

地震後の設備健全性確認

<(5)設備被害>

(No.1, 3関連)

平成27年4月23日

東北電力株式会社



目次

1. 女川1号機 原子炉建屋天井クレーン走行部損傷について
2. 3. 11東日本大震災に伴う女川原子力発電所の軽微な被害状況について



1. 女川1号機 原子炉建屋天井クレーン 走行部損傷について(No.1関連)

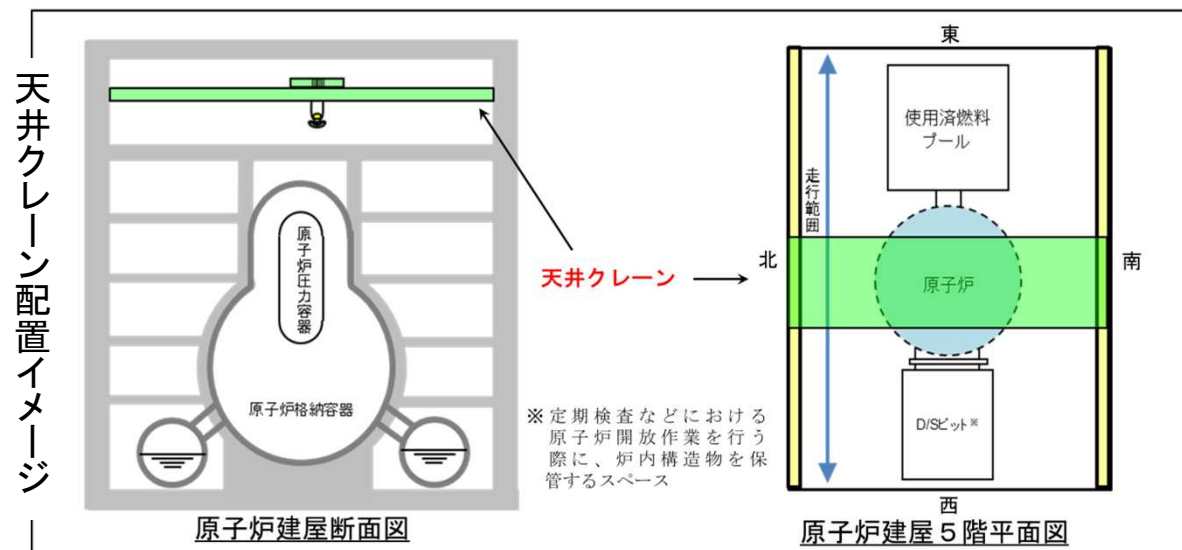


1.1 女川1号 原子炉建屋天井クレーン走行部損傷 事象概要

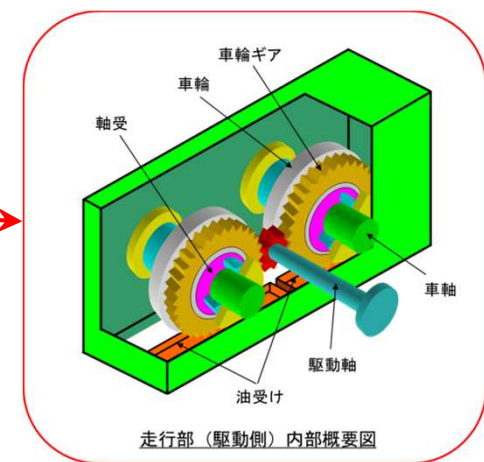
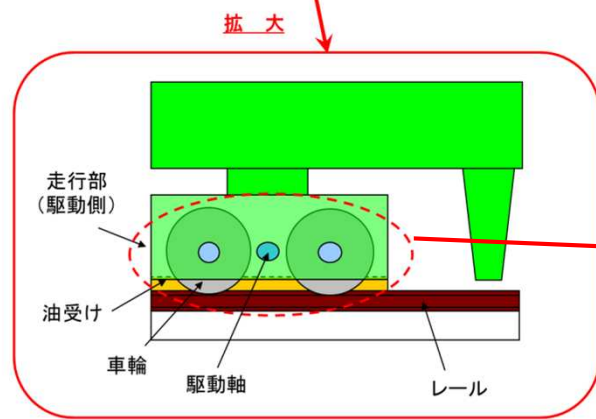
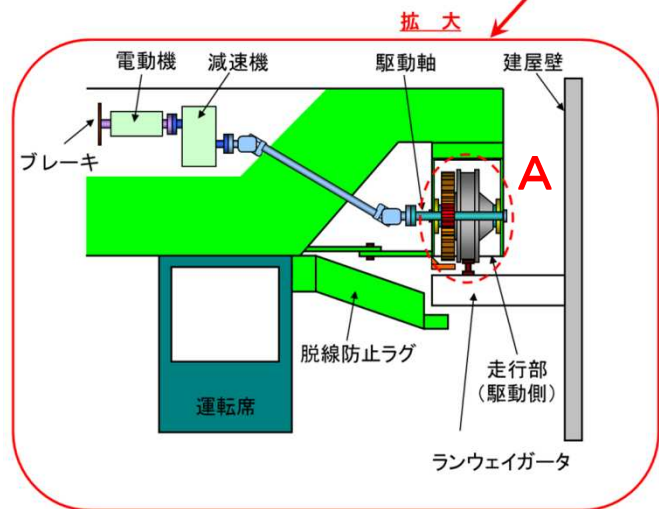
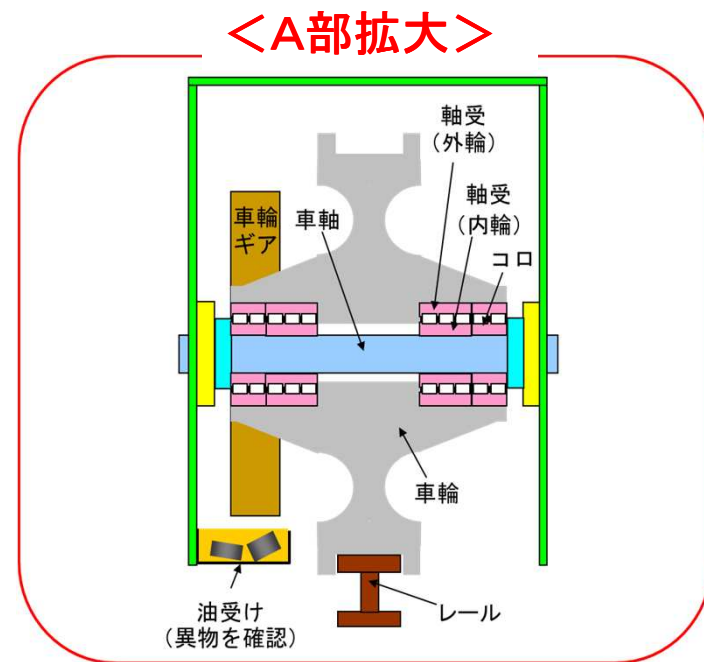
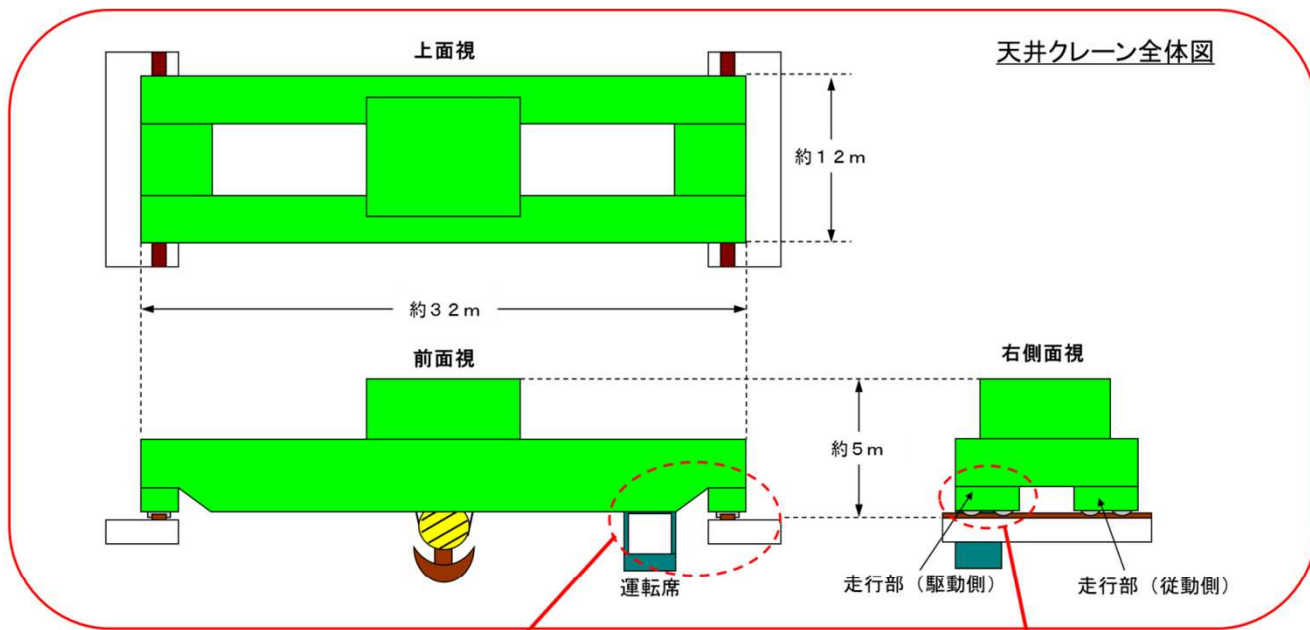
1. 事象の概要

- ◆ 東北地方太平洋沖地震後の走行確認試験において、異音が確認された。(平成23年9月)
- ◆ 異音発生の原因調査を実施していたところ、4箇所ある当該クレーンの走行部のうちの1箇所(南西側走行部)において、走行部軸受の損傷が確認された。(平成24年6月)
- ◆ その後、南西側走行部以外の走行部(3箇所)についても同様に軸受の損傷が確認された。
- ◆ 本事象は、法令トラブルと判断し、原因ならびに再発防止対策を取り纏め、国へ報告した。(平成25年11月)

名称	原子炉建屋クレーン	
種類	天井走行式	
定格荷重	主巻	100トン
	補巻	5トン
総重量	約211トン	
クレーンスパン	約31m(南北)	
走行範囲	約30m(東西)	
耐震クラス	Bクラス(Aクラス地震で落下しないことを確認)	



1. 2 天井クレーン走行部構造図



1. 3 天井クレーン走行部損傷の状況

2. 軸受損傷の状況

- ◆ 4箇所ある走行部の分解調査を実施した結果、全ての走行部軸受に損傷を確認した。
- ◆ 損傷は、水平荷重を受ける軸受つば部に多く確認され、内輪および外輪の一部および軸受コロにも損傷が確認された。

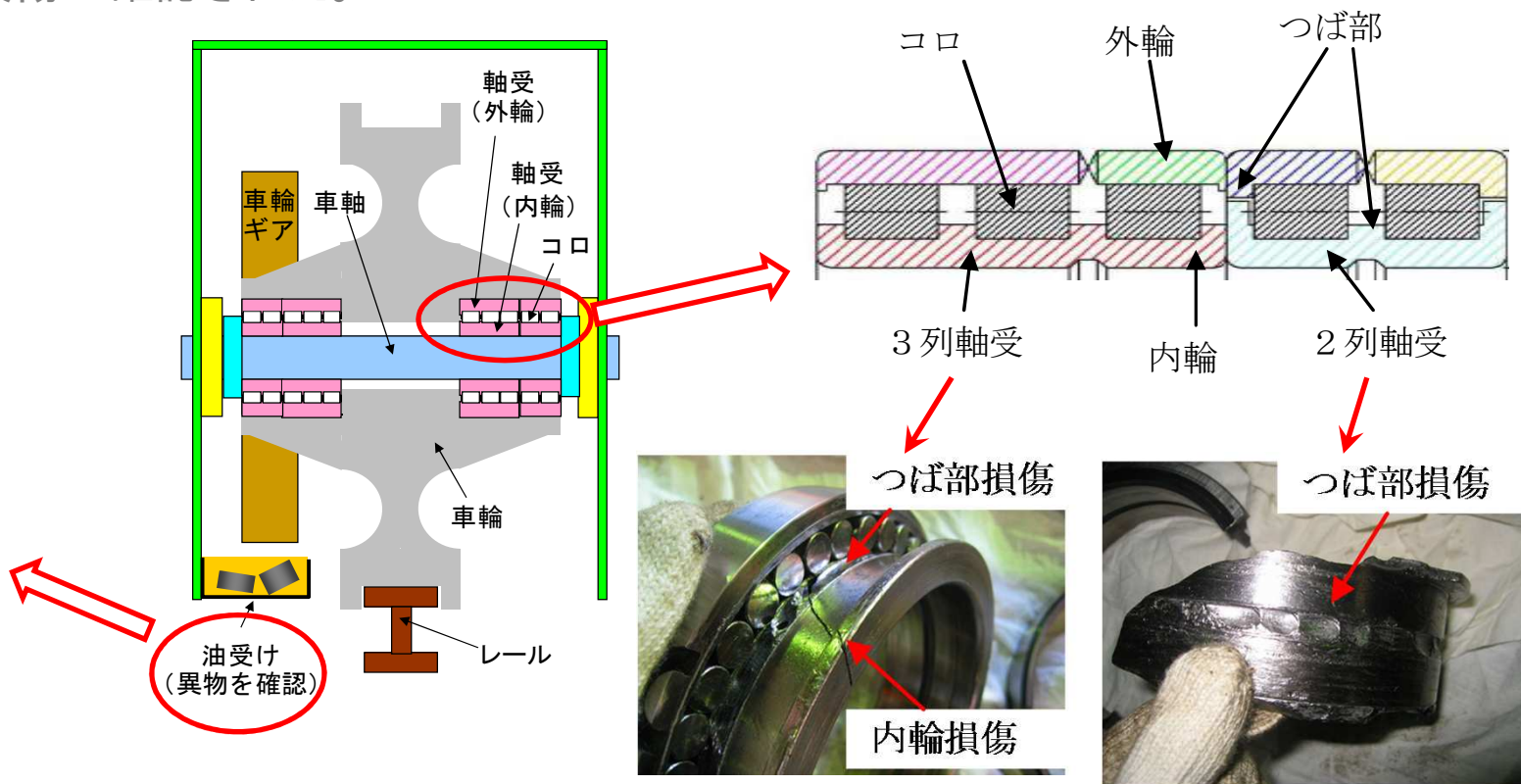
南西側走行部で確認された軸受損傷部品(平成24年6月)



損傷写真(内外輪)



損傷写真(コロ)



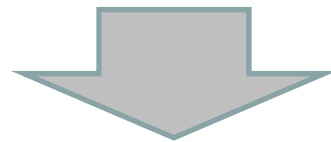
全走行部分解調査の結果確認された軸受損傷状態(代表例)



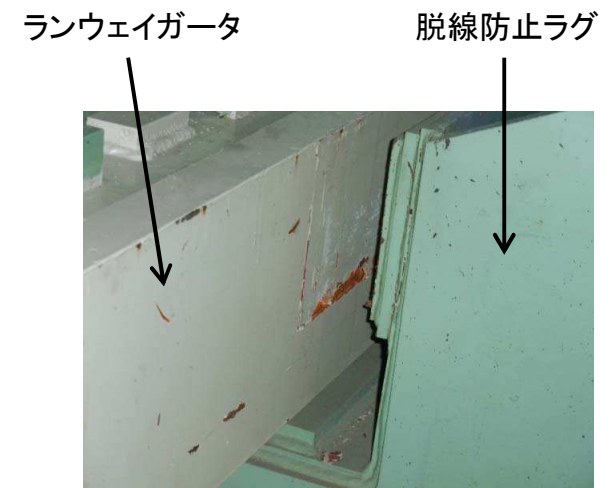
1.4 天井クレーン走行部損傷 その他部位の点検結果

3. その他の部位の点検結果

- ◆ 当該クレーンについて外観点検を実施した結果、走行部以外の部位について、クレーンの機能に影響を及ぼすような有意な損傷がないことを確認した。
- ◆ クレーンの落下による重要な機器の損傷を防止するために取り付けられている脱線防止ラグに接触跡が確認された。



今回の地震により過大な荷重が付加され、当該クレーン本体の脱線防止ラグがランウェイガータ(建屋に設置された走行レールの架台)に接触したものと推定。



脱線防止ラグ接触状況

1.5 天井クレーン走行部損傷に係る原因調査

4. 軸受損傷原因調査結果

(1) 使用環境による影響

腐食, 疲労, 摩耗および吊荷過大荷重等, 使用環境状況を確認し, 軸受損傷の要因とならないことを確認した。

(2) 設計, 製作, メンテナンスによる影響

構造不良, 材料不良, 組立不良および定期点検状況を確認し, 軸受損傷の要因とならないことを確認した。

(3) 地震による影響

損傷した軸受の金属調査(破面観察)等を実施したところ, 地震等大きな荷重が付加されたことにより損傷に至ったものと推定された。

また, 地震荷重評価の結果, 東北地方太平洋沖地震の水平地震荷重が, 当該軸受(つば部)の破壊強度を上回っていたことを確認した。



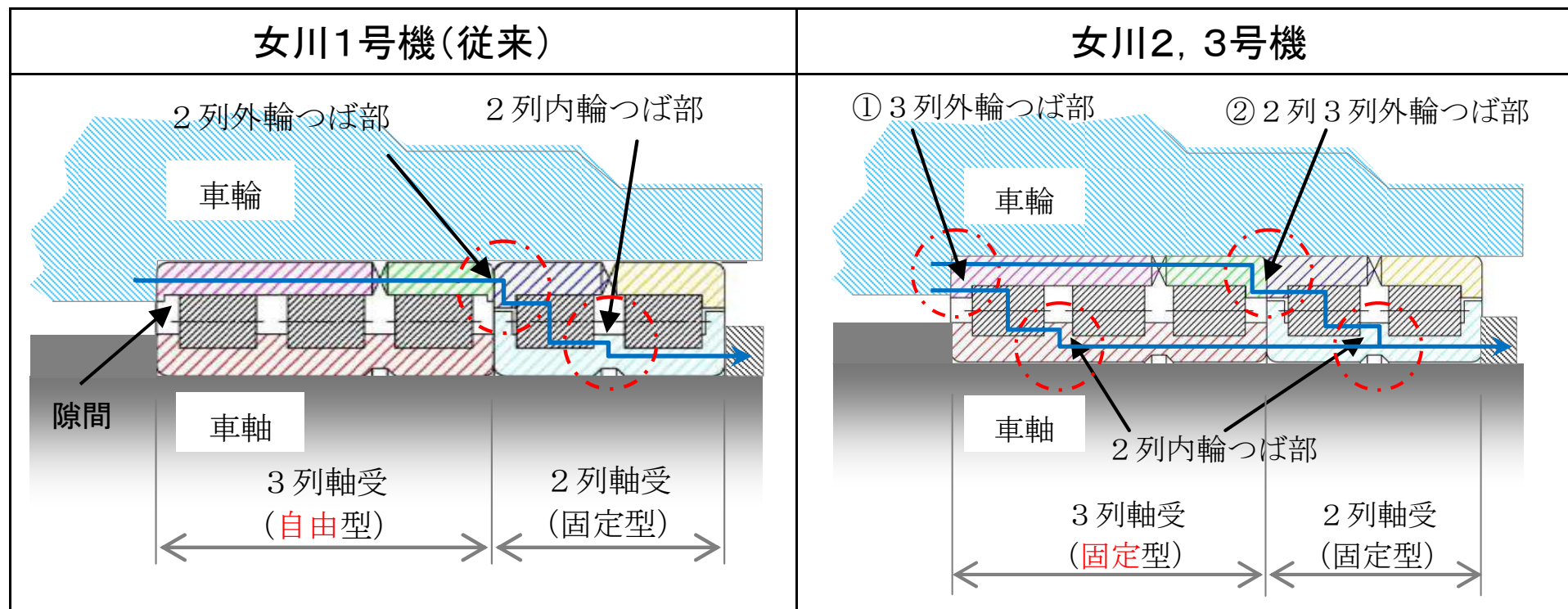
当該クレーン走行部軸受の損傷状況および地震荷重評価の結果より,
走行部軸受損傷の原因は, 水平地震荷重によるものであると判断。



1.6 天井クレーン走行部損傷に係る再発防止対策

5. 再発防止対策

- ◆ 女川1号機原子炉建屋天井クレーンについては、水平地震荷重により走行部軸受が損傷したことに鑑み、水平方向の荷重を受け難い軸受(女川2, 3号機の当該クレーン軸受と同仕様)に交換した。
- ◆ 取替後の軸受は固定型であることから、水平荷重が2列および3列軸受に分散され、今回損傷したつば部に付加される最大の水平荷重が従来の約半分となり、東北地方太平洋沖地震と同程度の地震を想定した場合であっても強度上満足する。



1.7 原子炉建屋天井クレーンの機能要求

《当該クレーンの機能要求》

(機能要求)

当該クレーンは、「安全上重要な機器等を定める告示(経済産業省告示327号)」により、「燃料を安全に取り扱う機能※」が要求される。

※「新燃料の搬入から使用済燃料の搬出までの取扱いにおいて、関連する機器間を連携し、当該燃料を搬入、搬出又は保管できる能力があること」

- ・東日本大震災後も、当該クレーンは異音があったものの走行可能な状態。
 - ・異音発生原因の調査を行っていたところ、走行部軸受が損傷していることを確認。(H24.6)
- ⇒ この時点で、当該クレーンに必要な機能を満足していないものと判断

(耐震上の要求)

当該クレーンは耐震重要度分類Bクラスであるが、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601・補-1984」により使用済燃料プール等耐震Sクラス設備への波及的影響防止として落下しないことが要求される。

- ・点検の結果、当該クレーンの落下防止機能を担うクレーンガーダおよび脱線防止ラグに異常なし
- ⇒ 当該クレーンの落下防止機能は満足していたことを確認



・当該クレーンは、主に新燃料や原子炉格納容器・原子炉圧力容器の蓋などを吊上げるための設備であり、今回のような大地震発生後には、点検により異常がないことを確認した上で使用するものである。今回のように異常が認められた場合には、設備復旧後に計画的に使用するものであり、プラントの安全性に影響を与えるものではない。

・なお、3.11地震においても、1号機は2,3号機と同様に設計通り安全に停止し、「止める」・「冷やす」・「閉じ込める」機能が維持されており、プラントは安全に停止している。



2. 3. 11東日本大震災に伴う 女川原子力発電所の軽微な被害状況 について(No.3関連)



2-1. 東日本大震災に伴う設備の被害状況

- 震災に伴い以下の設備被害が発生
 - 軽微な被害：61件
 - 法令等の報告事象：5件

- 軽微な被害

発電所の主要設備※における安全性に影響を及ぼさない被害

⇒大部分の被害は地震・津波による単独事象

⇒軽微な被害が起因となり重大な被害に至った事象はなし



法令等の報告事象「1号機高圧電源盤の火災」から波及した二次的な被害としては、法令等の報告事象が1件、軽微な被害が2件。

※「安全上重要な機器」「タービン本体」「変圧器」「遮断機」「モニタリング設備」等の設備。



2-2. 1号機高圧電源盤の火災から波及した二次的な被害

◆ 起因となった事象

設備名称	被害概要	区分
常用高圧電源盤(A)	当該電源盤が地震の影響で焼損 (なおB系および非常用電源は問題なし)	法令等の報告



高圧電源盤と被害を受けた設備は、制御回路がつながっており、高圧電源盤の焼損により被害が波及

◆ 二次的な被害

非常用ディーゼル発電機(A)機能喪失	電圧調整などに使用している回路が損傷 (震災後の4月1日に実施した定期試験※を発端として発生したものであり、震災時は問題なく運転していた)	法令等の報告
125V直流電源系の地絡	当該電源系配線が地絡	軽微な被害
母連しゃ断器の制御電源喪失	当該しゃ断器の制御電源回路の電圧が変動	軽微な被害

※ 設備が問題なく運転できることを確認するため、保安規定に基づき定期的に行っている試験

以上の様な被害はあったものの、震災時は非常用ディーゼル発電機は健全(**非常用電源は確保**)であり、発電所の安全性に影響はなかった。



参考資料

地震後の設備健全性確認

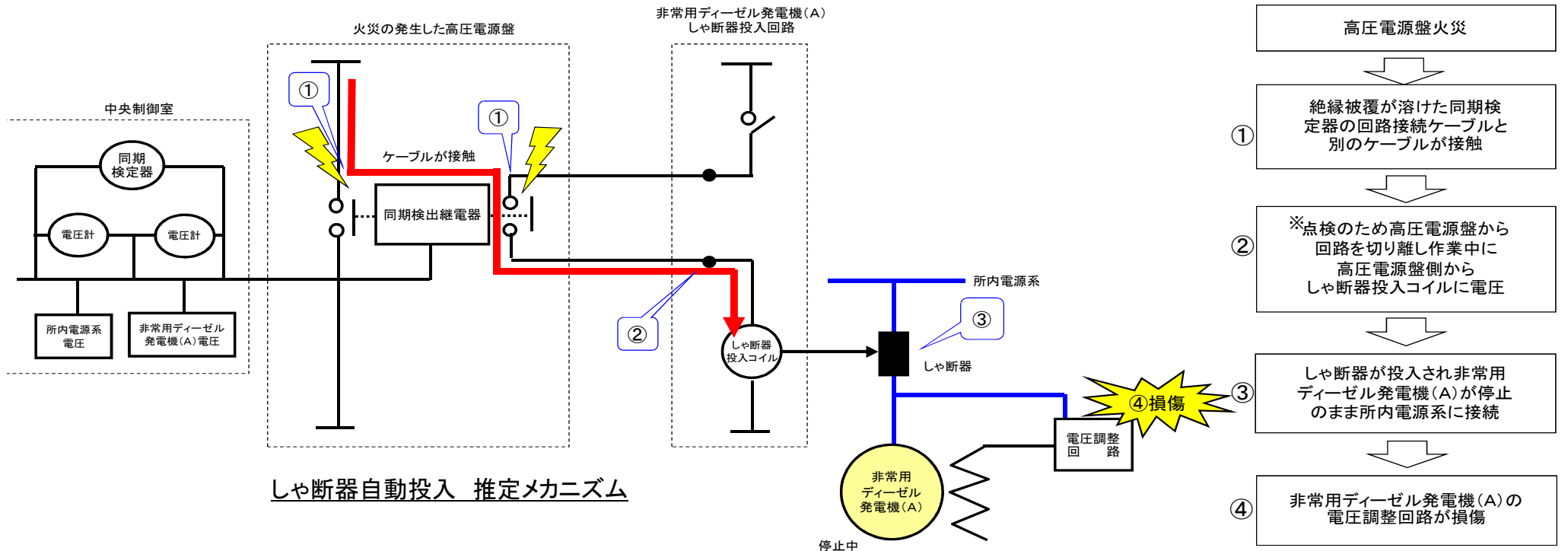
<(5)設備被害>

(No.3関連)



<参考資料1> 1号機 非常用ディーゼル発電機(A)機能喪失

非常用ディーゼル発電機(A)電圧調整回路損傷の推定メカニズム



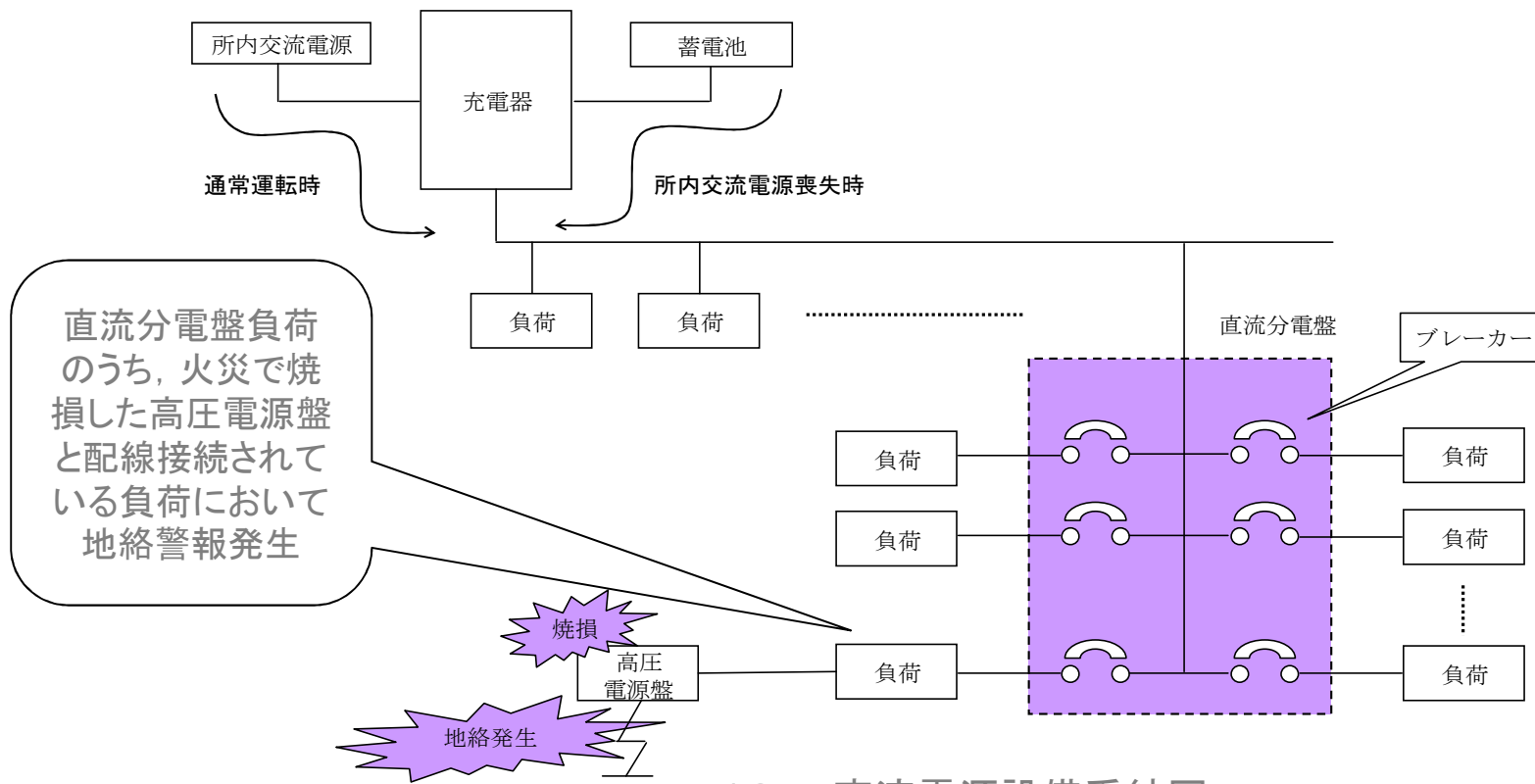
【対応】

○火災が発生した高圧電源盤を耐震性の高い横置き型へ変更。

○非常用ディーゼル発電機の信頼性向上のため、同期検定器の故障が、非常用ディーゼル発電機に影響しないよう、定期試験等の必要な場合のみ接続するように回路の改善を図った。



<参考資料2>1号機 125V直流電源系の地絡



直流分電盤負荷のうち、火災で焼損した高圧電源盤と配線接続されている負荷において地絡警報発生

125V直流電源設備系統図

【原因】

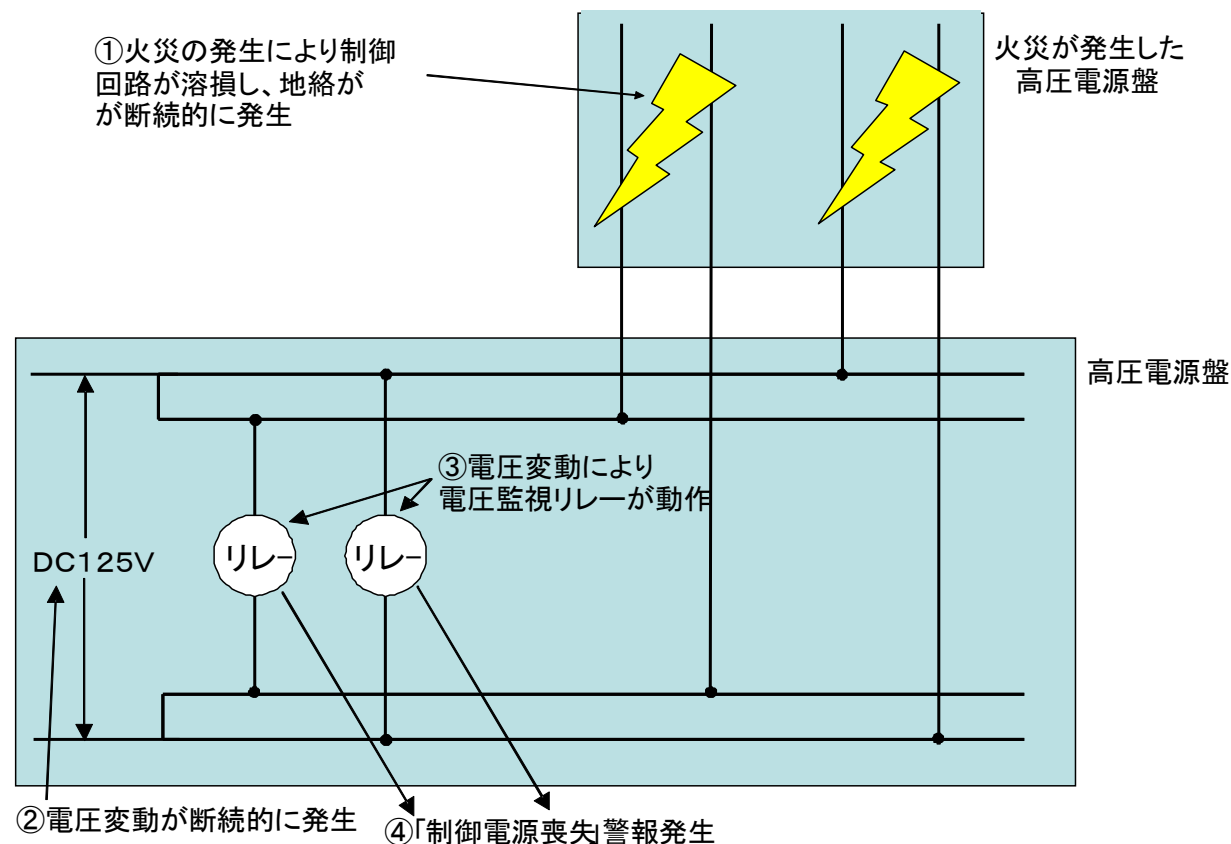
○火災で高圧電源盤内の配線が焼損し、焼損箇所にて地絡が発生した影響により、配線接続されていた125V直流電源盤の負荷で地絡警報が発生したものと推定。

【対応】

- 125V直流分電盤と高圧電源盤との接続箇所を切り離し、その後高圧電源盤の更新(耐震性の高いタイプ)および焼損ケーブルの張替えを行い、正常な状態へ復旧した。
- なお、地絡が発生しても電源供給機能に問題なし



<参考資料3>1号機 母連しゃ断器の制御電源喪失



【原因】

○火災が発生した高圧電源盤内の制御電源回路が溶損し、溶損箇所にて地絡が発生した影響により、溶損した制御電源回路と接続されている当該高圧電源盤内の母連しゃ断器用制御電源回路の電圧が変動し、制御電源喪失警報が発生ものと推定。

【対応】

○火災が発生した高圧電源盤との接続箇所を切り離れた。また、点検の結果、母連しゃ断器用制御電源回路に問題はなかったことから、火災が発生した高圧電源盤の更新(耐震性の高いタイプ)を実施したのち、正常な状態へ復旧した。

○なお、母連しゃ断器は、火災が発生した高圧電源盤(常用系)へ電源を供給するための設備である。

