

写

14 安委第 344 号
平成 14 年 12 月 12 日

経済産業大臣 殿

原子力安全委員会委員長

核燃料サイクル開発機構高速増殖原型炉もんじゅの原子炉の設置変更
(原子炉施設の変更) について (答申)

平成 14 年 5 月 8 日付け平成 13・06・06 原第 1 号 (平成 14 年 11 月 1 日付け平成 13・06・06 原第 1 号をもって一部補正) をもって諮問のあった標記の件に関する核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第 26 条第 4 項において準用する同法第 24 条第 1 項に規定する許可の基準の適用について以下のように認めます。

- (1) 第 3 号 (技術的能力に係る部分に限る。) に関しては、妥当なものである。
- (2) 第 4 号に関しては、別紙のとおりであり、妥当なものである。



(別紙)

平成 14 年 12 月 4 日

原子力安全委員会
委員長 松浦 祥次郎 殿

原子炉安全専門審査会
会長 近藤 達男

核燃料サイクル開発機構高速増殖原型炉もんじゅの原子炉の設置変更
(原子炉施設の変更)について

当審査会は、平成 14 年 5 月 9 日付け 14 安委第 122 号をもって、調査審議の
指示を受けた標記の件について、別添のとおり結論を得たので報告します。

別添

核燃料サイクル開発機構高速増殖原型炉もんじゅの原子炉
の設置変更（原子炉施設の変更）に係る安全性について

原子炉安全専門審査会

目 次

調査審議の結果	1
調査審議の方針等	1
1. 調査審議の方法	1
2. 調査審議の方針	1
3. 調査審議に用いる審査指針等	1
調査審議の内容	2
1. 原子炉施設の安全設計	2
1.1 安全設計の方針	2
1.1.1 安全設計の基本方針	2
1.1.2 ナトリウムに対する設計上の考慮	2
1.1.3 中間冷却系	3
1.2 安全機能の重要度分類	3
1.3 空気雰囲気へのナトリウム漏えいに対する設計	3
1.4 蒸気発生器伝熱管の破損に対する設計	4
2. 事故解析	4
2.1 事故事象	5
2.1.1 2次冷却材漏えい事故	5
2.1.2 蒸気発生器伝熱管破損事故	5
2.2 漏えいナトリウムによる熱的影響の解析	5
2.2.1 解析条件	5
2.2.2 解析結果	5
2.3 蒸気発生器伝熱管の高温ラプチャ型の破損伝播の防止	6
調査審議の経緯	7

調査審議の結果

核燃料サイクル開発機構高速増殖原型炉もんじゅの原子炉の設置変更(原子炉施設の変更)に関し、原子力安全委員会からの指示(平成14年5月9日付け14安委第122号)及び通知(平成14年11月18日付け14安委第309号)に基づいて調査審議を行った結果、本原子炉の設置変更後の安全性は確保し得るものと判断する。

調査審議の方針等

1. 調査審議の方法

調査審議は、前記指示文書に添付された「核燃料サイクル開発機構高速増殖原型炉もんじゅの原子炉の設置変更(原子炉施設の変更)に係る安全性について(平成14年5月 経済産業省)」(以下「安全審査書」という。)を、核燃料サイクル開発機構の「高速増殖原型炉もんじゅ原子炉設置変更許可申請書」(平成13年6月6日付け申請、平成13年12月13日付け、平成14年4月12日付け及び平成14年11月1日付けをもって一部補正。)等と併せて検討することにより行った。

2. 調査審議の方針

調査審議は、原子力安全委員会が昭和54年1月26日付けをもって決定(昭和57年4月5日付け及び平成2年11月1日付けをもって一部改正)した「原子力安全委員会の行う原子力施設に係る安全審査等について」及び同委員会が平成10年4月20日付けをもって決定した「原子力安全委員会における情報公開等の推進について」に従い、原子炉施設の基本設計ないし基本的設計方針について審査指針等に照らし総合的に行うこととした。その際、特に 既に設置許可等の行われた施設と異なる基本設計の採用、新しい技術上の基準又は実験研究データの適用等に関する安全上の重要事項を中心に調査審議を行うこととした。併せて、原子力安全委員会が平成12年1月17日付けをもって決定した「原子力安全委員会の当面の施策の基本方針について」を踏まえて、調査審議を行うこととした。

また、安全審査書に関する一般からの意見募集の結果、提出された意見のうち原子力安全委員会から平成14年7月1日付けをもって指示のあった事項については、調査審議にあたり検討することとした。

3. 調査審議に用いる審査指針等

調査審議に当たっては、「高速増殖炉の安全性の評価の考え方」(平成12年10月に「解説」を付与)に対する適合性を評価するとともに、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」(以下「安全設計審査指針」という。)、 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(以下「重要度分類審査指針」という。)、 「発電用軽水型

原子炉施設の安全評価に関する審査指針」(以下「安全評価審査指針」という。)等を参考にした。

調査審議の内容

本申請に係る変更内容は、以下のとおりである。

2次ナトリウム補助設備の一部変更

空気雰囲気へのナトリウム漏えいに伴う火災に対する影響緩和機能の充実、強化を図るため、原子炉冷却系統施設のうち、2次ナトリウム補助設備の機能として、2次冷却材漏えい時に当該系統のナトリウムを緊急にドレンできる設計とする。

蒸気発生器計装の記載の明確化

蒸気発生器伝熱管から2次ナトリウム中への水漏えい検出におけるカバーガス圧力計の位置付けの明確化を図るため、計測制御系統施設のうち、蒸気発生器計装としてのカバーガス圧力計の記載を明確化する。

本変更内容に関し、調査審議を行った主な内容は、以下のとおりである。

1. 原子炉施設の安全設計

1.1 安全設計の方針

1.1.1 安全設計の基本方針

本変更に係る原子炉施設は、関係法令の要求を満足するとともに、原子力安全委員会が定めた「高速増殖炉の安全性の評価の考え方」に適合する構造とすることとしている。また、「安全設計審査指針」を参考として、液体金属冷却型高速増殖炉の設計上の特徴を踏まえて、本変更に係る「液体金属冷却型高速増殖炉施設の安全設計方針」を作成し、これに適合する構造とすることとしている。

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、それらが果たすべき安全機能の重要度を考慮して適切と認められる規格及び基準に基づくほか、必要に応じて十分使用実績があり、信頼性の高い諸外国の規格及び基準(ASME規格、ANSI基準等)に準拠することとしている。

また、安全上重要な機器にあつては、機器分類、高温構造設計等について、「構造設計方針」を定め、これによることとしている。

1.1.2 ナトリウムに対する設計上の考慮

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、ナトリウムの漏えい時においても、ナトリウムの化学反応の影響(熱的、化学的)により、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とすることとしている。

本変更においては、空気雰囲気へナトリウムが漏えいした場合には、

当該系統のナトリウムを緊急にドレンすることによって漏えいを早期に停止させることとしている。また、ナトリウムとコンクリートが直接接触することを防止する鋼製の床ライナ等の設置も含め、漏えいナトリウムによる影響を緩和する対策を適切に講じることにより、原子炉施設の安全性が損なわれない設計とすることとしている。

1.1.3 中間冷却系

中間冷却系は、蒸気発生器伝熱管からの水漏えいが発生した場合でも、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることとしている。

本変更においても、蒸気発生器において伝熱管からの水漏えいが発生した際、水漏えい検出設備等により、水漏えいを早期に検出して、蒸気発生器内部保有水・蒸気の急速なブロー等適切な処置が行える設計とすることとしている。

これらの方針は、「高速増殖炉の安全性の評価の考え方」に適合していると同時に、高速増殖炉の特徴であるナトリウムに対する考慮もなされている。したがって、本変更に係る原子炉施設の安全設計の方針は妥当なものであると判断する。

1.2 安全機能の重要度分類

本変更においては、「重要度分類審査指針」を参考に、安全機能を有する構築物、系統及び機器を、それが果たす安全機能の性質に応じて、異常発生防止系（以下「PS」という。）及び異常影響緩和系（以下「MS」という。）の2種に分類することとしている。また、PS及びMSのそれぞれに属する構築物、系統及び機器を、その有する安全機能の重要度に応じ、それぞれクラス1、クラス2及びクラス3に分類することとしている。

本変更に係る2次ナトリウム補助設備の2次ナトリウム充填ドレン系の重要度は、原子炉停止後の除熱機能を損なわせるおそれのあるナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能からMS-2と分類することとしている。また、プロセス計装の蒸発器のカバ-ガス圧力計の重要度は、2次主冷却系の過圧抑制機能の関連系としてMS-2と分類することとしている。

これらの安全機能の重要度分類は、「重要度分類審査指針」を参考にし、高速増殖炉の特徴を考慮していることから妥当なものであると判断する。

1.3 空気雰囲気へのナトリウム漏えいに対する設計

空気雰囲気への2次系からのナトリウム漏えい時には、漏えいナトリウムによる影響緩和のために配管及び機器内のナトリウムを緊急にドレ

ンし、ナトリウムの漏えいを停止させることが有効である。このため、2次ナトリウム補助設備のうち2次ナトリウム充填ドレン系において、ドレンラインの追加及び配管の大口径化を行い、ドレン時間の短縮を図るとともに、ドレン弁を多重化し、ドレン機能の信頼性向上を図ることとしている。

このほか、2次系からのナトリウム漏えいに対する設計として、煙感知型及び熱感知型のナトリウム漏えい検出器の追加、換気空調設備の自動停止機能の追加、圧力開放ダンパの設置等の変更を行うこととしている。

上記の設備変更に関しては、ナトリウムによる腐食に関する新知見を踏まえ、鋼製の床ライナ等によりナトリウムとコンクリートの直接接触が防止できるよう設計されることを確認した。その際、もんじゅにおいては、既に鋼製の床ライナが設置されていることから、その床ライナの存在を前提に、それとの関連において設計の妥当性を評価しておくことが重要であり、そのため、腐食に関する新しい知見を含む参考文献（申請書記載）の評価に基づき、漏えい規模の違い及び化学反応の影響も考慮し検討した結果、適切にドレンすることにより、既設の床ライナにおいてもナトリウムとコンクリートの直接接触が防止されることを確認した。なお、床ライナの健全性そのものについては、詳細設計段階で確認されるものである。

2次ナトリウム補助設備については、緊急ドレンによる熱過渡が適切に考慮されていることを確認した。

これらのことから、空気雰囲気へのナトリウム漏えいに対する設計は妥当なものと判断する。

1.4 蒸気発生器伝熱管の破損に対する設計

蒸気発生器伝熱管から2次ナトリウム中への水漏えい時には、水漏えいを早期かつ確実に検出し、蒸気発生器内部保有水・蒸気を急速にブローすることが重要である。

このための蒸気発生器計装として、圧力開放板開放検出器に加えて、カバーガス圧力計についても多重性をもった設計とすることとしている。また、伝熱管内の水・蒸気を急速にブローするための蒸気器出入口の放出弁を追加することとしている。

これらの変更については、蒸気発生器において伝熱管が破損したとしても、水漏えいを早期に検出し蒸気発生器の水・蒸気側のしゃ断、内部保有水・蒸気の急速なブロー等の一連のプラント自動停止操作が行われ、2次主冷却系の過度の圧力上昇は防止されることから、蒸気発生器伝熱管の破損に対する設計は妥当なものであると判断する。

2. 事故解析

本変更に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器の設計が妥当であることを確認するため、2次冷却材漏えい事故の解析が行われている。

また、伝熱管の高温ラプチャ型の破損伝播が防止されるとして、蒸気発生器伝熱管破損事故の解析が行われていることの妥当性が参考文献（申請書記載）において示されている。

2.1 事象

2.1.1 2次冷却材漏えい事故

2次ナトリウム補助設備の変更に係り、2次冷却材漏えい事故のうち、「漏えいナトリウムによる熱的影響評価の解析」が行われている。

解析の評価に当たっては、「高速増殖炉の安全性の評価の考え方」に基づき、「安全評価審査指針」を参考として行われている。

なお、本事故解析のうち「炉心冷却能力の解析」に関しては、本変更がナトリウム漏えい時の熱的影響緩和機能の充実、強化を図るためのものであることから、変更はない。

2.1.2 蒸気発生器伝熱管破損事故

蒸気発生器伝熱管からの水漏えい対策に係る設備の変更に係り、高温ラプチャ型の破損伝播が防止されるとして解析が行われていることについては、従来と同様であり、蒸気発生器伝熱管破損事故の解析に変更はない。

高温ラプチャ型の破損伝播の防止のうえからは、定量的評価の結果、もんじゅに当初から設置されている蒸気発生器計装のうち、カバーガス圧力計による初期水リークの確実な検出が重要であるとされ、破損伝播が防止されることが、同評価により確認されている。

2.2 漏えいナトリウムによる熱的影響の解析

2.2.1 解析条件

漏えいナトリウムによる熱的影響の解析は、2次冷却材漏えい事故の漏えいナトリウムの流出・移送過程及び貯留後について行われている。

流出・移送過程の解析においては、内圧上昇に関して厳しい結果を得るため、原子炉出力運転中に2次主冷却系配管室において、2次主冷却系配管から507のナトリウムが漏えいし、室内雰囲気と反応して燃焼するものとしている。また、漏えい口の大きさは、15cm²としている。

貯留後の解析においては、漏えいナトリウムによる熱負荷が最も大きい蒸気発生器室での漏えいを想定し、漏えいナトリウムが2次ダンプタンク室の床ライナ上に流入し貯留されるものとしている。

2.2.2 解析結果

解析において設定されている条件は、漏えいナトリウムの流出・移送過程及び貯留後のそれぞれについて、いずれも解析結果が厳しくなるよう設定されている。また、解析に使用されている計算プログラムについては、いずれも実験結果との比較等により、その使用の妥当性が確認されているとともに、モデル及びパラメータは、解析の結果が厳しくなるよう選定されている。

解析の結果、流出・移送過程においては、2次主冷却系配管室の内圧上昇は約4.3kPaであり、当該室の耐圧58kPa[gage]以下である。また、貯留後においては、貯留室の建物床コンクリートの最高温度は約140℃であり、コンクリートの健全性が損なわれることはない。

以上の結果より、漏えいナトリウムによる熱的影響によって原子炉補助建物の健全性が損なわれることはなく、系統分離は保持されることを確認した。

なお、確認においては、行政庁が申請者とは別に行った解析も参考とした。

2.3 蒸気発生器伝熱管の高温ラプチャ型の破損伝播の防止

蒸気発生器において、ナトリウム・水反応による顕著な圧力上昇を生じるような伝熱管破損が生じた場合の水漏えいに際しては、大規模水漏えいへの拡大を防止・抑制するため、蒸発器に設置されたカバーガス圧力計によって水漏えいが検出される。

この水漏えい信号に基づき蒸気発生器内部保有水・蒸気を急速にブローすること等の一連のプラント自動停止操作が行われる。

高温ラプチャ型の破損伝播が防止されるとして、蒸気発生器伝熱管破損事故の解析が行われていることの妥当性を実験及び実験解析の結果が適切に取り入れられた定量的評価により確認した。したがって、従来の蒸気発生器伝熱管破損事故の解析を変更する必要のないことを確認した。

なお、定量的評価の確認においては、行政庁が申請者とは別に行った解析も参考とした。

これらのことから、本変更に係る事故事象の選定、解析の前提及び条件並びに手法は妥当であり、解析結果は判断基準を満足していることを確認した。したがって、本変更に係る事故解析は妥当なものであると判断する。

調査審議の経緯

当審査会は、平成 14 年 5 月 14 日に開催された第 180 回原子炉安全専門審査会において、次の委員からなる第 103 部会を設置した。

審査委員

井上 晃	東京工業大学名誉教授
太田 健一郎 ^注	横浜国立大学大学院工学研究院
工藤 和彦	九州大学大学院工学研究院
古平 恒夫	日本原子力研究所東海研究所
中桐 滋	横浜国立大学大学院環境情報研究院
平岡 徹 (部会長)	(財)電力中央研究所
矢川 元基 (部会長代理)	東京大学大学院工学系研究科
八木 晃一	物質・材料研究機構

同部会は、平成 14 年 5 月 28 日に第 1 回会合を開催し、調査審議方針を決定するとともに、調査審議を開始した。

以後調査審議を行い、さらに現地調査を行ってきた結果、平成 14 年 11 月 27 日の第 11 回会合において結論を得て、部会報告書を決定した。

当審査会は、これを受け、平成 14 年 12 月 4 日の第 182 回審査会において、本報告書を決定した。

なお、平成 14 年 11 月 1 日付けをもって経済産業大臣から核燃料サイクル開発機構高速増殖原型炉もんじゅの原子炉の設置変更(原子炉施設の変更)について一部補正の通知があった。

また、安全審査書に関する一般からの意見募集の結果、提出された意見のうち、原子力安全委員会から指示のあった事項については、調査審議に当たり、検討し、「意見反映状況報告書」として別途取りまとめた。

注) 第 1 回会合では、専門家(部外協力者)、第 2 回会合以降審査委員。