

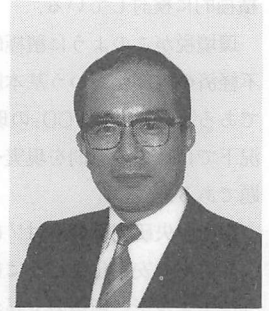
■ 展望・解説 ■

試運転段階に入った高速増殖原型炉「もんじゅ」

Prototype FBR "Monju" under Pre-operational Testing

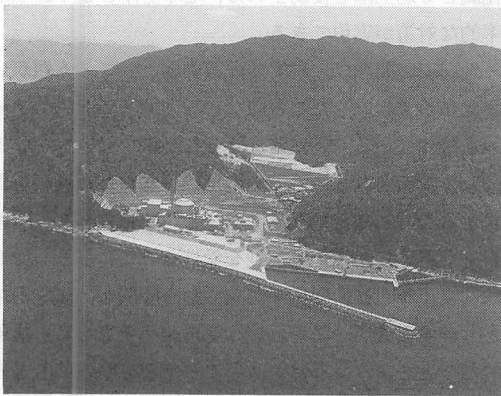
小堀 哲雄*

Tetsuo Kobori

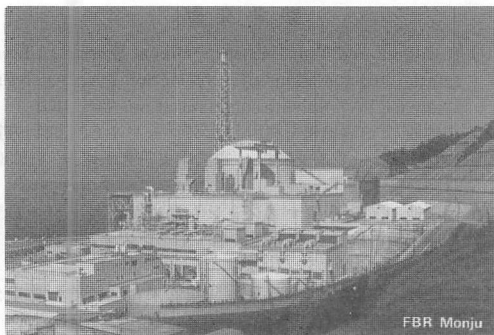


1. はじめに

昨年1月の湾岸戦争で繰り上げられた油田をめぐる争いに、世界の人々はエネルギー資源への関心を一時高めたように見えたが、その速やかな解決とともに次第に薄れていっているように思われる。高速増殖炉は、21世紀以降に確実に訪れる化石エネルギー資源涸渇の時代に備える解決策のひとつとして、ウラン資源を在来炉の60倍以上有効に利用しようとするものである。



写1 もんじゅ全景



写2 機器据付が完了した「もんじゅ」

高速増殖原型炉「もんじゅ」は、原子力委員会の原子力開発利用長期計画に従って、動力炉・核燃料開発事業団（以下動燃事業団という）を中心に産官学の協力によるナショナルプロジェクトとして自主開発して来た、我が国初の発電用高速増殖炉である。昭和60年10月に本格着工以来、約5年半にわたる建設工事を経て平成3年4月機器の据付工事が完了し、同5月より試運転段階に入った。建設工事については既に報告¹⁾しているため、ここでは試運転の状況を中心に紹介したい。

2. 「もんじゅ」の概要

「もんじゅ」では熱を伝えやすく中性子を減速させるにくいナトリウムが冷却材として使われる。図-1に示すように、核分裂によって炉心で発生した熱は1次系のナトリウムによって運ばれ中間熱交換器で2次系のナトリウムに伝えられる。この熱は蒸発器のヘリカルコイル状伝熱管の中を流れる水に伝わり、水を蒸発させ、さらに過熱器の中で蒸気温度を上げる。この蒸気(127気圧、483℃)によってタービン発電機を回転させ28万kWの電気を発生させる。

「もんじゅ」の炉心は、高速中性子の働きを利用して、一方ではプルトニウムを核分裂させた熱で生じた蒸気で発電機を回転させながら、他方では核分裂しにくいウラン-238をプルトニウムに変え、しかも消費した量よりも多くのプルトニウムを得ようとする増殖可能な炉心である。

ナトリウムは沸点が880℃と運転温度(529℃)より高いので、ほぼ大気圧で運転できる。従って配管がたとえ破損してもナトリウムが急激に漏出することはないが、万一漏れた場合を考えて次の対策を施している。

(1)検出器を設けて微量のナトリウムが洩れても直ちに検知できるようになっている。

(2)一次系配管を原子炉容器の出口ノズルよりも高い位置に水平に配置するとともに、それよりも低くなる

* 動力炉・核燃料開発事業団
高速増殖炉もんじゅ建設所担当役
〒919-12 福井県敦賀市白木2-1

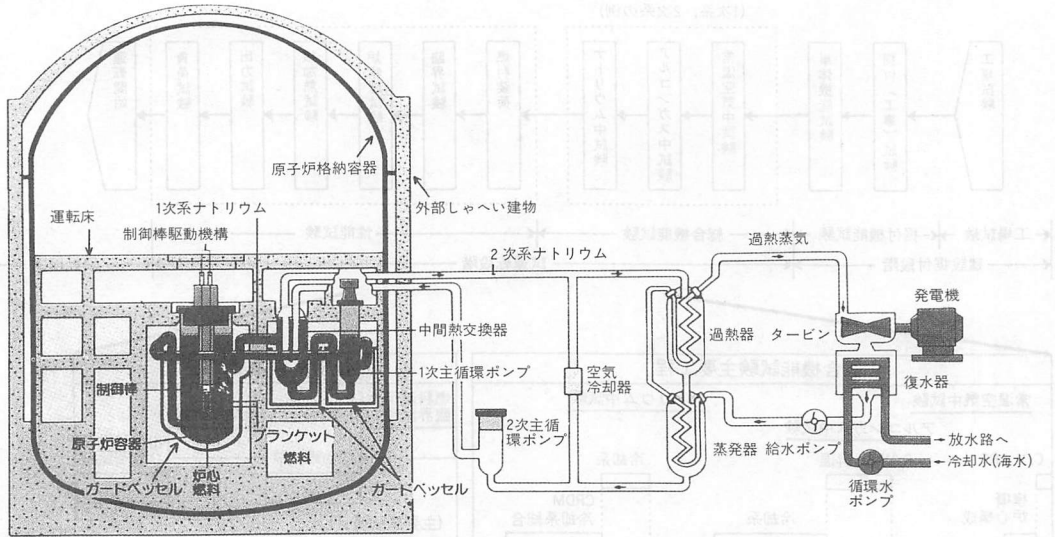


図-1 「もんじゅ」プラント構成

表1 「もんじゅ」プラントの基本仕様

原子炉型式	ナトリウム冷却・高速 中性子型・ループ型
熱出力	714MW
電気出力	約280MW
炉心燃料	プルトニウム・ウラン混 合酸化物
燃料被覆材	ステンレス鋼 (SUS316 相当)
平均燃焼度	80,000MWd/t
1次系ナトリウム温度 (原子炉入口/出口)	397/526°C
ループ数	3
原子炉容器寸法 (高さ/直径)	約18m/約7m
蒸気圧力(主蒸気止め弁前)	127kg/cm ² g
蒸気温度(主蒸気止め弁前)	483°C
燃料交換方式	単回転プラグ固定アーム方式
燃料交換間隔	約6カ月

原子炉容器, 1次主循環ポンプ, 中間熱交換器とそれらの接続部分の配管は保護容器 (ガードベッセル) の中に設置し, 万一ナトリウムが配管から洩れても炉心の冷却に必要なナトリウムは確保できるようになっている。

(3) 1次系の部屋には原子炉の運転中は窒素を封入して, 洩れたナトリウムが空気に触れて燃焼しないようにする。

(4) こぼれたナトリウムを保持し建物のコンクリートと直接接しないようにするために鋼製のライニングを設ける。

3. 「もんじゅ」試運転

3.1 試運転計画

「もんじゅ」の試運転は総合機能試験と性能試験の2段階に分けて実施する (図-2)。

第1段階の総合機能試験は, 各機器単体の機能確認後関連する他の機器や系統と適宜組み合わせる総合的な機能を確認する試験である。試験は, 空气中, アルゴンガス中およびナトリウム中のそれぞれの環境条件下で必要な調整を行い, 所定の機能や設計裕度などを確認しながら順次進行する。

第2段階の性能試験は, 新燃料装荷開始から定格出力における負荷試験までであり, 臨界試験, 炉物理試験, 核加熱試験, 出力試験などから構成されている。これらの試験段階では, 在来炉と同じく行政庁の検査を受けるとともに, 本格運転段階に備えて各種調整とデータ取得を行うが, 今後の高速増殖炉開発のための実機データを取得する上で重要な段階である。

3.2 試運転実施状況

建設工事の最終段階で原子炉格納容器の仮開口部を閉鎖した後, 平成3年4月格納容器の漏洩率試験を行い, 同5月の模擬炉心構成作業をもって総合機能試験は始まった。

炉心燃料と外形が同じステンレス製の模擬燃料のほかに実物のブランケット燃料や中性子しゃへい体などの炉心構成要素を炉心に装荷して仮組みを行うのが模擬炉心構成作業である。全部で715体の炉心構成要素を1カ月掛けて炉心に装荷した後, 引続き制御棒駆動

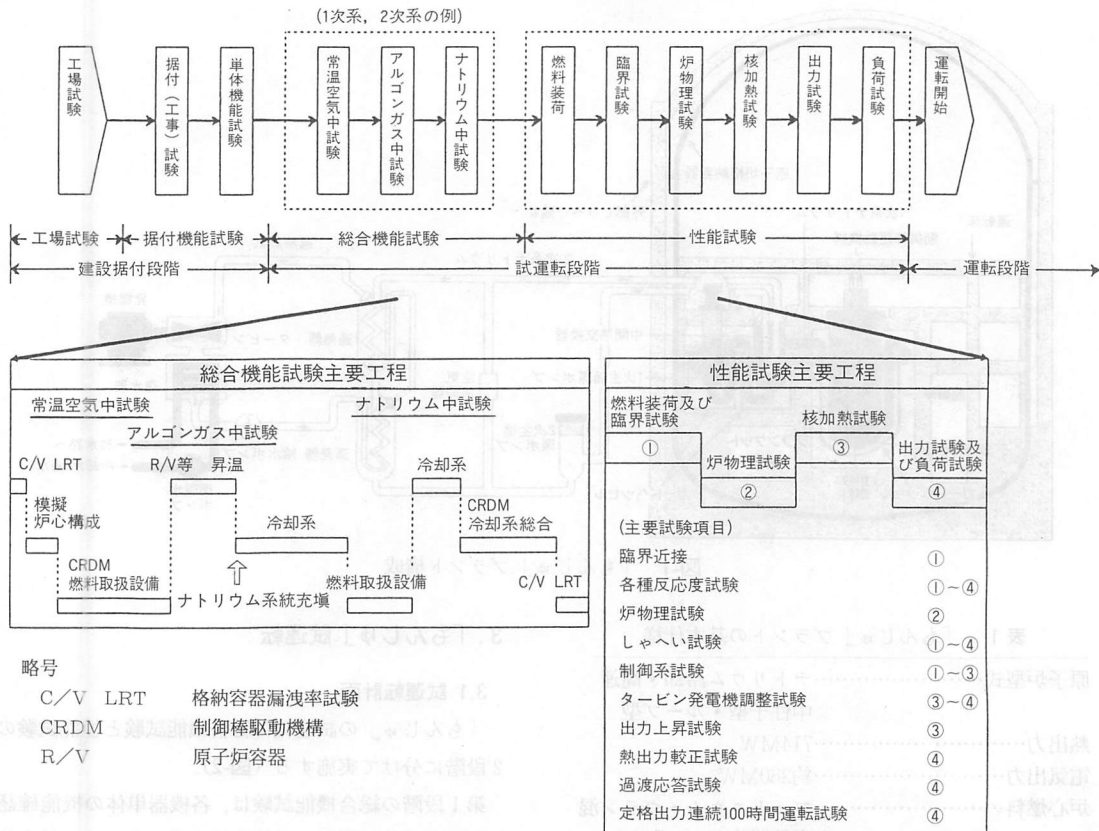
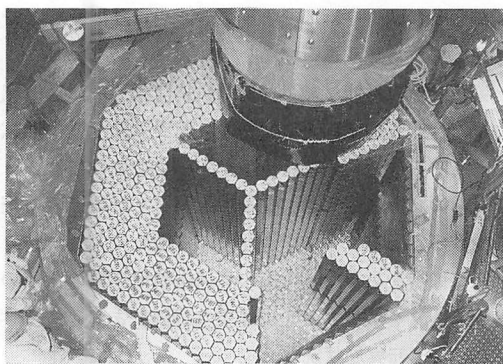


図-2 「もんじゅ」試運転計画の概要



写3 模擬炉心構成作業中の「もんじゅ」炉心



写4 燃料取扱設備試験中の原子炉格納容器

装置、燃料取扱設備の常温空気中試験に入った。ナトリウム中の作業試験に先立って、基本データの取得と目視による作動状況の調整・確認を行うためである。

9月から1次ナトリウム系の雰囲気空気を空気からアルゴンガスに入れ換える作業が始まった。アルゴンガスの充填が終ると、機器や配管の壁の外側に取り付けられた電気ヒーターに通電して200℃までの予熱昇温を実施

した。熱容量の大きい原子炉容器では過大な温度分布が生じないように監視しながら1ヵ月掛けてゆっくり昇温し、その後ナトリウムを一次配管や原子炉容器に充填して、復環ポンプの作動試験などを行った。

平成4年3月現在で総合機能試験を半分消化している。今後はナトリウム中で制御棒駆動装置や燃料取扱設備の試験を行って各システムの機能を確認した後冷却系

総合試験を行う。総合機能試験の締めくくりは格納容器全体漏洩率試験である。ナトリウムを系に充填した後の格納容器の放射性物質封じ込め機能を確認する。その後性能試験段階に入る。

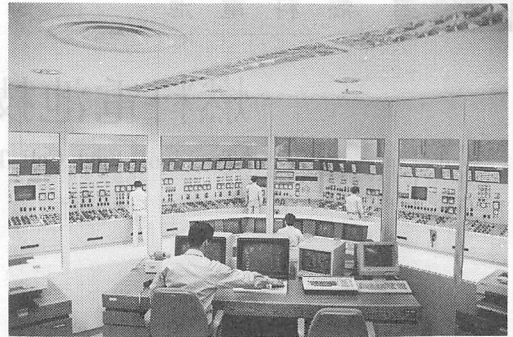
臨界試験ではまず中性子源を炉心に装荷したあと、既に炉心に入っている模擬燃料をプルトニウム・ウラン混合酸化物の炉心燃料と1体ずつ入れ換えていき、連鎖反応が持続する臨界状態に迎春到達する計画である。こうして初臨界を迎えたあと炉物理試験、核加熱試験、出力試験および負荷試験などを実施しながら、制御棒特性、しゃへい性能、炉心出力分布、プラント制御系、過渡応答などの測定をして実測データにより設計・解析コードの精度向上を図っていく。

4. 「もんじゅ」シミュレータ

「もんじゅ」に隣接する総合管理建物にはフルスコープシミュレータを設置している。“Monju-Advanced Reactor Simulator”の頭文字をとって“MARS”（「マルス」）という愛称で呼ばれている。このマルスはこれまでの高速実験炉「常陽」のシミュレータの設計経験などを反映して開発したもので、運転訓練はもとより「もんじゅ」の制御性・運転性に関する種々のプラント状態を模擬したり、実際のプラント運転に先立って「もんじゅ」のプラント動特性や運転要領を確認することができる。

マルスは中央制御盤、中央監視盤および現場盤の模擬盤、プラント状態の論理演算や信号処理などを行う計算機、中央制御室の照明状態（例えば停電）を模擬する調光装置、インストラクタコンソールなどから構成されている。

冷却系や発電機などの故障も280項目程模擬して万が一のトラブル発生にも迅速・適確に対応する訓練が



写5 「もんじゅ」シミュレータ MARS

できる。

現地におけるシミュレータの据付は平成3年3月に完了し、同4月から通常起動・停止操作等の訓練を実施しており、次第に訓練も高度な内容になっていく。

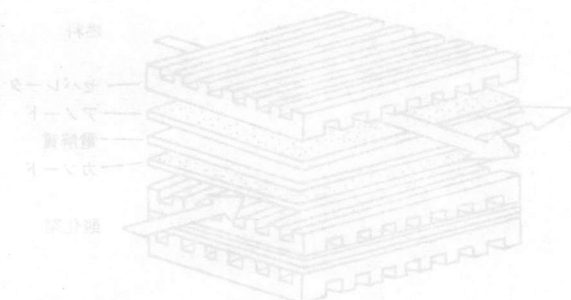
5. あとがき

「もんじゅ」の機器据付が平成3年4月に完了したあと試運転段階に入り、着実に進んで中間点を過ぎつつあるところである。これまで20数年にわたって蓄積して来た各種開発成果や高速実験炉「常陽」の15年間の稼働実績などを反映しながら、「もんじゅ」はまさに花が開こうとしている。

今後も動燃事業団は「もんじゅ」の安全を最優先に慎重に試運転および運転を進め、高速増殖炉の運転実績を蓄積しつつナショナルプロジェクトの完成を目指して努力していく。

参考文献

- 1) 明比道夫；エネルギー・資源，11巻，5号(1990)18～24



燃料棒束の構造図 1 図