

安全障壁の劣化による原子炉停止と自動システム起動(案)

令和 4 年 1 月 20 日

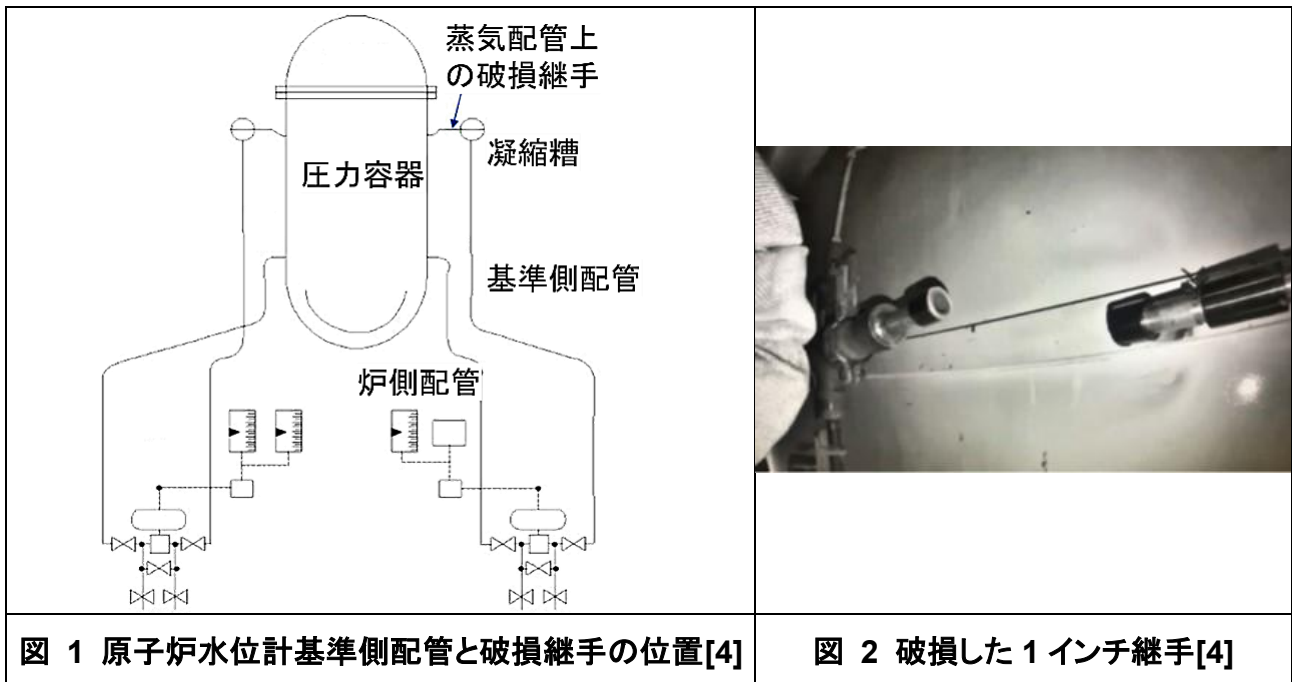
技術基盤課

1. はじめに

米国外務省事象報告 LER325/2019-002「安全障壁の劣化による原子炉停止と自動システム起動」[1]は、BWR プラントの原子炉水位計の基準側配管で使用されている 1 インチ冷やしばめ継手が水素脆化により完全破断した事例の報告である^a。本件は、第 42 回技術情報検討会 (R02-08-19)[2][3]で報告され、二次スクリーニングに移行したものである。

2. 事象概要と更新情報

2019-03-28、米国のブランズウィック-1 号機(BWR、938 MWe、定格出力中)において、狭帯域原子炉水位計異常高、ドライウェル(DW)圧力及び DW 床ドレン漏えいが増加し始めたので、手順に沿って手動原子炉スクラムした。スクラム後に格納容器隔離系や原子炉保護系が作動した。原子炉停止中の漏えい箇所不特定の原子炉冷却系(RCS)漏えい量は 15 分以上 10 gpm を超え、当該発電所規定の異常事象が宣言された。ただし、原子炉は安全停止され、RCS 保有水レベルは問題にならず、格納容器圧力は警告しきい値未満に維持された。

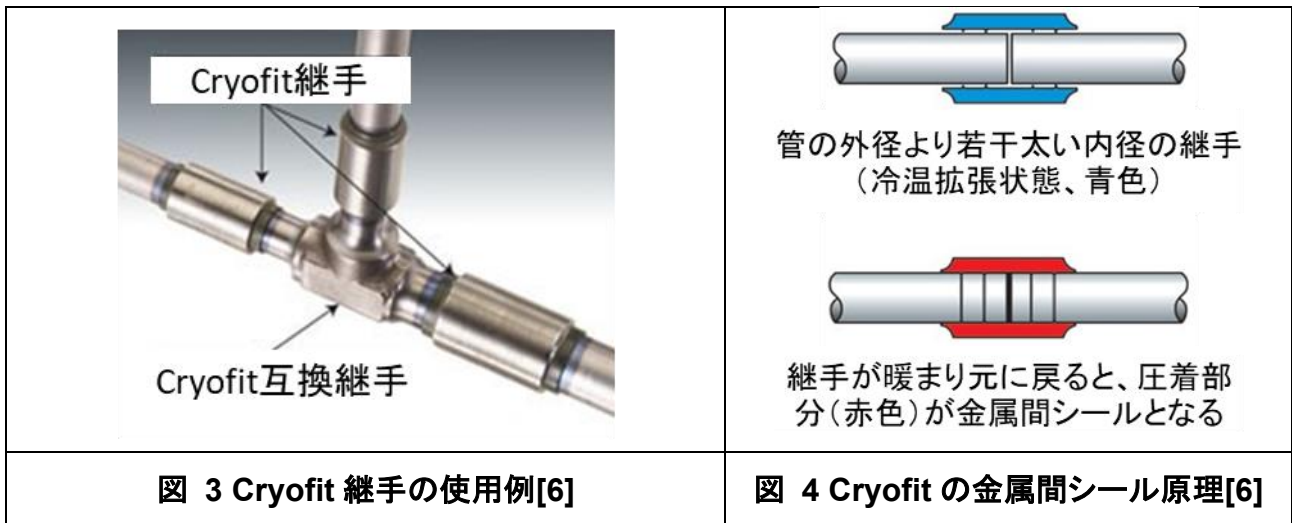


原因は、狭帯域水位計基準側配管の蒸気配管の継手(商品名:Cryofit)が中央部で完全分離(破損)したため。破損原因は水素脆化である。なお、この継手は 1 インチ以下の配管に使用され、極低温で相変化を起こす Tinel 合金(50%チタン、50%ニッケル)を主成分とする形状記憶合金製であり、溶接を要しない「冷やしばめ」とよばれるものである。

継手破断原因は、水素脆化。根本原因は、継手採用時(1980 年代)、当該継手の水素脆化感受性が高いことは知られていなかったこと。また、当該継手の水素脆化情報が告知されたが

^a 本件の出典は IAEA の事象報告 IRS8832 であるが非公開情報とされているので、公開情報である LER 等を使用して 2 次スクリーニング報告する。

(IN91-87「Raychem 製 Cryofit 継手の水素脆化」[5])、事業者は使用環境条件(PWR 条件)が当該プラント(BWR)とは異なることから対応不要と判断したとされている。さらに、漏れ量のトレンドには前兆事象は確認されていないことから、事前に防ぐことは困難だったとされている。



NRC は 2019 年 9 月に終えた特別検査[7]にて、根本原因及び是正処置等をレビューした。パフォーマンス指標が「白」であった根本原因は、水素脆化感受性のある Tinel 合金を長期間水位計に不適切に使用していたことと確認した。事業者は直ちに原子炉停止し、短期的是正処置として当該継手を溶接継手と交換した。さらに、1、2 号機とも蒸気を通る(水素脆化感受性がある)計装ラインのすべての Cryofit 継手を交換。長期的是正処置として、水素脆化にさらされない場所においても、Cryofit 継手の使用を制限するよう発電所配管仕様を変更するとともに、Cryofit 継手の水素脆化を経年劣化管理プログラムの中に入れ込んだ。以上のことから、当該発電所は適切に根本原因を評価・理解し、是正処置に取り組んでいると判断し、本件はクローズすると NRC の検査報告書に記されている。

3. 今後の対応

国内原子力発電所では、安全上重要な配管に冷やしばめ継手を使用していないことが確認されている[8]。冷やしばめの水素脆化は既知問題であるとともに、国内原子力発電所の安全上重要な配管に用いられていないことを確認したことから、本件はスクリーニングアウトとする。

4. 参考情報

- [1] LER 325/2019-002, Degraded Principal Safety Barrier, Technical Specification Shutdown, and Automatic System Actuation, <https://www.nrc.gov/docs/ML1914/ML19143A375.pdf>
- [2] 第 42 回技術情報検討会、令和 2 年 08 月 19 日、資料 42-4-4、1 次スクリーニング結果(案)、<https://www.nsr.go.jp/data/000322783.pdf>
- [3] 同上、資料 42-4-3、2 次スクリーニングの検討状況(案)、<https://www.nsr.go.jp/data/000322781.pdf>
- [4] NEI 99-02 FAQ 19-02, Brunswick RCS Leakage, <https://www.nrc.gov/docs/ML1914/ML19141A149.pdf>
- [5] IN91-87, Hydrogen Embrittlement of Raychem Cryofit Couplings, <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/gen-comm/info-notices/1991/in91087.html>

- [6] NRC ROP Monthly Meeting, May 22, 2019,
<https://www.nrc.gov/docs/ML1914/ML19141A219.pdf>
- [7] NRC SUPPLEMENTAL PECTION REPORT 05000325/2019040 AND
ASSESSMENT FOLLOW-UP LETTER,
<https://www.nrc.gov/docs/ML1928/ML19289A011.pdf>
- [8] 原子力安全推進協会との情報交換に係る面談、令和 2 年 06 月 12 日、資料 2、
<https://www2.nsr.go.jp/data/000315556.pdf>