

# J R R - 3 における計測制御装置の保全活動

## Maintenance activities of instrumentation control device at JRR-3

日本原子力研究開発機構	井坂 浩二	Koji Isaka
	照沼 憲明	Noriaki Terunuma
	大内 諭	Satoshi Ohuchi
	大木 恵一	Keiichi Ohki
	諏訪 昌幸	Masayuki Suwa

JRR-3(Japan Research Reactor No.3) is a light water moderated and cooled, heavy water reflected, pool type research reactor with maximum thermal power of 20MW. The reactor is the first domestic research reactor in Japan, and first criticality was attained in 1962. The large scale modification of the reactor was carried out for the year 1985-1990. As the modified JRR-3 has been operated for 18 years, it is necessary to be maintained for keeping the safe and stable operation. The review of maintenance activity is constantly performed for the step-by-step update of facilities and the improvement of the maintenance method and so on. Our investigation of the maintenance activity about the instrumentation and control device of modified JRR-3 is presented.

**Keywords:** maintenance activities, instrumentation control device, research reactor, JRR-3

### 1. 緒言

JRR-3は、熱出力20MW、軽水減速冷却、重水反射体付きプール型の研究用原子炉である。昭和37年9月にわが国初の国産研究炉として臨界に達した後、昭和60年より性能向上のための改造工事を行い、平成2年に再び臨界に達した。

計測制御装置はJRR-3改造時の設置より18年以上が経過し、原子炉の安全安定運転を確保するために機器の更新を含めた保全活動が必要不可欠である。

今回、JRR-3において行われている計測制御装置の保全内容及び今後の保全活動について述べる。

連絡先：井坂浩二、〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4、(独)日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 原子力科学研究所 研究炉加速器管理部 JRR-3管理課  
電話:029-282-5630、e-mail:isaka.koji@jaea.go.jp

### 2. 計測制御装置及び保全活動の概要

JRR-3計測制御装置は、制御部分を各現場に分散して持たせたフィールドコントロールステーション(以下「FCS」という)を有しており、分散型制御システムを構築している。各FCSから得られた原子炉本体施設全般の流量、温度、圧力等のプロセス量信号は非常に膨大(アナログ入出力点数:713点、デジタル入出力点数:4135点 合計4848)である。本装置はそれらの信号を制御室において集中監視・制御をしている非常に重要な装置である。

計測制御装置の保全活動は毎回定期自主検査中に計画的に実施しており、活動内容として時間計画保全の観点から有寿命部品の定期的な交換、状態監視保全の観点から各装置の入出力カード等の単体点検及び各現場伝送器から模擬信号を入力しての計測制御ループ校正を行っている。また、高経年化対策として計測制御装置の段階的な更新を行っている。

### 3. JRR-3 保全活動の内容と点検内容

JRR-3においてこれまで行われてきた保全活動を大別すると時間計画保全、状態監視保全、事後保全の三つがある。

時間計画保全は分解点検等の計画立案が容易に行うことができる。しかし機器の状態に関係なく分解点検・交換等を行うため、経年変化による機器寿命を把握することができない。

状態監視保全は機器の故障及び異常の兆候を把握して機器寿命を最大限活かすことができるが、故障及び異常の兆候や交換する状態の基準を知る、或いは設定をしなければならない。以下のような条件のものは状態監視保全に適している。

- ①機器の状態がその劣化具合に応じて変化する。
- ②故障にいたるまでの変化及び異常の兆候が観測（目視、計測等）できる。

事後保全は使用期間中の点検費用がかからないが、設備に不具合が生じてから修理にあたることとなるため修理に要する費用が急に必要となるとともに、復旧までに長期間を要することになる。

計測制御装置の保全活動はこのいずれかの保全活動に沿って行われている。設置後当初の計測制御装置の点検は時間計画保全が大部分を占めていたが、近年予算の削減などもあり、過剰な時間計画保全の見直しを行い、より効率的な保全活動を行う必要が生じた。そのため、現在は時間計画保全から状態監視保全へと移行が進んでいる。

時間計画保全の例として計測制御装置で使用されている有寿命部品の交換があり、交換周期表を作成することにより交換周期を管理し、毎行われる定期自主検査ごとに交換している。FCS内部の空気を循環する天井ファンについては事後保全の管理をしている。これはFCSには天井ファンが2台から3台設置されているが、仮に1台が故障により停止しても残りのファンで十分な排熱が確保できるためである。また、交換作業も比較的容易であり費用もあまりかからない。

状態監視保全の例として機器単体点検と計測制御ループ校正がある。機器単体構成ではアナログ及びデジタル入出力カードに模擬信号を加え、出力するデータ精度を専用の装置を用いて判定基準内であるかどうか確認している。判定基準外及び判定基

準内であっても出力誤差が大きいカードについては調整前データを記録保存して出力データの調整を行っている。調整後に再度模擬信号を加え、出力するデータ精度を専用の装置を用いて判定基準内であるかどうか確認している。しかし、判定基準外で計器の調整を行っても判定基準を満たさない入出力カードに対しては順次交換を行っている。入出力カードは一枚につき16点から32点の入出力信号を処理することができるが、1点でも判定基準外であるとカード毎の交換としている。

また、計測制御ループ校正では、流量、温度、圧力等各現場に設置されている伝送器から模擬信号を入力し、操作端末（プロセス量等の指示値の表示及び機器の操作等を行う部分）のヒューマンインターフェイスステーション（以下「HIS」という）に正確な値が表示されるのかを確認している。計測制御ループ校正は使用計器の重要度によりランク付けがされており、定期自主検査毎に行うものから定期自主検査4回につき一度行うものに分かれている。計測制御ループは現場伝送器からHISに値が表示されるまで多様なカードを介しており、計測制御ループ校正の判定基準は各カードの入出力誤差を考慮して算出し、判定基準外の計器及び判定基準内であっても計器誤差が大きい計器については調整前データを記録保存して計器の調整を行っている。調整後に再度計測制御ループ校正を行い、判定基準内であることを確認している。しかし、判定基準外で計器の調整を行っても判定基準を満たさない計器に対しては順次交換を行っている。

### 4. 計測制御装置の段階的な更新

計測制御装置は設置以来18年以上が経過し、5年ほど前から主要構成部品や消耗品等の入手が困難な状況になった。原子炉の安全安定運転を確保するため、高経年化対策として最新の計測制御装置への更新計画を行い、更新作業を3段階に分けて行っている。

更新の主な内容は、

【1段階目】

①操作端末の更新

【2段階目】

①FCS制御部の更新

- ②制御部更新に伴うソフトウェアの修正及びバスライン（通信速度が1Mbpsから10Mbps）の変更
- ③SI単位化への完全移行

【3段階目】

- ①FCS及びターミナルボードキュービクル（以下「TBC」という）盤内に設置してあるI/Oカード類の更新

TBCはFCSと専用ケーブルで接続して、現地機器及び検出器等のプロセスタの取得又はポンプ・弁などの現地設備への信号の入出力を行っている。図1に更新前の計測制御装置の概略を、図2に段階的更新計画の概略を示す。

現段階では2段階目までの更新が終了している。1段階目更新時には画面表示スピード及び画面表示量(5ウィンドウまで展開が可能)が格段にあがり、画面表示がより速く詳細になったことにより視認性が向上した。またグラフィック画面から関連するトレンド画面又はタグ調整画面への展開が画面の設定をすることで可能になり、機器操作がスムーズに行うことができるなどの操作性向上を得ることができた。図3に更新前と更新後操作端末を示す。

2段階目更新時には各FCSとの通信処理及び速度の性能があがり、制御部及びバスラインの信頼性の向上を得ることができた。また今までメーカーに発注していたグラフィック画面の改造・作成、検出器レンジの変更、帳票の作成などがJRR-3担当者自身で改良できる幅が広がり、使用するものにとって操作性の良い計測制御装置を構築していくことが可能になった。図4にFCS制御部更新作業概略を示す。

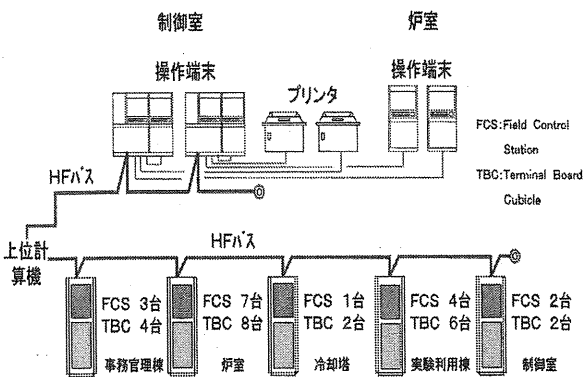
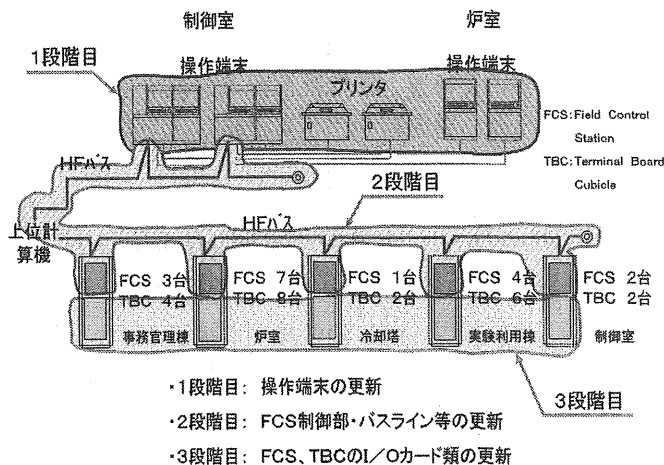
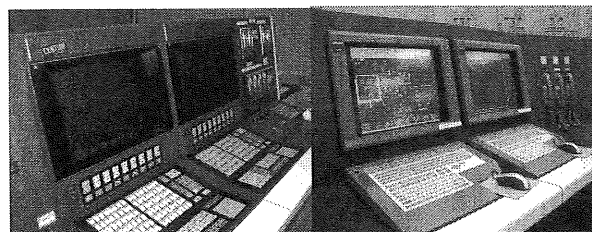


図1 更新前のJRR-3計測制御装置概略



- ・1段階目：操作端末の更新
- ・2段階目：FCS制御部・バスライン等の更新
- ・3段階目：FCS、TBCのI/Oカード類の更新

図2 段階的更新計画概略



更新前 更新後

図3 更新前と更新後の操作端末

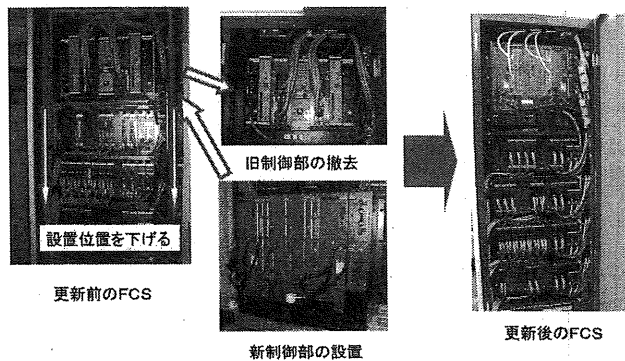


図4 FCS制御部更新作業概略

## 5. 今後の保全活動計画

近年、計測制御装置においては効率的保全活動を行うために時間計画保全から状態監視保全にでき

るだけ移行させるよう保全活動の見直しを行ってきた。点検内容の整備や記録の保存・管理を行えば状態監視保全により装置の性能維持を十分に確保できるものであり、また維持費を低減できるものである。今後も状態監視保全を継続し、装置の長期的な性能維持を図っていく。

また、高経年化対策の計測制御装置の更新は2段階目までの更新作業によって、計測制御装置の HIS 及び FCS 主要構成部品の更新が完了した。今後3段階目として現地からの信号を取扱う I/O カード及びシグナルコンディショナカード類の更新を予定している。3段階目の更新作業は、FCS 及び TBC 内部の I/O カード類の更新及びソフトの変更が主な作業となり、より現地作業の比率が増すことになるため、更新する設備を分割し、定期自主検査期間に効率よく更新作業を行う予定である。