



高速増殖原型炉もんじゅ
工事確認試験及び蒸気発生器の健全性確認について

平成19年3月13日

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

機能確認試験の概要

工事確認試験

- ・改造工事に対する系統としての機能・性能の確認
新たに追加された設備の試験
改造設備と改造により影響を受ける設備の試験

86項目

主要試験項目⇒

2次冷却系温度計の交換・撤去に関する試験
ナトリウム漏えいに対する改善に関する試験
蒸発器ブローダウン性能の改善に関する試験

プラント確認試験

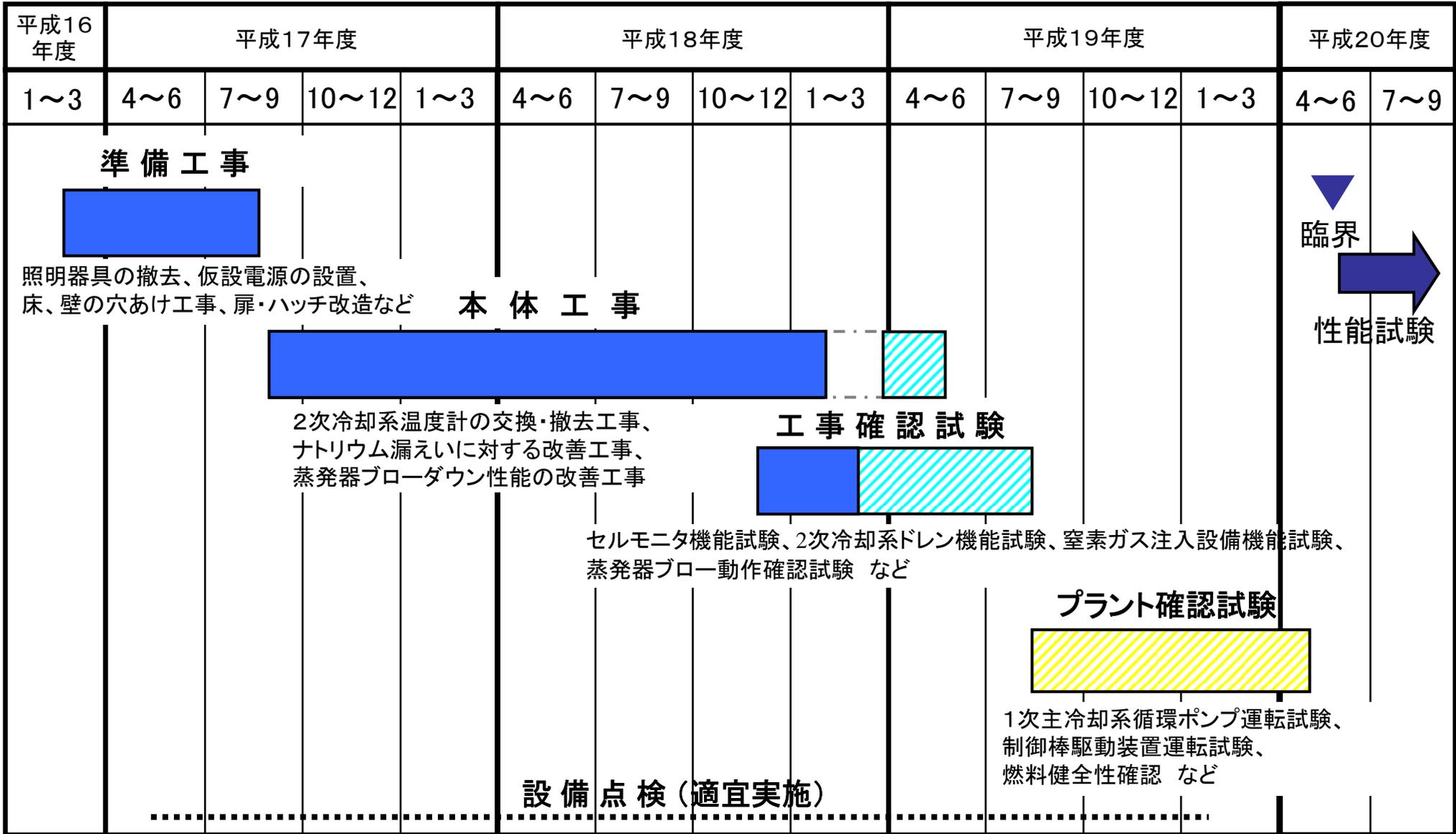
- ・系統レベルでの機能・性能の確認
改造設備を除いた停止中・運転中設備の試験
・改造設備も含めたプラントレベルでの機能・性能の確認

約50項目

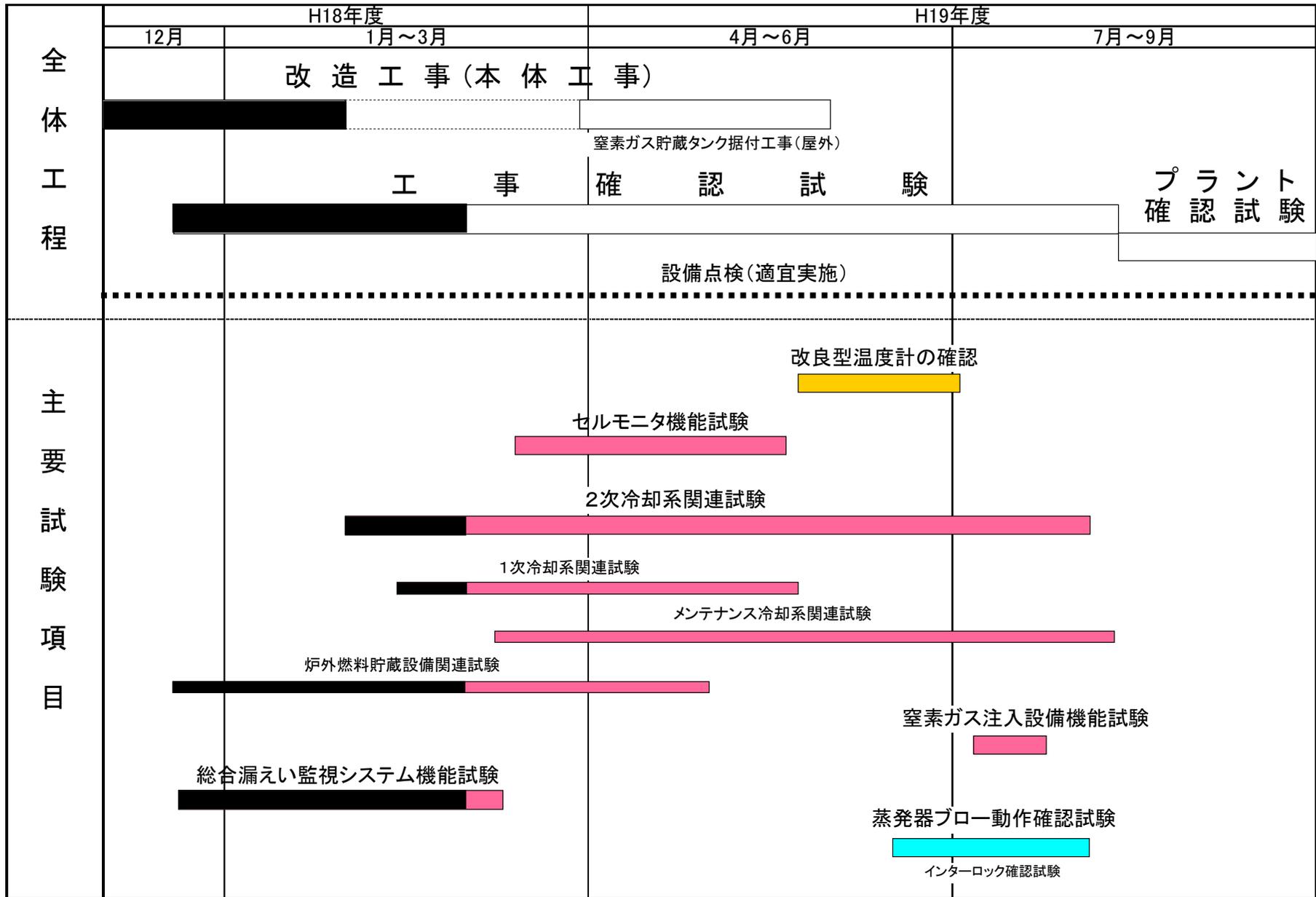
主要試験項目⇒

1次主冷却系循環ポンプ運転試験、
制御棒駆動装置運転試験、
燃料健全性確認 など

「もんじゅ」の全体工程



工事確認試験工程

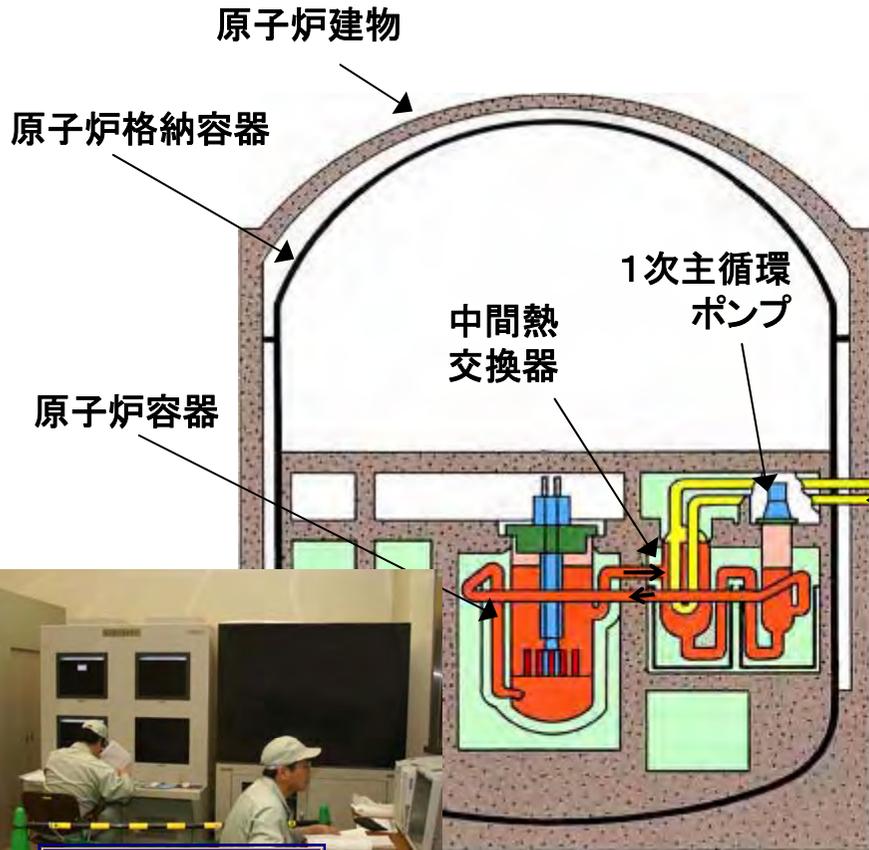


注) 状況によって、工程の変更はありえる。

主な工事確認試験

改良型温度計の確認

○交換した温度計に異常がないことを確認する。

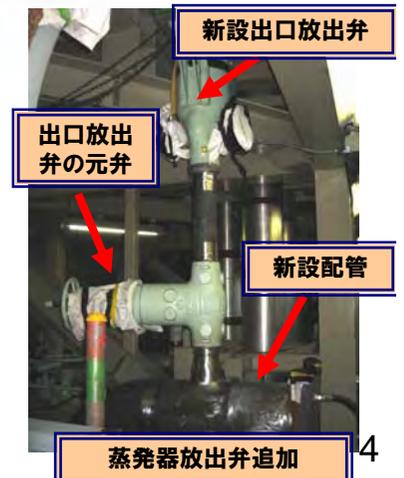


ナトリウム漏えい対策に係る機能確認

○漏えいの早期検出、漏えい量の抑制、漏えいによる影響緩和等の機能を確認する。

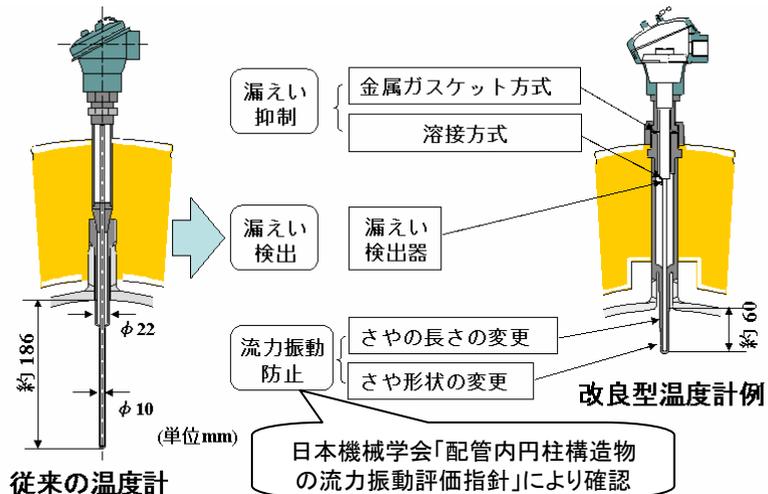
蒸発器ブロー動作の確認

○水漏えい発生時の動作が計画通り進行することを確認する。



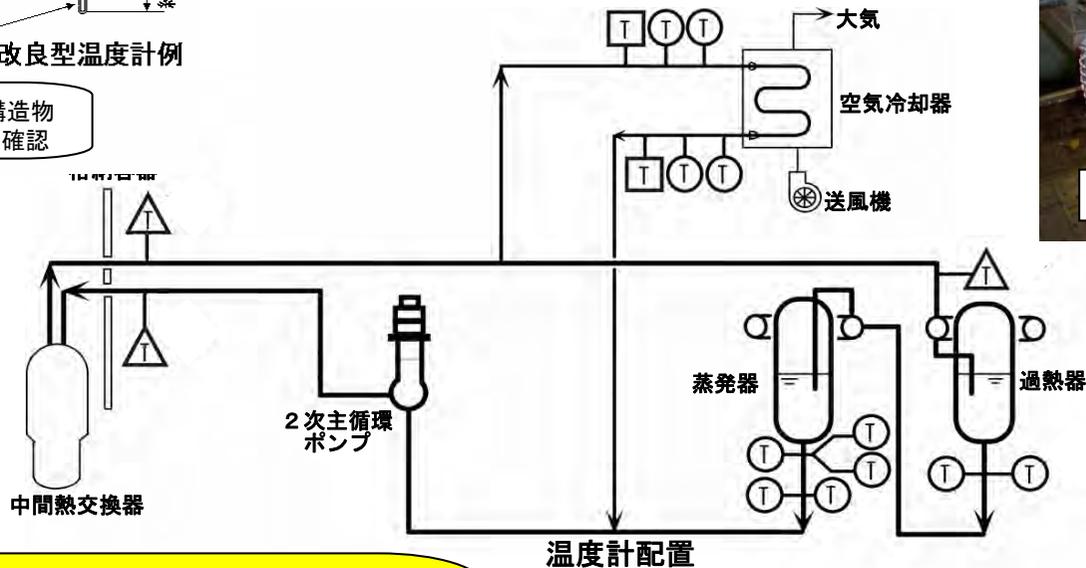
1. 2次冷却系温度計に関する試験

(改良型温度計の確認)



改良型温度計の構造

温度計交換にあたって、材料検査、外観検査、寸法検査、据付検査、耐圧漏えい検査を行い、確実に温度計さやが取り付けられていることを確認している。



ナトリウムを循環させた状態で、温度計に異常がないことを確認する。

- 凡例
- T : 交換する温度計 (制御用)
(配管内への突出し長さ: 110mm)
 - △T : 交換する温度計 (監視用)
(配管内への突出し長さ: 60mm)
 - T : 撤去する温度計



2. ナトリウム漏えい対策に関する試験



セルモニタ

漏えいに伴う煙や熱を感知

ナトリウム漏えい検出器 (既設)

漏えい配管を特定

総合漏えい監視システム機能試験

監視カメラ

漏えい箇所の映像



中央計算機への模擬信号入力により、漏えい情報監視機能を確認。

継電器盤

セルモニタ監視盤

中央計算機

換気空調設備停止信号

セルモニタ機能試験

模擬信号入力により、空調設備自動停止機能を確認。

総合漏えい監視システム (中央制御室)

漏えい箇所、漏えいの程度等を踏まえ対応を決定

総合漏えい監視システムと組み合わせた、映像表示機能を確認。

総合漏えい監視システム機能試験

原子炉手動停止

Na緊急ドレン

窒素ガス注入

2次冷却系ドレン配管 (多重化、大口径化)

窒素ガス注入設備

2次冷却系ドレン機能試験

緊急ドレン一括スイッチにより、所定の時間で、ナトリウムがドレンできることを確認。

窒素ガス注入設備機能試験
窒素注入を行い、所定の時間内に所定の量を注入できることを確認。

【改善策】

事故時の情報の確実かつ速やかな情報収集

ナトリウム漏えい量の抑制

漏えいナトリウムによる影響抑制

①総合漏えい監視システム機能試験

中央計算機より模擬信号を入力し、総合漏えい監視システム側にて正しく受信されることを確認する。

漏えい情報

- ・漏えい検出器
- ・セルモニタ

プロセス情報

- ・ナトリウム液位など

火災情報

- ・火災感知器

中央計算機



ITV
制御盤

- ・監視カメラ映像
(空気調気室：180台)

映像

ITV映像の事故時自動切替機能、通常時の表示機能が正常であることを確認する。

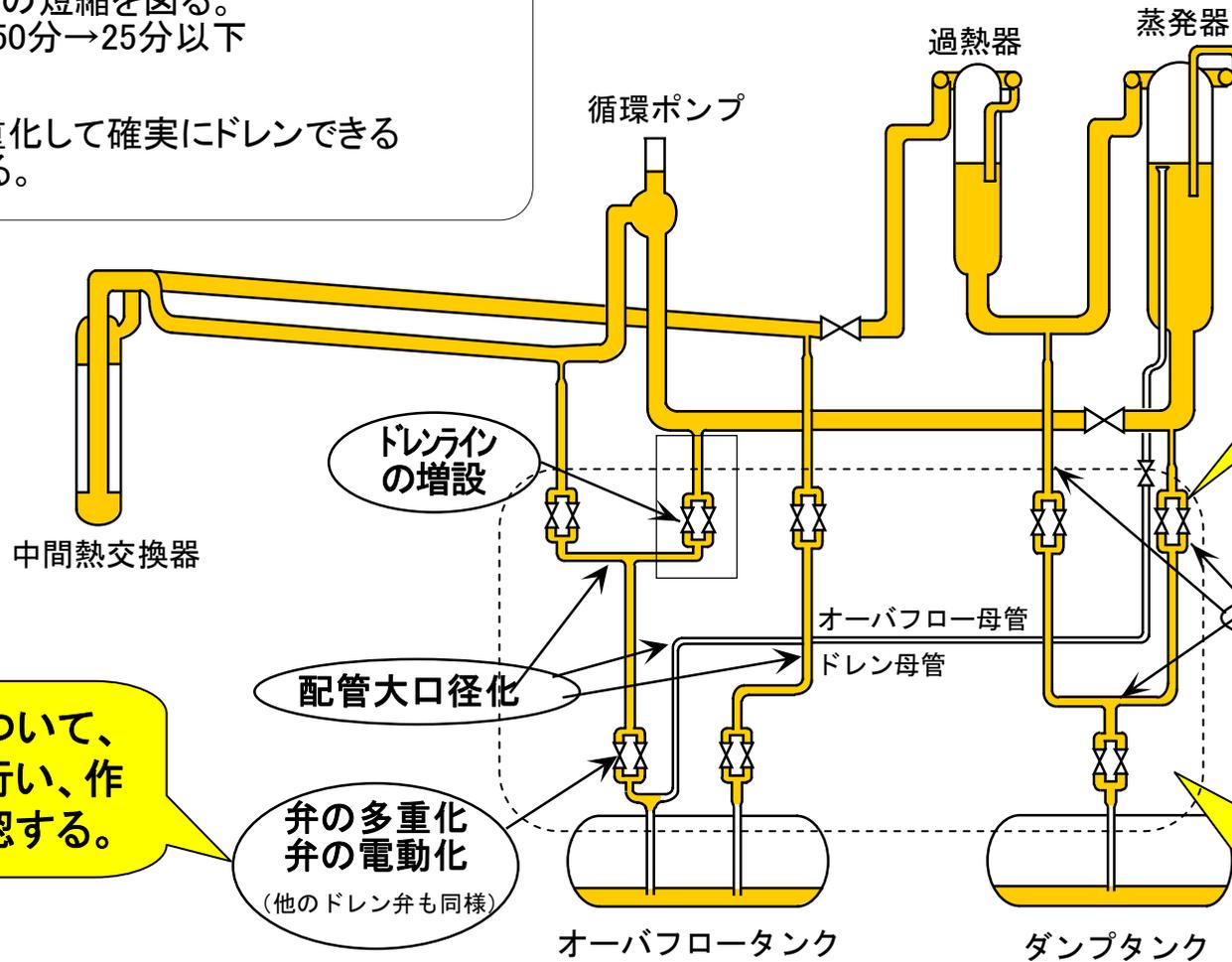
中央計算機等より模擬信号を入力し、総合漏えい監視設備にて、漏えい場所・漏えい規模の判定、及び適切な操作ガイドが表示されることを確認する。

②2次冷却系関連試験のうち、2次冷却系ドレン機能試験

◎配管の大口径化とドレンライン(配管)の増設、ドレン操作の簡単化により、所要時間の短縮を図る。
※従来約50分→25分以下

◎弁を多重化して確実にドレンできるようにする。

緊急ドレン一括スイッチにより、緊急ドレン操作を行い、所定の時間(25分以下)で、ナトリウムドレンが行えることを確認する。

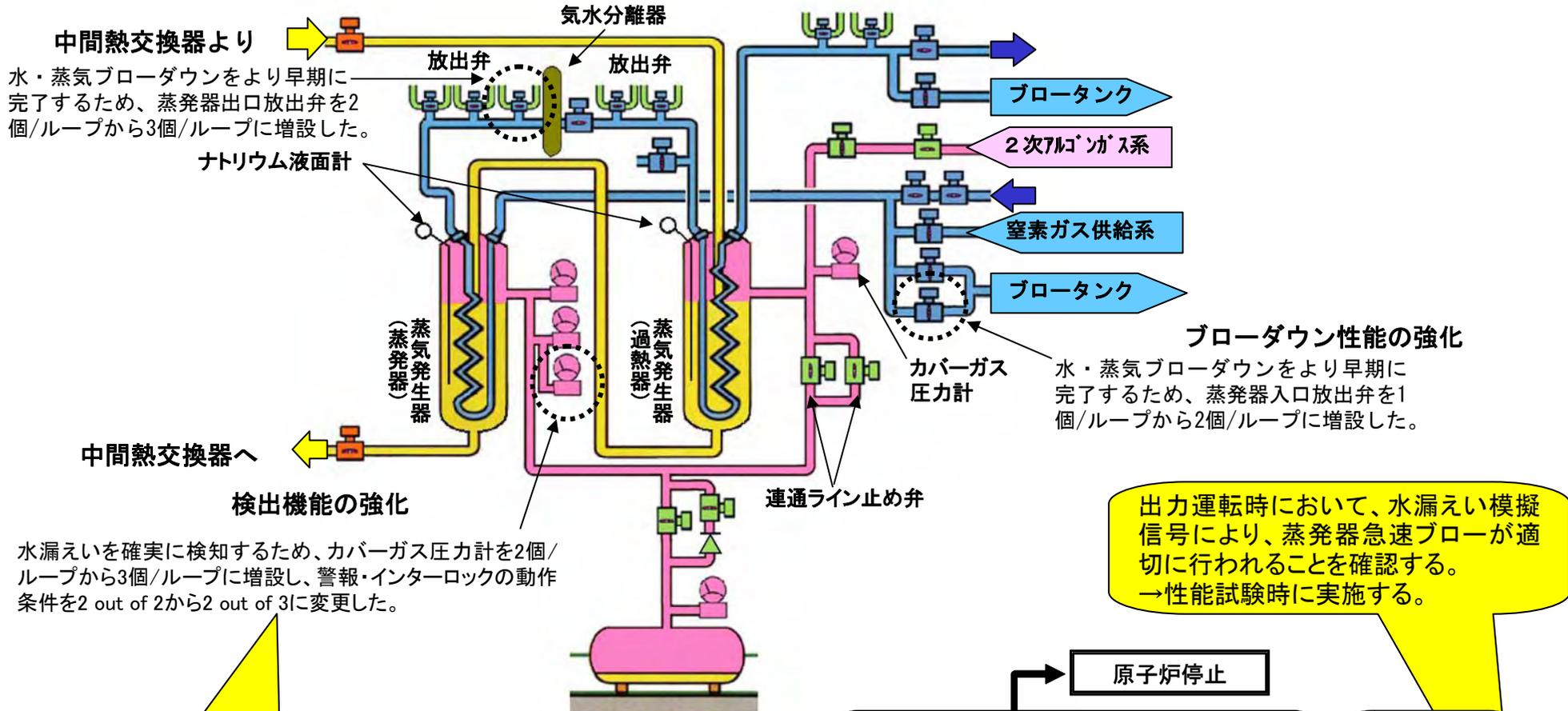


電動化弁について、遠隔操作を行い、作動状態を確認する。

弁の多重化
弁の電動化
(他のドレン弁も同様)

ドレンシステムの改造に伴い、ナトリウムドレン操作手順を確認する。

3. 蒸発器ブローダウン性能に関する試験



中間熱交換器より
水・蒸気ブローダウンをより早期に完了するため、蒸発器出口放出弁を2個/ループから3個/ループに増設した。

ナトリウム液面計

(蒸気発生器)

(過熱器)

ブロータンク

ブロータンク

2次アルゴンガス系

窒素ガス供給系

ブロータンク

ブローダウン性能の強化

水・蒸気ブローダウンをより早期に完了するため、蒸発器入口放出弁を1個/ループから2個/ループに増設した。

中間熱交換器へ

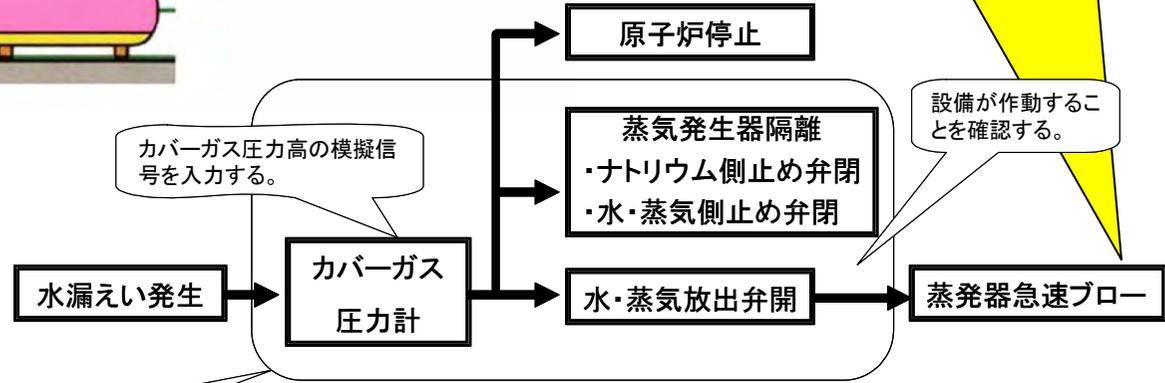
検出機能の強化

水漏えいを確実に検知するため、カバーガス圧力計を2個/ループから3個/ループに増設し、警報・インターロックの動作条件を2 out of 2から2 out of 3に変更した。

連通ライン止め弁

出力運転時において、水漏えい模擬信号により、蒸発器急速ブローが適切に行われることを確認する。
→性能試験時に実施する。

水漏えい模擬信号を入力し、水漏えい発生時の動作が計画通り進行することを確認する。



カバーガス圧力高の模擬信号を入力する。

水漏えい発生

カバーガス圧力計

原子炉停止

蒸気発生器隔離
・ナトリウム側止め弁閉
・水・蒸気側止め弁閉

水・蒸気放出弁開

蒸発器急速ブロー

設備が作動することを確認する。

工事確認試験での確認範囲

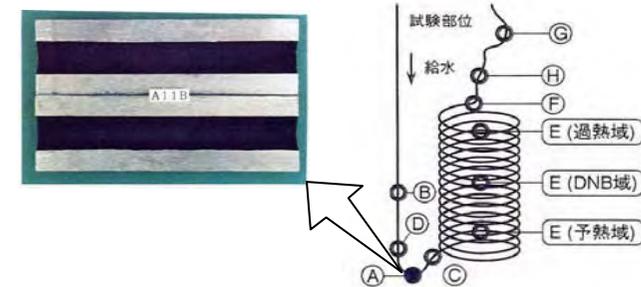
水漏えい発生時の動作

蒸気発生器の健全性確認について(1/3)

蒸気発生器伝熱管の仕様

| | 蒸発器 | 過熱器 |
|-----------|-------------|-----------|
| 本数(1基あたり) | 140 | 147 |
| 外径(mm) | 31.8 | 31.8 |
| 厚さ(mm) | 3.8 | 3.5 |
| 材料 | 21/4Cr-1Mo鋼 | SUS321HTB |

【50MWSG試験施設の知見】



○ 保管状態

腐食抑制の観点から、内部に不活性ガスを封入して保管。

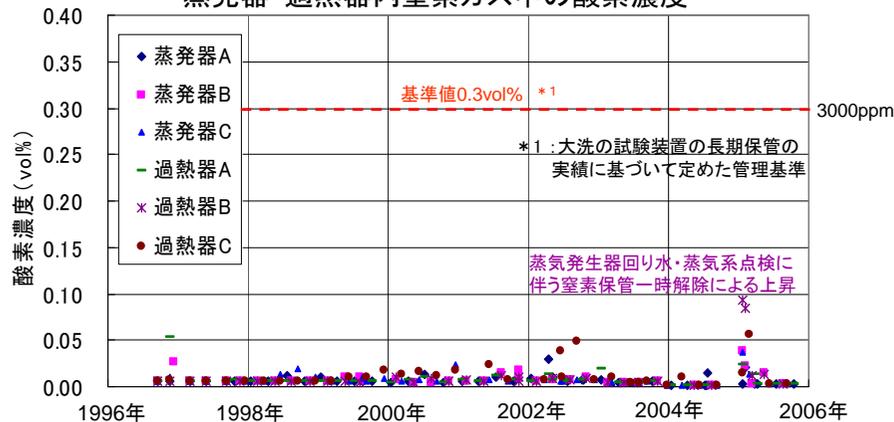
- ・伝熱管内(水側) : 窒素ガス
- ・胴側(ナトリウム側) : アルゴンガス

もんじゅと同じ方法で10年以上保管
伝熱管内面は、厚さ20~30μmのスケール
が付着しており、ピッチングや割れの異常なし。

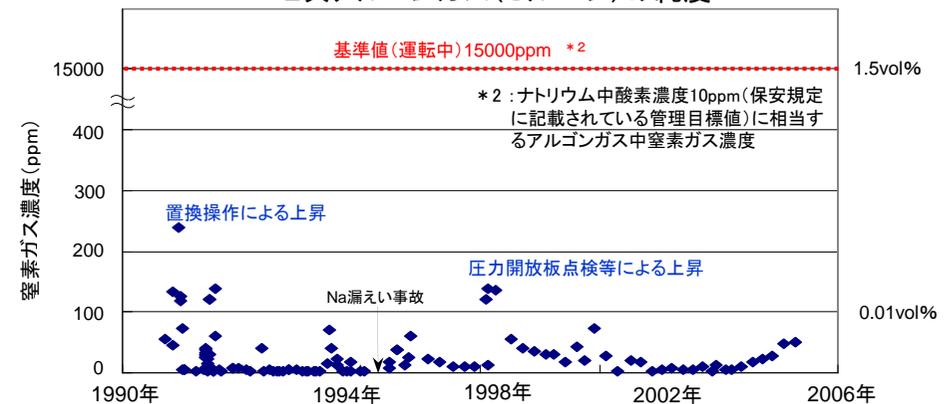
○ 保管状態確認

伝熱管内外とも定期的なガスサンプリングにより、空気混入のない状態で維持されていることを継続確認している。

蒸発器・過熱器内窒素ガス中の酸素濃度

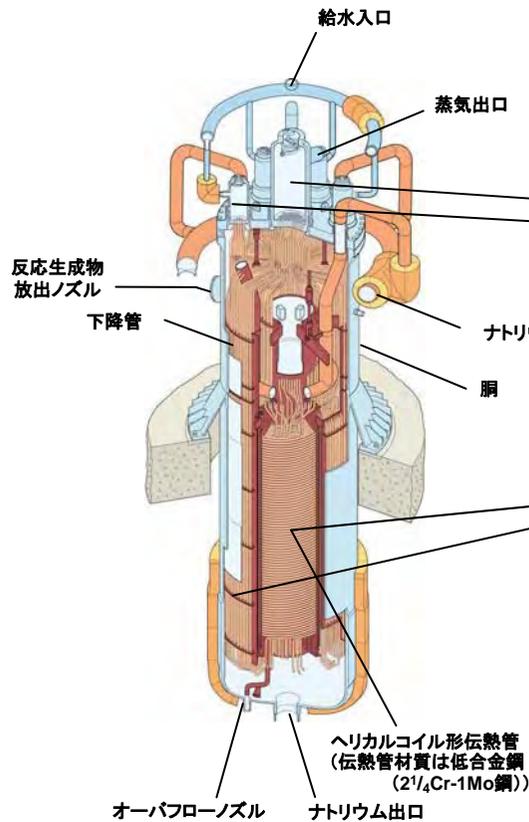


2次アルゴンガス(Cグループ)の純度



※: 酸素はナトリウムと反応するため、窒素ガス濃度で管理している。

蒸気発生器の健全性確認について(2/3)



蒸 発 器

※過熱器も同様の確認を実施する。
 但し、過熱器の伝熱管材質は低合金鋼よりも
 高温強度に優れたステンレス鋼(SUS321HTB)。

健全性確認の方法

(着目点と点検項目)

水室の腐食状況

開放点検にて内面を
目視確認

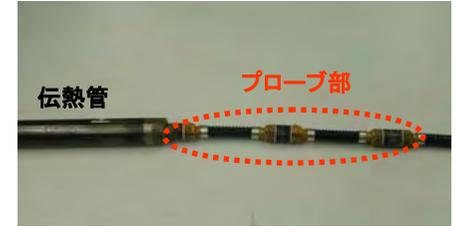
伝熱管の腐食状況

- 伝熱管の検査
 - ・内面目視確認
(ファイバースコープによる状況確認)
 - ・アルゴンガスリーク試験
(貫通孔の有無の確認)
 - ・渦流探傷試験
(伝熱管の減肉有無の確認)

【渦流探傷試験】

○ 伝熱管内に検出用プローブを挿入して伝熱管内外表面の欠陥の有無を確認する試験。伝熱管肉厚に対して、約10%以上*3の減肉欠陥から検出が可能。また、研究開発の一環として開発中の新型のプローブも試験的に使用。

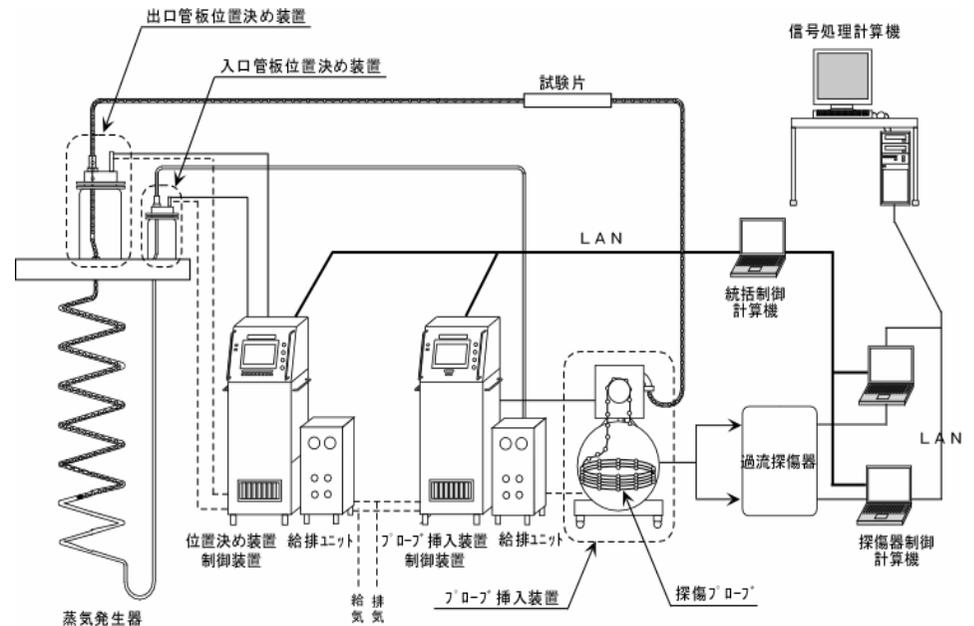
*3 : 伝熱管の公称肉厚3.8mm



模擬伝熱管によるプローブ挿入状況



プローブ部



蒸気発生器伝熱管の渦流探傷試験装置の構成図

蒸気発生器の健全性確認について(3/3)

【 アルゴンガスリーク試験 】

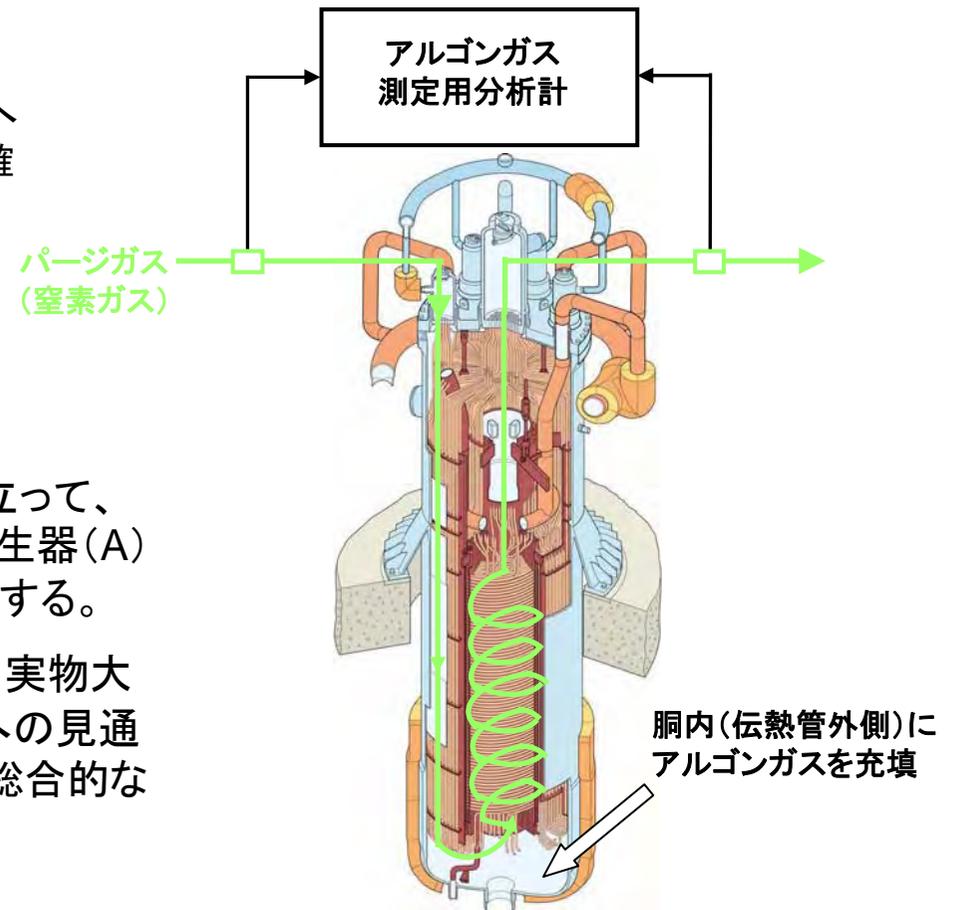
- 蒸気発生器(2次系機器)内アルゴンガスの伝熱管内窒素ガスへの漏れ量を測定することにより、伝熱管に貫通孔がないことを確認する試験。確証試験では、貫通孔径0.01mm(水漏えい率で約0.005g/sの漏れに相当)程度の漏えいから検出可能。

今回の蒸気発生器開放点検の目的

- 今年秋に計画している蒸気発生器の健全性確認に先立って、早期に水・蒸気側の内面状態を把握するため、蒸気発生器(A)の開放点検(水室及び伝熱管の内面目視確認)を実施する。
- 新に開発整備した渦流探傷試験(ECT)装置について、実物大模擬試験装置を使った各種性能試験により実機適用への見通しを得ており、今回の開放点検に合わせて実機による総合的な性能確認を行う。

実施時期

- 事前確認: 平成19年3月3日から3月末まで
- 健全性確認: 平成19年秋



アルゴンガスリーク試験概念図*4

*4: 伝熱管内に窒素ガスを流し、胴内(伝熱管外側)のアルゴンガスが窒素側に漏れ出てくる量を測定する試験