

原子力

地球温暖化防止対策およびエネルギー資源確保の観点から、温室効果ガスをほとんど放出しない原子力発電への期待が世界的に高まっている。日立は、新規軽水炉プラント建設、プラント運転支援(保守、検査等)、次世代軽水炉、高速増殖炉、原子燃料サイクル、放射性廃棄物処理処分などの各分野で研究開発と事業を展開しており、原子力発電による電力の安定供給に貢献している。

国内新規原子力プラントへの取り組み

日立製作所は、国内新規原子力発電所の建設に鋭意取り組んでおり、現在建設中、および建設準備中の2基の発電所で、いずれも主要な設備を担当している。

中国電力株式会社島根原子力発電所第3号機では、プラントの主要設備一式を担当し、国内のABWR(Advanced Boiling Water Reactor(改良型沸騰水型原子炉))、(電気出力:1,373 MW)ではこれが5基目となる。これまでの豊富な建設経験を生かし、最新の技術で、世界最高水準の発電所の建設をめざす。

(営業運転開始予定:2011年12月)

また、電源開発株式会社大間原子力発電所は、世界で初めて全炉心にウラン・プルト

ニウム混合酸化物燃料(MOX(Mixed Oxides)燃料)の利用を可能とするABWR(電気出力:1,383MW)であり、軽水炉でのプルトニウム利用計画の一環である原子炉設備など、MOX燃料にかかわる設備を担っている。

(営業運転開始予定:2012年)



中国電力株式会社島根原子力発電所第3号機完成予想図



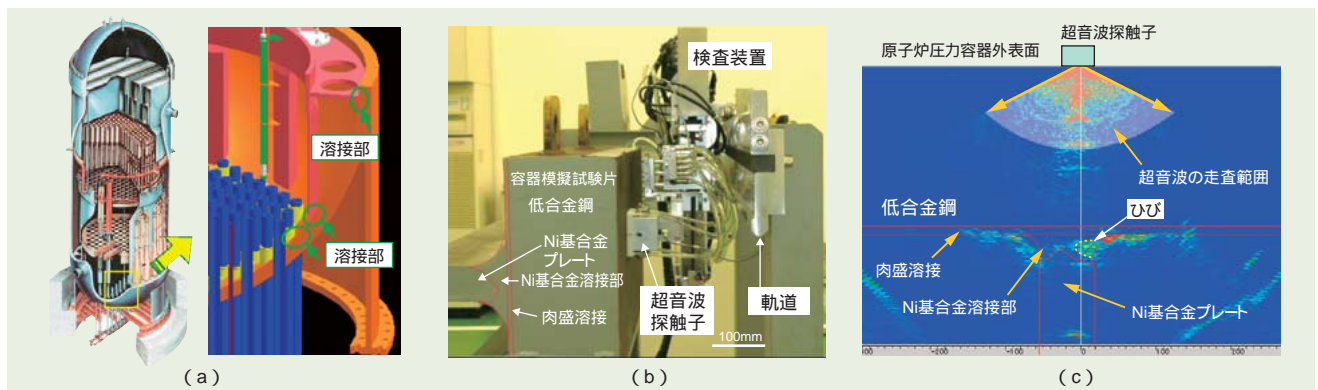
電源開発株式会社大間原子力発電所完成予想図

原子炉压力容器外面からの炉内構造物超音波探傷技術の開発

原子炉压力容器と内部構造物の溶接部のひびの深さを容器の外側から測定する超音波探傷技術を開発した。この超音波探傷技術では、大型のフェーズドレイセンサを用い、シミュレーションを行って、その最適なセンサ配置と送受信制御パターンの組み合わせを設定することにより、信号強度を高めることに成功した。これによって、遠距離で超音波減衰の大きいNi基合金溶接金属を介したひび深さ測定を可能とした。

これまで原子炉内のひびの詳細検査は、容器の内部に検査装置を投入して行われていた。開発した検査技術を用いれば、容器の外側から検査することで、定期検査で行われるさまざまな原子炉内作業と干渉することなく、短時間で検査することができる。

今後、さまざまな検査対象箇所について最適な検査方法を設定し、適用範囲の拡大を図っていく。

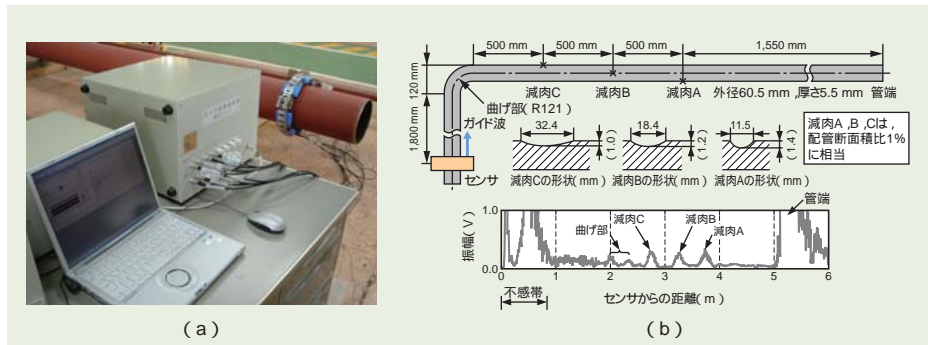


原子炉压力容器の検査対象箇所例(a)、検査装置の外観(b)、およびフェーズドレイによる超音波探傷画像例(c)

発電プラント用ガイド波配管減肉検査技術

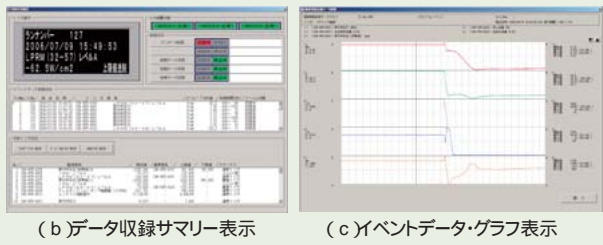
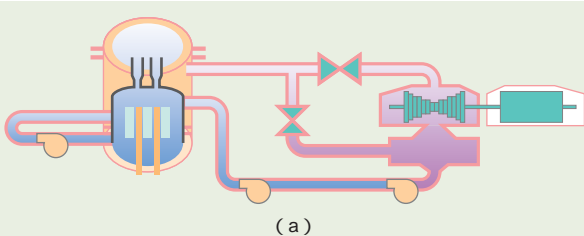
ガイド波を用いた配管減肉検査技術では、数十メートルの距離を伝播(ば)する特徴を生かして、広範囲の減肉を一括して検査することが可能である。そこで、日立独自方式のガイド波検査技術の開発に取り組み、実機適用に向けたポータブルガイド波検査装置を開発した。この装置は、圧電素子を用いたセンサを直接配管に設置し、特殊な信号処理により検出性を大幅に向上させた。直管では配管断面積に対して1%の減肉を検出することができる。

今後、確認試験によってデータを積み、評価法を確立して、実機へ適用していく予定である。



開発ガイド波検査装置(a)と曲げ配管の検査例(b)

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所納め過渡現象記録装置



過渡現象記録装置の構成の概要(a)と表示画面例(b),(c)

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所4号機の過渡現象記録装置を更新した。

この製品は、プラント入力信号を高速(最速1 m/s周期)で取り込み、一定期間蓄積することで、プラント設備の早期異常検知、原因究明支援を目的としている。

今回は、この製品の心臓部に当たる高速プロセス入力装置を新規に開発して適用した。従来製品に比べ下記の特徴があり、今後は他プラントへの展開を図る。

〔主な特徴〕

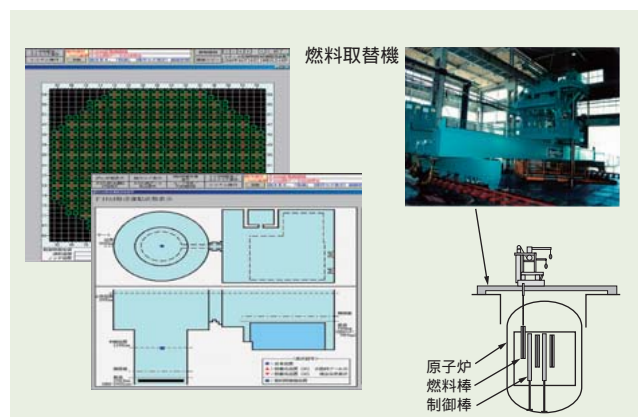
- (1) 小型でコストパフォーマンスを追求した高速プロセス入力装置
- (2) 収録データ拡大による発生現象の長期間にわたるデータ比較の実現

中国電力株式会社島根原子力発電所2号機納め燃料取替機制御装置

燃料の取出/装荷に使用し、定期検査のクリティカル工程で動作する燃料取替機制御装置において、更新を機に保守性および監視性の向上を図った。今後、同様の装置を他プラントへ展開する。

〔主な特徴〕

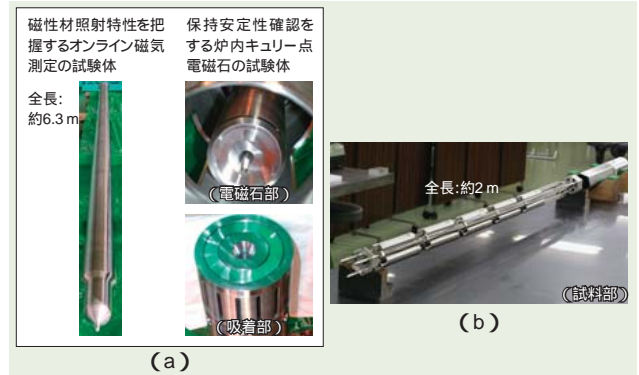
- (1) 駆動装置のインダクションモータ化に伴い、制御装置にインバータを採用し、保守性の向上、交換部品の確保を容易にしている。
- (2) 遠隔操作盤に2台の液晶ディスプレイを設置し、燃料取替機の現在位置をビジュアル表示して監視性の向上を図った。



燃料取替機制御装置のシステム構成

FBR 実用化のための照射技術開発

FBR(Fast Breeder Reactor:高速増殖炉)実用化のための照射技術開発として、SASS(Self Actuated Shutdown System)照射試験装置、および温度制御型材料照射装置を顧客と共同で開発した。SASSとは、安全保護系の電気信号によらず、それ自体の物理的性質の変化を利用して作動する炉停止機構である。この装置により、キュリー点電磁石方式SASSの、原子炉内での保持安定性、および磁性材照射特性を確認する(電力共通研究の一環として実施中)。温度制御型材料照射装置は、燃料被覆管材料の内圧クリープ破断強度などを試験するものであり、炉内照射温度を目標温度 ± 4 に制御できる装置である(高速実験炉「常陽」で照射試験中)。

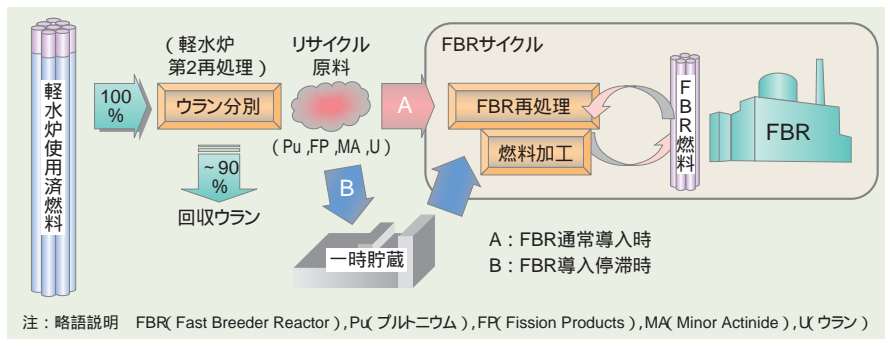


SASS照射試験装置(a)と温度制御型材料照射装置(b)

軽水炉から高速炉への移行期における柔軟な燃料サイクルシステム

将来の軽水炉から高速増殖炉(FBR)への移行期における種々不確定要因に、柔軟に対応できる新しい燃料サイクル構想「FFCI(Flexible Fuel Cycle Initiative)」を考案した。

FFCIでは、まず軽水炉使用済燃料からウランの大部分を分別除去し、FBR導入速度に応じてプルトニウムを含む残りのリサイクル原料をそのままFBRサイクルへ送るか、簡易加工して一時貯蔵するかを選択する。分別除去したウランは、高純度で回収して有効に再利用する。FBR導入速度が途中で低下する場合、FFCIは軽水炉再処理施設の容量と機能および軽水炉使用済燃料の貯蔵量を、従来のほぼ半分に低減できる。現在、国の公募研究で開発中である。



新しい燃料サイクル構想FFCIの概要

大強度陽子加速器 J-PARC 電磁石

独立行政法人日本原子力研究開発機構(JAEA)と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構(KEK)が共同で大強度陽子加速器(J-PARC: Japan Proton Accelerator Research Complex)をJAEA 東海研究開発センターに建設し、2007年からビーム試験が開始される。日立製作所日立事業所では、3 GeV(GeV = 10億電子ボルト)、50 GeV 各シンクロトロン加速器の主要電磁石を製作し、現在据付け中である。これらの電磁石は世界最大級で、総重量約7,000 tである。

[3 GeVシンクロトロン]

偏向電磁石: 25台, 四極電磁石: 60台, 六極電磁石: 18台, 入射ハンプ電磁石: 10台

[50 GeVシンクロトロン]

偏向電磁石: 97台, 四極電磁石: 216台



トンネル中に設置された50 GeVシンクロトロン電磁石