

JRR-3 制御棒の地震計スクラム検知から挿入までの時間について

令和 2 年 7 月 21 日

日本原子力研究開発機構

原子力科学研究所

【R2.7.8 コメント】

制御棒の挿入性について、その 13 申請書に「スクラム信号検知から制御棒が炉心に挿入されるまでの時間は最大 1 秒である。」とあるが、スクラム信号検知から制御棒の挿入が開始されるまでの時間を示すこと。

また、地震動がスクラム設定値を超えてからスクラム信号検知となるまでの時間を示すこと。

【R2.7.9 ヒアリングコメント】

制御棒の挿入に係る時間経過について、図等を用いて説明すること。

地震時における制御棒挿入の時間経過のイメージを次ページに示す。

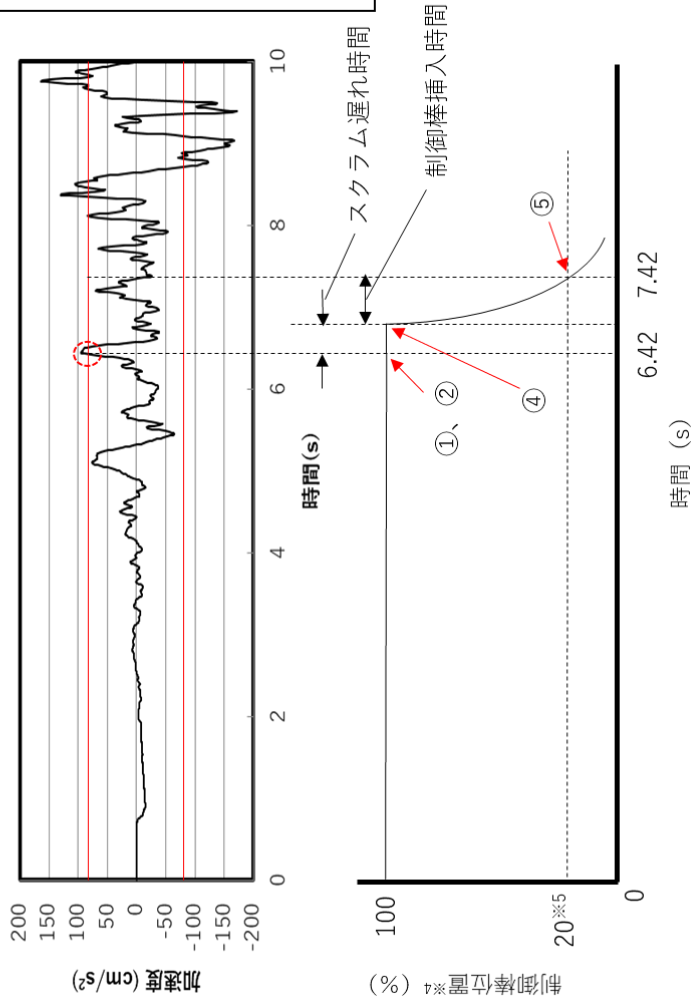
JRR-3 における地震時の制御棒のスクラム時間については、平成 2 年の原子炉改造時に実機を用いたスクラム試験を実施しており、加振台の上に制御棒、制御棒駆動装置及び地震計を設け、静的試験及び模擬地震波を用いた加振試験を行っている（【参考】制御棒加振試験写真参照）。よって、実機を用いて地震計の信号検知から制御棒挿入（全ストロークの 80%）までの時刻 （次ページイメージの②～⑤）をスクラム時間として 1 秒以内であることを試験により確認している（JRR-3 の改造その 5 添付計算書 II-2-1 「地震時における制御棒の挿入性についての検討」（昭和 62 年 4 月 6 日 61 安（原規）第 218 号をもって認可）参照）。

また、地震動がスクラム設定値を超えてからスクラム信号検知となるまでの時間 （次ページイメージの①～②） については、地震計には検出感度が非常に高いサーボ型加速度計を用いて 3 方向をリアルタイムで観測しているため、遅れはないものと考えられる。なお、当該地震計については今回変更が生じる設備ではなく、その機能は毎年点検校正を実施し、定検にて確認いただいているものであり、十分な信頼性を有しているものとする。

なお、制御棒挿入時間とは、制御棒の挿入操作開始から挿入完了までの時間（次ページイメージの④～⑤）を指すが、地震計については実機を用いた加振試験によりスクラム遅れ時間を含めた制御棒のスクラム時間の確認を実施している。また、制御棒挿入時間（次ページイメージの④～⑤） については定期検査において基準値（1 秒以内）を満たすことを確認している

地震時における制御棒挿入の時間経過イメージ

原子炉建家地階 (GL-7.3m) の時刻歴 (Ss-D、NS方向)



- ①地震波がスクラム設定値 (水平：80gal、鉛直：40ga) 到達
検出感度による遅れ時間※1
- ②地震計が加速度を検知
- ③地震計からスクラム信号発生
スクラム遅れ時間※2
- ④スクラム信号を受け、電源遮断 (制御棒挿入開始時刻)
制御棒挿入時間※3
- ⑤全ストローク量の80%まで落下 (制御棒挿入完了時刻)

※1：検出器には検出感度の非常に高いサーボ型加速度計を用いているため、遅れ時間はないとする

※2：設置時に実機を用いて加振試験を実施し、1秒以内であることを確認している

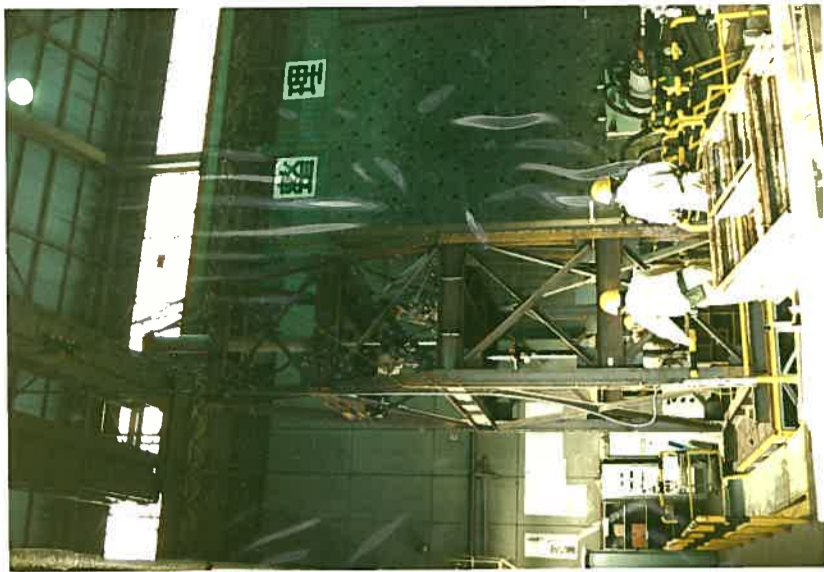
※3：使用前検査及び定期検査において挿入時間を確認 (実力としては500ms以下 (R2.4.3及びR2.4.10)に実施した制御棒可動装置の一部更新に係る使用前検査では予備品含め8体検査を行い、最大で482ms)

※4：全引抜位置に対する割合

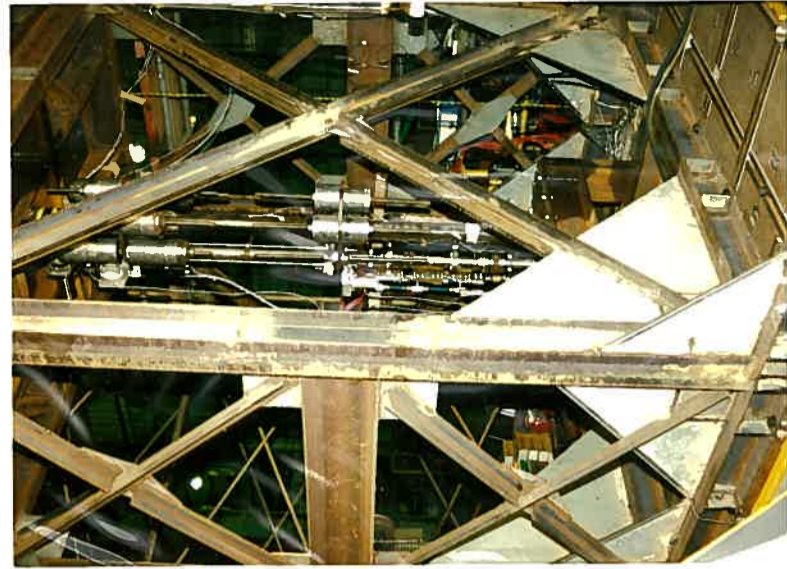
※5：挿入性を確認する全ストローク量に対する80%挿入位置

【参考】 制御棒加振試験写真

試験用支持架台



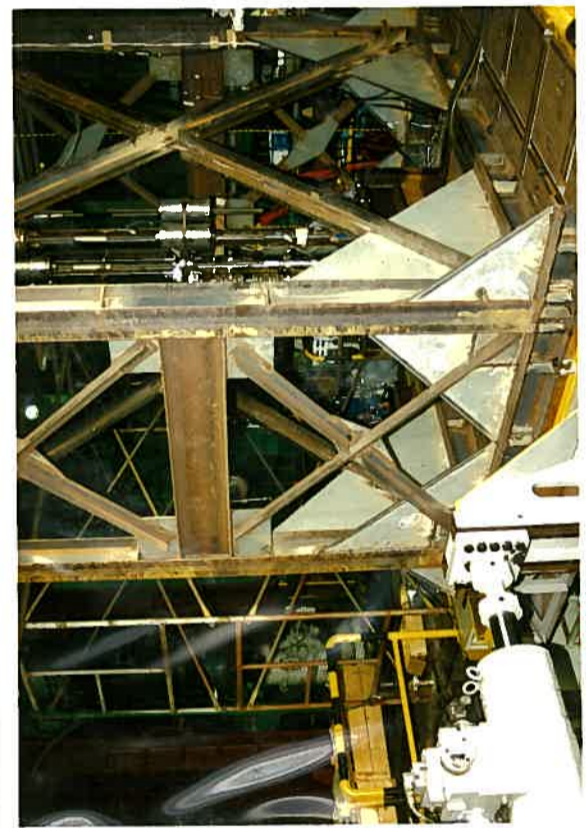
-1985-百年プリン-



-1985-百年プリン-

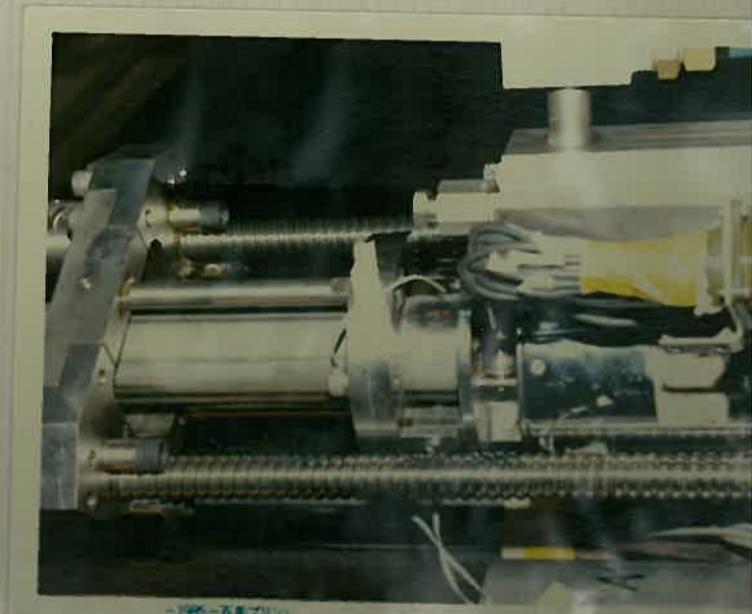
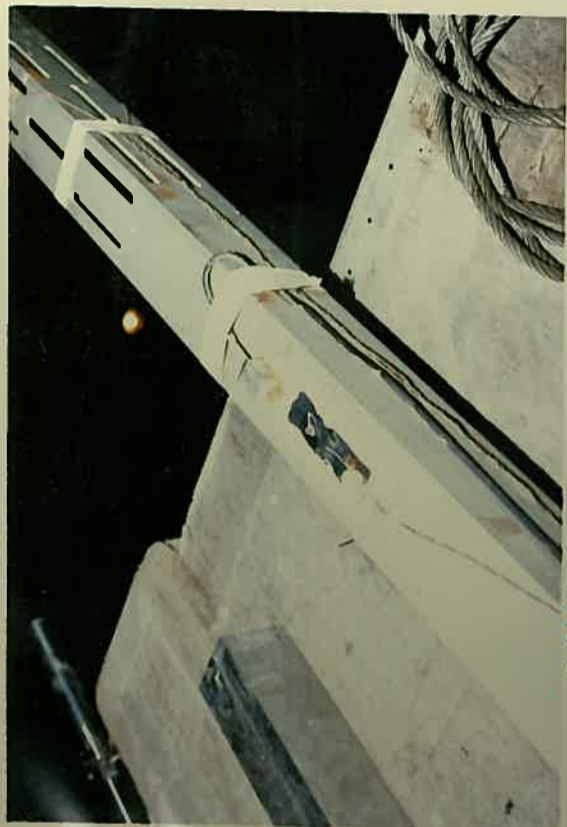


FUJICOLOR HR 65



-1985-百年プリン-

加速度・歪計測試驗



【参考】 JRR-3の改造その5

添付計算書

Ⅱ－２－１ 地震時における制御棒の
挿入性についての検討

目 次

1. 地震時における制御棒の挿入機能の検討	1
2. 制御棒の挿入時間の評価	1

1. 地震時における制御棒の挿入機能の検討

地震時における制御棒の挿入機能の評価についての基本的考え方は、次のとおりである。

(1) 中性子吸収体は、ガイドローラを介して制御棒案内管に保持されており、制御棒案内管の変形量が最大 0.156mm(設工認申請書(その 3) 添付計算書V-6.5に示す。) と小さいため、挿入性に与える影響はない。したがって、挿入性の確認は、制御棒駆動装置のプランジャ案内管及び管内駆動部の変形量と挿入時間の関係で評価する。

(2) 地震時における制御棒の挿入時間が規定挿入時間以内であることを次の方法で確認する。

1) S_2 地震時における制御棒駆動装置のプランジャ案内管及び管内駆動部の最大変位を多質点系モデルを用いたスペクトルモーダル法による動的解析(添付計算書Ⅱ-2-2制御棒駆動装置の地震応答解析書に示す。) により求める。

2) 制御棒及び制御棒駆動装置の実規模の供試体を用いて、 S_2 地震時の変位を模擬した静的スクラム試験及び基準地震動 S_2 による加振スクラム試験を行い、制御棒の挿入時間が規定挿入時間内であることを確認する。

2. 制御棒の挿入時間の評価

2.1 地震時の変位

S_2 地震による制御棒駆動装置のプランジャ案内管及び管内駆動部の最大変位は、動的解析の結果 1.75mm (添付計算書Ⅱ-2-2制御棒駆動装置の地震応答解析書に示す。) である。

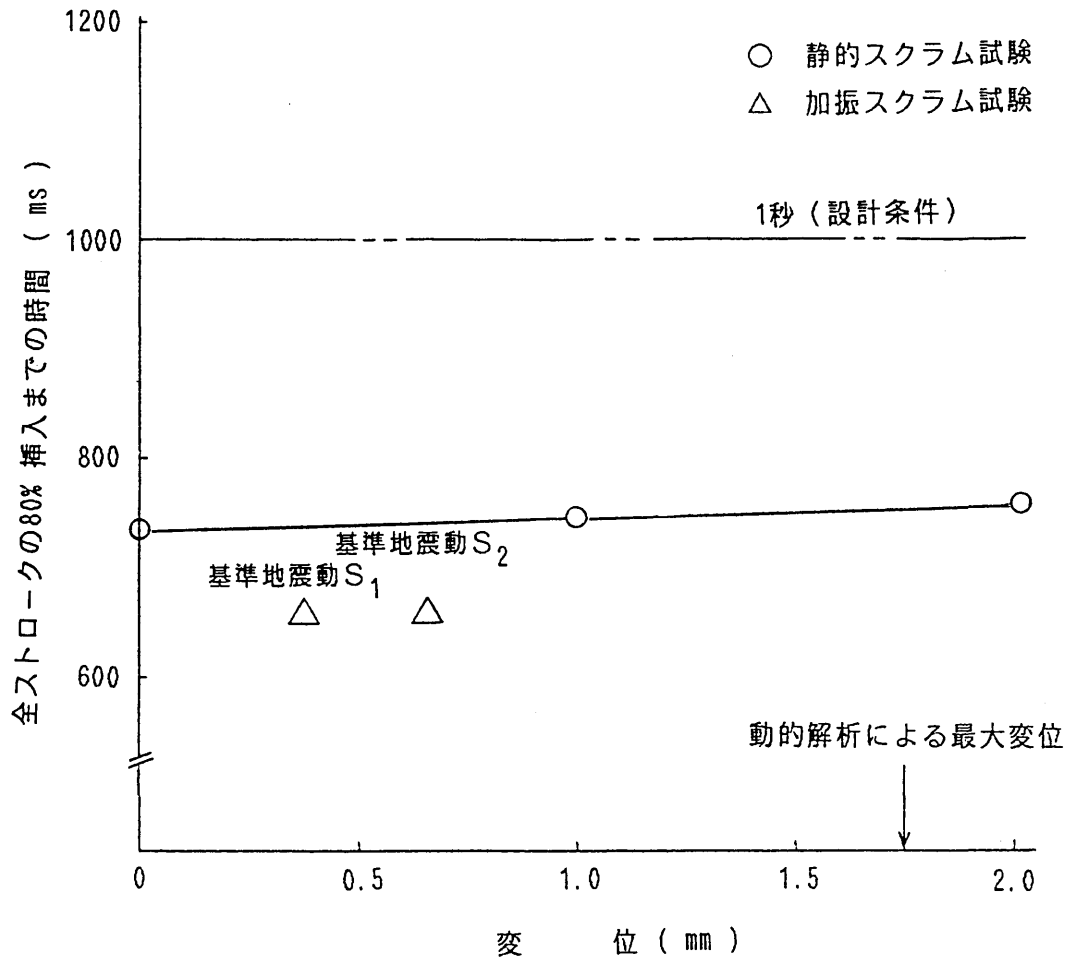
2.2 試験による挿入時間の確認

(1) 試験方法

制御棒及び制御棒駆動装置の実規模の供試体を用いて水中でスクラム試験を行った。動的解析結果の最大変位 1.75mm を包絡した変位2mm による静的スクラム試験及び基準地震動 S_2 による加振スクラム試験によって、全ストロークの80% 挿入時間を測定した。

(2) 試験結果と評価

水中での静的及び加振スクラム試験のいずれの場合でも、スクラム時の挿入時間は第1図に示すとおり、規定時間 1秒以下(全ストロークの80% 挿入までの時間) を満足している。



第1図 スクラム機能試験