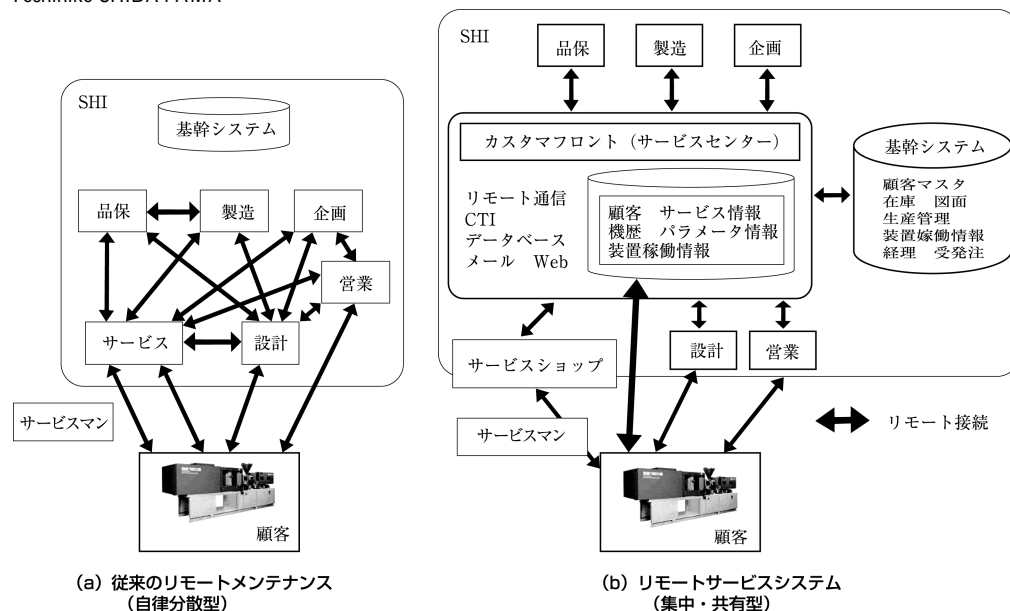


図1

リモートサービスシステム

Schematic diagram of remote service system

装置の状態監視，データ収集及び操作を遠隔から行う従来のリモートメンテナンスシステムでは，情報の解釈や伝達及びその対応が担当者任せとなっていることが多い。このような情報システムでは，複数の顧客に対し迅速で高品質かつ均質なサービスを提供することは困難である。そこで，機械式駐車場を対象とし，これまで別々に扱われていたリモート通信システムとコールセンターシステム及びサービス情報システムを統合し，装置保守サービスに関する全ての情報を保存するとともに，これをオペレータ，サービス担当者，管理者及び設計者間で共有し，利用するためのリモートサービスシステムを開発した。

本システムは，リモート通信システム（PROMPT-IM）と，コールセンター情報システム（eFRONT）から構成されている。

PROMPT-IMは，Javaエージェント技術を用いた双方向の通信システムで，遠隔地に設置された機械システムの状態監視，故障通報（発生，診断，予測），診断プログラムダウンロード及びパラメータ設定などを，インターネットを含む公衆回線網を通してオンラインで行う。

eFRONTは，365日24時間体制で，迅速，高品質かつ均質なサービスを顧客に提供するための，コールセンターシステムである。CTI (Computer and Telephony Integration system) 及びデータベースシステムを基本とし，PROMPT-IM及び社内情報システムとのインタフェース機能を備える。自動通報情報や装置のメンテナンス情報だけでなく，顧客に対する全てのサービス対応情報をeFRONTに登録し，これを利用する。これにより，顧客満足度の向上を図っている。駐車場サービスにおける顧客満足度とは，駐車場を何時でも利用できることであり，故障しない（MTBF

向上），万一故障してもすぐに復旧する（MTTR短縮）駐車場を目指す。本システムは現在，カスタマフロント（駐車場サービスセンター）に設置し，稼働を開始している。今後は，他機種へ適用していく予定である。

We developed a remote service system for mechanical parking systems to realize a better maintenance services to customers. A major difference from the conventional remote maintenance system that mainly handles machine data is the incorporation of a unified database and its sharing system. The database includes all kind of information concerning machine maintenances, e.g. machine data, customer's data, maintenance histories, and communication logs with customers. The system is composed of two sub systems. PROMPT-IM is a communication system based on Java technology. It can exchange not only data but also programs between our call center and parking systems. It performs real time monitoring, alarm reporting and parameter setting of user's parking systems from our site via either subscriber's line or internet. It will realize the prompt error recovery and better maintenance performances to the customers. eFRONT is a call center information system, which will realize one-to-one relationships with the customers and support business operations of our call center. We will apply these systems to other machineries manufactured by our company.



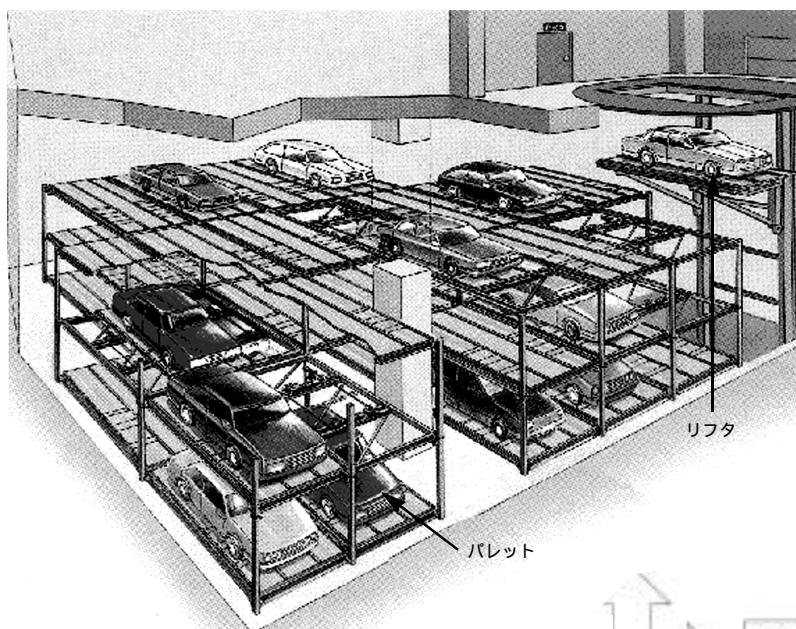


図2

機械式駐車場『スミパーク』  
Mechanical parking system "Sumi park"

## 1 まえがき

近年、我が国の製造業をめぐる環境が、急激に変化している。すなわち、高品質の製品を大量生産するいわゆるメガファブについては、台湾や中国などのアジア諸国がこの役割を果たし、国内では、高付加価値の製品を多品種・少量生産する、ミニファブへの移行が進んでいる。このような状況下で高い収益を得るために、国内の製造業は設計開発力と短納期で製品を市場に出すための生産技術及び高度に情報化・自動化された生産設備（SCM アジャイルファブ）をコンピタンスと認識し、リソースを集中する傾向にある。このことは結果として、生産現場で装置の運転・保守に関わる人員を削減することになる。従って、装置メーカーもこれまでのように、単に高性能な機械装置を販売するだけでなく、これを高効率な生産実現のツールとして稼働させるための支援サービス及びノウハウを合わせて提供することが求められる。<sup>(1)(2)</sup>

しかし、迅速で高品質かつ均質なサービスを提供することは、国内の顧客を対象とした場合でさえ、熟練サービスマンや拠点配置などに頼ったサービスだけでは限界があり、新たな体制づくりが要求される。急速に発達してきた通信ネットワークや情報システムなどを活用し、リモートメンテナンスシステムを構築する例が数多く報告されているが、監視、データ収集及び操作などを目的としたものが多く、最適なサービスを提供するために必要な種々のサービス情報が統合されている例は少ない。<sup>(3)(4)(5)(6)(7)</sup>

今回、当社の機械式駐車場システムを対象とし、全てのサービス情報を蓄積・共有することにより、迅速で高品質かつ均質なサービス提供を実現する、統合リモートサービスシステムを開発した（図1）。本システムは、Javaエージェント

技術を用いた双方向の通信システム（PROMPT-IM）と、CTI及びデータベース技術を用いたコールセンターシステム（eFRONT）から構成される。

## 2 機械式駐車場システムの特徴とアフタサービス

当社の機械式駐車場は15ゲームを応用したパレット方式、高い収容効率などを特徴とし、高度にシステム化・自動化された駐車場である。<sup>(8)(9)</sup> 図2に、当社機械式駐車場の外観と制御システムの概要を示す。

サービスに対する要求は、当然不具合などにより停止しないことと、突発的な入出庫時の不具合に対して、迅速な対応が求められることである。（30分以内の対応）

このため、当社では365日24時間体制のカスタマフロント（コールセンター）と、サービスショップ及び月1回の定期点検によりサービスを提供している。しかし突発的な不具合発生時には、

- (1) 利用者からの聞き取りによる、的確な状況把握のしづらさ
  - (2) 待機中熟練サービスマンの人数を上回る不具合が、同時に発生した場合の対応遅れなど
- また、定期点検においては、
- (3) 点検項目数の多さによる工数及び確認漏れ発生
  - (4) サービス、品質保証及び設計などの各部門に分散保存されている、サービス活動記録の活用のしにくさ
  - (5) 特に注目する品質以外、定性的・経験的な傾向把握のみで、統計的な判断がなされていない
- などの問題があった。

そこで今回、eFRONT及びPROMPT-IMを導入することにより、これらの問題点の解決を図った。次章では、これらの詳細について述べる。

表1

リモートサービスシステムの装置構成及び機能

System configurations and functions of remote service system

場所	装置	機能	内容	
現場システム	遠隔監視端末 WindowsNT4.0 Workstation	データ収集	データ項目 & 収集周期の任意設定	
		不具合監視	監視アルゴリズムのリモート設定	
		データ送信	自動通報	
		外部インタフェース	公衆回線経由のデータ通信	
		遠隔操作	市販遠隔操作ソフト	
	画像伝送装置	現場監督	ITVカメラ TV電話 AVセレクタ	
	ダイヤルアップルータ		発信者番号などによるセキュリティ	
カスタマフロント	CTIサーバ WindowsNT4.0 server		電話自動応答 データ通信	
	集中監視端末 WindowsNT4.0 workstation	案件一覧	管理番号, 特徴などによる一覧 検索	
		現場履歴	現場ごとの電話対応, 作業及び不具合一覧	
		保守マニュアル	エラーコードと連携したWebマニュアル	
		図面情報	社内システム (Web) とのリンク	
		収集データ	グラフ表示など	
		地図情報システム	現場の検索及び表示など	
		予備品在庫	在庫確認 管理 発注	
		登録・設定	案件登録 スケジュール設定・管理	
		画像伝送装置	現場監督	TV電話
		プラズマディスプレイ		カメラ映像及びPC画面の表示
		その他		携帯電話へのメールなど
	サービスマン	携帯電話 モバイルPC		モバイルPCからの接続
データベース	E-SHIサーバ WindowsNT4.0 server	データベース (Oracle)	社内外からの情報閲覧	
	社内グループウェア	Webサーバ		
			社内の情報共有	
		基幹データベース		顧客マスター及び受発注システムなど

WindowsNT4.0は、Microsoft社の製品である。  
Oracleは、Oracle社の製品である。

### 3 リモートサービスシステムの機能と構成

図1に今回開発したシステムの概念図を、表1にシステム構成と機能の一覧を示す。PROMPT-IMはJavaエージェント技術を用いた双方向の通信システムで、遠隔地に設置された機械システムの状態監視、故障通報（発生、診断及び予測）、パラメータ設定及びプログラムダウンロードなどを、インターネットを含む公衆回線網を通して、オンラインで行う。これにより、迅速な保守サービスだけでなく、顧客に対して、最適なライフサイクル保守を提供することを目的とする。

eFRONTは、サービスの業務フローを効率化し、顧客満足度を向上させるためのコールセンターシステムである。CTI及びデータベースシステムを基本とし、PROMPT-IM及び社内情報システムとのインタフェース機能を備える。

これにより、従来のリモートメンテナンスで問題となっていた、サービス業務とのミスマッチを解消し、顧客及び社内での情報共有を強力にサポートする。eFRONTには顧客へのサービス対応及び自動通報の履歴が格納されており、電話着信や自動通報受信時には、得られる発信者情報を基に、関連情報が自動的に表示されるため、いつでも高品質なOne-to-Oneのサービスを提供できる。次に、eFRONT及びPROMPT-IMの技術的枠組みについて述べる。

#### 3.1 コールセンター情報システム eFRONT

eFRONTに対し、開発時点で考慮した機能要件は、主として次の3点である。

- (1) 応対・サービス履歴及び機歴を一元管理し、顧客データと連携して、受付・通報受信時には自動的に関連情報をオペレータに提示すること。
- (2) サービス業務のオペレーションに、直結する情報を提示すること。（復旧支援、故障診断及び関連詳細情報の

自動表示、サービス部品の在庫情報及びサービスマンのスケジュールなど）

- (3) コンピュータに対する深い知識が無くても、利用できること。

これらの要件を考慮した結果、WindowsNTベースのCTIシステムと汎用データベース (Oracle) を組み合わせることにより、アプリケーション構築を行った。図3にソフトウェアのシステム構成を示し、図4に画面例を示す。CTI + 汎用データベースの組み合わせは、eBusinessで重要視されている人間系のOne-to-Oneビジネスでは常識化しつつある。これにより、顧客対応及び装置のサービス履歴などのDBと連携し、アクションプランの自動化を目指す。(CRMの構築)

#### 3.2 リモート通信システム PROMPT-IM

PROMPT-IMに開発時点で考慮した機能要件は、主として次の6点である。

- (1) オープンなシステムであること。
- (2) セキュリティを確保すること。
- (3) ネットワークとの親和性が良いこと。
- (4) インタラクション (双方向性) の機能を持つこと。
- (5) データ収集や故障予知アルゴリズム実装などの場面で、プログラミングに自由度があること。
- (6) WSから組込用制御機器まで、実行環境 (ハード、OS) を選ばないこと。

自動通報や現場からのデータ送信を目的としたシステムではe-mail送信を利用したものもあるが、今回は特に、稼働中装置状態のカスタマフロントからの確認や、故障診断などのプログラムをカスタマフロントから各現場へダウンロードするといった、双方向通信機能をオープンな技術により実現す

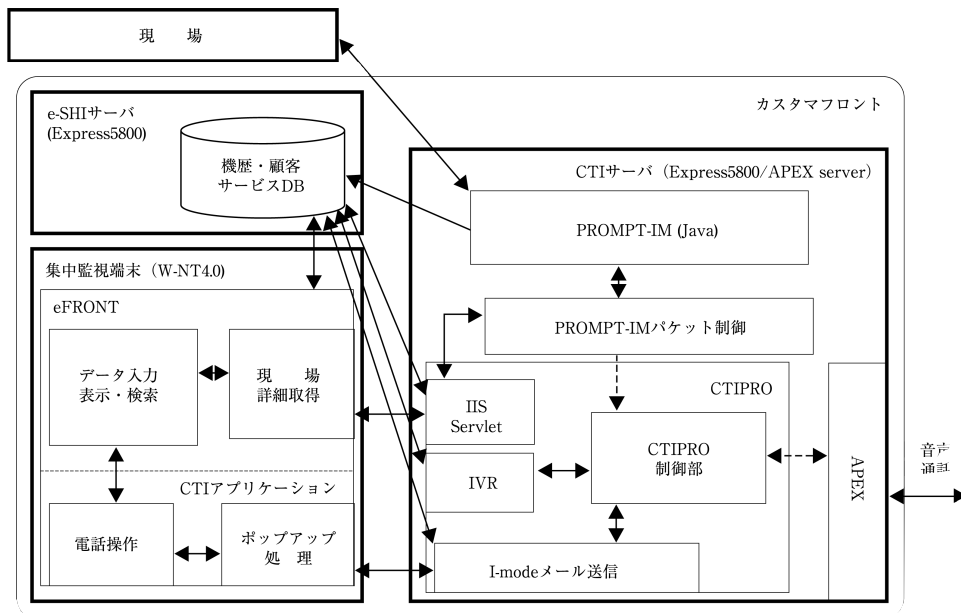


図3 eFRONTのシステム及びソフトウェア構造  
System structure of eFRONT

ることを重視した。その結果，http，Java及びXMLに基づくアプリケーション構築を行った。Javaは，情報家電向けに開発された組込みシステム用プログラミング言語であり，web技術との統合により，インターネットにおける双方向通信の主役となりつつある。また，携帯電話への採用で，周辺技術が急速に普及する見込みである。

図5に，今回開発したソフトウェアの構造を示す。ソフトウェアは，モバイルエージェント実行基盤ACTIVE(開発コード名)と，その上で動作するサービス群から構成される。これらは全てJavaにより記述されているプログラムである。モバイルエージェント実行基盤は日本電気株式会社が開発したものであり，オブジェクト間通信やサービスの振舞いを規定するフレームワーク (Service Object) を提供する。遠隔操作，アラート通知及びデータベースアクセスなどは，この



図4 eFRONTの画面例  
Exemplar view of eFRONT operational panel

フレームワークのAPIを用いて簡単に行うことができる。各サービスの実体は現場の遠隔監視装置 (SMD on-site

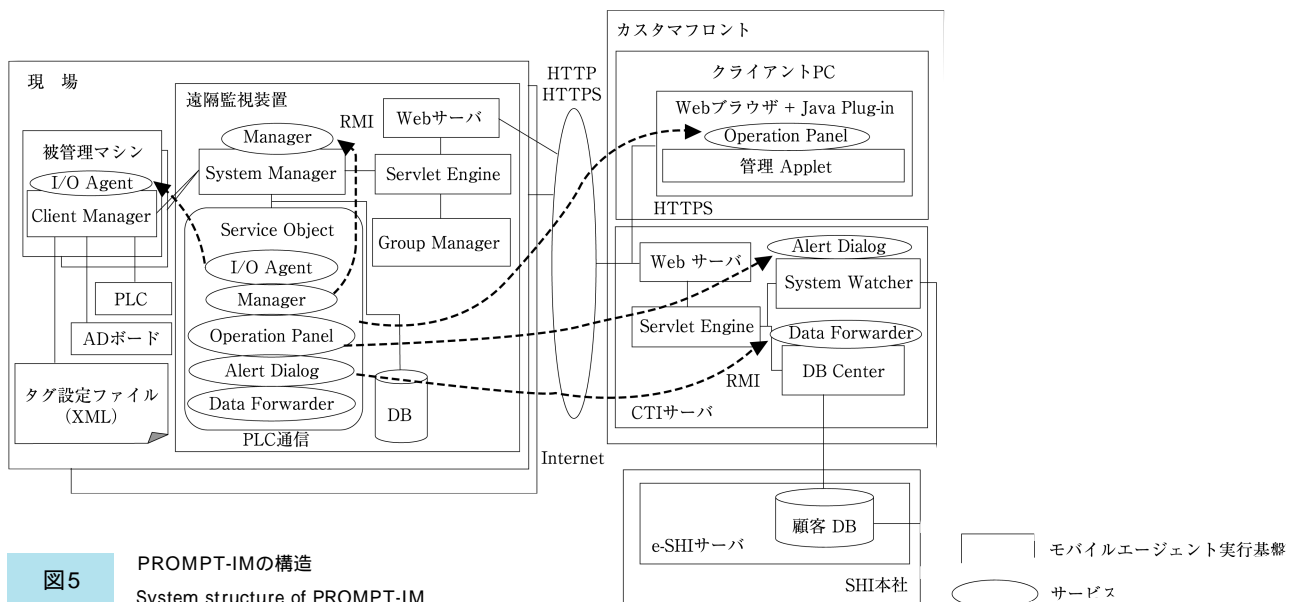


図5 PROMPT-IMの構造  
System structure of PROMPT-IM





図6 WEBブラウザによる不具合情報表示  
Error display by web browser

Support Management Device) にて一元管理され、そこから必要時に各サービス実行端末へリモートオブジェクトを生成させる、という仕組みで動作する。次に、今回開発した5つのサービスとその特徴について述べる。

(1) データ収集 I/O Agentサービス

PLCなどの制御装置や、ADボードなどの計測装置を通して設備の状態データを自動的に収集し、ローカルデータベースに一時保管するサービスである。ここでは、数多くの制御装置内部データや計測データを簡単に取り扱うため、タグと呼ぶ情報オブジェクトの概念を用いている。タグ情報は、XMLファイルで管理され、I/O Agentは、生成時にこのファイルを読み込む。

(2) 不具合通報 Alert Dialogサービス

収集データから駐車場設備の不具合、あるいはその予

兆が検出された時、関連データをカスタマフロントに自動送信するサービスである。カスタマフロントでは、受信したデータをデータベースサーバに蓄積するとともに、eFRONTへの通知を行い、webブラウザを用いて図6のような視認性に優れた形で参照できる。このような一連の動作は、不具合通報時だけでなく、オンデマンドでも実行可能である。また、通報内容をメールで転送する機能があり、サービス管理者やサービスエンジニアへ迅速な通知を行う。

(3) デイリ送信 Data Forwarderサービス

駐車場設備ごとに一時保管されているデータを、定期的にカスタマフロントに設置されているデータベースサーバに転送する。これらの収集データは、保全計画などに役立てることが可能である。

(4) 遠隔設定 Operation Panelサービス

ノートPCなどから、WEBブラウザを用いて上記サービスのパラメータ設定、不具合や予兆検知のためのプログラム変更を行うためのサービスである。

(5) 管理機能 Managerサービス

各種サービスと現場ローカルデータベースの管理を行う機能である。

3.3 リモートサービスシステムの効果予測

本システムのうち、eFRONTは当社カスタマフロントにおいて運用を開始したところであり、PROMPT-IMは現在テスト運用中である。ここでは、PROMPT-IMによるMTTR短縮及びeFRONTによるMTBF短縮について、それぞれその効果を予測する。

まずMTTRの短縮について、図7にPROMPT-IMを用いた不具合解決のフローを示す。不具合の発生あるいは故障診断の結果、PROMPT-IMは不具合の原因、診断結果及び関連情報を当社へ自動通報する。通報を確認したサービス担当者は、受信した情報に基づき当日の担当サービスマンへ迅速な指示を行うとともに、発信元機械システムへの接続やデータベース検索などを通じて詳細な原因解析を行うことができる。従

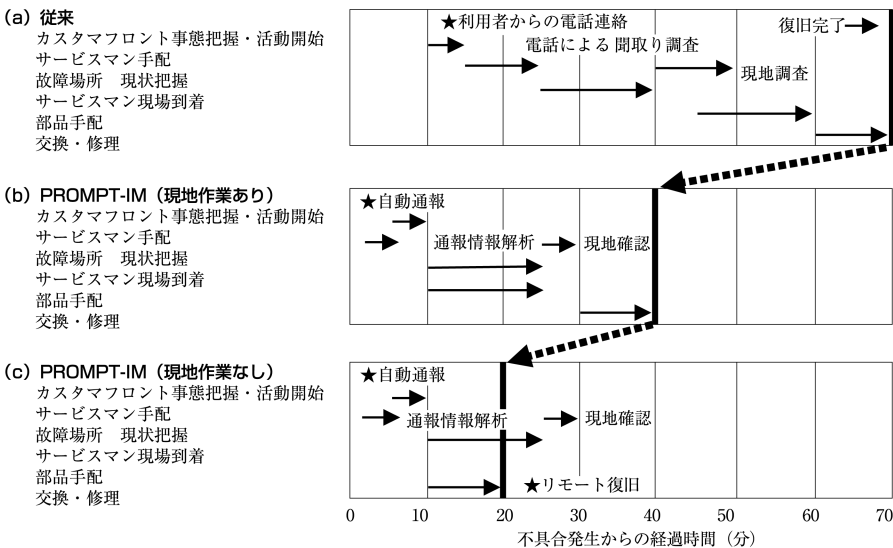


図7 PROMPT-IMを用いた駆けつけ復旧時間の短縮  
Reduction of repairing time by PROMPT-IM

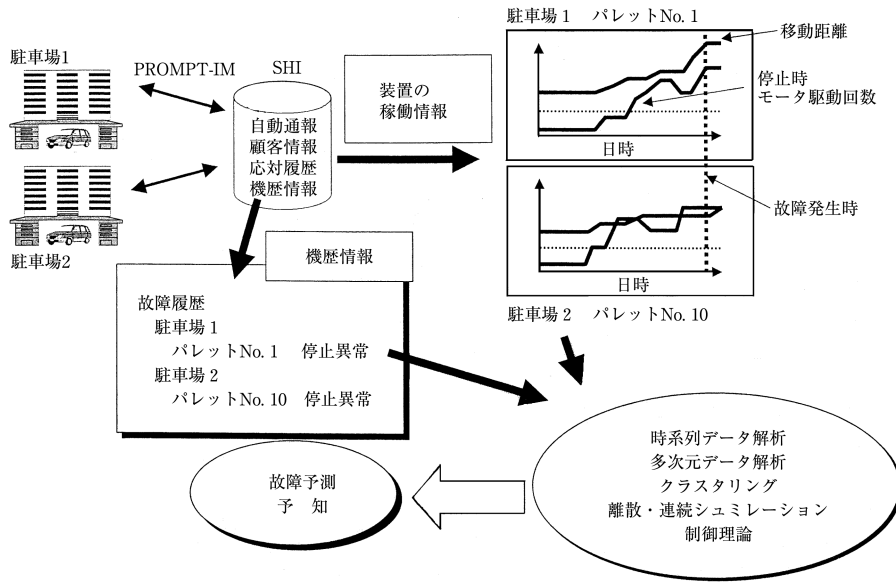


図8

PROMPT-IMを用いたMTBFの改善  
Improvement of MTBF by PROMPT-IM

来の不具合では、利用者が種々の操作を試みた後サービスへ連絡する場合もあったが、本システムを導入すると不具合発生時点で詳細情報が得られる。また、過去の不具合事例に基づく復旧手順や、修理・交換部品の指示・手配も行うことができるため、駆けつけ及び復旧への対応が早くなる。また、操作ミスや入庫口付近への荷物の置き忘れなど、軽微な不具合の場合でも従来はサービスマンの出動後復旧していたが、本システムによればカスタマフロントからの指示・操作により復旧が可能である。当社の出動記録から、約半数がこのような内容であったことが確認されている。

次にMTBFの改善、すなわち予防・予測保全について述べる。図8に、その仕組みを示す。eFRONTのデータベースには、自動通報、サービス記録、不具合情報及び日々の駐車場の運転記録などが保存されているが、これらの情報の中から不具合と装置情報の相関関係を抽出できれば、定期メンテナンスの点検項目や点検周期の見直し（予防保全）、部品の消耗・劣化予測（予測保全）が可能になる。従来は、これらの関連情報が異なるメディアに分散されて保存されていたため、有効利用されにくい環境であったが、本システムにより一元管理することが可能になり、サービス、品質保証及び設計などの関係部門がこれを共有できる。現在は、データベースから有益な知見を導き出すためのOLAPやデータマイニングツールの開発を行っているところである。

#### 4 むすび

機械式駐車場を対象としたリモートサービスシステムを開発した。本システムは次の特徴を持つ。

- (1) Javaエージェント技術を利用し、双方向の通信が可能である。
- (2) CTI及びデータベース技術を用い、サービスノウハウの蓄積と共有を行う。

これにより、迅速で高品質かつ均質なサービスを顧客へ提

供する。今後は、このシステムあるいは技術を、当社の他システムへ展開していく予定である。

今回開発したシステムは、オープンな技術を利用しているため、機能拡張も比較的容易である。例えば、駐車場は将来ITS (Intelligent Transport Systems) において重要な役割を果たすと考えられるが、このような社会インフラとの相互接続も、比較的容易に実現できる。

#### (参考文献)

- (1) SEMI workshop on e-Manufacturing and APC/FDC 講演予稿集. SEMIジャパン, Feb., 2001.
- (2) SEMI e-Manufacturing workshop 講演予稿集. SEMIジャパン, June, 2001.
- (3) 板倉浩. リモートメンテナンスの現状と可能性. プラントエンジニア, vol. 32, no.9, p.9~18, 2000.
- (4) 馬場賢, 福井敏人. FAを支えるソフトウェア技術と将来展望. 電気学会産業電力電気応用研究会資料, vol. IEA-00, no.7-11, p.23~26, 2000.
- (5) 豊島光伸, 朝守始郎. リモートメンテナンスにみる情報通信技術の活用視点. 計装, vol. 43, no.6, p.21~25, 2000.
- (6) 久保田弘司. ここまで進んだエレベーターのリモートメンテナンス. 設備と管理, vol. 31, no.8, p.109~114, 1997.
- (7) 永田好明. リモートメンテナンスと外部故障診断について. 工業加熱, vol. 33, no.4, p.3~12, 1996.
- (8) 門多伸治. 15ゲームを応用した人工知能をもつ駐車装置「スミパーク」の概要とその特長. 油空圧技術, vol. 31, no.7, p.23~29, 1992.
- (9) 柴崎幹雄, 平井睦男, 荒井晋, 小倉俊一, 大柴茂. 高速・大容量機械式駐車システムGPS. 住友重機械技報, vol. 43, no.129, p.31~34, 1995.



## 搬送物流設備小特集

## リアルタイムコンベヤシミュレータの開発

## Development of Real-Time Conveyor Simulator

芝山 智彦\* 玉田 哲也\*\*

Toshihiko SHIBAYAMA Tetsuya TAMADA

中田 浩\*\* 越智 豊\*\*

Hiroshi NAKATA Yutaka OCHI

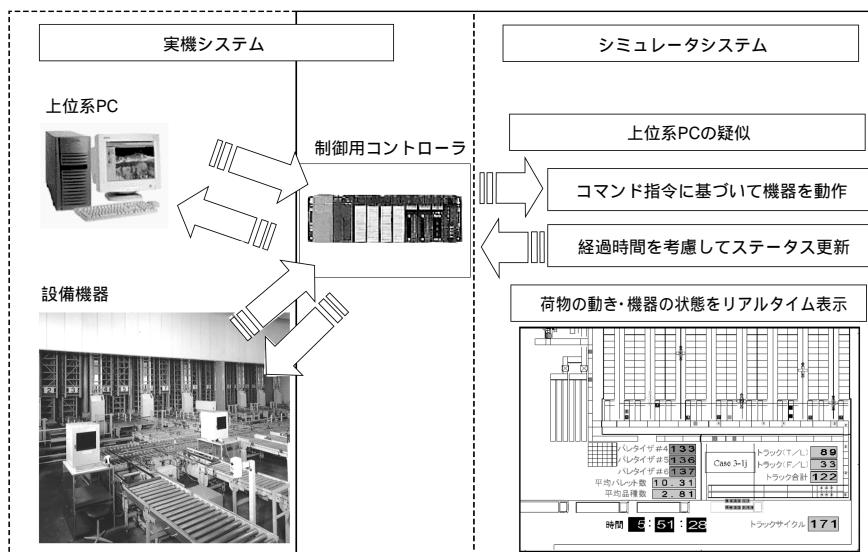


図1

リアルタイムコンベヤシミュレータ  
Real-time conveyor simulator

リアルタイムコンベヤシミュレータは、コンベヤを中心とした自動搬送設備の制御装置と接続して、指令信号に従って機器や搬送物の動作及び状態をシミュレートするとともに、センサ等の信号に適切に応答する。

本シミュレータを用いた制御出荷テストの結果、制御プログラムの品質向上及び現場工期の短縮等に効果が期待できることが確認できた。

A real-time conveyor simulator connected to a system controller will simulate motions and states of objects on conveyor according to signals from the controller. Then it will automatically return appropriate signal patterns to the controller real-time. As a result of applying to an actual case, the simulator has shown following capabilities:

- 1)Improvement of the software quality,
- 2)Shortening of the on-site adjustment term.

## 1 まえがき

従来、コンベヤを中心とした大規模自動搬送設備の動作確認は現場を中心に行われてきた。これは制御出荷テストの段階では、テストパネル上のスイッチ操作とランプによる確認となるため、多数の機器と搬送物の複雑な流れを十分に確認できないことに一因がある。しかし現場での動作確認は、設備や搬送物が大型の場合、確認したい環境や搬送物の状態を全て作り出すことは、作業環境、時間、調整員の数、コスト等が制約となり困難が多い。

他方、顧客に対して信頼のブランドイメージを構築し、厳しいコスト競争に打ち勝つためには、制御プログラム等の品質を向上させ、かつ現場工期短縮を達成するという矛盾した課題を解決しなければならない。

図1に示すように、リアルタイムコンベヤシミュレータは、

コンベヤを中心とした自動搬送設備の制御装置と接続して、指令信号に従って機器や搬送物の動作及び状態をシミュレートするとともに、センサ等の疑似信号に適切に応答する。シミュレータの実行に関しては、制御装置の制御周期等に同期しながらリアルタイムに処理される点が特徴といえる。ここでは、ディスプレイに二次元表示される搬送物や機器の状態を確認しながら、利用者による簡単な操作によって、任意のコンベヤ上から搬送物を投入したり、非常停止等の緊急信号や任意の入出力信号を擬似的にオン/オフすることも可能である。その結果、現場においては数十人の人手を要する動作確認作業も、制御出荷テストの段階においてプログラマ1人で実現可能となる。

本報では、コンベヤ自動搬送システムを解説するとともに、シミュレータの機能及び適用事例について紹介する。

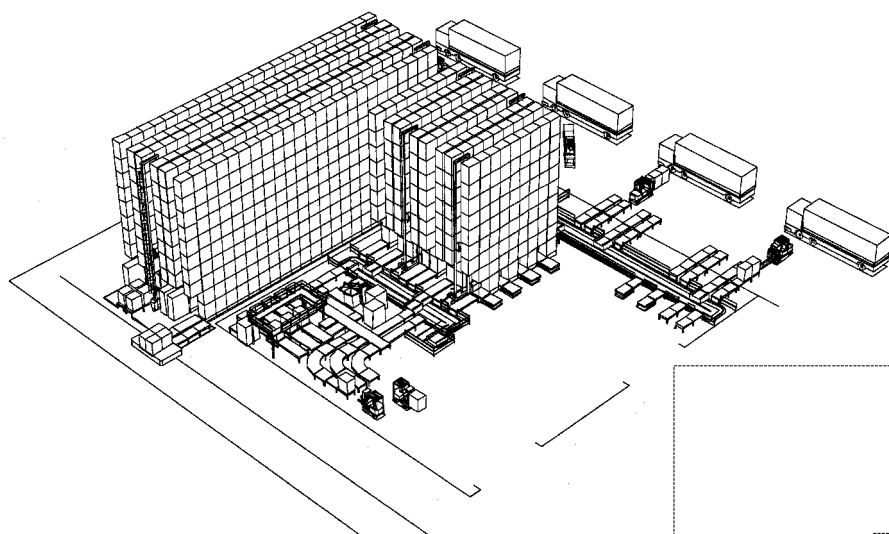


図2 コンベヤ自動搬送設備  
Automatic conveyance system

## 2 コンベヤ自動搬送設備の特徴

### 2.1 設備の概要

図2にコンベヤを中心とした自動搬送設備の鳥瞰図を、図3には現場のシステム構成例を示す。通常は、コンベヤ以外に無人搬送台車及び自動倉庫等と組み合わされて設備が構築される。

コンベヤ制御盤内に格納された制御装置は、光センサの遮光によって搬送物の在荷を検出し、モータを駆動させることでローラ駆動範囲内に在荷している搬送物を移動させたり、転換機のレベルをコントロールする。また合流分岐部やピッキング箇所では、安全なクリアランスを確実に取るため、あるいは搬送物の前詰め及び切り出しのために、ストップが使用される。

バーコードリーダは搬送物のトラッキング及び識別に使用される。例えば、デジタルピッキングシステムでは搬送物のバケットと顧客（オーダ）の関連付けが必要である。また大規模な出荷システムにおいては、配送順序や搬送物サイズを考慮したトラック積付け順序を守るため、合流部では適切な順序制御を実施しなければならない。

このように、コンベヤにはシンプルな搬送機器であるが故に設計の自由度が高く、標準化された制御装置を構築しにくいという特徴がある。

### 2.2 システム構築時の問題

コンベヤシステム構築における主な問題点を、次に示す。

#### (1) プログラム製作上の問題

パラメータ設定だけで済むような標準化された制御装置の構築が困難なため、システムごとに一から製作しなければならない。

#### (2) 質の高いプログラマ確保の問題

チャタリング及びイレギュラへの対処、リカバリー処理などを事前に組み込むためには、長年の不具合対応経験が必要である。また万一の不具合発生、顧客の改造要求にも即座に対応できる体制を維持しなければならない。

#### (3) テスト環境の問題

従来のテストパネルを用いた制御出荷テストでは、多

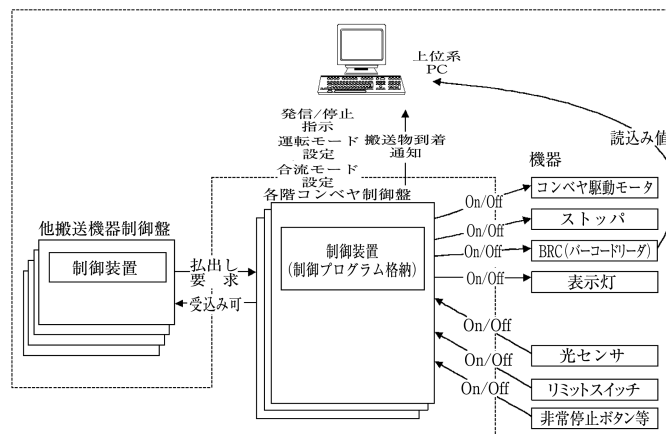


図3 コンベヤ自動搬送設備のシステム構成例  
Example of configuration of automatic conveyance system

数の機器と搬送物の複雑な流れを十分に確認できない。現場での動作確認は、設備や搬送物が大型の場合、確認したい環境や搬送物の状態を全て作り出すことは、作業環境、時間、調整員の数及びコストなどが制約となり困難である。

## 3 開発経緯

当社の技術開発センターでは、以前から離散系シミュレータを使用して、物流設備を中心としたシミュレーションを行っている。<sup>(1)</sup>シミュレーションは主に営業・設計段階で利用され、設計設備の能力評価を中心に、機器の配置や導入機器の必要処理能力決定及び制御方法の基本設計に適用される。しかし実際の設備では、シミュレーションによって得られたロジックの概念だけが文章の形で引き継がれ、シミュレーションで作成されたプログラムコードが再利用されることはない。これは作業効率及び品質の安定性という観点から見ても損失が大きい。そこで当初、シミュレーションモデル内の制御コード部分に、専用のシミュレーション言語ではなく、ラダー等の言語を組み込むことを検討した。この方法は、通信時間などをパラメータ化することによって、シミュレーション内部の時間管理だけで全てをコントロールできるため、実行速度の高速化及びテストケースの再現性という点で優れている。他方、制御プログラムの言語仕様は制御装置メーカー及び型番によって異なり、プログラマが得意とする言語も様々である。そのため、実機の制御プログラムとの互換性が重要な課題となる。最終的には、シミュレーション実施に際して実機の制御プログラムに何らかの制約条件や処理を加えることは適切でないという判断から、制御プログラムとシミュレータを分離する構成を採用した。

また、従来の制御出荷テストや現場テスト以上の内容を実施できる環境を提供するため、リアルタイムに機器や搬送物の状態を変更及び確認できるGUIの構築を目標とした。シミュレータを用いた経験の長い設計者やプログラマによる確認作業は、経験の浅い者に対して効率的なノウハウの共有及び教育環境を実現すると思われる。

#### 4 シミュレータの概要

##### 4.1 シミュレータの構成

以下に、システム構成の実績を示す。

- (1) 制御装置
  - a. PLC
  - b. ソフトロジック
- (2) 通信媒体
  - a. MELSECNET/10
  - b. イーサネット
  - c. メモリ共有ボード
  - d. AD/DA DI/DO
- (3) コンベヤシミュレータ

本シミュレータは、Windows NT上のアプリケーションであり、タイマ部にはマルチメディアタイマとPentium CPUのクロックカウントを使用している。

##### 4.2 シミュレータの機能

###### 4.2.1 モデル作成機能

図4に、モデル作成時の画面例を示す。既に一般的なコン

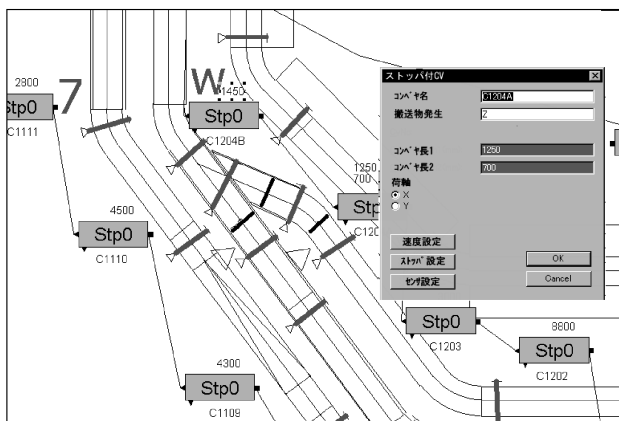


図4 モデル作成画面  
Exemplar view of model creation

ベヤ機器を中心に、幾つかの搬送機器モジュールが用意されている。利用者は搬送物が流れる向きに各搬送機器モジュールを結線し、モジュールごとのパラメータを設定する。

また人間によるピッキング作業、搬送物の投入及び上位系や他制御装置の出力信号等ルール化が可能なものも組み込むことができる。

###### 4.2.2 シミュレーション進行時間管理機能

シミュレータには、シミュレーション開始以降の実時間経過を表す実時間と、モデル内経過時間を表すシミュレーション時間が存在する。シミュレーションの実行は、サイクリックな動作を前提とする。1サイクル中の処理内容は、制御装置からの入力データを取り込み、設定されたシミュレーション時間スキャンタイム分の搬送物移動位置、センサや機器の状態変化を求め、それらをCRTと制御装置に出力する。制御装置とのデータ送受信タイミングを含めた実行形態を、図5に示す。

###### (1) 時間同期

シミュレータのタイマ管理機能を用いて、設定された実時間スキャンタイムごとに実行する。制御装置がサイクリックな動作をしない場合等に使用する。

###### (2) 通信同期

制御装置からの受信データが更新されたタイミングで実行する。制御装置がシミュレータと同様にサイクリックな動作を行い、制御装置の進行を基準としたい場合に使用する。

###### (3) 同期無し

制御装置とのデータ送受信に関して、全く同期を取らない方法である。主に、モデル作成時の動作確認等で使用する。

###### 4.2.3 シミュレーション実行時環境

###### (1) 表示機能

搬送物の位置、センサやストップの状態などを二次元でグラフィカル表示する。数値表示等も可能である。

###### (2) 搬送物発生機能

コンベヤと搬送物種別に対して任意のキーを割当てることが可能である。実行時にキー操作が行われると、該当するコンベヤから搬送物が投入される。

###### (3) 入出力ダイレクトアクセス機能

非常停止、運転モード切換え及びピッキング完了信号

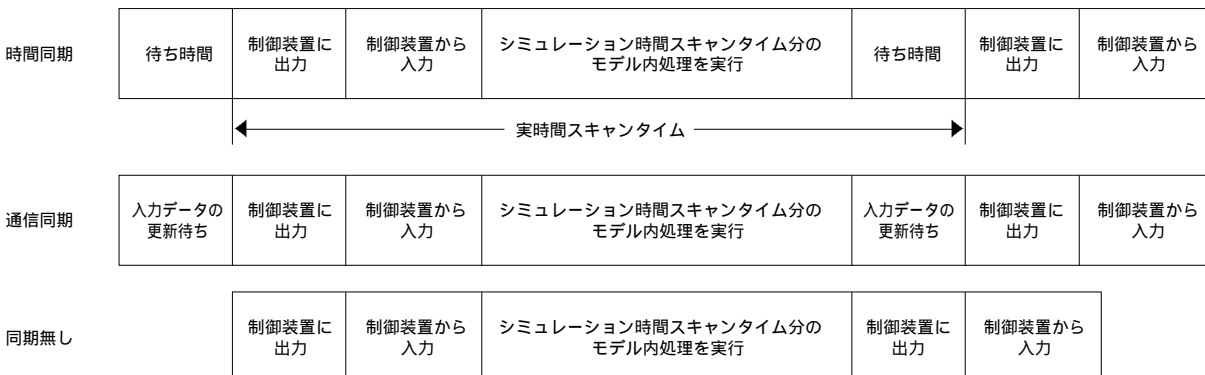


図5 シミュレータの実行処理  
Execution processing of simulator



など、主に制御装置の各種入力信号をユーザ操作によって出力可能である。

#### 4.2.4 通信インタフェース

制御装置とシミュレータを接続する各種通信媒体の利用が可能である。

### 5 適用事例

#### 5.1 実施環境

シミュレータを適用した制御出荷テストの環境を図6に、画面例を図7に示す。本案件は、コンベヤを用いたデジタルピッキングシステムと各トラックヤードへの仕分け機で構成されている。

制御出荷テスト時のシステム構成を、次に示す。

- (1) 制御装置 PLC
- (2) 通信媒体 イーサネット
- (3) シミュレーション進行時間管理 通信同期

制御装置内に組み込まれた制御プログラムの実行は、20ms周期でコンスタントに動作することが可能である。しかし、イーサネットという通信媒体の制約により、実質的には80ms周期でシミュレータと制御装置のデータ通信を実行させた。本案件では、20msと80msという時間差は主にセンサとストッパの配置関係に影響を及ぼすが、80msで検討された配置関係は安全側となるため問題とはならない。

#### 5.2 テスト内容

正常運転時の基本動作確認以外に実施した主なテスト項目



図6 出荷テスト風景  
Scenery of shipment test

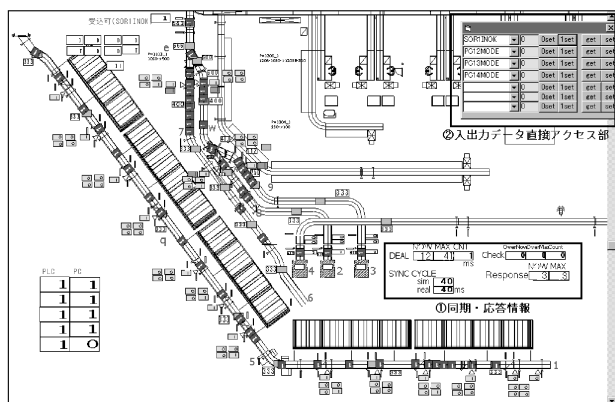


図7 出荷テスト画面  
Exemplar view of shipment test

を、次に示す。

- (1) 運転モード切換え  
自動運転モード終了時、在荷中搬送物の払出し動作とコンベヤ停止のタイミングを確認する。
- (2) 合流制御  
ラインバランスを考慮した合流制御の動作確認をする。
- (3) スループット検証  
システムとして最大のスループット能力を確認する。
- (4) 下流仕分け機との取合い確認  
仕分け機側が受入れ不可の状態になった時、下流コンベヤからの逐次停止動作確認をする。
- (5) 非常停止と解除後の復帰処理  
荷詰まりや合流途中での非常停止操作及び解除後の安全なコンベヤ起動シーケンス確認する。

シミュレータを用いた制御出荷テストは、テスト中の制御プログラム修正も含めて3日間実施され、非常に多くのテスト項目を効率よく確認することができた。実際、従来の制御出荷テストでは、テストパネル上のスイッチ操作とランプによる確認となるため、複雑な搬送物の流れを人が操作及びイメージすることはできない。また上記全てのテスト項目を現場にて実施することは、期間、パレット投入や監視といった補助人員の手配及び作業環境の面からも不可能である。

#### 5.3 評価

- (1) 設備全体の状況と搬送物の動きが一目でわかる。そのため問題の発見や理解及び設計とプログラマ等関係者間の情報共有も容易である。
- (2) テストパターンの作成が容易である。
- (3) 実機とシミュレータ上でのスループット計測値が一致している。
- (4) テストパネルへの繋ぎ込み及びばらしの労力解消する。本シミュレータの導入により、制御出荷テストにおいて現場テスト以上の内容を、少人数かつ効率的に実現できることを確認した。

### 6 むすび

次の特徴を持つリアルタイムコンベヤシミュレータを開発した。

- (1) 制御装置と各種通信媒体を用いて直接接続している。
- (2) 搬送機器の動作、搬送物の動き及び検出器の状態をリアルタイムにシミュレートしながら表示できる。
- (3) 簡単なキーボード及びマウス操作によって、任意の搬送物や入出力状態を実現している。

本シミュレータを用いた制御出荷テストにおいて、現場テスト以上の内容を少人数かつ効率的に実施した。その結果、制御プログラムの品質向上及び現場工期の短縮を実現できることが確認された。

今後は、コンベヤ以外の搬送機器の充実を図るとともに、簡単なモデル作成環境の構築及び不具合発生時の現地あるいはリモート解析ツールとしての展開も検討している。

#### (参考文献)

- (1) 仲摩行弘．物流システムシミュレーション．住友重機械技報，vol. 144, no. 132, p.25～26, Dec., 1996.

## 搬送物流設備小特集

技術解説

## 遠隔設備監視システム

## Remote Monitoring &amp; Maintenance System

伊藤 義和\*

Yoshikazu ITOH

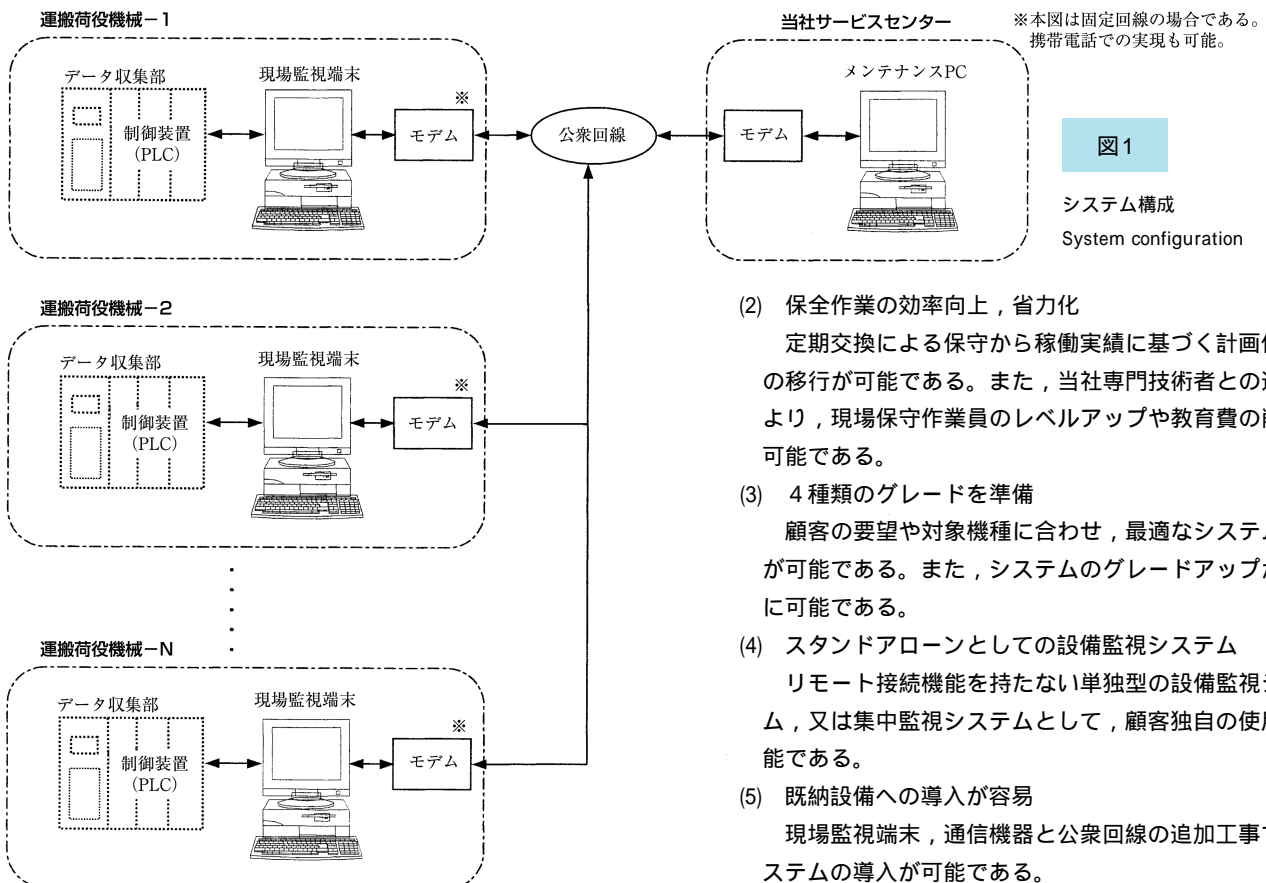


図1

システム構成  
System configuration

## (2) 保全作業の効率向上, 省力化

定期交換による保守から稼働実績に基づく計画保全への移行が可能である。また、当社専門技術者との連携により、現場保守作業員のレベルアップや教育費の削減が可能である。

## (3) 4種類のグレードを準備

顧客の要望や対象機種に合わせ、最適なシステム選定が可能である。また、システムのグレードアップが容易に可能である。

## (4) スタンドアローンとしての設備監視システム

リモート接続機能を持たない単独型の設備監視システム、又は集中監視システムとして、顧客独自の使用が可能である。

## (5) 既納設備への導入が容易

現場監視端末、通信機器と公衆回線の追加工事、システムの導入が可能である。

## 1 はじめに

運搬荷役設備が高機能化し、その制御システムが複雑化していく中で、安定操業の維持、向上がますます重要化している。また、顧客の保守作業員の質的・量的な不足により、トラブルや予防保全への対応力が低下しつつある。

このような状況に対し、ダウンタイムのミニマム化による安定操業維持を目的とした遠隔設備監視システムを開発し、販売を開始したのでここに紹介する。

## 2 システムの特長

本システムの特長を、次に示す。

## (1) ダウンタイムを短縮

## a. トラブル復旧時間を短縮

トラブル発生時に当社専門技術者が即座にリモート対応することにより、復旧時間の短縮を可能にしている。

## b. トラブルを未然防止

設備の異常の前兆を捕らえ、トラブル発生前に点検・交換が可能である。

## 3 システム構成

本システムは、運搬荷役機械の制御装置（以下PLC）を使用した「データ収集部」と「現場監視端末」と当社サービスセンターに設置された「メンテナンスPC」で構成され、「現場監視端末」と「メンテナンスPC」は公衆電話回線で接続される（図1）。

現場監視端末は設備監視機能を有しており、PLCから読出した稼働情報をもとに稼働状況の監視や情報の保持を行う（次章参照）。

遠隔監視の際には、メンテナンスPCがモデム・公衆回線を介して現場監視端末から情報を讀出する。メンテナンスPCは複数台の現場監視端末との接続が可能であるため、複数台の運搬荷役機械を集中監視できる。

## 4 設備監視機能とその効果

設備監視機能として、トラブル発生状況を即座に把握し復旧時間を短縮するための事後保全機能と、異常の兆候を検出しトラブルを未然防止するための予防保全機能を有する。これらは全て、PLCが有する情報に基づき処理される。主な機



No.	日時	操作1	1秒/12	速度戻り	速度戻り	速度戻り	速度戻り	速度戻り	速度戻り
1	01/03/21 14:32:53	走行 北1号	0.0	15.54	76.85	61.06	8.05	1.01	
2	01/03/21 14:32:47	走行 北2号	0.0	15.54	76.85	59.74	8.05	1.01	
3	01/03/21 14:32:39	走行 北3号	0.0	15.54	76.85	58.08	8.05	1.01	
4	01/03/21 14:32:33	走行 北4号	0.0	15.54	76.85	53.39	8.05	1.01	
5	01/03/21 14:32:15	走行 北1号	0.0	15.54	76.85	53.00	8.05	1.01	
6	01/03/21 14:31:48	停止	0.0	15.54	75.70	53.06	8.05	1.01	
7	01/03/21 14:31:42	7-43脚 北1号	0.0	15.54	79.03	53.06	8.05	1.01	
8	01/03/21 14:31:26	7-43脚 北2号	0.0	15.54	91.82	53.06	8.05	1.01	
9	01/03/21 14:31:18	7-43脚 北3号	0.0	15.54	92.71	53.06	8.05	1.01	
10	01/03/21 14:30:57	停止	0.0	15.54	92.72	53.06	8.05	1.01	
11	01/03/21 14:30:50	7-43脚 北2号	0.0	15.54	89.04	53.06	8.05	1.01	
12	01/03/21 14:30:42	7-43脚 北3号	0.0	15.54	85.26	53.06	8.05	1.01	
13	01/03/21 14:30:38	7-43脚 北1号	0.0	15.54	85.00	53.06	8.05	1.01	

図2 運転操作履歴表示画面例  
Exemplar view of operation history display



図3 動作時間監視画面例  
Exemplar view of actual time monitoring of consumption parts

能と効果を、次に説明する。

## 5.1 事後保全機能

### 5.1.1 運転操作履歴表示(図2)

トラブル発生前後における横行や走行等の運転操作状況(自動運転中は運転動作)、動作速度及び位置(角度)を保持し、時刻順に表示する機能である。保持する運転操作数は、トラブル発生前90操作、発生後10操作まで可能である。

従来、トラブル発生時の運転状況が不明確であるため原因究明に時間を要することが多かったが、本機能により運転状況を正確に把握できるため、原因究明時間の短縮が可能である。再現性の無いトラブルの場合も有効である。

### 5.1.2 トレースバック表示

トラブル発生前後のアナログ信号やデジタル信号を保持し、グラフ表示する機能である。信号収集期間はトラブルの前3秒から後2秒間である。また、収集できる最大信号数は、32点(アナログ信号)、512点(デジタル信号)である。

トラブル発生時の各信号状態を調査し正常かどうかを判断することにより、迅速に故障原因の絞り込みができる。再現性の無いトラブルの場合も有効である。

### 5.1.3 PLCプログラムのモニタリング及び変更

PLCプログラムを遠隔モニタリング及び遠隔変更する機能である。

トラブル発生時に遠隔モニタしプログラムの動作状況を調査することにより、原因の絞り込みや原因究明ができる。また、プログラムを遠隔にて変更することにより、トラブル発生中でも稼働を継続させることができる。

## 5.2 予防保全機能

### 5.2.1 動作時間監視(図3)

消耗部品を対象に、動作時間・起動回数・経過時間を監視し、寿命を予測し、点検/交換時期を予報する機能である。

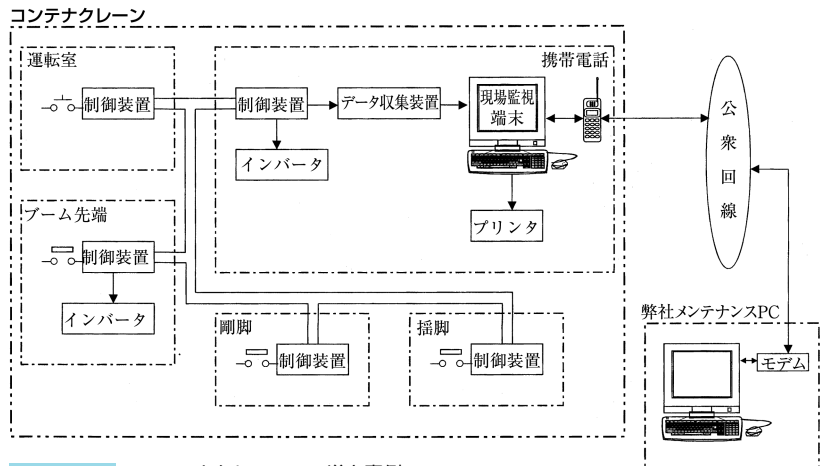


図4 コンテナクレーンへの導入事例  
Example of application to container handling crane

交換基準(時間/回数)は、実稼働に合わせた値とすることができる。

### 5.2.2 傾向監視

本機能は、正常時データと現状データを比較しその傾向や変化を監視することにより、異常の兆候を検出し、警報を出力するものである。

警報出力時、装置の点検・交換により、トラブル発生前の保全を行うことができる。監視項目を、次に示す。

- (1) 速度指令と実速度の差を監視するドライブ監視
- (2) 制動距離(制動開始~停止)を監視する制動監視
- (3) モータ電流値を監視する電流監視

### 5.2.3 計測による状態監視

設備診断用センサを新たに設置し、その信号に基づき設備状況を監視する予防保全機能である。次の監視が可能である。

- (1) 作動油のコンタミ検出器による異常監視
- (2) 金属片検出器による油圧ポンプ摩耗監視
- (3) 電動機巻線温度検出器による巻線温度監視
- (4) 電動機軸受温度・振動検出器による軸受監視

## 6 導入事例

コンテナクレーンに適用した遠隔設備監視システムを紹介する(図4)。電気室に設置された現場監視端末と当社メンテナンスPCは、携帯電話を介して接続されている。

このシステムは、トレースバック表示機能の拡張として、次の状態変化をトリガとしその前後の信号を保持・表示する機能を有している。

- (1) 指定したリレーやリミットスイッチの状態変化
- (2) 押ボタンの状態変化

## 7 おわりに

保守・保全作業は、トラブル発生後の事後保全から設備の予防保全への移行が要望され、更にはIT技術をベースとした専用メーカーによる遠隔での設備診断が注目を集めている。

今後とも、IT技術と診断技術を駆使し、遠隔での設備診断への拡張を押し進めていく所存である。

## 搬送物流設備小特集

技術解説

## 平面往復式駐車場設備

Large Capacity Parking Machine

小倉 俊一\*

Shunichi OGURA

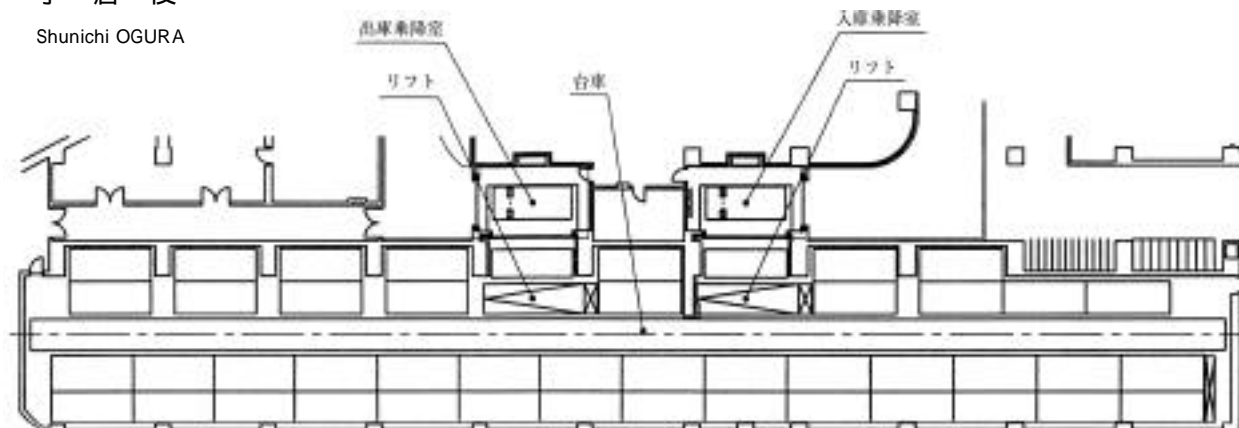


図1

全体レイアウト  
General arrangement

## 1 はじめに

神戸市の『ティオ舞子』の大規模高速型機械式駐車場は、2001年3月に引き渡され同月に実稼動運用に入った。『ティオ舞子』は、JR舞子駅前再開発計画により建設された地下1階地上26階建てのビルである。地下1階にはビル用の駐車場と機械及び空調設備が設けられ、地上1～7階までが商業施設が入り、8～26階までが分譲マンションとなっている。

ビル周辺は、鉄道がJR山陽本線と神戸電鉄の2本と国道2号線が東西方向に走り、明石海峡大橋が南北に走る交通の要衝になっている。鉄道はいずれも舞子駅がすぐのところであり、神戸・大阪への通勤・通学・買物等での利便性も高いことから、ベッドタウンとしての将来性と交通・物流の増大が見込まれる。

また、付近の海岸は舞子浜や須磨などの昔から親しまれている海浜リゾート地区もあり、特に夏の海水浴シーズンには、多くの人出で賑わう。

ビルの商業施設はスーパーや食品店、衣料品、雑貨、本及び飲食店等魅力的な店舗が入っており、日用品の買物客に加えて週末には多くの来店客が訪れる。

これらのことから、現在から将来的にも『ティオ舞子』の駐車設備は慢性的に不足する駐車スペースの解決策として期待されている。

## 2 設備(図1, 図2)

## 2.1 設備概要(特許出願中3件)

この駐車場は、商業施設への来客用で普通乗用車を収容する。駐車装置へ収容される車は、まず入庫パース(乗降室)に待機しているパレット上の所定位置に車を乗り入れ、利用者は車から退出する。次に、係員により利用者が入口ゲートで受け取った磁気カードを使って入庫操作を行う。駐車装置は、パレット上の車をパースからリフトに送り出し、3層に構成されたスペースフレームと台車の所定の層に昇降し台車に移載される。高速で走行する台車は割り当てられた駐車棚

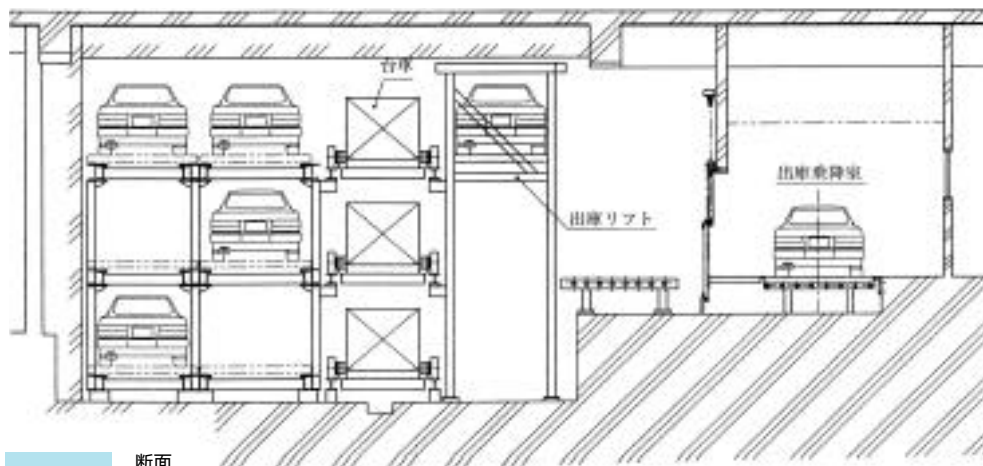


図2

断面  
Cross section



図3 入庫バース  
Parking entrance



図4 出庫バース  
Parking layout

の番地まで高速移動し、パレットを棚へ収容する。駐車棚は、2列構造のため奥と手前側の間パレットを移動させるための横送り装置を設けている。

出庫は、入庫時に使用した磁気カードを出庫操作パネルに挿入することで開始する。駐車装置の動きは入庫時の反対で最終的にパレットは出庫バースに送り出され、利用者が車に乗り込んで出庫完了する。

## 2.2 設備能力

多数の車を高速で処理するために、最新の制御機器と新開発の制御システムを導入して従来型の半分以下の処理時間を達成している。

### 装置仕様

最大収容台数	129台	
最大出庫待ち時間	1分44秒	
連続出庫待ち時間	42秒	
収容車輛寸法	車長5000mm	車幅1950mm
	車高1550mm	重量1700kg

## 2.3 設備構成

### 2.3.1 パレット

- (1) 上面は縞鋼板で、下面は型鋼の組み合わせで溶接構造となっている。
- (2) 縞鋼板は車輛乗降時のスリップ防止を考慮している。
- (3) 型鋼は車輛の重量を受けるための強度部材であると同時に、パレット走行用のレールの動きを併せ持つ。
- (4) 装置有効高さを最小限にするために、薄型で充分な強度剛性を持つ。
- (5) 乗入れ時や歩行者安全のため、段差を最小限にしたフラットパレットを採用している。
- (6) 次の可動式車止めを採用している。

### 2.3.2 可動式車止め

- (1) パレットの前輪部分を落とし込み式にして、タイヤを固定する。
- (2) 入庫側20mm、出庫側0mmの落とし込み寸法とすることで、入出庫時の運転のしやすさが考慮されている。
- (3) 落とし込み方式により、従来方式よりも確実にタイヤを固定できるため、万一の車のブレーキ緩みによる飛出し防止対策としてより有効である。

### 2.3.3 入出庫バース(図3、図4)

- (1) 段差と隙間を最小限にすることで、車への乗降時の安全と隙間への落し物を未然に防止でき、利用者の不安感の払拭と信頼感を向上させている。
- (2) 入庫と出庫でゲート等の塗装色を別々の明るいものとし、意匠を向上させている。
- (3) バース内部のセンサ及び配管を全て壁やパネル内部に埋め込むことで、機械装置を意識させない室内のデザインアップを実現している。
- (4) パレット周辺にステンレス製の鋼板を取り付け、パレットと周囲の床面との間隙を塞ぎ、つまずきや小物の落し物を防止している。

### 2.3.4 高速台車

- (1) ウレタン車輪の採用により、高速走行でも振動や騒音の影響を減少させている。
- (2) 最新型のインバータ駆動により、高速移動と所定位置での停止精度を同時に実現している。

## 3 おわりに

駐車場の需要は車の利便性を都市部で実現するために無くしてはならぬものであり、今後ともその需要は伸びていくものと期待されている。1基当たりの収容台数が100台を超えるものは、今回のような再開発を主体としたビッグプロジェクトで実現度が高いものと予想される。従来型に比べて、大規模駐車場は設計自由度を高いことが要求されている。特に意匠の面が注力された今回の装置は、駐車装置のあるべき姿の一面を実現したものといえる。

今後の機械式駐車装置に求められるものは、

- (1) ソフト面の充実で運用管理等が考慮されていること。
  - (2) 駐車装置にかかわる全ての利用者、管理者等からも扱いやすいこと。
  - (3) 入庫と出庫待ち時間を最少にするための運用面を含めた考慮がされていること。
  - (4) 装置の信頼性を向上させるために、シンプルな装置構造と制御方式であること。
- 等があげられる。



## 搬送物流設備小特集

技術解説

## 多様化する動く歩道

Moving Walkway with Various Changing Uses

小島 正年\*

Masatoshi KOJIMA



図1

動く歩道専用橋『トリトンブリッジ』  
Bridge with moving walkways

## 1 はじめに

近年わが国においては、障害者や高齢者の方々を含む誰もが自らの意思で自由に行動し、あらゆる施設を安全で円滑に利用することができる「誰もが住みよい福祉の街づくり」が強力に推進されている。当社のベルト式動く歩道は、短距離交通及び傾斜交通の分野においてこれを実現する有効な手段のひとつとして、多方面に採用されている。

最近の顕著な施工例を、3例紹介する。

## 2 施工例

## 2.1 運河を跨ぐ動く歩道（図1）

2001年4月、新しい職遊住の融合をめざした『晴海アイランドトリトンスクエア』が東京都中央区にオープンした。その玄関口に当る朝潮運河上に、世界初となる全長94mの動く歩道専用橋が設置され、内部には次の特長をもつベルト式動く歩道が採用された。<sup>(1)</sup>

- (1) 歩行面が雨に濡れても滑りにくい。
- (2) 軽量薄型構造のため、限られた空間での設置に適する。
- (3) 橋梁の縦断曲線への追従が容易である。

また、車椅子の横を容易に追い越せるよう、ベルト式としては日本初となる広幅（1400形）動く歩道が採用された。<sup>(2)</sup>「動く歩道を渡ればそこは未来都市」と、新世紀の街のイメージ作りに一役買っている。

## 主要仕様

設置場所 東京都中央区  
竣工年月 2001年3月  
形式 1400形（有効踏面幅1200mm）

水平機長 79m  
揚程 1.7m  
傾斜角度 約2.9度  
台数 2台

## 2.2 水族館用動く歩道（図2）

山口県下関市の新水族館『海響館』は、「海のいのち、海といのち」をコンセプトに、ウォータフロント開発の中核的な観光・レクリエーション施設として建設された。この施設のプロローグに設置された動く歩道は、来場者を、海中映像



図2

新下関水族館『海響館』  
New aquarium "Kaikyokan"



図3

『静岡スタジアム エコパ』  
"Shizuoka Stadium ECOPA"

を楽しんで貰いながら最上階へいざなってる。ここでは、車椅子の人が安全に利用できるよう滑りにくい、また来場者全員に海中映像を堪能して貰えるよう、低騒音・低振動の特長をもつベルト式動く歩道が採用された。<sup>(3)</sup>

#### 主要仕様

設置場所	山口県下関市
竣工年月	2001年3月
形式	1200形(有効踏面幅1000mm)
水平機長	45m
揚程	8.2m
傾斜角度	12.7度
台数	1台

#### 2.3 ワールドカップサッカースタジアム用動く歩道(図3)

2002年ワールドカップサッカーの会場の一つとなる『静岡スタジアム エコパ』が日本屈指の「サッカー王国」静岡県袋井市にオープンした。このスタジアムのために新設されたJR駅と、スタジアムを結ぶ歩行者専用道の傾斜部分にベルト式動く歩道が2基設置された。

これらの動く歩道は屋外設置のため、雨天(大雨不可)時にも運行が可能で、耐候性に優れたベルト式が採用された。傾斜角度は9度に設定し、車椅子やバギー利用者にも配慮されている。<sup>(4)(5)</sup>

本設備は、次の特長を有している。

- (1) 乗降口のくし歯に段差のないフラット形くし歯を採用し、乗降口における転倒防止を図っている。
- (2) 3段階(20, 30, 40m/min)の速度設定で、状況に応じた安全運転ができる。

#### 主要仕様

設置場所	静岡県袋井市
竣工年月	2001年5月
形式	1200形(有効踏面幅1000mm)
水平機長	75.3m
揚程	10.5m
傾斜角度	9度
台数	2台

### 3 おわりに

ここに紹介した施工例をはじめ、最近施工され又は計画されている動く歩道の傾向は次のようにまとめることができる。

#### (1) 広幅化

動く歩道上で車椅子の横を歩行者が無理なく通行できるように、広幅化が進んでいる。

#### (2) 車椅子のブレーキ性能に見合った傾斜角度

動く歩道の傾斜角度は車椅子単独で利用できるように、車椅子のブレーキ性能に見合った傾斜角度が選定される。<sup>(4)</sup>

#### (3) 従来の傾斜交通手段の代替

従来のエレベータとエスカレータの組み合わせの代替として動く歩道が採用される。これは、障害者、高齢者及び健康者が同一動線となる動く歩道の特長が評価された結果といえる。

#### (4) 屋外設置の普及

雨に濡れても滑りにくい、安全性の高いベルト式動く歩道が屋外に設置される。

今後ますます高齢化社会が進行し、ユニバーサルデザインの考え方が重要視されることになると思われる。我々は、ここに紹介した多様な動く歩道の施工経験を生かし、またベルト式動く歩道の特長をアピールして短距離交通及び傾斜交通の分野におけるユニバーサルデザインの実現の一翼を担うこととしたい。

#### (参考文献)

- (1) 晴海アイランド トリトンスクエア・東京都昇降機安全協議会、協議会便りno.71.
- (2) 東京都福祉のまちづくり条例・施設整備マニュアル.
- (3) 海響館・近代建築、2000年9月号.
- (4) 手動車椅子・日本工業規格、JIS T 9201.
- (5) 日本産業機械工業会・ベルト式動く歩道の車椅子適用性に関する調査研究報告書.



## 搬送物流設備小特集

技術解説

## コンテナクレーンのブーム中折れ機構

Gooseneck Boom Hoist Medianism for Container Crane

島田 真吾\* 佐々木 脩\*

Shingo SHIMADA

Osamu SASAKI

真鍋 篤\* 元田 貴之\*

Atsushi MANABE

Takayuki MOTODA

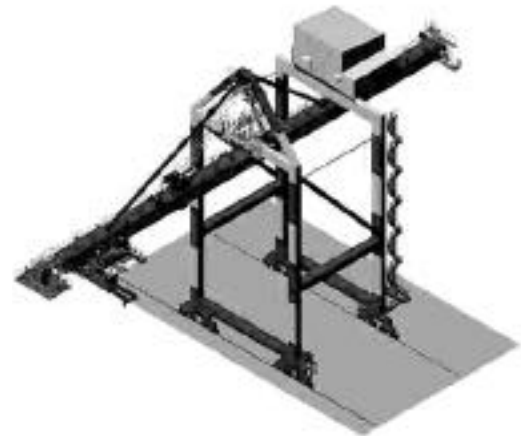


図1

モノガーダ構造のコンテナクレーン  
Monogirder type container crane

## 1 はじめに

世界的なコンテナリゼーションが進む中、東京港のような大規模港だけでなく、最近では地方の港湾においてもコンテナを取扱う機会が増え、小型のコンテナクレーンを設置する動きが見られる。

本クレーンはそうした小型コンテナクレーン市場をターゲットに初めてモノガーダ構造を採用し、従来2本あった上部架構のブーム、ガーダ、テンションバー及びバックステーと呼ばれる部材を1本にするなど、構造のシンプル化を実現している(図1)。

コンテナクレーンは船との干渉を避けるため、作業中以外はブームを上げる必要がある。空港付近にクレーンを設置する場合、ブームをそのまま上げると航空法における制限高さを越えてしまう場合があり、その場合にはブームを2つに分割し、中折れさせる機構が必要となる。

## 2 機構の特長

中折れは、ブーム起立動作と同時に行われる。中折れのみを単独に行う駆動装置を設けることは避け、ブーム起立動作と連動して中折れ動作を行うよう、ワイヤロープ(以下中折れロープ)を先ブーム、元ブームと上部タワーの間に掛け渡している。その結果、

- (1) 先ブームをほぼ水平に維持したまま起立動作が行われる。

- (2) 中折れロープがブームの重量の一部を負担するため、起伏ロープの張力が減り、起伏モータの必要動力が軽減される。

なおブーム水平及び起立状態においては、ブームをテンションバーや連結リンクなどで機械的に保持することでロープに張力をかけ続けることを避け、ロープ寿命が短くなることを防止している。

図2、図3に、シミュレーションモデルを示す。図2はブーム水平の状態を示すもので、連結リンクが緩んでいる。起伏ロープはシリンダに見立てられ、シリンダを縮めることでブームを起立させる。ブームを起立させた結果を、図3に示す。ここでは連結リンクが先ブームを保持し、中折れロープに張力が働かない。

図4に、元ブームの起伏角度と先ブームの角度の関係を示す。ブームを上げ始めてしばらくの間は、先ブームは少し前上がり状態である。起伏角度が50度を超えると先ブームは前下がりになる。約70度で連結リンクが先ブームを保持すると、先ブームは一気に水平まで持ち上げられる。

図5に、起伏角度と起伏ロープ、中折れロープの張力の関係を示す。ブームが水平のとき、起伏ロープ張力は最大である。中折れロープ張力ははじめ小さいが、ブームを上げて行くにつれ、次第に大きくなっていく。中折れロープは起伏ロープと同じく元ブームと上部タワーの間にも掛かっているため、大きくなった中折れロープ張力は起伏ロープを助けることとなる。そのため起伏ロープ張力はブームを上げるにつれ

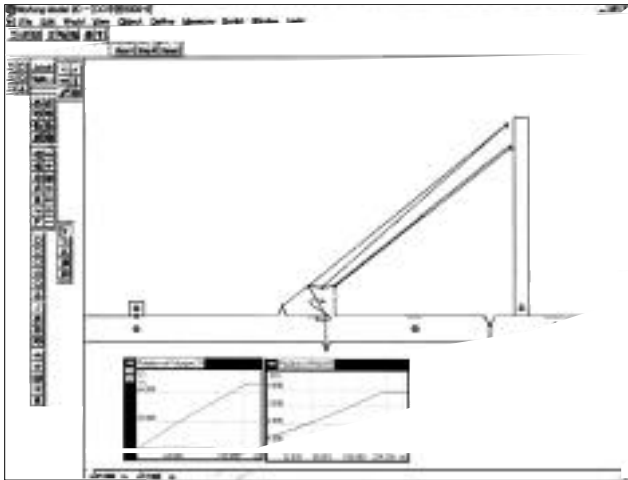


図2 シミュレーションモデル (ブーム水平)  
Simulation model (boom horizontal)

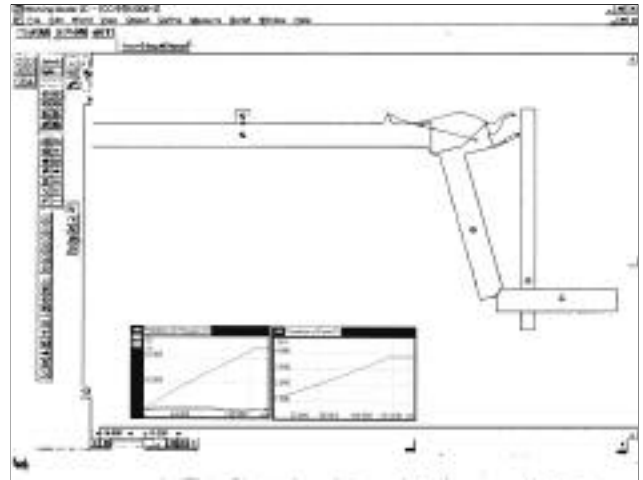


図3 シミュレーションモデル (ブーム起立)  
Simulation model (boom up)

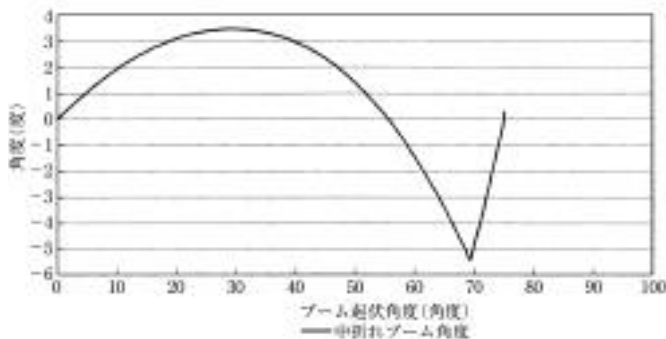


図4 先ブーム角度  
Top boom angle

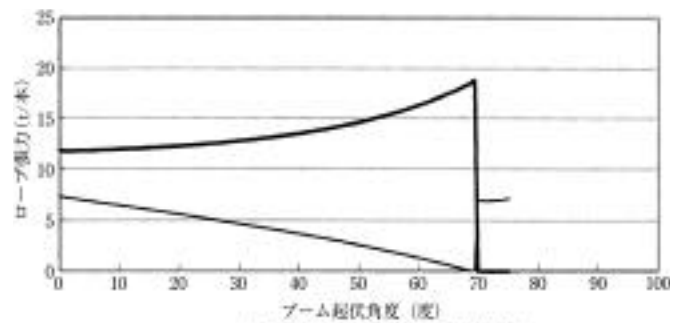


図5 起伏ロープと中折れロープの張力  
Boomhoist and gooseneck rope tension

て減り続け、結果として起伏モータの必要動力を軽減させることになる。

約70度で連結リンクが先ブームを保持すると、中折れロープの張力はなくなり、起伏ロープだけでブームを保持するために張力が増加することを示している。

### 3 動作の説明

- (1) ブーム水平時、ブームはテンションバーで保持されている。
  - (2) 起伏ドラムで起伏ロープを巻き取るにつれて、元ブームが巻き上げられる。中折れロープの上部タワーと元ブームの距離が短くなると、元ブームと先ブームの間が掛け本数で調整された分だけ開き、先ブームはほぼ水平を保ったまま上昇していく。
  - (3) ブームが起立直前になると、元ブームと先ブームを連結するリンクが伸びて先ブームを保持する。
  - (4) 更にブームを巻き上げ、元ブームと上部タワーをフックで固定する。
- ブームを降ろす場合は、上記の逆の手順による。

### 4 おわりに

本機構を採用することにより、ブーム全長の2/3にも当たる長いモノガーダ構造の先ブームを上下限界寸法4mの間で

保持することを可能にした。

本クレーンは納入以来順調に稼動しており、今回初めて採用したモノガーダ構造が小型コンテナクレーンに有効であることを証明している。

今後とも、ユーザーのニーズに合ったより使いやすい製品をより安く提供していくよう努める所存である。

# 搬送物流設備小特集

## 技術解説 フライアッシュ設備

### Fly-Ash Facilities

河野好克\*

Yoshikatsu KONO

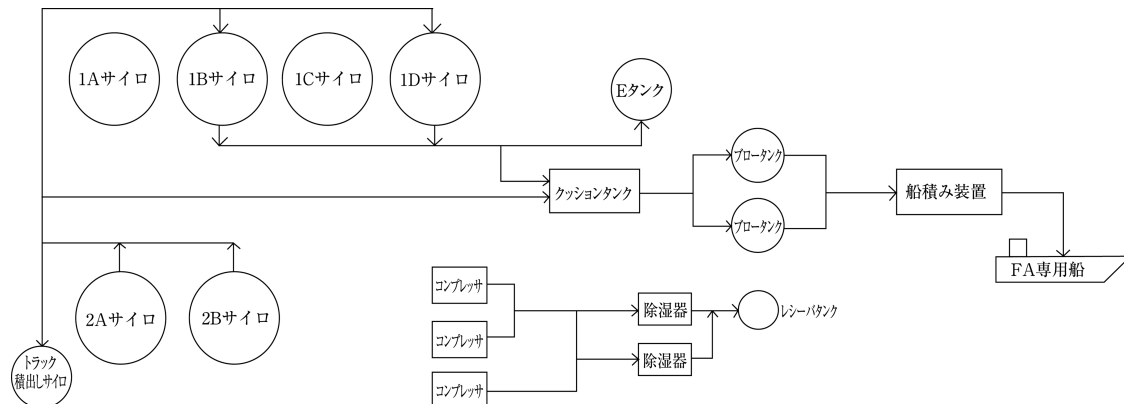


図1

フライアッシュ設備  
Fly-ash facilities

#### 1 はじめに

本設備は、北陸電力株式会社敦賀火力発電所に納入した、フライアッシュ設備である。ここに紹介するフライアッシュ設備は、圧力輸送装置及び船積み装置により構成されている。

#### 2 設備の概要

##### 2.1 発電所の概要

ボイラ形式 放射最熱式屋内超臨界圧変圧貫流型  
 定格出力 1号ユニット500MW  
 2号ユニット700MW

##### 2.2 納入設備の概要

納入した設備は、次の2装置により構成されている。  
 図1は、全体フローシートを示す。

##### 2.2.1 圧力輸送装置

本装置の特徴を、次に示す。

- (1) 低速輸送で、高い混合比である。粉粒体が管内をプラグ状になって輸送され、少ない空気量で輸送が可能となる。従って、所要動力は従来の空気輸送装置に比べて、かなり小さくすることができる。
- (2) ベンド部の摩耗が少なく、粉粒体の破砕も少ない。これも低速輸送の成果であり、輸送管ベンド部の摩耗は流速の約3乗に比例するので、低速ほど摩耗量は少なくなり保守点検も楽になる。

形式 高圧圧送式低速高濃度プラグ輸送方式  
 主要構成機器 コンプレッサ 除湿機 レシーバタンク  
 クッションタンク バグフィルタ ブロータンク

輸送能力 公称200t/h  
 輸送距離 約1000m  
 輸送圧力 0.69MPa  
 輸送配管材質 225～300A  
 輸送配管材質 直管部 配管用炭素鋼管の二重管構造  
 曲管部 高クローム鋳鉄管

コンプレッサ 形式 スクリュー式

数量 3台

容量 44m<sup>3</sup>/min

電動機 240kW×4P

除湿機 形式 冷凍式エアードライヤ

数量 2台

電動機 11kW×4P

レシーバタンク

形式 鋼板製円筒型

数量 1基

容量 20m<sup>3</sup>

クッションタンク

形式 鋼板製角型

数量 1基

容量 75m<sup>3</sup>

バグフィルタ

形式 パルスエアークリーニング方式

数量 1台

処理風量 360m<sup>3</sup>/min

ブロータンク

形式 新東工業株式会社 TKF200型

数量 2基

容量 16.6m<sup>3</sup>

ブロータンクの構造を、次に示す(図2)。

- (1) 粉粒体を充填して密閉し、高圧空気を吹き込んで内部の粉粒体をかきまぜながら、空気とともに輸送管へ送り込む装置で、輸送管はタンクから下向きに出る構造になっている。
- (2) タンク下部に設置されている給気口より高圧空気(1次エア)を吹き込んで、粉粒体を流動化させ輸送管へ送り込む。

##### 2.2.2 船積み装置(図3)

形式 電動自走式シップローダ

数量 1基

図2

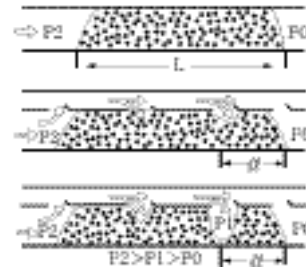
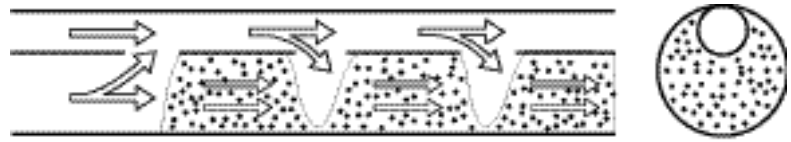
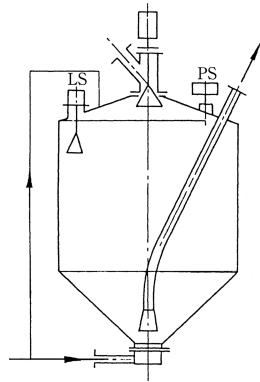
ブロータンク  
Blow tank

図4

輸送の原理  
Law of transportation

図3

船積み装置  
Ship-loader

能力 最大260t/h  
 レールスパン 20m  
 主要構成機器 クッションタンク バグフィルタ エア  
 ースライド パケットエレベータ

#### クッションタンク

形式 鋼板製角板  
 数量 1基  
 容量 60m<sup>3</sup>

#### バグフィルタ

形式 パルスエアークリーニング方式  
 数量 1基  
 処理風量 285m<sup>3</sup>/min

#### エアースライド

形式 クローズド式  
 サイズ 400mm幅  
 数量 2基

#### パケットエレベータ

形式 チェーン式誘導排出型  
 数量 1基  
 揚程 約20m

- (2) 二重管構造が不安定なプラグの成長を防ぎ、閉塞しない輸送を可能にする。
- (3) 停電などで閉塞した状態からでも、そのまま輸送再開が可能である。

#### 3.2 輸送原理 (図4)

- (1) 一般の輸送管内の長いプラグは、管摩擦力が大きく、圧力差 ( $P_2 - P_0$ ) では吹き抜くことができない。
- (2) フルイドスタットでは、輸送エアはバイパス管に流れ込み、プレス部の抵抗によりメインパイプにエアが吹き出して、短いプラグdlを形成する。
- (3) 分断された短いプラグdlは、小さな圧力差 ( $P_1 - P_0$ ) で容易に吹き抜ける。

#### 4 おわりに

- (1) 2000年7月より負荷運転を実施し順調に稼働中である。
  - (2) 粉粒体が管内をプラグ状になって輸送され、少ない空気量で輸送が可能となるため、所要動力は従来の低濃度高速方式に比べてかなり小さくすることができる。
- 最後に圧力輸送装置を単体納入頂いた新東工業株式会社新東エコテックカンパニーに、深く感謝の意を表する。

### 3 高濃度プラグ輸送方式<sup>(1)</sup>

#### 3.1 特長

- (1) 1mm以下の細かい粉体の輸送に適し、1000m以上の長距離を高濃度輸送する。

#### (参考文献)

- (1) 新東工業株式会社新東エコテックカンパニー．空気輸送パンフレット．



## 搬送物流設備小特集

技術解説

## リサイクルプラザ用自動倉庫型受入れ供給装置

Automated Storage and Retrieval System in Recycling Plazas

上 條 宏 臣\*

Hiroomi KAMIJO



自動倉庫型受入れ供給装置  
Automated storage and retrieval system

## 1 はじめに

近年、地球環境の保護や省資源・省エネルギーが叫ばれ、資源リサイクルの関心が高まっているのは周知の事実である。1995年6月一般廃棄物の中で大きな割合を占める容器包装に関し、リサイクルを目的とした「容器包装リサイクル法」が制定され、当社は環境に配慮したリサイクルプラザを数多く建設している。リサイクルプラザは廃棄物の中から資源物を回収したり、廃棄物として捨てられた資源をリサイクル（資源化）する施設である。

自動倉庫型受入れ供給装置はリサイクルプラザの上流設備に採用され、パッカ車で家庭から回収してきた資源ごみ（缶、びん及びペットボトル類）を専用コンテナで受込み、選別ラインへ搬送する役割を果たしている。

本報では、自動倉庫型受入れ供給装置の特徴と納入事例を紹介する。

## 2 自動倉庫型受入れ供給装置の特徴

従来のリサイクルプラザのごみ受入れではピット又は床面にごみを受入れ、グラブバケット付き天井クレーンやシャベルフォークにて選別ラインへごみの払出しが行われてきた。ごみ受入れ部は大きなスペースが必要となり、更に臭気により悪環境での作業になっていた。

自動倉庫型受入れ供給装置はパッカ車により回収した資源ごみを専用コンテナで受け込むことにより、従来の物流搬送設備である自動倉庫（スタッククレーン 図1）及び搬送台車、ローラーコンベヤにてごみの自動搬送を可能にし、作業者への負担を軽減した。

従来の自動倉庫システムとの相違点は資源ごみ保管による悪環境内設置機器となるので、耐蝕性・耐湿性等を考慮した機械部品及び電気部品を採用している。また、一般家庭と直結した設備となり安定稼働が求められるため、搬送機器の完全二重化及び機器を制御する計算機システム及びシーケンサの完全二重化を行い信頼性を高めている。自動倉庫型受入れ供給装置を導入することにより、省スペースでごみ受込み・保管が可能となり、受込みから払出しまでの完全自動化が実現できる。

また、自動倉庫在庫管理にて先入れ先出しが可能となるので、保管期間のばらつきが無くなり臭気対策が行える。

## 3 納入事例

本システムは、神奈川県横須賀市リサイクルプラザ用として2001年3月に納入した自動倉庫型受入れ供給装置である（図2）。

収集袋に混合された状態で集められた缶、びん及びペットボトル類を投入ホップで受込み、コンテナに一定量ずつ切分け格納を行う。格納されたコンテナは、選別ラインの稼働状態によって自動で払出しされる。



3.1 主要仕様

取扱い物	資源ごみ積載コンテナ (びん、缶及びペットボトル類)
定格荷重	3.6t
格納量	115コンテナ
スタッククレーン	2台
周辺設備	投入装置
	投入ホッパ 4基 (フラップゲート, 水平ゲート方式)
	空容器供給台車 4台
	投入台車 4台

払出し装置	
払出しコンベヤ	2台
返却コンベヤ	2台
払出し台車	2台
払出し置台	2台
払出し傾転装置	2台
非常用払出し置台	1台
洗浄装置	
洗浄コンベヤ	1台
洗浄台車	1台
洗浄傾転装置	1台
貯留装置	
貯留コンベヤ	2台
貯留台車	2台
貯留置台	10台



図1 スタッククレーン  
Stackercrane

3.2 納入システムの特徴

- (1) パッカ車にて搬入されたごみを投入ホッパで受込み、コンテナに一定容積ごとに切分け棚への格納を行っている。
- (2) 受込みから払出しまでを完全自動化している。
- (3) 定期的に自動で容器洗浄及び床洗浄を実施し、常に清潔な環境を維持している。

4 おわりに

リサイクルプラザ用自動倉庫型受入れ供給装置は、自動倉庫本来の目的である省スペース化及び省人化の目的以外に環境に配慮した設備となっている。今後ごみの多様化や変化が想定されるが、コンテナは自動倉庫在庫管理計算機にてコントロールされているため、ごみの種類を分別管理することが可能であり、柔軟に対応することが可能になる。現在、各地方公共団体より自動倉庫型受入れ供給装置の問い合わせが多く、今後も設備導入が期待されている。

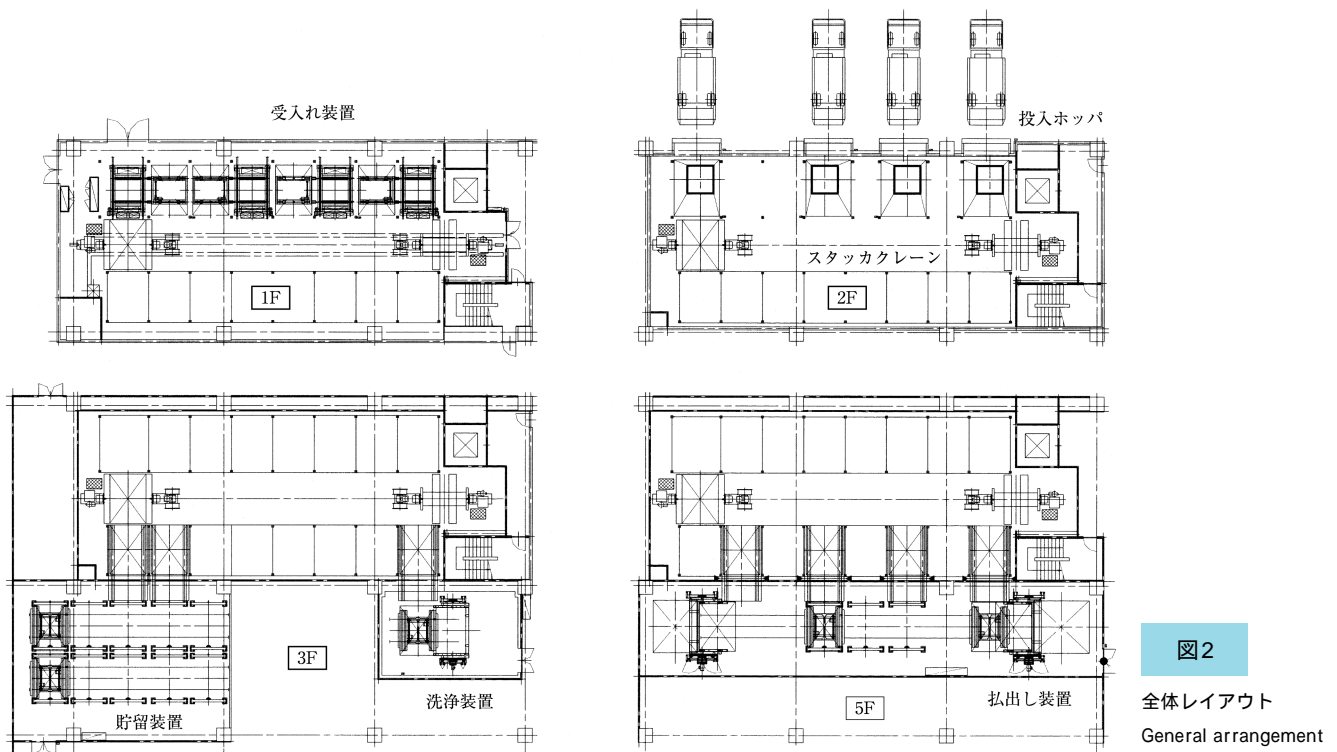


図2 全体レイアウト  
General arrangement

## 搬送物流設備小特集

## 技術解説

## ピッキングカート

## Picking Cart

森山 剛\*

Tsuyoshi MORIYAMA

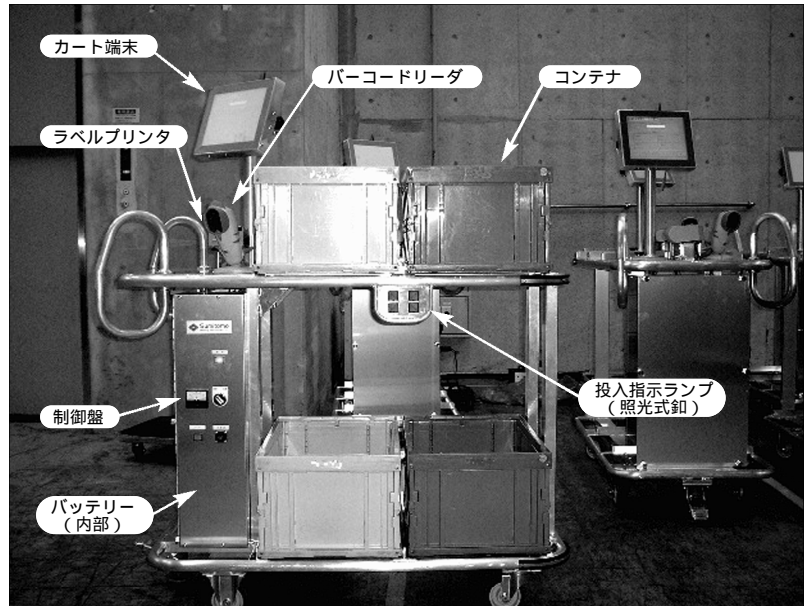


図1 ピッキングカート(横)  
Picking cart (Side view)

## 1 はじめに

物流センターで用いられる商品荷揃え用設備・機器には、自動仕分け機、自動倉庫、層ピッカー及びデジタルピッキング表示器などの様々なものがあり、当社もこれらの製品を用いた物流システムの販売・納入を数多く行い、顧客から好評を得ている。

最近ピースピッキングの効率化を考えていく上でピッキングカートを用いたシステムが注目を集めており、多くの物流センターで導入されている。

この度、当社ではピッキングカートを開発し、第1号機をアパレル通信販売会社に20台を納入し、近く2期工事として15台の追加納入が決まっている。

本報では、ピッキングカート及びこれを用いたシステムの特長を紹介する。

## 2 ピッキングカートとは

ピッキングカートは手押しの手台車に計算機端末(以下カート端末)が搭載され、作業員はそのカート端末の画面に表示される作業指示に従いピッキング作業を行っていく。ピッキングカートには、コンテナや出荷箱を積載しピッキングした商品をこれに入れていく。

一般的に、カート端末はピッキングカートを管理する計算機とSS無線により通信を行っている。カート端末及び付属品は、ピッキングカートに搭載されているバッテリーから電源供給がされている。

ピッキングカートシステムは、高能力自動化システムと比べ能力的には低くなるが、次の特長を有している。

## 2.1 導入のしやすさ

- (1) 自動化設備等を導入することと比べて、低コストでシステム化が可能である。
- (2) 固定設備を導入することと比べて、建屋及びレイアウトに対する制約が少ない。このため、既設の建屋にも導入がし易い。

## 2.2 作業効率の向上

- (1) カート端末画面に1つずつ作業指示を表示することにより、1枚に複数作業指示が記載されているリスト作業に比べ出荷精度及び作業効率が向上する。また、初心者でも作業が可能である。
- (2) SS無線によりリアルタイムでの作業実績管理及び進捗管理が行える。また、統計処理等も容易に行えるため、実作業の検証・評価によって更なる作業改善が可能である。
- (3) 処理量の多い時、少ない時は台数(人数)を調整することにより、効率的な作業が可能である。

## 2.3 低ランニングコスト

- (1) 基本的にランニングコストは、カート端末等を動作させるためのバッテリー充電用電気代のみである。
- (2) ペーパーレス化によるコストの削減が見込まれる。
- (3) 基本的にメンテナンスフリーである。

## 2.4 拡張性・柔軟性が高い

- (1) 固定設備ではないため、台数増加及びエリア拡張等が容易に行える。
- (2) 仮にピッキングカートに障害が発生した場合、そのピッキングカートは使用できないが、他のピッキングカートは使用可能なため、全体への影響は小さくてすむ。

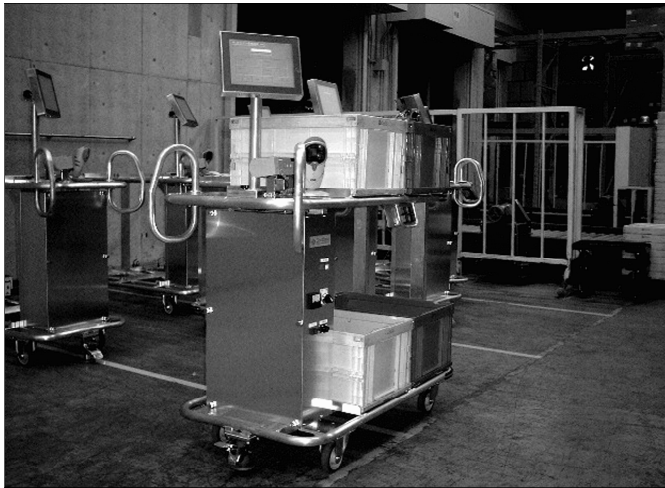


図2 ピッキングカート（後）  
Picking cart (Rear view)

- (3) ピーク時などには、リスト作業等を同時平行して行うことができる。
- (4) 自動化設備では扱えないような不定形品も、通常作業の中で扱うことができる。

### 3 当社ピッキングカートの特長（図1，図2）

今回当社が納入したピッキングカートは上記に加えて、更に作業性の向上を図るために、次のような特長を有している。

#### 3.1 軽量化

アルミ製のフレームを使用し、重量の軽減を行った。これにより台車の取廻しが容易になり、初動時の押す力が小さくすむ。

#### 3.2 大型カラーディスプレイ

カート端末（図3）に大型カラーディスプレイを採用し、作業指示等を大きくグラフィカルに表示している。重要箇所は色を変えたり、強調表示をするなど、作業者に配慮をしている。

タッチパネルの採用により一切のキーボード操作を無くしている。このため、パソコン等に不慣れな人でも作業が容易である。

#### 3.3 バーコードリーダ（図3）

バーコードリーダを備え、ピッキング時に商品のバーコードを読み込むことにより検品が行える。これにより、作業ミスの防止ができる。バーコードリーダはマルチレーザタイプを採用し、読取り精度の向上を図っている。また、取り外しができるので様々な使い方ができる。

#### 3.4 プリンタ（図3）

プリンタを備え、商品仕分け用コンテナの判別ラベル及びピッキング時に発生した欠品商品の欠品票等を入力するなど、様々な使い方ができる。

#### 3.5 荷先向けの同時作業

ピッキングカートには4個のコンテナを積載でき、最大で4つの出荷先向けの作業を一度に行うことができる。ピッキングした商品をコンテナに入れる際に間違えないように、コンテナ積載部に照光式押し釦を設置し、投入指示と確認動作が行えるようにしている（図4）。

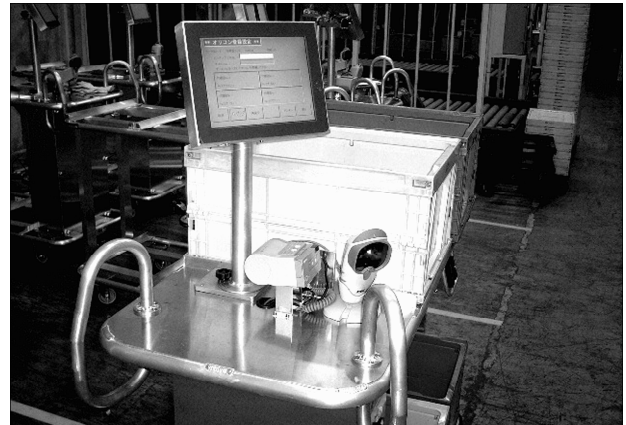


図3 カート端末、プリンタ及びバーコードリーダ  
Display, printer and barcord reader



図4 投入指示ランプ  
Push button with lump for indication

### 4 他社のピッキングカート

他社製のピッキングカートで、特長あるものの一部を紹介する。

#### 4.1 重量測定

コンテナ積載部に秤を設置し、ピッキング商品の重量を測定することにより、商品及び数量を確認して、精度向上を図っている。

#### 4.2 リフトアップ

コンテナ積載部にシリンダを搭載し、コンテナの高さを一定にすることにより、商品投入の作業性の向上を図っている。

#### 4.3 手元投入

機器の配置、台車形状及びコンテナの配置を工夫することにより、常に作業者が正面で作業できるようにしている。但し、通常より幅広になる。

### 5 おわりに

当社の保有する物流機器のうちピッキングカートについて紹介した。高能力仕分け機及び高速自動倉庫設備などとともにピッキングカートが新たにラインナップに加わったことにより、ユーザ要望への対応が広がった。

今後も様々なユーザの要望に応え、最適な設備及びシステムの提供を目指していく所存である。



## 新製品紹介 搬送物流設備小特集

## タイヤマウント式水平引込みクレーン

Tire Maunt Type Level Luffing Crane



本機は、秋田海陸運送株式会社向けコンテナ荷役用のタイヤマウント式水平引込みクレーンである。

**主要仕様**

コンテナ仕様	ISO 20ft 40ft		
定格荷重	フック下	39t	
	スプレッド下	30.5t	
揚程	全32m (GL上22m GL下10m)		
作業半径	最大	34m	最小11.5m
スパン	12m		
ホイールベース	15m		
運動及び速度			
	巻上げ	0.33m/s	引込み 0.5m/s
	旋回	0.08rad/s	走行 0.16m/s

**特長**

- (1) ジブ部分はダブルリンク方式により、最大半径から最小半径まで、吊り具をほぼ水平に引込み可能としている。
- (2) 巻上げ、引込み、旋回及び走行にインバータ制御方式を採用し、運転操作を容易にしている。
- (3) 巻上げは、フック下荷重の判定により倍速制御を採用している。
- (4) 吊り具には電動式スプレッドを採用し、コンテナサイズに合わせビーム伸縮を可能とし、荷役効率を向上させている。
- (5) 電動スプレッドには重心移動機構が取付けられ、偏心コンテナの吊上げ時や船積み時に船の傾斜に合わせた傾斜調整を可能にしている。
- (6) 吊り具の回転や揺れを防止するために、旋回部にタグライン装置を設置している。
- (7) 走行ステアリング角度は35°とし、岸壁の移動を容易にしている。
- (8) 走行タイヤは寒冷地仕様としてタイヤ溝を雪道パターンとしている。
- (9) 電源供給としてはエンジン発電セットを搭載している。

(搬送システム事業部 佐々木 脩)



## 新製品紹介 搬送物流設備小特集

## 700t/h ツインベルト式連続アンローダ

700t/h Twin Belt Type Continuous Unloader



本機は、揚炭設備として沖縄電力株式会社金武火力発電所に納入予定（主契約者 三菱重工業株式会社長崎造船所）のツインベルト式連続アンローダである。

近年電力事業用の揚炭設備としてバケットエレベータ式連続アンローダが主に設置されているが、本ツインベルト式連続アンローダが持つ小型・軽量及び発塵飛散の少ない環境への優しさが認められ、電力事業用に初めて採用されたものである。

## 主要仕様

型式	ツインベルト式連続型
台数	2台
取扱い物	石炭焼きボイラ用石炭
能力	700t/h（1台当たり）
対象船形	最大 6万DWTパナマックス
スパン	13m
ホイールベース	8m
旋回半径	30m （ブーム水平時垂直フレーム中心まで）
ブーム旋回範囲	200°（-90°～+110°）
ブーム起伏範囲	-24.5°～36.5°
スイング角度	±30°
船内機器吊上	定格荷重15t
運動及び速度	
ツインベルト	5m/s
掘削ブレード	最大25rpm
スクリー	350rpm
ブーム旋回	最大0.225rpm
起伏	最大0.25m/s
スイング	最大0.25m/s
走行	最大0.33m/s

## 特長

- (1) 石炭を掻き取る機能としてのスクリー式フィーダ、石炭を垂直及び水平搬送する機能としてのツインベルト式コンベヤは、当社独自の機構によるものであり、小型・軽量構造としている。
- (2) スクリュー式フィーダには鉛直方向維持及び水平レベル維持制御を装備しており、効率的な平面取りが容易である。
- (3) 垂直フレームと水平ブーム間は連続一体のツインベルトとなっており、2枚のコンベヤベルトにて石炭を挟み込むことにより搬送ラインは密閉となり、荷こぼれ及び発塵飛散が少ない。
- (4) 主要運動に対してはインバータ駆動方式を採用し、低騒音で保守性の高い設備としている。また、油圧運動系は各基本運動ごとに油圧ポンプを装備しており、調整及び保守が容易な設備としている。
- (5) 運転はポータブル無線操作器により、ワンマンオペレーションとしている。また、ブーム下に吊り下げられた運転室での運転も可能としている。

（搬送システム事業部 長谷川正行）

## 新製品紹介 搬送物流設備小特集

## 1000t/hローディング機能付き連続式アンローダ

1000t/h Continuous Ship Unloader with Ship Loader



本機は、明星セメント株式会社と電気化学工業株式会社が共同出資し、新潟県姫川港に公共設備として建設した連続式アンローダである。

民家及び公園に隣接する公共岸壁に設置されるため、騒音・粉塵対策に特に配慮された設備である。石炭・石膏他原燃料の陸揚げと石灰石の船積みが可能で多機能型設備であり、2000年11月より稼働している。

## 主要仕様

## アンローダ

型式	バケットエレベータ (BE) 型
取扱い物	石炭・石膏他原燃料
荷役能力	1000t/h
最大対象船舶	10000DWT級船
スパン	14.75m
旋回半径	25.5m (ブーム水平時)
ブーム旋回角度	±110
ブーム起伏角度	-18° ~ +33°
BE旋回角度	360° (無制限)
BEスイング角度	最大35°
バケットエレベータ速度	最大1.5m/s
BE旋回速度	最大0.052rad/s
ブーム旋回速度	最大0.021rad/s
ブーム起伏速度	最大0.25m/s
走行速度	最大0.34m/s

## ローディング設備

取扱い物	石灰石
払出し能力	1000t/h
シャトルブーム伸縮スローク	13.9m/s
俯仰式シュート	垂直 ~ 60°

## 特長

- (1) カテナリ底浚え機能付きシングル型掘削機能を装備し、ハッチ内での動きが制約されるデリック付き船においても、高効率な荷役が可能である。
- (2) 主要運動に対してインバータ制御による電動駆動方式を採用しており、低騒音で保守性の高い設備である。
- (3) 取扱物の搬送経路を密閉化するとともに、掘削部・各シュート部への散水及び岸壁コンベヤ乗継部での集塵が可能であり、粉塵飛散のない設備である。
- (4) 多品種を扱うため、バケットエレベータから払出しコンベヤまでの搬送経路に水洗設備を装備している。水洗汚染水は、排水ダクトで地上側排水層に回収処理される。
- (5) ローディング設備はブームシャトルと俯仰式シュートを有し、アンローダに牽引されて石灰石の船積みを行う。

## 新製品紹介 搬送物流設備小特集

## 15000t/h シップローダ

15000t/h Ship Loader



本機は、和歌山市加太地区に土砂の積付け用として設置された走行・ダブルシャトル型の大容量シップローダである。

## 主要仕様

取扱い物	土砂 (高比重16KN/m <sup>3</sup> 最大粒度300mm)
積付け能力	最大40.83KN/s (15000t/h)
対象船型	最大4000m <sup>3</sup> バージ 最小2500m <sup>3</sup> バージ
アウトリーチ	13.5m ~ 18.5m
スパン	8m
ホイールベース	13m
ベルト幅	シャトルBC 2400mm トリッパBC 2200mm

## 運動及び速度

シャトルコンベヤ	4m/s
コンベヤシャトル	0.17m/s
走行	0.025 ~ 0.25m/s
トリッパ走行	0.025 ~ 0.25m/s

## 特長

- (1) シャトルコンベヤは、棧橋の左右各方向専用のものを2台設け、交互に接岸されるバージに船積みコンベヤを停止させることなく切換え・船積みできるものである。シャトルコンベヤの切換えは、トリッパをシフトして行う。トリッパのシフトはトリッパの走行電動機を単独駆動して行うことにより、トリッパのシフト装置を省略したシンプルな機構としている。
- (2) シップローダは自動運転が可能で、次の機能を有している。
  - a. 自動運転の走行速度は、バージ船コードをシップローダ操作機で入力することにより、予め登録されたバージの船形データと積込み量に基づいて演算され、自動

的に設定される。

- b. 船積みパターンは、バージの積込み範囲を一往復で積込み完了するように生成される。
  - c. シャトルコンベヤの切換えは、予め登録したバージの積込み量と現在の積込み量を比較し、予定した積込み量に達した時点で自動的に行われる。
  - d. 自動運転への手動介入は可能である。また、手動介入から自動運転への復帰も可能としている。
- (3) 環境対策として、次の方法が採られている。
- a. コンベヤローラは防音型を採用するとともに、コンベヤカバーを設置し、騒音低減を行っている。
  - b. 各シャトルコンベヤの先端にローディングシュートを設け船積み中の粉塵の発生を押さえるとともに、ローディングシュート上部及びトリッパ頭部に集塵機を設置している。
  - c. シップローダ上にポンプユニット、貯水タンク及びホースリールを設け、トリッパヘッドとシャトルコンベヤヘッドを散水可能とし、荷役中の粉塵飛散を防止している。

(搬送システム事業部 内田義治)

## 新製品紹介 搬送物流設備小特集

## スタックローダ

Stack Loader



本機は、日本鋼管株式会社福山製鉄所の既設ヤードに更新設置した、スタックローダである。スタックローダは、ブーム形バケットホイール式であり、走行路両側のヤードに、鉱石等の積付け及び払出しを行う。中央制御室からの操作で、積付け及び払出しの自動運転が可能である。

本機は、走行部分、旋回部分及びトリッパ部分により構成されている。積付け運転は地上コンベヤから荷を受け入れ、トリッパコンベヤ及びブームコンベヤを経て、道床の両側ヤードに積付けされる。払出し運転は、ブームの旋回及び走行により、ブームの先端に設けたバケットホイールで切り出し、ブームコンベヤを経て走行ポータル中央のホッパに投入し、地上コンベヤに移送される。また地上コンベヤの直送を行う場合は、地上コンベヤからトリッパコンベヤ、ブームコンベヤを経てホッパに投入し、再び地上コンベヤに移送される。

## 主要仕様

形 式 ブーム形バケットホイール式  
 取扱い物 焼結鉱 (HOT COLD)  
 B塊 ペレット  
 積付け能力 1400t/h  
 払出し能力 1200t/h  
 パ イ ル (W)45m x (L)253m x (H)14m  
 (W)42m x (L)253m x (H)14m  
 道 床 全幅12.01m  
 ス パ ン 6m  
 ホイルベース 8m  
 旋回半径 43.6m  
 旋回角度 積付け時 110°×2 = 220°  
 払出し時 160°×2 = 320°

## 運動及び速度

バケットホイール 5 rpm

ブームコンベヤ 170 m/min  
 ブーム起伏 5m/min  
 旋 回 0.15 rpm  
 走 行 30/7.5 m/min  
 トリッパ起伏 2分35秒 (片動作)

## 特 長

- (1) 本機の操作は、機内運転室と光ファイバで接続された中央制御室からのいずれからでも各種設定が可能で、積付け及び払出しの自動及び手動運転が可能となっている。積付けと払出し切換え時のトリッパ起伏や、ヤード監視カメラも遠隔操作ができ、運転労力の軽減、省力化を実現している。
- (2) バケットホイール部はステータがないセルタイプ構造を採用しており、メンテナンスの省力化を実現している。

(搬送システム事業部 溝田次郎治)



## 新製品紹介 搬送物流設備小特集

## 貯運炭設備（受入れコンベヤ設備）

## Coal Handling System



本設備は、電源開発株式会社橋湾火力発電所1号機及び2号機新設工事貯運炭設備の中の石炭サイロ上に設置した受入れコンベヤ設備である。

橋湾火力発電所は、電源開発株式会社と四国電力株式会社の共同立地により徳島県阿南市の小勝島に設立された、総出力280万kWの国内最大級の石炭火力発電所である。

石炭火力発電所用の海外炭は、揚炭栈橋に設置された連続式アンローダで陸揚げされ、電源開発株式会社と四国電力株式会社の共有設備（A/B系列ベルトコンベヤ）で搬送され、電源開発株式会社受入れ炭は本設備に乗り継ぎ、各サイロに投入され、貯蔵される。

## 主要仕様

輸送能力 最大6000t/h

ベルト幅 2200mm

ベルト速度 220m/min

水平機長 最大86.5m

揚程 最大13.8m

系列 A/B系列

基数 8台

## 付属機器

移動台車式切換えダンパ 6台

サイロ上部集塵機 8台

サイロ上部換気装置 8台

サイロ散水消化装置 8サイロ分

水洗式ベルトクリーナ&排水ポンプ 8台

吊上げ設備（電動ホイスト及び電動チェーンブロック）  
一式

計装・制御装置 A/B系列

するので、最大6000t/hの能力を有している。

- (2) 移動台車式切換えダンパは、搬送中に確実に搬送ラインを切換えることができる。
- (3) コンベヤギャラリー及びホイストギャラリー断面は、外観を重視して楕円形状としている。
- (4) 石炭サイロ付属設備である散水消化設備、集塵機及び換気装置などを併せ納入している。
- (5) 落炭量軽減のために、水洗式ベルトクリーナを各ベルトコンベヤごとに設置している。
- (6) 落炭処理省力化のために、ベルトコンベヤ全長に亘って真空清掃配管を設置している。
- (7) メンテナンス性を考慮し、各サイロごとに吊上げ設備を有している。
- (8) 耐摩耗性を考慮してシュート部には、セラミックライナを採用している。

## 特長

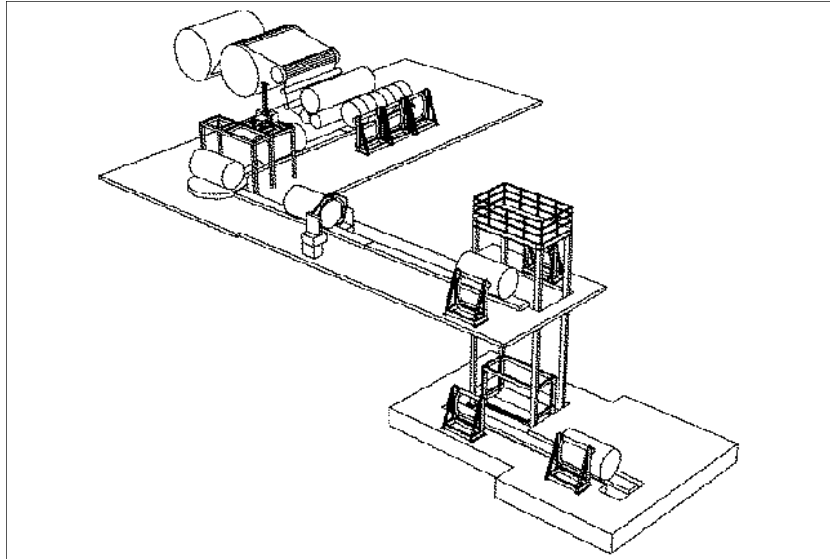
- (1) A、Bの2系列で搬送されてきた石炭が本設備で合流

（搬送システム事業部 松本 清）

## 新製品紹介 搬送物流設備小特集

## 巻取り搬送設備

## Roll Handling System



本設備は、日本板紙株式会社芸防工場に納入した設備で、段ボール原紙の製造ラインにおいて、ワインダ上の仕上げ巻取りを仕上げ室から別棟1階の平置き倉庫まで完全自動搬送するシステムである。

本設備では、未包装の巻取り搬送用として設計されたスラットコンベヤや垂直搬送機を使用することにより、巻取りに傷や皺をつけない考慮がなされており、仕上げ巻取りの品質を確保している。また、搬送途中においては、個々の巻取りのデータをトラッキングすることにより、IJP・ラベラや結束機と自動取合いをしている。

なお、上流工程のワインダも当社の製品である。

## 主要仕様

搬送物	未包装巻取り原紙
種類	ライナ及び中芯原紙
サイズ	最大 1500mm x (W)2500mm 最小 1000mm x (W)700mm
荷重	最大3600kg 平均900kg
搬送頻度	50本/h
運転時間	24h連続
搬送設備	スラットコンベヤ 7台 垂直搬送機 1台 ターンテーブル 1台 ストッパ 3台 ブッシャ 2台
付属設備	チェン自動給油装置 8台 軸受け自動給脂装置 1式 逸走防止装置 2式

## 特長

- (1) 垂直搬送機は、無負荷時高速運転と、独自の傾転機構を採用することにより、50本/hという高搬送能力を実

現している。

- (2) ワインダ後のストッパは、独立3連ストッパを採用し、狭幅から広幅までの様々なサイズの巻取りを、ソフトに受け込むことができる。
- (3) スラットコンベヤにおいては、全台数インバータ制御とし、ショックレスな加減速をするとともに、またIJP・結束機の手前においては、高い位置決め精度を実現している。
- (4) メンテナンス性を考慮し、駆動チェーン部においては自動給油装置を取り付け、定時間おきに自動給油を行うほか、各軸受け部は集中自動給脂が行えるようになっており、24時間操業の設備の信頼性向上に貢献している。
- (5) 制御装置のマンマシンインタフェースには、大型の液晶タッチパネルを採用し、トラッキング中の巻取り情報を見やすくするとともに、センサの入出力の状態表示やエラーリカバリ時のオペレーションガイダンスを充実させることによって、作業性の向上を達成している。

(物流システム事業センター 斎藤信也)

## 新製品紹介 搬送物流設備小特集

## 量販店配送センター向け自動倉庫システム

## ASRS for GMS Distribution Center



本システムは、配送センターにおいてメーカーから納入された商品を出荷するまで一時ストックするとともに、オーダピッキング作業をサポートする設備である。

1階入荷エリアで受入れたパレット積み商品にホスト計算機発行のライセンスプレート（バーコード付き）を貼り付けることで、入庫設定無しで入出庫台車から入庫が行える。入庫先はライセンスプレートに紐づくデータから決定する。（例 低温保管品は棚の低層）また、平置品は垂直搬送機を介し2、3階へ直送される。

ホスト計算機から受信したオーダに基づき、スタッククレーンがパレットを出庫コンベヤに出庫する。有軌道台車は、作業待ちパレットが少ないピッキングコンベヤを搬送先として引き当て、出庫コンベヤから効率的にパレットを搬送する。ピッキングされた商品にはSCMラベルが貼付され、下流の仕分け機で方面別、店舗別に仕分けられる。

## 主要仕様

取扱い物	パレット積み商品	
	最大1t/パレット	
自動倉庫	スタッククレーン（1t×30mH）	6台
	ラック棚数（ビル式）	4860棚
周辺設備	入出庫台車（1階設置）	12台
	入庫コンベヤ（2階設置）	6台
	出庫コンベヤ（2階設置）	6台
	有軌道台車（2階設置）	11台
	ピッキングコンベヤ（2階設置）	6台
	空パレット段積み機（2階設置）	4台
	垂直搬送機（2階 3階）	1台
	垂直搬送機（1階 2階 3階）	1台

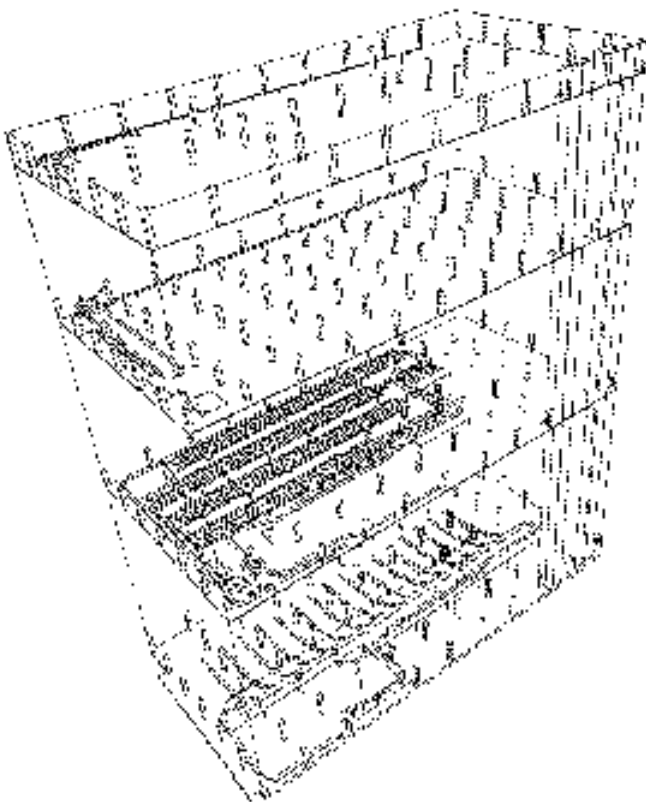
## 特長

- (1) 走行車輪のうち外側の駆動輪2輪をレール接地の固定輪、内側の従動輪1輪を床面接地の自在キャスタ輪にすることで、最小旋回半径525mm（台車中心）を実現している。扱い物寸法（W）1.2m×（L）1.2mに対し、台車本体寸法を（W）1.35m×（L）1.35mと極めてコンパクトにまとめている。
- (2) 走行速度2.67m/s、コンベヤ速度0.5m/sと従来機から約30%の高速化を図っている。
- (3) 台車の運行パターンを5種類まで事前登録でき、時間帯等による物流量の変動に対し、最適な運行パターンをスイッチの切換えで設定できる。

## 新製品紹介 搬送物流設備小特集

## スポーツ用品仕分けシステム

## Sorting System for Sports Goods



本システムは、スポーツ用品小売り最大手の株式会社アルペン春日井トランスファーセンターに納入したスポーツ用品仕分けシステムである。

ゴルフボールからスキー板に至るまで、様々なスポーツ用品の仕分け及び出荷処理が本システムにて行われる。ピース仕分け用トレイ式仕分け機及びケース仕分け用スライドシュー式仕分け機を中心に、供給コンベヤ、搬出コンベヤ及びハンガー式コンベヤなど附属装置を含めてシステムが構成されている。情報管理及び設備制御のための計算機システムも当社納入範囲となっており、商品供給から出荷に至るまで、バーコード自動発行貼付けから自動読取り及び情報管理も含めて一貫した処理が行われる。

本センターでは、株式会社アルペン直営全国約400店舗に対する商品の仕分け及び出荷処理が行われ、一日の取扱い量は出荷数として約1万ケース、ピース仕分け数として約5万個である。

## 主要仕様

## ピース仕分け機

型式 住友 - クリブランド S-3000-TT650

仕分け能力 11076個/時

インダクション SAI型(能力2077個/時)×8台  
及びMAI型 1台

シュー ト 鉄板シュー ト 400本

## ケース仕分け機

型式 スライドシュー式

仕分け能力 4000個/時

シュー ト 減速ベルト付き 17本

## 搬送コンベヤ

型式 ローラーコンベヤ ベルトコンベヤ  
ハンガーコンベヤ

系 統 ピース供給ライン ケース供給ライン  
ケース出荷ライン

空箱供給ライン 空箱排出ライン等

総 延 長 約 2 km

## 特 長

- (1) 本センター2階にピース仕分け機を効率良く設置し、400本のシュー トを確保している。アルペン400店舗に対して同時仕分け可能としており、バッチ分割を不要とした。
- (2) シュー ト下には搬出コンベヤを効率良く配置、ループ状とすることにより、出荷待機バッファとしても利用できるようにした。BCR自動読取り及び分岐装置により選別出荷も可能である。
- (3) MAI (Manual Induction) 適用により、小物、不安定品及び薄物なども仕分け可能である。
- (4) フレキシブルな運用を考慮して、インダクション部への商品供給はコンベヤのみでなく、フォークリフトによるパレット供給も可能である。
- (5) 上部空間を有効に利用してハンガーコンベヤを設置、シュー ト部に空箱を供給している。
- (6) ケース仕分け機では、小型品からスキー板等2mを超える長尺品の自動仕分けも可能である。
- (7) 高速、高性能の計算機システムを適用、複数の仕分けバッチ処理、各種優先引当て及び出荷停止処理など運用上有効な機能を最大限具備しており、高速性能を活かして各機能同時処理も可能である。また、計算機及び通信などダウン時の対策を十二分に考慮している。

(物流システム事業センター 馬場久司)



## 新製品紹介 搬送物流設備小特集

## CNG式フォークリフト FG35-50PVIII

CNG Fork Lift Truck FG35-50PVIII



本機は、CNGを燃料とし、排気ガスがクリーンで環境に優しいフォークリフトとして開発された3.5-5.0Tシリーズの内燃式CNGフォークリフトである。

本機の燃料システムは、カウンタウエイト上に搭載した高圧タンクに燃料である天然ガスを高圧で充填し、それを2段階で減圧したうえでキャブレタに供給するシステムとしたものである。

## 主要仕様

代表機種	22FG35PVIII	21FG40PVIII
最大荷重	3500kg	4000kg
走行速度(無負荷)	18.5km/h	19.0km/h
上昇速度(全負荷)	515mm/s	515mm/s
車輛重量	5765kg	6260kg
エンジン総排気量	4300cc	4300cc
タンク容量	113ℓ	113ℓ
稼働時間/1充填	6.5h	6.0h

(弊社燃費テストパターン)

## 特長

- (1) 走行及び荷役速度などの基本性能は、ガソリン車と同一である。また、操作性及び安全性などに十分配慮した競争力あるものにしている。
- (2) 大小2本のCNGタンクをカウンタウエイト上に搭載し、1充填当たりの長時間稼働(6.5h/3.5t)を実現している。
- (3) CNG/ガソリン併用式を採用し、ワンタッチ切換えでガソリンも使用できるようにしたことにより、CNGタンクが空になっても稼働できる。
- (4) 車体後部の2本のCNGタンクは十分な後方視界が得られるよう配置するとともに、後方ミラーも装備しカウンタウエイトの後方下部の視認性にも配慮している。

- (5) クリーンな排気ガス及び無臭の排気ガスを実現している。特に、ガソリン車比約20%のCO<sub>2</sub>低減により地球温暖化防止に貢献できるとともに、CO(90%)、HC(70%)、NOx(30%)の低減で作業環境の改善に役立てることができる。
- (6) 圧縮天然ガスという気体燃料のため、冬季でもエンジンの始動性が良い。
- (7) 燃料代が安いことから燃料費の節約ができ、維持費の低減に貢献できる。
- (8) CNGタンクは固定式のため、LPG車のようにLPGタンクの乗せ換えが不要である。なお、燃料の補給は充填機により充填する。

(住友ナコ マテリアル ハンドリング株式会社 深田茂利)

# 福岡高速1号線高架橋の振動実験

Field Vibration Test of Viaducts on Fukuoka Expressway No.1

鹿島 主央\*

Kazuteru KASHIMA

村山 隆之\*\*

Takashi MURAYAMA

浅井 一浩\*

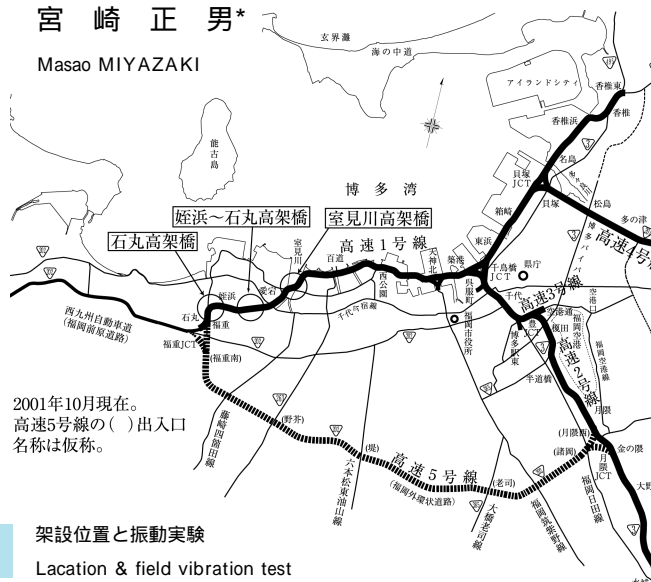
Kazuhiro ASAI

井上 高志\*\*

Takashi INOUE

宮崎 正男\*

Masao MIYAZAKI



2001年10月現在。  
高速5号線の( )出入口  
名称は仮称。

図1

架設位置と振動実験

Location & field vibration test

福岡高速1号線の第110工区(石丸)高架橋と(姪浜~石丸)高架橋, 第108工区(室見川)高架橋は, 福岡市西区に位置する連続鋼床版箱桁橋で, 2001年10月に供用を開始した。これらの高架橋には, (1)上下線が近接している並列橋(室見川高架橋は除く), (2)鋼床版のため上部工重量が軽い, (3)最大支間長が概ね100m, (4)高さ4.5mの遮音壁を設置, といった特徴があるため, 風洞実験等により耐風安定性の照査を行った。その結果, 渦励振やウェークギャロッピングが発生することが判明し, それらに対する制振対策を検討した。本振動実験はこの耐風安定性検討の一環として行ったもので, ほぼ完成状態の実橋を大型起振機により加振して, 固有振動数, 振動モード及び構造減衰を測定した。振動実験の結果, 姪浜~石丸高架橋には渦励振対策として, 5基のTMDを設置した。

The field vibration test of the three viaducts, which were the Ishimaru, Meinohama-Ishimaru and Muromigawa viaduct on Fukuoka Urban Expressway No.1, was carried out during the erection stage, using a pair of gigantic shakers. The wind-induced motions of the girders of these viaducts with curved girders and relatively long spans was observed by means of the wind tunnel experiments or computational wind dynamics simulation. The dynamic characteristics such as natural frequencies, vibrational modes, structural damping were measured. The five units of the TMDs were installed to the girders of the Meinohama-Ishimaru viaduct to suppress the vortex-excited oscillation, according to the results.

## 1 まえがき

福岡市西部では近年市街地化が著しく, 中心地である博多・天神地区への連絡道路には慢性的交通混乱が生じている。このため, 福岡北九州高速道路公社では都心部と西部地域を結ぶ都市高速道路網の整備を進めており, 福岡高速1号線百道~福重間5.3kmを2001年10月に供用した(図1)。この区間は, 連続橋による高架構造が主体となっている。この内, 第110工区(石丸)高架橋と(姪浜~石丸)高架橋, 第108工区(室見川)高架橋(以後, 石丸高架橋, 姪浜~石丸高架橋, 室見川高架橋と称す)の3高架橋については, 風による有害振動の発生が懸念され, 風洞実験や数値流動解析, 実橋の振動実験等により耐風安定性の検討が行われた。本報では, この耐風安定性検討を概説し, その一環として実施した振動実験と制振対策について報告する。

## 2 高架橋の概要<sup>(1)(2)</sup>

対象とした3高架橋(石丸高架橋, 姪浜~石丸高架橋, 室見川高架橋)の一般図を, 図2, 図3及び図4に示す。なお, 石丸高架橋と姪浜~石丸高架橋の一般図には, 振動実験を実施した方の桁のみ(石丸高架橋 下り線桁, 姪浜~石丸高架橋 上り線桁)記載している。

石丸高架橋と姪浜~石丸高架橋は, 福岡市西区下山門付近に位置する3径間連続鋼床版箱桁橋で, 互いに隣接している。この2高架橋には次に挙げる特徴があり, 耐風安定性上の不安定要因が複合しているため, 構造解析, 三次元弾性模型を用いた風洞実験を実施し, 耐風安定性の照査を行った。その結果, 対策無しの場合には渦励振とギャロッピングによる有害振動が発生することが判明した。特徴を次に示す。

- (1) 高架橋が1層式から2層式へ移行する区間にあり, 上下線の桁が近接している並列橋である。
- (2) 鋼床版のため上部工重量が軽い。

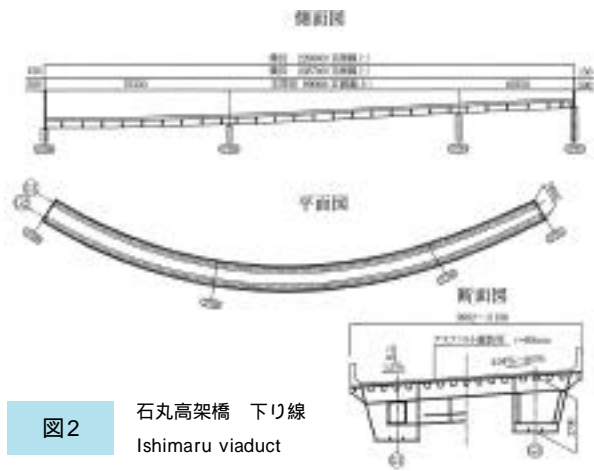


図2 石丸高架橋 下り線  
Ishimaru viaduct

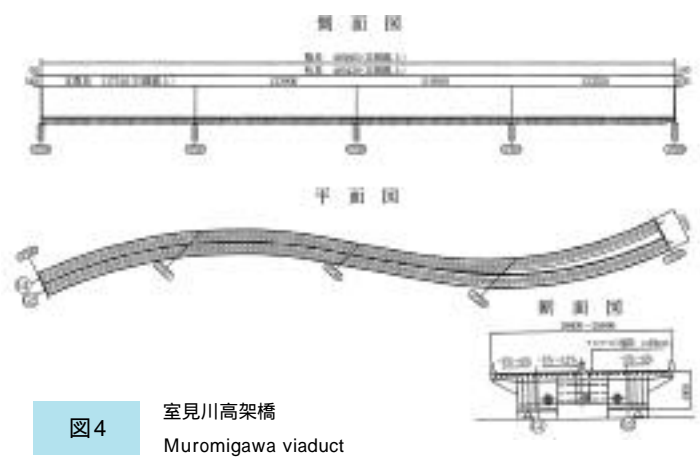


図4 室見川高架橋  
Muromigawa viaduct

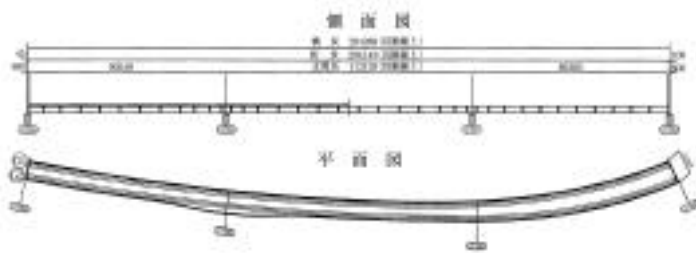
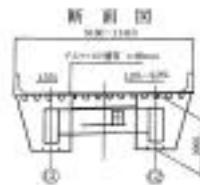


図3 姪浜～石丸高架線 上り線  
Meinohama-Ishimaru viaduct



が懸念され、制振対策の検討を行った。

### 3 耐風安定性検討<sup>(1)</sup>

検討対象の3高架橋の耐風安定性に関する、一連の検討フローを図5に示す。

石丸高架橋では渦励振、姪浜～石丸高架橋では渦励振とウェークギャロッピング、室見川高架橋では渦励振が問題となった。

姪浜～石丸高架橋のウェークギャロッピングについては、発振風速が振動数に比例することから、桁の剛性を増加させて振動数を上げ、発振風速を照査風速以上（姪浜～石丸高架橋 37.4m/s）にする方法を選択した。桁の剛性増加は、壁高欄外側に鋼製型枠として用いた鋼板（厚さ9mm）を固定し、壁高欄と桁本体を合成構造とすることで行った。この方法は、種々の方法を検討した結果、工程上実施可能な方法として採用され、振動実験に先立って施工した。振動実験では、制振対象モードである鉛直曲げ1次振動の固有振動数が目標振動数（上り線卓越モード 0.705Hz, 下り線卓越モード 0.657Hz）以上になっていることを確認することとした。

一方、渦励振については、3高架橋とも、初通過破壊及び疲労破壊に至る振幅まで振動が発達しないような必要減衰を求め、振動実験で計測される実橋の構造減衰と必要減衰との大小関係で制振対策の必要性を判定するようにした。即ち、実橋の構造減衰が必要減衰よりも小さい場合は制振対策を実施し、逆の場合には制振対策は不要となる。また、渦励振に対して制振対策が必要となった時には、同調質量減衰器（TMD Tuned Mass Damper）を桁に設置することで桁の振動を制御する方針とした。

### 4 振動実験

#### 4.1 振動実験方法

実験では、常時微動実験、定常加振実験及び自由減衰実験を併用して、固有振動数、振動モード及び構造減衰を計測した。

- (3) 河川と交差するため橋脚位置が制約され、最大支間長が概ね100mと比較的長い。
  - (4) 沿道が住居地域のため、高さ4.5mの遮音壁を設置している。
- 一方、室見川高架橋は、1径間約120mの4径間連続箱桁橋で、数値流動解析等により耐風安定性の検証を行っている。その結果、渦励振により許容振幅を越える振動が生じること

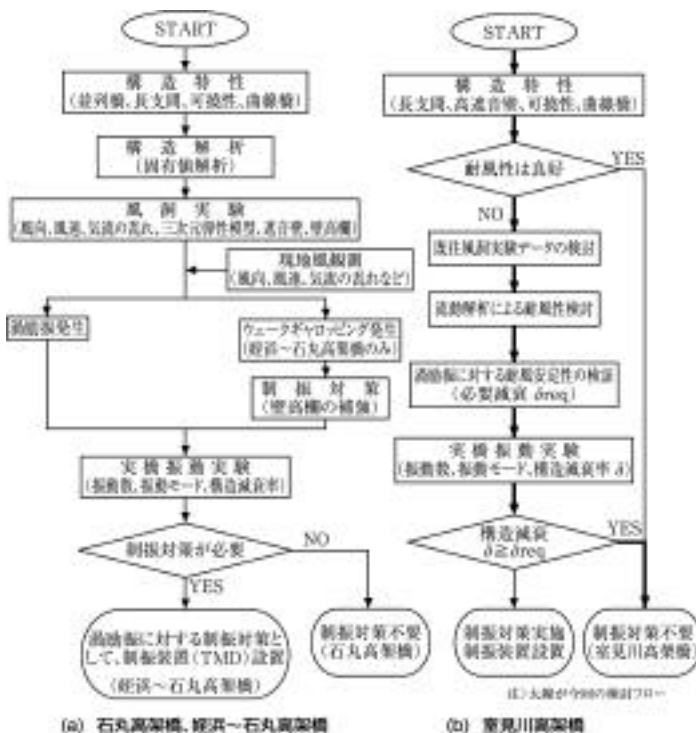


図5 耐風安定性検討  
Procedure for wind-resistant design of viaducts



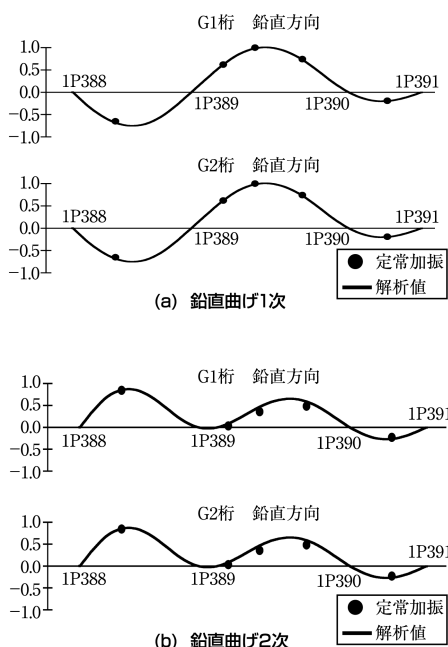


図6 振動モード形状  
Measured mode shapes

なお、工期の都合で石丸高架橋と姪浜～石丸高架橋では、舗装、一部の壁高欄、遮音壁等の施工前で、架設足場も完全に撤去されていない状態で実験を行った。また、室見川高架橋でも、舗装、遮音壁等の施工がまだ行われていない状態で実験を実施した。

4.1.1 常時微動実験

定常加振実験に先立って常時微動実験を実施した。風や交通振動等の要因により発生する微小不規則振動（常時微動）を測定し、時系列データをスペクトル解析することによって、各振動モードの固有振動数を推定する。

4.1.2 定常加振実験

定常加振実験では、起振機によって橋体を一定振動数で加振して、目的とするモードで振動を発生させる。加振振動数を順次変化させていくことにより共振曲線を求める。振動モードは、共振点における各点の振幅比から求める。

4.1.3 自由減衰実験

定常加振実験で求められた共振点において、定常加振状態から起振機を急停止させ、以後の自由減衰波形から対数減衰率を算出する。

4.2 加振・計測方法

高架橋の加振には、独立行政法人土木研究所所有の大型同期式起振機を用いた（図1）。加振位置は加振効率を考慮して、石丸高架橋では下り線の第2径間（1P389～1P390）中央のG1、G2桁上で、姪浜～石丸高架橋では上り線の第2径間（1P386～1P387）中央のG1、G2桁上である。室見川高架橋では、第4径間（1P349～1P350）中央のG2桁上である。

計測項目は、桁加速度、支承変位、風向風速及び桁温度である。桁加速度の測定にはサーボ型加速度計、支承変位にはレーザ変位計又は歪ゲージ式変位計を用いた。

4.3 対象振動モード

計測対象モードは、3高架橋とも鉛直曲げ1次モードと同2次モードの各2モードである（図6）。これらは、起振機の加

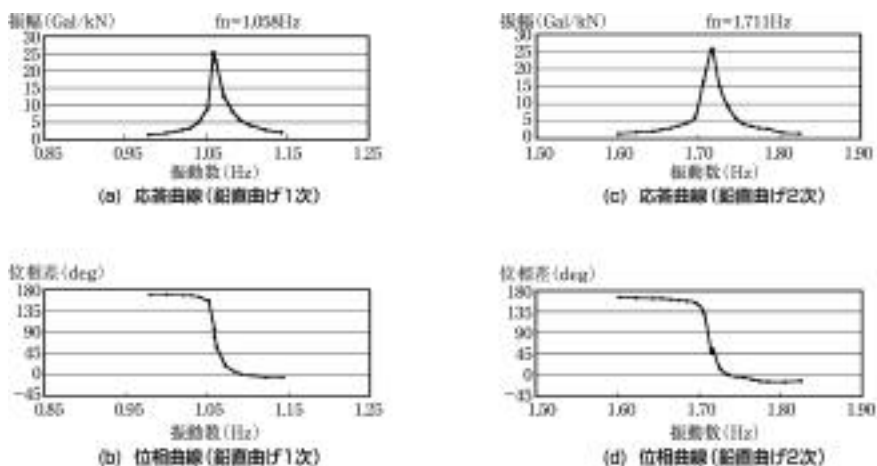


図7 石丸高架橋 定常加振実験結果  
Resonance and phase curves obtained from the forced vibration test

振振動数の範囲内で加振可能な振動モードの内、耐風安定性検討上重要な振動モードを選定した。

5 振動実験結果<sup>(1)(2)</sup>

各高架橋について、振動実験結果の固有振動数、構造減衰及び最大振幅を表1に示す。また、図7に代表的な共振曲線と位相曲線として、石丸高架橋の計測結果を示す。

5.1 固有振動数

3高架橋とも、実測値と解析値はほぼ一致した。解析値は実測値に対して、石丸高架橋では+5～+6%、姪浜～石丸高架橋では-2～-7%、室見川高架橋では-4～-7%の差を示した。

5.2 振動モード形状

桁振動モード形状の実測値と解析値の整合は、3高架橋とも良好であった。実測値の代表的なものとして、石丸高架橋の場合を図6に示す。同図では実測値と解析値を重ねてプロットしている。

5.3 構造減衰

5.3.1 石丸高架橋

表1に示すように、対数減衰率で鉛直曲げ1次モードが0.024、同2次モードが0.020であった。既往のデータ<sup>③</sup>と比較すると小さい値を示している。実験時には架設足場が完全に撤去されていないことを考慮すると、橋梁本体の構造減衰は上記の値以下になることが予想される。なお、計測データには振幅依存性を示すものもあった。

5.3.2 姪浜～石丸高架橋

対数減衰率で鉛直曲げ1次モードが0.030、同2次モードが0.061であった。石丸高架橋の場合と同様に、架設足場の存在を考慮すると、橋梁本体の構造減衰は上記の値以下になることが予想される。鉛直曲げ1次モードの構造減衰は、既往のデータ<sup>③</sup>より小さい値を示している。姪浜～石丸高架橋でも振幅依存性が観測された。

5.3.3 室見川高架橋

対数減衰率で鉛直曲げ1次モードが0.053、同2次モードが0.064であった。鉛直曲げ1次モード、同2次モードとも、既往のデータ<sup>③</sup>と同程度の値であった。室見川高架橋でも、計測データには振幅依存性が見られた。



表1 実験結果  
Summary of test result

高架橋	上下線	振動モード	固有振動数 f (Hz) <sup>(1)</sup>			対数減衰率	最大振幅 (mm)
			実測値		計算値		
			定常加振	常時微動		平均振幅 <sup>(2)</sup>	
石丸	下り線	鉛直曲げ1次	1.058 (1.00)	1.074 (1.02)	1.108 (1.05)	0.024	47
		鉛直曲げ2次	1.711 (1.00)	1.729 (1.01)	1.820 (1.06)	0.020	23
姪浜～石丸	上り線	鉛直曲げ1次	0.869 (1.00)	0.869 (1.00)	0.812 (0.93)	0.030	28
		鉛直曲げ2次	1.183 (1.00)	1.231 (1.04)	1.157 (0.98)	0.061	13
室見川	上下線一体	鉛直曲げ1次	0.745 (1.00)	0.781 (1.05)	0.691 (0.93)	0.053	29
		鉛直曲げ2次	0.880 (1.00)	0.940 (1.07)	0.841 (0.96)	0.064	20

(1) 固有振動数欄の ( ) 内数値は、実測値 (定常加振) との比率を示す。  
(2) 振幅全域における平均対数減衰率を示す。

II測線用	III測線用
振動数 0.71Hz ± 15%	振動数 0.70Hz ± 15%
減衰率 10.4% ± 30%	減衰率 11.9% ± 30%
マス最大振幅 ±297mm	マス最大振幅 ±144mm
始動加速度 30cm/s <sup>2</sup> 以下	
マス重量 約1300kg ( ± 100kg振動数調整補助)	
マス位置 1800mm ( 移動距離 +400, -300mm)	
ばね位置 800mm	
オイルダンパ位置 450mm - 850mm	
塗装仕様 指定塗装	

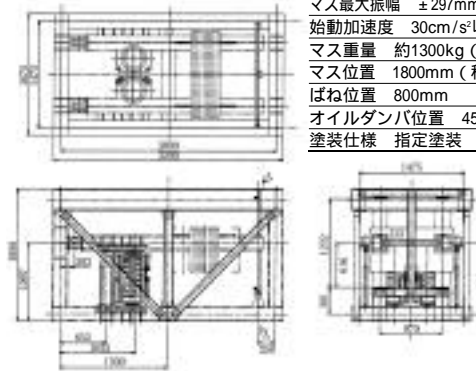


図8 TMDの概要  
TMD

## 6 制振対策

振動実験及び風洞実験等の結果を検討し、3高架橋の制振対策を以下のように決定した。

### 6.1 石丸高架橋

振動実験で計測された構造減衰 ( $\alpha = 0.024$ ) が必要減衰 ( $\alpha_{req} = 0.048$ ) より小さいので、下り線に発生する鉛直曲げ1次モードの渦励振に制振対策の必要性が増した。しかし、架設地点での風観測より、渦励振が発生する20m/s程度の風速で風の乱れ強度  $I_u$  が少なくとも10%以上は見込めることがわかった。そして、この風の乱れによる振幅低減効果によって渦励振が消失することが風洞実験により確認され、制振対策は不要であると判断した。

### 6.2 姪浜～石丸高架橋<sup>(1)</sup>

実橋の固有振動数(完成時、上り線  $f_n = 0.715\text{Hz}$ 、下り線  $f_n = 0.740\text{Hz}$ ) が目標振動数 (完成時、上り線  $f = 0.705\text{Hz}$ 、下り線  $f = 0.657\text{Hz}$ ) を上回り、ウェークギャロッピングの発振風速が照査風速より十分高いことが確認できた。よって、壁高欄の剛性向上が十分有効であることがわかった。なお、上記の完成時の固有振動数は、架設時に行われた振動実験の結果を考慮した固有値解析より求めた値である。

一方、上下線で発生する鉛直曲げ1次モードの渦励振については、振動実験で計測された構造減衰(上り線  $\alpha = 0.03$ 、下り線 上り線と同じ  $\alpha = 0.03$ と想定)が必要減衰(上り線  $\alpha_{req} = 0.051$ 、下り線  $\alpha_{req} = 0.069$ )を下回っているため、制振対策を行うことになった。制振対策としては、不足分の減衰を付加するため、TMDを5基(上り線 2基、下り線 3基)桁に設置することとした。TMDを5基に分割したのは、G1、G2桁間に設置するためである。設置されたTMDを、図8に示す。なお、姪浜～石丸高架橋の風洞実験では、風の乱れによる渦励振の振幅低減効果の存在は認められなかった。

### 6.3 室見川高架橋

振動実験で計測された構造減衰(鉛直曲げ1次  $\alpha = 0.053$ 、鉛直曲げ2次  $\alpha = 0.064$ )が、必要減衰(鉛直曲げ1次  $\alpha_{req} = 0.048$ 、鉛直曲げ2次  $\alpha_{req} = 0.029$ )以上の値なので、検討対象のたわみ1次モードと同2次モードの渦励振についての制振対策は不要であると判断した。

## 7 むすび

本報では、福岡高速1号線の3高架橋に関する耐風安定性検討を概説し、その一環として行った振動実験とその結果実施した制振対策について記述した。

なお、今回の検討は、高架橋建設の厳しい工程上の制約下で行ったものである。もし、桁本体の設計変更等が許される工程的な余裕があったとしたら、今回とは別の方法で対処できた可能性もある。今後は、耐風安定性検討を工程のより上流側で実施することが望まれる。

### (1) 耐風安定性検討

耐風安定性検討の結果、石丸高架橋では渦励振、姪浜～石丸高架橋では渦励振とウェークギャロッピング、室見川高架橋では渦励振が問題になっていた。

### (2) 振動実験

振動実験では、常時微動実験、定常加振実験及び自由減衰実験を併用して、固有振動数、振動モード及び構造減衰を計測した。

振動実験の結果、固有振動数と振動モードの実測値と解析値は概ね一致した。また、石丸高架橋の鉛直曲げ1次と同2次及び姪浜～石丸高架橋の鉛直曲げ1次の構造減衰は、既往のデータより小さい値を示した。

### (3) 制振対策

振動実験及び風洞実験の結果等を考慮し、姪浜～石丸高架橋の渦励振対策として、桁にTMDを設置した。

最後に、本検討を行うに当たり、終始適切な指導を頂いた九州工業大学工学部の久保喜延教授、独立行政法人土木研究所の佐藤弘史グループ長に対し、深く感謝の意を表する。

### (参考文献)

- (1) 村山隆之、井上高志．都市高速道路高架橋の加振実験による耐風安定性検討．第52回管内技術研究発表会論文集，国土交通省九州地方整備局監修，pp. 1-109～114，2001．
- (2) 村山隆之、古賀淳典、井上高志、宮崎正男、鹿島中央．高架橋の振動特性 福岡高速1号線高架橋における振動実験．土木学会第56回年次学術講演会講演概要集，pp. 1-290～291，2001．
- (3) (社)日本道路協会．道路橋耐風設計便覧．丸善株式会社，1991．

# 横浜新港橋梁のリニューアル

Retrofitting of Shinko Bridge in Yokohama

荒居 祐基\* 平田 鋼三\*

Masaki ARAI

Kōzō HIRATA

澤田 陽介\*

Yōsuke SAWADA



図1

新港橋梁  
Shinko Bridge

新港橋梁は、約100年前に横浜港に建設された歴史的価値ある鉄道トラス橋である。

本報では新港橋梁の改修工事で施工したいくつかの技術的特色を記述し、当社の橋梁リニューアル技術を紹介する。

- (1) 改修に先立ち実施した詳細な調査・試験
- (2) ウォータージェットを利用した旧塗膜の剥離工法
- (3) 土中の障害物除去を容易にする小型の杭打ち工法（BG工法）

Shinko Bridge is an invaluable truss bridge, constructed about a hundred years ago in Yokohama. This report shows retrofitting technologies of SHI, including following brief description of Shinko Bridge retrofit project.

- 1) Detail investigations and several material tests before repair.
- 2) New surface preparation device for recoating processes, using Water-jet system.
- 3) Compact pile driving method which can remove obstacles in ground. (BG method)

## 1 まえがき

新港橋梁は横浜市の新港埠頭と横浜税関前を結ぶ横浜臨港線（1986年に廃線）の鉄道橋で、記録<sup>(1)</sup>によれば1912年に当社の前身である浦賀船渠株式会社によって製作された歴史的な建造物である。当社は2001年2月、横浜市港湾局より本橋の改修工事を受注し、同年8月に無事工事を完了させた(図1)。本工事は横浜市が展開するみなとみらい21新港地区の再開発事業の一環として実施されたものである。

本報告は90年前に製作された国産初期の歴史的価値ある鉄道橋を、新しい都市の遊歩道として再生するために施工した橋梁リニューアル技術について報告するものである。

## 2 工事概要

新港橋梁の構造概要を、次に示す。

構造形式 ポニー型ワーレントラス橋

支間長 30.5m

幅員 4.72m(主構中心間隔)

鋼重 約70t

本橋の設計は大蔵省臨時建築部によるもので、竣工後に実際の鉄道車輛を使用して走行試験を実施しているなど、当時の厳格さが記録<sup>(1)</sup>に残されている。

工事の概要は、15年前に廃線となり橋体の傷みの激しい鉄道橋を改修によってその歴史的資産を活かしながら、新しいみなと街の歩道橋として再生させることである。改修工事は海上起重機船によって一括撤去した橋体を当社横須賀製造所へ搬送し、品質管理の整った工場内にて綿密な作業を実施した。

## 3 上部工改修

### 3.1 調査

本橋の上部工は1980年に鋼桁の一部補修と塗替え塗装が実施されたのを最後に、その後補修等の維持管理が行われていなかったため、部材の腐食状況は著しいものであった。このため改修作業の実施に先立ち、部材の腐食状況の調査を綿密に実施した。その結果の概要を、次に示す。

- (1) 溝形鋼の上下フランジ部をレーシングバーで連結した形断面の下弦材は、溝形鋼のウェブ、下フランジの腐



図2 ガセットプレートの腐食状況  
Corrosion of gusset plate

食、孔食が激しく、レーシングバーに関しても同様であった。

- (2) 下弦材と横構の格点ガセットプレートで前回の補修時に交換されたもの以外は腐食、孔食が激しかった(図2)。弦材と斜材のガセットプレートについては若干の腐食が見られた。
- (3) I形鋼の縦桁は下フランジとウェブの交差部において若干の腐食が見られた。
- (4) プレートと山形鋼でビルトアップした横桁は、縦桁と同様に下フランジの山形鋼において若干の腐食が見られた。特に、端部の横桁において腐食、孔食が激しかった。

3.2 材料試験

本橋に使用された鋼材は100年近く前に製鋼されたものであるが、当時の鋼材に関する資料が存在しないため、改修作業に先立ち鋼材の化学成分分析と機械試験を実施して材料特性を調査した。

3.2.1 化学成分分析

JIS G 1201に従って、C, Si, Mn等の10元素について化学成分の分析を行った。その結果を表1に示す。表には、参考値としてSS400材(JIS G 3101)の分析結果についても併記する。分析の結果、使用されている鋼材はSS400材とほぼ同程度の炭素(C)やマンガン(Mn)量であり、JIS G 3101の規定である燐(P)と硫黄(S)の量も0.05%以下であることがわかった。

3.2.2 機械試験

鋼材の機械試験を、JIS Z 2241に従って実施した。その結果を、次に示す。(カッコ内はJIS G 3101)

- 降伏点又は耐力 274 N/mm<sup>2</sup> (245 N/mm<sup>2</sup>以上)
- 引張り強さ 457 N/mm<sup>2</sup> (400 ~ 510 N/mm<sup>2</sup>)
- 伸び 39% (17%以上)

化学成分分析及び機械試験の結果から、本橋の鋼材は現行のSS400材のJIS G 3101規格を満足すること、及び化学試験結果より求めた溶接割れ感受性組成P<sub>CM</sub><sup>(2)</sup>が0.19 ~ 0.28程度となり、板厚10mmの鋼板の溶接割れ感受性は概ね良好であることが判明した。このため補強材にはSS400材を使用し、部材補修及び接合には通常の溶接材料を使用することとした。

3.3 改修方法

改修においては本橋の歴史的意味合いから極力旧部材を再使用し、構造的な特徴であるリベット連結で部材を再現することを基本とした。

表1 化学分析結果  
Chemical analysis of materials

分析資料	化学分析値									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
下フランジ	0.23	0.01	0.48	0.007	0.039	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
端横桁仕口	0.16	0.01	0.44	0.034	0.031	0.24	0.05	0.02	<0.01	<0.01
横桁仕口ウェブ	0.17	0.01	0.41	0.005	0.029	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
下弦材上フランジ	0.26	0.01	0.41	0.006	0.031	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
弦材タイププレート	0.25	0.01	0.48	0.022	0.037	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
SS400(参考)	0.15	0.15	0.65	0.016	0.008	-	-	-	-	-

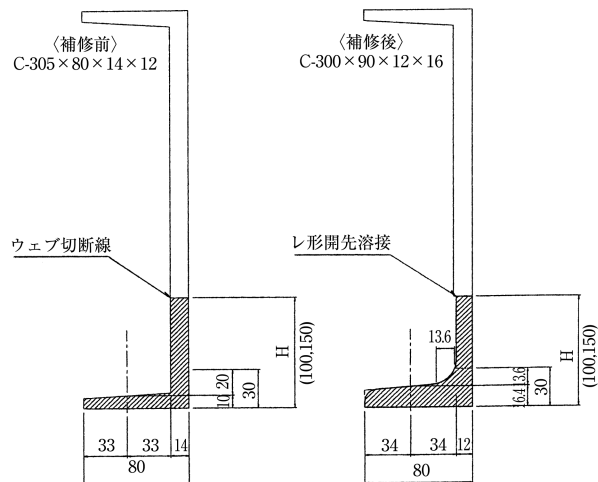


図3 下弦材の補修要領  
Repair of chord section



図4 下弦材の補修状況  
Repair of chord members

3.3.1 改修場所

改修作業は橋体を一括撤去し、改修ヤードへ搬送した後に実施する計画であった。改修ヤードとしては架橋地点近傍の作業ヤード及び近隣工場が候補とされたが、周辺環境へ与える粉塵、騒音等の問題、作業設備の有無、十分な品質管理の実施などの理由から、架橋地点に近い当社横須賀製造所を改修場所として選定した。

3.3.2 改修方針

前述の腐食状態により、孔食等の腐食の激しい箇所については部材全体の新規取換えが必要であったが、本橋の特徴であるリベット打設工程を考慮し、改修方針を次のように決定した。

- (1) 下弦材でウェブに孔食のある箇所は、溝形鋼の一部を切断撤去し、新規部材を突合せ溶接にて取り付ける(図3, 図4)。また溝形鋼を連結しているレーシングバーは



全て新規部材とし、リベットにて再現する。

- (2) 端部横桁で孔食等の腐食の激しい部材は、(1)と同様に切断撤去し、新規部材を突合せ溶接にて取り付ける。なお山形鋼とウェブプレートとの連結はリベット構造から溶接構造に変更する。
- (3) 下横構と下弦材との格点のガセットは、ほぼ全量新規部材とし、リベット連結にて再現する(図5)。
- (4) 横桁、縦桁等で鋼材に腐食のある部分については、溶接による補修を実施する。

なお本橋はリベット橋であるが、橋梁におけるリベットの使用が1970年頃を最後にほとんど無くなっており、改修に際してはリベットを打つ道具と職人の確保に苦慮をした。

### 3.4 塗装

塗膜は環境中に暴露されると徐々に劣化し、防錆性能や着色性能が低下してゆくため、性能低下前に同一塗装系にて塗替えを行うことが理想的である。しかし本橋のように激しい腐食がある状況では、塗装便覧<sup>⑧</sup>に示される塗替え塗装系では性能維持が期待できないことが懸念された。そこで本工事では旧塗膜を全て剥離し、新規に重防食塗装を行う仕様を採用した。

#### 3.4.1 ウォータジェットによる塗膜除去

塗膜の除去方法としては、サンド等によるブラスト法が効果的で実績も多いが、サンド等の粉塵に対する周辺汚染防止が容易ではなく、養生設備が大がかりとなる問題があった。そこで本工事ではウォータジェットによるブラスト法を採用し、旧塗膜の除去を行った(図6)。高圧の水噴流を利用したウォータジェットは、近年鉄筋コンクリートのはつり施工で注目を浴びている工法であるが、橋梁等の塗膜除去に国内で採用された例は少ない。本手法は環境問題に厳しい米国において、ドックヤードにおける船舶の塗替えや鋼構造物のヤード塗替えに用いられているもので、本工事においても特に養生設備を設けず、僅かな水量で効率のよい塗装剥離が可能となった。

#### 3.4.2 塗装の付着性試験

前述の通り旧塗装の剥離除去に新しいウォータジェット法を採用するため、剥離面に対する塗膜の付着性能を確認する

目的で付着力試験を実施した。試験項目はアドヒージョンテスト(引張り試験)とし、ウォータジェットとサンドブラストの2種類のブラストを行った試験鋼板に有機ジンクリッチペイントを塗装してその付着性を比較した。試験の結果、ウォータジェット法では平均4.1MPa、サンドブラスト法では平均3.9MPaの引張強さとなり、両者の付着力に差が無いことが判明した。このため、ウォータジェットによる素地調整は実用性に問題ないと判断した。

#### 3.4.3 塗装系

本橋の塗装はa-1系<sup>⑨</sup>で一度塗替えが行われていたが、現状の腐食状態から十分な防錆効果が発揮できていないと判断した。そこで今回の改修工事では、防食性能の向上と今後のメンテナンスコストの低減を目的として、耐候性、耐水性に優れるc-3系(ふっ素樹脂塗装)<sup>⑩</sup>を採用した。下地塗料については、より密着性の高い有機系のジンクリッチペイントを使用した。

### 3.5 現地工事

#### 3.5.1 撤去・架設工法

橋体の撤去・架設は当初陸上からの160t吊りトラッククレーン(TC)2台による相吊りで計画していたが、この工法では隣接する道路を全面通行止めにする規制が必要となることから、周辺地域への影響を極力小さくするために海上からの撤去・架設に工法を変更した。撤去・架設に使用する起重機船は250t吊りフローティングクレーン(FC)とし、河口付近の狭隘な港湾形状と付近に停泊する解等船舶への影響を考慮して、施工性に優れる全旋回式FCを採用した。

#### 3.5.2 吊り具計画

当初は吊り点を下弦材の脊位置に設け、TC2台の相吊りで橋体を一括吊り上げる計画であった。この吊点位置は橋体に最も影響の少ない位置であったが、吊上げ重機をFCに変更したこと、及び脊周りの空間的制約と添架物の存在から吊り点を下弦材から上弦材の格点位置に変更せざるを得なかった。吊点を上弦材とすることで、橋体の強度に影響の無いことを予め構造解析を行って確認した。

#### 3.5.3 撤去・架設

一括撤去・架設はともに1日の作業であった。海上保安庁

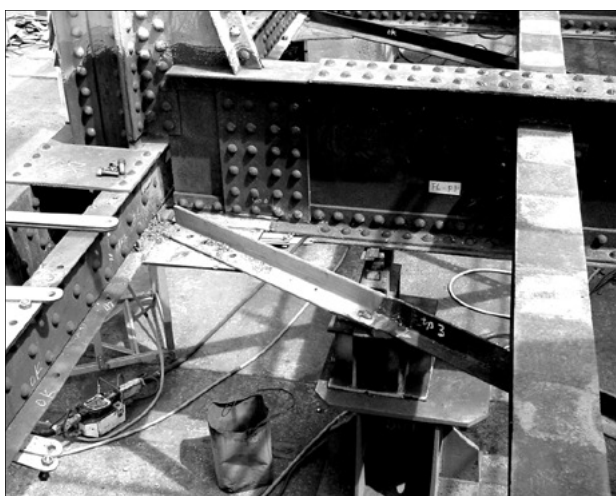


図5

ガセットプレートの補修状況  
Repair of gusset plate



図6

ウォータジェットによる塗装剥離  
Coating removal with water-jet system



及び警察署等の関係各署との協議を十分に行い、次に示す規制を実施して作業を行った(図7)。

- (1) 舳その他船舶の新港橋航路の一時閉鎖。
- (2) 歩行者通路の一部迂回。
- (3) 警戒船2隻を海上に配備し、路上には交通整理員を配備。

#### 4 下部工改修

##### 4.1 施工検討

本橋の設計は明治時代に行われたものであり、現行の耐震設計基準を満足しないことから、鋼管杭の打設と橋台増設の下部工改修を実施した。下部工の杭基礎は1200mm、L=8.0mの鋼管杭を中掘り工法にて施工する計画であったが、次に示す現地制約条件から、施工が極めて困難であることが判明した。

- (1) 橋台背面はレンガ積みであり大型重機の設置が困難である。
- (2) 橋台の設計図が現存せず地中の状況が不明である。
- (3) 歩道及び車道の確保は絶対条件である。



図7

撤去作業  
Removal work of truss bridge

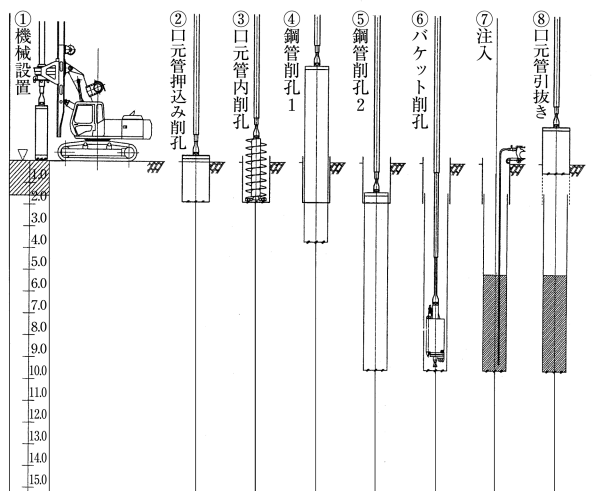


図8

BG工法による鋼管杭打込み  
Pile driving method (BG method)

- (4) 海に面するため場所打ち杭の施工は採用できない。
- (5) 全体工程が非常に厳しく工程短縮が必要である。

以上のことから、大型重機が必要な中掘り工法に代わる鋼管杭打設工法として、次に示す5案の比較検討を行った。

- 第1案 中掘り工法(スペース21工法)
- 第2案 CD工法(1500mmケーシング先行掘り)
- 第3案 CD工法(1200mm中掘り)
- 第4案 アースオーガー工法(アポロン式)
- 第5案 BG工法

以上の5案について比較検討した結果、第1案については掘削能力が小さいこと、第2、第3案については支障物が確認された場合に施工できないこと、第4案については施工費が高くなる理由から、最終的に第5案のBG工法を採用し鋼管杭の打設を行うこととした(図8)。

##### 4.2 現地施工

BG工法で使用するBG掘削機は通常の中掘り工法で使用する3点式の重機に比べて小型であり、本来土中の障害物除去の施工に使用するものであるため、支障物があった場合に杭先端に取り付けたビットにより支障物を切削しながら杭を圧入して行くことができる機械である。

事前のボーリングデータでは地中の支障物は確認できなかったが、杭施工位置での試験掘では土中に厚さ800mmにもなるコンクリート盤などの支障物が確認された。このため他工法では結果的には施工困難であり、BG工法の効果を十分に発揮することができた。

施工に要した日数は、土中の支障物が多かったため作業進捗は極めて悪い状況であったが、支障物の規模から判断すると順調であったと考える。

#### 5 むすび

みなとヨコハマに残る歴史的資産である新港橋梁をリニューアルさせる改修工事について詳述した。

- (1) 使用鋼材の材料試験や塗膜の付着性試験、腐食状況の詳細調査など改修作業に先立ち綿密な調査を実施した。
- (2) 旧塗膜の剥離にウォータージェット工法を採用した。
- (3) 下部工改修で鋼管杭の打設にBG工法を採用し、小型で支障物除去が容易に行うことができた。

当社では橋梁の新設工事だけでなく、今後も増加が予想される新港橋梁のような貴重な社会資本の維持・再生にも貢献していきたいと考えている。

最後に、本報告に当たり終始適切な指導を頂いた横浜市港湾局の関係者に感謝の意を表す。

##### (参考文献)

- (1) 大蔵大臣官房臨時建築課．横濱税関新港設備概要．1915．
- (2) (社)日本道路協会．道路橋示方書・同解説II．1996．
- (3) (社)日本道路協会．鋼道路橋塗装便覧．1990．

# 宮谷橋の拡幅工事

## Widening Construction of Miyatanibashi Bridge

津田 聖郎\* 室塚 直人\*

Seiro TSUDA

Naohito MUROZUKA



図1

宮谷橋  
Miyatanibashi Bridge

中央自動車道富士吉田線は今から25年前に建設されたが、当初の予想をはるかに上回る交通量となっており、交通渋滞が多発している。

このような状況を踏まえ、交通容量の増大を目的とした2車線から3車線への車線の拡幅工事が行われている。今後、交通量の増加に伴い同種の拡幅工事が行われることが多くなると思われる。

本工事では、宮谷橋と強瀬橋の拡幅工事を行った。

拡幅方法は、トラス橋、鉸桁橋とも同様であり、まず、既設橋の床版端部を切断する。次に、主桁を新設し、新設した桁上に床版を施工する。そして、既設桁と新設桁とを連結する。最後に、既設床版と新設桁の上に施工した床版との間を施工し拡幅完了となる。

今回の拡幅工事について、留意した点及び今後の課題について報告する。

After the Tyuo-jidousyado freeway (Fuji-yoshida Line) was constructed 25 years ago, the traffic has exceeded the original

anticipation far, and the congestion of traffic has been occurring frequently. According to such a situation, the widening construction of the lane is executed from two lanes to three lanes, aiming at increase of traffic capacity. The same kinds of widening construction are expected to be executed more often, because of the increase in traffic from now on. This paper describes the widening construction, performed to the Miyatanibashi Bridge (truss bridge) and Kowasebashi Bridge (plate girder bridge). The widening construction method of truss bridge and plate girder bridge are the same. First step, the floor slab end of an existing bridge is cut. Second step, the extension main girder is constructed, and then the floor slab is constructed on the extension main girder. Third step, the existing girder and extension main girder are connected. Finally the existing slab and the constructed floor slab are connected. This paper also describes the regarded points about future subjects concerned with the widening construction.

### 1 まえがき

中央自動車道富士吉田線は今から25年前に建設されたが、その後の日本経済の急成長に伴い予想をはるかに上回る交通量の増加をみせている。現在では当初設定した交通容量の上限を超え、容量の少ない箇所がネックとなり、ここを先頭とした交通渋滞が常態的に発生している。このため、高速性、定時制及び快適性という高速道路に求められる本来の機能を十分に果たし得なくなっている。

このような状況を踏まえ、交通容量の増大を目的とした2車線から3車線への車線の拡幅工事が、上野原インタチェンジから大月ジャンクションまでの区間(約20.7km)を対象

として行われている。

当社は、宮谷橋及び強瀬橋の車線拡幅工事を行った。なかでも宮谷橋はトラス橋であり、トラス橋の拡幅工事は当社初であった。本拡幅工事を通し、床版撤去、トラス桁連結及び床版連結といった重要な技術を獲得することができたので、宮谷橋を中心に工事内容及び特に留意した点について報告し、同時に今後の課題について述べる。

### 2 工事概要

本工事で拡幅を行った橋梁は、宮谷橋と強瀬橋の上下線計4橋である。各橋の橋梁形式を、次に示す。

(1) 宮谷橋(上り線) 単純合成鉸桁橋+3径間連続トラス橋

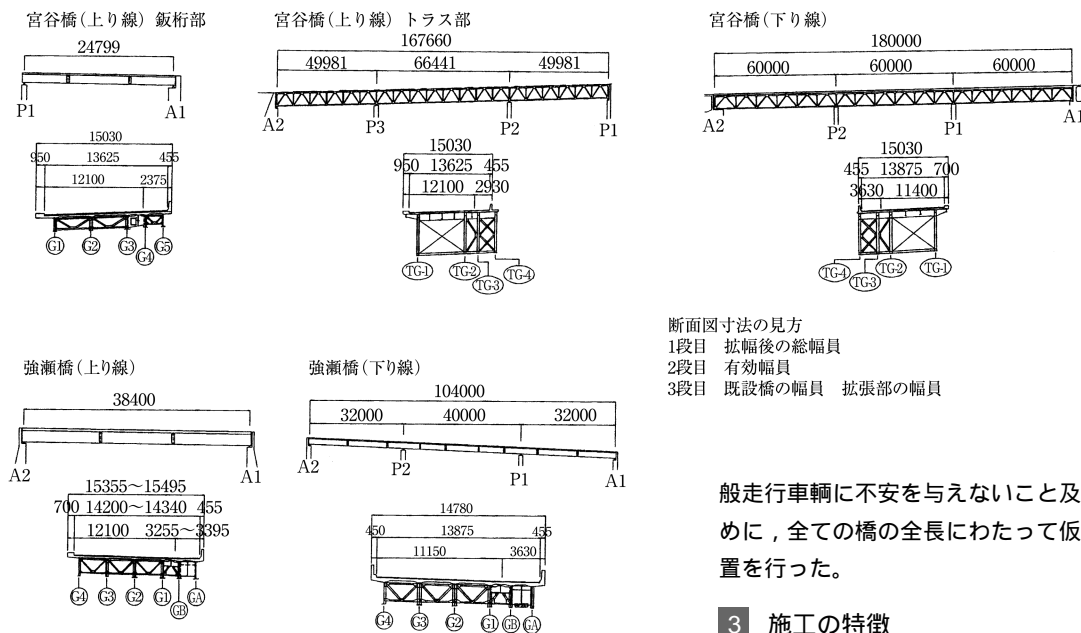


図2 宮谷橋・強瀬橋 一般図  
General view Miyatanibashi Bridge and Kowasebashi Bridge

- (2) 宮谷橋(下り線) 3 径間連続トラス橋
  - (3) 強瀬橋(上り線) 単純合成鉄桁橋
  - (4) 強瀬橋(下り線) 3 径間連続鉄桁橋
- (宮谷橋(下り線)の全景を図1に、橋長、支間長及び  
拡幅前後の有効幅員等の寸法を図2に示す)

いずれも、現状片側2車線である走行帯を3車線に拡幅する工事である。拡幅方法は、全橋とも既設桁に隣接して2主桁を架設し、架設桁上の床版と既設の床版を連結するという方法である。なお、工事に先立ち、作業を行うことによりー

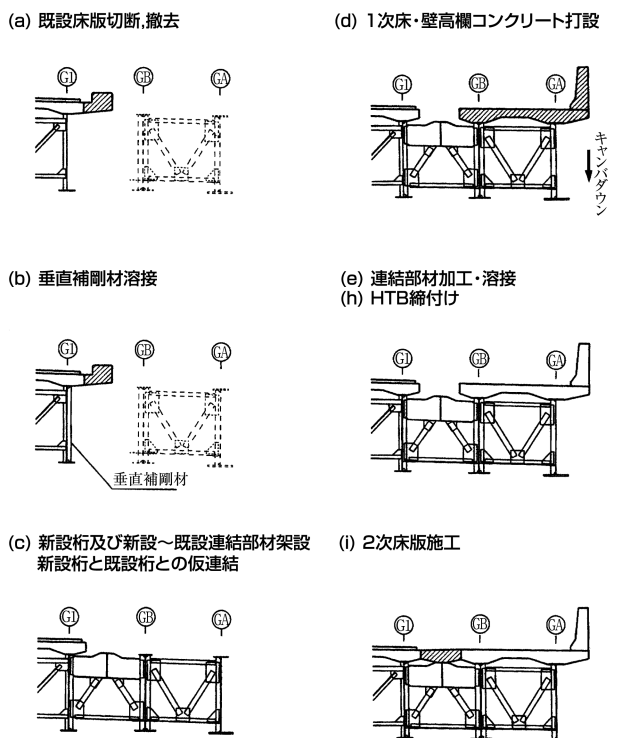


図3 鉄桁の拡幅ステップ  
Step chart for widening construction of plate girder bridge

断面図寸法の見方  
1段目 拡幅後の総幅員  
2段目 有効幅員  
3段目 既設橋の幅員 拡張部の幅員

般走行車輛に不安を与えないこと及び作業員の安全確保のために、全ての橋の全長にわたって仮設防護柵 (h = 3m) の設置を行った。

### 3 施工の特徴

拡幅方法は、トラス橋及び鉄桁橋とも同様であり、まず、既設橋の床版端部を切断する。次に主構(主桁)を新設し、新設した桁上に床版(1次床版)を施工する。そして、新設桁のキャンバダウン後、既設桁と新設桁とを連結する。最後に、既設床版と1次床版の間(2次床版)を施工し拡幅完了となる(図3、図4)。

#### 3.1 既設床版撤去

##### 3.1.1 切断位置の決定

床版撤去に際し、まず床版切断位置(橋軸方向及び橋軸直角方向とも)の決定を行う。橋軸方向の切断位置は、大きく分けると下記の3つの条件を考慮して決定する必要がある。

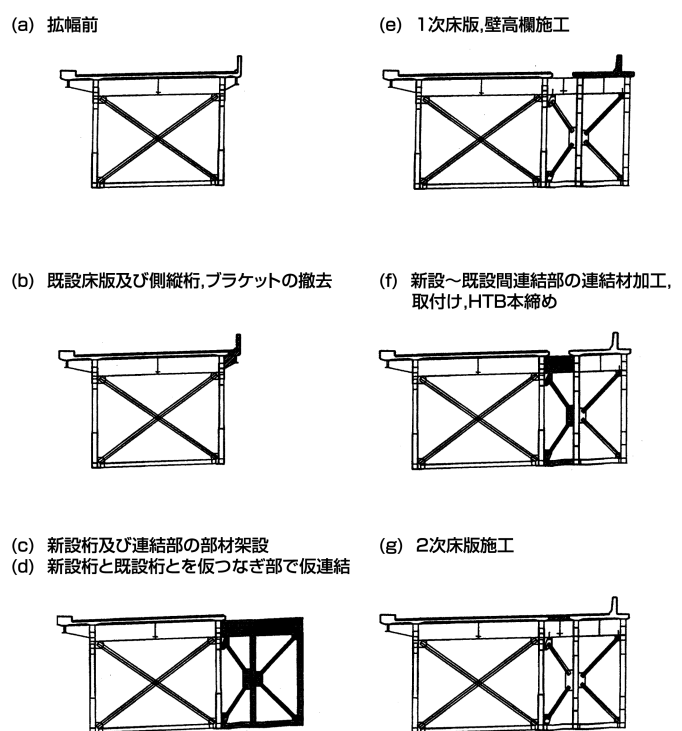
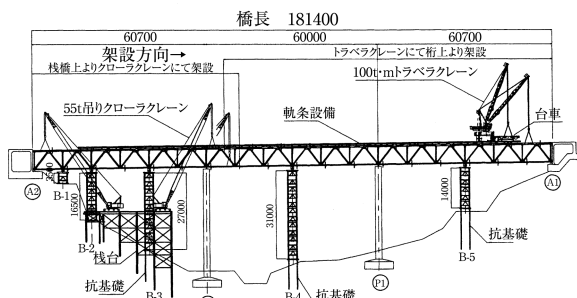


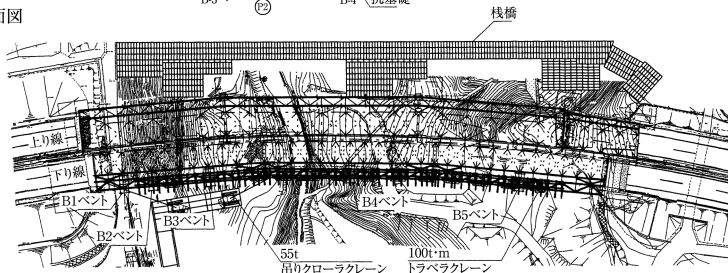
図4 トラス桁の拡幅ステップ  
Step chart for widening construction of truss bridge



側面図



平面図



断面図

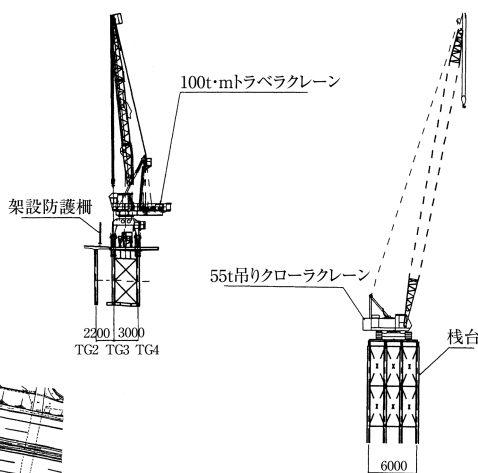


図5

キャンパダウン宮谷橋（下り線）の架設要領  
General view of erection Miyatanibashi Bridge  
(Down line)

- (1) 1次床版と2次床版の打継ぎ目位置  
打継ぎ目を主桁の直上とすると、打継ぎ目にクラックが発生した場合、そこから浸透した水がフランジ上に滞水して鋼材を腐食させる可能性がある。
- (2) 走行幅員と作業幅の確保  
本線の走行性能に大きな影響を与えないように供用部分の幅員を確保する必要があるが、床版撤去作業のための必要幅も確保しなければならない。
- (3) 2次床版幅の確保  
中央道の拡幅工事に作られた設計・施工指針によると、鉄筋の重ね継手長は、鉄筋径の35倍以上と規定されている。また、鉄筋の延長を機械継手及びエンクローズ溶接により行うため、その施工のための余長と鉄筋の重ね継手長とを合わせると、2次床版幅は1000mm程度確保する必要がある。  
更に、施工のことを考えると、2次床版幅はできるだけ一定の幅としたい。

宮谷橋は、曲線半径がやや小さい道路線形部に当たり、床版は曲線形状であるが鋼桁部は折れ桁という構造である。このため、桁中心と床版端部との距離が場所ごとに異なり、切断位置の決定が難航した。最終的には、上下線とも切断位置の決定方法を2種類設定し、上記の問題点をクリアするように橋軸方向に範囲分けを行い切断位置を決定した。

橋軸直角方向の切断位置については、撤去に使用するクレーンの能力及び据付け位置をもとに決定した。

### 3.1.2 施工方法

床版の切断は、まず、橋軸直角方向の切断を先行して行う。次に撤去ブロックへの玉掛けを行う。その後、橋軸方向の切断を行って切り離し、そのままクレーンにより吊り上げて撤去を行う。切断機械は、橋軸方向はコンクリートカッターを使用した。橋軸直角方向については作業帯の制限によりコンクリートカッターでの施工が難しいため、ワイヤーソーを使用した。撤去は、宮谷橋（下り線）の一部を除き、既設橋の横に据え付けたトラッククレーン及びクローラークレーンにより行った。宮谷橋（下り線）のA1橋台から約110mの範囲は、桁下が急峻で既設橋の横にクレーンを据え付けることができない。

このため、壁高欄撤去用の特殊な門型クレーンを使用し撤去を行った。

なお、トラス橋には側縦桁及びブラケットが設置されているため、床版切断に先立ちこれらの切断を行い、床版と同時に撤去した。

### 3.2 架設

架設は、宮谷橋（下り線）以外については、トラッククレーン又はクローラークレーンを使用したクレーン・ベント工法により行った。宮谷橋（下り線）の架橋箇所は、斜面であり重機の据付け箇所が限られる上、桁下への進入路幅も狭く曲がっているため大型の重機を進入させることが不可能であった。このため、P2～A2間については仮橋を設置し、この上に据え付けた55tクローラークレーンにより架設を行った。ただし、全てを仮橋+クローラークレーンによる架設とすると、仮橋の設置・撤去費、維持費及び設置場所の借地に要する費用等により工事が非常に高額となる。このため、A1～P2間については、桁下に大きな重機を進入させる必要のないトラベラークレーン・ベント工法を採用した。図5に、架設要領を示す。

なお、今回は拡幅工事で作業帯が狭く、トラベラークレーンが旋回するとカウンタウエイト部又は吊荷が、供用中の本線上へ出てしまうためクレーンをほとんど旋回させずに荷取り及び架設を行う必要があった。このため、本工事においては、トラベラークレーンの脚部を改造して高くし、架設部材をトラベラークレーンの下を通過させ、クレーンの前方で荷取りを行い架設を行った（図5）。

架設後のトラス桁は縦長の形状であるため不安定であった。このため、風及び地震荷重が作用した場合に対する安全対策として、支点及び中間格点に仮連結部を設け転倒を防止した。

なお、仮連結部の孔は1次床版打設前後のたわみ差が最大で約40mmあること、及び既設桁には走行荷重によるたわみも発生することから、余裕を見込み約80mmの長孔とし、たわみ差を吸収した。

### 3.3 1次床版施工

1次床版の施工は、新設桁の形状管理を行い易くすることと桁に大きな内部応力を残さないようにすることから、桁連



結の前に行った。

施工については、通常の床版と同様に行った。なお、既設床版側の鉄筋と連結を行う鉄筋を、重ね継手長を確保して配筋すると、打止め型枠から突出させる必要があり、打止め型枠の組立が非常に煩雑となる。このため、1次床版側の鉄筋に機械継手を設けることとした(図6)。これにより、打止め型枠にカブラを密着させておけば、脱型後、カブラを圧着した鉄筋を所定のトルク値(160N・m程度)により締め込むことで、容易に鉄筋の延長を行うことができる。

また、2次床版との打継ぎ目となる面については、コンクリートの付着性を向上させるために型枠に硬化遅延剤を塗布しておき、コンクリートを打設した翌日に脱型し、目あらしを行った。

### 3.4 新設桁と既設桁との連結

既設桁と新設桁との連結部は、新設桁のキャンパダウン後に行った。

連結部材は、格点ごとに切断加工又は孔明けのための寸法を計測する必要があり、かつ部材によっては、吊り足場上で全ての作業(けがき、ガス切断及び孔明け)を行う必要があるため、現場での作業が多かった。また、部材運搬、ガス切断、孔明け、溶接、塗装及び2次床版用の型枠支保工組立等の作業が輻輳し、工程管理及び品質管理が極めて重要であった。

特に、溶接作業については、作業中に振動を受けるとアンダカット及びブローホール等の欠陥が発生し易くなるため、品質上大きな問題となる可能性がある。しかし、既設橋を供用しながらの作業であるため、車輛走行に伴う振動を避けることは不可能である。このため、本工事では、施工前に最も振動の大きい支間中央と溶接部材の多い支点部の2箇所にお

いて溶接施工試験を行い、溶接部の品質に問題がないことを確認した上で施工を行った。

### 3.5 2次床版

#### 3.5.1 配筋

2次床版部で新設床版と既設床版の鉄筋を連結する(図6)が、既設床版の鉄筋は床版撤去時に切断されている。このため、重ね継手長を確保するために鉄筋を延長する必要がある。本工事では、エンクローズ溶接により鉄筋の延長を行った。溶接部は、全数の外観検査と10%抜取りの超音波探傷検査を行い、品質に問題がないことを確認した。

新設床版側は、第3章第3項の1次床版施工に記したように機械継手により延長し、重ね継手長が確保されていることを確認しながら、配筋を行った。

#### 3.5.2 コンクリート打設

2次床版の片側は既設床版であり、直接、打設直後のコンクリートに対して振動が伝わるため、振動の影響が大きい。振動によるコンクリートへの影響(材料分離及びヒビ割れ)を極力小さくするため、早強コンクリートに膨張剤を配合したコンクリートを使用した。早強コンクリートを使用することにより、影響を受ける期間を短くでき、かつ膨張剤によるケミカルプレストレスによりヒビ割れを抑制できる。

なお、早強コンクリートは普通コンクリートと比較してワーカビリティが良くないため、長距離の配管打設を行うと配管内で閉塞を起こす懸念がある。閉塞を起こすと打設を中止しなければならず、不要な打継ぎ目が生じてしまう。このため、本工事では50m以上の配管を行う必要がある橋については、供用中の高速道路の1車線規制を行い、規制帯内にアジテータを導入させ、シュートを使用して打設を行った。

## 4 むすび

以上、宮谷橋及び強瀬橋の拡幅工事について工事の特徴を報告した。

- (1) 大規模な拡幅工事は、当社として2例目であり、当社初となるトラス橋の拡幅工事も含まれていたが、無事完了させることができた。
- (2) 今後、交通量の増加に伴う拡幅工事件数も増加することと思われるが、本工事を通して明らかになった改善点を活かし、まだまだ煩雑な拡幅工事の作業工程を更に簡素化することが今後の課題になる。
- (3) 最後に本文では特に触れなかったが、既設橋の出来形計測における計測項目等については、設計・施工を踏まえ、十分に事前検討を行う必要がある。本工事においても計測準備不足の部分があり、既設橋の出来形誤差と拡幅桁の架設誤差との相対誤差に対応できない箇所があった。「部材品質の向上及び現地施工の簡素化のため、できるだけ工場にて完成品に近い状態まで加工すること」、「誤差を予測できない部分は現地調整の部分を残しておく必要がある」との境界線の線引きは難しいが、今後追求していく必要がある。

最後に、本工事の設計・施工に際し、多大な指導を頂いた日本道路公団東京建設局上野原工事事務所をはじめ関係各位に深く感謝の意を表す。

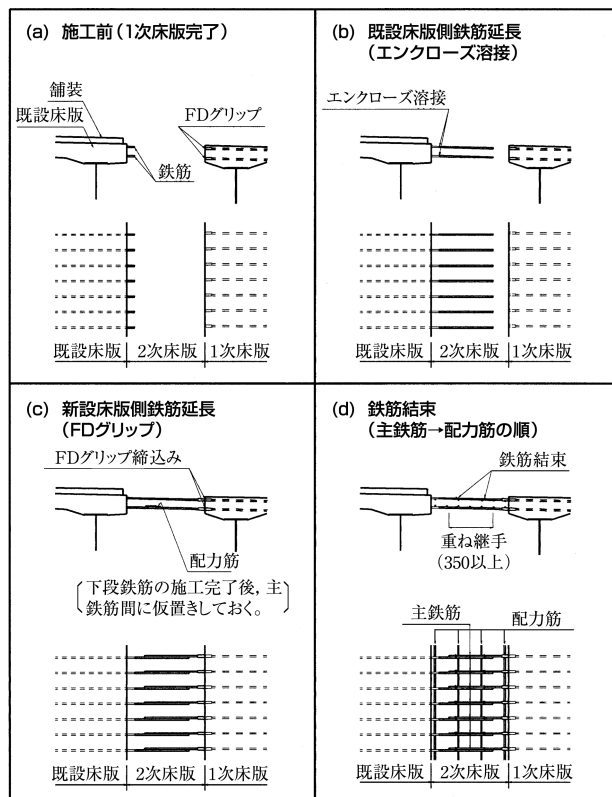


図6

2次床版部鉄筋構造詳細及び延長・配筋要領  
Arrangement of bar at secondary floor slab

# 工業排水からの溶剤回収装置

## Solvent Recovery Process for Industrial Waste Water Treatment

鈴木 祐二\* 福政 徹\*

Yuji SUZUKI

Toru FUKUMASA

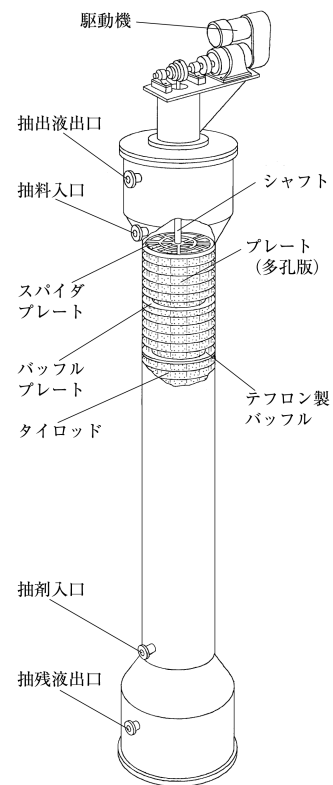
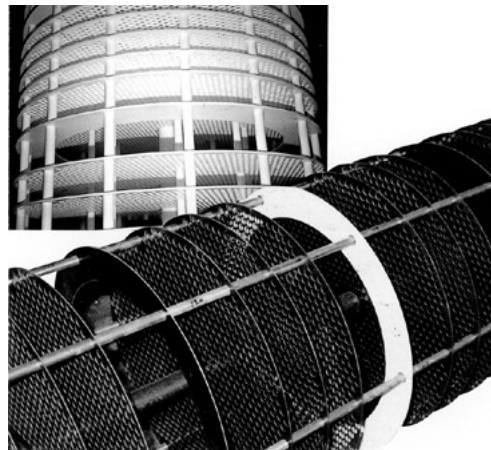


図1

『住友・カールカラム™抽出装置』

Sumitomo・Karr Column™ extraction unit

最近の環境問題とともにゼロエミッションの機運が高まってきている。そのゼロエミッションに必要なとされる技術に、回収技術・再利用技術などさまざまな技術が挙げられる。

当社は、従来より保有している蒸留及び抽出という分離技術を生かした回収・再利用に着目してきたが、ここでは帝人株式会社と共同で構築した溶剤回収装置について紹介する。

Recently, a trend toward Zero-Emission is raised, accompanied with the movement of environmental issues. Various kinds of

technologies such as Recovery, Re-use and so on may be listed up to achieve the Zero-Emission. The article gives a brief introduction of the Solvent Recovery Unit, which has established and developed in cooperation with Teijin Co. Ltd. We have established the separation techniques such as Distillation, Extraction applied to Recovery and Re-use unit, and these are developed and enhanced as our key technologies from past time.

### 1 まえがき<sup>(1)(2)(3)</sup>

大量のエネルギーを消費し発展を遂げてきた現代社会で、負の遺産として取り残されてしまった環境問題は、環境ホルモン及びダイオキシンなどの言葉とともに現在非常に関心を持たれている社会問題である。最近の環境問題とともに、資源の有効利用を図り、かつ環境への負荷を低減し物質の循環を産業系で達成しようというゼロエミッションの機運が高まってきている。産業活動からの環境への排出を防止するために、廃棄物及び排水等の処理技術に関して、今後様々な展開が求められてくることとなるであろう。

ゼロエミッションに必要なとされる技術として、副生物（廃棄物）を減少させる技術、再利用技術、再生利用技術及び回収技術など様々な技術が挙げられる。当社では、従来から単位操作である蒸留及び抽出という分離技術を保有しており、今日まで様々な設備を提供してきた。ここでは、当社の分離

技術を生かした回収及び再利用に着目し、帝人株式会社と共同で構築した溶剤回収装置について紹介する。紹介する装置は、同社の反応技術と当社の抽出・蒸留技術を組み合わせ、合繊工場の工業排水から酢酸を回収する装置である。

### 2 装置の特長

本回収装置の特長を、キーとなる装置を紹介しながら説明する。

- (1) 従来、ポリエステル製造時に出る工業排水は、酢酸を含む有機物をバクテリアで処理し、残滓を産業廃棄物として埋め立てていた。<sup>(3)</sup>

本回収装置のプロセスでは、はじめに、帝人株式会社が開発した「触媒湿式酸化法」で工業排水を酸化処理し、酢酸以外の有機物を除去する。その後、『住友・カールカラム™抽出装置』でその工業排水より酢酸を抽出し、蒸留精製して高純度の酢酸をアセ

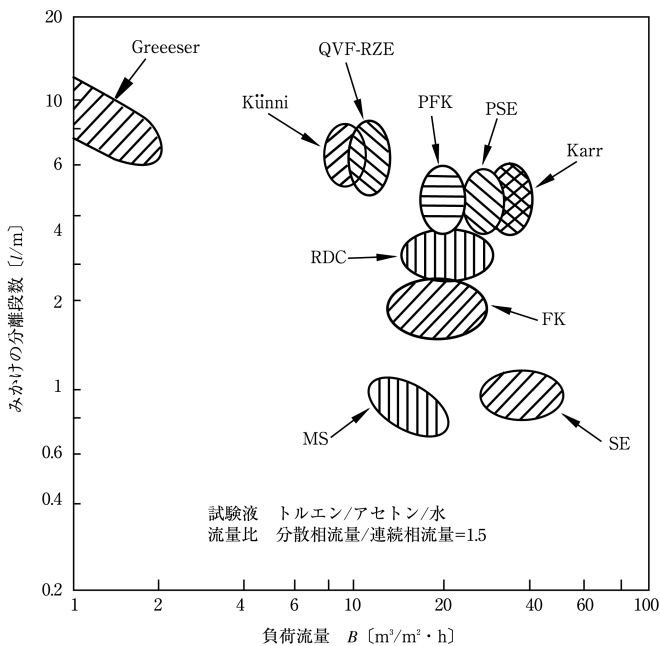


図2 試験抽出機の負荷と性能の関係  
Relation between load and separation efficiency  
in various test apparatuses

テート繊維原料として回収・再利用する。

(2) 本回収装置の中で、酢酸の抽出装置として使用される『住友・カールカラム™抽出装置』は、本回収装置において必要不可欠な液-液抽出装置であり、高い処理能力と抽出効率を実現している。『住友・カールカラム™抽出装置』は塔型の抽出機で、プレートスタック（シャフトに複数枚の円形多孔板（開口比50～60%）を一定の間隔で固定したもの）を塔内で上下に往復運動させることで連続相と分散相の均一分散を行い、目的成分を連続的に抽出するものである（図1）。塔上部の駆動機により、プレートスタックを上下往復運動させる構造であり、動力は最大75kWまでの実績がある。最大処理能力は60m³/m²・hで、最大塔径1500～2000mmまで対応可能である。一方、ターンダウンに対しては、上下往復運動の速度を調整することにより対応可能である。

『住友・カールカラム™抽出装置』は、向流抽出機として用いられており、プレートスタックの往復運動により均一な分散状態となるため、スケールアップが容易で

ある。スケールアップについては確立されており、当社田無製造所内に設置の試験抽出機もしくは貸し出し用試験機においてユーザが実試料による試験を実施し、その結果のスケールアップを行うことにより実機の設計・製作が可能である。図2に、試験抽出機の負荷と性能の関係を示す。

これまで述べてきた『住友・カールカラム™抽出装置』の基本的特長をまとめると、次のようになる。

- a. 希薄溶液を直接濃縮精製する従来法ではなく、液-液抽出による主成分の抽出のため、大幅な省エネルギー化が図られる。（本実績では、約2/3の省エネルギー化が実現した）
- b. 攪拌型塔のため、他社の抽出機より均一な分散状態が得られ、効率も良い。
- c. 多孔板の開口率が大きいため、負荷流量が大きく取れ（最大60m³/m²・h）、固形物含有系にも対応できる。
- d. スケールアップが確実にできる。
- e. 処理量が変動しても容易に対応可能である。

これらの特長により、本回収装置によれば、工業排水9t/hの処理が可能で、また抽出塔の酢酸回収率が約90%という高回収率を達成している。

- (3) 酢酸を高純度に蒸留精製する蒸留設備には、規則充填物『住友ノメラパック』を用いた連続蒸留設備を使用し、前に述べた『触媒湿式酸化法』及び『住友・カールカラム™抽出装置』との組み合わせにより、抽出に使用される抽剤液の回収とその循環使用及び目的成分である回収酢酸純度99.8wt%以上を達成している。

### 3 酢酸回収装置の実績例

1998年に帝人株式会社松山事業所（愛媛県）へ納入した酢酸回収装置の実績について、次に説明する（図3）。

このシステムは、同事業所内にて発生する酢酸が含有する廃水を処理し、高純度（99.8wt%以上）の酢酸を回収するシステムであり、同社の反応技術と当社の抽出・蒸留技術を組み合わせ、環境上及び省エネルギーの観点から構築されたエコシステムである。

- (1) 3wt%程度の酢酸を含む工業排水約9t/hは「触媒湿式酸化設備」へ送られ、ここで工業排水中に含まれる酢酸以外の有機物を酸化分解して除去した後『住友・カールカラム™抽出装置』へフィードされる。

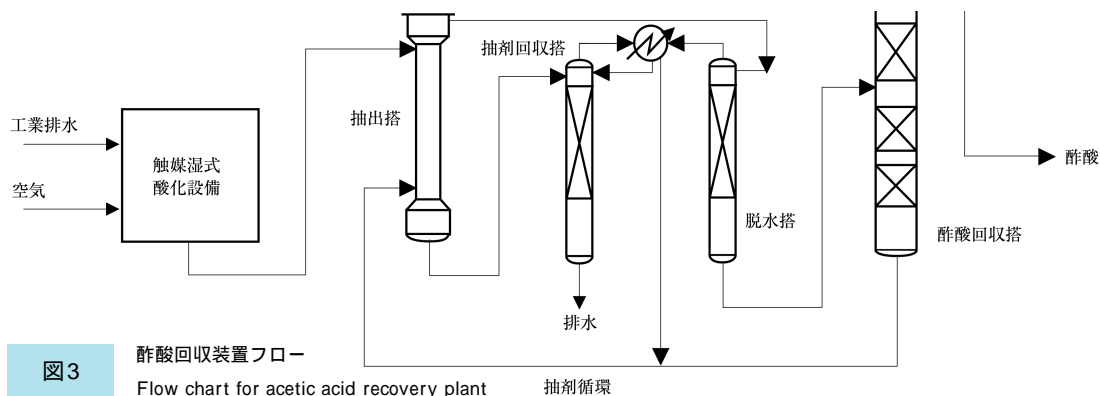


図3 酢酸回収装置フロー  
Flow chart for acetic acid recovery plant



- (2) 触媒湿式酸化処理された工業排水は、『住友・カールカラム抽出装置』において、抽剤液で液液抽出を行い、目的成分である酢酸を工業排水より抽出する。この際の抽出塔に於ける酢酸回収率は約90%である。
- (3) 抽出塔の上部より流出する抽出液は脱水塔へ送られ、ここで抽出液を脱水し、下部より抜き出されて酢酸回収塔へフィードされる。酢酸回収塔において、抽出液は酢酸と抽剤液に分離・精製されてそれぞれ回収される。回収された酢酸濃度は純度99.8wt%以上で、抽剤液も当装置内で循環使用される。脱水塔上部より留出する液は、デカンタにより水分と抽剤液に分離される。抽剤液は再度脱水塔へフィードされ、水分は抽剤回収塔にて抽剤液と排水に分離される。なお、この際の設定の総括酢酸回収率は85%以上である。
- (4) 抽出塔の下部より流出する抽残液は抽剤回収塔にフィードされ、デカンタからの水分とともに排水と抽剤液に分離される。排水は、抽剤回収塔の下部より排出される。このときの排水に含まれる酢酸濃度は0.3wt%以下である。
- (5) 抽出装置で酢酸を抽出するために使用する抽剤液は蒸留設備内で蒸留・回収され、再び抽剤液として当装置内で循環使用されるため、系外へ排出されることはない。また、抽剤液の回収・脱水は、上に述べたように2液相分離を伴う最適化された共沸蒸留システムである。

本設備では、純度99.8wt%以上、酢酸回収率85%以上を『住友/メラパック』で達成しているが、更に、『住友/メラパック 250X・250Y』等を組み合わせることで、回収部と濃縮部に負荷の差がある場合への最適化を図っている。

参考として、『住友/メラパック 250X・250Y』のNTSM-Fファクタ及び圧力損失-Fファクタを示す(図4、図5)。

また、抽剤液の系内ホールドアップを最小とし、設備のコンパクト化をはかるために、塔内インターナルの最適化とコンデンサへのスパイラル熱交換器の採用等数々の工夫がされ

ており、上工程からの組成変動に対しても、ターンダウン対応が可能な様に設計されている。

回収した酢酸は、同事業所で生産しているアセテート繊維の原料となり、従来の酢酸購入量の3分の1を回収でまかなうことができる。一方、従来埋立て処理されていた産業廃棄物の発生は大幅に抑えられ、排水処理コストの約75%の削減が可能になった。また、水質環境の基準となるCOD(化学的酸素要求量)排出量は、従来に比べ約10%の削減が可能となった。

#### 4 適用分野

『住友・カールカラム™抽出装置』の適用分野は、上記以外の系の排水からの有効成分の抽出はもちろん、エステル類/脂肪酸、ニトロベンゼン/ニトロトルエン及びスルファ剤など薬剤の抽出をはじめ、石油化学、医薬品製造プロセス、フェノール、抗生物質、ウラン/核燃料の回収、光学異性体(キラル化合物)各種異性体、ニッケル-コバルトなど金属の分離、処理液中のフェノール/有機物/無機物質などの除去、リン酸/抗生物質などの精製、混和性溶媒/不混和性溶媒などの乾燥などに用いられ、これまでに国内で約50基の納入実績がある。

『住友・カールカラム™抽出装置』は、単品はもちろん蒸

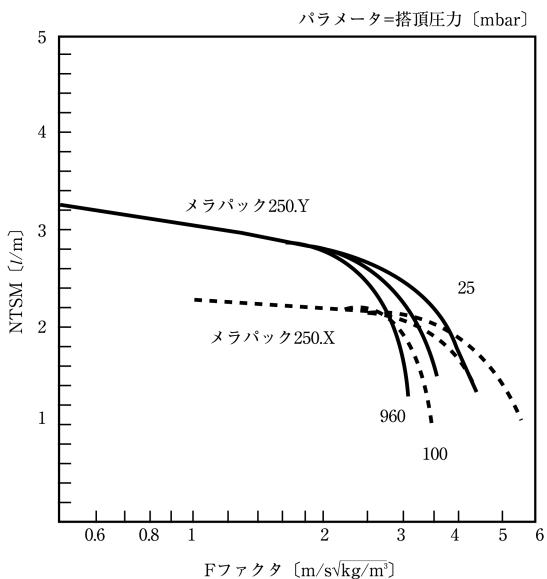


図4 NTSM-Fファクタ  
NTSM-F factor

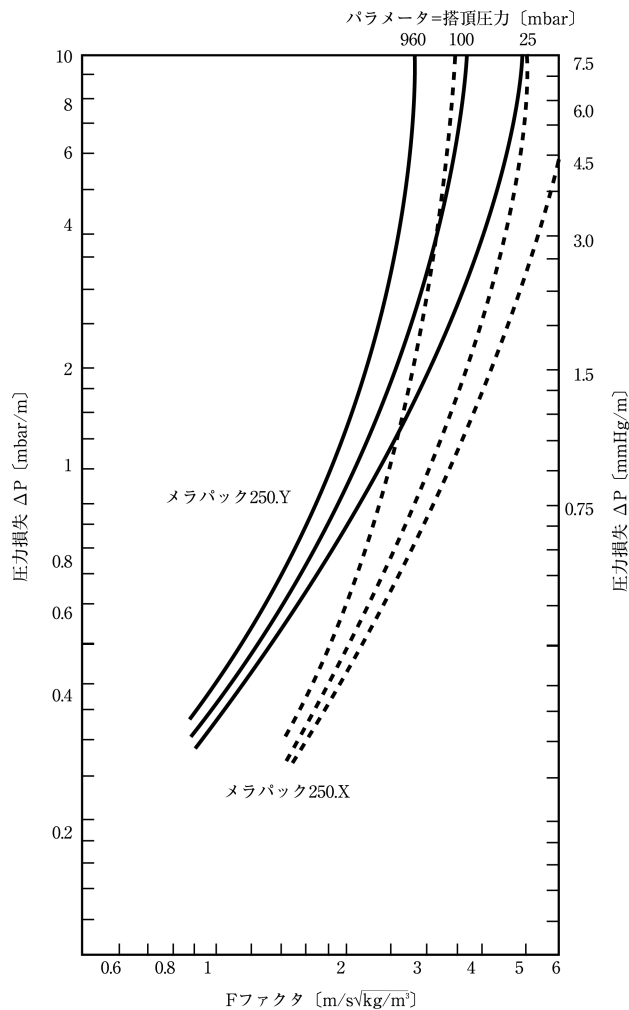


図5 圧力損失-Fファクタ  
Pressure loss-F factor



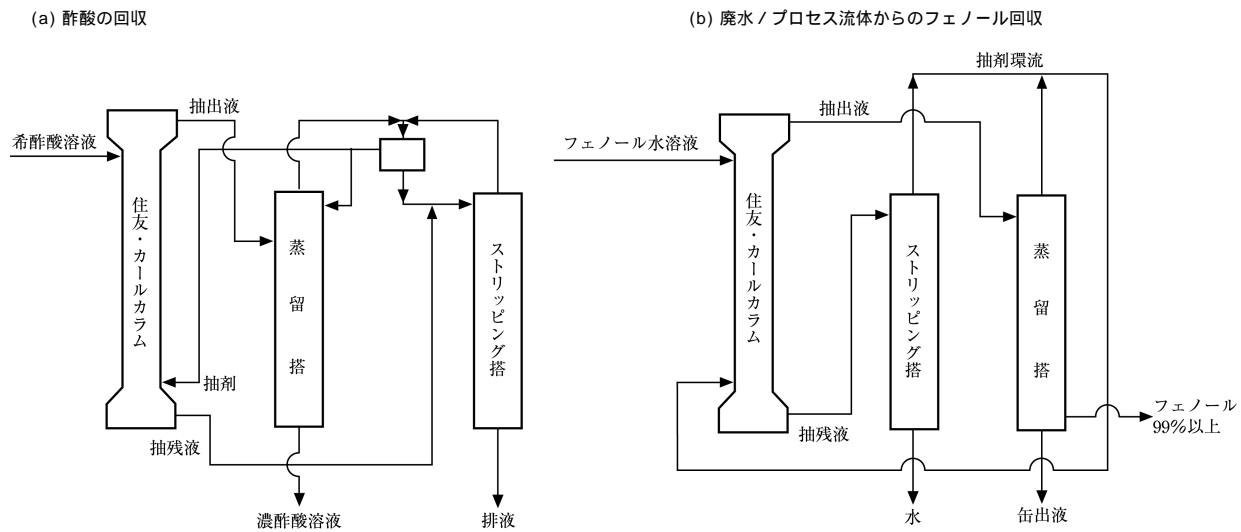


図6

適用例

Feasible application examples

表1

1999年酢酸需要予測（酢酸連絡会まとめ）  
Expected acetic acid consumption in 1999  
(By Coordinating Association of Acetic Acid)

	需要量〔t〕	構成比〔%〕	前年対比〔%〕
内 需	502200	77	- 2
輸 出	151000	23	0
合 計	653200	100	- 2
内需内訳			
酢酸エステル	46900	9	- 1
酢酸ビニル	160500	32	0
写真・試薬	5400	1	1
染 色	6000	1	0
食 用	7500	1	0
医 薬	8100	2	0
モノクロル酢酸	27000	5	- 3
無水酢酸	26300	5	0
酢酸繊維素	101100	20	0
TA	58000	12	- 13
その他	55400	11	0
合 計	502200	100	- 2

(注)「化学工業日報」記事より

留装置と組み合わせた適用が可能である。特に最近の環境問題やゼロエミッションの機運の高まりから、回収技術に関する照会の割合も増加傾向にある。例えば、有機溶媒などは、基本的な考え方として本装置と同様の抽出・蒸留装置の組み合わせにて適用可能である。適用例を、図6に示す。

5 むすび<sup>(4)(5)(6)</sup>

- (1) 酢酸は表1に示す通り広範囲な用途があり、その需要も比較的安定している。従って、その回収・再利用技術は将来においても重要なキーテクノロジーとして発展するものと考えられる。
- (2) 今回は、合繊工場からの酢酸回収装置としての利用を紹介したが、本設備は塗料関係、接着剤関係その他酢酸を含む系の全般に適用可能である。
- (3) 酢酸に限らず有機物回収技術についても同様であり、前述の有機溶媒の回収に代表されるように、<sup>『住友・カ</sup>

ールカラム™抽出装置』と蒸留装置の組み合わせによるこのシステムが、次に示すように広範囲に適用可能な技術であると確信する。

- a. 溶剤の回収システム
- b. 排水/プロセス流体からのフェノール回収システム
- c. 水溶液の脱水精製システム
- d. 溶液中の主成分の抽出システム

(参考文献)

- (1) 妹尾 学．分離科学ハンドブック．1993．
- (2) 鈴木基之．ゼロエミッションが求める社会システムと環境汚染対策．化学工学，63，No. 2 p. 69～93，1999．
- (3) 北尾高嶺．工業廃水の化学処理プロセス．丸善株式会社，p. 208～213，1976．
- (4) 山口 学．ケミカル・エンジニアリング．1981 6月号，p. 53～58，1981．
- (5) 城塚 正．ケミカル・エンジニアリング．1981 6月号，p. 13～16，1981．
- (6) Roger, W. C. et . CHEMICAL ENGINEERING . July , 1996 , p. 94～103 , 1996 .

# 技術解説 石膏ボード原紙用板紙抄紙機

## Gypsum Board Machine

矢野 正 時\*

Tadatoki YANO

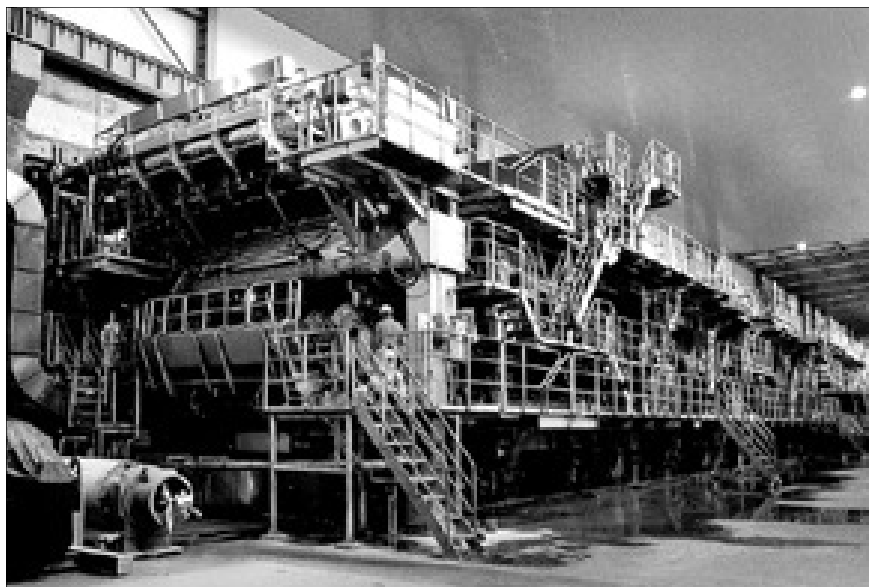


図1 石膏ボード原紙用板紙抄紙機  
Gypsum board machine

### 1 はじめに

最近の建築物においては、和式・洋式を問わず、石膏ボードがいろいろな場所に使用されている。この石膏ボードは、表（おもて）紙及び裏紙と称される板紙で石膏を挟み込んで製造される。この板紙が石膏ボード原紙であり、この板紙を製造する機械が石膏ボード原紙用板紙抄紙機である。

この石膏ボード原紙用板紙抄紙機を、板紙抄紙機としては初めて国内の製紙会社（高砂製紙株式会社）へ納入したので報告する。

今回納入した抄紙機は、石膏ボード原紙用抄紙機としては、マルチフォードリニア（多層長網式）を搭載した国内で初めての抄紙機である。本機は、2000年4月にスタートアップし、種々のテストを繰り返しながら、現在まで順調に営業運転を続けている。

本抄紙機（図1）の主要仕様及び機械構成を、次に示す。

#### 主要仕様

紙種	石膏ボード用原紙
坪量	150～270g/m <sup>2</sup>
紙幅	4100mm
ワイヤー幅	4600mm
抄速	600m/min

#### 機械構成

ヘッドボックス	シムフロー T 2台 （表層，裏層用）
	シムフロー TD 2台 （表下，中層用）
ワイヤーセクション	4層マルチフォードリニア

プレスセクション	ノーオープン型オプティプレス
ドライヤセクション	ブレドライヤ 5群構成 （1群はシングルカンバス） アフタドライヤ 1群構成
サイズプレス	シムサイザ
カレンダー	ハードニップカレンダー
リール	サーフェイスリール
ワインダ	ウィンドラムワインダ

### 2 石膏ボード原紙の必要機能

石膏ボード原紙は、数多くある板紙の中でも、特殊板紙に分類され、石膏ボードの表（おもて）面となる表（おもて）紙と、壁側になる裏紙がある。それぞれの紙（表紙，裏紙）には、いろいろな品質・機能が要求されるが、その中でも次の機能が重要である。

#### (1) 石膏との良好な接着性

石膏ボード製造時の、短時間での流れ方向及び幅方向における均一な石膏との接着性は非常に重要な項目であり、表紙及び裏紙とも石膏との接着面側には、この機能が要求される。

#### (2) 高い引張り強度と適度な曲げ強度

建築現場で石膏ボードを持ち運ぶ時に、ボードの自重荷重に充分耐えうる高い引張り強度が要求される。一方、ボード切断時には、容易にボードが折れるように高過ぎず、低過ぎない適度な曲げ強度が要求される。

#### (3) 良好な外観

石膏ボードの表側は、人目にさらされる場合が多いため、その見栄えの良さが特に重要である。

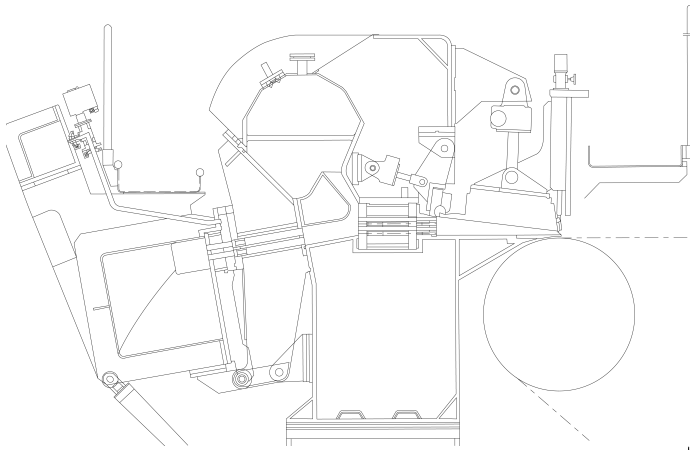


図2 ディリュージョンヘッドボックス  
Dilution head-box

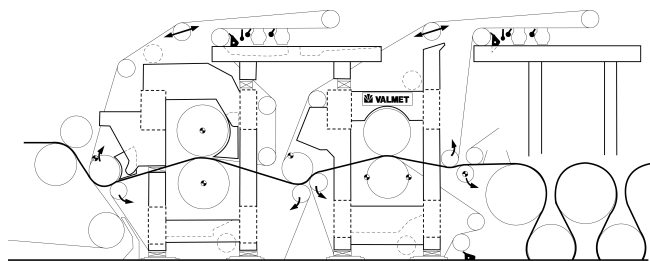


図3 ノーオープンドロプレス  
No-open-draw press section

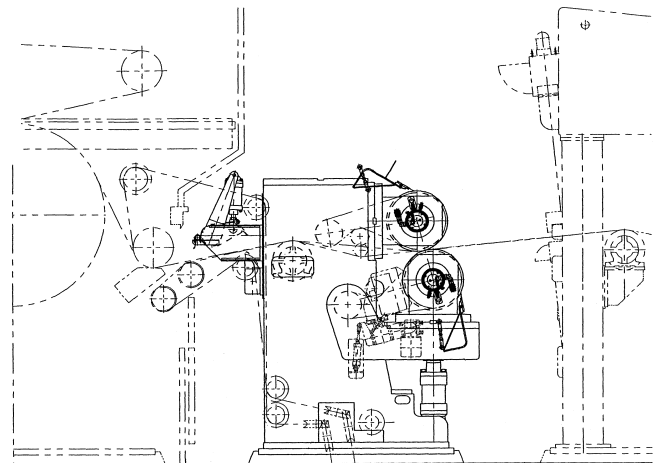


図4 ハードニップカレンダー  
Hard-nip calender

### 3 本抄紙機の特徴

前述の石膏ボード原紙としての必要機能を得るために、本抄紙機には次のような機械装置を装備している。

- (1) 2台のディリュージョンヘッドボックス(図2)の設置  
石膏との良好な接着性を得るためには、後述の均一な水分プロファイルとともに、幅方向において均一な坪量プロファイルを得ることが重要である。そのために、本抄紙機においては、表下及び中層用ヘッドボックスとして、B/M計(Basis Weight Measurement)よりの坪量データにより、坪量プロファイルを自動制御できるディリュージョンヘッドボックス(シムフローTD)を2台装備している。
- (2) 水分調整装置の設置  
上述の如く、均一な坪量プロファイルとともに、均一な水分プロファイルを得ることは、石膏との良好な接着性を得る上で、非常に重要なことである。この品質を確保するために、B/M計よりの水分データにより、水分プロファイルを自動制御できる、水分調整装置をドライヤ内に装備している。
- (3) ノーオープンドロ型シュープレスの設置(図3)  
MD(Machine Direction)及びCD(Cross Direction)方向において、高い引張り強度を得るためには、ウェツ

ト部で適切な地合形成を得るとともに、プレス部において紙に無理なテンション(即ち引張応力)を与えないことが重要である。本プレスセクションは、ノーオープンドロプレスであり、プレス内で紙は常にフェルトで支持され、紙自身に無理なテンションが発生しないようにしている。また、適度な曲げ強度を得る上で重要なことは、適度な紙の高を得ることである。この紙の高を調整するための最良の方法がシュープレスの採用であり、本抄紙機には2Pにシムベルトプレス(住友/バルメット製シュープレス)を搭載している。

- (4) ハードニップカレンダーのロール(図4)  
坪量、水分の均一性の他に、高の均一性(即ち、密度の均一性)も石膏との均一な接着を得る上で重要である。本抄紙機用ハードニップカレンダーは、トップ及びボトムロール共撓み補償機構付きロールのシムロールを搭載し、すべての設定ニップ圧に対し、ストレートな均一ニップを得ることができるようにしている。

### 4 おわりに

当社としては、国内で初めての板紙抄紙機フルマシンの納入であり、現在好調に営業運転されている。

今後も、客先ニーズを先取りし、より良い板紙抄紙機を市場に供給してゆく所存である。

## 新製品紹介

## 新小形ギヤモータ ALTAX® シリーズ

New Small Size Gear Motor ALTAX® Series



本シリーズは、市場の更なる低騒音化、軽量化及びコンパクト化の要求に応えるために開発された、従来の小形ギヤモータALTAX®に代わるシリーズである。

本シリーズは、ギヤ部の歯形設計の最適化により、一層滑らかなかみ合いを実現し低騒音化を達成した。また有限要素解析及び最適設計により、ギヤ部のコンパクト化・軽量化を達成した。更に、産業機械用ギヤモータでは国内初である中間容量のモータを追加することで、ユーザでの最適設計を可能にしている。

用途は、搬送機器、食品機械、環境機器（生ごみ処理機等）及び福祉機器などである。

## 主要仕様

入力容量 90W ~ 2.2kW

減速比 3 ~ 1003

機種数 213機種

（3相モータ付きギヤモータ）

取付け方式 脚取付け フランジ取付け

取付け方向 取付け方向自由

## 特長

- (1) 弾性解析によるギヤ部かみ合いの最適化により、旧シリーズに対して最大5dB（A）の騒音低減を達成している。
- (2) 有限要素解析及び最適設計により、ギヤ部サイズの小型化が可能になり、旧シリーズに対して最大約40%の軽量化及び最大70mmの全長短縮化を達成している。
- (3) モータ中間容量0.25kW、0.55kW及び1.1kWを追加することにより、容量 - 減速比組み合わせが旧シリーズに対して約6割増え、ユーザでの最適設計を可能にしている。

- (4) ギヤとモータが同心軸構造である遊星歯車機構のメリットを生かすことにより、フランジ取付け面積は業界最小となっている。



## 新製品紹介

## サーボモータ用ギヤヘッド New-IBシリ - ズ

Intermediate Backlash New-IB Series



各種産業機械において近年、高速・高精度化の要求が高まりつつあり、特にロボットのアームのように正逆運転が繰り返され、かつ所定の絶対位置に確実に位置決めすることが要求されるような用途に対しては、その性質上駆動源によるバックラッシュがしばしば問題として存在する。

このような問題に対し、サーボモータを直結した小バックラッシュ減速機を使用すれば高速・高精度位置決めが可能となるため、ユーザでは精密制御用としてこれらが幅広く用いられている。

当社では、このような用途に対しMCドライブ（Motion Control Drive）という製品群を用意している。

これらは、

- (1) F (Fine) シリーズ ファインサイクロ®減速機
- (2) IB (Intermediate Backlash) シリーズ IB遊星減速機
- (3) LB (Low Backlash) シリーズ サーボ用サイクロ®減速機
- (4) スタンダード シリーズ サイクロ®減速機

の4製品群である。

上記シリーズ4製品のうちIBシリーズについては、新たな小バックラッシュ設定機構を採用し、性能及び伝達容量ともに向上を図った次世代機種New-IBシリーズを2001年12月より販売開始した。

## 主要仕様

入力容量 0.03 ~ 1.5kW

（今後3.7kWまで拡張予定）

枠番・減速比 3枠番 1/5 ~ 1/45の6減速比

出力取出し仕様 フランジ又は軸取出しの2タイプを用意

客先減速機取付け方式 フランジ取付け

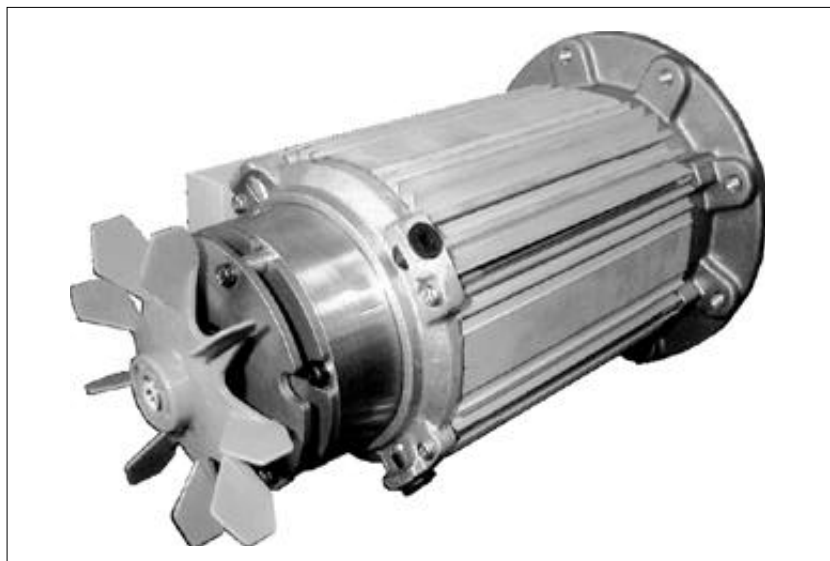
## 特長

- (1) 現行機に対し取付けモータ容量を大幅に向上させ、軽量・コンパクト化を実現している。
- (2) 効率は減速機定格90%以上であり、騒音値70dB以内（無負荷入力3000r/min）を実現している。
- (3) 国内主要メーカーのサーボモータ即取付けを可能にし、ワンタッチで取付けられる軸継手・フランジを標準装備している。
- (4) 出荷時標準グリースを封入出荷することにより、メンテナンスフリーを実現している。

## 新製品紹介

## ギヤモータ用RBブレーキ

RB Brake for Gear Motor



ギヤモータが使用される環境下では、位置決め時の保持や停電時での事故を未然に防ぐためにブレーキが使用される場合が多い。特に昇降機及びウィンチなどの安全性が強く要求される用途では、高く安定したブレーキトルクが求められていた。一方で時代の変化に伴い、ギヤモータが使用される用途が民生品や医療・福祉機器に広がり、ブレーキにおいても静音性及びコンパクト性を最重要視する要求も増加している。

1987年に標準化した当社のFBブレーキシリーズは、各産業分野で広く使われている。今回これに加え、市場の多様化した要求に対応するため、新たにRBブレーキシリーズを開発し、2001年11月販売開始の新小型ギヤモータALTA<sup>®</sup>αシリーズ（55頁参照）用標準ブレーキとして採用した。本ブレーキは構造のシンプル化による軽量化と消費電力の低減を図るとともに、動作時の衝撃音を抑えた低騒音仕様のブレーキとなっている。今後は6000#サイクロ及びハイボニックなどの当社減速機への採用を計画している。

## 主要仕様

型式 RB-01～RB-3（6機種）  
 適用モータ容量 0.1～2.2kW（4極・屋内型）  
 動摩擦トルク 0.8N・m～17.6N・m  
 （適用モータ定格トルクの120%，50Hzベース）  
 定格電圧 DC90/180V  
 消費電力 10W～30W（コイル温度75℃時）  
 時間定格 連続  
 取付け方向 全方向  
 絶縁の種類 B種  
 方式 乾式複板無励磁作動

## 特長

(1) RBブレーキでは、FBシリーズに比べてブレーキ動作時の衝撃音（吸引音及び制動音）を大幅に低減（最大約

20dB）している。

- (2) RBブレーキでは、FBシリーズに比べて消費電力を抑えている。（最大約34%）
- (3) RBブレーキの質量は、FBシリーズに比べて最大26%の軽量化となっている。
- (4) 電源がOFFの状態でもブレーキが作動する方式のため、突然の停電でも確実に作動し、速やかに機械を停止させるので、安全ブレーキとしての機能を十分に発揮する。
- (5) ブレーキライニングには、人体に有害なアスベスト（石綿）を使用していない。

（PTC事業本部 永易卓也）

## 新製品紹介

## 油圧ショベル SH225X-3

Hydraulic Excavator SH225X-3



本機は、標準バケット容量0.8m<sup>3</sup>クラスの後方超小旋回型油圧ショベルをフルモデルチェンジし、SH225-3としたものである。

高いレベルで「安定性」、「安全性」及び「安心性（＝トリプルAバランス）をバランスさせた新型スピンエースの最上級モデルとして開発した。

この後方超小旋回形油圧ショベルSH225-3は、今までコンパクト故に犠牲となっていた安定性の悪さを改善し、小廻り性を維持しつつ抜群の作業安定性を確保しながら、同時に微細操作性能を一段と向上した機械としている。

## 主要仕様

タイプ	後方超小旋回
標準バケット容量	0.8m <sup>3</sup>
運転質量	22300kg
定格出力	103/1950kW/min <sup>-1</sup>
最大掘削半径	9910mm
最大掘削深さ	6700mm

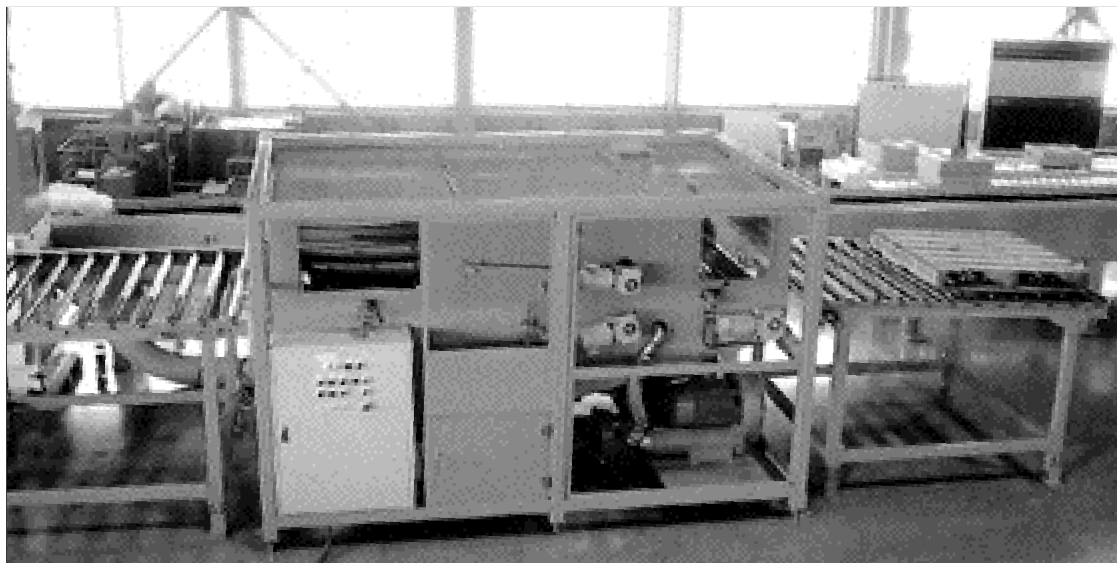
## 特長

- (1) ブーム上下操作性の改良により機械の揺れを低減し、カウンタウエイトの増量を行って標準機と同等の作業範囲を確保し、小旋回タイプでありながら抜群の安定性と吊り性能を実現している。
- (2) ワンタッチ昇圧機構の採用により掘削力アップを図るとともに、旋回力、走行駆動力においても従来機よりも強化し、あらゆる現場のニーズに対応できる機械としている。
- (3) 排出ガス2次規制対応型電子制御エンジンを搭載し、低燃費・低騒音を実現している。また、ハウスカバーは全てメタルを採用し、補修性及びリサイクル性を向上させ、経済性と環境に配慮している。
- (4) 標準機並のスペースを確保した大型キャブを搭載し、広い足元スペースや作業姿勢に合わせたコンソール一体スライド機構、フットレスト、アームレスト、ヘッドレスト及びフェースプロア機能付きエアコンなどを標準装備し、快適な作業空間を実現している。
- (5) 作動油透析システム「クリーンネフロン」を標準装備し、新開発の長寿命作動油を使用することで作動油の交換インターバル10000時間を達成している。
- (6) フロントアタッチメントには、EMS（Easy Maintenance System）を標準装備し、1000時間無給脂としている。

## 新製品紹介

## ブラシ式パレット清掃機

Brushing Type Pallet Cleaner



住友ナコ マテリアル ハンドリング株式会社はパレット洗浄機に加え、新たに水を使わないブラシ式パレット清掃機を販売開始した。

水が使えない、水を使いたくない条件下では樹脂パレットの清掃を含めその威力を発揮するが、特に木製パレットの汚れ清掃には最適である。

本清掃機は「回転ブラシ+エアブロー+集塵機」が一体となっており、流通しているパレットの95%以上のサイズのものが清掃可能で、各種オプションを揃えたマルチ型パレット清掃機である。(オプション例 樹脂パレットに対する静電気除去装置)

## 主要仕様

能力(毎時) 200枚/150枚/100枚切換え式  
 対象パレット 木・樹脂パレット 両面型/片面型  
 各種表面形状・寸法に対応  
 寸法 (L)900~1450mm×(W)1000~1250mm×  
 (T)120~165mm  
 清掃対象汚れ 固着した汚れ、べとついた汚れ及び濡れた汚れ  
 などは清掃対象外

## 清掃機構成

回転ブラシ スパイラルブラシがパレットの厚さに応じて  
 上下に移動し、最適な清掃を維持する。  
 エアブロー 上下面ハイブローノズル 風速 100m/min  
 側面 圧縮エアブロー 0.4Mpa  
 集塵機 3.7kW 低騒音型  
 自動フィルタ清掃機能付き  
 パレットマガジン 15枚収納可能な高能力型  
 電気容量 200V 3相20kW 25kVA  
 (3点構成基本型)  
 騒音レベル 機側 1m 地上 1mにて 75dB(A)

## 基本的な機器構成

基本型 3点構成 段ばらしマガジン ブラシ清掃機  
 段積みマガジン  
 基本型 5点構成 搬入コンベヤ 段ばらしマガジン  
 ブラシ清掃機 段積みマガジン  
 搬出コンベヤ

## 特長

- (1) 運転時の騒音を75dB(A)以下に抑えた低騒音型である。(機側1mにて)
- (2) 周辺作業員に対してホコリを撒き散らさない清潔な環境の維持を実現している。
- (3) ゴミの処理以外は日常のメンテナンスを不要とした簡単運転である。
- (4) 設置スペースを取らないコンパクトさ(本体全長=2.9m)を実現している。

(住友ナコ マテリアル ハンドリング株式会社 小林忠信)

## お詫び

前号No.146の12頁謝辞の武田教授のお名前に誤りがありました。  
 武田教授のお名前は、正しくは武田信生教授です。  
 訂正の上、謹んでお詫び申し上げます。