



株式会社原子力エンジニアリング (Nuclear Engineering, Ltd.)

— 原子力分野での総合エンジニアリング会社を目指して —

村上 龍児*

Nuclear Engineering, Ltd. aiming at comprehensive engineering company
in nuclear power generation field

Key Words : Nuclear power plant engineering NDE

1. 会社内容

名称：株式会社原子力エンジニアリング
資本金：1億円
出資比率：関西電力株式会社 50%
原子燃料工業株式会社 40%
株式会社日本総合研究所 10%
設立：1985年8月26日
本社：〒550-0001
大阪市西区土佐堀1丁目3番7号
売上高：36億円(2002年度)
従業員数：175名(2003年9月)
組織：業務管理部
企画営業部
技術部
プラント部
システム開発部
若狭支社

2. はじめに

当社(通称NEL)は原子力発電所の運転から廃止措置までにかかわる一貫した総合エンジニアリング会社です。独自の技術開発および海外有力企業との連携を含めた新規技術の開発に取り組み、関西電力を中心に国内外電力会社を顧客として原子力発電の

安全と効率化に貢献しています。

主な業務は、原子力発電設備の非破壊検査、原子炉に装荷する原子燃料の取替設計計画、原子力発電所の運営に係わる高度化されたコンピュータシステムの開発と納入、使用済み原子燃料の中間貯蔵施設の設計や原子力発電所の廃止措置などのバックエンド業務です。

3. 新技術のご紹介

当社はもともとソフト関連業務に軸足を置いていましたが、最近非破壊検査技術やモニタリング技術の分野に力を注いできました。そのうちの2つの業務についてご紹介します。

(1) 蒸気発生器伝熱管の新非破壊検査技術

関西電力などのPWR型原子力発電所では、原子炉で発生する熱で高温になった水を、蒸気発生器と呼ばれる大型の熱交換器で蒸気に変え、その蒸気でタービンを回して発電しています。蒸気発生器の中には直径が約20mm、肉厚約1mm、長さ約20mの伝熱管が約3000本通っています。

伝熱管は放射能を含む原子炉側と、一般環境にもつながるタービン側とを隔てるバウンダリの役目も果たしています。原子力発電所を安全に運転するためには、伝熱管の健全性を確認することが極めて重要になります。このため発電所の定期検査において伝熱管全数・全長を対象に渦流探傷(かりゅうたんしょう)検査を行っています。

その原理を簡単に説明しますと、コイルに高周波電流を流すとコイルに接近した導体に渦電流が誘起されます(IH釜と同じ)。導体が均一な場合渦電流は抵抗なく流れますが、導体に不連続部があると渦電流に乱れが生じてコイルのインピーダンスが変化します。渦流探傷検査はこの変化を捉えて種々の知



* Ryuji MURAKAMI
1952年6月生
1978年3月京都大学・工学研究科・
原子核工学専攻・修士課程修了
現在、(株)原子力エンジニアリング、
プラント部、部長、修士、原子核工
学専攻
TEL 06-6446-9363
FAX 06-6446-1746
E-Mail rmurakami@neltd.co.jp

見と比較することにより、どのようなきずが存在するかを推定する非破壊検査です。

従来から蒸気発生器の検査で使用されているプローブは図1のように2対のコイルが巻かれている簡単な構造です。ポビン型と呼ばれるこの形式のプローブの特徴は高速で検査できることと(実際の走査スピードは400mm/秒)、長い歴史があり信頼性が高いことです。しかし伝熱管内の渦電流の方向が円周方向であるため、軸方向のきずの検出に比べて円周方向のきずの検出性能が劣ります。

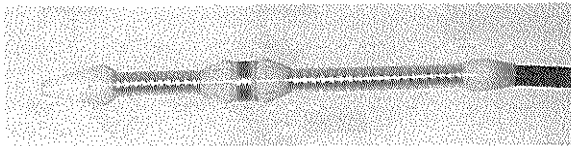


図1 ポビン型プローブ

私達が開発したXプローブ(図2)は直径が約3mmのパンケーキ型コイルを16個×3段の48個配列したアレイ型プローブで、ポビン型プローブ以上のスピードで走行し、軸方向、円周方向によらないきず検出力をもつ次世代の渦流探傷プローブです。Xプローブは、複雑な構造であるにもかかわらず高い信頼性を持ち、海外では実用化されています。

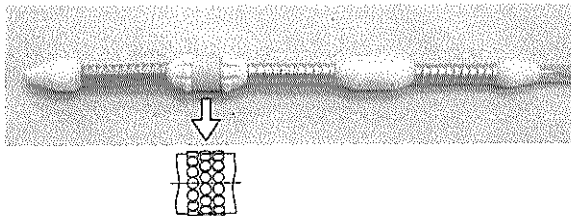


図2 Xプローブとコイル配列

開発はメーカーであるカナダのR/Dテック社が設計と試作を担当し、検査会社である当社が設計要求事項の提示、コンピュータ数値設計、試作品の試験と分析を行ってR/Dテック社設計にフィードバックし、試行錯誤の末に現在の形に完成しました。コイルの寸法と数およびコイル間隔と配列には特別の配慮が払われていて、不感帯を減らすとともに周・軸によらない従来型プローブ以上のきず検出力を目指しました。現場のデータ収集ソフトはR/Dテック社が作成し、収集データの高速自動解析ソフトは当社オリジナルです。

またプローブ開発と平行して、Xプローブ2本を

4周波同時に励起させる超高性能のデジタル探傷器も共同開発しました。48個のコイルともなると信号線は96本にもなりシース(鞘)に収まりきらないため、コイルの直後にマルチプレクサを配置して信号線の数を減らしています。探傷器はこれらのコイルを一度に励起するのではなく、ごく短時間ごとに次々と励起させてあたかもひとつのコイルが回転しているのと同じような動きをします。

パンケーキ型コイルを機械的に回転させて伝熱管内をらせん状に走行させるプローブはありますが、走査スピードが20mm程度と遅く耐久性も十分でないため、きず検出性には優れていても全長検査用ではありません。Xプローブにより初めて伝熱管全長の精密検査が可能となりました。従来型プローブと同じ時間で、信頼性をより向上させた検査をすることができます。

Xプローブは軸方向および円周方向の2次元的な情報を同時採取できるためきずの形状や長さを特定することができ、きずのサイジング性能に優れています。図3はサンプル管を探傷した結果で、伝熱管を展開した形で表示しています。1本のサンプル管に施した種々の深さを持つ軸方向と円周方向の人工きずを見事に検出していること、特にコイルから遠い伝熱管外面側にある肉厚の20%きず(深さ0.2mm)を検出していることが分かります。

このような世界トップクラスの製品を開発したことに私達は誇りを持っています。現在Xプローブを国内で適用できるように整備とコストダウンを進め

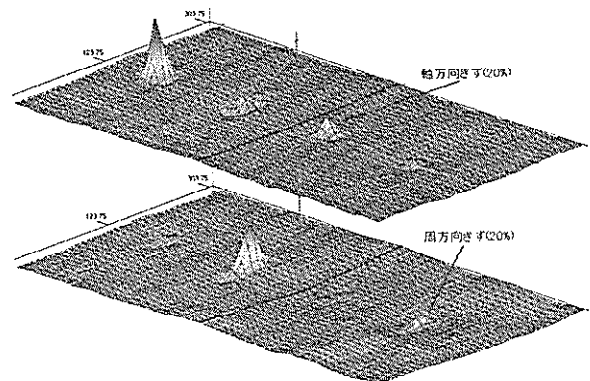


図3 テストサンプルの探傷結果

(各種深さの軸方向きずと周方向きずが縦一列に交互に存在するサンプル管の探傷結果。上が軸方向モード、下が周方向モードの検出結果。なお斜めきずであれば両方のモードで検出される。)

ています。

(2) 水質モニタリング

蒸気発生器は伝熱管を介して原子炉側の水とタービン側の水の熱交換をしています。タービン側は普通のボイラと同じ条件であるため、水質が悪くと鉄さびが蒸気発生器内部の伝熱管や構造物に付着して、伝熱性能の低下や流体抵抗の増加を引き起こし、発電効率の低下につながります。原子力発電所では蒸気発生器の性能を維持するために、極めて高度な水質管理を行っており、1トンの水中にある鉄分は数mgのオーダー(ppb)に管理されています。

当社は水質管理方法の改善業務や極低レベル鉄濃度のオンライン連続測定分野でも実績があります。図4は当社が開発した微量金属濃度モニタです。蛍光X線を用いた定量分析装置は市販されていますが、原子力発電所の現場でサブppbを連続して精度良く測定することができる装置としては、世界で初めて開発に成功しました。X線管球の選定から始めて、検出器の選定、鉄や銅などの多元素同時測定、給水中の粒子状金属とイオン状金属の同時測定、極低濃度サンプルの捕集方法、連続測定および検量線の作成などの開発を全て独自に実施しました。

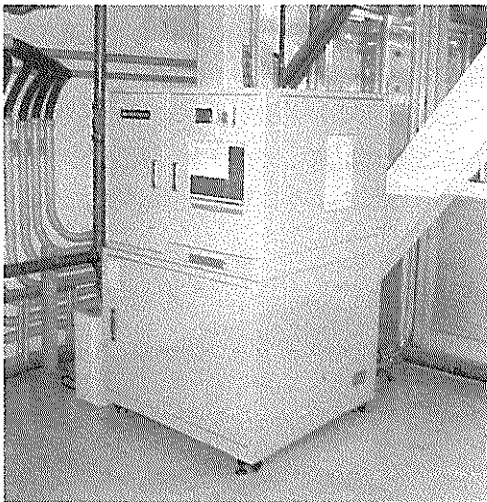


図4 微量金属濃度モニタ

測定の原理は図5に示すように、サンプルチェンジャ上の粒子捕集ろ紙で粒子状金属の捕集を行うと同時に流量計により積算通水量を求めます。図では省略していますが粒子状金属をろ過した水は下流のイオン捕集ろ紙を通りイオン状金属が捕集されます。捕集された試料は測定部に移動し、蛍光X線分析に

より鉄などの給水中に含まれる元素の重量測定が行われます。今回測定値から前回測定値を引き、積算通水量で割ることにより、濃度を求めることができます。この手順を繰り返して連続測定を行います。ろ紙上の鉄量が検量線の比例限界を超える前に、次のろ紙が自動的に試料捕集部に移動するため、濃度によりますが連続1ヶ月間ろ紙の交換をする必要がありません。

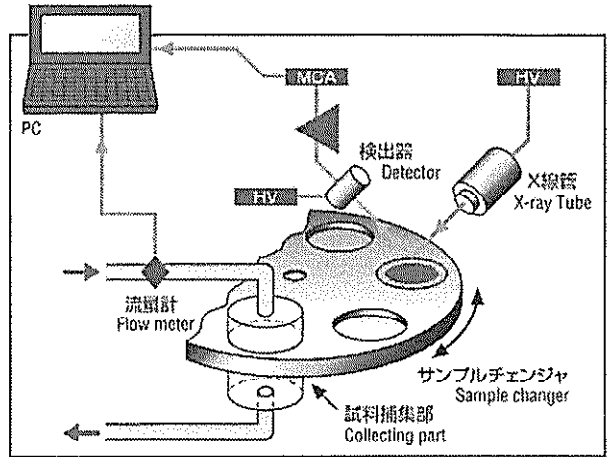


図5 測定の原理

このモニタは関西電力の各発電所に設置されて日常の水質監視に使用されています。特に近年水質条件を改善して水中の鉄濃度をさらに低下させる運用が始まっており、従来のポリ瓶サンプリングに取り替わって、微量金属濃度モニタによって高度の水質管理が実現できています。図6に実際の測定結果の一部を示します。コストパフォーマンスに優れた本モニタは海外からも引合いがあり、韓国電力中央研究所へも販売しています。

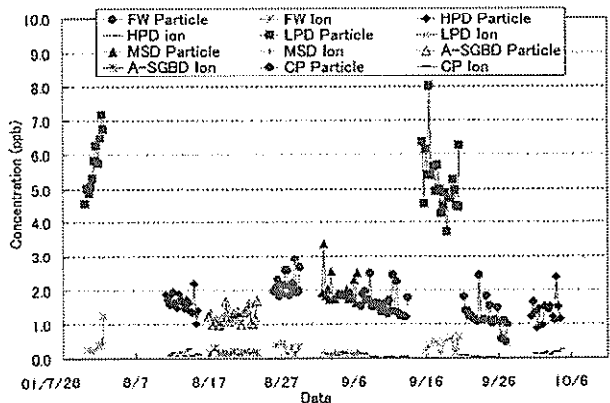


図6 タービン側水質の測定例

4. おわりに

当社はエンジニアリング会社であるため人材が資源です。研究開発意欲は旺盛で、社員はお客さまと直に接してニーズを把握し、設計および開発を実施しています。また実現した技術を現場で応用する作業者としても従事します。200人足らずの会社のため専任の研究者を持たないことが逆の強みとなっています。

います。

大阪大学生産技術研究会殿とは過去放射線モニタの開発で施設を利用させていただき、そのモニタも商品となって顧客に納入しています。

現在原子力発電は向かい風が吹いていますが、私達は技術面と倫理面を通して信頼、安心できる原子力を築くことを使命と感じ、原子力分野での総合エンジニアリング会社を目指して活動しています。

