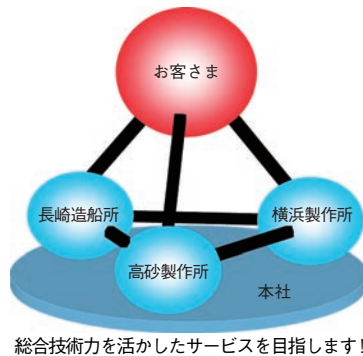


特 集 論 文

発電設備向けの新しい総合サービス事業

New Service Business for Power Industries

黒石 卓司^{*1}
Takashi Kuroishi大崎 展弘^{*2}
Nobuhiro Osaki小林 雅浩^{*3}
Masahiro Kobayashi佐野 栄一^{*4}
Eiichi Sano井上 将^{*5}
Masashi Inoue取達 正明^{*6}
Masaaki Torichigai

近年の発電設備を取り巻く状況は様々な課題に直面している。これらに関するお客さまの多様なご要望に対し、事業所からの従来のサービスに加え、原動機事業本部内にサービスセンターを置き、より的確な解決策を提供できるよう対応に努めている。遠隔監視センターは発電設備の稼働率向上、計画外停止時間の減少に貢献している。ボイラメンテナンス関連では火炉蒸発管に発生するき裂を検査する新しいX線画像処理技術を開発し、実機適用を展開中である。また、減肉調査に適用中のインナー UT システムはベンド部曲げ半径 35mm まで適用可能となり、検査範囲が拡大している。

1. はじめに

近年の環境問題に対する注目度の向上、燃料価格の上昇、経年機器の増加、経験豊富な人材の減少等発電設備を取り巻く状況は様々な課題に直面している。

発電設備メーカーに要求されるサービス事業分野としては機器の供給（製品サービス）は勿論のこと、技術情報の供給（ソリューションサービス）も必須となってきた（図1）。

ここでは、これらの多様なお客さま要望に的確に対応するための当社のサービス体制と新技術の取組みについて紹介する。

2. 三菱重工の総合力を活かした技術サービス

当社ではこれまでに発電設備の主要機器であるボイラ、蒸気タービン、ガスタービン、制御装置などを多数製作納入してきており、これらの機器に対する豊富な運転・補修実績を有している（図2）。これまで当社で取組んできた技術サービスの例を以下に示す。

- 燃料転換による経済性の向上
- タービンロータ更新による信頼性及び経済性の向上
- 最低負荷切り下げによる運用性の向上
- 広域 SH 変圧運転改造による経済性の向上
- 新しい検査技術（Auto-MLAS 法、TOFD 法、Phased-Array UT 法等）適用による信頼性の向上

今後はこれに加え地球規模で求められている CO₂ 削減技術、脱ヒドラジン化などの環境改善で社会貢献できる技術の提供を目指している。

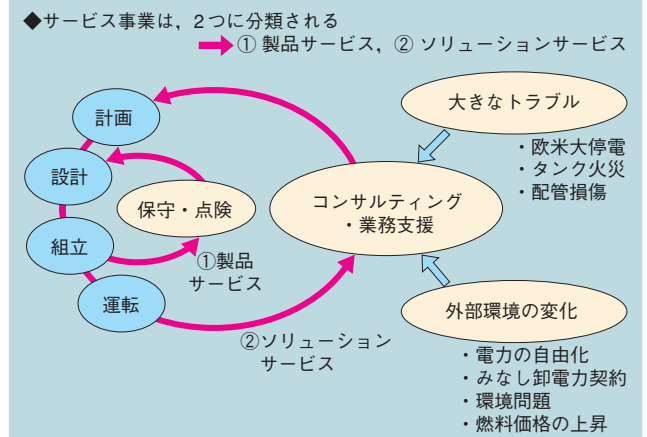


図1 サービス事業の多様化

また、当社のお客さま向けサービスは、長崎造船所、高砂製作所、横浜製作所が主体で行っており、今後もこの基本方針に変わりはないが、2006年2月に原動機事業本部サービスセンターを発足させ、東日本エリアのお客さまへのサービス向上を目指している。

3. 遠隔監視センター（RMC）

近年、発電システムの主力となっているコンバインドサイクル発電プラントは、その発電効率が高いことから、高いプラント稼働率を維持することが要求されている。当社では、より信頼性の高い発電システムを供給するとともに、運転状況を遠隔監視することにより異常診断・予兆検知を行い、当社納入プラントのお客さま向けに運転支援を行っている（図3）。

近年発達した IT（Information Technology）を用

*1 原動機事業本部サービスセンター長

*2 原動機事業本部サービスセンター

*3 長崎造船所ボイラ技術部ボイラ設計課長

*4 横浜製作所原動機営業部次長

*5 高砂製作所サービス部ガス・蒸気タービン技術戦略グループ

*6 技術本部長崎研究所サービス技術課



図2 当社の原動機製品関連事業所

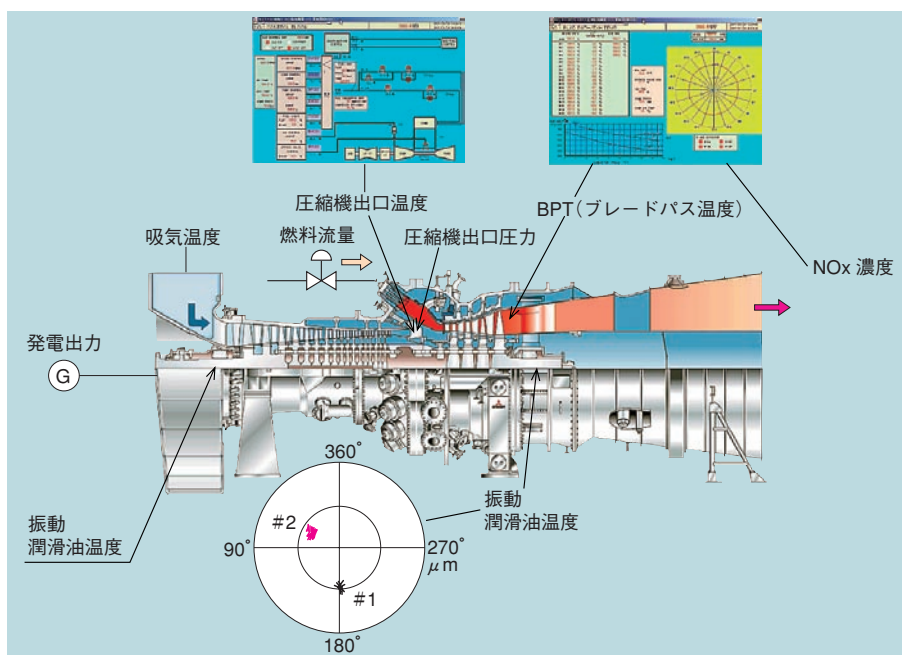


図3 代表的監視項目

いて、世界中のプラントの稼働状況を遠隔監視センターにて、リアルタイムでモニターするとともに、蓄積された運転データを解析し機器の診断を行ってお客さまにアドバイスすることによって、プラントの稼働率向上に貢献している。

1999年に当社高砂製作所に遠隔監視センター（Remote Monitoring Center）を発足以降、2001年にはアメリカのオーランドサービスセンターに遠隔監視センターを開設し、北米・中南米地区のお客さま発電設備の遠隔監視を実施している。

また、2007年には原動機事業本部サービスセンター（横浜ビル内）にも遠隔監視センターを開設し、東京湾岸地区のコンバインドサイクルプラントのお客さまに対して迅速な対応が可能となっている（図4）。

お客さまより提供いただいた運転データを基に、その傾向を継続監視することによって機器の経年劣化な

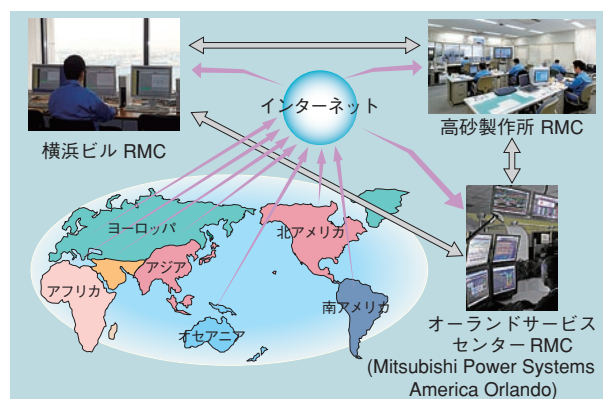


図4 遠隔監視センター概要

どの予兆診断も行い、設計部門、サービス部門、営業部門と連携し、発電設備の信頼性向上につながる、より高品質なサービスをお客さまに提供できるよう努めている。

4. 現場に密着した保守技術

図5は、現在利用されている各種検査技術を検査精度と検査工期の観点から整理したものである。

発電設備の様々な検査技術の内、最近適用実績が増えてきたX線画像処理による欠陥検出技術とインナーUTについてここで取り上げる。

4. 1 X線画像処理による欠陥検出技術

溶接構造物であるボイラの付着金物溶接部の裏側等、目に見えない位置に発生する熱疲労き裂や腐食疲労き裂は、場所的な制約から有効な検査方法がこれまではなかった。そこで当社ではX線フィルムをデジタイザでデジタル化し、画像処理を行うことにより、ボイラ炉壁管の付着金物溶接部の裏側（管内面側）に発生する目に見えないき裂や同じく火炉壁に発生するV字状の溝状腐食の深さを定量評価する技術を確立した。

図6に画像処理により最適化されたスリット画像を示す。この画像は、ビード高さ6mmの周方向溶接部の内面に加工した幅0.1mm、深さ0.4mmのス

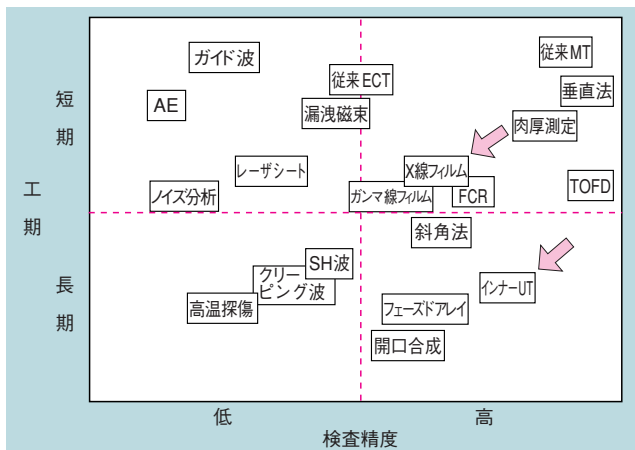


図5 検査技術の検査精度と工期

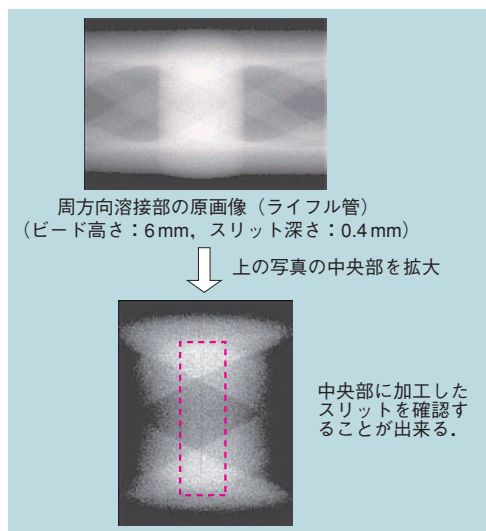


図6 最適化された画像

リットのX線像である。強調したい範囲（見たい範囲）を選択し、その範囲のコントラスト階調（ガンマ値）を狭くしたり、広くしたり、トーンカーブにより明るさとコントラストを調整したりしてきずを浮き出させたものである。これにより、人間の目では確認しづらいきずも見つけることが出来る。

スムーズ管及びライフル管の周方向と軸方向の模擬き裂に対して試験を実施した結果、いずれのき裂とも、深さ0.5mm以上であれば ± 0.3 mmの精度でき裂深さを評価可能であり、平成18年度定検から実機に適用中である。

図7は円周方向溶接部の内面に加工した幅0.1mm、深さ0.5, 1.0, 1.5mm（3種類）の円周方向スリットの輝度測定結果である。これらの分析結果は、選択した分析範囲（写真中に点線で示す範囲）の管軸方向の輝度変化を示したもので、横軸が管軸方向の選択範囲、縦軸が輝度を示している。図のように、管の中心付近を選択し管軸方向の輝度分布をとると溶接ビードの曲率に沿って輝度が増加していることが判る。また、溶接ビード中央の管内面側（裏側）に円周方向スリットを加工しているので、溶接ビード中央にスリット深さに対応した輝度変化が認められる。これらのことから、きず部での輝度の変化量ときず深さの関係を求めることにより、きず深さを定量的に評価することが出来る。

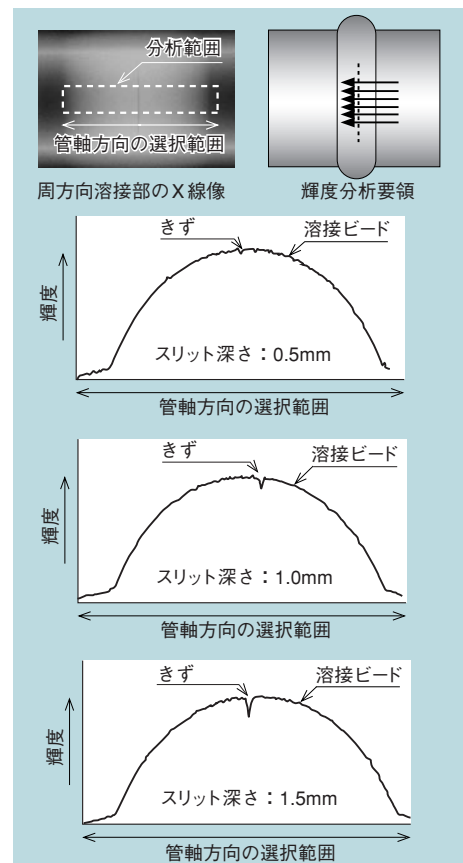


図7 きず深さの評価

4. 2 インナー UT

ボイラ伝熱管の厚さ測定と付着金物溶接部の探傷機能を有したインナー UT システムは、管曲げ半径 35 mm に対応可能であり平成元年に実用化以来、平成 19 年 9 月までに国内外で 141 缶の検査工事を実施してきた。また、本システムはボイラ伝熱管だけではなく、減肉が予想される種々の配管への適用も可能であり、今後適用範囲の拡大が期待される。

図 8 にインナー UT システムを示す。診断器管の入口側と出口側のターミナル部を切断し、それぞれの管端部にケーブル挿入ノズルを装着し、ケーブル挿入ホースをつなぎ込む。その後、圧力水とケーブル挿入装置を利用して、伝熱管内へ厚さ測定用又はき裂探傷用の超音波センサを挿入しながら伝熱管の厚さや付着金物溶接部のき裂を検査する。

検査が終了すると、手元のバルブを切り替え、逆方向から圧力水を流しながらケーブル挿入装置で超音波センサと浮子付ケーブル（信号ケーブル）を巻き取る。

図 9 に厚さ測定用のマルチチャンネルセンサを示す。円周方向に等間隔で超音波探触子が配置されたマルチチャンネルセンサを、水压を利用して 30～50 mm/s の速度で管内に送り込みながら厚さを測定する。

図 10 にマルチチャンネルセンサによるスパイラル

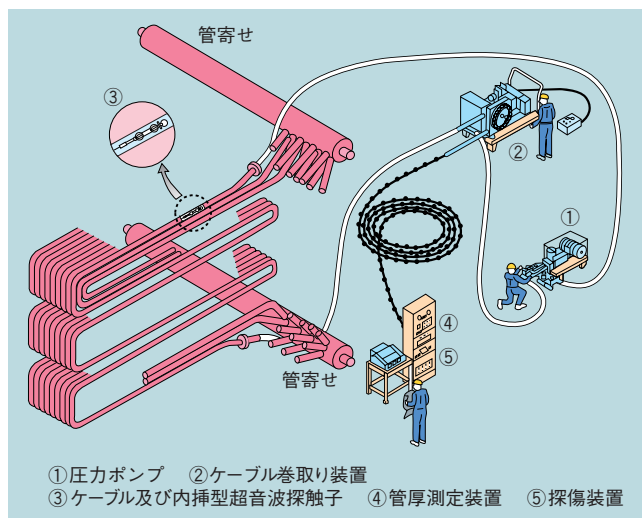


図 8 測定システム



図 9 マルチチャンネルセンサ（12Ch）

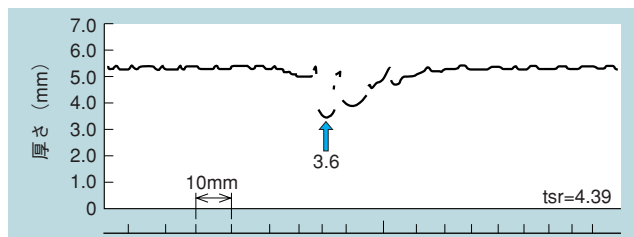


図 10 測定チャート（節炭器管・アッシュエロージョン部）

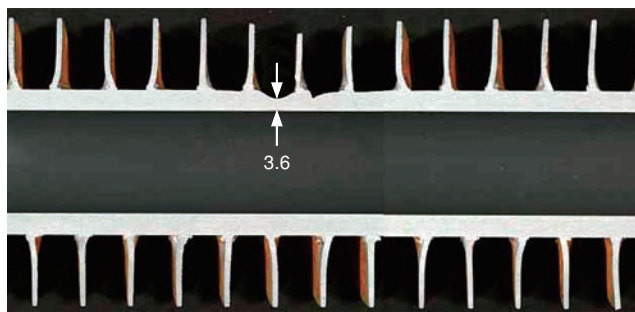


図 11 アッシュエロージョンによる減肉

フィンチューブ（節炭器管）の厚さ測定例を示す。図 10 は図 11 に示す減肉部の測定結果で、インナー UT による測定値と断面調査結果がよく一致している。

5. ま と め

社会インフラとしての発電設備の重要性は益々増加しており、設備の安定運転や、効率的な運用のために多大な努力が払われている。当社では火力発電設備全般に渡る総合メーカーとしての資産、経験を活かして技術革新につとめ、組織改革を厭わず、常にお客さまに満足いただける新しい総合サービスの創造に努力していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 取違ほか、X線画像処理によるボイラの欠陥検出技術、火力原子力発電 2007 年 5 月号 No.608, p.342
- (2) 取違ほか、R35 mm 対応インナー UT システムの開発と実用化、火力原子力発電 2006 年 3 月号 No.594, p.175



黒石卓司



大崎展弘



小林雅浩



佐野栄一



井上将



取違正明