

グループ会社特集

会社紹介	新日本造機株式会社	1
技術解説	67 MW軸流排気型蒸気タービン (C11型) の開発	井手紀彦 3
会社紹介	住友建機株式会社	5
技術解説	新型油圧ショベル SH200-5 LEGEST	三觜 勇, 塚本浩之, 坂井紀幸 7
会社紹介	住友ナコ マテリアルハンドリング株式会社	9
技術解説	Web車輛管理システム	日南敦史 11
会社紹介	住友重機械エンジニアリングサービス株式会社	13
技術解説	造船所用クレーンの連続建造	三田秀樹, 島田真吾, 伊藤義和 15
会社紹介	住友重機械ハイマテックス株式会社	17
技術解説	大型耐摩耗ダクタイルロールの開発	菊池亮司 19
会社紹介	住友重機械マリンエンジニアリング株式会社	21
技術解説	アフラマックスタンカー RIVER ETERNITY	重松健司 23
会社紹介	住重機器システム株式会社	25
技術解説	大型攪拌翼の混合特性および適用事例	堀口洋郎, 彌富隆一, 森永昌二 27
	コークス炉蓋掃除機の高圧水利用技術	松本 豊, 都築 昭 29
会社紹介	住重試験検査株式会社	31
技術解説	小型加速器による放射線の工業利用	坂根 仁 33
	フェイズドアレイUT法による鋼構造物の検査	川島賢一 35
会社紹介	住重フォージング株式会社	37
技術解説	新規鍛造品開発フローの最適化	大原弘嗣, 稲垣真人, 佐藤安彦, 荒牧英三 39
会社紹介	日本スピンドル製造株式会社	41
技術解説	ブース内の高精度温度制御	泉 憲司, 柏木崇暁, 大西辰明 43
会社紹介	株式会社ライトウェル	45
技術解説	Web与信スコアリングシステム	村上憲司 47

Sumitomo Heavy Industries Technical Review

No. **165** 2007
Special Section
of Major Subsidiaries

Special Section of Major Subsidiaries

C/PROFILE	Shin Nippon Machinery Co., Ltd.	1
T/INVITATION	Development of 67 MW Axial Exhaust Type Steam Turbine (Type C11) Norihiko IDE	3
C/PROFILE	Sumitomo (S.H.I.) Construction Machinery Co., Ltd.	5
T/INVITATION	New Hydraulic Excavator SH200 - 5 LEGEST Isamu MITSUHASHI, Hiroyuki TSUKAMOTO, Noriyuki SAKAI	7
C/PROFILE	Sumitomo Nacco Materials Handling Co., Ltd.	9
T/INVITATION	Web Management System for Fork Lift Truck Atsushi HINAMI	11
C/PROFILE	Sumitomo Heavy Industries Engineering & Services Co., Ltd.	13
T/INVITATION	Serial Construction of Shipyard Crane Hideki MITA, Shingo SHIMADA, Yoshikazu ITOU	15
C/PROFILE	Sumitomo Heavy Industries Himatex Co., Ltd.	17
T/INVITATION	Large Spheroidal Graphite Cast Iron Rolls for Resistant Abrasion Ryoji KIKUCHI	19
C/PROFILE	Sumitomo Heavy Industries Marine & Engineering Co., Ltd.	21
T/INVITATION	Aframax Tanker RIVER ETERNITY Kenji SHIGEMATSU	23
C/PROFILE	SHI Mechanical & Equipment Inc.	25
T/INVITATION	Mixing Characteristics and Application of Large Impeller Hiroo HORIGUCHI, Ryuichi YATOMI, Shoji MORINAGA	27
	Techniques for Utilization of High Pressure Water in Coke Oven's Door Cleaner Yutaka MATSUMOTO, Akira TSUZUKI	29
C/PROFILE	S.H.I. Examination & Inspection, Ltd.	31
T/INVITATION	Industrial Radiation Application with Compact Accelerator Hitoshi SAKANE	33
	Phased Array UT for Steel Structures Kenichi KAWASHIMA	35
C/PROFILE	Sumiju Precision Forging Co., Ltd.	37
T/INVITATION	Improvement in Process of Forging Design Flow Hiroshi OOHARA, Masato INAGAKI, Yasuhiko SATO, Eizo ARAMAKI	39
C/PROFILE	Nihon Spindle Manufacturing Co., Ltd.	41
T/INVITATION	Highly Accurate Temperature Control in Booth Kenji IZUMI, Takaaki KASHIWAGI, Tatsuaki OONISHI	43
C/PROFILE	Lightwell Co., Ltd.	45
T/INVITATION	Web Credit Scoring System Kenji MURAKAMI	47

グループ会社特集



新日本造機株式会社

Shin Nippon Machinery Co., Ltd.

蒸気タービンおよびポンプの製造および販売。

本 社 東京都品川区大崎 2 - 1 - 1 (ThinkPark Tower)
 工 場 広島県・呉市 (広および仁方) 兵庫県・尼崎市
 設 立 1951年
 資本金 24億805万円
 従業員 348名
 認 証 ISO9001 ISO14001

プロフィール

新日本造機株式会社は、1973年に広造機株式会社と日本水力工業株式会社が合併して現在の社名となった。

取扱製品は、分散型発電市場（注）の産業用自家発電設備や各種機械駆動用の蒸気タービン、石油精製・石油化学・ガスプラント用プロセスポンプおよび各種産業用真空ポンプである。製品の海外輸出比率は、2006年度売上ベースで約75%であり、海外市場にも広く展開している。

注 分散型発電市場 集中型の大規模事業用発電に対して、発電規模が100 MWクラスまでの産業用自家発電を中心とした市場。

製品・技術

1. 蒸気タービン

(1) 多段タービン (図1, 図2)

a. 新日本造機の蒸気タービンは衝動型であり、型式別には多段タービンと単段タービンに大きく分類される。主力機種が多段タービンは、復水式と背圧式をラインナップしている。復水式は、排気圧力を真空とした高効率・高出力タービンである。また、排気方向を軸方向へ排出し、設備レイアウトの面で顧客の建設コ

ストおよびリードタイムを大きく低減できる軸流排気型タービンもラインナップしている。一方、背圧式は排気圧力が大気圧以上で計画され、排出される蒸気の熱エネルギーは再び工場プロセスで使用される。

b. 多段タービンは、顧客の最適操業を実現するべく、性能を支配するコアユニット（ブレード、ノズル、ロータおよび中圧ケーシング）は顧客の仕様にマッチするように都度最適設計される一方、その他の周辺ユニットはモジュール化されており、カスタマイズとモジュール化を上手に組み合わせ、生産リードタイムとコストを低減させるマスカスタマイズ思想で設計されている。

c. 現在、分散型発電市場の高温・高圧・高効率領域での成長を目指して、長翼化をはじめ、各種アプリケーションに対応できる要素技術開発に取り組んでいる。これらの開発技術成果の一つとして、2006年新日本造機最大出力の67 MW軸流排気型タービンの受注に成功した。

(2) 単段タービン

主に、ポンプ・ファン・コンプレッサの駆動用に使用される単段タービンは、衝動型の背圧式を採用しており、



図1 大型多段タービン (C10型)
Multistage steam turbine
(Model C10)

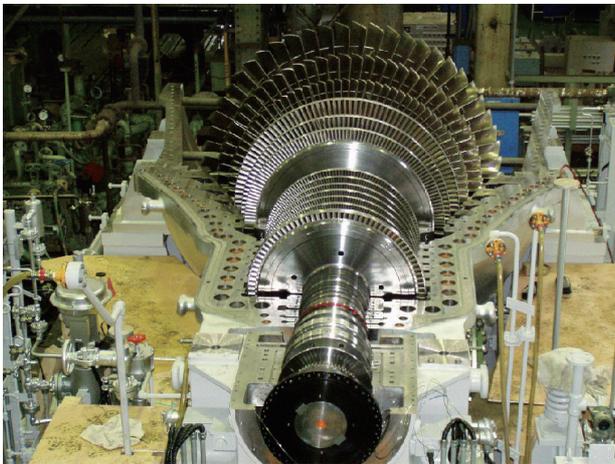


図2 大型多段タービンロータ (C10型)
Multistage steam turbine rotor (Model C10)



図4 バレル型高圧多段ポンプ & 動力回収タービンユニット
(BTBF/HTBTBH型)
Barrel type multistage pump & hydraulic power recovery turbine unit (Model BTBF/HTBTBF)



図3 バレル型高圧多段ポンプ (BTBF型)
Barrel type multistage pump (Model BTBF)

横型の他にも縦型もラインナップしている。出力レンジは、3000 kW以下をカバーする。

2. ポンプ

(1) プロセスポンプ (図3)

- a. 蒸気タービンとともに、主力商品として位置づけている製品が遠心式プロセスポンプである。プロセスポンプは、化石エネルギーサプライチェーンの最上流である原油の採掘プラント (Off Shore/On Shore) やパイプライン、また原油・天然ガスからガソリン、ジェット燃料、プロパン、ブタン、LNGおよびナフサなどの燃料や石油化学原料を製造する石油精製・ガス処理プラント、さらに下流の石油化学プラントにおける各製造工程 (プロセス) に使用されるポンプである。
- b. 取り扱う流体の特性は、温度、圧力、粘度、可燃性および毒性など多種多様であり、設計から製造まで多彩なアプリケーション技術力とノウハウが必要とされる。
- c. 遠心ポンプは通常、モータや蒸気タービンの動力エネルギーを流体の圧力エネルギーに変換する回転機械として使用されるが、プラントの省エネルギーを目的として、プラント内の高圧余剰流体エネルギーをポンプ吐出ノズルから導入し、高効率に動力回収する、いわゆるハイドリックパワーリカバリータービンとして使用するというアプリケーションもある (図4)。
- d. このポンプは性能および信頼性に関して厳しい要求事項が規定されているAPI規格に準拠した製品であ

る。最低20年の寿命と3年間連続運転が規格で規定されており、極めて高い品質が要求される。

- e. 流体特性の多様性から、型式やサイズも多くの品揃えを必要とされるが、その中でも最も過酷な仕様に適合する高圧多段ポンプを重点機種と位置づけ開発資源を集中している。これら高付加価値ポンプの商品力をさらに高めるべく、高度な流れ解析による高効率化や吸込み性能の向上に継続的に取り組んでいる。

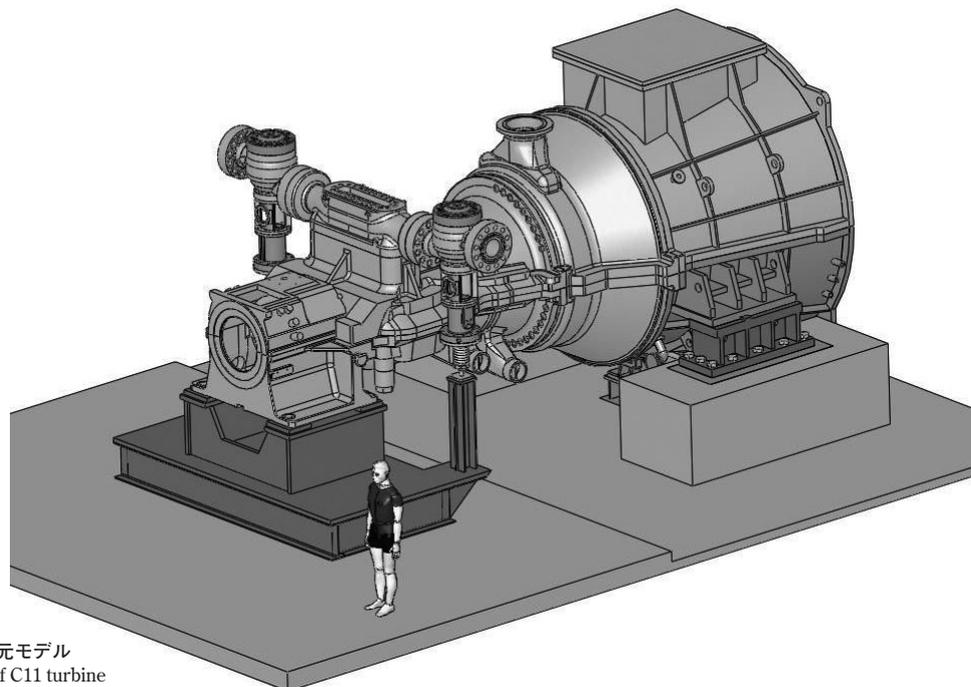
今後の展開

- (1) 蒸気タービンの分散型発電市場では、環境意識の高まりから、CO₂削減を目指したRenewable energy発電設備 (バイオマスおよび太陽光などの再生可能エネルギーを燃料とした発電設備) や、エネルギー効率の向上を目指したコジェネレーション発電設備への設備投資が世界的な広がりを見せると期待される。
- (2) プロセスポンプ市場では、中国・インドなどの経済成長および原油高を背景にして、中東・東南アジアで石油精製・石油化学・LNGプラント建設および増設プロジェクトが増大している。なかでも、高付加価値石油製品 (ガソリンおよびナフサなどの白物) の需要拡大に伴う重質油改質装置や、環境意識の高まりからLNGプラントへの設備投資が世界的な広がりを見せると期待される。
- (3) 2007年3月現在の納入実績は、蒸気タービンで世界79ヶ国/6274台、プロセスポンプで世界58ヶ国/24418台を数える。今後の更なるグローバル成長へ向けてのキーワードとして、「一流商品で顧客の最適操業を実現する」を掲げている。顧客の真のニーズを把握し、多彩なアプリケーションニーズに対して常に最適な技術提案を可能にする要素技術開発を継続的に実施し商品力の強化に努める所存である。また、受注から生産、アフターサービスまでの「全プロセスにおけるスピード向上」に3D化およびIT化推進も重要な課題として取り組んでいく。このように、商品力および組織力をともに強化し、技術、製造および販売部門の強い連携をもって顧客密着型のグローバルな事業展開を目指す。(企画管理部 岡田太志)

67 MW軸流排気型蒸気タービン (C11型) の開発

Development of 67 MW Axial Exhaust Type Steam Turbine (Type C11)

●井手紀彦*
Norihiko IDE



C11タービンの3次元モデル
3 Dimension model of C11 turbine

1 はじめに

電気事業の規制緩和の進捗と省エネルギー意識の高まりとともに、開放された送電・配電網を利用した分散型の熱電併給型発電所（コジェネレーション発電設備）の設置が各種産業用自家発電設備を中心に世界の多くの国で進んでいる。

従来、発電効率の観点から、集中型の大規模発電所が数多く建設されてきたが、これらは消費地の近くに設置することが困難な場合が多い。一方、分散型の熱電併給型発電所は消費地に近接して設置できること、ならびに利用形態に応じ熱と電力の供給割合を自由に選択できることより、災害時を含めたリスクの分散とエネルギー全体の利用効率を高める利点がある。

特に、北米市場では国土も広大で、一人当たりのエネルギー消費量も多く、エネルギー全体の利用効率向上に関する意識が高い。

本報では、昨年北米市場で受注した出力67 MWの大型軸流排気型タービン (C11型) の概要を元に、分散型の熱電併給型発電所用蒸気タービンに必要な技術要素を紹介する。

2 最終段長翼

本タービンの最終段には、22インチの長翼を搭載している。最終段翼群の性能はタービン全体に大きく影響を与えることから、CFD (Computational Fluid Dynamics) を利用して、各種の翼形状最適化を実施している⁽¹⁾⁽²⁾。例えば、ハブ側負圧面に発生するマッハ数の急増部 (スパイク) を最小にする翼形状の採用などである。

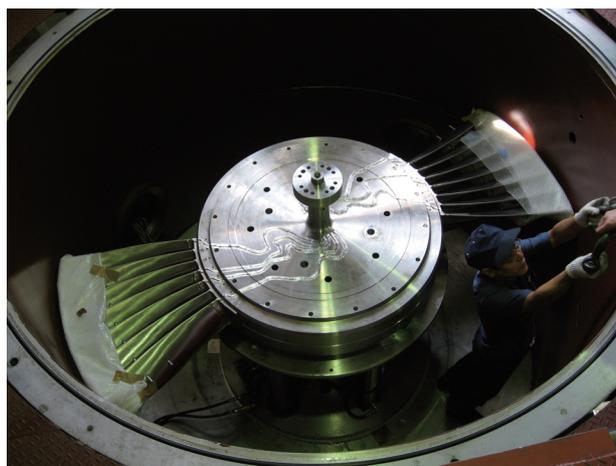


図1 最終段階回転検証試験
Last stage spin test

また、最終段蒸気は圧力低下により湿り域にあり、翼内部の湿り度を正確に評価し、性能への影響と液滴によるドレンアタック対策を考慮する必要がある。

翼強度に関して、長翼は回転の遠心力による静的な引張り荷重と、蒸気の通過による変動成分を含む曲げ荷重の両方が働く。

特に、曲げ変動成分は回転周波数の次数倍と考えられ、翼の固有振動数と共振した場合、発生する変動応力は共振しない場合の100倍以上に増加し、翼を破損させる恐れがある。

そのことから、長翼の固有振動数解析と、回転検証試験を行い解析の有効性を確認し共振回避を行っている⁽³⁾。

回転検証試験は、真空容器中に設置したロータを可変速駆

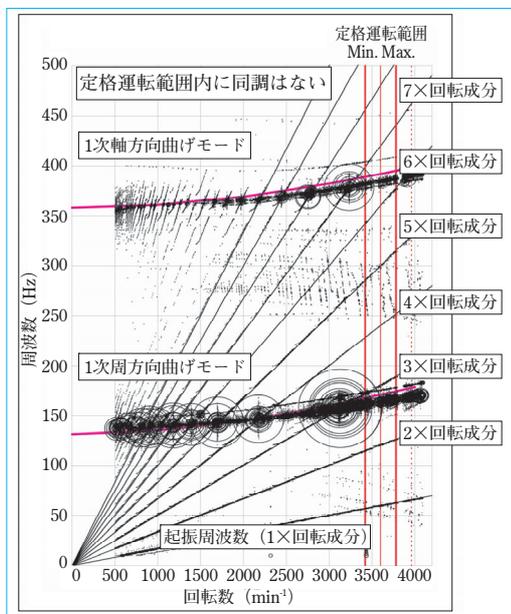


図2 キャンペル線図
Campbell diagram

動機で回転し、翼にパルス外力を与え、発生する応力を歪みゲージで計測し変動成分を解析した(図1)。

その結果、1次周方向曲げモードおよび1次軸方向曲げモードは、回転数の上昇に伴う幾何剛性から固有振動数も上昇するが、いずれも蒸気による曲げ力が発生する負荷運転回転数範囲で回転周波数の次数倍と共振しないことが確認された(図2)。

3 高温・高圧ケーシング

本タービンの入口蒸気条件は、温度：常用538℃/設計546℃、圧力：常用10.7MPa/設計11.7MPaであり、従来実績のなかでも高温・高圧蒸気条件の一つである。

高温・高圧蒸気条件での課題は起動時に発生する熱変形および熱応力を緩和する構造と材質の選定である。

タービンは主蒸気入口から1段ノズルまでが最も高い温度・圧力にさらされ、受ける熱量が大きく起動の早い時点で温度が高くなり、他の部分との熱膨張差で過大な応力が発生する。そこで、1段ノズル前の加減弁室の高温部が単独で熱膨張できる構造に変更した。この構造での熱変形および熱応力解析を実施し、従来構造と比較して約20%の応力緩和が可能となることを確認した(4)。

この構造変更と高温クリープ強度の優れるCrMoV鋳鋼の採用とを合わせて、温度550℃、圧力13MPaまでの対応が可能となった。

また、本タービンは新日本造機株式会社では最大サイズであり、従来の設計手法に加えて大型化へ配慮が必要となった。

特に、ケーシングは高圧部と中圧部を分離する構造を採用し、現状のサプライチェーンと工場の製造限界を超えない配慮を行った。

4 排気ケーシング

従来の軸流排気型蒸気タービンのラインナップ(～C10型)は、最終段翼高さ18インチ、出力は最大で約50MWまでのものであったが、今回の最終段翼高さ22インチ、出力最大約

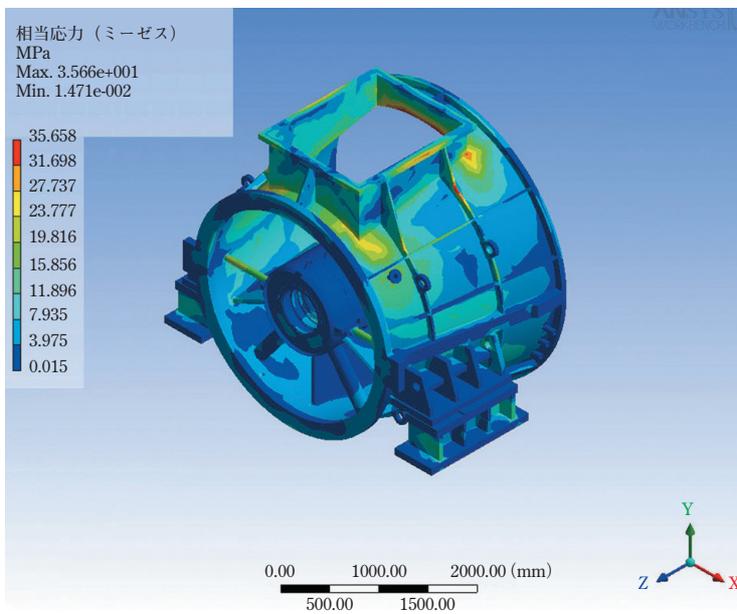


図3 排気ケーシングの応力解析
Stress analysis of vacuum casing

70MWのC11型用として排気ケーシングを新規に設計した。

最終段外径Dと排気口までの軸方向長さLの関係については、ディフューザ効果による排気損失の減少を計画して設計した(5)。

強度検討については従来の手法を踏襲しFEM解析を用いて実施した。真空荷重、ロータ荷重および熱膨張による変位・応力を考慮した最適形状を求め、強度レベルおよび変位レベルを従来実績のある許容値内に収めた(図3)。

大型化に伴い増大する軸方向への巨大なスラスト力に耐えうる排気サポートの検討に当たっては、強度検討は勿論のこと、タービンを据え付ける基礎を含めた全体3Dモデルを作成し、現地での据付け作業および配管干渉などの問題がないことを確認し形状を決定した。

5 おわりに

- (1) 熱電併給の分散型発電所の建設が増加しており、北米向け受注案件を元に、分散型発電所用蒸気タービンに必要な技術要素を検討した。
- (2) 最終段22インチ長翼を採用し、排気ケーシングを含む、設計、解析および検証を行い、健全性を確認した。
- (3) 550℃で13MPaまでの高温・高圧入口蒸気条件の対応を検討し、ケーシング形状と材質を決定した。

(参考文献)

- (1) Sanjay Goel, John Cofer, Hader Singh. Turbine Airfoil Design Optimization. ASME Journal 96-GT-158,1996.
- (2) 田沼唯士. CFDを用いた高性能蒸気タービンの設計. ターボ機械, no.32-5, p.291～297, May, 2004.
- (3) 角家義樹. 蒸気タービン翼の信頼性向上のための設計手法に関する研究. 神戸大学博士論文. 1992.
- (4) 井手紀彦. タービン起動時の熱応力解析. 住友重機械技報, no.164 p.33～34, Aug., 2007.
- (5) 池田隆, 鈴木篤英, 相沢協, 窪田富雄. 蒸気タービンの効率向上. 火力原子力発電, no.32-5, p.409～435, 1981.

住友建機株式会社

Sumitomo (S.H.I.) Construction Machinery Co., Ltd.

建設機械（油圧ショベル，マテリアルハンドリング機および道路機械）の開発，製造，販売および整備。

本社 東京都品川区大崎 2 - 1 - 1 (ThinkPark Tower)
 工場 千葉市
 設立 1986年
 資本金 160億円
 従業員 960名
 認証 ISO9001 ISO14001

プロフィール

住友重機械工業株式会社の建設機械事業は、1963年に米国リンクベルト社と技術提携したところから始まる。開発・製造を住友重機械工業が担当し、販売を国内各販売会社が行った。当初は建設用クレーン，油圧ショベルからスタートし，後に道路機械事業が加わり 3 事業体制になった。1986年には製造と販売を一本化した住友建機株式会社を設立し，2001年に建設用クレーン事業を住友重機械グループの会社に移管し，現在では油圧ショベルと道路機械を扱う専門メーカーとなっている。住友建機は，図1のようにグループ全体の事業戦略や連結業績の管理を行う持株会社である。その傘下の住友建機製造株式会社は製品の開発・製造および海外への販売・サービスを行い，住友建機販売株式会社は，国内販売・サービスを行い，3社一体でグループ運営している。



図2 リフティングマグネット機
Lifting magnet machine

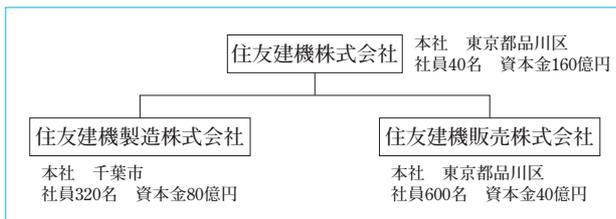


図1 事業推進体制
Companies formation

製品・技術

住友建機の2006年度連結売上高のうち，新車輸出比率は64%を占めている。住友建機は，日本国内，中国，アジアおよびオセアニア市場において『SUMITOMO』ブランド機を販売し，欧州・北米では欧州建機大手のCNH社とグローバルアライアンスを締結し，全世界の『CASE』ブランド向けに油圧ショベルをOEM供給している。さらに，北米向けには油圧ショベルを技術導入したときからの歴史ある『Link - Belt』ブランド機を供給している。これら 3 ブランドの機械を，高い効率を誇る住友建機製造千葉工場で一極生産している。

伸長著しい中国市場では，現地に販売とサービスの統括会社と部品供給センターを設立し，需要増加に対応している。また道路舗装機械のアスファルトフィニッシャは，国内で好調な舗装幅4.5～6mまでの機種を輸出している。舗装幅9mの大型機も開発し，中国市場進出を計画している。

1. 標準型油圧ショベル

- a. 標準型油圧ショベルは，製品総重量12トンから大型の80トンまでの製品をラインナップしている。狭小地での作業を容易にする超小旋回型油圧ショベルでは7.5トンと12.5トン機を，後方小旋回機では7.5～22.5トン機まで品揃えをしている。
- b. 標準機のなかでも2006年度に発売した国内排ガス3次対応型の新型油圧ショベル『LEGEST』は，「よくできたショベルだ」というキャッチコピーの通りの自信作である。従来機を上回る作業量を実現しながら，住友建機独自の新油圧システムにより，ポンプ過渡負荷制御や旋回リリーフ流量低減などで，従来機比10%の燃費低減を実現している。また，インタークーラ，コモンレール式超高压燃料噴射システムおよびクールドEGRを採用した新型エンジンシステムにより，10%の燃費改善を図り，油圧システムと合わせて合計20%の燃費低減と圧倒的な経済性を誇っている。また，作業の安全性がアップするワイドな視界や高剛性キャビンを搭載するなど快適性能も高く，それら機能を追求したデザインは2007年度のグッドデザイン賞を受賞した。総合性能に優れたLEGESTは，すべてにおいて他を圧倒している。今後は，新型機のシリーズ化に加え，新型機をベースにしたハイブリッド型ショベルの開発や，応用機分野への機種拡大を計画している。



図3 解体仕様機
Demolition machine



図4 林業仕様機
Forestry machine



図5 アスファルトフィニッシャー
Asphalt paver

2. 応用機

標準型油圧ショベルをベースに、各種作業に合わせてアタッチメントを付け替えることにより、さまざまな作業に適した機械に仕上げている。

- (1) リフティングマグネット機 (図2)
 - a. 金属スクラップをハンドリングするマグネットを装着した機械である。マグネットの吸着力の立ち上がりが高く、スピーディに効率よく作業が行うことが可能である。
 - b. スクラップの積放が早く吸着物を残さないなど、現場での作業効率を重視した機能を搭載している。
- (2) 解体仕様機 (図3)

大型重機の搬入や作業が困難な場合など、狭所作業に優れた後方超小旋回機をベースにした、家屋解体仕様機が抜群の性能を発揮する。
- (3) 林業仕様機 (図4)

林業従事者の高齢化が進むなか、機械化が進んでいる。密集した森林の間伐作業は、伐倒、枝払い、玉切り、積み込みおよび運搬など作業を1台でこなし、需要が伸びている。

3. 道路機械

- a. 住友建機の道路舗装機械であるアスファルトフィニッシャーは、国内トップのシェアを誇る。舗装幅に合わせて伸縮するスクリーンは高い舗装仕上がり性能を実現し、国内で圧倒的な信頼を得ている (図5)。
- b. 環境に配慮した排水性舗装などの新しい工法に対応する応用機の開発や、海外向け大型アスファルトフィニッシャーの開発を進めている。

今後の展開

- (1) 日本、北米、欧州および中国の4大市場に加え、新たな新興国による需要が旺盛であり、今後は生産能力の拡大が鍵となっている。住友建機製造千葉工場の生産能力は、油圧ショベル年間最大12000台まで引き上げるべくレイアウトの見直しを行い、さらに環境に配慮した塗装設備の導入などを推進している。
- (2) 機械本体性能のさらなる向上と年々高まる環境性能への期待に応え、さらに全世界での安定した部品供給およびサービス提供のスピードを高めていく。

(経営企画室 浦島浩次)

新型油圧ショベル SH200-5 LEGEST

New Hydraulic Excavator SH200 - 5 LEGEST

●三 觜 勇* 塚 本 浩 之* 坂 井 紀 幸*
Isamu MITSUHASHI Hiroyuki TSUKAMOTO Noriyuki SAKAI



グッドデザイン賞
受賞商品



GOOD DESIGN
AWARD 2007

図1 SH200-5 LEGEST

1 はじめに

20トンクラスのSH200は、油圧ショベルのなかで最も需要の多い核となるモデルである。2006年より日米欧の各地区で3次排ガス規制が導入されており、この規制に対応するとともに、年々厳しくなる市場要求に対し、「運動性能」、「快適性能」および、「経済性能」の追求をコンセプトとし、各項目にさまざまなセールスポイントを有する『SH200-5 LEGEST』を発売した（図1）。

2 コンセプトとセールスポイント

世界中のお客様の声を集め、パワーと繊細な動きを両立させる「運動性能」、特にキャビン内の快適性および静粛性といった「快適性能」、そして、お客様のランニングコストの低減、燃費およびサービス性などの「経済性能」に注力し差別化を図った。

2.1 運動性能

運動性能として、次の四つがあげられる。

- (1) SP (Super Power) モードによる抜群の作業量
- (2) 重掘削時の掘削スピード向上
- (3) バケット再生および新走行直進弁などの油圧回路改良
- (4) 独自オートモードの進化

2.2 快適性能

快適性能として、次の四つがあげられる。

- (1) 使い易いスロットル一体型の作業モード選択
- (2) 見易いモニタとスイッチ類の最適配置
- (3) 良好な視界性

- (4) 低騒音および低振動

2.3 経済性能

経済性能として、次の四つがあげられる。

- (1) 燃料消費量低減（従来機比較20%低減）
- (2) メンテナンス性の向上
- (3) 信頼性および耐久性の向上
- (4) サービスおよび機械管理用通信機能の充実

以上の項目に対しNo.1、あるいはトップクラスの性能を有し、お客様へ十分に訴求できる新モデルとなっている。

本報では、特に今後も重視される地球環境への貢献、すなわち燃料消費の低減20%を可能にした独自の油圧技術、また、ますます発展していくであろうITおよび通信関連の技術紹介を次章以降で行う。

3 LEGESTの油圧制御技術

LEGESTは、新油圧システム「SIH：S」および新エンジンシステム「SPACE 5」により現行機比20%の燃費低減を実現させている。本報では、前者の油圧システムについて紹介する。

3.1 ポンプ過渡負荷制御

油圧ポンプの使用馬力は油量Qと圧力Pの積であり、急操作・急負荷により圧力が急上昇した場合、ポンプの馬力(Q×P)を一定に保つには油量を瞬時に低減させる必要がある。しかし、応答遅れによりオーバートルク→エンジンダウンとなるので、回転を戻すには過剰な燃料噴射となり、多大な燃料を消費していた。SIH：Sでは圧力センサにより圧力の急上昇を検出し、ポンプ馬力を瞬間的に下げる指令を出す

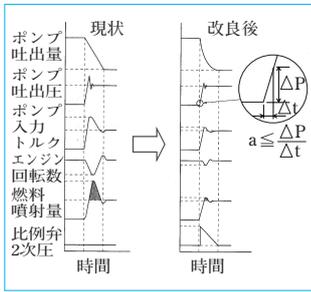


図2 油圧ポンプ応答性とエンジン噴射量
Pump response vs. fuel consumption

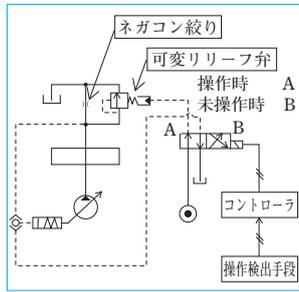


図3 新ネガコン制御回路
New negative control diagram

ことで応答遅れを防止し、燃料消費を低減している(図2)。

3.2 旋回リリーフ流量低減

旋回時急操作を行うと油圧ショベルは慣性モーメントが非常に大きいことから、加速時はポンプ油量のほとんどが旋回モータ付きのリリーフ弁より戻される。SIH:Sでは圧力センサにより旋回操作とリリーフ圧を検出してポンプ油量を徐々に増やしていくことにより、タンクへ捨てる油量を最小限にすることで、使用馬力を極力抑えて燃料消費を低減した。

3.3 ポンプスタンバイ圧低減

未操作時ポンプ油量を最小に保持するにはネガティブコントロールシステム(ネガコン)にて回路最下流にネガコン絞りを設けて3 MPa程度の回路圧を発生させ、ポンプ流量制御部に作用させる必要があった。SIH:Sでは新たに可変リリーフ弁を設置し、未操作時はリリーフ圧を1 MPaとし、さらにシャトル弁を介してギヤポンプ圧を流量制御部に作用させポンプ油量を最小に保持するようにしたので、未操作時の消費馬力を最小に抑えることが可能となった(図3)。

4 LEGESTを支えるサービス機能

LEGESTのセールスポイントであるSIH:S/SPACE 5に、電子制御は欠かせない。一方、その複雑なトラブルシュートが容易に短時間で対応可能にすることも重要な課題である。

住友建機株式会社は、LEGESTにOBD(On Board Diagnostic)、EST(Electronic Service Tool)およびG@Nav(Remote support system)の三つのサービス支援機能を用意した。

4.1 OBD

OBDは、機械の状態を確認するとき最初に使う機能である。機械に搭載したLCDモニターパネルに、スイッチ操作でサービス情報の表示を行う(図4)。

機能はエンジン回転およびポンプ圧力などの機械状態情報を表示するData monitor、故障コードおよび発生時間などの故障診断情報を表示するFault code、走行稼働時間および旋回稼働時間などの使用履歴情報を表示するMachine history、目標値をテスト的に変更し評価するCalibrationおよびお客様の要望により設定変更するConfigurationの機能がある。

4.2 EST

ESTは、PCと機械をケーブルで接続し機械の状態を診断する電子サービスツールである。基本的な機能はOBDと同じであるが、付加機能として機械状態をグラフィック表示するSnap shotおよびコントローラのプログラムを書き換えるReflashの機能を持つ。また、使用履歴情報をPCにアップロ



図4 キャビン内モニター
Cabin monitor

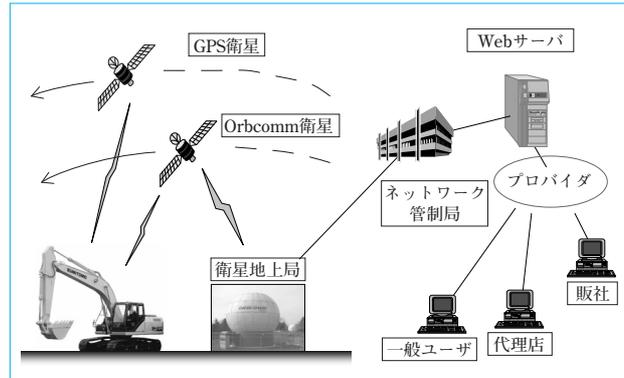


図5 G@Navのイメージ
Remote support system

ード可能にし、さらに故障コードからトラブルシュート情報につながるアプリケーションになっている。

4.3 G@Nav

G@Navは、機械のメンテナンス効率向上を目的に開発した遠隔稼働管理システムである。全世界共通およびショベル使用環境を考慮し、Orbcomm低軌道衛星通信サービスを採用した。

GPSで測位した位置情報と機械からの故障情報および使用状況のデータを衛星通信でサーバに送信し、ユーザがネット回線を介し閲覧できる。また、サーバ側からの送信信号で機械の動作に制限をかけることもでき、盗難防止の機能も果たす(図5)。

現在、日本国内だけのサービスであるが、海外対応を検討しており、また更なる有効活用も今後の課題である。

5 おわりに

- (1) LEGESTシリーズの開発に当たり、「運動性能」、「快適性能」および「経済性能」という三つの性能に徹底的にこだわり、「SPACE 5」というエンジンシステムと「SIH:S」という油圧、電気システムを開発、融合することで、大作業量の発揮と燃費の従来比20%低減を実現した。
- (2) 一貫したコンセプトをベースに、本紹介モデルと同時にSH160, 180, 240および290計5モデルを全世界で発売している。現在、他モデルに対してもシリーズ化開発を進めており、2007年、2008年と順次発売を開始する。今後もさらに厳しい排出ガス規制が控えており、次期開発に関しても、本開発における訴求項目の更なる進化、さらに厳しくなる環境やITおよび安全性能への対応を行い、お客様への満足度向上、また他社との差別化を図っていく所存である。

住友ナコ マテリアル ハンドリング株式会社

Sumitomo Nacco Materials Handling Co., Ltd.

フォークリフトおよび物流機器の製造，販売およびサービス。

プロフィール

住友ナコ マテリアル ハンドリング株式会社(住友ナコ)は、住友重機械工業株式会社50%出資、米国のナコ マテリアル ハンドリング グループ (NMHG) 50%出資の合弁会社として1972年に設立され、フォークリフトおよび物流機器の開発、設計、生産、販売およびサービスを行っている。設立から1999年までの社名は住友エール株式会社であったが、1999年に親会社であるNMHGの社名に合わせて、現在の社名に変更された。

米国 NMHGとは、設立以来35年にわたりフォークリフト事業における緊密な協力体制を維持し、グループの5開発拠点・12生産拠点のなかの日本・アジア地域における重要拠点として、日米欧亜4極体制によるグローバル戦略の展開および国際分業の一翼を担っている。NMHGは、『ハイスター』および『エール』のブランド名で全世界にフォークリフトを販売しており、グローバルマーケットシェア第3位、アメリカ市場では1位のマーケットシェアを誇っている。住友ナコは、グループのなかで、全世界向けの主要コンポーネントや車輻の開発および設計、中国工場生産車の開発および設計を分担するとともに、日本国内、アジア、大洋州、中国および中南米地域向けのフォークリフトの開発および生産を行い、供給している。2005年前半まではNMHG欧米工場向けにノックダウンキットを生産していたが、グループの生産戦略の変更によってキット供給を中止し、現在は完成車生産中心の工場になっている。2006年の完成車販売台数は11290台となり、5年前の約2.4倍に増加した(図1)。今後も、グループとしてのグローバルシェア拡大を目指し、BRICsに代表される新興市場への製品供給を進めるなどにより、グローバル化の推進を図っていく。

住友ナコの国内における営業体制は、従来の住友ブランドに加えて、2002年に神鋼電機株式会社から営業譲渡を受けた神鋼フォークリフトブランドでの供給も開始した。これにより、国内の直販営業拠点52ヶ所、主要代理店61ヶ所に拡大し、国内マーケットシェアアップおよび顧客に密着した営業・サービス体制を進めている。

製品・技術

1. エンジン式フォークリフト (図2)

- a. エンジン式フォークリフトは、1.0トン未満の小型機種から48.0トン積みの大型機種まで様々な容量のも

本社工場 愛知県大府市大東町2-75

設立 1972年

資本金 10億円

従業員 690名

認証 ISO9001 ISO14001

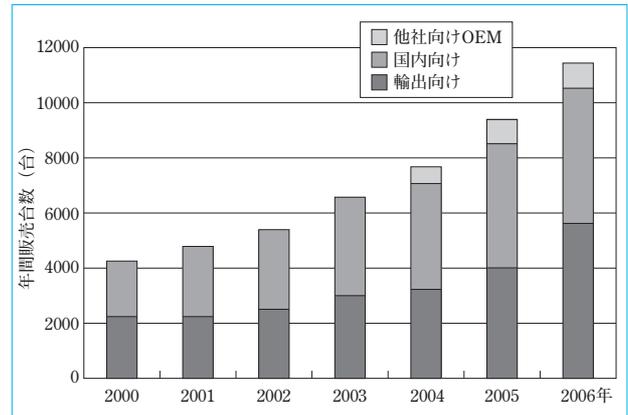


図1 住友ナコの完成車販売台数
Sumitomo-Nacco forklift truck sales volume



図2 エンジン式フォークリフト『クアプロ』11-FD25PX
Engine powered fork lift truck "QuaPro"

のがあり、高性能・高パワーで連続稼働が可能という特長を持っている。住友ナコでは、市場のエンジン車総台数の95%を占める0.9~5.0トン積み車輛を開発・生産し、国内および輸出市場に供給している。

- b. 2005年末に、約10年ぶりにモデルチェンジし、販売を開始した新型0.9~3.5トンエンジン車『クアプロ』は、製品がお客様に提供する生涯価値を高めることを目的に開発され、作業性能の向上、運転席の拡大および視界改善による生産性・快適性向上の実現と、従来製品にはなかった安全機能や先進装備を追加している。『クアプロ』の発売により、国内での販売台数、マーケットシェアの増加や輸出向けの販売台数増加を



図3 リーチ式バッテリーフォークリフト 61-FBR15E
Stand-up reach type fork lift truck

達成している。

2. バッテリー式フォークリフト (図3)

- a. バッテリー式フォークリフトの特長はクリーンで省エネルギーという点であり、社会全体の環境志向の高まりに伴って、国内市場におけるバッテリー車の台数比率は毎年約1ポイントずつ増加し、現在はエンジン車と半々の比率にまで増加してきた。住友ナコでは、バッテリー車中心の販売を行ってきた神鋼ブランドを追加したこともあって、住友ナコの国内向け販売台数ではバッテリー車が約60%と、市場よりもさらに高い比率となっている(図4)。
- b. バッテリー車の主力製品は、大きく分けて、座って運転するカウンタバランス式(カウンタ式)と立って運転するリーチ式があり、近年リーチ式フォークリフトの需要が増加して、カウンタ式とほぼ同数になっている。住友ナコは、2004年からリーチ式フォークリフトを国内他社へOEM供給しており、そのOEM台数を合わせると機種別の国内マーケットシェア14%(第3位)を占めている。
- c. 住友ナコでは、2001年から2004年に掛けて、カウンタ式0.9~3.0トン、カウンタ式3.5~4.0トン、リーチ式0.9~1.8トン、リーチ式2.0~3.0トンを順次開発し、発売してきた。カウンタ式では、性能向上とメンテナンスフリー化に向けて、従来の直流モーター・DC制御から交流モーター・AC制御に変更して、エンジン車並みの性能、機動性を実現した。その後開発したリーチ式フォークリフトでは、カウンタ式で実施したAC化の適用に加え、発進・停止のスムーズさを向上する装備として、トラクションコントロールや前輪ブレーキを追加した。こうした新型車の市場投入により、住友ナコのバッテリー車販売台数は年々増加しており、2006年には2730台(OEMを除く)を超えて、5年前の約2.8倍となっている(図4)。

3. 稼働モニタリングシステム

- a. 近年、フォークリフトを使用されるお客様では、物流作業における作業管理・安全管理への関心が高まっ

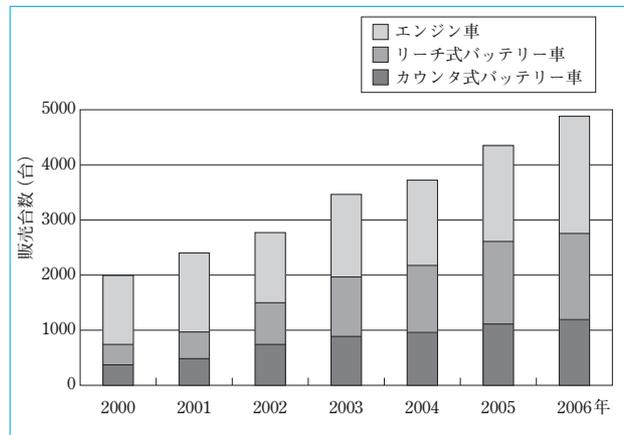


図4 住友ナコの国内販売台数 (OEMを除く)
Sumitomo-Nacco sales volume in domestic market (Except OEM)

ている。こうした要望に応じて、住友ナコではフォークリフトに各種センサを取り付け、作業中のデータをパケット通信により収集し、見やすく加工して、インターネットを通じてお客様に提供するシステムを開発した。

- b. 車輛号車別やオペレータ別といった管理が可能であり、作業効率の向上や安全運行の指導に、きめ細かい対応が可能である。

今後の展開

- (1) 近年の環境志向により、国内市場のエンジン車比率は年々漸減しているものの、依然として国内全販売台数の50%を占める主力製品であり、輸出向けを含めると65%近い台数比率を占めている。住友ナコでのエンジン車の傾向も、2005年から輸出向けの台数が急増しており、2007年以降も新興市場を中心にエンジン車の需要拡大がさらに進むと予想される。今後、対象地域の市場要求を収集し、顧客ニーズを反映した製品とすることで、グローバル展開の基幹製品として販売台数の拡大を図る。住友ナコで生産・販売している中小型クラスのエンジン式フォークリフトが対象となる、国内排出ガス規制が2007年から順次実施されることから、規制時期に合わせたエンジン排出ガス低減システムの開発を進めている。環境対応および排出ガス規制は、国内外を問わず年々強化されていく領域であり、今後のエンジン式フォークリフト開発の重要課題である。
- (2) 国内市場でのバッテリー化はさらに進むと見られ、現在エンジン車が主力の海外市場でも、徐々にバッテリー車比率が上がるものと予想される。住友ナコは、バッテリー車を進める上での強みである、住友重機械工業との電気技術での価値連鎖などにより、バッテリー車市場での確固たる地位を目指している。
- (3) 物流効率化や安全作業に関するお客様の要望が強くなるのは必至であり、稼働モニタリングシステムのレベルアップや新たなシステムの開発に取り組んでいる。

(技術部 加藤 成)

Web車輛管理システム

Web Management System for Fork Lift Truck

●日南 敦史*
Atsushi HINAMI

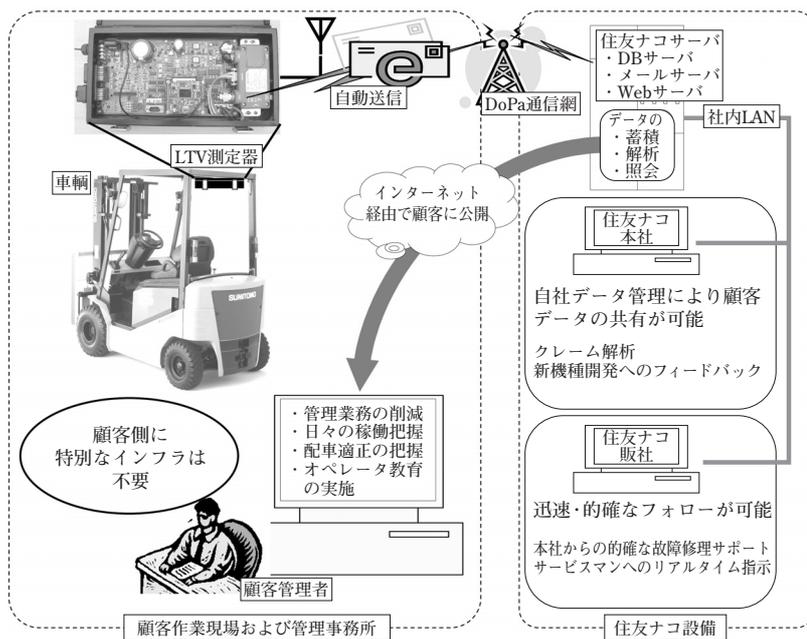


図1 システム概要および特徴
Outline of Web system

1 はじめに

お客様の安全、環境および物流コスト低減に対する関心は高く、運輸業を中心にトラックにデジタルタコメータ（デジタコ）を装着する企業が増え、今やその装着率は約10%にも及ぶ。それらのお客様を中心に、フォークリフト版のデジタコへの関心も高まっている。こうした状況の下、フォークリフトの稼働状況を収集し分析を行う機器の開発と、稼働状況をインターネット上でお客様に提供するシステムを開発した。

2 システムの概要

システム全体の概念および特徴を、図1に示す。本システムは、車載の測定器、メールサーバ、DBサーバおよびWebサーバにて構成される。測定器にて収集された車輛の稼働情報は区間時間ごとに統計処理され、集計レコードとして記憶される。それを元に1日分の稼働情報として定期送信メールが作成され、パケット通信網により1回/日の頻度でDBサーバへ自動転送される。稼働日、車輛およびオペレータごとに日々格納された稼働情報は、お客様がインターネットにアクセスすることでいつでも閲覧可能となる。また、住友ナコマテリアルハンドリング株式会社（住友ナコ）では、お客様の稼働データを把握することができることから、迅速なメンテナンスの提供やきめ細かな提案活動が可能となるばかりでなく、蓄積される稼働状況のデータは再現性の少ないクレーム解析や次期車輛の開発時に大いに役立つものと考えられる。

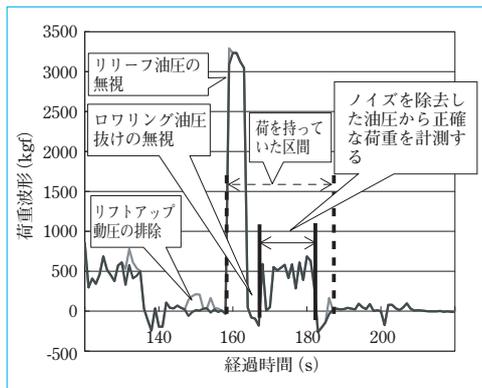


図2 荷重計測ロジック
Load measurement logic

3 他業種類似システムとの比較

類似システムとしてトラック動態管理用のデジタコがあげられるが、本システムでは、フォークリフトの運行管理の有用性を追及し、次のような相違点の特徴といえる。

トラックでは、集配のリアルタイム対応を図るべく、GPSによる位置把握を行っている。また、運転方法の記録による燃費向上の指導に重点が置かれている。一方、フォークリフトにおいては位置把握や燃費向上指導による効果は得にくいと考えられ、稼働内容や安全管理の把握に重点をおいたシステムとした。稼働率や有効負荷率および荷役作業回数等の解析、職場全体での運行状態の把握やオペレータごとの集計ができる機能も実現している。また、安全管理面では、速度違反、荷重オーバーおよび負荷走行時後進状況など、リフトが安全に

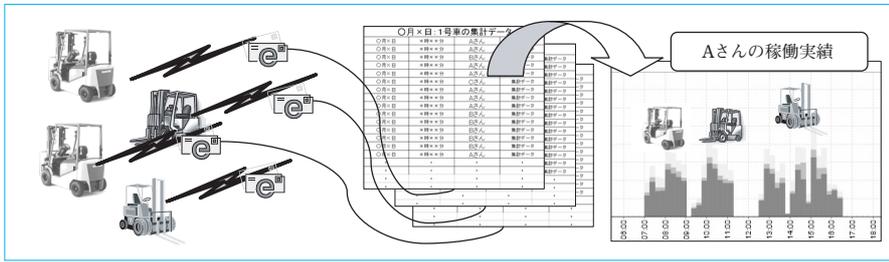


図3 オペレータ別集計
Summarized data by operator

運行しているかの管理を可能とした。

デジタコは第三者ベンダによるシステム売切り型が主流であるのに対し、本システムでは住友ナコがデータを自社管理するASP型サービスとすることで、お客様自身による管理工数の軽減を狙うとともに、データ共有による幅広い効果が得られるシステムとしている。

4 システムの特徴

次に示す特徴および独自技術により、お客様に手間を掛けずに、付加価値の高い情報を提供することが可能である。

4.1 メーカーを問わず画一的な管理が可能

お客様が保有されているさまざまなメーカー、機種に対応できるよう、シリアル信号、DI：16 ch、AI：8 chおよびパルス：2 chと豊富な入力端子を搭載している。このことから、お客様は車輛を問わず画一的な車輛管理が可能になる。また、これら旧車輛および他社車輛に比べ、住友ナコ最新機種は詳細な情報取得が可能である。

4.2 常時自動計測

次の工夫により、消費電力を抑えつつ、必要事項の常時計測を可能にしている。

- (1) 設定時刻に自動送信するが、無稼働時のオートOFF中であった場合には、次回キーONで計測中に送信する。
- (2) 一日の区切りを任意に設定でき、0時をまたぐ稼働の場合にも、客先営業日単位での管理が可能である。
- (3) 図2に示すような、荷重計測ロジックにより、油圧から荷重を算出する際、走行油圧変動および荷役操作油圧ノイズの排除を行い、いったん停止することなく、自動計測を行っている。(特許出願中)

4.3 サーバ上でのオペレータ集計

一般的にフォークリフトは、複数人のオペレータによって運行されることが多い。このことから、図3に示すように車輛ごとに収集した稼働データをサーバ上で個人別に集計し、作業内容を把握することで、きめ細やかな改善および指導が可能である。

4.4 統計処理による高効率不可逆圧縮

車輛上で取得した、膨大な生データは車輛上で圧縮処理を行っている。ただし、単純な時間・回数累計では失う情報が多いことから、フォーク作業の特徴を考慮した複合的統計処理を実施している。この処理により、安全管理および作業効率改善のヒントの元となる情報の保全と、高いデータ圧縮を両立させている。例えば、1回の荷物搬送中の距離頻度および設置回数を車速パルス、油圧およびレバー操作のデータを統計処理し、小さなデータで詳細な稼働状況の把握を可能とした。(特許出願中)

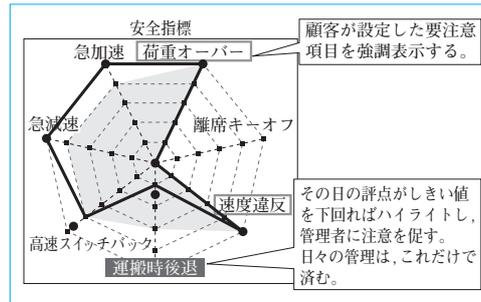


図4 指標チャート
Indexes chart

4.5 グラフによる日々の実態把握

Web上の時系列表示による各種グラフは、稼働推移の把握が可能である。一方、車輛比較表示により車輛間の稼働のパラツキの把握も容易である。また、それらをワンクリックで切替え可能であり、多角的な解析を直感的に実施可能な表現力を有する。グラフは稼働時間/走行距離/荷役時間/荷役作業回数/平均荷重/速度頻度/荷重頻度などが表示可能である。

4.6 チャートによる問題点の把握

稼働、安全および作業内容に関する項目を図4のごとくチャート図により指標化し、注視項目は指標点が低下すればハイライトすることで、問題点の発見を容易にしている。また、注視したい項目や程度は、管理者により自由に設定できる。この機能により、日常的な管理は指標チャートのみで行い、要注視車輛のみを前述の各詳細グラフにて原因追及することで、管理者の負担を大幅に軽減することが可能である。

5 おわりに

- (1) オペレータおよび管理者双方の負担を最小限にフォークリフトの稼働、安全および作業内容の把握が可能システムである。
- (2) 独自稼働計測ロジックにより、通常荷役作業をしたまま精度の高い計測が可能である。
- (3) フォークリフト作業に特化した高効率不可逆圧縮により、通信費の大幅削減を達成している。
- (4) オペレータ個人の稼働管理が可能であり、きめ細やかな対応が可能である。
- (5) 稼働データを客観的な指標チャートに自動変換することで、管理者の負担軽減に貢献している。

現在、本システムは約60台が稼働しており、主に安全面での高い評価を得ている。サービス履歴と実稼働データによりタイヤ交換時期の予測など、またメンテナンス時期の予告機能の増強など、更なるコンテンツの拡充を予定している。

住友重機械エンジニアリングサービス株式会社

Sumitomo Heavy Industries Engineering & Services Co., Ltd.

運搬荷役機械および搬送システム設備のエンジニアリング、製造、販売およびアフターサービス。
物流システムの改造、修理および保守。

本 社 東京都品川区大崎 2 - 1 - 1 (ThinkPark Tower)
工 場 愛媛県・新居浜市
設 立 1999年
資本金 4億8000万円
従業員 400名
認 証 ISO9001 ISO14001

プロフィール

1999年12月、住友重機械工業株式会社の運搬機分野のエンジニアリング部門として設立した株式会社スミメックと技術サービス部門として設立した住重技術サービス株式会社の合併により、現在の社名住友重機械エンジニアリングサービス株式会社となった。その後、2002年に、住友重機械工業の搬送システム事業部と統合を行い、現在の事業形態となった。

住友重機械エンジニアリングサービスは、新居浜事業所をコアとした業界トップレベルの技術力と、天井クレーンから超大型クレーン、連続アンローダおよびバラ物搬送システムに至る幅広い品揃えで、お客様への価値の提供に努め続けている。そして、「ライフサイクルソリューションで顧客サービスNo.1を目指す」を基本姿勢に、日本を中心に東アジアの重点市場を深耕し、製品とサービスの提供を積極的に展開している。

製品・技術

クレーンは、クレーンの姿形、クレーンの要求される機能、扱い物および設置する場所などから各種の名称で呼ばれ、分類されている。

JISによれば、(1)ジブ付きクレーン、(2)天井クレーンおよび(3)橋型クレーンの三つに大分類している。移動式クレーン（トラッククレーンなど）は、住友重機械エンジニアリングサービスでは製造していないクレーンの種類である。それ以外のクレーンは、設計・製造の実績がある。

1. クレーン

(1) ジブ付きクレーン

a. ジブをもつクレーンで、塔形（図1）および水平引込みなどがある。工場ヤード用および岸壁用などの屋外の荷役に多方面に使用される。船上にクレーンを搭載したものを浮きクレーン（フローティングクレーン）という。

また、水平引込み式は、石炭や鉱石などバラ物の船からの荷揚げ、製品の船への積み込みなど、各種用途に使用されている。用途・能力（扱い物）に合わせたグラブパケットなど吊り具を備えたクレーンで、旋回機能を有している。アンローダ（船から地上に荷を揚げる）の場合は、機内にホッパおよび地上側に設置されたコンベヤに荷を横送りする機内コンベヤを有している場合もある。



図1 ジブクレーン
Jib crane



図2 天井クレーン
Over head crane

b. 今後は造船所の建造ブロックの大型化に伴い、大型のクレーンへの更新がさらに進むと考えられる。

(2) 天井クレーン（図2）

a. 建屋に設置されたレール上を走行し、主として屋内で使用されるクレーンで、グラブ式とホイスト式がある。天井クレーンは産業界で広く使用されており、用途に適合する機能・構造を有している。

b. 今後は厳しい作業環境のなかでも稼働でき、かつ省人化をテーマにした自動化クレーンの導入が進むものと考えられる。

(3) 橋形クレーン

a. 走行する橋形の桁（ガーダ、ブーム）に沿ってトrolleyなどが横行するクレーンである。屋外の大型クレーンであり、岸壁荷役や工場ヤード用、造船所の建造



図3 ゴライアスクレーン
Goliath crane



図5 連続式アンローダ
Continuous unloader



図4 コンテナクレーン (免震装置付き)
Container crane (Including anti seismic devices)

用 (ドックをまたいだ大型橋型クレーンは、ゴライアスクレーン (図3)) として使用される。

- b. 岸壁に設置され、コンテナ船へのコンテナの積み込みまたは積み降ろしを行う橋形のクレーンをコンテナクレーン (図4) という。また、コンテナヤード内でのコンテナの積み付け/払出しを行うクレーンで、発電機を搭載し走行タイヤを備えた門型のクレーンをトランスファクレーンという。コンテナ用吊具としてスプレッドが装備される。

2. 連続荷役機械

(1) 連続アンローダなど

- a. 船艙内の荷 (石炭、鉱石および穀物などのバラ物) を連続的に荷揚げするもので、環境保全、省エネルギーおよび荷役効率向上などを目的として、グラブバケット付きアンローダに代わる荷役機械として設置されている。扱い物や荷揚能力によりバケットエレベータ形 (図5)、ベルトコンベヤ形およびスクリュウコンベヤ形など各種がある。
- b. 船内の荷のかき寄せなど陸上からブルドーザなどを船内に入れるブル吊り機能を装備する場合は、クレーンに関する法規が適用される。
- c. バラ物の荷役機械としては、地上コンベヤから搬送されてきた荷 (バラ物) を連続的に船積みするシップローダ、またその逆に船からアンローダによって荷揚

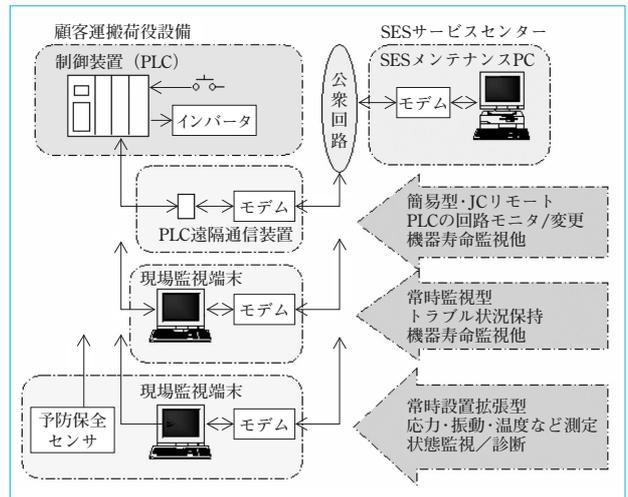


図6 リモートメンテナンスシステム
Remote maintenance system

げされ地上コンベヤにて搬送されてきた荷を、地上側のヤードに連続的に積み付けを行うスタッカおよびヤードから連続的に払い出すリクレーマがあり、両機能を有するスタッカリクレーマなど目的や能力により各種ある。

今後の展開

今後の運搬荷役システムに望まれるのは、省力・省人のほか、次の点があげられる。

- (1) 環境・人間への配慮 (省エネルギー、低騒音、粉じん飛散防止、低振動および快適な運転室)
- (2) 予防保全 (自己診断機能および履歴管理機能)
- (3) リモートメンテナンス (早期復旧支援機能) (図6)

これは、クレーンに設置された自己診断機能を利用し、お客様と離れた場所 (メーカーおよびサービスセンター) とを結び、機器状態の把握および復旧のスピードアップニーズに寄与するシステムである。

(4) クレーン機体の軽量化

現状稼働中のクレーン更新時には、更新工事期間の最短化や、定格荷重を増やしても建屋レールやレール下基礎への影響を少なくするべく、クレーン機体重量の軽量化の要望がある。 (営業・サービス部 太田拓馬)

造船所用クレーンの連続建造

Serial Construction of Shipyard Crane

● 三田 秀樹* 島田 真吾* 伊藤 義和*
 Hideki MITA Shingo SHIMADA Yoshikazu ITOU



ゴライアスクレーンの据付け
 Installation condition for goliath crane

1 はじめに

近年中国市場を中心に海運業界の活況が続き、船舶建造ラッシュにより造船業界も高操業が続いている。特に、国内の造船各社は生産性を向上するべく、建造ブロックを大型化し建造ドックの効率化を図ってきた。したがって、造船所のクレーンにとっては容量の大型化が急務となった。

大型化の課題としては、次の2点である。

(1) 既存の中小容量クレーンとの共存、既存の基礎およびスペースの流用

(2) 稼働中のドックへの操業への影響の最小限化

この課題を解決するべく、造船所用クレーンには次の特徴を有するものとした。

(1) コンパクトかつ大容量を有すること

(2) 短納期対応、特に据付け期間を最短にすること

1995年にゴライアスクレーン、1996年にジブクレーンを市場に投入して以来、現在までに納入したゴライアスクレーンは18台、ジブクレーンは88台に達する。

2 主要仕様

ジブクレーンおよびゴライアスクレーンの主要仕様の一例を表1および表2に示す。

特に、ゴライアスクレーンは建造ブロックの大型化に伴い、更なる大型化が求められている。

3 ジブクレーン軽量化へのアプローチ

ジブクレーンを軽量化する方法として次の三つを採用した。

表1 ジブクレーンの主要仕様
 Major specifications of jib crane

ジブクレーン	300 tJC
定格荷重	最大 300 t
旋回半径	最大 62 m 最小 21 m
揚程	旋回半径 21~46 m
	レール上 69 m, 下1 m
	旋回半径 46~57 m
	レール上 59 m, 下1 m
旋回半径 57~62 m	レール上 45 m, 下1 m
	レール上 45 m, 下1 m
スパン	10 m
ホイールベース	12.5 m
運動/速度	
巻上げ	300 t迄 0.12 m/s
	140 t迄 0.23 m/s
	20 t迄 0.35 m/s
引込み	0.21 m/s
旋回	0.035 s ⁻¹
走行	0.5 m/s
電源	AC3300 V
	60Hz 3φ

表2 ゴライアスクレーンの主要仕様
 Major specifications of goliath crane

ゴライアスクレーン	800 t×168 m GC
定格荷重	
上トローリフック下	400 t×2
下トローリフック下	400 t
吊りビーム下	700 t
スパン	168 m
ホイールベース	35 m
揚程 レール上	65 m
揚程 レール下	11.5 m
運動/速度	
上トローリ	
巻上げ	0.4/0.17/0.13 m/s
横行	1/0.67 m/s
下トローリ	
巻上げ	0.4/0.17/0.13 m/s
補巻上げ	—
横行	1/0.67 m/s
走行	1/0.67 m/s
電源	AC3300 V
	60Hz 3φ

(1) 多層巻きドラムの採用

多層巻きドラムを採用したことにより、駆動部がコンパクトになった。

(2) 機械装置の縦型化による旋回フレームのコンパクト化
 機械装置を縦型にして機械室をコンパクトにし、重量バランスのよい配置が可能となった(図1)。

(3) 旋回機構のコンパクト化

従来型のローラパス方式をターンテーブル方式に変更することによって、旋回機構が格段とコンパクトになった(図2)。

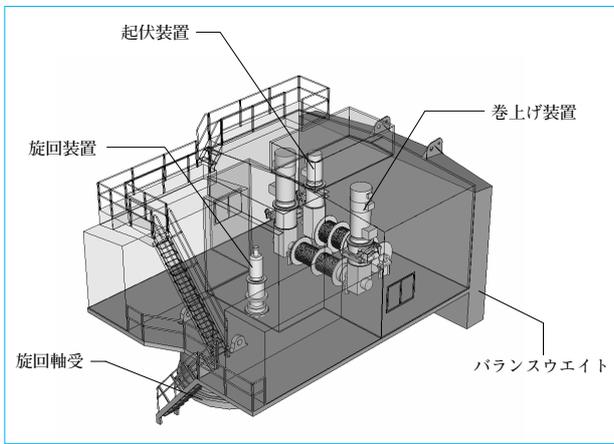


図1 機械室
Machinery room

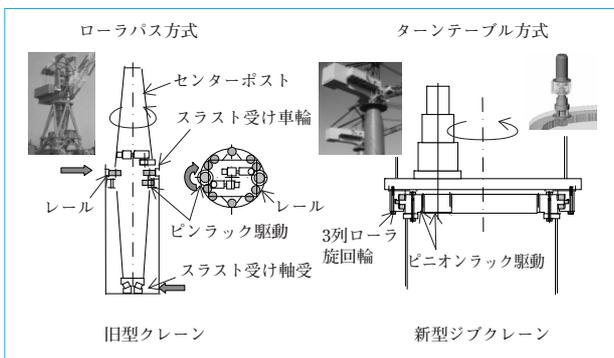


図2 旋回機構の比較
Comparison of slewing device

4 新規に導入された技術

4.1 荷振れ減少制御

吊り荷を地切りする瞬間、蓄積した撓みが一気に解放され、吊り荷が前後方向に振れる。現状は、オペレータが巻上げ時に起伏操作を組み合わせ、吊り荷の振れが減少するように対応している。これを自動的に行い、荷振れを減少させる制御を開発した。図3に示すように、荷振れは「引込みロープの伸び」、「ジブの撓み」および「旋回フレームの撓み」などにより発生する。

そこで

- (1) ジブ元付け付近に傾斜角検出器を設置し、これらの要因による最終的な撓み量を傾斜角として検出する。
- (2) オペレータによる巻上げと同時に、傾斜角一定となるように引込みを自動的に動作させることにより吊り荷の振れを問題のないレベルまで減少させた。

4.2 リモートメンテナンス

ジブクレーンには、「故障復旧時間の短縮」および「予防保全」を目的として、図4に示すようなリモートメンテナンスシステムを設置している。

機能を次に示す。

- (1) 故障復旧時間の短縮機能
 - a. リモートによる制御プログラムのモニタリング・仮変更
 - b. 故障発生前後の信号および操作のトレースバック
 - c. 故障履歴の保持

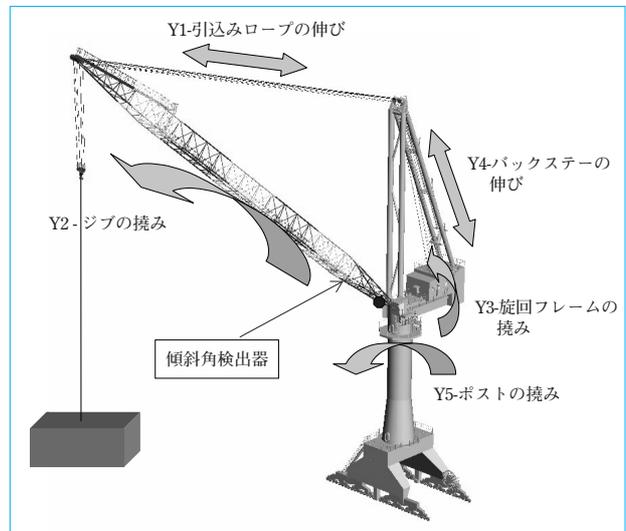


図3 荷振れ要因
Factors of load sway

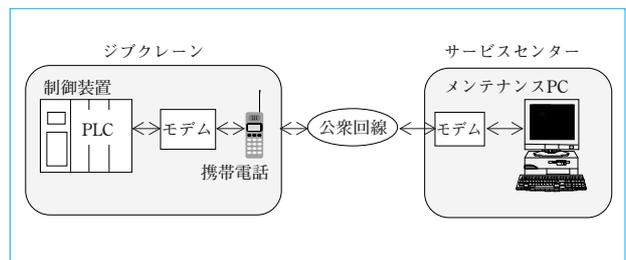


図4 リモートメンテナンスシステム
System of remote maintenance

- d. インバータ故障情報の収集・保持
- (2) 予防保全機能
 - a. 稼働情報・設備状態の保持
 - b. 消耗品の動作時間・起動回数のカウント
 - c. 故障発生回数のカウント

5 据付け工事

ゴライアスクレーンは、事前に部分的にバージ上に据え付けられたブロックを順次連結し、最終的には全体組立されたクレーンを据付け場所に設置する（冒頭の写真）。このフローチング工法で1日で据付けし、造船所の操業への影響を最小限に抑えている。

6 おわりに

- (1) ジブクレーンおよびゴライアスクレーンは、軽量化を達成し、既存のクレーンと共存しながら稼働中である。
- (2) フローチング工法により、据付け期間を最小化することも実現した。

造船業界は、今後とも設備投資は続くものと考えられ、顧客のニーズに応える商品を提供していく所存である。

住友重機械ハイマテックス株式会社

Sumitomo Heavy Industries Himatex Co., Ltd.

ロールおよびシリンダの製造および販売。

本社工場 愛媛県新居浜市惣開町 5-2

設立 1980年

資本金 3億1000万円

従業員 104名

認証 ISO9001 ISO14001

プロフィール

住友重機械ハイマテックス株式会社は、1980年に住友重機械工業株式会社より住友重機械鑄鍛株式会社として独立し、2001年に現在の社名となり、2007年で27年目を迎える。主に条鋼および特殊鋼に特化した圧延用ロールの製造を行い、国内の主要鉄鋼メーカーへの提供はもとより海外への提供も行っており、1988年にバイメタリックシリンダ工場を立ち上げ、現在はロール事業とシリンダ事業の二つの事業を行っている。

製品・技術

1. ロール

- 材質的にはダクタイル（図1）、グレン、アダマイト、黒鉛鋼およびハイス鋼などに分けられる。
- 鑄造方法としては、静置鑄造法、遠心鑄造法および噴霧鑄造法に分類することができる（図2、図3）。
- スタンドごとに大きさ、形状および用途にあった製品の製造を可能とする。
- 圧延用ロールの製造を行い、特に1953年に我が国初めてのダクタイルロールの製造に成功した。現在、熱間圧延用ロールを主としたロールメーカーとして、鑄鉄系ロール（チルド、グレン、ダクタイルおよび高クロム）および鋼系ロール（鑄鋼、アダマイトおよび黒鉛鋼）などの製造に携わる。近年、圧延設備の高性能化に伴い、ロールにも耐熱亀裂、耐折損および耐摩耗

性などの優れた品質・特性が要求されるようになり、遠心鑄造法によるハイスロールの製造や噴霧鑄造（オスプレイ）法など積極的に新しい製品および製造方法などを導入している。

- 製品サイズは各圧延ロールスタンドによって異なるが、大型ロールにおいてはφ1300×1800 mmの胴部を持った重量30トン以上のロールから仕上げ圧延時に使用されるφ300×500 mm程度で600 kg程度の小型圧延ロールなど、多種にわたる大きさのロールの製造が可能である。ロールには表面に溝加工（カリバ）などを施したものなどがある。
- 用途は、条鋼特殊鋼、パイプ圧延工場および平鋼圧延工場などのロールに幅広く利用できるものの製造が可能である。
- 製造工程は、金型に鑄鉄の鑄造を行い、素材を金型からばらし、熱処理を行い、旋盤にて加工を行い、検査工程を経て出荷となる。

2. シリンダ

- SUMシリンダは、住友重機械ハイマテックス独自の製法にて内径部にSUM合金をライニングしたバイメタルシリンダである。
- SUMシリンダとして、射出成形・押し出し成形用加熱シリンダ（例えばプラスチック射出成形機用シリンダ（図4））および食品機械用各種シリンダがある。



図1 ダクタイルロール
Spheroidal graphite cast iron rolls



図2 鑄造（静置鑄造）
Casting (Static casting)



図4 射出成形機用シリンダ
Bimetallic cylinder for injection machines

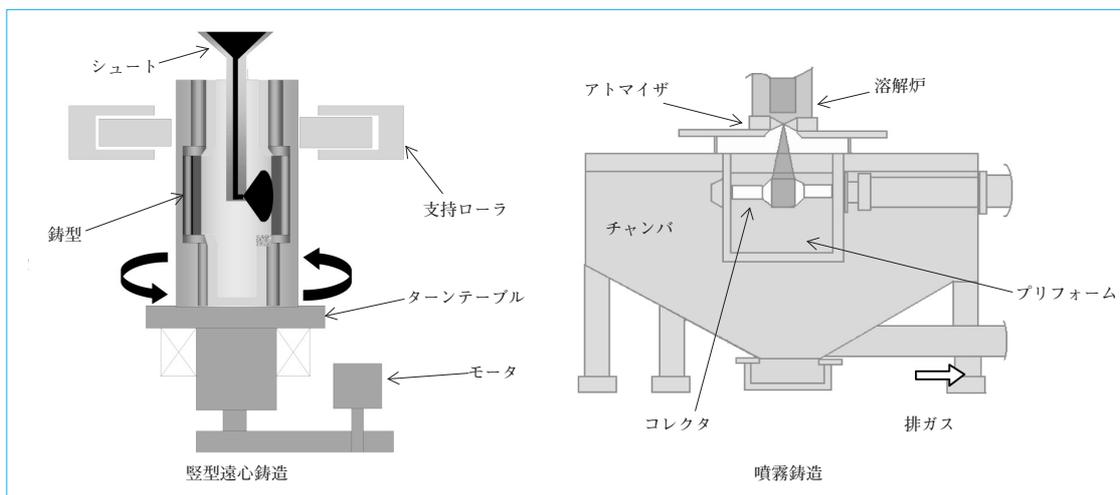


図3 素材を造り込む鑄造方法
Casting method (Left : Vertical centrifugal casting, Right : Spray deposition)

- c. SUMシリンダの特徴を次に示す。
- ・ライニング合金の厚さは標準 2 mm である。
(窒化層の厚さは最大でも 0.1 mm 程度)
 - ・ライニング合金層全域にわたって硬さは均一である。
(窒化層は最表面のみ硬く内部は急激に硬さが低下する)
 - ・ライニング合金と本体は強固に結合している。
(冶金的に結合しており剥離は生じない)
 - ・独自組成のライニング合金を採用している。
 - ・硫酸、塩酸および硝酸などあらゆる酸への耐食性に優れる。
(酸化性の硝酸に対しても優れている)
 - ・多量な添加材にも効果を発揮する耐摩耗性である。
 - ・約 600 °C まで合金硬さの低下が少ない耐熱性である。
 - ・無毒性であることから食品機械にも適用可能である。
 - ・標準内径は、φ16～φ50 mm である。

に入れた海外、特にアジアへの進出を図る。そのためには、顧客の需要に応えることのできる生産量と、顧客の要望する製品の品質に応えることのできる製造体制を確立する。

住友重機械ハイマテックスの得意材質であるダクタイルロールの更なる機能性の向上と製品開発に注力する。

(2) SUMシリンダに関しては、耐圧力、耐食性および耐摩耗性において優位性のある製品の開発を行い、顧客に提供することを目指す。そのためには、顧客のニーズをいち早くつかみ、これに対応できる体制を整備する。

更なる市場の拡大も視野に入れ、コスト面も追求した多種多様に及ぶ強固な製品群のラインナップを目指す。

(製造部 菊池亮司)

今後の展開

- (1) 住友重機械ハイマテックスの得意分野である条鋼特殊鋼セグメントでの製品展開を行い、グローバル化を視野

大型耐摩耗ダクティルロールの開発

Large Spheroidal Graphite Cast Iron Rolls for Resistant Abrasion

●菊池 亮 司*
Ryoji KIKUCHI



図1 開発品のダクティルロール
Developed spheroidal graphite roll

1 はじめに

条鋼特殊鋼圧延において、最も負荷のかかる分塊・鋼片・粗列（前段圧延）スタンド用圧延ロールの場合には、強度および耐熱亀裂性を持った低硬度のダクティルロールが使用されている。しかし、鉄鋼材料の需要増加による生産性の更なる向上が必要となっており、圧延ロールの耐摩耗性の要求が一層強まってきている。その要求は、耐摩耗性よりも強度および耐熱亀裂を重要とする分塊・鋼片・粗列スタンド用圧延ロールにも及び、強度および耐熱亀裂を持つ耐摩耗性を向上させた高硬度ダクティルロールが必要となってきた。

2 ダクティルロールの従来技術

2.1 高強度・耐熱亀裂型ダクティルロール

高強度・耐熱亀裂型ロールは、硬くて脆い炭化物（セメントタイトFe₃Cなど）の析出量を少なくし、球状化した黒鉛を均一に分布させ亀裂の伸展を防止し、基地組織は熱亀裂に安定な微細パーライト組織とし、分塊・鋼片・粗列スタンドに適用している。

2.2 耐摩耗型ダクティルロール

耐摩耗型ダクティルロールは、炭化物量を増加させ、低硬度である黒鉛の析出を抑えた高硬度ダクティルロールである。セメントタイトの増加は、強度および靱性の低下を招き、黒鉛の減少は熱亀裂および折損の危険が高くなることから、負荷の比較的小さい中間・仕上げスタンドで適用している。

2.3 大型ダクティルロールの耐摩耗性改善

2.1, 2.2に述べたように、炭化物と黒鉛の量をコントロールして硬度、強度および靱性を調整している。また、 casting時の冷却速度により、炭化物と黒鉛の析出量において質量効果（内外の硬度差）が顕著となってくる。一般的に内部へいくと黒鉛の粗大化および炭化物量の減少化が起り、内部まで硬度の高いロールの開発は困難であった。

一方、基地組織による高硬度化の方法として、パーライト組織からベイナイト組織への開発が進んできている。しかし、分塊・鋼片・粗列スタンドでの大型ダクティルロールについては、ベイナイト組織のコントロールが難しく、胴外径φ800 mmを越えるものに関しては現在も炭化物の増加による硬度上昇に頼っているのが現状であり、そのことから、熱亀裂や折損などの問題が起ってきている。

3 新しい大型耐摩耗ダクティルロール

3.1 開発品のコンセプト

開発品においては、炭化物と黒鉛の量を変えずに、基地組織の硬度を上昇させ、適度な強度、靱性および耐熱亀裂性を有した大型耐摩耗ダクティルロールの開発を目指した。

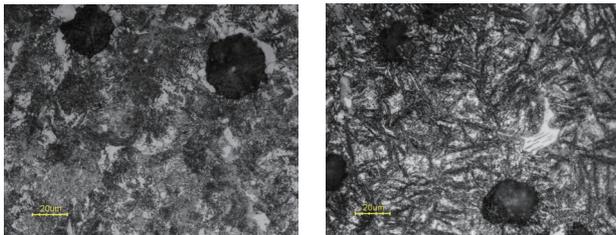
3.2 本開発品の目的

一般的に、ベイナイト組織はNiと0.8~1.0 %Moを含有した鉄で生成されている。これは、鉄のS曲線が著しく右方に移ることによって中段階の変態が起り易くなり、ベイナイト組織が生じると考えられている。しかし、大型ロールにおいて、上記のNi・Mo量の添加のみでは十分なベイナイ

表1 機械特性
Mechanical properties

		従来品	開発品	従来高硬度ダクタイルロール
引張り試験	表面硬度 (HS)	54	58	58
	引張り強さ (N/mm ²)	734	720	452
	0.2%耐力 (N/mm ²)	654	353	—
	伸び (%)	1.6	0.8	0.4
衝撃試験	シャルピー衝撃試験 吸収エネルギー (kgf・m)	0.4	0.6	0.3

* 鋳鉄において0.2%の耐力の数値は参考値である。(参考値)



従来品 (表面硬度HS54)

開発品 (表面硬度HS58)

図2 表面層の組織
Micrograph of surface range

ト組織を得ることができなかった。

そこで、合金元素の多量の添加は行わず、適度なNi・Mo量にて熱処理条件を見直し、ベイナイト組織を得ることを目標とした。その目的は、次の三つである。

- (1) 製造方法の技術開発によるベイナイト組織を有する大型ダクタイルロールの開発
- (2) ロール材質の化学成分に左右されにくいベイナイト組織を有する大型ダクタイルロールの製造方法の確立
- (3) 強度および靱性の低下につながる炭化物と黒鉛の増加を抑えたままの硬度の上昇

3.3 本開発品の開発方法

3.3.1 基礎試験によるベイナイト化条件の選定

適度なMo・Niを添加したダクタイルロール材から切り出した試験片にて、冷却速度を一定とし各種熱処理条件のパラメータによる実験を行う。主なパラメータ条件としては、球状化処理、高温拡散処理、焼き入れ処理および焼き戻し処理などがあげられる。

3.3.2 実体ロールによる試作品の作製

基礎試験で導き出したパラメータ条件で胴径φ990 mm、胴長2400 mm、重量18トンの試作ロールを作製し、機械的特性を調べる。また、ベイナイト化による硬度の上昇および内部への硬度低下の改善効果についても確認を行う。

3.4 開発品の特性

3.4.1 機械特性

表面からの内部比率90%での引張り試験および衝撃試験の結果を、表1に示す。従来品(表面硬度HS54)に比べて開発品(表面硬度HS58)は引張り強さおよび衝撃値においてほぼ同等で伸びは低くなるが、従来型高硬度ダクタイル(表面硬度HS58)と比べると大幅な向上が認められる。

3.4.2 基地組織

組織の観察図を、図2に示す。開発品においてベイナイト組織の特徴である針状の組織が生成している。

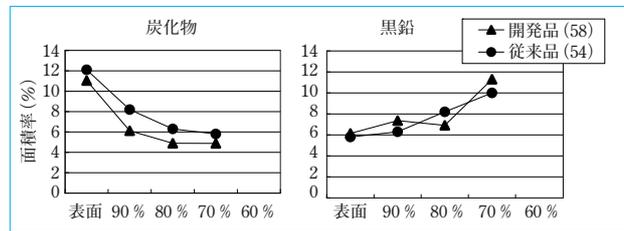


図3 炭化物と黒鉛の面積率
Area rate of cementite and graphite

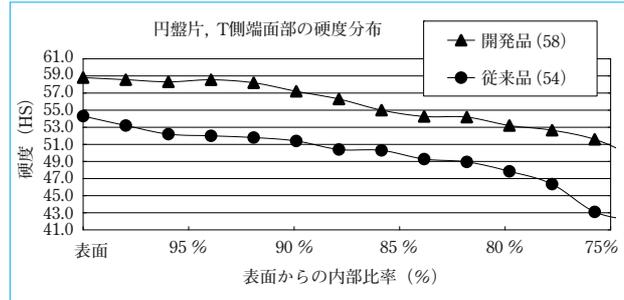


図4 表面層から内部への硬度分布
Hardness distribution from surface range

表面から内部への各ロールの炭化物と黒鉛の面積率を、図3に示す。これによると従来品と比較したとき本開発品は炭化物の量が若干少なくなっており、炭化物の量を増加させずに硬度を上昇させていることが分かる。なお、黒鉛は若干の増加傾向にある。

3.4.3 内部への硬度低下の改善効果

表面層から内部への硬度分布を、図4に示す。従来品に比べ、開発品は内部への硬度低下の改善効果が認められる。図3および図4における表面からの内部比率とは、ロール胴径表面を100%とし内部の中心点を0%としたものである。

4 適用事例

本開発ロールは、分塊スタンドで2事例、銅片スタンドで1事例が採用され、現在フィールドテストを実施中で、顧客の要求品質に基づく開発製品として期待されており、受注の増加につながる。

5 おわりに

- (1) 住友重機械ハイマテックスの従来と異なる製造方法を確立し、適度なNi・Mo合金元素を添加した、ベイナイト組織を有した高強度および耐熱亀裂性を持つ大型耐摩耗ダクタイルロールを開発した。
 - (2) 開発品は、引張り強さを有したまま、表面硬度をHS54からHS58に上昇させることに成功した。
- 今後も、顧客のニーズに対応した製品を提供していく所存である。

住友重機械マリンエンジニアリング株式会社

Sumitomo Heavy Industries Marine & Engineering Co., Ltd.

船舶および海洋構造物の設計、製造、改造および修理。

本 社 東京都品川区大崎 2 - 1 - 1 (ThinkPark Tower)
 工 場 神奈川県・横須賀市
 設 立 2003年
 資本金 20億円
 従業員 400名
 認 証 ISO9001 ISO14001

プロフィール

日清戦争後、大船建造の必要性を感じた榎本武揚らの主唱で、江戸時代以来の造船の地である横須賀市・浦賀町に浦賀船渠株式会社が設立されたのは1897年のことであった。浦賀船渠は、1962年に玉島デイズ工業株式会社と合併して浦賀重工工業株式会社となり、1969年に住友機械工業株式会社との合併により住友重機械工業株式会社となった。

2003年、住友重機械工業の船舶部門は住友重機械マリンエンジニアリング株式会社として独立した。

現在の建造の拠点は、横須賀市・夏島町である。

創業以来110年の長い歴史と伝統のなかで、1300隻あまりの各種船舶を世に送り出してきたが、それぞれの時代の要請に適合させるべく、会社の姿も時代とともに変遷する。現在では新時代の造船会社として、「顧客の期待を超え続けて、社員がお互いに成長し続ける会社」というビジョンを掲げ、「顧客価値創造」を強力に推進している。

通常、顧客からの引合いを受けて商談を展開する造船所が多いなかで、住友重機械マリンエンジニアリングでは、顧客からの引合いを待つことはせず、徹底したマーケティングリサーチにより、営業と開発を一体化し、顧客価値の高い商品を企画・開発して営業活動を行っている。

また、製造においてはTPS (Toyota Production Systemトヨタ生産方式) を採用しており、徹底的な無駄の排除、工場能力を最大限に生かす生産方式を追求し続けている。商品の仕込み段階からもTPSを考慮した開発を行っている。



図2 船尾を先頭に前進する氷海タンカー TEMPERA
Ice class tanker TEMPERA navigating stern first

製品・技術

1. 中型タンカー

- a. 住友重機械マリンエンジニアリングでは「船舶」が製品であり、最近では経営戦略として中型タンカー市場に差別化集中特化している。図1はパナマ運河を通航できる最大幅を持ついわゆる「パナマックスタンカー」である。このクラスのタンカーマーケットにおける用船競争力が



図1 パナマックスタンカー NEDAS
Panamax tanker NEDAS

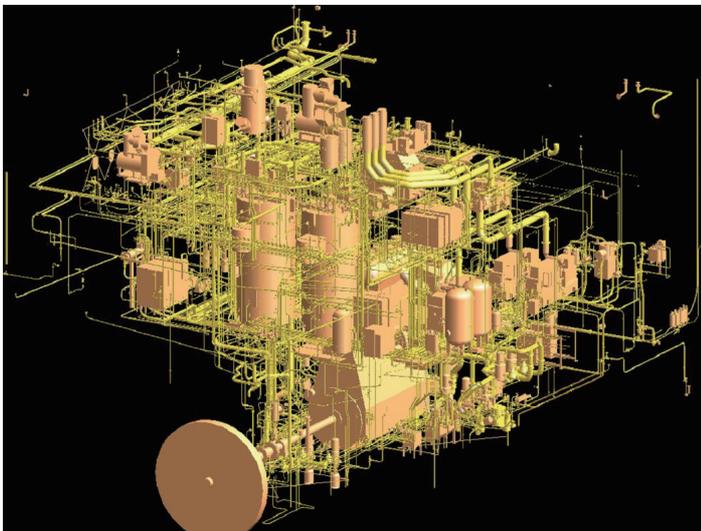


図3 3次元モデル(機関室内)
3D-model (In engine room)



図4 NBSプロペラ
NBS propeller

最大限に発揮できる船で、顧客から高く評価されている。

- b. 図2は「氷海タンカー」で、氷海を安全に航行できる最高の船級符号であるIce1A Superを取得し、360度旋回可能なポッド式推進器を有し、DAT (Double Acting Tanker) と呼ばれる独自の推進方式を持つ。氷海では、船尾を先頭に前進する。本船は、2003年に「Ship of the Year '02」を受賞した。

2. 3D-CAD

- a. 設計建造プロセスを支える技術の一つが、3D-CADを中核とした統合設計建造システムである(図3)。10年以上前から3D-CADを開発導入し、設計建造プロセス再構築に寄与してきたが、世の中のCADツールの高速化・高機能化に伴い、現在新しい3D-CAD (AVEVA社 Vantage Marine VM)へ移行中である。移行後は、VMを中核に設計建造プロセスの更なる充実を求めていく。

3. NBSプロペラ

- a. 事業を支える流体コア技術の一つに、NBSプロペラがある(図4)。NBSプロペラとはNew Blade Sectionの略で、プロペラのキャビテーションを抑制する新型翼断面形状(特許取得)を持ち、従来プロペラに比べ、小型、軽量、低振動かつ高効率を有するプロペラである。従来プロペラより最適直径を約10%、重量を約20%、慣性モーメントを約30%も小さくすることが可能で、効率も3~5%アップすることが実証されている。推進性能への寄与のみならず、小型化により船のバラスト航行状態での軽排水量化による省エネルギー効果があり、水面下の船の排水量分布に自由度ができ、船全体のデザインが高度化され、顧客への商品力強化船の実現が可能となる。
- b. 最近の住友重機械マリンエンジニアリングの建造船はすべてNBSプロペラを装備しており、既就航船へのプロペラ換装設計および他の造船所への設計外販も

行っており、300隻以上の実績を持つ。

今後の展開

- (1) 海運マーケットは世界情勢に敏感に反応しながらそのトレンドを変化させてきている。原油価格もここ2、3年で大きく高騰している。数年前まではマイナであった積出し港が短期間に重要港に転じ、新たなトレードパターンが生まれている。近未来的にはパナマ運河の拡張があり、これによるトレードパターンの変化は必須である。一方、地球環境保護の観点から、環境に優しい船舶がますます求められる。したがって、住友重機械マリンエンジニアリングは、これまで以上に営業と開発を一体化して顧客ニーズを徹底して発掘し、シーズ提供側の技術研磨と合わせ、顧客価値の高い新しい船舶をタイムリーに提供し、我々のブランド力をマーケットに広めていく。今年開設した欧州事務所(ギリシャ)も、マーケットのトレンド把握・顧客ニーズの発掘に大いなる期待がかかる。
- (2) 一方、造船マーケットにおいては設備拡張や新興国の参入で供給力が増加しており、これまで以上に競争が激化すると考えられる。これらに打ち勝つ競争力を付けるには、設計においては新3D-CADを中核に設計建造プロセスの更なる充実を求めていかねばならない。そして、製造においては、TPSによる生産プロセスの絶え間ない改善を続けていくことが必要である。

(営業開発本部 重松健司)

アフラマックスタンカー RIVER ETERNITY

Aframax Tanker RIVER ETERNITY

●重松 健司*
Kenji SHIGEMATSU



図1 アフラマックスタンカー
RIVER ETERNITY
Aframax tanker
RIVER ETERNITY

1 はじめに

近年、石油精製品の輸送形態が多様化かつ活発化している。アジア地域における石油精製プラントの稼働がその原因である。原油産出国である中東諸国自体にプラントが完成し、中東からの石油精製品輸送が増加中であり、中国・インドにおいても稼働開始あるいは建設中のプラントが目白押しとなっている。シンガポール、日本および韓国など、従来からの石油精製品輸出国と合わせ、貿易形態の多様化・海上輸送量の増加が今後も見込まれる。

一方で、地球環境保護の観点から、大量輸送手段の船舶には、以前にも増して環境への配慮が求められている。

このような背景の下、Wealth Line社向けに、ナフサをはじめとする石油精製品を大ロットで運搬するLarge Range II (LR II) と呼ばれるアフラマックスタンカー『RIVER ETERNITY』(図1)を建造した。

2 基本計画の概要

本船は、石油精製品を運ぶアフラマックスタンカーであり、通常の原油タンカーと異なり、貨物油タンクは全面塗装され、配管系統にも石油精製品輸送に適した材料が使用されている。一方、主機および発電機には国際海洋汚染防止条約の規制値をクリアする窒素酸化物(NO_x)の放出抑制対策を施し、環境汚染防止に対し十分な配慮が行われている。

3 主要目

本船の主要目を次に示す。

船級	NK (M0)
全長	239.0 m
垂線間長	229.0 m
船幅 (型)	42.0 m
深さ (型)	21.3 m
喫水 (型)	14.85 m
載貨重量	105445 MT
総トン数	56285
貨物油タンク容積	121990 m ³
主機関	DUスルザー 6RTA58 1基
MCR	12000 kW×103.0 min ⁻¹
NOR	10800 kW×99.4 min ⁻¹
速力 (試運転最大)	16.15ノット

4 一般配置

本船は、船首楼なしの平甲板船で(図1)、船首部はバルバスバウ、船尾はトランザム型で、機関室、居住区および船橋を船尾に配置している。貨物区域はダブルハル構造で、ダブルハル内部の貨物油タンクは長さ方向に6分割、幅方向に2分割、および一対のスロップタンクの合計14タンクからなる。ダブルハル部分は、バラストタンクとして使用される。燃料油タンクは機関室区画に3タンク配置され、船尾部プロペラ前方にはSILDが装備されている。

5 SILD

SILDとはSumitomo Integrated Lammeren Ductの略で、プロペラ前方の船尾に取り付けられるダクト(特許取得)で、

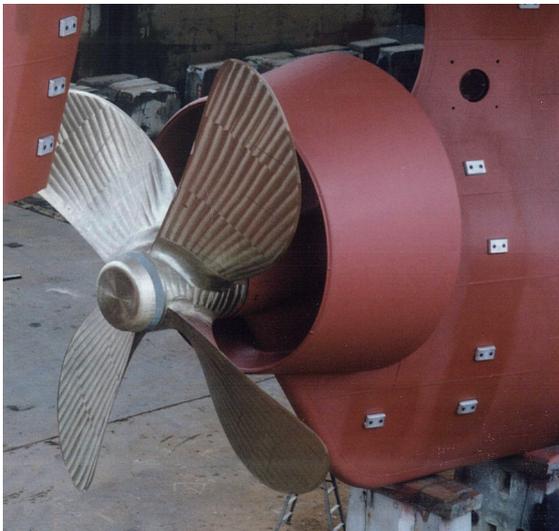


図2 SILD

本船のような肥大船に装備される⁽¹⁾⁽²⁾ (図2)。プロペラ前方に入ってくる船尾流を整流化し、またダクト自身による推力を発生させることより推進効率の大幅な改善が可能で、本船も含めアフラマックスタンカーシリーズでは約9%もの省エネルギー化を達成した。昨今の原油価格高騰に伴い、船の燃料油も高騰しており、このSILDは運航費用の低減に大きく貢献している。

6 船体構造

本船は、荒天時においても貨物油タンクに荒天用バラストを積載せずとも運航が可能のように船首船底の補強がなされ、貨物油タンクは船体中心線に縦通隔壁を有する二重船殻構造である。任意の液面レベルで貨物積載が可能であり、全体強度およびローカル強度とも十分な構造強度を有している。また、高張力鋼は貨物区域を中心に32 k鋼が使用されている。

7 船体艤装 (図3)

7.1 貨物油・バラストシステム

貨物ポンプ室には、次のポンプ類を装備している。

貨物油ポンプ(蒸気) 2500 m³/h×150 m T.H. 3台
 浚油ポンプ(蒸気) 200 m³/h×150 m T.H. 1台
 バラストポンプ(電動)

3000/2250 m³/h×30/16 m T.H. 1台

バックアップバラストポンプ(電動)

400 m³/h×30 m T.H. 1台

貨油配管は3系統で、各系統は異種油の混同を生じさせないよう二重弁で隔離し、各貨物油ポンプにはセルフストリップシステムを装備し、残油浚えがスムーズにできる。

また、荷役時の貨物蒸気の排出を制御するVECS (Vapor Emission Control System)が装備されている。

7.2 塗装・防食

貨物油タンク内はピュアエポキシ塗装(3回塗り)がなされ、各種の石油精製品を搭載可能である。バラストタンクは変性エポキシ(2回塗り)で、水面下船体外板には自己研磨型塗料のほか外部電源防食装置が装備されている。



図3 上甲板艤装
Upper deck fitting



図4 処女航海へ
Setting out on her maiden voyage

8 機関・電気艤装

機関・電気部の主要目を次に示す。

主ディーゼル発電機	600 kW × 3台
非常用ディーゼル発電機	160 kW × 1台
補助ボイラ	40 T/h × 1台
排ガスエコノマイザ	1.3 T/h × 1台

9 おわりに

近年生産量輸送量が増加しつつある石油精製品を運搬するアフラマックスタンカー (LR II) を紹介した。

- (1) 貨物油タンクの二重化および主機・発電機への窒素酸化物の放出抑制対策など、安全と環境に十分配慮されている。
 - (2) 住友重機械マリンエンジニアリング株式会社の特許であるSILDが装備され、卓越した速力・推進性能を有し、運航費用の低減に大きく貢献している。
- 本船の今後の大いなる活躍を期待している (図4)。

(参考文献)

- (1) 高井通雄. 船舶設計におけるCFD. 日本機械学会誌, vol.105, no.999, Feb., 2002.
- (2) 佐々木紀幸, 青野健. 省エネルギー装置『SILD』の開発. 住友重機械技報, vol.45 no.135, Dec., 1997.

住重機器システム株式会社

SHI Mechanical & Equipment Inc.

攪拌槽およびコークス炉移動機械の製造および販売。

本社工場 愛媛県西条市今在家1501

設立 1987年

資本金 2億円

従業員 150名

認証 ISO9001 ISO14001

プロフィール

住重機器システム株式会社は、1987年に設立された住重サーモテック株式会社および有限会社住重東予機工を前身に、今年で20周年を迎えた。この2社が合体して住重テクマックス株式会社となり、2000年に住友重機械工業株式会社の攪拌槽およびコークス炉機械などを含む機械機種が加わり、現在の社名となった。2003年には、株式会社幸袋工作所よりコークス炉機械の営業権を譲り受けた。現在、攪拌槽およびコークス炉機械メーカーとして国内有数の存在であり、売上100億円を越す企業である。

製品・技術

1. 化工機事業

(1) 攪拌装置

化工機事業では、自動車およびITなどに使われるプラスチック、産業の基盤となる化学薬品およびトイレタリー商品原料の界面活性剤などの製造工程で必要とされる各種攪拌装置を製造・販売している。

製造される物質およびプロセスや顧客の要望に応じて、翼形状の異なるオリジナルタイプの攪拌槽を中心に商品ラインナップしている。

- a. マックスブレンド®攪拌槽（図1）は広範囲な粘性に対応でき、短時間での完全混合および優れた伝熱特性の特徴を持つ。
- b. スーパーブレンド攪拌槽（図2）は低粘度から高粘度まで安定した流動特性を有し、特に高粘度時の異粘度混合に優れた特徴を持つ。
- c. トルネード攪拌槽は従来にない画期的なフローパターンを有し、高いガス吸収性能と極端な液量変動に対応する特徴を持つ。

2. 機械事業

(1) コークス炉廻り機械

機械事業では、製鉄所の製鉄工程において、還元剤および燃料として用いられるコークスの製造にかかわる、コークス炉廻り機械（図3）を製造・販売している。

a. コークス炉廻りの移動機

例えば、装炭車、押出機、ガイド車および消火車がある。装炭車はコークス炉炭化室内にコークスの原料となる石炭を投入し、押出機は焼成されたコークスを



図1 マックスブレンド®
MAXBLEND®

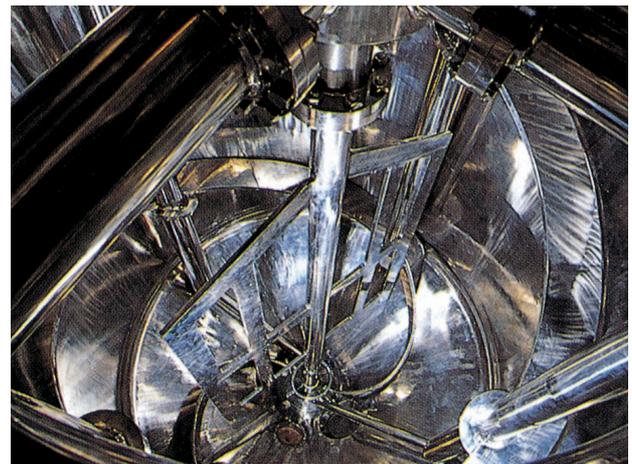


図2 スーパーブレンド
SUPERBLEND

炭化室から押し出し、またガイド車は押し出されたコークスを消火車に誘導する設備である。

b. コンポーネント

例えば、炉蓋脱着機および各種掃除機がある。炉蓋脱着機はコークス炉炭化室の両端を密閉している炉蓋を脱着する装置で、押出機およびガイド車に搭載されている。掃除機は石炭の乾留中に発生し、炉蓋および炉枠などに附着するタールやカーボンを除去する設備で、高圧水の噴射力、機械式カッターの回転力およびスクレーパによる掻取り力を併用あるいは単独で利用している装置である。

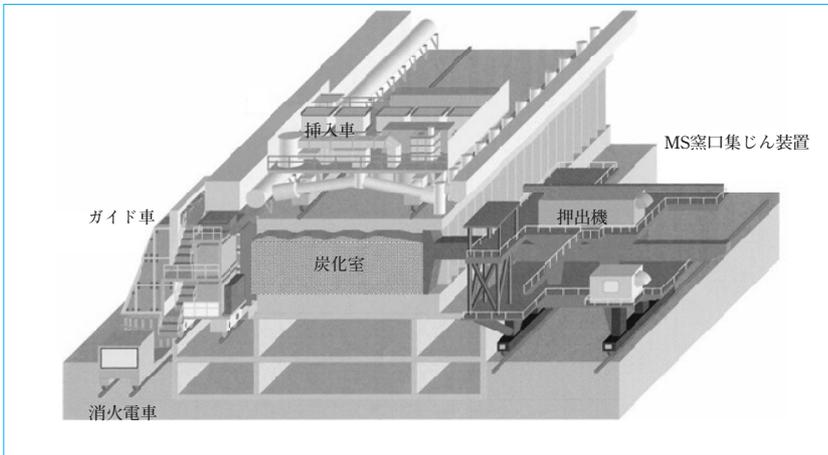


図3 コークス炉廻り機械
Coke oven machine

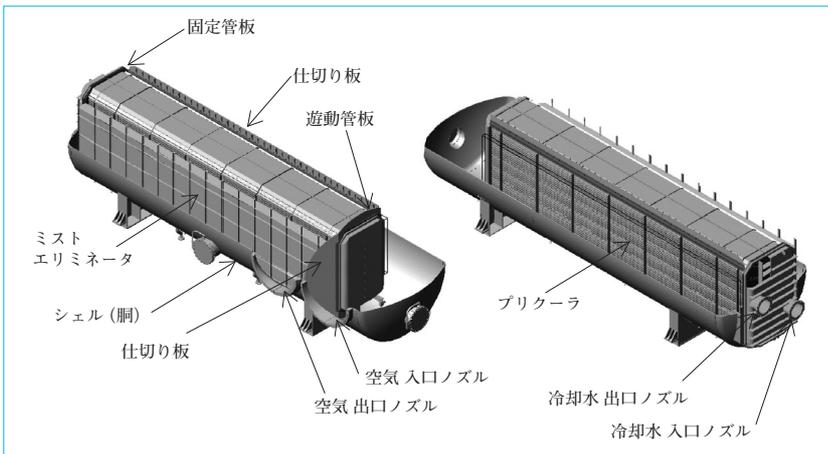


図4 ラップフィン熱交換器
Lap fin heat exchanger

c. その他の関連設備

例えば、炉蓋、集じん装置がある。炉蓋はコークス炉炭化室の両端に取り付けられ、石炭乾留中に発生するコークスガス漏えいと外気浸入防止の密閉装置である。集じん装置は発生するガスおよび粉じんをフードで収集し、ダクトを通して集じん機に送り、処理する設備である。

品の標準化を進め、海外製作の拡大、自社工場の教育と合理化で、コスト低減を追求する。そして、国内市場での実績と評価を基に海外進出を積極的に進め、世界に通用する一流ブランド化を目指す。(企画管理部 瀧脇 一)

3. 新規事業

新規事業では、先の2事業以外の新たな事業となりうる製品の開発・製造・販売を行っており、最近、その新規事業となる新たな製品としてラップフィン熱交換器(図4)を開発した。

本装置はアルミ製のハイフィンチューブで、フィンとフィンを重ねさせた独自のアレンジメント(特許出願中)を行った、非常にコンパクトで高性能な熱交換器である。

今後の展開

- (1) 化工機事業に関しては、化学会社中心の国内顧客に対し提案型のソリューション営業を行っている。今後は世界に目を向け、国内外の顧客に対し、リアクタエンジニアリング力を武器に攪拌プロセスの問題解決に取り組み、顧客の価値創造に貢献していく。
- (2) 機械事業に関しては、既設設備の改善、改良とともに、新方式を採用したコンポーネントを開発し、付加価値の高い装置の実用化を図る。さらに、移動機を含めた全製

大型攪拌翼の混合特性および適用事例

Mixing Characteristics and Application of Large Impeller

●堀口 洋郎* 彌富 隆一* 森永 昌二*
Hiroo HORIGUCHI Ryuichi YATOMI Shoji MORINAGA



図1 マックスブレンダー®
MAXBLEND®

1 はじめに

近年、化学業界における少量多品種化および操業の高効率化により、攪拌槽に対する要求機能は多岐にわたっている。このような状況の中、住重機器システム株式会社では多機能攪拌槽『マックスブレンダー®』、同芯2軸型攪拌槽『スーパーブレンダー』および高液深・高効率攪拌槽『トルネード』の3種の大型攪拌翼により、その要求に答えている。

マックスブレンダー®は、従来とは異なる画期的な混合機構を有し、その適用範囲の広さが少量多品種生産指向のニーズに合致したこともあり、ユーザー側技術者の協力を得て、多くの適用実績を有している。さらに、使用粘度の広範囲化や異粘度混合など、ユーザーの攪拌槽への要求はとどまることを知らず、従来の攪拌では満足できない条件が多々見られる状況となり、開発されたのが低粘度（乱流域）から高粘度（層流域）まで安定した流動特性を有するスーパーブレンダーである。また、高液深槽におけるガス吸収性能および伝熱性能の向上を図りたいというユーザーニーズから開発されたものが、壁面を上から下に流れる画期的なフローパターンを有するトルネードである。

本報では、ユーザーニーズに応えるべく開発された大型攪拌翼マックスブレンダー®, スーパーブレンダーおよびトルネードの概要とトルネードの適用事例を紹介する。

2 大型攪拌翼の概要

2.1 マックスブレンダー®⁽¹⁾⁽²⁾

マックスブレンダー®は、ボトムパドルと上部グリッドを合

体させたユニークな構造の攪拌翼である（図1）。マックスブレンダー®は、その構造により槽底から液面に達する「一筆書き」の大きく上下循環するフローパターンを形成する。また、特長として、

- (1) 広範囲の粘性に対応
- (2) 短時間での完全混合
- (3) 優れた伝熱特性
- (4) 高い固液分散特性
- (5) 液面変化に安定

を有しており、特に重合反応槽で数百m³の大型槽の実績がある。

2.2 スーパーブレンダー⁽³⁾

スーパーブレンダーは、2軸構造を採用し、槽内に混合特性の異なる2種の翼を有しており、内側にマックスブレンダー®, 外側にらせん状特殊翼を配置した攪拌翼である（図2）。スーパーブレンダーは、乱流域に適した吐出・循環型翼と層流域に適した高せん断型翼の利点を併用できることから、

- (1) 1～Mcp以上の粘度範囲かつ急激な粘度変化に対応
- (2) 優れた異粘度の混合
- (3) 高い伝熱性能+表面更新特性により、脱揮操作などに最適

などの特長を有している。また、現在までに縦型円筒槽20 m³の適用実績がある。

2.3 トルネード

トルネードは、逆転の発想で驚きの攪拌効率を実現した攪拌翼である（図3）。トルネードは、従来のコンセプト（例えば、マックスブレンダー®）とは逆に壁面を上から下へ流れ

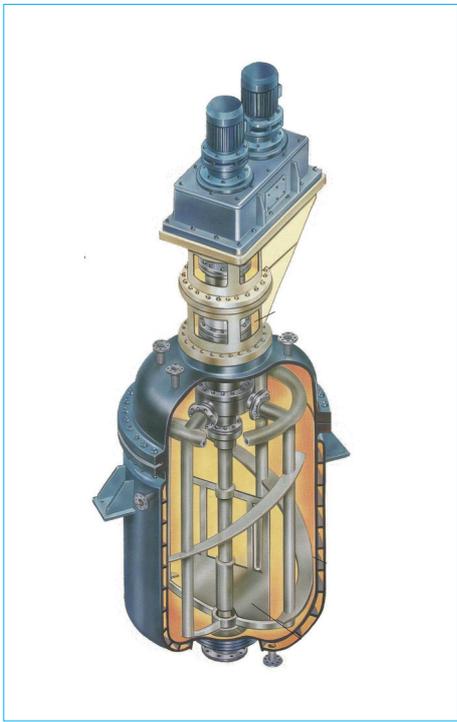


図2 スーパーブレンド
SUPERBLEND

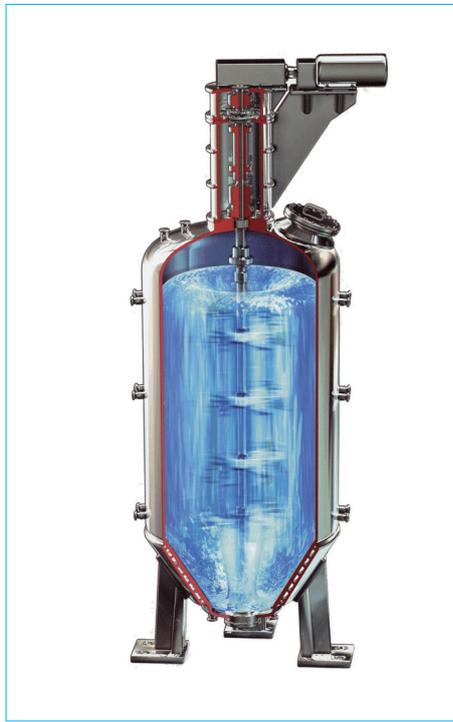


図3 トルネード
TORNADO

る「一筆書き」のフローパターンを有する。この画期的なフローパターンにより、

- (1) 混合時間が従来多段翼に比べ最大1/5に短縮
- (2) 伝熱性能がさらに向上
- (3) 界面ガス吸収を促進
- (4) 極端な液量変動に対応（初期/最終で約100倍を達成）などの特長を有し、高液深槽30 m³の実績がある。

3 トルネードの適用事例

トルネードは先に述べたように画期的なフローパターンを有している。このフローパターンによる高いガス吸収性能と極端な液量変動に対応する特長が運転効率に寄与した適用事例を紹介する。

工業用界面活性剤の製造における要求性能の一つに、界面からのガス吸収性能がある。しかしながら、従来は多段翼では翼液没の有無で大きく吸収速度が変動し、ガス吸収性能が不安定となる。さらにこのことが運転効率にも影響を与え、実運転プラントで問題となっていた。

そこで工業用界面活性剤の実運転プラントにトルネードを適用し、運転比較を実施した。その結果を、図4に示す。所望のガス（原料）吸収量を達成する必要時間が従来多段翼に比べ液化時間が約1/4に短縮されて、驚異的な運転効率の向上が図られていることが分かる。また、ガス吸収速度もトルネードでは安定しており、従来の多段翼で見られたガス吸収速度の変動も改善が見られる。これらの改善が、結果としてプラント全体の安定した運転に寄与することとなった。

4 おわりに

- (1) マックスブレンド®は、その適用範囲の広さから数多くの適用実績（～数百m³）を有する攪拌翼である。

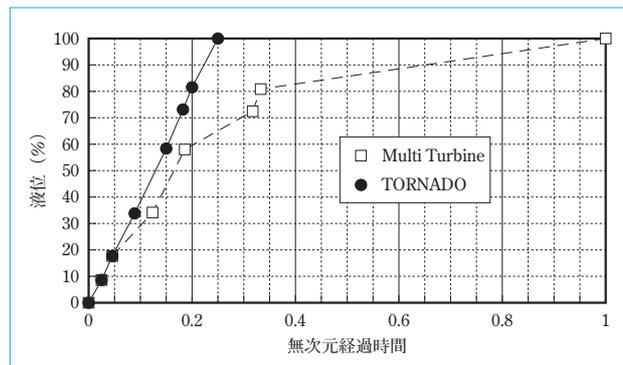


図4 工業用界面活性剤運転実績比較（液量10m³）
Operation result in alkoxylation with EO/PO (10m³)

- (2) スーパーブレンドは、マックスブレンド®の使用粘度をさらに広範囲化し、低粘度から高粘度まで安定した流動特性を有する攪拌翼である。
- (3) トルネードは、壁面を上から下に流れる画期的なフローパターンにより液量変動の大きい攪拌槽においても安定した運転が可能な攪拌翼である。

（参考文献）

- (1) 倉津正文, 西見晴行, 三島守, 鴨田武征. 新型かくはん・混合槽“マックスブレンド®”の特性. 住友重機械技報, vol.35, no.104, p.74~78, 1987.
- (2) 彌富隆一, 西見晴行, 倉津正文, 森永昌二, 佐藤仁美. 機能別マックスブレンド®攪拌翼の開発. 住友重機械技報, vol.43, no.127, p.62~65, 1995.
- (3) 倉津正文, 西見晴行, 彌富隆一, 佐藤仁美, 三島守. スーパーブレンド（同芯2軸型攪拌槽）の性能特性. 住友重機械技報, vol.42, no.124, p.82~85, 1994.

コークス炉蓋掃除機の高圧水利用技術

Techniques for Utilization of High Pressure Water in Coke Oven's Door Cleaner

●松本 豊* 都築 昭*
Yutaka MATSUMOTO Akira TSUZUKI

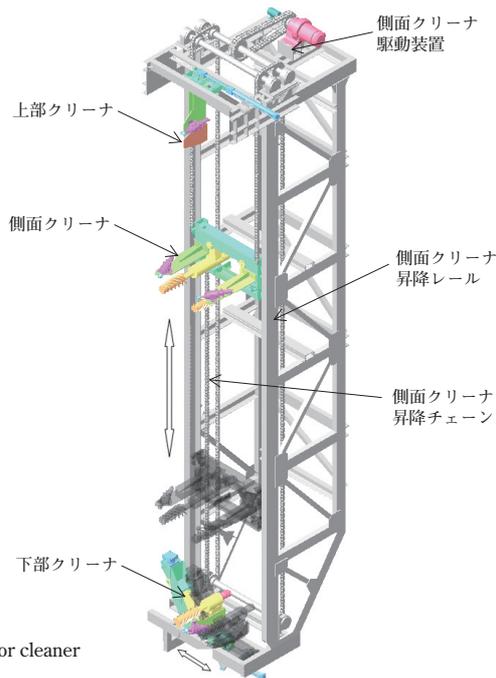


図1 炉蓋掃除機の例
Typical type of door cleaner

1 はじめに

コークス炉の炉蓋には、乾留中に発生するタールなどの揮発分が炉蓋煉瓦側面およびシールプレート面(ガス道部分)に固着する。乾留後にこれらの固着物を取り除かないと次の乾留サイクル時にシール性能が劣化し、炉蓋シール面からのガスリークの原因になり、環境上好ましくない。また、固着物は炉蓋の脱着にも影響を与え、極端な例では炉蓋の脱着ができないようになり、操業上も問題となる。

炉蓋掃除機は従来からコークス炉機械に装備されてきたが、より高い掃除効果に向け進化しており、従来の機械的スクレーパ方式から高圧ジェット水併用の回転式カタ方式に移行してきている。特に高圧水ジェットはいろいろな方式の変遷を経て、水圧・ノズルの動かし方およびノズル径の決定方法などを見直してきた。次に、最新の炉蓋掃除機に採用されている高圧水ジェットの概略を紹介する。

図1はダブルレール式の炉蓋掃除機の概観、図2は代表的な炉蓋の形状を示す。

2 高圧水ジェットの掃除効果の向上

2.1 ノズルの高速回転化

従来、ジェット水はノズルを一方に振らせてサインカーブを描かせていたが、ノズルに周期的な力が加わるという欠点があり、掃除速度の向上に限界があった。現在はジェットノズルを回転させながら移動させることにより、図3に示すような軌跡を描くようにして従来の欠点を克服した。

さらに回転ガンの回転部分のシール性を向上させることに

より、高速回転を可能とし、掃除効果を落とすことなく回転ガンの移動速度を速めることが可能になり、次のような性能向上が得られるようになった。

- (1) 掃除効果を落とさず掃除時間を短縮
- (2) 単位時間内の掃除範囲増加
- (3) 掃除時間を短縮することにより1サイクル当たりの水量を削減

2.2 ノズルガン回転数および移動速度の最適化

ノズルガンの回転数と移動速度はノズル径に応じて必要最低限の軌跡密度となるように最適化している。各ノズル径で必要な軌跡密度を元に、次のような項目を考慮しつつ回転数および移動速度を決定している。

- (1) ノズル回転半径
- (2) ノズルガン当たりのノズル数
- (3) 固着物の除去範囲
- (4) ノズルガンの許容回転数
- (5) 適用可能な水圧および水量

2.3 ジェット水圧および水量の最適化

固着物を取除く能力は噴射圧力、噴射水量およびジェット噴流の拡散度合いで決定される。

噴射水の炉蓋固着物に対する衝突力(F)は、ジェット水のエネルギーから求められ、噴射流量(Q)と噴射水の速度(v)すなわち噴射水のノズル内圧力(P)によって決定され、次式で表される。

$$F = k \cdot Q \cdot \sqrt{P}$$

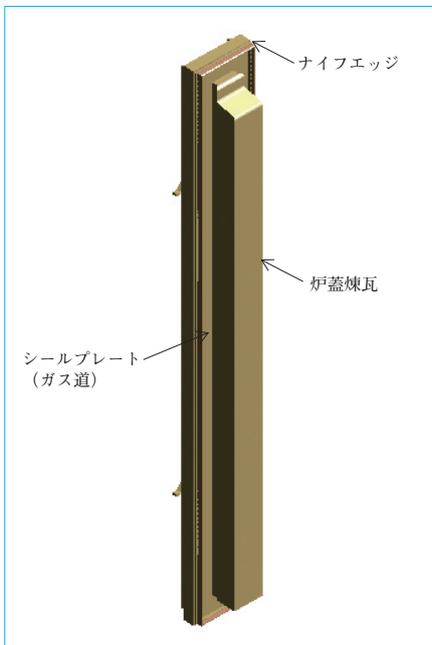


図2 炉蓋の一般的な形状
Typical shape of oven door

QもまたPの平方根とノズル径(d)により決定され次式で与えられる。

$$Q = k_1 \cdot d^2 \sqrt{P}$$

k, k₁はノズルの特性および使用噴射距離によって決定する補正係数である。

ノズル噴流の拡散程度が同じであれば、高圧力で多量な水量であるほど能力は大きくなるが、高温の炉蓋に吹きかけることを考えると、少ないほど熱的な影響は少なく好ましい。

一方で、使用する機器、配管機器、使用環境および経済性を考慮すると、圧力をむやみに高く設定することは不経済であるばかりでなく、信頼性確保の面から問題がある。

図4は、代表的な高圧水機器での各パラメータの関係を示した例である。ノズル径が小さいと圧力に限界があることから所要の衝突力が得られない。またノズル径が大きいと大流量が必要となり、機器に無駄が出るとともに炉蓋への熱的影響が大きくなる。各機器の仕様は、これらの因子を見ながら決定される。図4は、高圧機器の仕様を想定した圧力および流量を制限した線図になっている。

2.4 ノズルの噴射性能向上

各ノズル径でのジェット水の衝突力は、水压に比例する。したがって、適用水圧が決まれば必要ノズル径が決まる。また、ノズル径が決まれば消費水量も決まる。

ノズルの噴流の収束性も、これらの決定には重要な因子となる。ノズルの噴流の収束具合により、衝突力も変わってくるからである。

ノズルチップの製作精度向上により、噴流の収束性を向上させ、衝突力を従来比で4%、すなわちエネルギー効率を4%向上することができた。

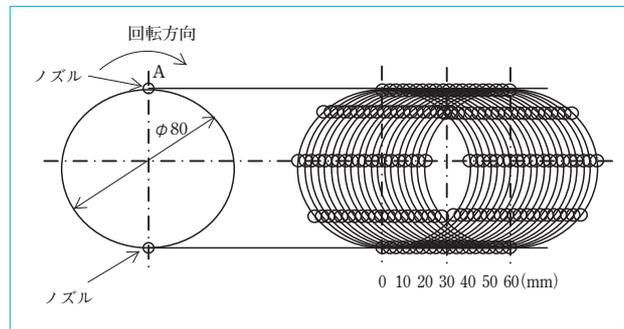


図3 ノズルの軌跡例
Typical locus of nozzle movement

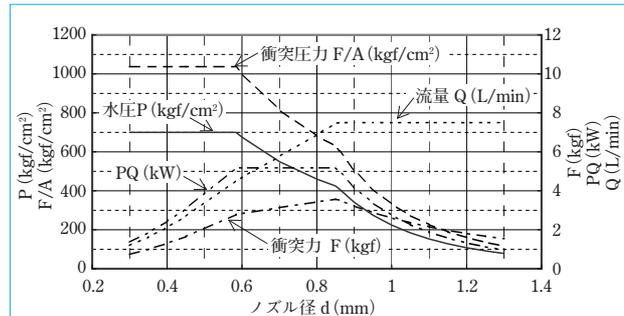


図4 ノズル性能
Performance of nozzle

3 おわりに

- (1) ノズルガンの回転部のシール性を高めることにより、ノズルを高速で回転させることが可能となった。すなわち、ノズルガンの移動速度が同じ場合でもノズル軌跡密度を大きくすることができることから掃除性能が向上する。
- (2) ノズルの高速回転に伴いノズル移動速度が高速化でき、掃除時間の短縮および掃除水量を減らせるようになった。
- (3) 掃除能力を決定する因子を総合的に見直し、必要なジェット水の衝突力および必要最小限の流量を検討することにより、高圧水機器が最適化された。
- (4) ノズルの製作精度を確保することにより、噴流の収束性が良くなり、衝突力が4%向上した。これは、圧力や水量を減らせることを意味し、エネルギー効率を4%向上したことになる。

炉蓋掃除機は、1976年から2006年までで国内外に194台を納入してきた。1986年からは高圧水式に移行し、2006年末でその数113台となった。従来の機械式が更新時期を迎え、今後さらに高圧水式に置き換わると推測している。更なる改良を加え、より良い掃除機を提供することが、今後の課題である。

住重試験検査株式会社

S.H.I. Examination & Inspection, Ltd.

放射線利用技術サービス、非破壊試験検査サービスおよび特殊検査・診断技術サービスおよび分析・開発・商品化事業。

プロフィール

住重試験検査株式会社は、1979年に住友重機械工業株式会社東予製造所（現西条工場）で製作した压力容器や橋梁の非破壊試験を中心とした検査会社として創業した。1985年にサイクロトロン利用技術サービスを開始し、2003年には住友重機械工業新居浜研究所（現新居浜工場）の研究開発業務を継承していた株式会社住重テクニカルセンターと合併し、今日に至っている。

製品・技術

1. 放射線利用技術サービス事業

- (1) サイクロトロン（図1）を利用したサービス事業
 - a. 半導体ウエハへのイオン照射は、サイリスタ、ダイオードおよびパワートランジスタなどの性能を飛躍的に向上させるものである。
 - b. 中性子ラジオグラフィは、エックス線やガンマ線の代わりに中性子線を用いる放射線透過試験方法で、エックス線・ガンマ線では検査が困難な対象物が撮影できる。
 - c. 薄層放射法による摩耗測定（RTM）は、摩耗試験を行いたい箇所の表面層（200 μ m）を放射化した後に、試験部品からの放射線を計測しながら試験を行う。計測データから摩耗量（1 μ gまたは0.1 μ mの精度）がリアルタイムに測定できる。
 - d. 荷電粒子放射化分析（CPAA）は、分析対象の元素を放射化し、その時生成した短寿命同位元素をトレースすることにより、酸素、炭素および窒素などの軽元素の超高感度分析を行うものである。
 - e. 粒子励起X線分光分析（PIXE）は、加速器により数MeVに加速した水素イオンやヘリウムイオンを試料に照射し、その際に放出される特性X線を測定して元素分析する。信号雑音比が他の分析法（電子線マイクロアナライザ分析および蛍光X線分析）より優れていることや分析に必要な試料が少なく済む（数mgあれば十分、条件によっては100 μ gでも分析可能）といった特徴がある。
- (2) 放射線に関する各種コンサルタント事業
 - a. 作業環境測定サービス（放射性物質）
 - ・空気中放射能濃度の測定評価
 - ・表面汚染密度の測定（スミヤ法）評価

本社工場 愛媛県西条市今在家1501
 設立 1979年
 資本金 2億円
 従業員 179名
 認証 ISO9001 ISO14001

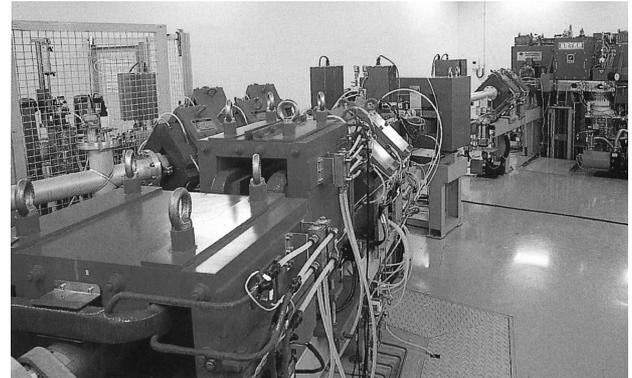


図1 サイクロトロン
Cyclotron

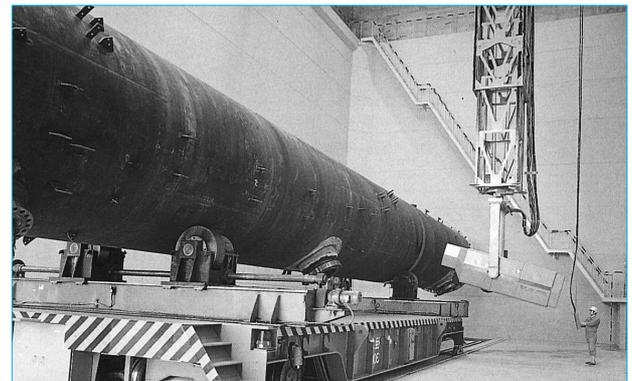


図2 ライナック（6 Mev）
Linear accelerator (6 Mev)

- a.
 - ・空間線量率の測定評価
 - ・排水中放射能濃度測定評価
- b. 放射線関連施設のコンサルティング
 - ・サイクロトロン（PET施設）の許可・変更申請
 - ・リニアックの許可・変更申請
 - ・密封・非密封の放射性同位元素（RI）の許可・変更申請
- c. 放射線関連施設の保守管理サービス
 - ・建築
 - ・放射線モニタ屋内建屋
 - ・排気設備
 - ・排水施設モニタリングシステム

2. 検査サービス事業

- (1) 非破壊検査サービスの提供
 - 工場製作時の品質確認および供用中のプラント・構造

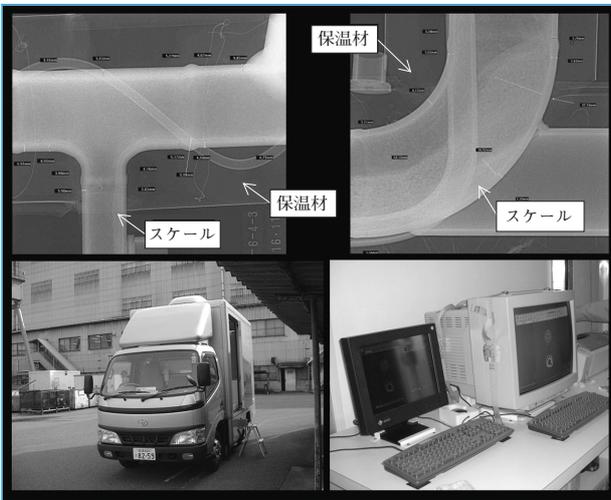


図3 デジタルX線検査システム(車載型)
Digital radiation inspection system (Mobile type)

物の損傷状況調査を目的として、放射線透過試験 (RT)、超音波探傷試験 (UT)、磁粉探傷試験 (MT)、液体浸透探傷試験 (PT)、渦流探傷試験 (ET) および寸法測定、硬さ測定、材質確認等を実施している (図2)。

- (2) 試運転、性能確認および溶接後熱処理の提供
攪拌混合装置の出荷前性能試験、各種水処理施設の流速測定、可動橋の定期点検および圧力容器の熱処理業務を実施している。
- (3) 設備保全診断業務の提供
工場設備 (クレーン、プレスおよびNC機器など) の定期/年次点検および保守作業を実施している。
- (4) ISO9001/ISO14001認証取得のコンサルタント
ISO講習会 (ISO規格概要および認証取得方法など) についての講習、システム文書化支援 (既存のシステムをISO規格に適合するシステムに文書化) および内部監査員養成コース (事例研究および模擬監査を含む実践的カリキュラム) を実施している。

3. 特種検査・診断技術サービス事業

社会資本 (道路、橋梁、鉄道および建築物など) や産業資本 (石油精製、化学、電力、ガスおよび製鉄所のプラント) は、40年~50年の歳月を経て劣化・損傷化し始めている。これらの産業資本の量は膨大なものであり、かつその安全性・健全性の検査・診断は、これからますます重要になっていく。住重試験検査では、この大きな時代のニーズに応えるべく、新規検査技術に取り組んでいる。

- (1) フェイズドアレイUT法/TOFD法による鋼構造物の検査
TOFD法に関しては、機器稼働中に対応できる高温TOFD技術 (最大300℃) を保有している。
- (2) デジタルX線検査システムによる鋼構造物、コンクリート構造物の検査
デジタルX線装置 (図3) は車載型を2台保有しており、出張検査に迅速に対応できる体制としている。
- (3) 桁下診断システムによる橋梁下面の検査
- (4) 熱歪み測定によるコークドラムの疲労損傷評価



図4 EPMA (電子線マイクロアナライザ)
EPMA (Electron Probe Micro Analyzer)

- (5) レーザスキャン測定によるコークドラムの変形調査

4. 分析・開発・商品化事業

- (1) 材料試験・分析サービスの提供 (図4)
 - a. 引っ張り・曲げ・圧縮・抗折・せん断の各種試験、シャルピー衝撃試験、硬さの測定、マイクロ組織、マクロ組織の観察、サルファープリント試験、摩耗試験、破面解折、微小部分の元素の固定・分布・定量、鉄鋼・非鉄・非金属・コンクリートなどの材料分析、付着物・反応生成物の分析、腐食試験、残留応力の測定、事故調査および実負荷・実働応力の推定である。
 - b. 一般的な機械試験、金属試験および分析試験はもとより、それらの結果を総合して、事故・腐食要因の解明や対策の提案までを一貫して実施している。
- (2) 環境分析・測定サービスの提供
水質・大気・土壌・廃棄物・底質・ごみ質の調査分析および計量証明事業 (濃度・振動・騒音) の法規制にかかわる項目を分析・測定している。
- (3) 計測・実験サービスの提供
 - a. モデル機によるデータ収集
顧客の問題解決を目的としてモデル機の設計・製作・実験・データ収集までを一貫して実施している。
 - b. 各種部品の耐久試験
試験装置・治具を工夫することにより、実機使用状況と同じ状態で疲労試験を行っている。
- (4) 装置・試験機の開発支援
顧客の要求に応じて、専用の機械装置を設計・製作する。
ウエハうねり測定装置 (シリコンウエハ表面の平坦度を測定する装置)、ウエハ露光装置用真空容器 (シリコンウエハ露光装置用の真空容器および周辺機器) およびウエハ垂直搬送装置 (シリコンウエハを垂直搬送する装置) などの実績がある。
- (5) 宇宙・極低温機器の設計・製作

今後の展開

住重試験検査は、総合検査エンジニアリングと放射線工学を柱とするユニークな技術サービス会社として成長してきた。今後もさらに独自の技術力を生かし、個性あふれる会社を目指していきたい。 (検査診断技術部 川島賢一)

小型加速器による放射線の工業利用

Industrial Radiation Application with Compact Accelerator

●坂根 仁*
Hitoshi SAKANE

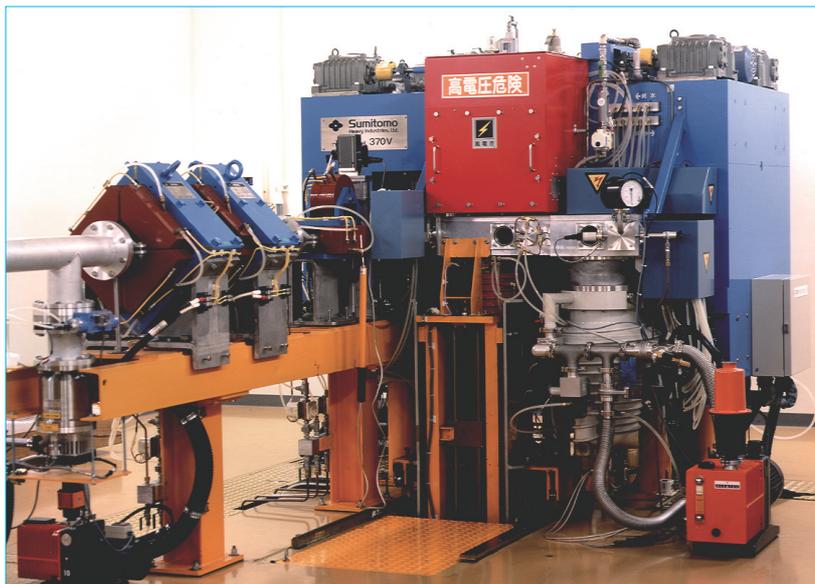


図1 住友重機械株式会社製370型サイクロトロン
Compact 370 cyclotron
(Sumitomo Heavy Industries, Ltd.)

1 はじめに

住重試験検査株式会社は、住友重機械工業株式会社製の370型サイクロトロンを3台保有し、これらを利用した放射線技術サービスを展開している。そして、2007年度は新たに株式会社NHVコーポレーション製のAN2500型バンデグラフ加速器を立ち上げ、分析サービスを展開しようとしている。放射線の利用方法・対象が多様化するにつれ、加速器の大型化・高エネルギー化が進んでいるが、数百keVから十数MeV程度のイオンビームが得られる小型加速器も、その利用対象を変えながら利用されている。住重試験検査の提供している技術サービスを、イオンビームのエネルギーがどのような物質またはエネルギーに変換されるのかにより分類してみると次のように分けられる。

- (1) ターゲット中の原子核の励起・核変換によるエネルギー変換(核の励起および核反応)
中性子透過試験 (Neutron radiography testing), 荷電粒子放射化分析 (Charged particle activation analysis) および薄層摩耗試験 (Radionuclide technique in mechanical engineering)
- (2) ターゲット原子との弾性衝突によるエネルギー変換
電力半導体へのイオン照射 (Ion irradiation on silicon)
- (3) ターゲット原子の電子を励起したり、イオン化することによるエネルギー変換
粒子線励起X線分析 (Particle induced X-ray emission)

(1)に関しては、核物理学実験に用いられていた背景が影響している。住重試験検査においても、古くから利用しており現在においても十分に活用しているが、今後は測定対象の変化に応じて高エネルギー化を進める必要があると思われる。(2)および(3)に関しては、核反応が起こらない領域で行うも

ので、これから小型加速器の利用が期待される分野である。

2 加速器施設

図1に、370型サイクロトロンの全景を示す。表1に、住重試験検査の所有する3台の加速粒子と加速エネルギーを紹介する。イオン種により異なるが、ビーム電流は10~50 μ A程度である。

AN2500バンデグラフ加速器は、陽子またはヘリウム-4の一価イオンを0.5~2.5 MeVの間をおよそ1/15000の精度で可変加速を行うことができる。ビーム電流は、10~30 μ A程度である。サイクロトロンが厚さ150 cm以上のコンクリートで作られた建屋の遮蔽が必要であるのに対して、発生エネルギーの低いこの加速器は遮蔽の必要がない。

2.1 中性子ラジオグラフィ⁽¹⁾

中性子ラジオグラフィは、放射線遮蔽の観点から見ると害である中性子を逆に積極的に利用するものである。図2に、試験設備の概念図を示す。ベリリウム金属に陽子を照射することにより高速中性子を発生させ、ポリエチレンとの衝突現象を用いて熱中性子と呼ばれるエネルギーの低い中性子へと減速させる。この熱中性子を測定試料に照射し、物質の中性子に対する感度の相違により、熱中性子特有の像を得ることができる。ガンマ線やエックス線と異なり、熱中性子は水素に対して感度が高いことから、含水素物体およびプラスチックなどの分布や欠陥部の検出に有効である。また、火薬の充填度および特殊な金属の分布にも用いられている。イメージングプレートといった感度の高いフィルムを用いることで、高感度のイメージを捕えることも可能である。

2.2 荷電粒子放射化分析⁽²⁾

本手法は、半導体物質のような超高純度物質中の不純物(酸素、炭素、窒素およびホウ素といった軽元素)を測定す

表1 370型サイクロトロン加速粒子と加速エネルギー
Beam specifications of 370 cyclotron

加速粒子	加速エネルギー	
	1号機	2号機・3号機
陽子	18MeV, 4.5 MeV	17MeV, 8 MeV, 4.5 MeV, 2 MeV
重陽子	9 MeV	9 MeV
ヘリウム-3	24 MeV	23 MeV
ヘリウム-4	—	17 MeV

る方法である。他の分析方法では定量分析が困難な微量測定ができる。主な材料に対する分析対象と分析下限値を、表2に示す。放射化が終了すると、測定したい物質の放射線測定を行うことになる。試料の測定を非破壊で行うことも可能であるが、複数の物質が放射化されている場合には放射線測定の前に化学分離を行う。放射化分析の特徴としては、照射後の試料表面エッチングにより、処理・測定中の環境からの表面汚染の影響を除くことができること、ppbレベルの定量下限を有することおよび測定精度が良いことなどがあげられる。

2.3 薄層放射化摩耗測定⁽³⁾

摩耗を受ける機械部品を放射化し、運転時に剥離された摩耗粉の放射能を測定することによって摩耗量を導出する方法である。イオンビームの入射エネルギーを調整することで均一な放射化を行うことができることから、非常に定量性が高い。また、放射線測定を用いていることから測定感度が高く、種々の運転条件における摩耗量を短時間で測定できる。測定対象は、自動車エンジン、コンプレッサおよび各種動力伝達機器などであるが、今後はもっと小型の対象物であるOA機器や電子部品などに対する摩耗測定においても期待される。

2.4 半導体へのイオン照射⁽⁴⁾

電力半導体ウエハに照射を行い、素子の応答特性の改善を行うものである。主な対象はサイリスタ、パワートランジスタ、ダイオードおよびIGBTなどである。高速イオンをSi結晶体に入射させることにより、格子形成原子をはじきとばす。この時にできる欠陥部がキャリア（電子および空孔）の再結合を促すことになるが、特に電流オフ時の応答時間を短縮させるライフタイムコントロールを目的としている。この利用は他の技術サービスと違って、製作工程の一部に相当することから、処理量が問題となる。したがって、ウエハプレート搬送装置に100~140枚の半導体ウエハを装着し、コンピュータ制御による自動高速処理が重要となる。

2.5 粒子励起X線分析

バンデグラフなどの加速器で数MeVに加速されたプロトンやヘリウムイオンを試料に照射し、その際に放出される特性X線を測定することにより元素分析を行うものである。特性X線のエネルギーは元素固有であることから、多元素定量分析が可能である。検出限界は、数ppm程度である。特性X線を用いるその他の分析方法と比べて、バックグラウンドの発生が少ないことから、試料量が数百μg~数mgあれば測定可能である。

3 おわりに

- (1) 中性子ラジオグラフィは、中性子線を用いる放射線透過試験方法で、エックス線およびガンマ線では検査が困難な対象物が撮影できる。

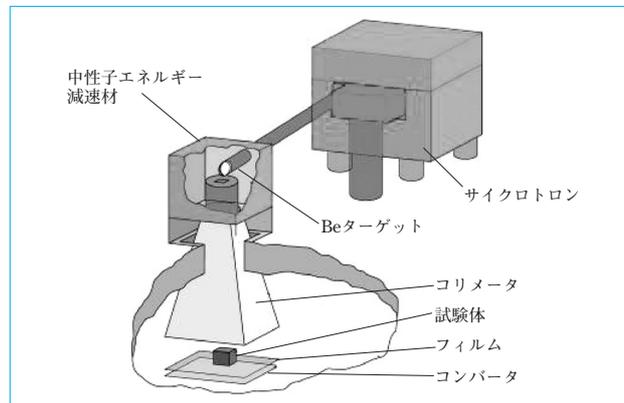


図2 中性ラジオグラフィ用設備モデル
Neutron radiography testing system

表2 分析対象と分析下限値
Typical lower limit levels for typical materials

分析元素	測定方法	分析対象材料 分析下限値 (ppb)			
		Al	Si	GaAs GaP, InP	Cu, Fe他 各種材料
酸素	非破壊	5 ppm	0.5 ppm	—	—
	化学分離	20	5	5	5
炭素	非破壊	1 ppm	—	—	—
	化学分離	20	2	2	2
ホウ素	非破壊	5 ppm	10 ppm	—	—
	化学分離	—	5	5	5
窒素	非破壊	0.5 ppm	5 ppm	—	—
	化学分離	—	2	2	2

- (2) 荷電粒子放射化分析は、分析対象の元素を放射化し、その時生成した短寿命同位元素をトレースすることにより、酸素、炭素、窒素などの軽元素の超高感度分析を行う。
- (3) 薄層放射化摩耗測定は、摩耗試験を行いたい部所の表面層を放射化した後に、試験部品からの放射線を計測しながら摩耗量をリアルタイムで測定できる。
- (4) 半導体へのイオン照射は、サイリスタ、ダイオードおよびパワートランジスタなどのパワーデバイス性能を飛躍的に向上させる。
- (5) 粒子励起X線分析は、小型加速器により数MeVに加速した水素イオンやヘリウムイオンを試料に照射し、その際に放出される特性X線を測定して元素分析する。数百μg~数mgの少量の試料で分析が可能である。イオンビームを利用した分野は、工業利用の点から考えると、潜在性を秘めているが、市場が小規模である。採算ベースを確保しながら運営するには、さらに貢献できる利用分野を広げていく必要があり、産業界および学界の協力を得ることが非常に重要である

(参考文献)

- (1) S.Tazawa, T.Nakanii. Present Status of the cyclotron-based neutron radiography. The 3rd World Conf. on NR, Osaka, 14-18, p.213, May, 1989.
- (2) S.Kataoka, S.Tazawa, T.Nozaiki et al. Routine charged particle activation analysis of light elements. Journal of radioanalytical and nuclear chemistry. vol.168, no.2, p.377-384, 1993.
- (3) 片岡昌治他. サイクロトロンによる薄膜放射化法と磨耗試験技術への応用. 住友重機械技報, vol. 40, no.120, p.14~17, Dec., 1992.
- (4) 日朝俊一他. サイクロトロンによる半導体ウエハの軽イオン照射. 住友重機械技報, vol. 41, no.121, p. 68~71, Apr., 1993.

フェイズドアレイUT法による鋼構造物の検査

Phased Array UT for Steel Structures

●川島 賢一*
Kenichi KAWASHIMA

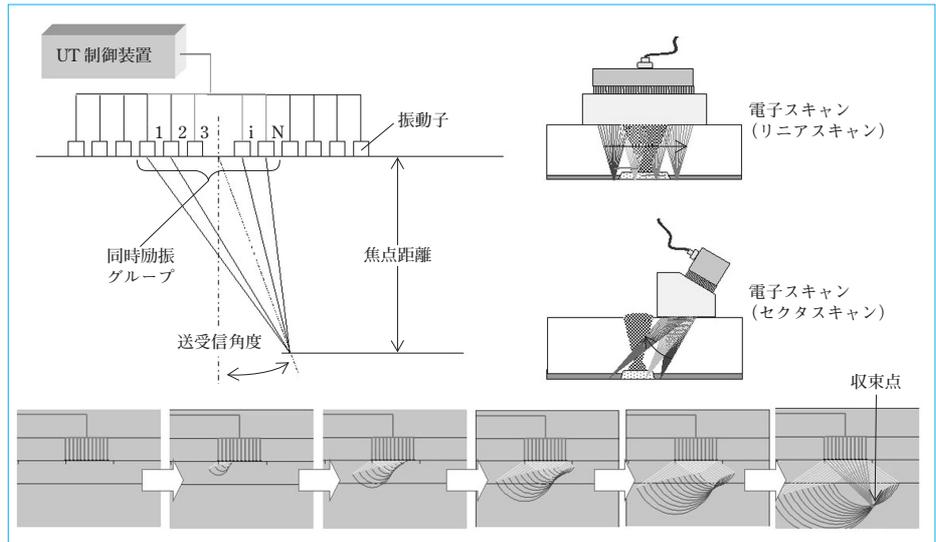


図1 フェイズドアレイUT法の基本概念
Basic concept of phased array UT

1 はじめに

近年、改良型超音波検査の一手法としてフェイズドアレイUT法が注目されてきている。住重試験検査株式会社では2001年にフェイズドアレイUT装置の1号機を導入して以来、実機適用化技術の開発、検査技術者養成プログラムの構築および検査技術者の養成に取り組み、主に石油精製・化学および製鉄所のプラントにおいて実績を積み重ねてきた。

2 フェイズドアレイUT法の概要

フェイズドアレイUT法の概念図を、図1に示す。探触子は、直線状に配列された複数個の振動子から構成される。超音波の送信時には、各振動子の送信タイミングを制御することで、超音波ビームを任意の位置に収束することができる。受信時には、各振動子で受信した信号に、振動子ごとの遅延時間を与えて加算することにより任意の位置からの受波指向性を高めることができる。フェイズドアレイUT法は、超音波の送受信角度・焦点距離を電子的に制御することにより探触子の機械的な走査のない電子スキャンを行うことができる。溶接線検査の場合、図2に示す様に溶接線と直角方向に電子スキャンを行いながら探触子を溶接線方向に手動走査させて探傷データを取得している。(電子スキャンのピッチ)×(X走査方向のピッチ)分の波形をデジタル化して、システムに取り込んでいる。収録した波形データを処理することにより、任意の断面の探傷画像(Bスコープ、CスコープおよびDスコープ)を得ることができる。

3 フェイズドアレイUT法の特徴

3.1 入射角と収束深さの電子制御による変更

対象の板厚や検出対象の傷の性状に応じて、最適な入射角度や収束深さは異なるが、通常の探触子では、一つの探触子

は一つの条件に固定されている。フェイズドアレイ探触子は、それらを電子制御で変更可能であり、必要に応じて1回の電子スキャンの間に入射角度や収束深さの変更を組み込むこともできる。また、電子スキャン(セクタ走査)を活用すると、探触子を動かすスペースがない場所からの探傷でも広い範囲を検査することができる。

3.2 電子スキャンとデータの自動収録による高速な検査

従来型UTでは、溶接線に対して直角方向の走査(Y走査)と溶接線方向の走査(X走査)を組み合わせる探傷(ジグザグ走査)を行うが、機械的な走査であるうえに、UT装置に表示される波形から欠陥の有無を確認しながらの作業となることから、おのずと速度に限界が生じる。フェイズドアレイUT法ではY走査は電子スキャンするので、機械的な走査は溶接線方向のみとなる。また、探傷データの収録は自動で行われることから、高速な検査が可能となる。欠陥が検出された場合は、従来型UTでは、欠陥位置の解析および記録の作業が加わるので、さらに両者の検査スピードの差は大きくなる。

3.3 探傷結果の画像による解析

フェイズドアレイUT法では、収録した波形データを基に作成した探傷画像による解析を行う。図3に、探傷画像例を示す。波形に加えて画像による解析を行うことから、従来法に比較して次の利点がある。

3.3.1 傷高さの測定が確実・迅速に実施できる

フェイズドアレイUT法においては、傷高さの測定に端部エコー法を適用する。基本原理は従来UT法のそれと同じであるが、波形とともに画像で確認しながら端部エコーを探すことにより確実・迅速な解析が可能となる。傷高さは解析ソフト上でカーソルを合わせるだけで、超音波入射角度や音速を元に自動的に計算して表示される。

3.3.2 形状エコーと傷エコーの識別の信頼性向上

角部や段部の多い機械部品などの複雑な形状を検査する場

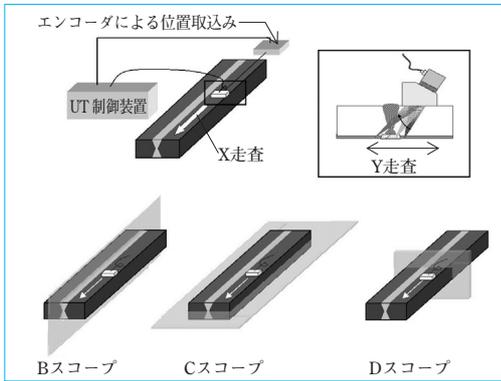


図2 フェイズドアレイUT法による溶接線検査
Phased array UT for weld joint

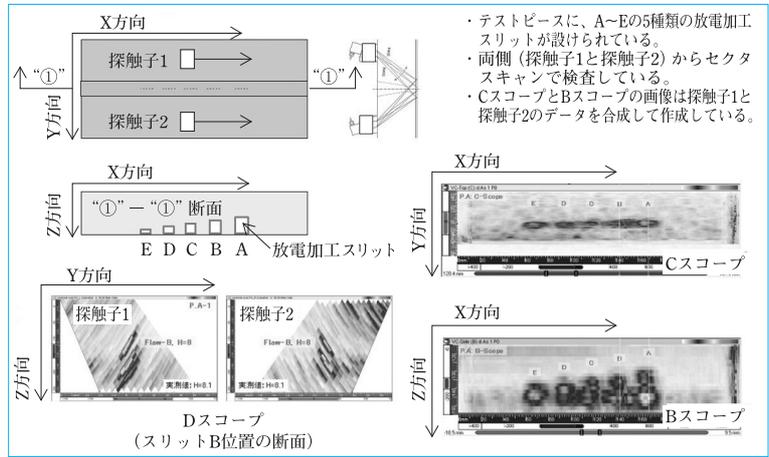


図3 探傷画像の例
Example of phased array UT display

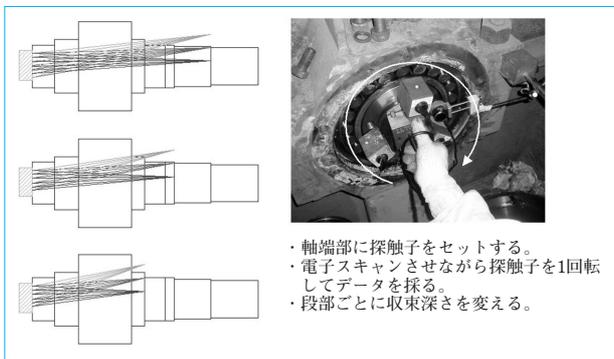


図4 フェイズドアレイUTによる軸・ピンの検査
Phased array UT for shaft and pin

- ・軸端部に探触子をセットする。
- ・電子スキャンさせながら探触子を1回転してデータを採る。
- ・段部ごとに収束深さを変える。

合は、角部や段部などの形状変化部から形状エコーが返ってくることから、傷エコーとの識別を確実にすることが重要となる。フェイズドアレイUT法では、探傷画像上にあらかじめ図面を元に作成した検査対象物の形状を重ねて表示させて、識別の信頼性を向上させている。形状変化部の中に傷がある場合の識別も、形状エコーと傷エコーの表示をCスコープおよびBスコープ上で、同時に見比べることにより容易となる。

3.3.3 第三者に分かりやすい検査結果が提供できる

画像表示することにより、損傷状況が直感的にイメージしやすく、全体を把握しやすくなる。

4 フェイズドアレイUT法の検査事例と実績

4.1 コークドラム周溶接線の健全性確認検査

コークドラムは、24～48時間おきに常温と高温（約480℃）を繰り返す。溶接線の損傷（熱疲労割れ）が懸念されることから定期的な検査が重要となる。住重試験検査の検査では、フェイズドアレイUT探触子2組とTOFD2組を走行台車に取り付けて同時探傷を行う。TOFD法が主に母材の検査を受け持ち、フェイズドアレイUT法は内面肉盛溶接部の検査を受け持つ。内面肉盛溶接部は、インコネルであることから、通常UTおよびTOFD法では傷の検出が困難であり、フェイズドアレイUT法の適用が必須となっている。

4.2 圧力容器本体および配管の検査

石油精製・化学プラントの圧力容器、配管の溶接線および

母材を対象とした検査である。炭素鋼，クロモリ鋼，オーステナイト系ステンレス鋼およびインコネルなどの検査実績がある。オーステナイト系ステンレスやインコネルの溶接部の検査は従来型UTやTOFDでは溶接金属内で音波が散乱することから、探傷が困難であるが、フェイズドアレイUTを適用することにより探傷が可能となっている。

4.3 圧力容器のHIC（水素誘起割れ）検査

フェイズドアレイUT（リニアスキャン）によるHIC損傷の経年観察を行う。対象範囲(500×500 mm程度)の傷マップ(1×1 mmピッチ)を作成して、画像処理により損傷面積率を計算している。同様な手法で腐食減肉の精密探傷も実施している。

4.4 シャフト・ピンの割れおよび摩耗検査

シャフトやピンの軸端面に探触子をセットして軸の割れや摩耗を検査する。軸端面のみを開放すれば検査が可能となるので、メンテナンス時間の大幅な削減が可能となる（図4）。

4.5 各種機械部品の検査

製鉄所の圧延機械などの複雑な形状をした機械部品の検査は、フェイズドアレイUT法の得意とするところである。図面と過去の実績を元に探傷計画を検討し、必要に応じてテストピースによる確認を併用して実機の検査を行っている。

5 おわりに

フェイズドアレイUT法の特徴を次にまとめる。

- (1) 電子スキャンとデータの自動収録により高速な探傷を行うことができる。
- (2) 探傷結果を波形と画像を併用して解析することにより、傷の高さの測定が確実・迅速に実施できる、形状エコーと傷エコーの識別の信頼性が向上する。

高度成長期に多数建設された産業機械が損傷化し始め、その検査・診断の社会的な重要性は今後ますます高まっていくと考えられる。フェイズドアレイUT法は、そのニーズに応える有効な検査方法の一つである。今後も顧客にその特徴を理解してもらい、フェイズドアレイUT法による問題解決の適用範囲を顧客とともに広げていきたいと考えている。

住重フォージング株式会社

Sumiju Precision Forging Co., Ltd.

精密鍛造品の製造および販売。

本社工場 神奈川県横須賀市夏島町19

設立 2000年

資本金 3億円

従業員 119名

認証 ISO9001 ISO14001

プロフィール

住重フォージング株式会社は、1939年に中島航空金属株式会社田無鍛造工場として発足し、以来60余年、航空機用エンジンブレードから航空機用機体部品、産業用タービンブレードおよび一般民生用部品に至るまで、幅広い分野に高品質で高機能の精密鍛造品の供給を行ってきた。特に、航空機用ジェットエンジンブレードでは国内唯一の供給メーカーであり、高度な精密鍛造技術では他社の追随を許さぬものとなっている。航空機エンジン用ブレードと産業用タービンブレードを中核に事業を展開中であるが、2003年に生産拠点を東京都・西東京市から神奈川県・横須賀市に移転した。

製品・技術

1. 航空機エンジン用ブレード/ベーン

(1) ファンブレード/ベーン

ジェットエンジン入口部のファンモジュールにあり、コンプレッサに空気を送り込むとともに、直接的にも推力を発生させる鍛造動静翼である。

(2) コンプレッサブレード/ベーン

燃焼器へ圧縮した空気を送り込むコンプレッサモジュールにある鍛造動静翼で、高圧と低圧に分類される。

ファンブレードならびに低圧コンプレッサブレード/ベーンでは主としてチタニウム合金、高圧コンプレッサブレード



図2 CF34-8 ファンブレード
CF34-8 fan blade

ではニッケル基合金が使用される。

サイズ的には、翼長が20~30 mm程度の高圧コンプレッサブレードから、翼長が400 mmを超えるファンブレードまでが製作範囲となっている。



図1 V2500-A5ブレード & ベーン
V2500-A5 blades & vanes



図3 スチームタービンブレード
Steam turbine blades

住重フォーミングのブレード／ペーンが採用される主要なエンジンを次に示す。

- ・防衛省向けエンジン
- ・民間航空機向けエンジン（図1，図2）

2. 産業タービン用ブレード／ペーン

- (1) スチームタービンブレード（図3）
スチームタービンの低圧部で使用される鍛造動翼である。
- (2) ガスタービンコンプレッサブレード／ペーン
ガスタービンのコンプレッサ部で使用される鍛造動静翼である。
- (3) 過給機タービンブレード
過給機のタービン部で使用される鍛造動翼である。
スチームタービンブレードおよびガスタービンコンプレッサブレードでは主として13 Crもしくは17-4 PH合金，過給機タービンブレードではニッケル基合金が使用される。
サイズの的には，翼長が100 mm程度のガスタービンコンプレッサブレードから，翼長が1000 mmを超えるスチームタービンブレードまでが製作範囲となっている。

3. 一般鍛造品

航空機機体／エンジン用から医療，レーシング，電設工具用に至るまで，多岐にわたる用途に鍛造品を供給している。主要製品を次に示す。

- (1) 航空機機体用構造部品
- (2) 航空機エンジン用ギア
- (3) 医療用人工骨
- (4) レーシングエンジン用コンロッド（図4）
- (5) 電設工具用ヘッド

航空機機体／エンジン用では，チタン合金から鉄合金およびアルミニウム合金など多様な材質が使用されているが，医療用，レーシングエンジン用および電設工具用では，チタン合金が主流となっている。



図4 チタンコンロッド
Titanium alloy con-rods

サイズの的には全長が20～30 mm程度の小型部品から，全長が1000 mmを超える大型部品までが製作範囲となっている。

今後の展開

- (1) 航空機エンジン用ブレード／ペーンに関しては，国内ではシェア100 %のトップメーカーであり，完成ブレードの供給による海外市場への進出を目指す。
ニッケル基合金の精密鍛造技術を確認し，成長分野として位置づける高圧コンプレッサブレードのシェアを確保する。
- (2) 産業タービン用ブレード／ペーンに関しては，最新の状況としては，スチームタービンブレードで欧州の世界トップメーカーへの参入を果たした。
国内市場は既存深耕，海外市場は新規開拓を軸に世界主要メーカーへの攻勢を強める。そのためには，生産能力を高め，順調な拡大が続いている市場でグローバルシェアの向上を目指す。
- (3) 一般鍛造品に関しては，チタン合金の型鍛造品については質・量ともに国内トップメーカーであり，航空機関連および一般民生向けともに現製品の拡大を図る。
一般民生用途で，医療用人工骨に続く付加価値性の高い第3の柱を開拓する。（営業部 正田英保）

新規鍛造品開発フローの最適化

Improvement in Process of Forging Design Flow

●大原 弘 嗣* 稲垣 真人* 佐藤 安 彦* 荒牧 英 三*
Hiroshi OOHARA Masato INAGAKI Yasuhiko SATO Eizo ARAMAKI



鍛造品 (全長 1100 mm)
Forged product (Length 1100 mm)

1 はじめに

鍛造とは、金型によって金属を塑性変形させていく技術である。住重フォーミング株式会社においては丸棒材から複雑、難成形形状の鍛造品を成形しており、途中の成形過程をどのように設定するか(工程設計)によって最終製品の品質およびコストが大きく変化する。

基本的な工程設計の手順については、設計標準に定められてはいるが、個別アイテムの工程設計に当たっては、個々の設計者の経験知に頼る部分も色濃く残ってきた。一方で、客先からの新規鍛造品の開発リードタイム短縮の要求も年々厳しくなっており、従来の新規品開発のフローでは、客先の要求に応えることが難しくなってきた。本報では、住重フォーミングで進めている新規品開発フロー最適化の活動について報告する。

2 新規品開発フロー

新規鍛造品の製造プロセスを確立するに当たって、次のプロセスを進めている。

- (1) 納入仕様の決定(客先品質要求の明確化)
- (2) 製造工程設計(成形過程の決定)
- (3) 金型・治工具の設計・製作
- (4) 試作による品質確認/試作結果による金型・治工具の修正

新規品開発リードタイム短縮の客先要求に応じていくに当たっては、(2)~(4)のプロセスを短縮していくことが重要となる。

個々の設計作業の効率化については、治工具の標準化設計および3D-CADによるテンプレート設計の導入を進めている。一方で、鍛造解析(シミュレーション)の進歩によって、従来フローにこだわることなく、開発フローを組み立てていくことが可能となっている。次に、鍛造解析を導入することで行った(2)~(4)のプロセス見直しについて説明する。

3 鍛造解析導入に伴う開発フロー最適化

住重フォーミングの鍛造においては、最終鍛造形状の難易度および製品サイズによって鍛造工程数は1工程から10工程を超えるものまでさまざまである。鍛造工程が2工程(荒地(プリフォーム)→最終型打ち)とした場合を例にとり、(2)~(4)工程設計、金型設計および試作のプロセスについて検討した。

従来の開発プロセスでは最終鍛造形状を基に設計標準と過去の実績を参考にしながら鍛造工程の設計を行い、工程順に金型形状(鍛造形状)を設計する。金型完成後、試作を実施し、試作品が要求品質を満足しているかについて評価を行い、金型の修正、工程の見直しを行う。必要に応じて、要求品質を満足するまで試作を繰り返す。初期の工程・金型設計の完成度によって、開発リードタイムは大きな影響を受ける。難易度の高い新規品の場合、設計者の過去の経験によって、工程・金型設計の完成度は大きく異なっていた。そこで、鍛造解析を設計フローの中に導入することによって、試作での鍛造欠陥発生を防止し、設計品質を向上、安定化させていくこととした。

一方で、鍛造解析を新規品開発で生かしていくには、必要

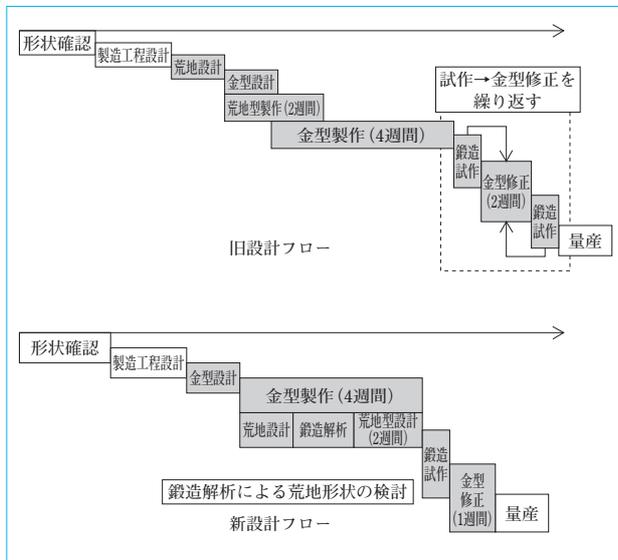


図1 設計フロー
Design flow

な解析精度を満足させつつ、解析に要する時間が適切であることが不可欠となる。解析時間が長い場合には、開発リードタイムの短縮ができないことになる。そこで、標準的な解析時間の目標値を12時間として検討を進めた。目標値の設定に当たっては、夜間に無人で解析計算を行い、日中に技術者による結果分析を実施することを念頭においた。

解析時間に影響を与える要因として、入力データ（STLファイルのグリッド数、法線角度および近似誤差）、解析条件（オイラ要素定義、温度依存計算および出力ファイル条件など）を検討し、住重フォーミングにおける標準解析条件を決定した。これによって、従来3～5日間を要していた解析計算時間を、工程設計の検討に必要な解析精度を維持しつつ8～12時間に短縮できた。

時間短縮した鍛造解析の有効性を生かすべく変更した新規品の開発フローを、図1に示す。解析時間の短縮によって、リードタイムの長い最終鍛造金型の製作期間中に荒地金型の検討を行うことが可能となり、鍛造解析の適用による設計品質向上と開発リードタイムの短縮を同時に実現することができた。また実際の鍛造成形は一瞬で行われることから、変形過程を十分に把握することは困難であり、成形後の鍛造品からこれまでの経験および知見に基づいて判断せざるを得なかった。鍛造解析を用いた場合は変形過程をコマ送りで確認したり、任意の断面形状をとって確認したりすることが可能である（図2）。これによって、過去に経験していない現象についても、適切な判断ができるようになり、経験の浅い技術者でも金型設計へのフィードバックが可能となった。また、ベテランの技術者においても、鍛造技術のより深い理解に役立っている。

4 適用事例紹介

最適工程設計を適用した事例を紹介する。本品は大型ジェット機においてエンジンを支える機体部品として使用される鍛造品であり、全長1100 mm、重量40 kg、製品材質Ti-6 Al-4 Vで、住重フォーミングにおいては最大サイズのTi合金鍛造品である（冒頭の写真）。Ti合金の大型鍛造品ともなると、

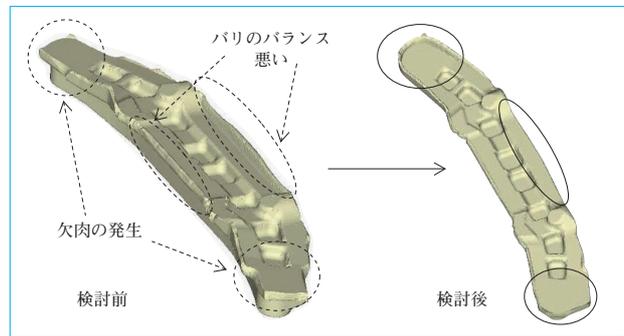


図2 シミュレーションによる結果比較
Comparison of simulation results

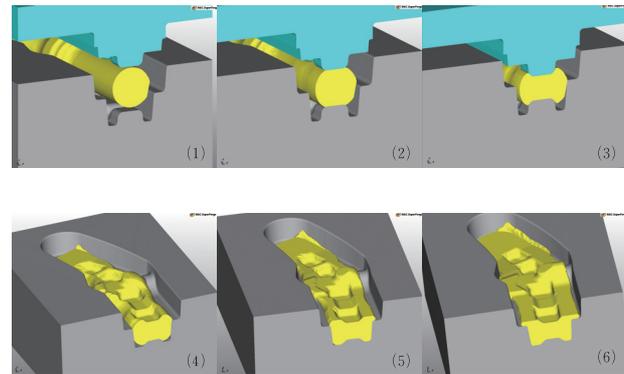


図3 断面検討
Section analysis

鍛造工程数も多く、投入材料も高価となり、試作を繰り返すことは容易ではない。開発リードタイム短縮の面だけではなく、鍛造品質安定化の面からも、鍛造解析は有効であった。まず、設計標準および過去の実績に基づいた荒地形状で鍛造解析を行い、その検討結果を荒地形状にフィードバックすることで、製作前の荒地型に反映している。

図3に示されるように、鍛造解析による検討前はバリ部分が不均一であり、欠肉と呼ばれる欠陥が確認されていた。従来の開発フローでいくと、この結果を確認するにはすべての鍛造工程の金型を製作し、試作鍛造を実施して評価を行わなければならない。鍛造解析においては、評価、検討した内容の金型への反映は、入力モデルを修正して解析計算させるだけで可能である。検討後の解析結果では欠陥は解消されている。

鍛造解析導入によって開発フローの最適化および設計品質向上を実現したことで、本品においては開発リードタイムを類似アイテム実績に比べて半減することに成功した。

5 おわりに

- (1) 導入した鍛造解析に対して住重フォーミングに適した解析手法を確立し、これまでの設計および試作プロセスを見直すことで新規品開発フローを最適化した。
- (2) 新規品開発フローの最適化によって新規品開発リードタイムを従来に比べて半減した。
- (3) これまで培った住重フォーミング独自の鍛造ノウハウに対して、鍛造解析で得られる知見を融合することで、設計品質を向上させることが可能となった。

日本スピンドル製造株式会社

Nihon Spindle Manufacturing Co., Ltd.

環境装置、産業機械、空調装置、建材製品、食品加工機および工業用ファスナの製造および販売。

本社工場 兵庫県尼崎市潮江4-2-30
 設立 1949年
 資本金 32億7599万4600円
 従業員 370名
 認証 ISO9001 ISO14001

プロフィール

日本スピンドル製造株式会社は、1918年に合資会社日本スピンドル製造所として創立している。その社名にある通り、紡績機械の重要部品であるスピンドル（紡錘）を初めて国産化したことからその歴史をスタートさせている。戦後、日本スピンドル製造株式会社と社名を改め、一部上場の機械メーカーとして現在に至っている。2007年には、株式会社イズミフードマシナリと新日本ファスナー工業株式会社（旧新日本造機ファスナー株式会社）をグループ会社に加え、これまでより一回り大きい日本スピンドルグループとして、更なる収益の安定化と成長戦略を目指している。

事業は厳しい環境規制に対応する高性能排ガス処理装置を主力商品とする環境装置事業、自動車部品加工用で国内トップシェアを誇る「スピニングマシン」の産業機械事業、高いクリーン度と高精度の温調を可能とした「クリーンルームシステム・精密温調システム」、省エネルギーの切札「氷蓄熱システム」や「高性能エアフィルタ」の空調システム事業、空調用・産業用と幅広い用途に使用される「クーリングタワー」の冷熱事業、建材事業では、病院・養護施設向けで評価の高い「サイレント引戸」、シェアNo.1の学校用「木製間仕切」は木の温もりで、のびやかな教育環境作りに貢献している。混練機事業では、ゴム、樹脂および新素材などあらゆる「練り加工」で国内トップシェアを誇る。また、蓄積されたサニタリー技術および殺菌・滅菌技術を生かした「熱交換器」や「殺菌装置」の食品加工機事業、高精度・高性能かつ多種・多様な製品群にてターミナル組立プロセスの合理化に貢献する「工業用ファスナ」のファスナ事業などの各事業でさまざまな業界へ展開している。

製品・技術

1. 環境装置事業

(1) 排ガス処理装置

- a. ごみ焼却炉や製鉄所・製鋼所から排出されるガス中から、ばいじんの除去と合わせて、ダイオキシン類をはじめとする各種有害物質の除去を行い、環境汚染を防止する役目を担う。
- b. バグフィルタは、用途によりパルスジェット式集じん機（図1）または逆洗式集じん機を選定する。なお、高温排ガスにおいてはセラミックフィルタを使用する。



図1 バグフィルタ
Bug filter



図2 ホイール加工機
Wheel manufacturing machine

2. 産業機械事業

(1) スピニングマシン（回転塑性加工機）

- a. 回転塑性加工とは、金属の板またはパイプ状の素材を回転させ、そこにローラを押し付けて成形を行う加工手法の一種である。イメージは陶芸のろくろと同じであり、主軸（ろくろ）に素材（粘土）を取り付け、回転させながらローラ（手）にて所定の形状に加工する方法である。
- b. 国内トップシェアを有しており、現在の主力製品には次のものがある。
 - ・パイプ加工用スピニングマシン
 - ・ホイール加工用スピニングマシン（図2）
 - ・プレイバックNCスピニングマシン（板金一般スピニング用）

3. 空調システム事業

(1) 精密温調システム・クリーンルーム

- a. 精密温調システムは一定の空間の温湿度管理を厳密に行うシステムであり、高精度制御タイプでは、温度20~26℃±0.1℃、湿度55~70%±2%の制御が可能である。超精密機械加工、3次元測定器およびレーザー関連のほか、液晶、PDP、プリント基板および記録メディアのプロセスの精密温度管理に多数納入実績がある。省エネルギー率50%（日本スピンドル製造従来比）と大幅に省エネルギー化を図った精密温調ユニットを標準タイプとしている（図3）。
- b. クリーンルームは、24時間の連続運転により大量の



図3 サーマルキューブ
Thermal cube



図4 ワンダーニーダ
Wonder kneader

エネルギーを消費するが、日本スピンドル製造はインバータタイプの冷凍機を組み込んだオリジナルの空調機『クリエコエース』を使用することで、60%の省エネルギー（日本スピンドル製造従来比）を達成している。この空調機は負荷に応じて自動的に温度設定値を変化させ、室内温度を常に±1℃に保つVIOS制御、さらに温度の振れを抑えるPNSET制御、従来の蒸発皿式加湿器から蒸気だけを取り出してロスを軽減し±5%の高精度湿度制御を可能にするSHION方式など、要求仕様や周囲条件により最適な制御方法を採用することが可能になっている。

4. 冷熱事業

(1) 冷却塔

- a. 用途別には、ビル、大型商業施設および体育館などの空調用と、機器の冷却設備用とに分類される。能力別には、2～1000冷却トン程度まで標準ラインナップとして保有し、工場にて組立し現地にてユニット搬入できることを特長とする。
- b. 用途により、冷却水が外気と直接接触しない密閉式、ファンベルトを省きメンテナンスフリーである電動機直結式およびクーリングタワーより発生する水蒸気の発生を抑える白煙防止型から、最適なタイプの選択が可能となっている。

5. 建材事業

(1) 学校用間仕切・サイレント引戸

- a. 学校用間仕切は、木製とスチール製に区分される。シックハウス対策としてホルムアルデヒドなどの化学物質に対して安全性の高い合板、集成材および接着剤や塗料を使用している。
- b. サイレント引戸は、主に病院および養護老健施設といった福祉施設などに使用される引戸であり、わずかな力でスムーズに戸が開き、制御装置（エアダンパおよびフリーストップ付き滑車）により自動で静かに閉じる引戸である。建築仕様により、一般タイプと壁収納タイプに区分される。

6. 混練機事業

(1) 混練機

- a. 加圧型ニーダのパイオニアとして、現在までに3000台以上の実績を重ね、国内だけでなく海外でも高い評価を得ている。用途面でも拡大され、その優れた混練性能の応用は一般的なゴムおよびプラスチックコンパウンドだけにとどまらず、セラミックスのような新素材、プラスチックマグネットのような複合材料に至るまでさまざまな材料の混練を可能にしている。
- b. ワンダーニーダは、ロータおよび混合槽加圧蓋のニューデザインによる絶妙なバランス効果と優れた冷却能力により、配合練からファイナルまで連続混練を可能とし、工程の大幅短縮を実現できる（図4）。

7. 食品加工機事業

- a. サニタリー技術、殺菌・滅菌技術、抽出技術、ステンレス加工技術およびシステムエンジニアリング技術による食品加工関連機器を販売している。
- b. グループ内での技術シナジー効果による食品加工装置の技術開発を図っている。

8. ファスナ事業

- a. ターミナルなどの特殊部品に使用される端子ねじを中心に、2000種以上を製造している。
- b. 特に、サミタイトは三角形状のねじ部による安定したためねじ加工とねじ込み作業が同時に行える作業性の高いねじとして注力している。

今後の展開

- (1) 排ガス処理装置に関しては、主要業界である鉄鋼業界の設備投資はまだしばらく堅調に推移すると見込まれる。主力の電炉市場で更なる競争力強化に向けて商品力・技術力の向上を図り、高炉市場でも競合に負けない商品の開発を進める。
- (2) スピニングマシンに関しては、海外への拡販を進め、海外受注比率の拡大を図る。国内向けにはリピート顧客へのニーズ対応はもちろん、用途開発・工法開発を行い新規市場への対応を目指す。
- (3) 精密温調システムに関しては、精密加工機および露光装置メーカーをターゲットとして拡販を行う。また、顧客の海外進出に対応し、海外工事・サービス体制の向上を図る。（企画業務室 松本博士 技術開発室 木嶋敬昌）

ブース内の高精度温度制御

Highly Accurate Temperature Control in Booth

● 泉 憲 司* 柏 木 崇 暁* 大 西 辰 明*
 Kenji IZUMI Takaaki KASHIWAGI Tatsuaki OONISHI



図1 サーマルキューブ
Thermal cube

1 はじめに

近年、精密加工における周囲環境の影響が目目され、要求される温度制御精度が飛躍的に上がってきている⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。

サーマルキューブは温湿度制御を局所的に実現できるエア供給装置の商品名で、標準品は吹出し温度を ± 0.1 ℃に制御するタイプとさらに湿度も ± 2 %で制御するタイプとがある(図1)。ここでは、日本スピンドル製造株式会社の精密温調ユニット『サーマルキューブ』における、(1)高精度の温度制御「 ± 0.02 ℃」、(2)省エネルギー「ランニングコスト50%カット」、および(3)温度分布の均一化「 ± 0.1 ℃」への新しい取組みの適用事例について紹介する。

2 新しい取組みの適用事例

2.1 高精度の温度制御 負荷予測制御

従来型は、図2(a)に示すように、吹出し口の温度を検知して、電気ヒータの出力を調節し制御を行っていた。この方式では、外乱が発生した場合に ± 0.02 ℃の温度制御精度を確保することは非常に困難であった。

新しい温度制御方法は、図2(b)に示すように、装置の吸込み口に1次センサを設けて負荷変動などの外乱を検知し、再熱器や電気ヒータなどの温度制御装置に対する出力の調整を行い温度制御精度の向上を実現している。この方式により、外乱が発生しても1次の再熱器の制御にて安定した空気を2次側に送れることから、より安定した制御が可能となる。

測定結果を、図3に示す。予測制御前は外乱発生時に範囲内ではあるが大きな振れが見られるが、予測制御後は安定し

た結果が得られている。

2.2 省エネルギーの冷媒レヒート方式

従来型の温度制御の方法は、蒸発器にて過冷却を行った空気を電気ヒータの出力を調節することによって制御を行っていた(図4(a))。この方式では、無駄なエネルギーを消費してしまう。新しい制御方法は、凝縮器にて放出している熱を利用して電気ヒータの役割を果たすべく、図4(b)に示すようにバイパス回路を設け、温調空気と熱交換する再熱器およびバイパスする冷媒の量をコントロールする電子膨張弁を設けた。

このようにすることで、電子膨張弁の開度を大きくすると再熱器の熱量が上がる仕組みになるので、開度を制御することによって電気ヒータと同じ制御が可能となった。

2.3 温度分布の均一化

温調器の吹出し口での温度制御は、前項で述べた制御方式を用いて高精度を実現することが可能であるが、室内全体を高精度に保つにはサーマルキューブ内部の温度分布を均一にする必要がある。そこで、図5に示すような温調システムにすることにより、サーマルキューブ内部の温度分布を均一にする試みを行った。

精密温調装置は冷却を行った後加熱量を制御することにより温度制御を行っているが、冷却を行う熱交換器(蒸発器)の温度分布は非常に悪い。これは、圧縮機の保護に過熱度を膨張弁にて調整することから生じる。

この温度分布を均一にする新しい温調システムでは、過熱度を確保する熱交換器を別に設けて、過熱度の調整は電気ヒータにて調整する仕組みとした(図5点線部)。

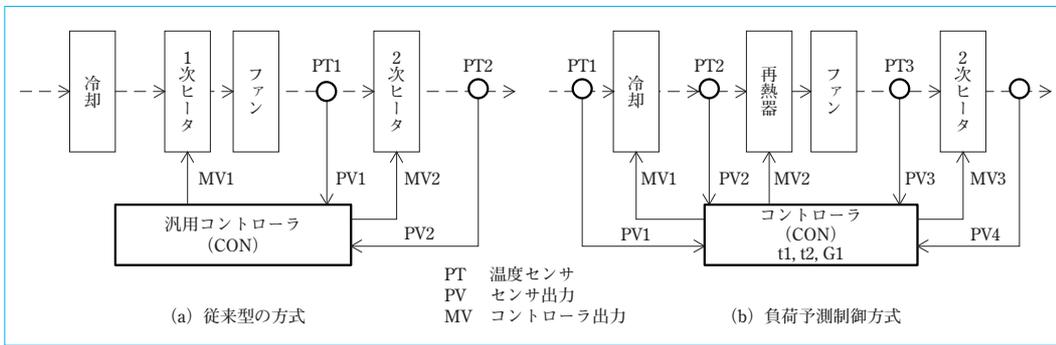


図2 温度制御方式
Temperature control method

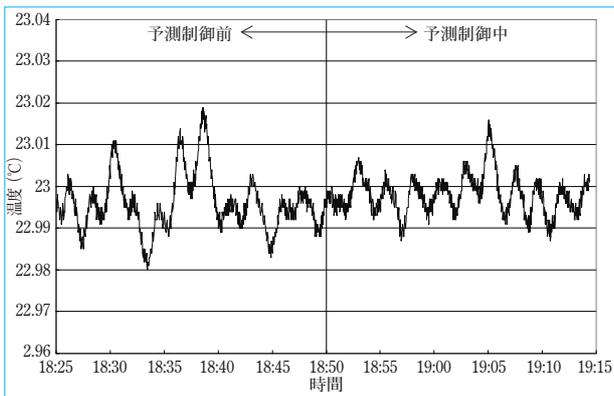


図3 温度測定結果
Temperature measurement result

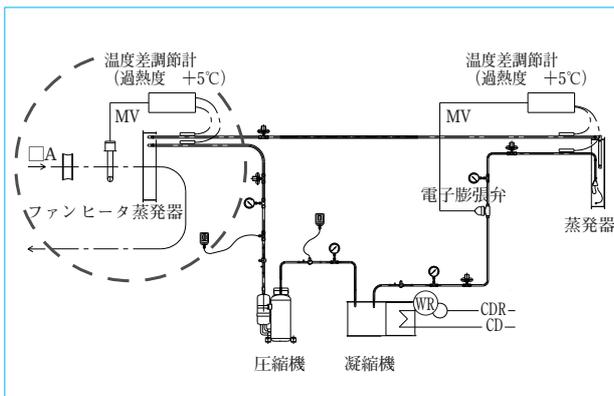


図5 新温度調整システム
New temperature adjustment system

これにより、実際の処理空気を冷却する熱交換器の温度分布が均一になることで、サーマルキューブ吹出しの温度分布も均一になり、室内の温度分布も向上した。

室内有効寸法2.1(W)×2.1(D)×2.1(H)mにて、温度均一化「±0.1℃」を達成している。

3 おわりに

サーマルキューブの性能向上開発に取組み、次の特長を有する高精度の温度制御および省エネルギーを実現できる業界初の装置となった。

- (1) 負荷予測制御方式により、安定した温度制御が可能である。
- (2) 電子膨張弁の開度を制御する冷媒レヒート方式によ

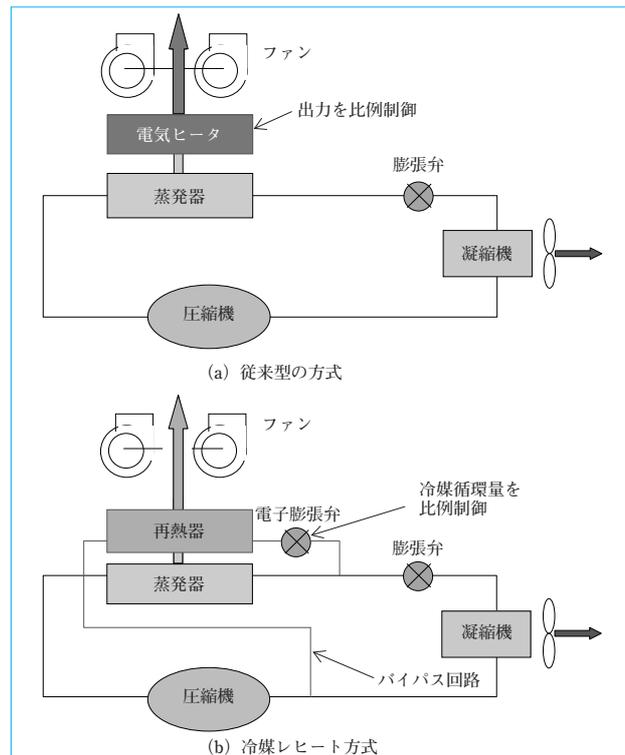


図4 省エネルギー制御方式
Control method of energy conservation

り、電気ヒータと同じ制御が可能となる省エネルギー化が実現できる。

- (3) 過熱度を確保する熱交換器の設置と電気ヒータによる過熱度の調整により、吹出し温度分布の均一化が実現できる。

本装置は、ユニットを組み合わせることによりさまざまなシステムに対応することができる。イニシャルコスト削減および工期短縮などのメリットが考えられ、さまざまな分野で利用されることが期待できる。

(参考文献)

- (1) 泉 憲司. 省エネ型恒温恒湿クリーンルームシステム クリエコエース. クリーンテクノロジー, vol.12, no.1, p.60~61, 2002.
- (2) 泉 憲司. クリーンルームシステムにおける省エネと新制御システムへの取組み. 月刊ディスプレイ, vol.8, no.10, p.54~58, 2002.
- (3) 泉 憲司. 省エネ型恒温恒湿クリーンルームシステム クリエコⅡ. クリーンテクノロジー, vol.17, no.7, p.58~59, 2007.

株式会社ライトウェル

Lightwell Co., Ltd.

ITコンサルティング、ソフトウェア設計・開発、コンピュータハードウェア・ソフトウェアの販売、運用サービス、保守サービスおよび教育サービス。

本社 東京都台東区元浅草3-18-10

設立 1973年

資本金 4億8000万円

従業員 228名

認証 ISO14001 ISO9001 ISO27001

プロフィール

株式会社ライトウェルは、ITソリューションとサービスを提供する会社である。住友重機械工業株式会社の情報処理会社として株式会社経営システム研究所として創業し、1981年に株式会社住友重機械工業に社名を変更した後、1986年に住友重機械工業の情報システム部門と造船CAD部門の分社化に伴い統合してライトウェルとなる。1980年代の後期より愛媛、広島および名古屋に事業所を開設した。2000年にIBMアジアパシフィックe-businessパートナーに日本で初めて認定された。

『Lightwell』とは光が沸く泉を指し、光は正しい視点を現出し、隠れていた経営課題を現出する。このような経営姿勢を持ち、お客様とともに考え行動するエンジニア集団こそがライトウェルである。

製品・技術

ライトウェルの事業は、お客様のITにかかわる課題のあらゆる局面に対応できるバラエティに富んだ内容となっている。(1)コンサルティング、(2)インフラ構築、(3)運用サービス、(4)受託開発、(5)設計・製造ソリューション、(6)ソリューションパッケージの開発・販売および(7)教育の七つの分野で、お客様の課題をフルサポートする(図1)。

1. コンサルティング

ライトウェルのコンサルティングは、お客様と問題意識を共有するところから始まる。最初のヒアリングからソリューションの提案、インフラ構築およびシステム構築といったステージをトータルにサポートする。

- (1) Planning ヒアリング、現状分析および課題抽出
- (2) Construction システム提案およびシステム構築
- (3) Education & Operation 教育、運用および効果測定

2. インフラ構築

ITサービスの基幹を成すインフラ構築サービスは、ソリューションにマッチしたハードウェアとソフトウェアを組み合わせて、ベストプラクティスを実現する。

サーバ統合、コラボレーションポータル、ストレージ統合、高可用性システム、ジョブ自動化、システム監視、バックアップ、モバイルアクセスおよび開発環境といった各種ソリューションを組み合わせて、お客様に最適なインフラ環境となるように構築する。

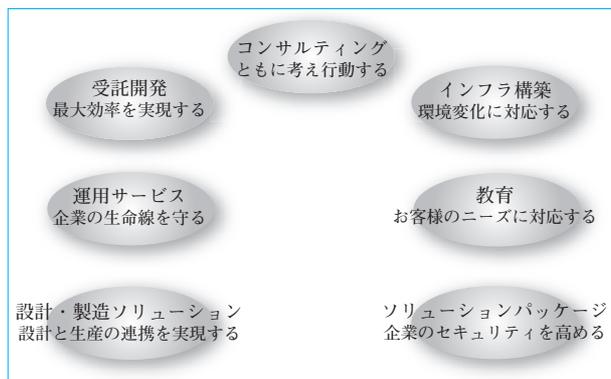


図1 ライトウェルのプロダクト/サービス
Lightwell's products & services

ライトウェルのソリューション		
ソリューション	CATIA	3D機械設計システム
	APS	生産管理/日程計画システム
	ENOVIA	大規模PLMシステム
	SmarTeam	中小規模PLMシステム
	異常取引モニタリング	クレジットカード不正利用監視
	LAM	IT資産管理/セキュリティ管理
	sMobile	Notes Domino モバイルクライアント
ミドルウェア	Tivoli	システム管理ソフトウェア
	Linux	オープンOS
	DB2	データベース
	Rational	開発支援ツール
	IBM Director	自律型コンピューティング
	Life Keeper	Linux クラスタリング
	Lotus Domino	コラボレーションプラットフォーム
	WebSphere Portal	企業ポータル
	OmniFind	統合全文検索ツール
	戦略意思決定支援	経営情報支援システム
	自動受発注手配	需要予測から受発注・在庫管理
	コラボレーション	リアルタイムコミュニケーション

図2 ライトウェルのソリューション
Lightwell's solutions

3. 運用サービス

インフラ構築後に、お客様が直面するさまざまな運用課題に対しても、ITスペシャリストのエンジニアが課題を解決する。

障害サポート、サーバ運用、サーバ運用支援、定期メンテナンス、技術者派遣、PC保守およびシステム評価・判断といった企業運営にかかわる課題を、経験豊富なエンジニアのノウハウで解決する。

4. 受託開発

アプリケーションパッケージでは対応できないお客様の個

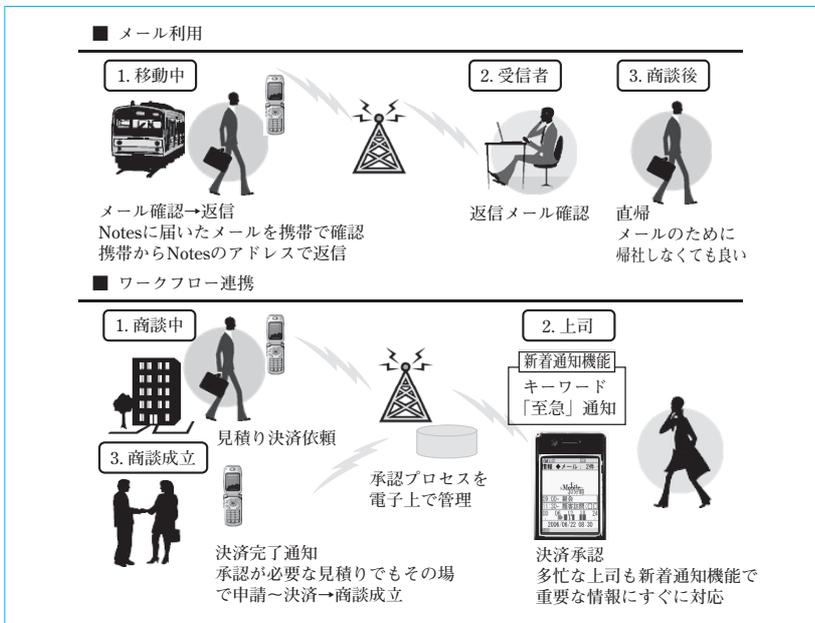


図3 エスモバイル sMobile

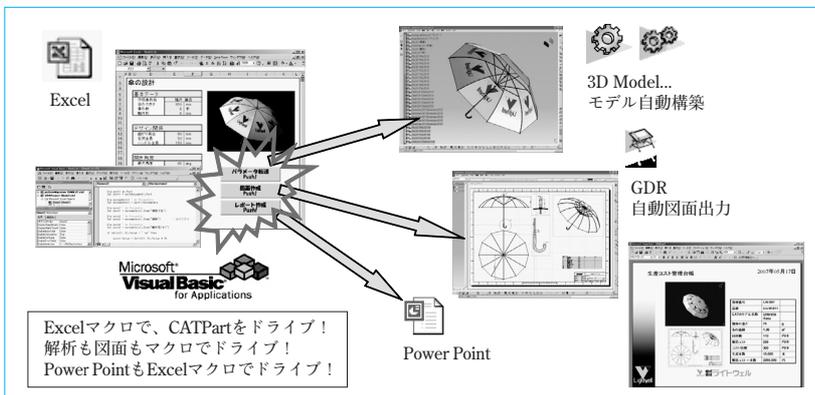


図4 パラメトリック設計お助けツール Parametric design assist tool

別の課題に対しては、お客様のニーズを聞き、お客様の満足が得られる形として、各種ソリューションを受託開発する。受託開発の一例としては、

- (1) EDIアプリケーション 企業間取引の効率化を実現
- (2) 業務アプリケーション/Webアプリケーション 業務の効率化を実現
- (3) ビジネス統合ソリューション ビジネスプロセスの統合を実現
- (4) データマイニングによる異常取引モニタリングシステム クレジットカードやキャッシュカードの不正利用をモニタリングし異常取引検知を実現

などがある(図2)。

5. 製造業ソリューション

世界標準3D機械設計ソフトのCATIAの提供を行っている。APS(生産管理/日程計画)やBOM(部品表展開)に必要なソリューションも合わせて開発・提案することで、製品企画開発から生産、納品に至るまでの各プロセスに対して、あらゆるソリューションの組み合わせの提案が可能である。

6. ソリューションパッケージの開発・販売

お客様の企業で必要とされるIT資産やセキュリティ管理および携帯でノートメールを操作可能なオフィス業務を手助けする、各種アプリケーションの開発・販売を行っている。

- (1) LAM セキュリティ管理/IT資産管理ソフトウェアパッケージ
- (2) sMobile Notes/Dominoモバイルクライアント(図3)などがある。

7. 教育

CATIAの設計者を育成するプログラムは、初級/中級者に分けて教育コースを開催している。CATIAマクロやお客様の個別の要望に合わせた教育も行っている。また、ソリューション製品の操作サポートおよび運用サポートに関する教育も、お客様の個別の要望に合わせて実施している(図4)。

今後の展開

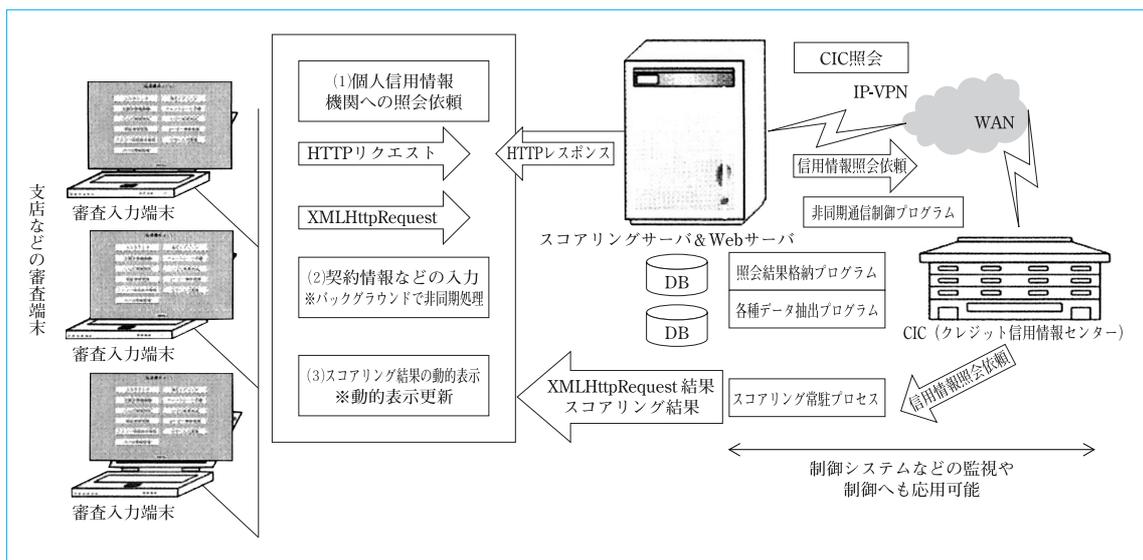
ライトウェルは、コンサルティング、インフラ構築、受託開発、教育および運用サービスのすべてを提供することができる。さらに時代のニーズに適合したソリューションパッケージも開発・販売をしている。お客様企業の事業発展こそがライトウェルの願いであり、またライトウェル自身の将来と考えている。「ともに行動するコンサルティング」がライトウェルの理念である。今後も、ライトウェルの長年培ってきた豊富な経験と実績を活かして、製品販売、ソリューション開発および構築・運用・保守サポートに全力を注いでいく。

(総務部 長尾 茂)

Web与信スコアリングシステム

Web Credit Scoring System

●村上 憲 司*
Kenji MURAKAMI



適応事例 (Webスコアリング処理)
Example application (Web credit scoring processing)

1 はじめに

消費者がクレジットカードの申込みやローンや金銭の借入れを金融機関から行う場合に、金融機関は指定信用情報機関(民間)に対して、利用者に対する与信供与を行うために利用者の現時点までの金融利用履歴などの情報の照会や登録を行っている。信用情報機関に登録されている情報としては、契約内容や支払内容、延滞などの情報が主なものであるが、これらの情報を取得して与信供与を行う与信システムの大半はまだ多くがホストコンピュータ上に構築されており、信用情報機関とのデータのやりとりもホストからCPU接続で行っているか、別立ての通信専用サーバを設置して行っている。また、ホストコンピュータ上に開発されたシステムは、勘定系などさまざまなシステムが同時に稼働していることもあり、昨今のリテール戦略に伴う商品金利の変更や新規商品に対応するシステム改変に時間がかかり、市場投入が遅れるという事態が起きている。

株式会社ライトウェルでは、前述のような顧客の新商品の市場投入までの時間短縮や、修正対応の迅速化などに応えるために、オープンシステム系にてWebベースの与信スコアリングシステムを開発した。開発に当たり、従来のWebアプリケーションにおいては、ページ処理が終わらない限り次の画面への遷移ができないという欠点があり、この欠点を解消する必要があった。

従来のWebアプリケーションの特色について述べた後、これらの問題を解決した技術と適用システムについて紹介する。

2 従来のWeb技術

従来のWebアプリケーションにおいては、通常画面の処理が終わらなければ一切の次の操作ができないというような「紙芝居的」特色がある。画面と同時に非同期通信処理を実装する場合は、JavaアプレットやFLASHなどのリッチクライアントなどにより実現は可能であるが、クライアント側にランタイムソフトやプラグインが必要であるなどの問題点もある。

3 Ajaxを適用したWeb技術

従来手法のみでは困難であった、非同期通信処理を実現する技術 Ajax (Asynchronous JavaScript + XML) が2005年2月頃より急速に普及し始め、紙芝居的な従来のWebアプリケーションにわずかな修正で非同期処理を実現し、シームレスなサービスを提供しているものが続々と出現し始めた。この操作性の実現に、Ajaxでは次の四つの機能が備わっている。

- (1) 表示XHTMLとCSS, DOMを用いたWeb標準による動的な表示
- (2) データXMLとXSLTによるデータ形式
- (3) 通信XMLHttpRequestによるデータの非同期的な取得
- (4) 制御全体をJavaScriptによるコントロール

これらの機能でも(3)の非同期通信処理を利用したもので、Googleの地図表示などが有名である(図1)。

インタラクティブに縮尺に応じた地図や衛星写真がリアルタイムに表示される。これまでのアプリケーションに多い、地図情報をクライアント側に保存しておく必要もなく、接続

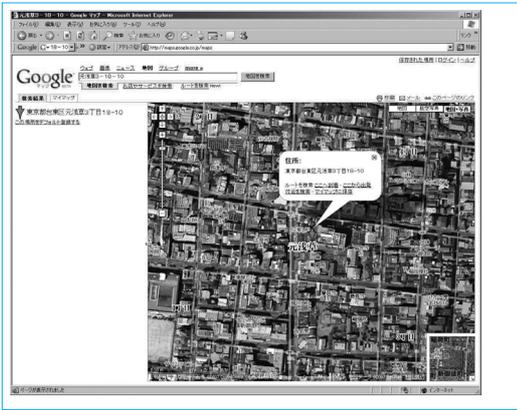


図1 ゲーグルマップ
Google Map

すればその時から使用できることから、クライアント側も非常に軽くて済むというメリットがある。また、他人が作成した機能を活用することも可能であり、難しいプログラミングの知識があまりなくても活用することが可能である。近年では、携帯電話のフルブラウザ対応によりより軽く非同期処理を使用したコンテンツが増えてきており、従来のアプリケーションダウンロードからも開放しつつある。

以上のように、Ajaxを従来のWebアプリケーションに適用することにより画面上の操作をしながら画面遷移をせずに非同期通信処理によるデータのやり取りができることは、非常に利便性の高いことであり、また開発側としても容易に短期間にシステムを開発でき、部品化ができるというメリットがある。

4 Ajaxの適用内容

次に、顧客向けにライトウェルが開発したAjaxの適用事例について紹介する。

近年、金融機関ではインターネットや携帯より直接ローンの申込みやクレジットカードの申込みができるようになってきており、ライトウェルではWeb入力画面からデータの入力を行いながら、非同期に他通信プログラムとの連動を行い、スピーディな与信審査が可能なWebスコアリングシステムを開発した(図2, 図3)。

Web与信スコアリングシステムの主な機能を、次に示す(冒頭の図)。

- (1) 与信依頼入力画面
- (2) 個人信用情報照会プログラム
- (3) データベース格納処理プログラム
- (4) データ抽出プログラム
- (5) ニュラルネットワークスコアリングプログラム
- (6) ルール処理判定プログラム
- (7) 与信結果入力画面

本開発のAjax適用箇所は、画面入力と外部処理との連動部分になる。個人信用情報機関から照会結果が戻るには数十秒程度かかることから、その間に他の入力を行うなどして相対的な与信業務の時間短縮を図っている。また、アプリケーション間の通信処理時間が同一筐体にて行っていることから極小になり、レスポンスが非常に上がる点があげられる。商品追加や基準などの見直しにおける画面の修正や処理修正が容

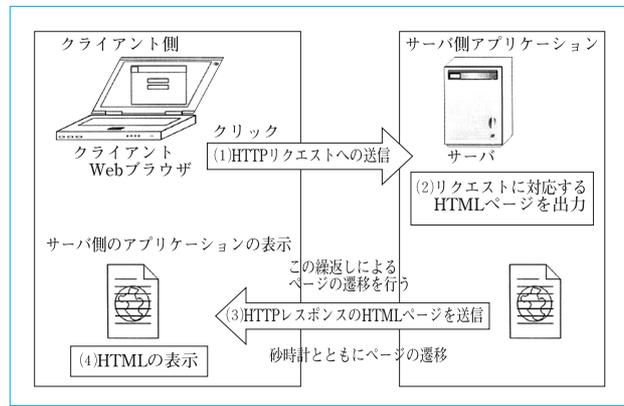


図2 既存Webアプリ動作
Typical Web application action

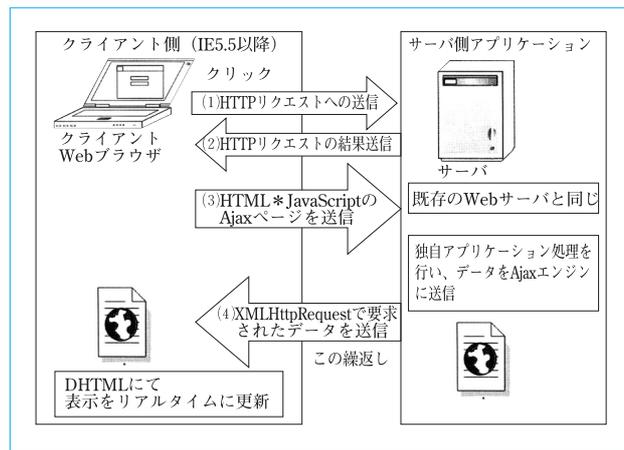


図3 Ajaxによる非同期通信
Ajax asynchronous communication

易であることから、修正反映まで非常に短い期間で対応することが可能となった。

5 おわりに

- (1) ブラウザ画面と非同期にサーバ側アプリケーションとデータ交換が可能である。
- (2) クライアント側が軽く、作成したAjaxは部品化して流用が可能である。
- (3) 制御機器などのモニタや制御などにも適用が可能である。
- (4) 携帯電話からも容易に実現が可能である。
- (5) 従来からあるWeb資産の活用が可能である。

本適用事例は、大手信販会社にて実際に採用された事例であるが、金融同業他社への展開だけにとどまらず、金融以外の分野でも適用範囲が広いことから業種に限らない共通な基盤システムとしての展開を図っていきたい。

(参考文献)

- (1) 高橋登史朗. 入門Ajax増補改訂版. ソフトバンククリエイティブ, ISBN : 978-4-7973-3624-5.

住友重機械技報第165号発行にあたり

住友重機械技報第165号をお届け致します。

本誌は、当社が常々ご指導頂いている方々へ、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頂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、なにとぞご批判賜りたく、今後ともよろしくご支援くださるよう、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正確を期していますが、それらの変更がございましたら裏面の用紙にご記入の上、FAXでお知らせ頂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。

2007年12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) _____ 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 - 2355	(発信元) _____ 貴組織名 担当部署 氏 名 TEL No. FAX No.
--	--

住友重機械技報第165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) 送付番号 _____ 組織名称 _____ 担当部署 _____ 所在地 _____ 〒 _____	➔	(新送付先) 送付番号 _____ 組織名称 _____ 担当部署 _____ 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、最も関心を持たれた記事は。 ●会社紹介の中では _____ ●技術解説の中では _____ 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。
--	---

