

小口径枝配管の信頼性向上に関する研究

A Study on Improving Reliability of Small Diameter Branch Pipes

小林 修二 (Shuji Kobayashi)* 光田 弘道 (Hiromichi Mitsuda)*

要約 小口径枝配管信頼性向上は、原子力発電所において、安全、安定運転のため重要な事項である。また、小口径枝配管の信頼性を向上するための第一歩は、その配管の故障発生原因となる恐れのある問題点を見つけたすことである。このため、本研究は、この問題点を見つけたす方法を開発することを目的として実施した。

我々は、トラブル情報に基づいて実施している現行の機器信頼性向上の方法について検討した。それを基に、故障発生原因となる恐れのある問題点を見つけたすための新しい方法を提案した。次に、この新しい方法を代表的原子力発電所の小口径枝配管に実地適用した。その結果を基に、小口径枝配管の問題点を見つけたすために使用できる重要なチェック項目を選定した。

キーワード 小口径枝配管、原子力発電所、信頼性向上、故障発生原因、トラブル情報

Abstract Improving the reliability of small diameter branch pipes (SDBPs) is important for safe and stable operation of Nuclear Power Plants (NPPs). Identification of deficiencies in SDBPs is the first step to improve reliability of those pipes. This study was carried out to find a method for identification of deficiencies in SDBPs.

We studied the current method to improve the reliability of equipment, based on abnormal occurrence reports. After that, we proposed a new method to identify deficiencies in equipment. Next, we conducted the new method on SDBPs in typical NPPs. Finally, we selected some important items to check which can be used to identify deficiencies in SDBPs.

Keywords small diameter branch pipe, nuclear power plant, improving reliability, identification of deficiency, abnormal occurrence report

1. はじめに

平成5年度に、日本国内において、原子力発電所の運転を停止させることとなった小口径枝配管のトラブルが3件発生した。このため、我々は、小口径枝配管の信頼性向上が、発電所の安全、安定運転のため重要な事項であるとの認識のもとに、その信頼性向上に関する研究に取り組んだ。小口径枝配管の信頼性を向上するための第一歩は、その配管の「故障発生原因となる恐れのある問題点（以下、「問題点」と言う。）」を見つけたすことである。このため、本研究は、この問題点を見つけたす方法を開発することを目的として実施した。

我々は、小口径枝配管について、概要を調査した。

そして、トラブル情報に基づいて実施している現行の機器信頼性向上方法について検討した。それを基に、問題点を見つけたすための新しい方法を提案した。次に、この新しい方法を代表的原子力発電所の小口径枝配管に実地適用した。その結果を基に、小口径枝配管の問題点を見つけたすために使用できる重要なチェック項目を選定した。

2. 小口径枝配管の概要

「枝配管」とは、母管（系統配管）、ポンプ、タンク等に取り付けられたベント管、ドレン管、計装配管などのことあり、本報告書においては、呼び径50 A（2 B）以下の枝配管を「小口径枝配管」と言

* (株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所

う。小口径枝配管の多くのものはソケット溶接で母管等に取り付けられている。

図1に小口径枝配管の例を示す。図には、加圧水型軽水炉の蒸気発生器で発生した蒸気をタービンに導く系統配管である主蒸気管に取り付けられたベント管を示している。このベント管は、母管である主蒸気管に取り付けられた管台にソケット溶接されている。平成5年7月に加圧水型軽水炉において、この溶接部から蒸気が漏えいするというトラブルが発生した。その原因としては、溶接部に施工不良があり、運転時の微振動のため、当該溶接部にひび割れが発生、進展し、蒸気の漏えいに至ったものと推定されている⁽¹⁾。

3. 機器信頼性向上方法についての検討

3.1 現行の機器信頼性向上方法

図2の上部には、現行のトラブル反映による機器信頼性向上方法についての概略を示す。

原子力発電所を運転している会社がトラブル情報を入手すると、研究者または技術者がそのトラブル

の原因を見極めるために分析を行うとともに、その会社の発電所の同様な機器に同じ部品を使用しているかどうかを調らべる。もし、同じ部品が使用されていると認識した場合には、その機器に使用している部品において同様なトラブルが発生する可能性について注意深く調査する。このようなトラブル反映検討により機器の特定の部品に問題点が見つければ、その機器の部品に対する必要な変更または改善が行われ、トラブル発生の可能性が除去される。

このトラブル反映方法は、速やかに機器の信頼性を向上させるためには良い方法である。けれども、次に示す二つの欠点を抱えている。第一に、それぞれのトラブル原因に対する反映検討の実施時期が異なるために、設備変更がなされたものはトラブル反映検討対象から外れやすい。即ち、トラブル反映検討がかなり古い時期に実施された機器を、その後変更するときにトラブル反映検討がなされないで変更してしまう可能性がある。第二に、トラブル反映検討はトラブルを生じた機器と同様の機器に着目されやすい。このため、トラブル発生機器とは異なった機器にトラブルを生じたものと同様な部品があった場合にその部品に内在する同様な問題点を見逃して

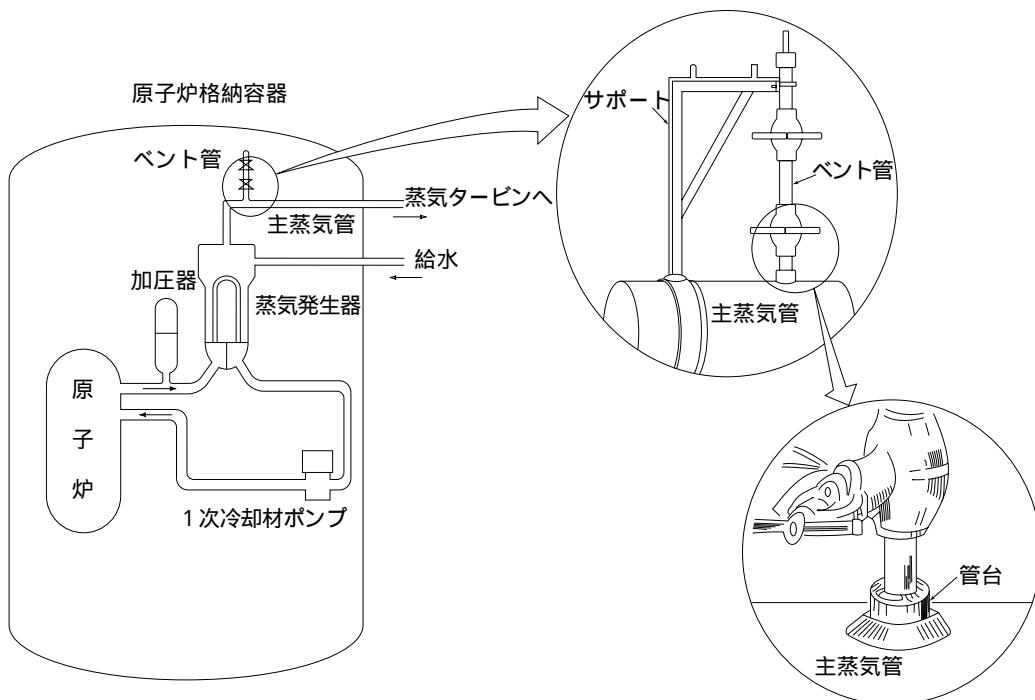


図1 小口径枝配管の例 (主蒸気管のベント管)

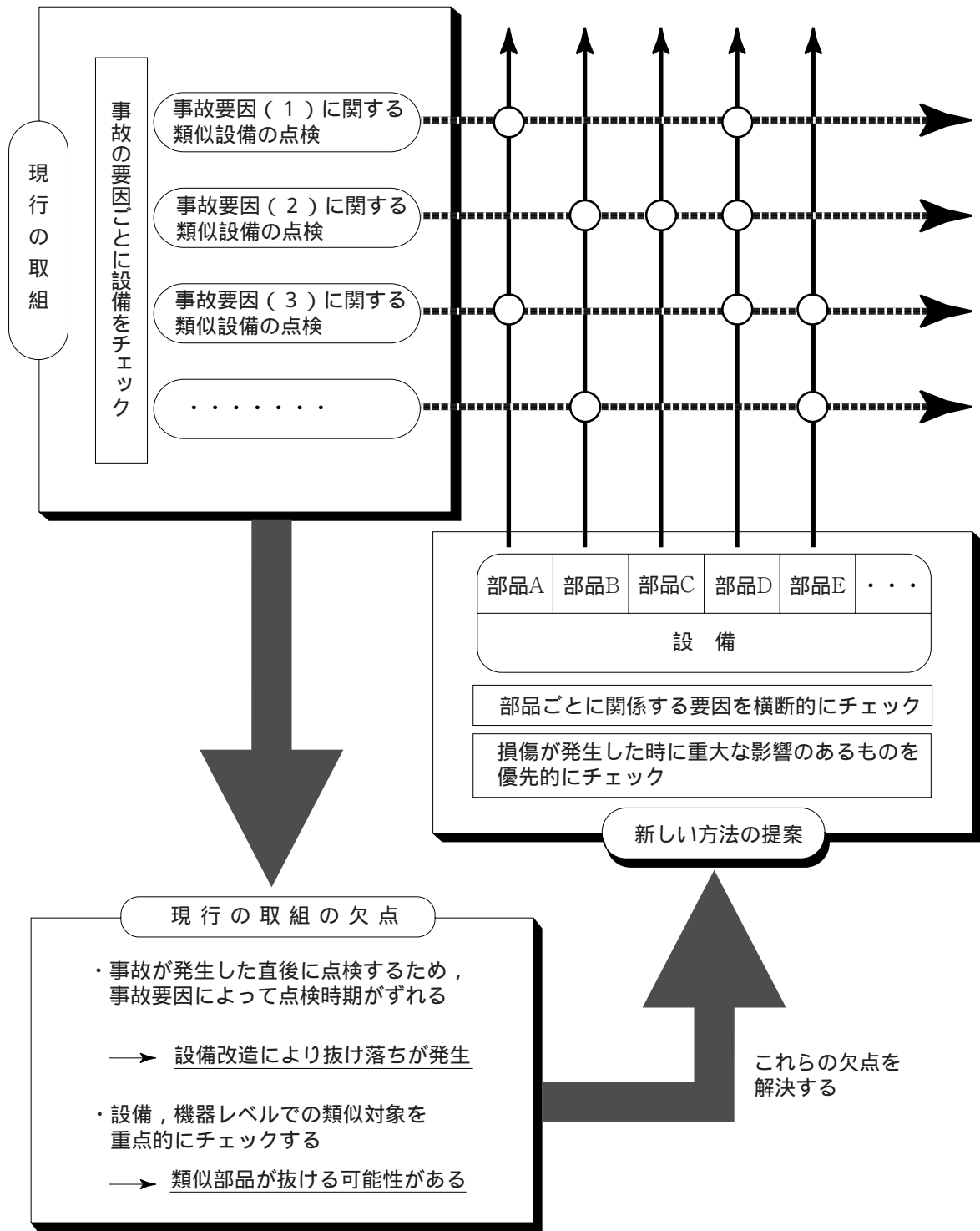


図2 トラブル情報に基づいて実施している機器信頼性向上方法（現行の取組と新しい方法の提案）

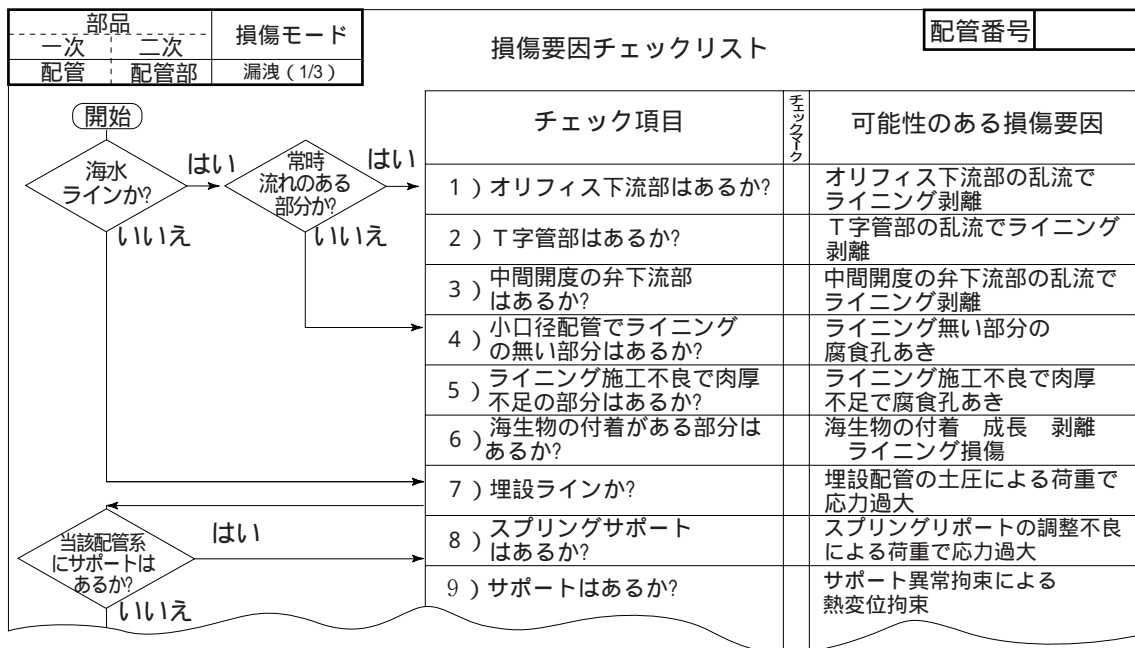


図3 損傷要因チェックリストの例

しまう可能性もある。

3.2 新しい機器信頼性向上方法の提案

現行の機器信頼性向上方法における、この二つの欠点を解決するため、保守に関する新しい方法を提案した。図2の下部に、現行の方法と比較して、この新しい方法を示す。それは、収集した全てのトラブル情報を基に、それぞれの部品毎に「損傷要因チェックリスト」を作成し、そのチェックリストを用いて、原子力発電所の安全、安定運転のため重要な機器の全ての部品の点検を行う方法である。

このように、収集した全てのトラブル情報を網羅した部品毎のチェックリストを用いることにより、抜け落ちのない点検ができると期待される。

3.3 新しい方法の実地適用

損傷要因チェックリストは次の手順で作成した。まず、配管に関するトラブル情報を収集した。収集した450以上の情報について、トラブル事例とその

原因の記録を調べた。その結果を部品毎、損傷モード毎、損傷要因毎に分類し、それぞれについて損傷が発生しやすい部位あるいは状態を明らかにした。次に、小口径枝配管を部品に展開し、部品毎、損傷モード毎に、可能性のある損傷要因をリストアップし、チェック項目として整理した。作成した損傷要因チェックリストの例を図3に示す。

このチェックリストを用いて、代表的加圧水型原子力発電所の小口径枝配管の点検を行った。点検は、設計、保守活動および実物配管に対して実施した。その結果、いくつかの問題点を発見し、改善を提言した。

4. 重要なチェック項目の選定

最後に、代表的加圧水型原子力発電所の小口径枝配管の点検で発見された問題点について、同様な問題点を見つけだすために必要なチェック項目は何かという観点から検討を加えた。その結果を基に、小口径枝配管の問題点を見つけだすために使用できる重要なチェック項目を、表1のとおり選定した。

表1 小口径枝配管の問題点を見つけたすために重要なチェック項目

部 品	損 傷 要 因	チェック項目
a. 配管部	(a) 母管振動との共振による疲労亀裂発生	1. サポートの緩み, 破損がないこと 2. 振動評価がなされていること
	(b) 配管の熱変位拘束に起因する過大応力による亀裂発生	3. 熱変位する配管のUボルトサポートが配管を異常拘束していないこと
		4. 配管が他の構造物に接触していないこと
	(c) 異物との接触による SCC	5. ステンレス配管に異物が付着していないこと
	(d) 配管表面の傷に起因する疲労亀裂発生	6. 配管表面に有害な傷がないこと
b. 溶接部	(a) 溶接不良に起因する亀裂発生	7. 溶接部の健全性検査がなされていること
c. 温度計用座	(a) 流体励起振動と溶接不良に起因する溶接部の亀裂発生	8. 溶接部の健全性検査がなされていること
d. その他全般	(a) 不十分な旧基準に起因するトラブル発生	9. 最新プラントの設計プラクティスとの比較チェック
	(b) 不正確な系統図使用に起因するヒューマンエラー発生	10. 系統図, 配管図と実物との比較チェック

5. 結論

小口径枝配管の故障発生原因となる恐れのある問題点を見つけたすための新しい手法を提案した。それは、収集した全てのトラブル情報を網羅した部品毎のチェックリストを用いることにより、抜け落ちのない点検を行う方法である。この方法を代表的加圧水型軽水炉に実地に適用してみた。その結果を基に、小口径枝配管の問題点を見つけたすために使用

できる重要なチェック項目を選定した。選定したチェック項目を表1に示す。

文献

- (1) 通商産業省資源エネルギー庁公益事業部原子力安全管理課編, 平成6年版 原子力発電所運転管理年報, (社)火力原子力発電技術協会, 1996・9