

東北電力の原子力発電所における配管肉厚管理の概要

Overview of Pipe Wall Thickness Management at Tohoku Electric Power

東北電力（株） 秋葉 真司 Shinji AKIBA
東北電力（株） 丹治 和宏 Kazuhiro TANJI
東北電力（株） 河上 晃 Akira KAWAKAMI Member

Pipe wall thinning is an aging process that has a significant effect on the safety and safe operation of power plants and its appropriate management is an issue common to all electric power companies. Tohoku Electric Power Co., Inc. has been putting an emphasis on pipe wall thickness management since 2006, when a through-hole possibly due to droplet-impact erosion was found in the vent piping of high-pressure feedwater heater No.2 at Onagawa Nuclear Power Station unit 2. Following this incident, extensive revisions were made to the pipe wall thickness management program and we have been making efforts to improve the efficiency of the management. This report addresses such issues.

Keywords: Pipe Wall Thinning, Pipe Wall Thickness Management, Erosion

1. 緒言

配管減肉は、プラントの安全・安定運転に大きな影響を与える経年劣化事象であり、その適切な管理は各事業者共通の課題となっている。

東北電力においては、平成 18 年に女川原子力発電所 2 号機高圧第 2 給水加熱器ベント配管で、液滴衝撃エロージョンが原因と推定される貫通穴が発生したことを契機に、配管肉厚管理の大幅な見直しを実施するとともに、管理の効率化に向けた取り組みを行っている。

本報告は、東北電力の配管肉厚管理におけるこうした取り組みを紹介するものである。

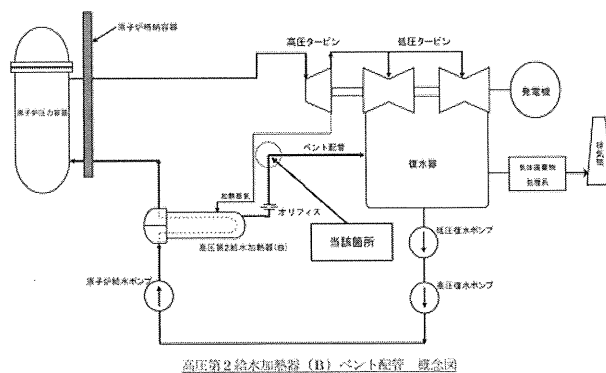


図 1 減肉箇所

2. 女川 2 号機における配管貫通穴の発生

2.1 高圧第 2 給水加熱器ベント配管の減肉

定格熱出力一定運転中の女川 2 号機において、平成 18 年 5 月、高圧第 2 給水加熱器から復水器につながる配管の曲管部に貫通穴があることが確認された。さらに、その際に取り替えた新品の当該配管に再びほぼ同じ形状の貫通穴が確認された。

調査の結果、貫通穴発生の原因は液滴衝撃エロージョンによる減肉と推定されるとともに、急激に減肉が進んだ原因は、女川 2 号機の高圧給水加熱器に特有な内部形状に起因することが判明した。

高圧給水加熱器は、熱交換効率を維持するために非



図 2 配管内面の状況

凝縮性ガスを復水器に常時排出する必要があるため、加熱器内部には、主に上部に多数の穴（ベント穴）を持つ器内ベント管が加熱器中心付近に伝熱管群に並行

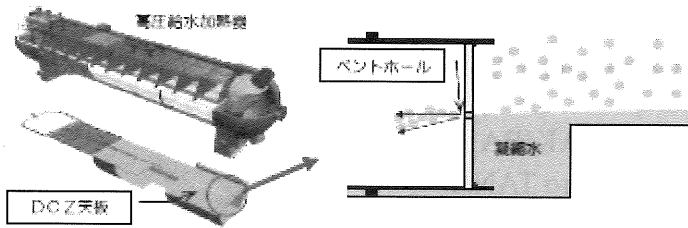


図3 器内ベント管先端中心のベント穴 (ベントホール)

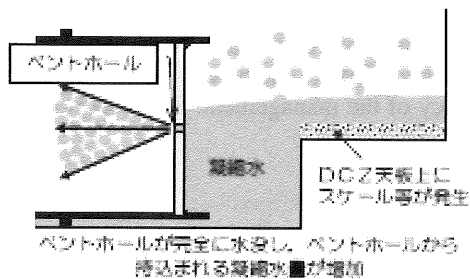


図4 器内ベント管への凝縮水の流入

に設置されており、器内ベント管は器外に出て復水器と接続されている。しかしながら、女川2号機の高圧給水加熱器特有の構造として、器内ベント管の先端中心にもベント穴（ベントホール）が設けられており、モックアップ試験等の詳細調査によって、こうした構造の場合、スケール等の堆積により高圧給水加熱器内部の水捌けが悪化すると、ベントホール周辺の水位が上昇し、器内ベント管に凝縮水が流入しやすくなることが明らかとなった。

一方、器内ベント管に持ち込まれた凝縮水は、器外配管へと導かれ、オリフィスを通る際に高速の蒸気の流れに乗るため、持ち込み凝縮水量の増大に伴い、大量の液滴がエルボ部に衝突することとなり、液滴衝撃エロージョンが急激に進行して貫通穴が発生したものと推定された。

この対策として、ベントホールを閉止して器内ベント管への凝縮水の流入を防止するとともに、オリフィスを復水器内に移設し、ベント配管の流速を低減させることとした。

2.2 配管貫通穴の発生に対する社会的影響

本事象を受け、原子力安全・保安院より配管肉厚管理の再徹底および改善を行う旨の指示を受けるとともに、地元自治体からも同様の要請を受けた。

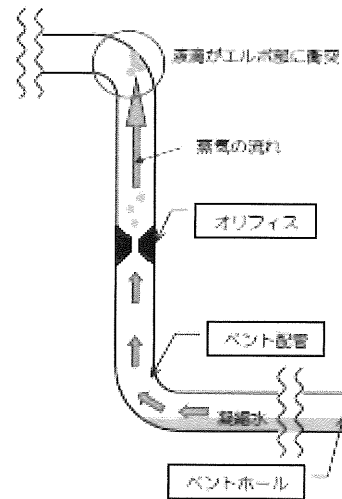


図5 エルボ部への液滴の衝突

貫通穴が発生した当該箇所は、復水器に繋がる負圧配管であり、エロージョンによる穴あきが発生しても内部流体が配管外へ流出することはなかったが、原子力発電所の配管に穴あきが発生したという事実に対する社会的反応は非常に大きいものであった。

3. 配管肉厚管理の見直し

3.1 配管肉厚管理の見直し

当社は本事象の発生を重く受け止め、配管肉厚管理の大幅な見直しを行った。

まず、環境条件等により減肉が顕著に発生すると予想される箇所については、計画を前倒して未点検箇所の点検を実施したほか、それまで最大10年としていた点検周期を最大5年とし、データの蓄積を図っていくこととした。

また、その他の減肉の発生する可能性が低い箇所についても、これまで許容していたサンプリング点検を廃止し、プラントの運転開始後約15年を経過するまでに全数点検を行うこととした。

3.2 管理見直しの影響

こうした管理の見直しに伴い、最近の定検においては1定検あたり約2,000箇所以上の配管肉厚測定を行わなければならない、関係者の負荷の大きな状況が続くと同時に、定検工程に大きな影響を与えている。

表1 最近の定検における配管肉厚測定箇所数

	定検	測定箇所数
女川1	18回(2008)	約2,700
女川2	10回(2009)	約3,200
女川3	5回(2008-2009)	約1,800
東通1	2回(2008)	約1,700

4. 配管肉厚管理の効率化に向けた取組み

4.1 関係会社との連携強化および配管肉厚管理システムの導入

膨大な数の配管肉厚測定およびその管理の確実な実施に向け、人的資源のさらなる投入による負荷の分散、およびデータ取り扱い時のヒューマンエラーの防止を目的として次の取組みを行った。

① 関係会社との連携強化

当社関係会社である東北発電工業(株)女川支社内にプラント保全に関わる専門の課を設置して当社社員を出向させるなどしてその連携を深めるとともに、企業グループ一体となった技術力向上を目指して、これまでプラントメーカーへ発注してきた配管肉厚管理に係る業務を一部移行した。

② 配管肉厚管理システムの導入

現場測定データを測定機器からサーバーへ直接取り込むことが可能な、データベース機能を持つ配管肉厚管理システムを導入した。

4.2 オンライン配管減肉監視装置の実機適用性検証

現在の配管肉厚測定は超音波による厚さ測定(UT)を基本としている。しかしながら、UT作業に当たっては、その準備作業として足場および保温材の設置やその撤去が必要であり、こうした作業が一連の配管肉厚測定作業中での大きな負荷となっている。加えて現在のUTでは、測定者が測定対象配管に接近する必要があり、運転時における配管肉厚測定が実施できない。

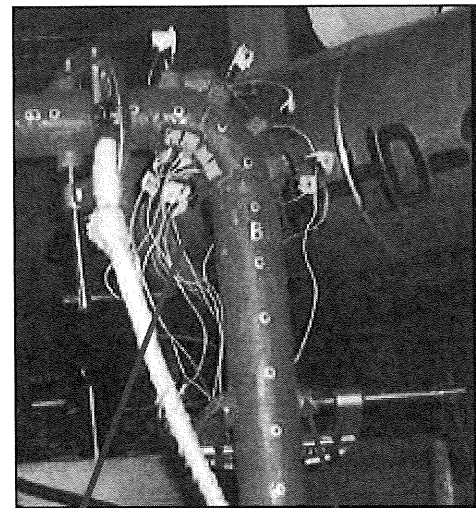
電位差法を用いた配管減肉監視装置(FSM: Field Signature Method)は、こうした課題に対する解決策の一つとなり得る手法であり、石油化学分野ではすでに実機適用がなされている。

これを踏まえて、現在、本装置の実機適用性検証作業を実施中であり、その一環として平成19年12月よ

り当社女川2号機のタービン系配管において1サイクルのデータ採取を実施した。今後そのデータを詳細に分析することとしている。

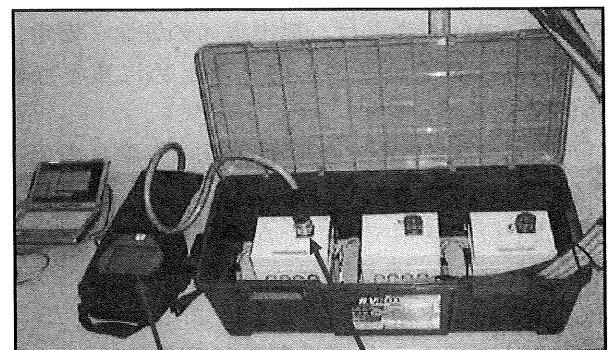
5. 結言

東北電力の原子力発電所における配管肉厚管理の見直しおよび効率化に向けた取組みについて紹介した。



センサー

電極



データ収集装置

端子箱

図6 FSMの設置状況