

Sumitomo Heavy Industries Technical Review



Sep.2020
No.202 ISSN 0387-1304

A detailed, colorful technical illustration of various industrial machinery components, including pipes, valves, gears, and mechanical assemblies, serves as the background for the central text.

住友重機械 技報

搬送物流設備特集

Special Issue for Material Handling Equipment & Systems

住友重機械技報

No. 202 2020

搬送物流設備特集

論文・報告	制振技術による高荷役効率連続アンローダのモデルベース開発 岡田真三, 三玉一郎, 続木治彦, 浅井一浩	1
	遠隔自動RTGのグレードアップ より速く, より正確で, より安全なコンテナ自動荷役の追求 宮田紀明	7
	4ドラム式橋形アンローダ 田之上英樹	11
技 術 解 説	プレートトラスガーダの開発 今村高夫	15
	新UI版eSシステム 池田幸信	19
新製品紹介	複数種パレット対応マジックラック	21

Special Issue for Material Handling Equipment & Systems

T/PAPERS	Model-Based Development of High Performance Continuous Ship Unloader by Vibration Reduction Technology Shinzo OKADA, Ichiro MITAMA, Haruhiko TSUZUKI, Kazuhiro ASAI	1
	Up Grade of Remote Automated RTG Pursuit of faster, more accurate and safer automated container handling Noriaki MIYATA	7
	4 Drum Type Ship Unloader Hideki TANOUE	11
T/INVITATIONS	Development of Steel Plate Truss Girder Takao IMAMURA	15
	New UI Based eS System Yukinobu IKEDA	19
NEW PRODUCTS	MagicRack Variation for Multiple Pallets	21

搬送物流設備特集

Special Issue for Material Handling Equipment & Systems



制振技術による高荷役効率連続アンローダのモデルベース開発

Model-Based Development of High Performance Continuous Ship Unloader by Vibration Reduction Technology

●岡田 真三*
Shinzo OKADA

三玉 一郎*
Ichiro MITAMA

続木 治彦**
Haruhiko TSUZUKI

浅井 一浩**
Kazuhiro ASAI



図1 バケットエレベータ式連続アンローダ(CSU)
Bucket elevator type continuous ship unloader

住友重機械搬送システム株式会社が、1976年に世に出したバケットエレベータ式連続アンローダ(CSU: Continuous Ship Unloader)は、高い荷役効率を有し、国内外で多数の納入実績を収めてきた。

近年、省エネルギー化や環境対策の面からさらなる荷役効率への要求は強く、このほど振動を抑えることでバケットエレベータ(BE)の高速化(従来機比150%以上)を実現し、大きな荷役効率改善を達成したので報告する。

本プロジェクトでは、モデルベース開発を適用して開発の効率化を実現し、高速化検証は実機相当の試験機で実証した。従来の75m/minのバケットチェーン速度(当社実績)が120m/minまで構造上は問題がないことが確認された。

この高速化に加え、高荷役効率や低振動化の同時実現により環境、設備保全および運転者不足に対する問題解決が図られ、顧客や社会の要望に十分応えられる製品が実現したと考えている。

The bucket elevator type continuous ship unloader (CSU) introduced by Sumitomo Heavy Industries Material Handling Systems Co., LTD. in 1976 has a high cargo transportation efficiency and has achieved many delivery records in Japan and overseas. In recent years, there is a strong demand for further cargo unloading efficiency from the viewpoint of energy saving and environmental measures. By suppressing vibration, the bucket elevator speed has been increased by more than 50% compared with the conventional machine. As a result, a significant improvement in cargo handling abilities has been achieved. We will describe it in this paper. For the development, the model-based method was applied to speed-up the project. And the verification was carried out by means of a test machine equivalent to an actual one. That has confirmed that there is no structural problem with a bucket speed of 120m/min. In addition to the realization of high cargo transportation performance, the low vibration quality has solved the problems of environment/maintenance, which have become more and more demanded in recent years, and is able to meet the needs of customers and society.

1 まえがき

住友重機械搬送システムが1976年に世に出したバケットエレベータ式連続アンローダ(図1)は、高い荷役効率を有し、国内外で多数の納入実績を収めてきた。

近年、省エネルギー化や環境対策の面からも、さらなる荷役効率向上と振動・騒音対策が強く求められている。荷役効率を上げるにはバケットの大型化とバケットチェーンの高速化が考えられるが、バケットの大型化の場合、アンローダの重量増加が港湾岸壁地盤への荷重に影響を及ぼし、基礎土木

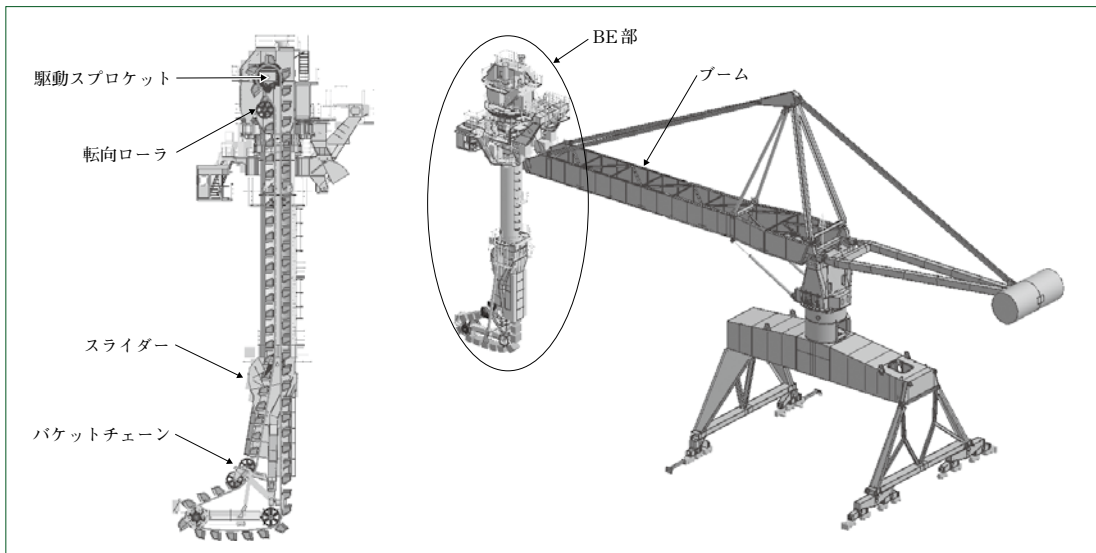


図2 BEの構成
Composition of bucket elevator

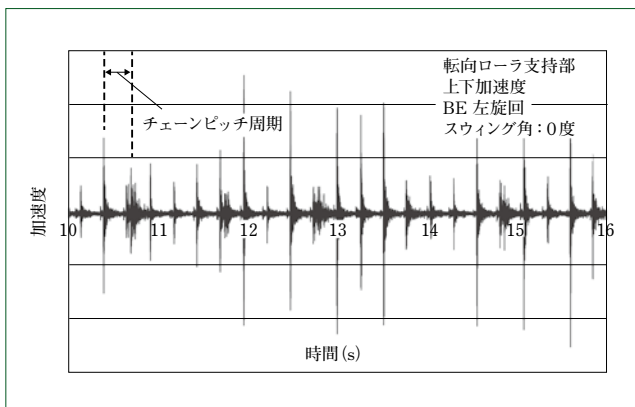


図3 既設CSUの転向ローラ支持部の加速度（鉛直方向、バケットチェーン速度70m/min）
Measured acceleration on roller support of CSU (conventional type)

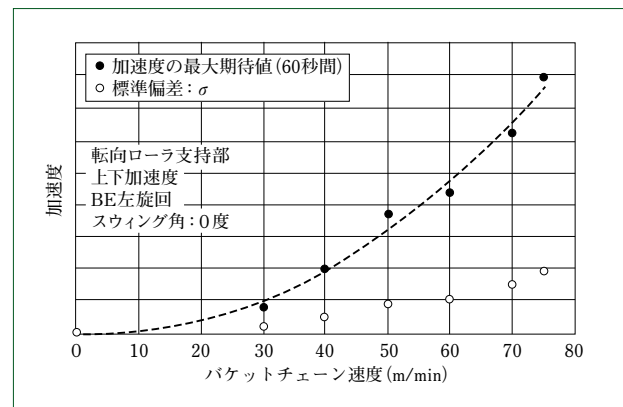


図4 既設機のバケットチェーン速度と加速度の関係
Bucket chain velocity vs acceleration on support of roller

費用の増加をもたらす。したがって、全体の重量増加を伴うことなく荷役効率を上げるにはバケットチェーンの高速化が理想的である。

既存のCSUの高速化を妨げている主な原因は、BE部(図2)の振動であった。実運用上許容される振動の大きさは、バケットチェーン速度75m/min時に発生するものであり、高速化においてはこの振動値以下にすることが目標となった。

振動低減の手段は複数考えられ、それらの組み合わせは膨大な数となる。ここではモデルベース開発の手法を適用し、開発の効率化を図った。まず、全体系が評価できるシミュレーションモデルを開発し、それぞれの対策および組合せについて前もって評価し、最適なものを選択した。

なお、対策の有効性については実証試験機を製造して確認した。バケットチェーン速度については、従来の75m/minの速度(当社実績)が120m/minまで構造上は問題がなく、振動は従来機の75m/min駆動時以下であることを検証した。

また、高速化に伴って生じる次の①～③の問題について対策が打たれた。

- ① 高速化に伴う、バケット掘削効率と石炭の飛散

- ② チェーンの摩耗
- ③ 騒音

高速化に伴い、高荷役効率とともに低騒音化を実現したことで環境や設備保全も改善され、顧客や社会の要望に応えることができると考えている。

2 BE全体系シミュレーションモデルの開発

事前に既設機の加速度測定を行った。既設機は石炭用のもので、荷役能力1500t/hである。既設機のバケットチェーン速度は定格75m/minであり、それ以上の速度で駆動した場合は振動が激しくなることから速度制限が設けられた。図3に、既設機の振動測定の例を示す。転向ローラの軸受支持部に大きな振動が測定され、チェーンピッチ周期で衝撃的な波形が得られた。図4に、振動のバケットチェーン速度依存性を示す。振動はバケットチェーンの速度とともに加速的に大きくなっている。なおチェーンローラ、バケット、転向ローラの相対位置により影響を受け、衝撃のピーク値はランダムであり、衝撃のレベルは統計処理を行い、60秒間最大期待値と比較した⁽¹⁾。

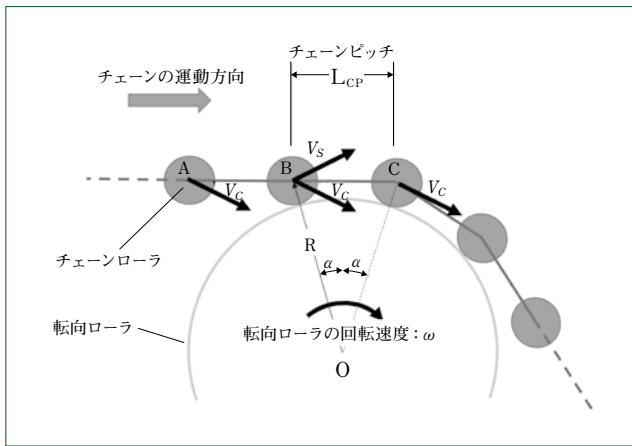


図5 チェーンとローラの運動
Chain and roller

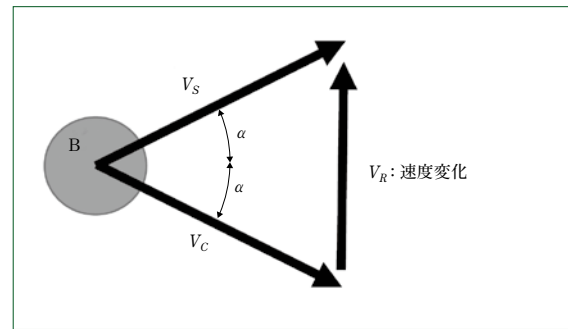


図6 衝突時のチェーンローラ velocity 変化
Velocity change of chain-roller at collision

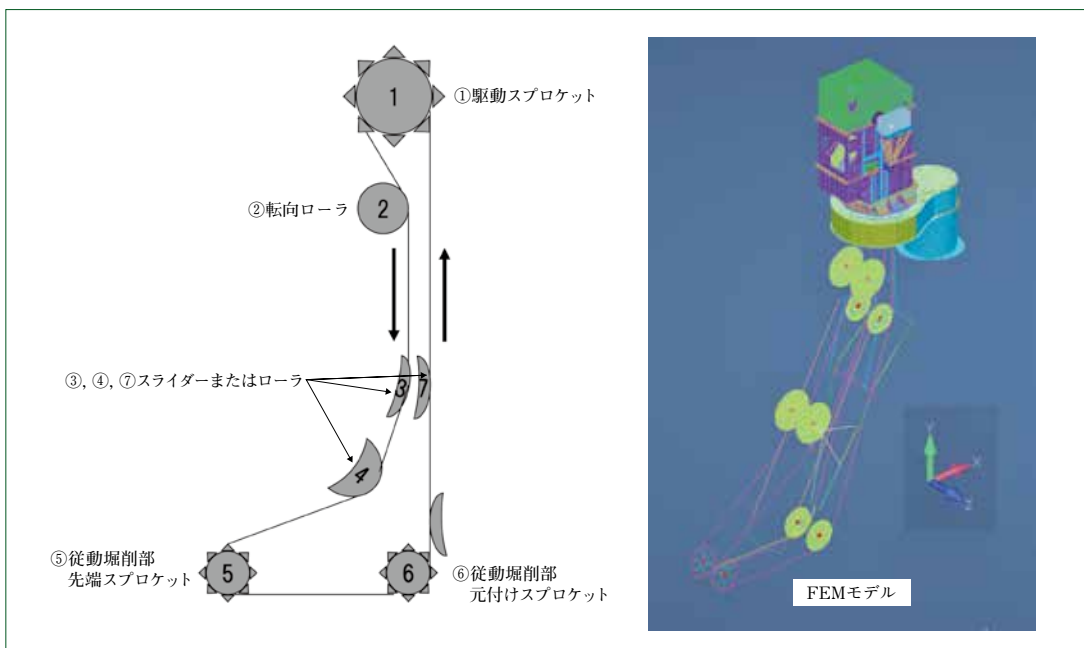


図7 バケットチェーン駆動システムとFEMモデル
Bucket chain drive system and FEM model

既設機の振動測定から、振動の主な原因はチェーンローラとローラまたはスプロケットの衝突によるものであることが分かった。そして、開発機はバケットチェーン速度120 m/minにおいて、既設機の75 m/min時の加速度レベル以下にすることを目標とした。

2.1 起振力

チェーン・スプロケットおよびローラ系の起振力は、図5に示すようにチェーンが不連続であることで生じる⁽²⁾。チェーンは駆動力を与えるスプロケットと従動スプロケット、ローラ、スライダーにより運動方向の変化を与えられる。その際、それらと衝突するチェーンローラは速度変化する(図6)。このときの速度変化 V_R は、式(1)で表される。

$$V_R = V_S - V_C \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 V_C は衝突前のチェーンローラBの速度ベクトル、

V_S は衝突後の速度ベクトルである。

3つの速度ベクトルには図6の関係があるので、

$$|V_R| = 2|V_C| \sin \alpha \quad \dots\dots\dots (2)$$

となる。ここで $|V_C|$ 、 $\sin \alpha$ を転向ローラの回転速度 ω 、チェーンローラの回転半径 R 、チェーンピッチ L_{CP} で表すとそれぞれ、

$$|V_C| = R\omega \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\sin \alpha = L_{CP}/2R \quad \dots\dots\dots (4)$$

となる。したがって、速度変化 $|V_R|$ は、

$$|V_R| = L_{CP} \omega \quad \dots\dots\dots (5)$$

となる。方向はローラ半径方向である。チェーンローラBの

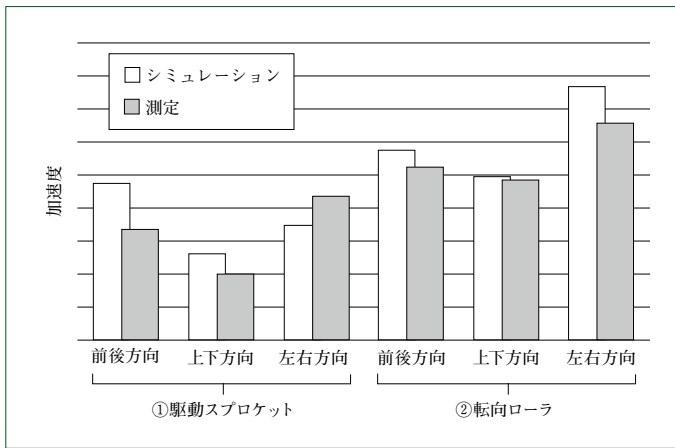


図8 計測値(既設機)とシミュレーションの比較
Comparison of measurement and simulation



図9 実証試験機
Bucket elevator for verification test

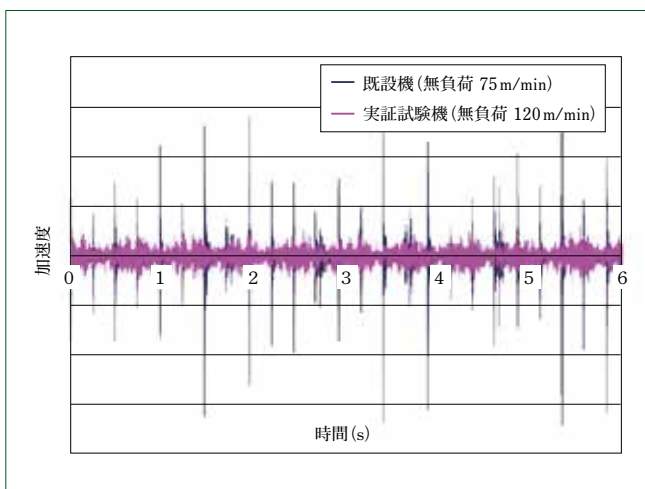


図10 振動抑制の効果(転向ローラ上下方向加速度の既設機と実証試験機の比較)
Effects of vibration reduction (roller ②)

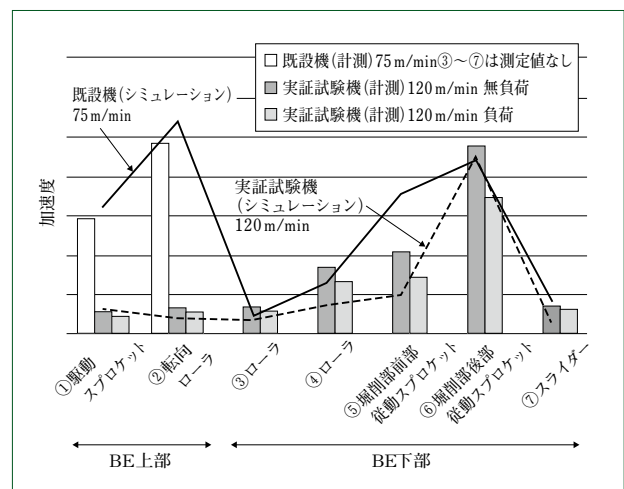


図11 振動抑制の効果(BE部の既設機と実証試験機の比較)
Effects of vibration reduction (conventional CSU and BE test machine)

衝突に伴う換算質量を m_R とすると、衝突時の撃力(Impulse)は運動量変化に等しいので、

$$I_C = m_R L_{CP} \omega \quad \dots\dots\dots (6)$$

と表される。応答計算はFEMを用いたが、衝突時の起振力は、式(6)から $\Delta t = 1 \text{ ms}$ の撃力として与えた。

式(6)の関係から、バケットチェーン速度が速いほど、また、チェーンピッチが広く質量が大きいほど起振力である撃力(運動量変化)が大きいことが分かる。

2.2 FEMモデル

シミュレーションは、プームのヨーク部で支えられたBE部をFEMでモデル化して行った。モデルは、対策案ごとに作成された。BE本体の主構造部分、スプロケット、ローラ、スライダ部およびチェーン部に分けられる。特にスプロケットとローラ部を支える軸受は、改良により剛性の効果が再現できるように詳細にモデル化した。

バケットチェーンは周回運動を行っており、駆動しているチェーンシステムには準静的な定常つり合い状態が存在する。ここでは、それを初期状態としてチェーンローラの衝突による撃力によって生じる応答のみの評価を目的とした。これを

達成すべく、各部に起振力として式(6)による撃力を与え、問題を非定常振動問題として扱った。それぞれのローラ、スプロケットはチェーンで連結されていることから、おのの起振による振動はBE全体に影響する。図7に示すように、本機種のチェーン駆動システムは7種類のスプロケット、ローラ、スライダからなる。一つの起振源を個別に計算し、該当箇所の加速度はすべての計算結果を足し合わせて相互の影響を考慮しながら評価した。図7にはFEMのモデル例も示したが、BE上部はbeam, shell要素を用い、下部はbeam要素でモデル化した。

2.3 振動低減の対策

振動抑制には複数の対策をとり、それぞれシミュレーションにより評価した。

対策例を次に示す。

(1) 軸受の改良

起振力が衝撃的であることから、コンプライアンスが大ききものを開発した。

(2) ローラとスプロケットの剛性の改良

ローラ径、スポーク形状、円盤形状などを検討し、制振効果が大きいものを採用した。

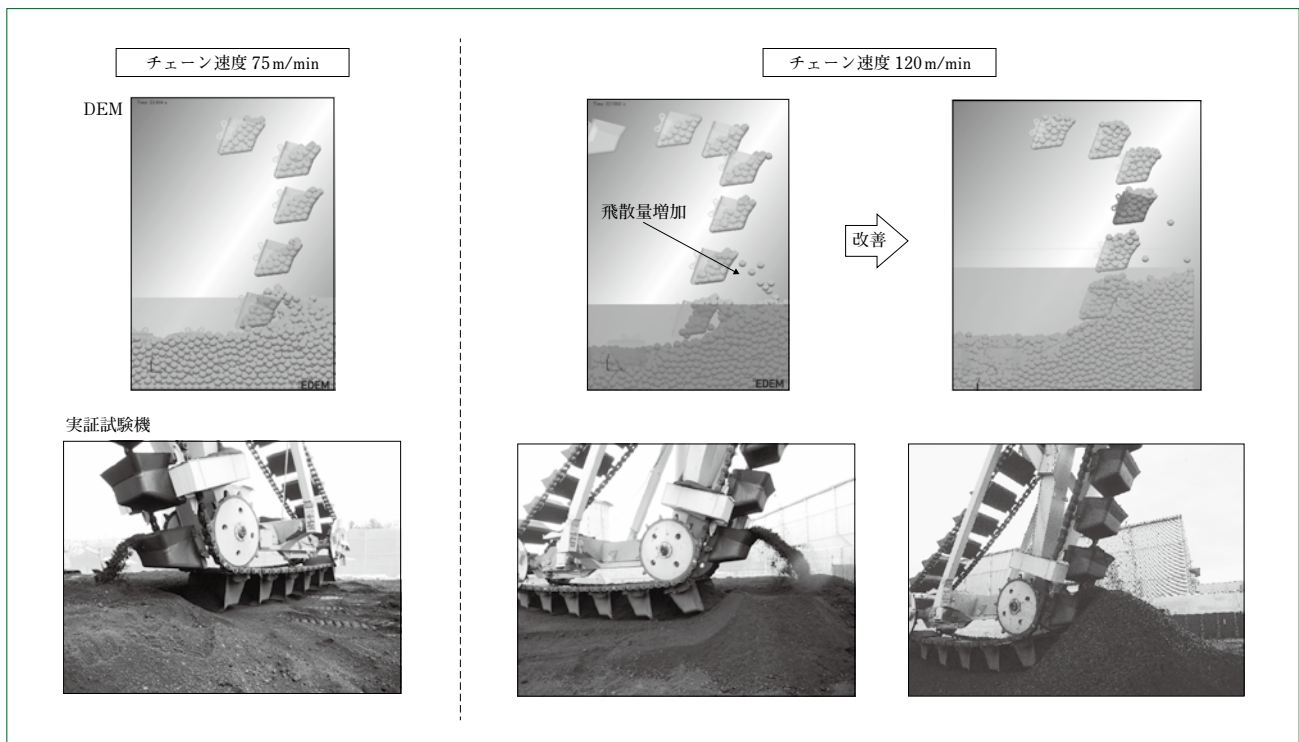


図12 掘削効率のシミュレーション (DEM) と実験
Simulation (DEM) and demonstration experiment for excavation efficiency

(3) チェーンピッチとチェーンローラ質量の最適化

おのおのの対策は、複数のBEの状態(旋回角、スウィング角など)に対して計算され、また対策の組み合わせを考慮して評価した。

FEMモデルは、実機の応答特性の把握を目的として、要素の大きさなどが検討された。図8に、計測値との比較例を、上部構造で最も振動が大きかった転向ローラで示す。応答特性はモデルにより十分把握できることを確認した。

3 実証試験

3.1 実証試験機

住友重機械工業株式会社 愛媛製造所内に設置された実証試験機は、バケットチェーン速度75m/minで荷役能力1500t/hと同等のもので、チェーン速度を120m/min以上に行うことができる。BE部はヨークによりタワーに取り付けられ、実機と同等の駆動(旋回、スウィングなど)が可能である(図9)。各箇所の加速度の測定とともに、ビデオで状態を監視した。実験には実際の石炭を使用し、掘削効率と運搬効率を測定した。

3.2 試験結果

図10に、既存機種で振動レベルが高かった転向ローラ軸受部上下振動の対策前後の加速度履歴を示す。実証試験機では大きな振動抑制効果が確認でき、既設機で生じていた衝撃的な応答がほとんどなくなっている。

図11に、BE全体の測定結果を示す。既設機ではBE下部の測定値を取得していない。集中的に対策を施したBE上部の駆動スプロケットと転向ローラでは、バケットチェーン速度

が120m/minでも、75m/min(既設機)の1/3以下の振動レベルであることが確認できた。

振動において負荷時(石炭掘削時)と無負荷を比較すると大きな差はない。どちらかといえば無負荷の方が加速度レベルは高かった。これは、定常状態の力は負荷状態の方が当然大きいですが、振動の原因である衝撃力は定常力の影響を大きくは受けないことを示すものと考えられる。

4 高速化に伴うリスク対策

高速化に伴い対策を講じた制振以外の事項について簡単に述べる。

4.1 石炭の飛散問題

高速化に伴い、バケットによる掘削時と放出時の石炭の挙動が影響を受ける。石炭の挙動のシミュレーションは、DEM (Discrete Element Method) を用いて事前に検討を行った後、実証試験機で対策の効果を確認した。

掘削効率に関しては、掘削深さと横行速度を調整することで従来機と同等程度に改善することができた(図12)。

放出については分岐板、シュート形状およびバケット形状を改良することでクリアできた。図13に、DEMでのシミュレーション例を示す。

4.2 チェーンの耐摩耗対策

チェーンについては、2章で述べたように衝撃力が小さくなるようなチェーンを選択するとともに、高速化に対するチェーンの耐久性を保持する必要がある。改良したチェーン駆動システム(スプロケット、ローラ、スライダ)によるシミュレーションに加えてチェーンの材料、チェーンローラ形状、

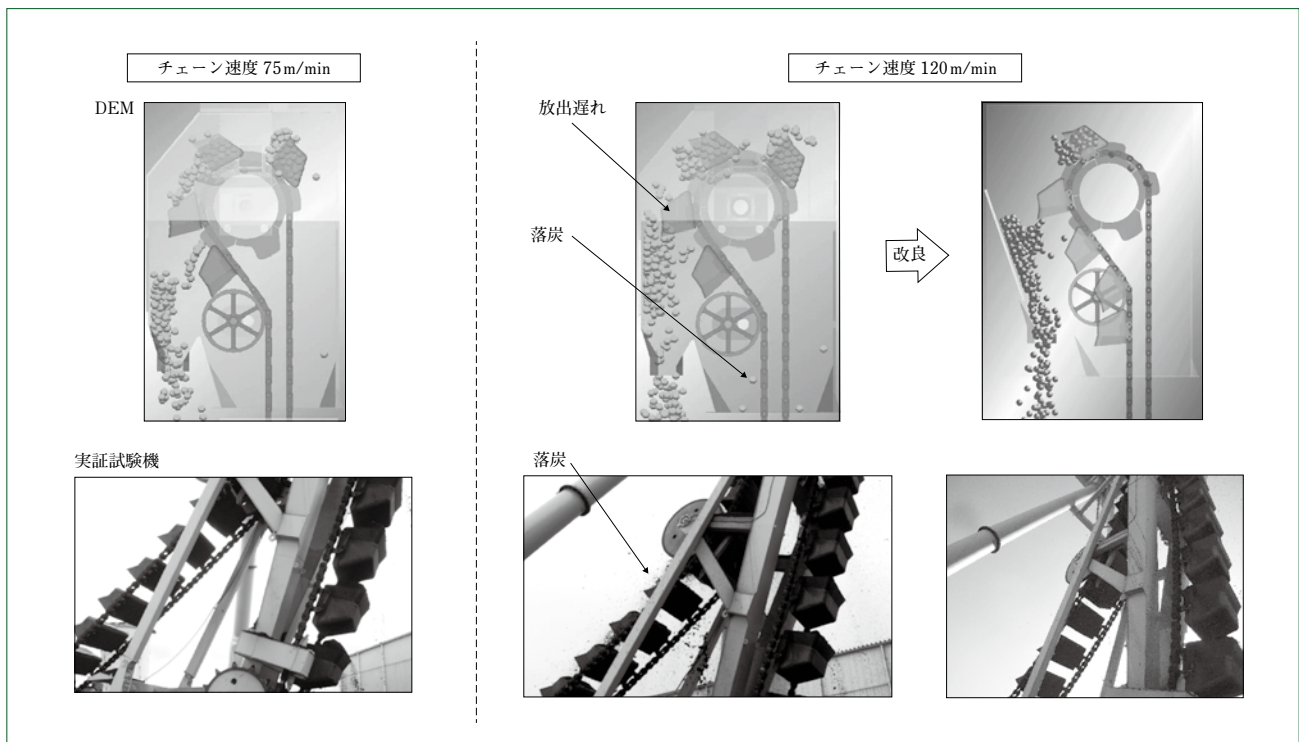


図13 放出状態のシミュレーション(DEM)と実験
Simulation (DEM) and demonstration experiment at discharge

潤滑法の検討を行った。実証実験機により耐久試験を行い、チェーンの取換えまでの期間は、従来機と同等となることを確認した。

4.3 騒音レベル

既設機と2019年度に出荷した改良機の騒音測定の結果、BE駆動部で既設機の91.3 dB (バケットチェーン速度 85 m/min) から87.2 dB (同 90 m/min) に低減され、騒音においても大きな改善が見られた。

5 むすび

CSUのBE部の制振対策を行い、従来機比150 %以上のバケットチェーン高速化を実現したことで、高い運搬効率を有する機種を開発した。

- (1) バケットチェーンの高速化については、それまで75 m/minに制限されていたバケットチェーン速度(当社実績)が120 m/minまで構造上は問題がないことが実証され、振動レベルは同等以下に抑えられた。
- (2) BE構造のチェーン、スプロケットおよびローラ系のFEMシミュレーションモデルと起振力の設定手法を確立し、モデルベース開発が可能となり、事前に多くの対策構造案の有効性確認ができた。
- (3) DEMによるバケットの掘削効率と放出効率を検討し、有効な対策を講じることができた。
- (4) 高速化の影響を考慮した改良を行った結果、チェーンの取換えまでの期間は従来と同等となることを、耐久試験により確認した。
- (5) 騒音においても、従来機より減少したことを確認した。

従来機の調査、シミュレーションにより対策検討を重ねたモデルベース開発、実証試験機といった検証のステップを踏むことにより、短期間の開発期間で目的を達成することができた。

バケットチェーンの高速化に加え、高荷役効率や低振動化の同時実現により、近年さらに要望が高まっている環境、設備保全および運転者不足に対する問題解決が図られ、顧客や社会の要望に十分応えられる製品が実現したと考えている。

ESGの観点においては、荷役設備に対する社会や顧客の要求はますます高まると思われることから、今回の開発のプロセスと経験を生かして、常に満足度の高い製品を今後とも作り続けていきたい。

(参考文献)

- (1) Ray W. Clough and Joseph Penzien, Dynamics of Structures, McGRAW-HILL, (1975), pp.436-481.
- (2) 大越諱, ローラチェーン, コロナ社, 昭和35年, p.183~187.

遠隔自動RTGのグレードアップ

より速く、より正確で、より安全なコンテナ自動荷役の追求

Up Grade of Remote Automated RTG
Pursuit of faster, more accurate and safer automated container handling

●宮 田 紀 明*
Noriaki MIYATA



遠隔自動RTG
Remote automated RTG

住友重機械搬送システム株式会社は、2005年に名古屋の飛島ふ頭南側コンテナターミナルに世界初の遠隔自動RTG(Rubber Tyred Gantry crane)を納入し、10年以上にわたり安定操業を実現している。2016年にはHong Kong International Terminals LimitedのTerminal 9において、他社製RTGの遠隔自動化改造に成功し運用されている。

遠隔自動RTGは納入からすでに10年以上が経過しており、その間、運用を通じてさまざまな改良が実施され、より実用的なコンテナ荷役を実現してきた。実用的なシステムを完成させるには、運用を積み重ねて地道に改良していくことが不可欠である。

遠隔自動RTGでは特に効率、信頼性、保守性、安全性が重要である。本報では、実際に改良されたものや改良を検討しているもののなかから、代表的なものを次の4つの観点から紹介する。

- ① 位置検出機能の強化
- ② 位置決め制御性能の強化
- ③ 安全性能の強化
- ④ RTG-地上間通信方式の改良

In 2005, the world's first remote automated RTG was delivered to the container terminal on the south side of Tobishima Wharf in Nagoya, and a stable operation has been achieved for over 10 years. In 2016 the remote automated RTG modification of another company's RTG has been successfully operated at Hong Kong International Terminals Limited Terminal 9. About 10 years have already passed since the delivery of the automated RTG system, and during that time various improvements have been made through operation, realizing practical container handling. In order to complete a practical container handling system, it is essential to accumulate and improve such operations. In an automatic RTG, "efficiency/reliability/maintainability/safety" is particularly important. Here, some of those that have actually been improved and those that are being considered for improvement are introduced from the following four items.

- ① Enhanced position detecting function
- ② Enhanced positioning control performance
- ③ Enhanced safety performance
- ④ Improvement of RTG-ground communication system

1 まえがき

より効率的なコンテナ荷役を目的として、また国内では少子高齢化による労働者不足を補完すべく、今後ますます遠隔

自動RTGが活用されることに疑いの余地はない。

遠隔自動RTGを納入しても、実際に運用していくと多くの課題や要望が出てくるが、それらを地道に解決していくことが何より重要である。住友重機械搬送システムは、実用的な

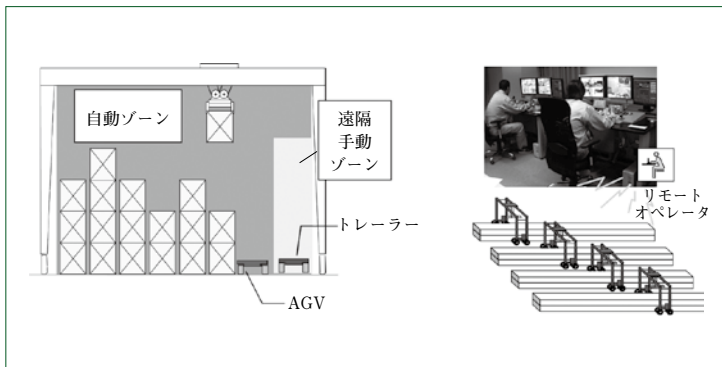


図1 遠隔自動RTGシステムの概要
Overview of remote automated RTG system

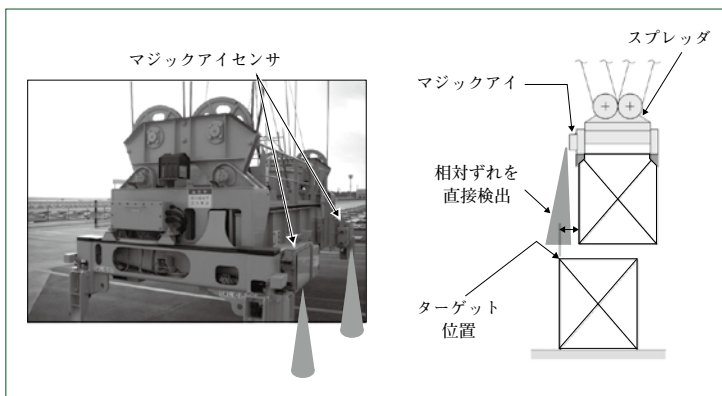


図2 マジックアイ
Magic eye

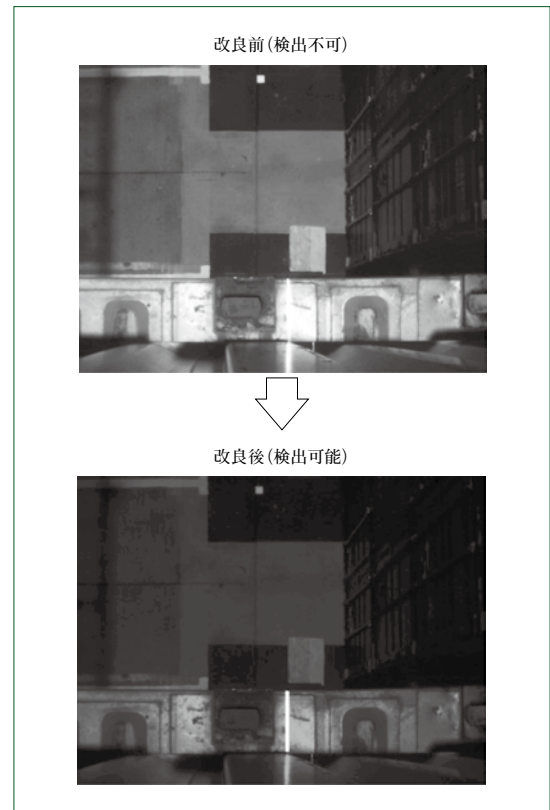


図3 マジックアイ検出イメージ
Magic eye detection image

コンテナ荷役システムを完成させるべく長期間にわたり運用を積み重ね、さまざまなシステムの改善を実施している。

本報では、実際に改良されたものや改良を検討しているもののなかから特徴的なものを一部紹介する。いずれも遠隔自動RTGで重要な効率、信頼性、保守性、安全性が従来品より強化されている。

2 遠隔自動RTG

図1に、遠隔自動RTGの概要を示す。

遠隔自動RTGの特徴を簡単に次に示す。より詳細な内容については住友重機械技報192号⁽¹⁾に掲載されている。

- ・各クレーンは無人であり、必要な操作は遠隔操作室で行う。
- ・自動ゾーンの運転はすべてシステムが実施する。
- ・運転に必要なオペレータの人数は、クレーン台数の1/2～1/3で、遠隔手動ゾーン(トレーラーへのアクセス部分)のみ遠隔で操作する。
- ・さまざまな先進的技術が採用されており、高い生産性と安全性を実現している。

3 グレードアップポイント

遠隔自動RTGの重要な技術要素である位置検出、位置決め制御、安全性能、RTG-地上間通信に着目して、グレードアップしている内容の一部を紹介する。

3.1 位置検出機能の強化(マジックアイ改良)

遠隔自動RTGがスプレッダやコンテナを正確に位置決めで

きるように、マジックアイという住友重機械搬送システム独自の「スプレッダと目標位置との相対位置検出システム」(図2 特許第5950022号, 特願2015-505755)を設置している。ここではマジックアイの改良内容について述べる。

3.1.1 レーザ反射光検出のロバスト化

マジックアイは、レーザ光の反射をカメラで検出して画像処理することで、目標に対する吊り荷コンテナからの相対位置の検出を行っている。名古屋へ納入したものと同等のシステムを香港で使用した結果、夏至の時期に太陽の直射光が強く、レーザ反射光の検出ができないという事象が稀に発生した。

これに対して運用中の録画画像を解析して原因を特定し、撮影しているカメラに独自のシャッター制御ロジックを適用することにより、安定して検出ができるように改良した(図3)。

3.1.2 マジックアイセンサーのオートキャリブレーション

高精度で位置を検出するマジックアイでは、カメラおよびレーザの取付け位置を細かく調整する必要がある。このことから調整に時間がかかり、初期設定作業が大変であった。これは同時に納入後の運用者の保守においても負担となっていた。この負担を軽減すべく特殊な治具を製作して物理的な調整を極力減らし、ソフトウェアで自動的に初期設定できるようなオートキャリブレーション機能を確立した。これにより調整時間の短縮のみならず、運用者の保守の負担も大幅に軽減した。

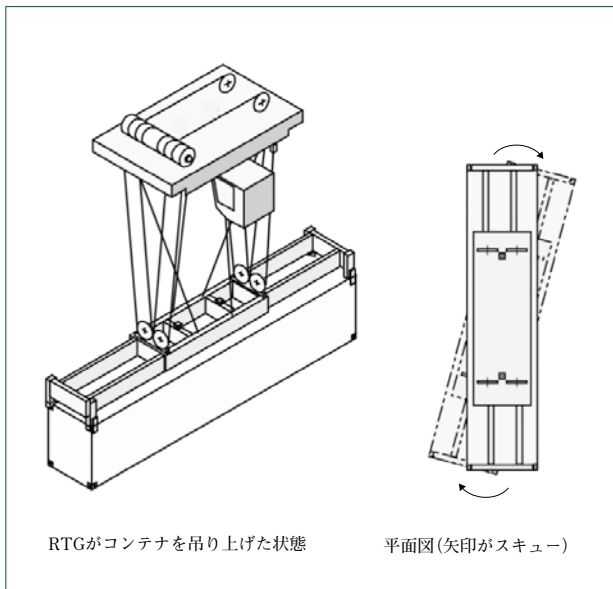


図4 スキュー振れ
Skew motion

3.2 位置決め制御性能の強化

遠隔自動RTGは、高精度な位置検出をもとに移動させるスプレッドやコンテナを高精度かつ高速で位置決めすることができる機能を有している。

3.2.1 スキュー振れ止め性能向上

遠隔自動RTGの重要な位置決め機能の一つがスキュー振れ止めである(図4 特許第5039365号, 特願2006-311523, 特開2008-127127)。スキュー振れはコンテナの偏荷重や吊り荷コンテナ(またはスプレッド)がシャーシや積付けコンテナに接触することで発生する。通常の並行振れと違い、オペレータが操作して振れを止めることができないことから、スキュー振れ止めは効率的荷役には必須の重要な機能である。

このスキュー振れ止め制御は、コンテナ(またはスプレッド)を吊っているときは常時作動している。操業運転のなかでコンテナ(またはスプレッド)の過渡の状態によっては、稀にスキュー振れ止め制御が安定しない状況が発生する。このことから、制御の安定性を重視した制御ゲインの設定をしていたが、不適合が発生した操業時のデータを詳細に分析し、原因を解明して、コンテナ(またはスプレッド)の状態に応じた制御ゲインの設定方法に変更することで、高速性と安定性を両立したスキュー振れ止め制御方式を開発した(図5)。

3.2.2 着床制御性能の向上

遠隔自動RTGでは、最終着床時に非常に精細な位置決めを実施している(コンテナ端部でのずれ量 $\pm 35\text{mm}$)。この位置決めを実現するには精密な位置検出が不可欠であり、これをマジックアイを用いることで実現し、一部スプレッドの振れ量で補完している。

遠隔自動RTGの運用中に、精細な位置決めに失敗する事象が稀に発生した。この事象について操業時のデータを詳細に分析したところ、RTG全体のガーダ振動成分がスプレッドの振れ量に影響していることが原因であると分かった。スプレッドの振れ量は、トリロ上に設置したカメラでスプレッドに設置したターゲットを撮影して検出しているので、ガーダが

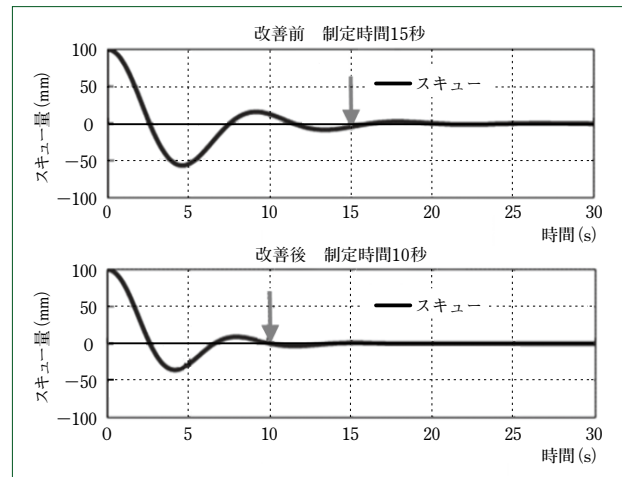


図5 スキュー制御性能の向上
Improvement of skew control performance

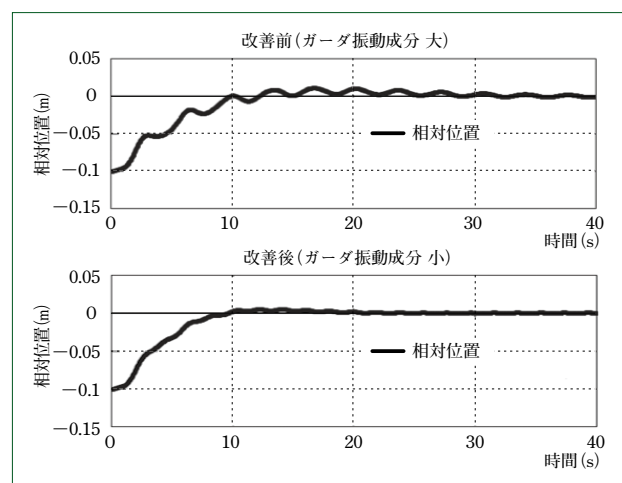


図6 位置情報からのガーダ振動成分除去
Removal of Girder-vibration signal from position

振動すると正確な振れ量の検出ができなくなる。スプレッド振れ量にガーダ振動の信号が加わると、精細な位置決めができないだけでなく、制御の安定性にも影響する。

現状では安定性を重視し最適な制御ゲインに設定することで運用を継続しているが、根本的な対策を講じるべくガーダ振動を検出し、スプレッド振れ量から除去する機能を制御に織り込む方法を考案した。これにより今後は正確なスプレッドの振れ量の検出が可能になり、制御の安定性と高速性を両立させた着床位置決めを実現することができる(図6 特願2019-028620)。

3.2.3 走行位置決め性能の向上

RTGの走行装置には、デフギアを装備した16輪タイプとチェーン駆動による8輪タイプの2種類が存在する。デフギア搭載の16輪タイプは自動位置決めが容易であるが、チェーン駆動の8輪タイプの場合はチェーンのたるみにより、自動化に必要な走行位置決め精度を得ることができない。

この対策としてチェーン駆動をギアによる直接駆動に改造する方法があるが、高価な改造費用やクレーンの長期停止期間を考えると非現実的である。

これに対し住友重機械搬送システムは、独自にチェーンが

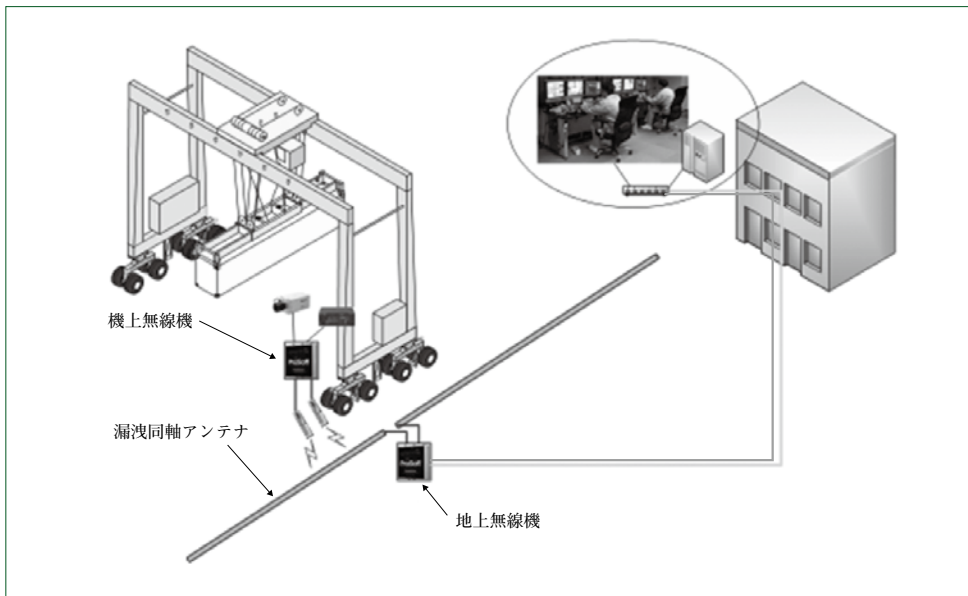


図7 地上工が必要となる漏洩同軸無線システム
Leaky coaxial wireless system requiring ground work

たるまなような制御方式を開発し、走行自動運転で求められる位置決め精度を実現させた(特許第06258559号、特願2017-520090)。

3.3 安全性能の強化(自動走行監視機能の改良)

遠隔自動RTGは、屋外環境(風、雨、直射日光など)のなかでも安全に荷役作業を遂行しなければならないことから、さまざまな安全対策機能を搭載している。そのなかから、より強化した自動走行衝突防止機能について紹介する。

名古屋の飛島ふ頭南側コンテナターミナルの遠隔自動RTGでは、RTG走行レーンに安全柵を設置している。しかし、一般的にRTGを運用しているコンテナターミナルでは、走行レーンに安全柵は設置していない。

この安全柵が設置されていないコンテナターミナルで遠隔自動RTGを安全に運用するという課題を解決すべく、遠隔操作のオペレータが走行路を遠隔監視することができるシステムを構築した。

Hong Kong International Terminals LimitedのTerminal 9では、現在このシステムにより安全に運用を継続している。しかしこのシステムでは、自動走行時の安全を監視する人員が余分になってしまうことから、走行衝突防止機能をさらに強化した無監視走行が可能なシステムが望まれている。

現在運用中の遠隔自動RTGでは、衝突防止装置は障害物を1軸上で検知する方式である。センサの性能向上は日進月歩であり、走行路の特定エリアの障害物を認識することが可能になっている。これら最新のセンサ技術を駆使して、高度な物体検出システムを開発中であるが、当面は有人監視運用で信頼性を検証し、段階的に無監視走行を目指していく。

3.4 RTG-地上間通信方式の改良

オペレータの遠隔操作による遠隔自動RTGでは、荷役対象物の高精細な映像をリアルタイムで遠隔操作室のモニタに表示する必要がある。

現在、国内で法制化されている無線通信には、長距離(数百m)通信が可能で遠隔操作用の映像情報(大容量)を遅延す

ることなく伝送できるものが存在しない。このことから、地上工を必要とする漏洩同軸ケーブルを使用している(図7)。

一方、現在話題になっている大容量高速低遅延のローカル5G無線通信技術が開発され、法制化が予定されている。この通信システムを使えば地上工が不要となり、容易に遠隔自動RTG用の無線通信システムの導入が可能となる。今後の自動RTGシステムには、ローカル5G無線通信システムの導入を検討している。

4 むすび

遠隔自動RTGシステムの最近のグレードアップについて、重要な技術要素である次の4項目について代表的なものを紹介した。

- ① 位置検出機能の強化
- ② 位置決め制御性能の強化
- ③ 安全性能の強化
- ④ RTG-地上間通信方式の改良

今回紹介したもの以外にも実操業での客先要望の実現や、より早く、より確実に、より安全で、より快適な荷役運用を目指しさまざまな改善を実施している。

各機能の改良は長期間の運用を通して初めて実現するものであり、一朝一夕で実現できるものではない。今後もさらにグレードアップさせるとともに、自動化の範囲を拡大し全自動に近付くような開発を行い、港湾荷役の効率化に貢献していきたい。

(参考文献)

- (1) 小林雅人, RTGの遠隔自動システム, 住友重機械技報, No.192, 2017, p.15~16.

4 ドラム式橋形アンローダ

4 Drum Type Ship Unloader

●田之上 英 樹*
Hideki TANOUÉ



4 ドラム式橋形アンローダ
4 drum type ship unloader

近年、製造業をはじめ各方面で荷役運搬作業の近代化、省力化、効率化が進められている。

各製鉄所で使用されている原料搬入用橋形アンローダは、近年老朽化が進みリプレースが順次実施されている。リプレースにおいては既設機からの

- ・大型化(ただし、既設岸壁に設置可能な重量)
- ・運転者の疲労やメンテナンス作業の低減
- ・安全対策の実施

が要望される。

住友重機械搬送システム株式会社は、このような市場からの要望に対し4ドラム式橋形アンローダを石炭・鉄鉱石搬入用として納入した。

4ドラム式橋形アンローダは、4つのドラムを制御することで、従来は複数のロープで制御していた動きを1本のロープだけで制御することを可能とした。これによりメンテナンス性を向上させるとともに重量の低減を実現させ、客先要望に答えている。

4ドラム式アンローダの実現には精密な制御がキーであり、その制御も内作としている。

Recently, modernization, labor saving, and efficient work are being promoted in various fields including material handling equipment. The bridge-type unloaders for unloading raw materials operated at steelworks are aging in recent years, and are replaced one after another. When replacing, customers request the following performance upgrade : A crane, 1. larger in size and lighter in weight, thus installable at the current yard, 2. with less fatigue and maintenance load on operators, and 3. with an increased safety. In response to such market demands Sumitomo Heavy Industries Material Handling System Co., Ltd. has developed and delivered a 4-drum type bridge unloader for coal and iron ore handling. The 4-drum type bridge unloader can perform all operation modes of hoisting, open/close of grab bucket, and traversing by controlling four drums individually. It realized the light weight and low maintenance work, which meet the customer requirements. For the 4-drum type unloader, the control of each drum motion is the key technology, and it was also developed in-house.

1 まえがき

近年、製造業をはじめ各方面で荷役運搬作業の近代化、省力化、効率化が進められ、またその流れのなかで製品や設備

は大型化されている。

各製鉄所で使用されている原料搬入用橋形アンローダは、老朽化が進みリプレースが順次実施されている。リプレースにおいてはアンローダの大型化が要望されるが、大型化に伴

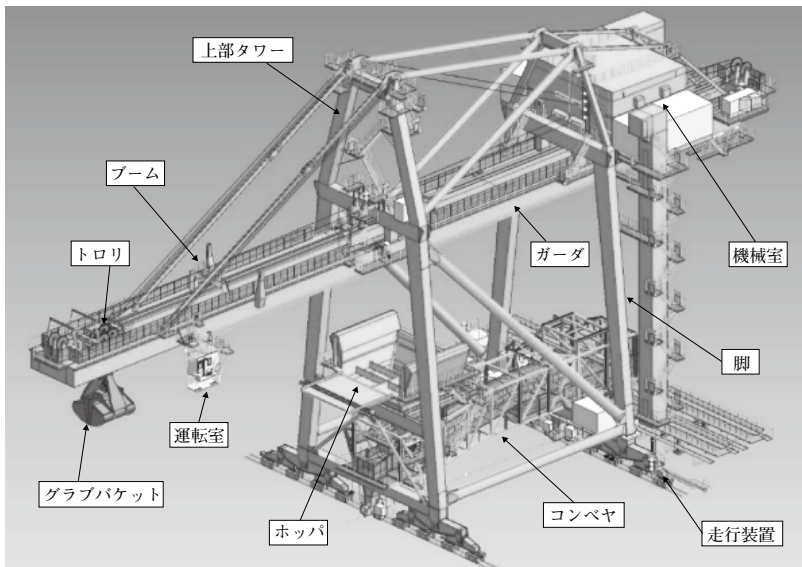


図1 アンローダの全容
General arrangement

表1 クレーン主仕様
Main specification

吊上げ荷重	62.0 t
定格荷重	43.0 t
陸揚げ能力 (公称能力)	2500 t/h
速度	巻上げ 180/210 m/min
	開閉 180/210 m/min
	横行 180/210 m/min
	起伏 5 min/ 片道
	走行 20 m/min

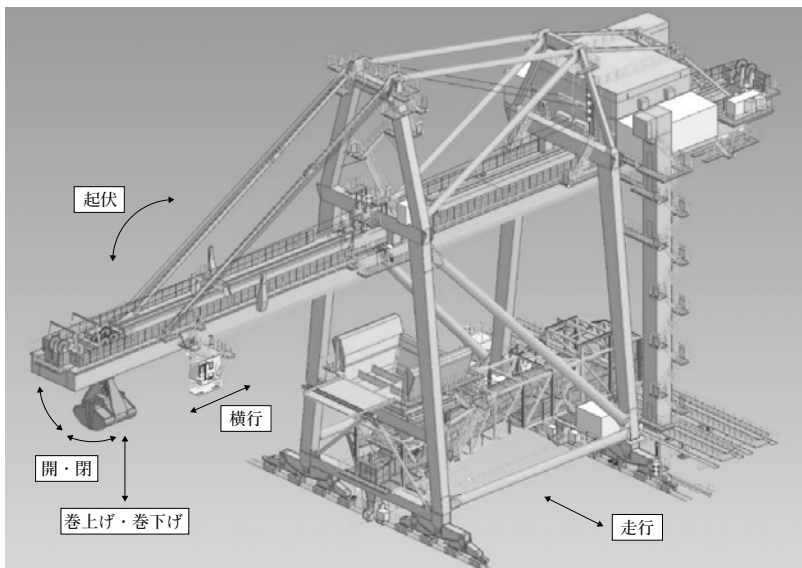


図2 クレーンの5動作
Main motions of crane

い岸壁補強が必要となると、補強工事に多額な費用が必要となうえ、岸壁工事期間中はアンローダ荷役ができなくなることにより、操業停止を強いられてしまう。したがって、岸壁補強を不要とする大型アンローダが望まれている。

また、運転者の疲労やメンテナンス作業の低減も並行して求められている。

このような市場要望に対し、岸壁にやさしく、メンテナンス作業の低減を実現する4ドラム式橋形アンローダを2013年に開発し、実機検証を行った。2019年には移動系・搬送系のすべてを自社設計として最適化を実現し、さらに軽量化を図り、石炭・鉄鉱石搬入用として納入した橋形アンローダを紹介する。

2 概要

本機は、岸壁に敷設されたレール上に設置される。図1に、全容を示す。

本機は、上部構造(ブーム、ガーダ、上部タワー)、運転室、トロリ、下部構造(脚、走行装置)およびコンベヤ装置(ホッパ、コンベヤ)にて構成されている。

トロリから吊り下げられたグラブバケットにて、船で運ばれてきた石炭などを掴みホッパへ投入すると、ホッパ下に設けられたコンベヤ装置にて後方へ運搬され、地上コンベヤへと移動する。

3 主要仕様

表1に、本機の主要仕様を示す。

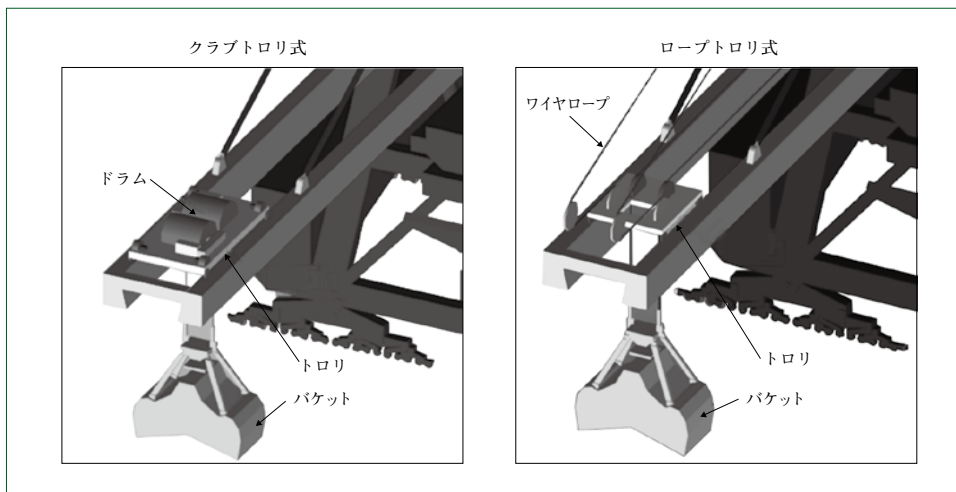


図3 概略図
Overviews of crab trolley and rope trolley

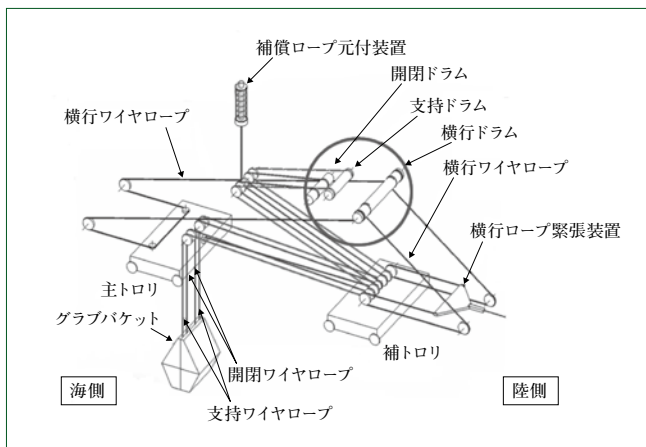


図4 2トロリ方式
Double trolley type

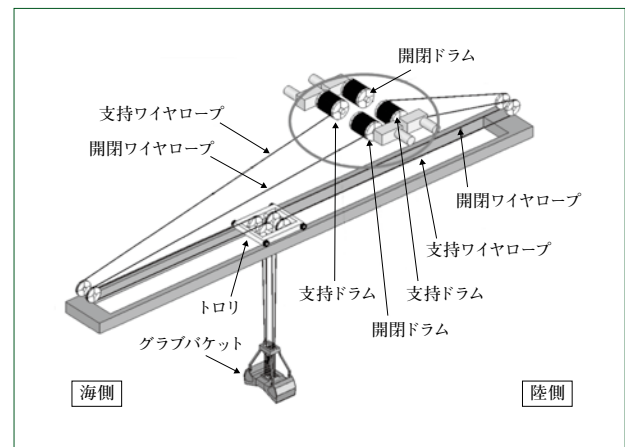


図5 4ドラム方式
4 drum type

主な運動は、図2に示すとおり荷を掴むバケットの「開・閉」、バケットを上昇・下降させる「巻上げ・巻下げ」、バケットを吊り下げたトロリを前後に移動させる「横行」、アンローダ全体を左右に移動させる「走行」、アンローダを使用しないときに海に張り出したブームを起立させる「起伏」の5動作である。

4 特徴

(1) ロープトロリ式

橋形アンローダにはクラブトロリ式とロープトロリ式の2種類がある。図3に、クラブトロリ式とロープトロリ式の概略図を示す。

クラブトロリ式はグラブバケットを巻上げ・巻下げおよび開・閉させる支持・開閉装置、トロリを前後に動かす横行装置をトロリ上に配置したもので、ロープトロリ式はそれらの装置をトロリとは別に設置したものである。

クラブトロリ式の場合、トロリの重量が重くなり、それに付随してブーム・ガーダの構造重量も重くなるのでアンローダ全体の重量が増加し、岸壁へ与える荷重が大

きくなる。このことから、本機には岸壁への荷重を小さくすることができるロープトロリ式を採用した。

なお、グラブバケットに軽量型バケットを採用することで、クレーン重量を抑えつつ大容量搬出能力を実現している。

さらに、コッターシーブの有無にかかわらず、また既設のグラブバケットにも対応可能としている。

(2) 4ドラム式

図4に示すように、従来のロープトロリは巻上げ装置、開閉装置、横行装置を別装置として装備するとともに、主トロリと補トロリが存在する2トロリ方式が一般的であった。

このタイプの装置は、機器が多いことに加え消耗品である横行ワイヤロープの交換に多大なメンテナンス作業を要していた。

今回、これを解決すべく4ドラム方式を採用した。図5に示すように、4ドラム装置は横行に関する装置を廃止し、支持・開閉ワイヤを4つのドラムで個別駆動する方式である。

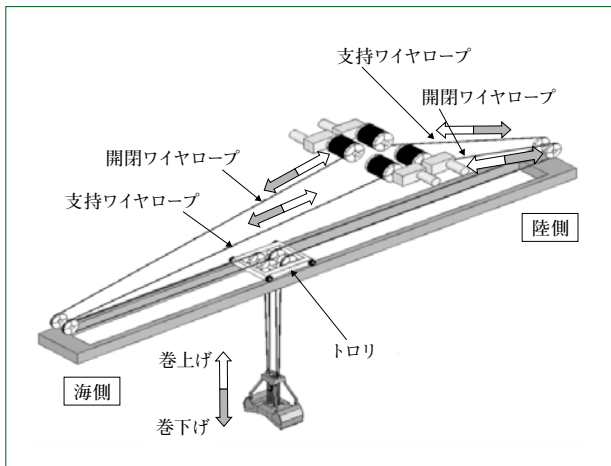


図6 巻上げ・巻下げ運転
Hoisting / Lowering

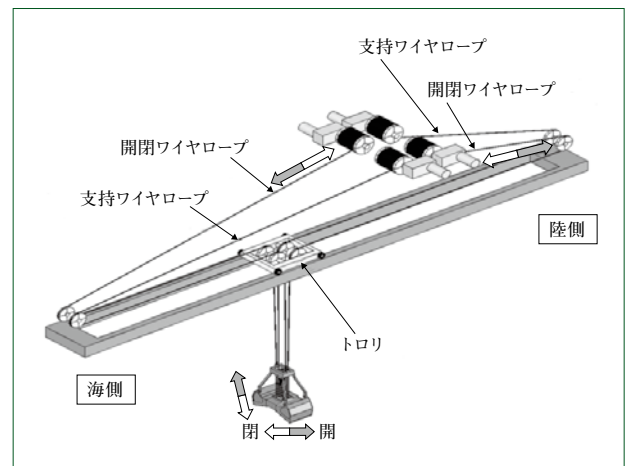


図7 開閉運転
Open / Close

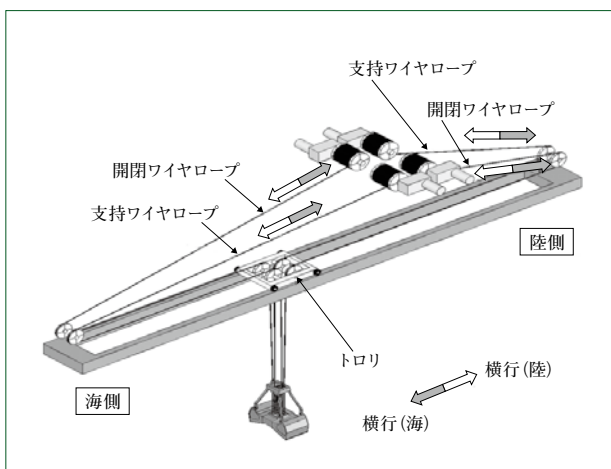


図8 横行運転
Traversing

5 むすび

今回紹介した4ドラム式アンローダは、

- ・軽量バケット、ロープトロリ式を採用することで、大型で軽量
- ・4ドラム式を採用することで従来の大型化の障害になっていた横行ロープの排除

を実現し、環境や人にやさしいアンローダとして現在順調に稼働している。

今後もクレーンの大型化、運搬作業の効率化だけでなく、クレーン操作やメンテナンスの省人化などの顧客ニーズに応え、高機能・高信頼性を有する環境にやさしい製品を提供していきたい。

4つのドラムを同時に動かすことで巻上げ・巻下げ(図6)ができ、図5に示した開閉ドラムだけを動かすことでグラブバケットが開閉する(図7)。前側2本のロープと後側2本のロープを逆方向に動かすことによりトロリを前後に動かす横行(図8)となり、各ドラムの回転の組み合わせ方によってすべての動作が可能となる。さらに、巻上げ動作と横行動作の同時操作など各動作の組み合わせも可能である。

なお、4つのドラムを個別駆動としていることから、それぞれの動作に差が生じないように制御することが非常に重要となる。特に開閉動作に関しては制御誤差や遅れなどによりグラブバケットが開くようなことが発生すると、グラブバケット内の荷(石炭や鉄鉱石)が地上にこぼれ落ちてしまう。また、4つのドラムの同調が崩れると一部のワイヤロープに過張力が発生し、機械装置にダメージを与えてしまう。これらを防止するには常に指令とフィードバックを監視した精密な制御が必要となる。

本機は半自動運転モードを装備することにより、運転者の疲労低減や安定操業も実現している。

プレートトラスガーダの開発

Development of Steel Plate Truss Girder

● 今 村 高 夫*
Takao IMAMURA



30t×28m天井クレーン
30 t × 28 m overhead crane

1 はじめに

1970年前後までに設置された天井クレーンには、ガーダがトラス構造のものが多数ある。これらのクレーンのなかで使用頻度が比較的高く、定格荷重に対する負荷割合が低い(50%程度)ものに絞ると、ガーダの寿命は50年程度ではないかと考えられる。

トラス構造の天井クレーンについては、近い将来寿命に達するものや、設置当初より使用条件が厳しくなったことにより寿命が短くなるものが徐々に増えるのではないかと推察している。このような兆しは、近年の照会案件からもうかがえる。

しかし、トラス構造の天井クレーンの更新では、現在主流のボックスガーダで計画した場合、本体質量が増加することで建屋の強度不足がネックとなり実現性が危うくなる。基本的に建屋の補強には膨大なコストが掛かることから、クレーンの質量軽減は、トラス構造の天井クレーンに限らず更新における最重要課題となる。

天井クレーンの更新で、質量が増加して建屋が強度不足になったものへの対応例を次に示す。

- ① ホイルベースを延ばして梁への負担を軽減する。
- ② 横行寄りを制限する。
- ③ 車輪数を増やして車輪荷重を分散する。
- ④ クレーンが複数台ある場合は、クレーン同士の離隔距離を確保し、1 スパンに2 台同時に進入させない。

これらは、クレーン質量の軽減は半ば不可能だと諦めた場合の対策となっている。また、クレーンの機幅や高さ寸法が

大きくなるなどの弊害があり、作業範囲に制約がかかることから、地上側のレイアウトに余裕があるなど変更が許される場合についてのみ更新が可能となる。

しかし、いずれの方法も成り立たない場合に建屋の補強を考えないとすれば、画期的な方法がない限り選択肢は既設機と同じトラス構造の天井クレーンということになる。

しかし、型鋼構成による従来型トラス構造の天井クレーンについては、1996年にクレーン構造規格が改正され、疲れ強さに対する安全性の確認が必要となったことにより、使用頻度の高いものは疲労強度に関する仕様を満足させることができなくなった。また、経済性や製作上の問題などがあり、対応が困難であった。

2 プレートトラスガーダ 開発への経緯

前述のような背景のなか、2014年に既設トラスクレーンと同等の質量・寸法に抑えることが必須であるという更新案件について顧客から相談を受けた。これをきっかけに、ボックスガーダをベースとして補桁側に穴を開ける質量軽減方法に着想し2、3種類の穴形状で解析したところ、トラス形状に開孔したもので良好な結果を得た。

強度・質量ともに条件をクリアすることが判明し、顧客に提案したところ、前向きな意見が得られたので、ここに紹介するプレートトラスガーダの開発を進めるに至った。

3 開発条件

実際に照会を受けた仕様で開発を進めることとした。

(1) 使用頻度、荷重の区分

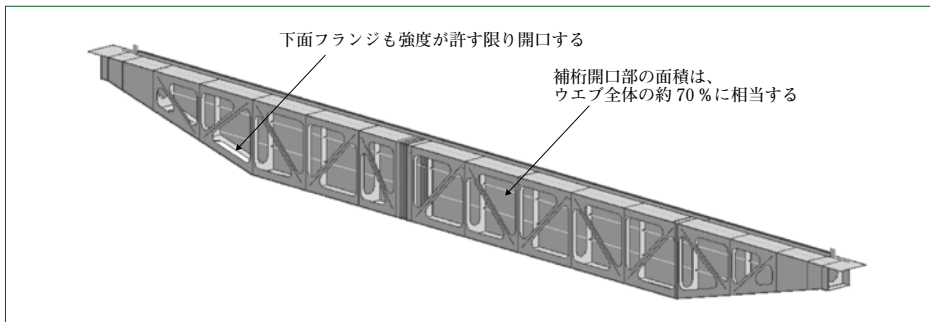


図1 基本構造
Basic structure

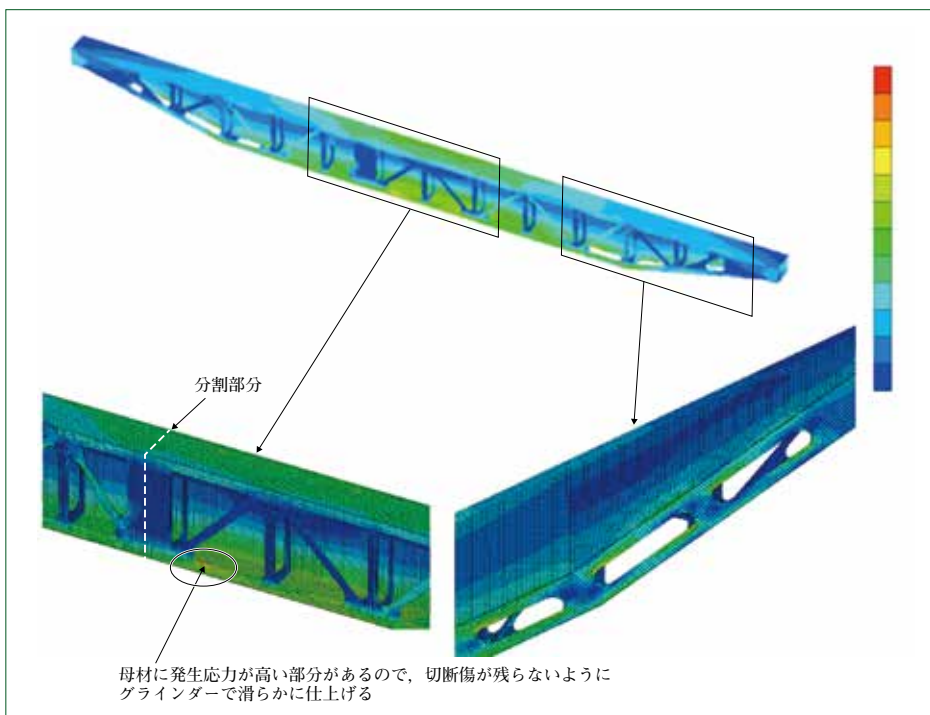


図2 解析結果
Analysis result

- ・200万回以上
 - ・吊り荷は常態として定格荷重の80%以上
 - ・作業係数 $K=1.2$
- (2) 主要仕様
- ・定格荷重 30t
 - ・速度 巻上げ=0.2m/s
走行=1.667m/s
 - ・スパン 28m
 - ・クレーンの主要寸法 既設機以下
- なお、建屋が古いことで、高さ・側方寸法には非常に厳しい制約がある。また、地上側のレイアウトは変更できないので、機幅も寄り付きが問題となり増やすことができない。
- (3) 安全関係、保守点検スペース
- 歩道幅や手すりなどは、現在の安全基準による。
- 現在の基準は、過去の基準に比べ歩道幅は広く、手す

りは高くなるなど、質量が増加する傾向にあるので、本体質量軽減条件はより厳しくなる。

4 机上での構造検討

プレートトラスガーダの基本構造(図1)を計画したうえでFEM解析を実施し、下記のとおり良好な結果が得られた。

基本は、ボックスガーダに穴を開けたものなので、疲労強度を低下させる溶接継手がない。したがって、疲労強度はボックスガーダと同等ということになる。質量についても補桁側のトラス化開孔に加え、下面フランジも可能な限り開口することで目標値をクリアした。

これにより、ボックスガーダに比べ約20%の質量軽減になった。

(1) 解析結果

解析結果(図2)の荷重条件は、「中央部で定格荷重吊り+走行」である。

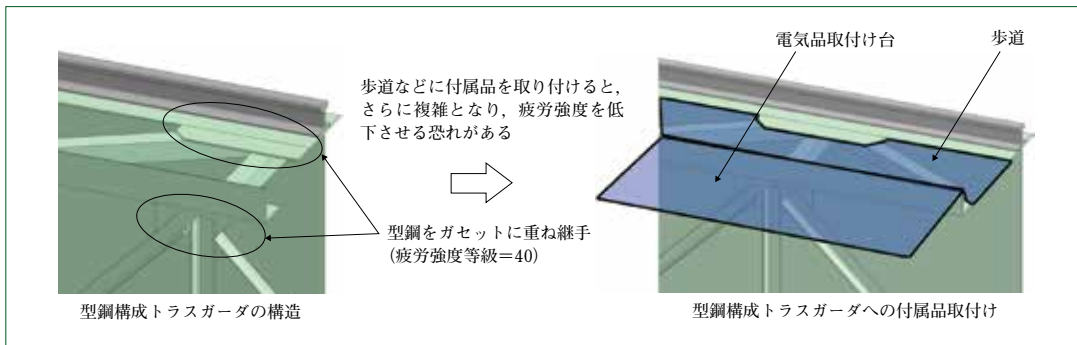


図3 型鋼構成トラスガーダの構造
Truss structure using section steel

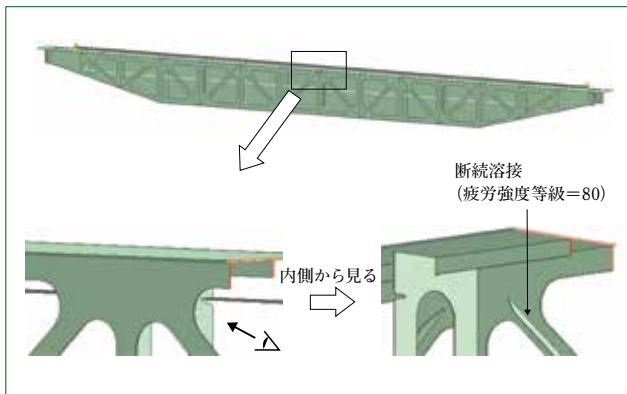


図4 プレートトラスガーダの構造
Truss structure using steel plate

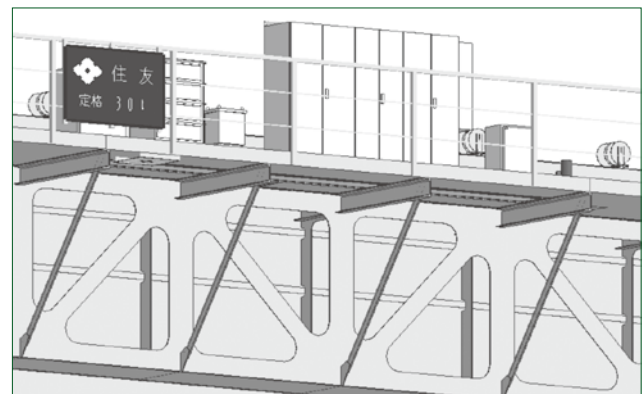


図5 プレートトラスガーダへの付属品取付け計画
Steel plate truss girder with accessories

モデルは、輸送も考慮し分割部分を設けている。

(2) 疲労強度比較

型鋼構成トラスガーダと、プレートトラスガーダについて疲労強度比較を行う。

図3に、型鋼構成トラスガーダの構造を、図4にプレートトラスガーダの詳細構造を示す。図5にプレートトラスガーダへの付属品取付け計画を示す。付属品は、ボックスガーダと同様に取付けが可能であることを確認した。

5 試作

実物モデルを試作し、切断および製缶溶接による変形や、作業工数などを把握し検証する。

まず、短縮モデル(中央部8m)の試作にて、基礎的な製作データを取得し、その後フルモデル(スパン28m)を試作して製作上の問題点を明らかにした。

(1) 短縮モデルの試作(図6)

この試作では、主に製作手順や変形量などの確認と併せ、設計的な配慮や修正点などを確認することを目的とした。

短縮モデルの試作により得られた知見を次に示す。

- ① 最大応力発生部の切抜き板切断方法の改善および手入れの必要性。
- ② 隔壁の変形が若干量あったが問題はないレベルである。

- ③ 斜材の補強板は止端部を応力の高い部分から遠ざける。

①～③に加え最も大きな成果は、製作の目的が立ったことである。

(2) フルモデルの試作(図7)

フルモデルの試作では、短縮モデルのデータを反映して製作することと、歩道など大物付属品の取付けによる全体への影響を確認することを目的とした。

短縮モデルのデータを反映させて製作した結果、ほぼ問題のないものとなったが、隔壁の変形が想定以上に大きく出た。これについては、補強を入れることにより改善した。質量が若干増加するが、全体に及ぼす影響は軽微であることから実機にも反映させることとした。

(3) 製缶、溶接後の変形量

すべての変形量について、基準内に収まっていることを確認した。図8に、参考としてフルモデルのキャンバの製作精度を示す。

6 評価

プレートトラスガーダと型鋼構成トラスガーダの質量および製作期間について、ボックスガーダを基準に比較評価した(表1)。

なお、製作期間は仕様条件や工場の繁忙などの影響を大きく受けるので、目安としていただきたい。



検証内容

- (1) ・切断、製缶溶接による変形全長
・キャンバ
・ウェブ(腹板)の直線度および傾き
・開孔寸法
- (2) ・作業日、作業内容および作業工数の把握
・全体工程の実績

図6 短縮モデル(中央部8 m)
Partial prototype (the central part : 8 m)



図7 フルモデル(スパン 28 m)
Full length prototype (span : 28 m)

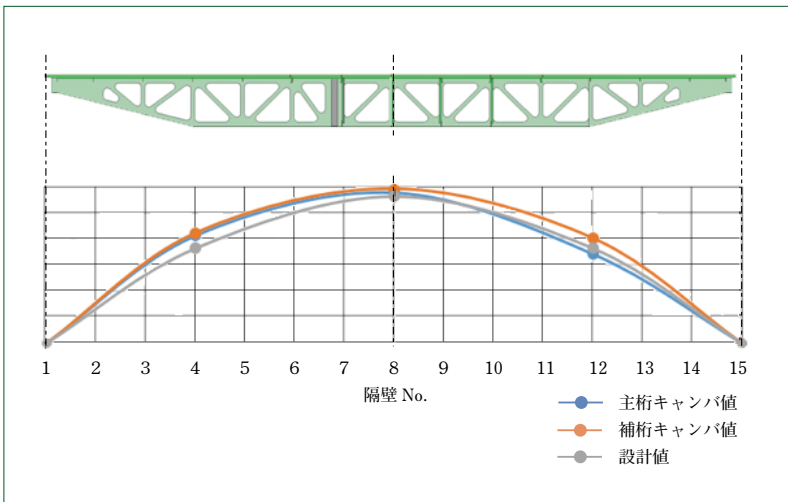


図8 キャンバ製作精度
Camber manufacturing errors

表1 比較評価

Comparison of three types of girder structures

項目	ボックスガーダ	プレートトラスガーダ	型钢構成トラスガーダ
ガーダ本体質量比	100	80~85	75~80
製作期間	一般仕様で12カ月	ボックスガーダ + 1カ月	ボックスガーダ + 3~4カ月

7 おわりに

プレートトラスガーダの開発は、2016年2月に完了した。その後正式な受注となり、2017年3月には無事に初号機を納入することができた。

この度の開発でプレートトラスガーダの設計および製作のノウハウを確立し、品質においても製作台数を重ねるごとに安定したものとなっている。顧客にとって重要な設備の更新に対し、住友重機械搬送システム株式会社の技術が信用を得て継続的に受注していることに心から感謝したい。

今回の開発で軽量化技術のバリエーションが増え、提案内容の幅が広がったが、これですべての課題をクリアできたわけではないと考えている。今後もさらに軽量化技術を磨き、顧客の要望に的確に応えていきたい。

新UI版eSシステム

New UI Based eS System

●池田 幸信*
Yukinobu IKEDA



ダッシュボード画面
Dashboard

1 はじめに

当社の自動倉庫システム(eSシステム)の主な計算機端末の利用者は自動倉庫運用に直接携わる人であったが、近年では情報システム部門など、さまざまな立場の人が利用するようになってきている。UI(User Interface)の観点では、2000年ごろよりWebシステム方式、操作端末には比較的安価なWindowsパソコンを採用してきたが、現在ではスマートフォンやタブレットなどWindows以外のOSを搭載した安価な端末が普及しており、多様な環境下での動作が求められるようになってきている。

また近年では、ユーザが特定の製品やサービスを使ったときに得られる経験や満足感を重視するUX(User Experience)の概念が注目されている。

そこで、これらのニーズに対応すべく、この度新UI版eSシステムを開発した。

2 特徴

2.1 多様な顧客ニーズに対応するUIの充実

2.1.1 サポート機能

自動倉庫システムにおいて顧客運用に依存しない汎用的な機能(サポート機能)の選定を行った。サポート機能は、過去の顧客サポート履歴と利用者へのヒアリングをもとに決定し、eSシステム標準の機能としてパッケージ化した。なお、今後必要によりサポート機能を追加することを想定し、拡充が容易な仕組みにしている。

主な機能を次に示す。

- (1) ショートカット
使用頻度の高い画面を登録することができ、ボタンクリックで登録した業務画面が開く。
- (2) システムアラート
各種搬送機器およびシステム異常の有無を常時表示する。
- (3) 設備モニタ
設備の俯瞰図とそれに対応するエリアを表示し、搬送機器に異常が発生している箇所は色を変えて表示する。
- (4) プロセスモニタ
自動倉庫システム機能(プロセス)の稼働状態を表示する。
- (5) システムモニタ
自動倉庫サーバのリソース状態(CPU使用率など)を表示する。
- (6) 作業モニタ
作業状況を時系列の積上げ棒グラフで表示する。
- (7) 保全データ
機械設備の使用状況(走行距離など)を表示する。
- (8) 保守履歴
保守点検の記録を表示する。
- (9) オペレーション動画
事前に準備した動画(自動倉庫画面の操作説明など)を再生する。

2.1.2 サブ画面機能と画面カスタマイズ

自動倉庫運用を行いながら設備稼働状況や業務進捗をリアルタイムに把握したいというニーズに応え、UIの画面構成は



図1 サブ画面
Sub-screen

自動倉庫運用画面をメインとし、サポート機能画面をサブとして同時に表示できる仕様へ変更している(図1)。また、ユーザはドラッグ&ドロップ操作でサブ画面のサポート機能を入れ替えることができる(図2)。これにより、現場作業やシステム管理者など、異なる立場のユーザそれぞれに使いやすいUIとなっている。

なお、サポート機能においては、設備稼働状況や業務進捗情報など、リアルタイムに情報を表示することで効果を発揮するものが多い。リアルタイム表示に対応すべく、情報更新を画面全体で行う同期方式ではなく、機能ごとに更新する非同期通信方式を採用し、データ通信量を小さくすることで良好なパフォーマンスを確保している。

2.1.3 ダッシュボード機能

直接自動倉庫運用に関わらない利用者においては、サポート機能の利用がメインになる。そのようなユーザのニーズに応えるべくサポート機能をまとめて表示するダッシュボード画面を作成した(代表図)。なお、ダッシュボード画面においても、ユーザがドラッグ&ドロップ操作でサポート機能を入れ替えることができる(図3)。

2.2 マルチプラットフォーム対応

顧客が使用する端末のOSをWindowsだけでなくAndroidなども選択できるように、UIを新しいWeb標準規格に適合させている。

2.3 人間中心設計の導入

新UI版eSシステムは、高いカスタマイズ性により顧客の多様な要望に応える機能を実現することで好評を得ている。一方で、高いカスタマイズ性は画面設計のバラツキの原因となっていた。

その解決策としてUXの導入を検討し、UXのさまざまな手法のなかから、人を優先したものづくりを特長とする人間中心設計を選定した。このコンセプトから、接近の要因など画面設計で配慮する視点を盛り込んだ画面設計ガイドラインを作成し、それに準拠して画面製作を行うことで作業性と生産性を改善するとともに、製品品質の向上も図ることができた。

3 納入実績

2019年度より、本システムを高密度保管自動倉庫であるマ

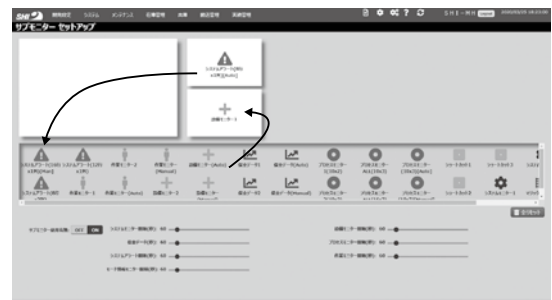


図2 サブ画面セットアップ
Sub-screen setup



図3 ダッシュボードセットアップ
Dashboard setup

ジックラック向けパッケージソフトウェアに適用して納入を開始し、大手飲料メーカーで2件、食品メーカーで2件、3PL*で1件の納入実績がある。

2020年度においても、すでに大手飲料メーカーで3件、3PLで1件、総合通販で1件の納入予定がある。

* 3PL(Third Party Logistics)：荷主企業のロジスティクスの全体もしくは一部を受託する事業者

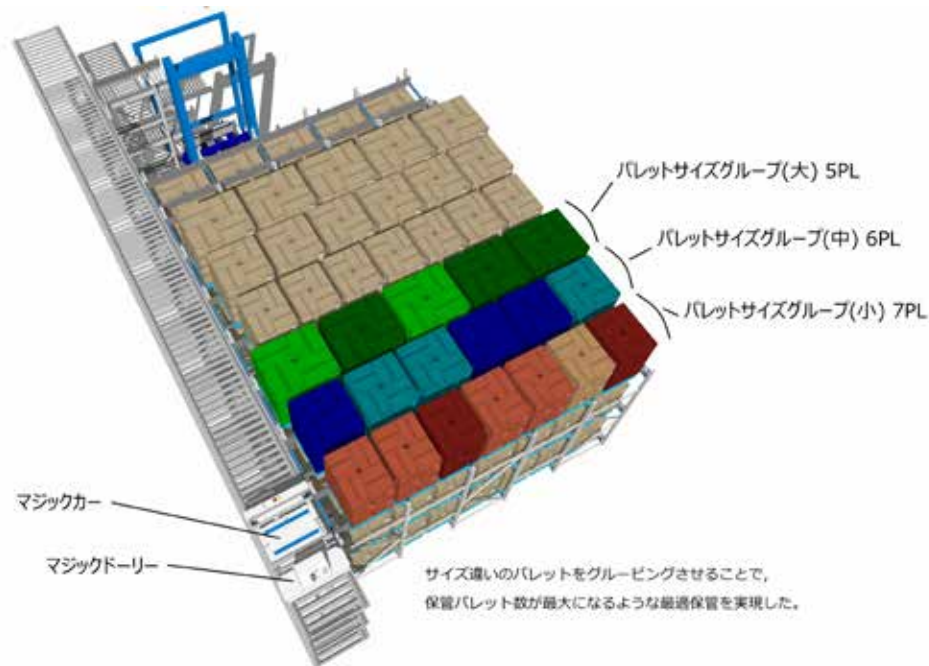
4 おわりに

- (1) 人間中心設計のコンセプトを取り組むことで顧客ニーズの多様化に柔軟に対応できるようにし、さらに、Web標準規格に適合させることでマルチプラットフォームを実現した新UI版eSシステムを紹介した。
- (2) 現在はマジックラック向けパッケージに適用して納入を進めており、次はフィルムロールセグメント向けのパッケージへ展開する計画である。
- (3) また、今後も伸ばしていく物流システム市場に対応し、製品品質と生産性の向上を目的として、eSシステムのパッケージ化レベルをより向上させていく所存である。

※「マジックラック」は、住友重機械搬送システム株式会社の登録商標です。

複数種パレット対応マジックラック

MagicRack Variation for Multiple Pallets



ここ数年、人手不足は業種を問わず深刻化しており、特に製造業や物流業において用いられる「省力化」や「省人化」という言葉の意味が、従来の「人件費の削減」から「人手不足を補う」という異なる目的を指すものに大きく変化している。当社でも、数年前より多くの顧客が直面する人手不足やスペース不足の問題を聴取しており、当課題の解決に貢献すべく自動入出庫と高密度保管を狙ったシステムの開発に着手した。

2017年に上市したマジックラックは、極限までコンパクトに設計されたマジックドローリー、マジックカーおよびディープストレージ専用に最適化されたラック構造により、従来のスタックレーン式自動倉庫では実現できなかった物流倉庫内の自動化と省スペース化を同時に実現することが可能となった。

マジックラックの対応パレットのサイズは、当初物流業界に広く使用されている1100(L)×1100(W)mmと、飲料業界用に最適化された1100(L)×900(W)mmとしていた。しかしマジックラックは知名度の向上に伴い、ターゲットとしていた物流業界や飲料業界にとどまらず、飲料業界に材料を供給する包装材料・容器メーカーや化学業界からも自動化への要求を受ける機会が多くなった。

化学業界では主に1100(L)×1400(W)mmのパレットを用い、飲料業界においても包装材料や容器を入荷する際、1200(L)×1300(W)mmといった異形サイズのパレットを扱う必要がある。このようなニーズに応え、幅広い業界のサプライチェーンの人手不足解消に資することがマジックラックの次の課題と捉え、このほど最大1200(L)×1400(W)mmまでバリエーションを拡充させるとともに、複数のパレットサイ

ズを1システム内で保管・搬送できるように拡張対応を行った。この対応によって、流通するパレットサイズのカバー率を80%から98%と18%向上させた。また、幅広い荷姿を取り扱うに当たり、重量も従来の1000kgから1100kgまで対応可能とした。

複数のパレットサイズへの対応に当たっては、パレットの幅と奥行きをそれぞれ拡張させる必要があった。まず、パレットの幅によって異なる保管ポジションについては、入庫時のパレットサイズ情報とマジックカーの停止位置のアルゴリズムを動的に制御することで対応した(図)。

次に奥行き方向については、保管棚に備えられたパレットガイドの構造を見直すことで、同一寸法のラック構造でも落下のリスクがなく格納できるように設計変更した。

その他、保管する荷物のパレットサイズや重量の拡大に伴い、機体およびラック構造の強化が必要になるが、当開発では高密度性を損ねることがないように各機器設計を見直した。これにより、開発当初の「5.5mの階高に1.5mの荷物を3段保管する」というコンセプトを崩すことなく、同等の設置寸法で複数のパレットサイズに対応可能とした。

労働者人口の減少にますます拍車がかかり、人手不足が事業の命運を左右しかねない時代においてこそ、パレットの保管・荷役作業の自動化に対して「柔軟性とラインナップ拡充」というテーマで取り組み、今後も最新技術を積極的に取り入れ発展させることによって物流現場の働き方改革を後押しし、顧客の価値増大に寄与する開発を継続していく。

※「マジックラック」、「マジックドローリー」および「マジックカー」は、住友重機械搬送システム株式会社の登録商標です。

(住友重機械搬送システム株式会社 坂本高章)

住友重機械技報第202号発行に当たり

住友重機械技報第202号をお届け致します。

本誌は、当社が常々ご指導いただいている方々へ、最近の新製品、新技術をご紹介申し上げ、より一層のご理解とご協力をいただくよう編集したものです。

本誌の内容につきましては、さらに充実するよう努めたいと考えますが、なにとぞご意見賜りたく、今後ともよろしくご支援下さるよう、お願い申し上げます。

なお、貴組織名、ご担当部署などについては、変更がございましたら裏面の用紙にご記入のうえ、FAXでお知らせいただきたくお願い申し上げます。また、読後感や不備な点を簡単に裏面用紙にご記入願えれば幸いに存じます。

2020年9月

〒141-6025 東京都品川区大崎2丁目1番1号 (ThinkPark Tower)

住友重機械工業株式会社

技術本部 技報編集事務局

(宛先)	(発信元)
住友重機械工業(株) 技術本部 技報編集事務局 行 FAX 横須賀 046 - 869 - 2358	貴組織名 担当部署 氏 名 TEL No. FAX No.

住友重機械技報第202号の送付先の確認と読後感などの件		
送 付 先 変 更	(旧送付先)	(新送付先)
	送付番号 _____	送付番号 _____
	組織名称 _____	組織名称 _____
	担当部署 _____ ➡	担当部署 _____
	所在地 _____ 〒 _____	所在地 _____ 〒 _____
新 規 送 付 先	新しい部署ができた場合ご記入下さい。	
	組織名称 _____	
	担当部署 _____	
	所在地 _____	
	〒 _____	必要部数 _____ 部
本 号 の 読 後 感 に つ い て	1. 本号で、一番関心を持たれた記事は。	
	2. 本号を読まれたご感想をお知らせ下さい。(○印でご記入下さい。)	
	1 興味深かった 2 特に興味なし その理由をお聞かせ下さい。	

主要営業品目

変減速機、インバータ

●機械式減速機：[同心軸]サイクロ減速機，サイクロギヤモータ
アルタックス，精密制御用サイクロ減速機，コンパワー遊星歯車
減速機，[平行軸]バラマックス減速機，ヘリカルパディボックス，
プレストギヤモータ，[直交軸]バラマックス減速機，ハイボニック
減速機，アステロ直交ギヤヘッド，ベベルパディボックス，ラ
イタックス減速機，HEDCON ウォーム減速機，小形ウォーム減速
機 ●変速機：[機械式変速機]バイエル無段変速機，バイエル・
サイクロ可変減速機，[電気式変速機]インバータ，インバータ搭
載ギヤモータ，サーボドライブ，DC ドライブ
サイクロ，アルタックス，コンパワー，バラマックス，パディボックス，プレスト，
ハイボニック減速機，アステロ，ライタックス，HEDCON，バイエルおよびバイエル・
サイクロは，住友重機械工業株式会社の登録商標です。

プラスチック加工機械

●プラスチック加工機械：射出成形機，射出吹込成形機，ディスク
成形機，セラミックス成形機 ●フィルム加工機：押出機，フィルム製
造装置，ラミネート装置 ●IC 封止プレス ●成形システム・金型：
射出成形用金型，PET システム，インジェクションブロー成形シス
テム，インモールドラベリング成形システム

レーザ加工システム

●レーザドリル装置 ●レーザアニーリング装置 ●YAG レーザ
と加工システム

半導体・液晶関連機器

●イオン注入装置 ●成膜装置：(太陽電池，タッチパネル，有機EL
用)プラズマ薄膜形成システム ●精密位置決め装置 XY ステージ
●モーションコーポネント ●ライン駆動用制御システム ●マ
イクロマシン ●レーザアニーリング装置 ●ウエハ研削装置

環境施設

●環境・エネルギー関連プラント：循環流動層(CFB)ボイラ，ロー
タリーキルン式産業廃棄物処理施設 ●大気関連プラント：電気集
塵装置，灰処理装置 ●水関連プラント：上水処理施設，下水処理施
設，浸出水処理施設 ●産業廃水処理装置

加速器，医療機器，精密機器，極低温機器，超電導磁石

●イオン加速器：サイクロトロン，ライナック，シンクロトロン ●電
子線照射装置 ●医療機器：PET診断用サイクロトロン・CYPRIS，
標識化合物合成装置，陽子線治療システム ●冷凍機：パルス
チューブ冷凍機，4KGM 冷凍機，MRI 用冷凍機，クライオポンプ
●人工衛星搭載観測装置冷却システム ●超電導磁石：ヘリウム
フリー超電導マグネット

CYPRIS は，住友重機械工業株式会社の登録商標です。

物流・パーキングシステム

●自動倉庫システム ●FMS/FA システム ●無人搬送システム
●機械式駐車場

金属加工機械

●鍛圧機械：フォージングプレス，油圧プレス，フォージングロール，
超高压発生装置 ●工作機械，クーラント処理装置 ●SPS(放電プ
ラズマ焼結機)

運搬荷役機械

連続式アンローダ，港湾荷役クレーン (コンテナクレーン，タイヤマ
ウント式ジブクレーン，タイヤマウント式LLC)，トランスファクレーン，
ジブクレーン，ゴライアスクレーン，天井クレーン，製鋼クレーン，
自動クレーン，コイル搬送台車，ヤード機器 (スタッカ，リクレーマ，
スタッカ／リクレーマ)，シップローダ，ベルトコンベアおよびコン
ベアシステム，リフティングマグネット装置，コークス炉移動機械

船舶海洋

●船舶：油槽船，石油製品運搬船

化学機械，プラント

●一般プラント：紙・パルプ製造装置，化学装置，原子力装置 ●圧
力容器：リアクタ，塔，槽，熱交換器 ●攪拌混合システム：マック
スブレンド攪拌槽，スーパーブレンド (同心2軸型攪拌槽)，バイ
ボラック (横型2軸反応装置)
マックスブレンドおよびバイボラックは，住友重機械プロセス機器株式会社の登録
商標です。

建設機械，フォークリフト

油圧式ショベル，杭打機，道路舗装機械，クローラクレーン，基礎機械，
フォークリフト

タービン，ポンプ

蒸気タービン，プロセスポンプ

その他

航空用機器，精密鍛造品，防衛装備品 (各種機関銃，機関砲およびシス
テム)

※文章中のソフトウェア等の商標表示は，省略しております。

事業所

本社	〒 141-6025	東京都品川区大崎2丁目1番1号 (ThinkPark Tower)	技術研究所	〒 237-8555	神奈川県横須賀市夏島町19番地
関西支社	〒 530-0005	大阪市北区中之島 2丁目3番33号 (大阪三井物産ビル)	技術研究所	〒 792-8588	愛媛県新居浜市惣開町5番2号
中部支社	〒 461-0005	名古屋市東区東桜1丁目10番24号 (栄大野ビル)			
九州支社	〒 812-0025	福岡市博多区店屋町8番30号 (博多フコク生命ビル)			
田無製造所	〒 188-8585	東京都西東京市谷戸町2丁目1番1号			
千葉製造所	〒 263-0001	千葉市稲毛区長沼原町731番1号			
横須賀製造所	〒 237-8555	神奈川県横須賀市夏島町19番地			
名古屋製造所	〒 474-8501	愛知県大府市朝日町6丁目1番地			
岡山製造所	〒 713-8501	岡山県倉敷市玉島乙島 8230番地			
愛媛製造所					
新居浜工場	〒 792-8588	愛媛県新居浜市惣開町5番2号			
西条工場	〒 799-1393	愛媛県西条市今在家1501番地			

本号に関するお問い合わせは，技術本部技報編集事務局 (電話番号
は下記)宛お願い致します。

住友重機械工業株式会社のホームページ <http://www.shi.co.jp/>

技報編集委員

委 員	見上 孝一	委 員	伊藤 晃
	大西 良孝		阿部 昌博
	平田 徹		白澤 克年
	井上 千晶		藤本 典之
	梶谷 純平		柴田 雅也
	長部 洋介		小住 幸広
	有吉 政博		坂根 剛
	石川 賢治		石倉 武久
	諏訪 義和		蟹 伸章
	鈴木雄一郎		大谷 賢一
		事務局	技術本部
		編集協力	(株)千代田プランニング

住友重機械技報

第202号 非売品

2020 年9月10日印刷 9月20日発行

発 行	住友重機械工業株式会社
	〒 141-6025 東京都品川区大崎2丁目1番1号
	(ThinkPark Tower)
	お問い合わせ電話 横須賀 046-869-2306
発 行 人	千々岩敏彦

