

「もんじゅ」の在り方に関する検討会 委員のご質問への回答

平成28年3月4日
日本原子力研究開発機構

過去のトラブルにおける機構とメーカーの関与

ナトリウム漏えい事故の概要

事故の概要

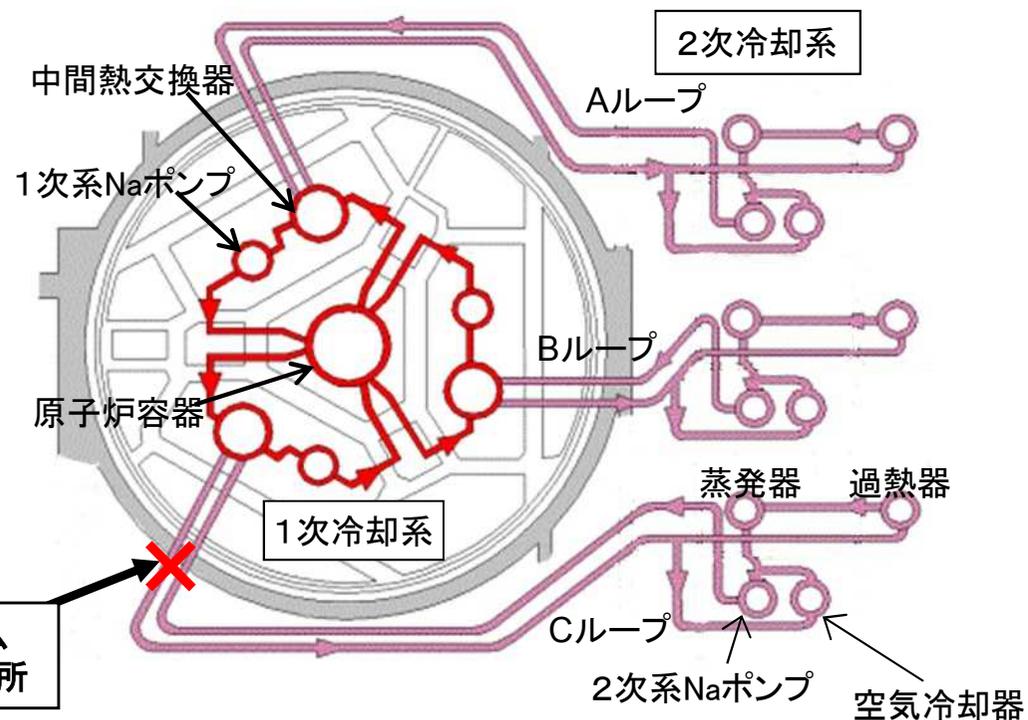
平成7年12月8日、放射性物質を含まない2次系主冷却系Cループの中間熱交換器出口側配管にある温度計から、2次系のナトリウムが漏えいした。

原因は配管に挿入してある温度計のさやの折損。

配管内を流れるナトリウムの流体力によりさや細管部に流力振動が発生し、さや段付部に高サイクル疲労が生じ、破損に至った。

原子炉を手動で停止した後、Cループ配管内のナトリウムを抜き取り、漏えいを止めた。漏れたナトリウムは、真下にある換気ダクト、足場(グレーチング)を破損させ、床ライナ(鋼製の板)上に堆積するとともに、ナトリウム燃焼により生成したナトリウム化合物(エアロゾル)が建物内に拡散し、一部が屋外に放出された。

なお、全ての2次系温度計(48本)を、短く、段付き部の無い改良型温度計に交換した。



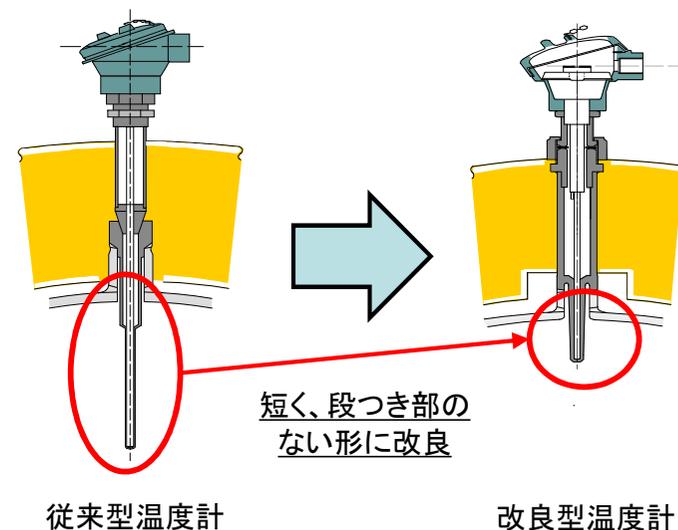
事故の経緯

平成7年12月8日

- 19:47 事故発生。火災検知器発報
- 19:48 ナトリウム漏えい検知器発報
現場にて煙の発生を確認
- 20:00 小規模漏えいと判断し、通常停止操作開始
- 20:50 火災検知器の新たな発報(急増)と白煙の増加を確認
- 21:20 原子炉手動トリップ操作
- 22:55 Cループ配管部のドレン操作開始
- 23:13 SG室換気装置が自動停止

平成7年12月9日

- 0:15 ナトリウム抜き取り完了



短く、段付き部の無い形に改良

ナトリウム漏えい事故に係る対応等

項目	状況
設計・建設時の検討	<ul style="list-style-type: none"> 温度計の構造健全性評価として、流体抗力に対する強度確保、座屈防止、熱応力抑制、カルマン渦との共振回避を考慮。
温度計折損の原因	<ul style="list-style-type: none"> 温度計さや管構造の設計に一部不備。（設計時、対称渦の放出を伴う抗力方向の振動に係る設計指針が無く、未考慮。温度計据付後の平成3年ASME規格に指針が追加された。）
原子力機構の対応	<ul style="list-style-type: none"> 原因究明と再発防止対策及び水平展開を実施。
契約上の機構とメーカーの対応	<ul style="list-style-type: none"> 契約上の瑕疵担保期間は2年間。（事故時には既に瑕疵担保期間を経過。） 機構は、民法上の責任立証は難しく、損害賠償を求めることは極めて困難として断念。 メーカーは、総合的な見地から応分の負担を申入れ、事故調査・総点検費用の半額を負担。（折半） 2次系温度計48本の交換費用はメーカーが全額負担。
責任体制	<ul style="list-style-type: none"> 設計・製作・施工責任はメーカー。 メーカー設計を承認した時点で機構側にも責任ありと自ら判断。（折半）
反省点の水平展開	<ul style="list-style-type: none"> ナトリウム漏えい発生防止、早期発見と拡大防止の観点で、ナトリウム取扱施設を中心とした点検を実施。 異常事象に対して設計の基本的な考え方に遡って整理し、それを具体化した設計・製作・検査等が行われたかという観点で点検を実施。 その他安全性／信頼性確保の考え方に不足がないかといった観点で点検を実施。（高速増殖炉技術の研究開発成果、「常陽」の運転経験、先行炉の事故・故障事例等の技術情報、規格・基準の改訂情報を反映。） 本件を契機に、日本機械学会基準として「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針」（平成10年9月）が制定された。

炉内中継装置の落下トラブルの概要

トラブルの概要

平成22年8月26日、燃料交換に使用した炉内中継装置※を原子炉容器の所定の位置から引き抜き、炉外へ取り出す作業をしていたところ、所定の位置より約2m吊り上げた時点で、炉内中継装置が吊り上げ設備（原子炉機器輸送ケーシング）のつかみ装置（グリッパ）から外れ、落下した。

炉内中継装置が損傷したが、外部環境への影響はなかった。

※ 燃料等を炉心と燃料出入設備の間で移送する際に使用する機器

【落下の直接原因】

炉内中継装置を吊るグリッパの平板形状の爪開閉ロッドが回転したため、爪が正常に開かない状態となった。

【再発防止対策】

グリッパを、爪開閉ロッドが回らない構造へ改良、グリッパの爪開閉状態目視用点検窓を設置。

【水平展開】

グリッパ機構を有する設備、安全上重要な機器を吊る設備の点検。

落下、復旧に係る経緯

炉心確認試験終了後、40%出力プラント確認試験に向け、燃料交換を実施。

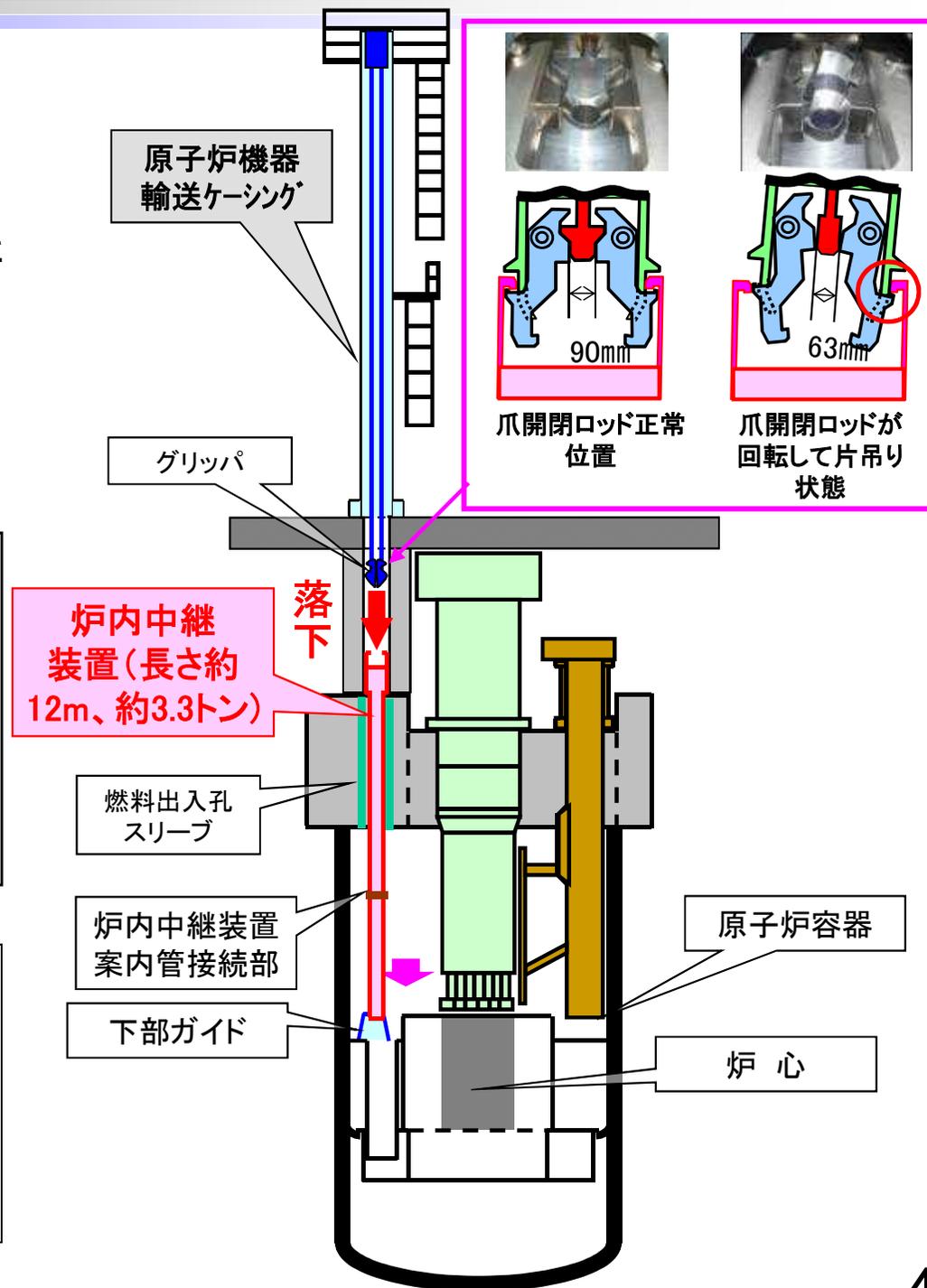
平成22.8.26: 炉内中継装置が落下

10.13: 引抜作業を実施したが、「荷重超過」の警報が発報し中断

11.9: 接続部のギャップが変化していることを確認

平成23.6.24: 燃料出入孔スリーブとの一体引抜き作業完了

11.11: 原子炉上部における復旧作業終了

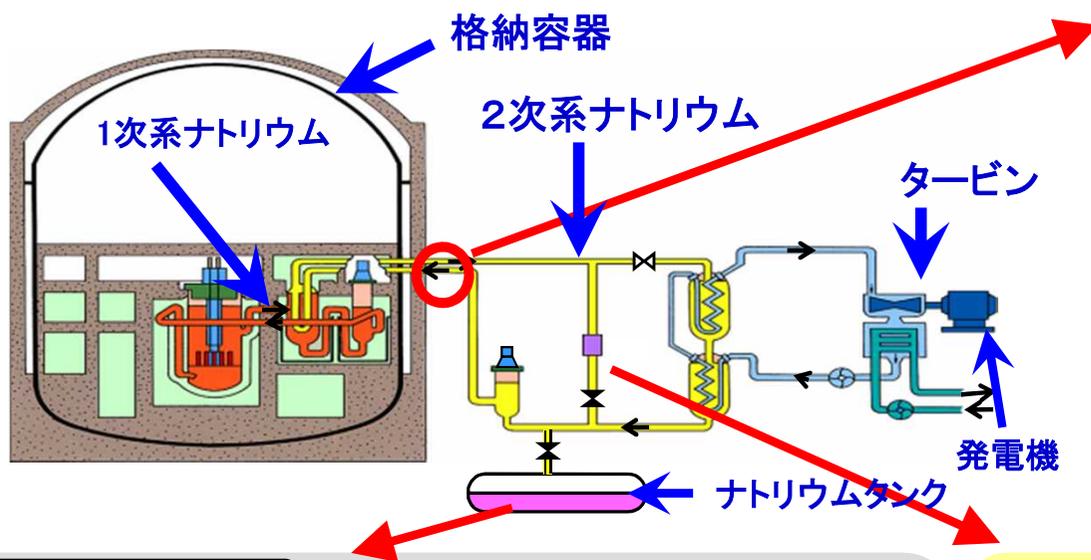


炉内中継装置の落下トラブルに係る対応等

項目	状況
設計・建設時の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・メーカーは、原子炉機器輸送ケーシングに、「常陽」での実績のある、2本爪のグリッパ構造及び爪開閉ロッド方式を採用。 ・メーカーは、爪開閉ロッドの形状に平板形状を採用したが、軸方向の駆動のみであり回転しないと考え、ねじの緩みに対して、ゴムワッシャの通常の締め付けとした。 ・平成15年に交換した爪開閉ロッドを含むユニットは、当該ネジ部に緩み止め接着剤が塗布されておらず、その状態で使用したため、結果としてネジが徐々に緩んだ。 ・機構は、設計段階において落下させないことは求めたが、その要求がどのように担保されたかの確認をしていない。
落下の原因	<ul style="list-style-type: none"> ・グリッパ設計の一部不備。(爪開閉ロッドが回転したため、爪が正常に開かなかった。)
原子力機構の対応	<ul style="list-style-type: none"> ・原因究明と再発防止対策及び水平展開を実施。
契約上の機構とメーカーの対応	<ul style="list-style-type: none"> ・瑕疵担保期間は、所有権移転後2年。(落下時には瑕疵担保期間を経過。) ・機構は東京地方裁判所に約25億円の損害賠償を求める調停を申立て。 ・機構とメーカーは、同裁判所から客観的な立場での双方の主張を踏まえた和解案の提示を受け、メーカーから機構に対して1億円を支払うことで調停が成立。
責任体制	<ul style="list-style-type: none"> ・設計・製作・施工責任はメーカー。 ・調達管理・設計管理の品質保証活動において機構側にも責任ありと自ら認識。
反省点の水平展開	<ul style="list-style-type: none"> ・再発防止として、グリッパの構造変更、吊り・不吊り判定の支援機能強化を実施。 ・同様なグリッパ機構を有する設備を対象として、グリッパ爪の開閉による把持が確実にできることを確認。 ・安全上重要な機器等を扱う設備(クレーン類など)で落下防止策の実施を確認。 ・設計管理の充実、設計の妥当性を判断できる能力向上等への取組。

参 考 資 料

ナトリウム漏えい事故を受けたもんじゅの改造工事の概要



温度計の交換・撤去

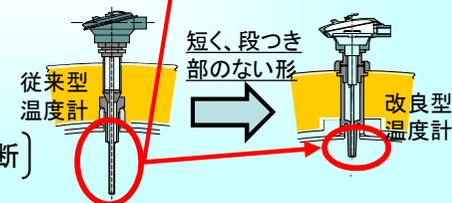
○短く、段つき部のない形の温度計に交換し、流力振動を防止する



〔事故のあった部分の配管を交換のため切断〕



〔改良型温度計〕



ナトリウム漏えい対策に係る改造

○ナトリウム漏えいを早期に検出して、速くナトリウムを抜き取り、漏えいを止める



〔ナトリウム抜き取り(ドレン)配管の追加設置〕



〔総合漏えい監視システムの追加設置〕

既存のナトリウム漏えい検出器に加え、2次系の各部屋に監視カメラを新設し、その映像も含め、中央制御室にナトリウム漏えいに関する情報を一括して自動的に表示

漏えいナトリウムによる影響の抑制に係る改造

○窒素ガス注入設備の設置、壁・天井への断熱材の設置、換気空調設備の改造等により、ナトリウム漏えい時の施設への影響を抑制する



窒素ガス貯蔵タンク

〔窒素ガス充填設備の設置工事〕

2次冷却系においてナトリウム漏えい時に漏えいをした部屋に窒素を注入



〔断熱材の取付工事〕

コンクリートは100℃を超えると、保有している水分が急激に放出されるので、壁・天井に断熱材を設置しコンクリートの温度上昇を抑制

この他にも安全性向上のため、蒸気発生器の水漏えいを確実に検知して早く水を抜き取るための工事等を実施