

# 米国原子力発電所における熱交換器本体の不具合発生傾向

## Trend Analysis of heat exchanger Failure Events at U.S. Nuclear Plants

徳久 聡 (Satoshi Tokuhisa) \*1

**要約** 原子力発電所では、多数の熱交換器が使用されている。本分析においては、原子力安全システム研究所の原子力情報データベースに登録されている米国原子力発電所の不具合事象から、熱交換器本体の不具合が扱われている25事象を抽出し、発生数の推移、不具合発生原因別、不具合発生対策別の分類を行った。その結果、熱交換器の不具合は保守不良によるものが多い。また、その対策として、手順書の改訂、補修が多い。

**キーワード** 原子力発電所、傾向分析、熱交換器

**Abstract** Many heat exchangers are used in nuclear power plants. In this study, 25 events related to the failure of the body of heat exchangers at nuclear power plants in the United States were selected from the nuclear information database owned by the Institute of Nuclear Safety System, and these events were analyzed in view of the history of occurrence, cause of failure, countermeasures and the other factor. As a result, it was found that the cause of heat exchanger failure was often poor maintenance. Also, among the countermeasures, the number of revisions of procedures and of repairs were seen to be large.

**Keywords** nuclear power plant, trend analysis, heat exchanger

## 1. はじめに

原子力安全システム研究所（以下「INSS」という）では、米国原子力発電所の不具合情報を収集し、その情報で述べられている事象から得られる教訓により、国内の加圧水型原子炉（PWR）に対策を必要とする項目がないか、分析を行っている<sup>(1)</sup>。

本分析では、前述の分析の過程において、海外原子力発電所で発生した不具合情報を収集し構築した原子力データベースに登録されている熱交換器の不具合事象の傾向分析を行うことにより、国内電力に教訓となる項目の抽出ができないか検討を行った。

## 2. 傾向分析

### 2.1 分析対象とその抽出

INSS で構築している原子力情報データベースには、1994年以降に発行された米国原子力発電運転協会（Institute of Nuclear Power Operation：以下

「INPO」という）、世界原子力発電事業者協会（World Association of Nuclear Operators：以下「WANO」という）の運転経験情報、および米国原子力規制委員会（Nuclear Regulatory Commission：以下「NRC」という）のEvent Notification Report, Licensee Event Report, 2001年以降に発行された仏国原子力安全規制局（Autorité de sûreté nucléaire：以下「ASN」という）のMAGNUC情報、国際原子力機関（International Atomic Energy Agency：以下「IAEA」という）のIRS情報が登録されている。このうち、INPO, WANOの情報は非公開情報であり、会員間の情報交換、共有を目的として作成・発行されている。一方、NRCのEvent Notification Report, Licensee Event Report, ASNのMAGNUC情報、IRS情報等は公開情報であり、一定の基準を超える事象が発生した場合に、公衆へ通知することを目的として作成・発行されている。

したがって本分析では、原子力情報データベースに登録されているなかで、2008年から2017年の過去10年間に米国原子力発電所で発生した不具合事

\*1 (株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所

象のうち、NRC のLicensee Event Reportの原文情報に「exchanger」が記載されている事象を抽出し、その内容から、蒸気発生器と復水器を除き、熱交換器本体の不具合が取り扱われると判定した事象25件を分析の対象とした。

### 2.2 全体傾向

原子力情報データベースに登録されている、2008年から2017年間の米国原子力発電所の公開情報で原文情報に「exchanger」が記載されていた不具合情報152件（2018年5月23日時点）のうち、熱交換器本体の不具合事象として25件を抽出した。

図1に米国原子力発電所で過去10年間の熱交換器本体の不具合事象の発生年毎の発生件数を示す。発生件数は毎年数件程度と少なく、同程度で推移していることがわかる。

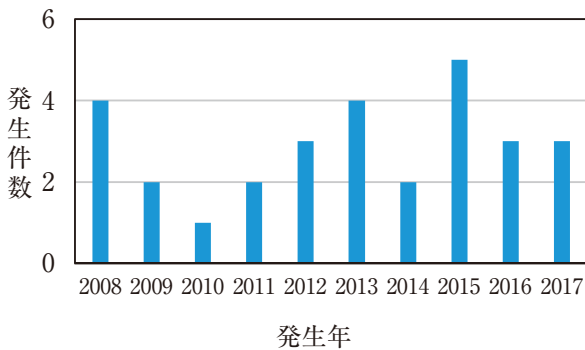


図1 熱交換器不具合発生件数の推移（米国）

熱交換器のような個別機器の場合、不具合事象として報告されるのは、熱交換器の不具合そのものが対象として取り扱われるのではなく、プラントへの影響の大きかった事象のうち、熱交換器が主原因となった場合であり、プラントへの影響の無かった事象は、報告されていないことも考えられる。

### 2.3 プラントへの影響別分類

2008年から2017年に発生した熱交換器本体の不具合25事象のうち出力運転中に発生した19事象について、プラントへの影響別に分類した結果を図2に示す。複数の影響があった場合は、そのうち最も影響が大きいと考えられるものを取り上げた。

計画外の手動停止といった原子力発電所の信頼性に直接影響を与えた事象は9件（47%）と多く、熱

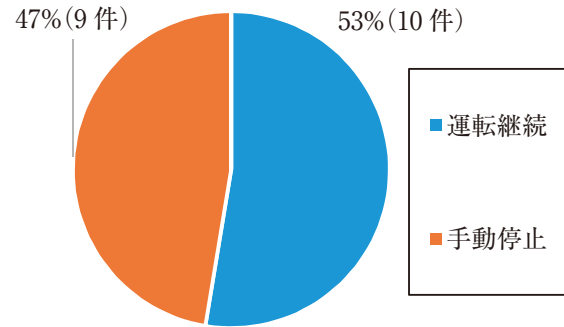


図2 プラントへの影響別分類（米国）

交換器本体の不具合発生を減少させること、すなわち信頼性を維持・向上させることがプラントの稼働率の維持・向上に寄与することがわかる。

### 2.4 不具合原因別の分類

2008年から2017年に発生した熱交換器本体の不具合事象25件について、不具合原因別に分類した結果を図3に示す。

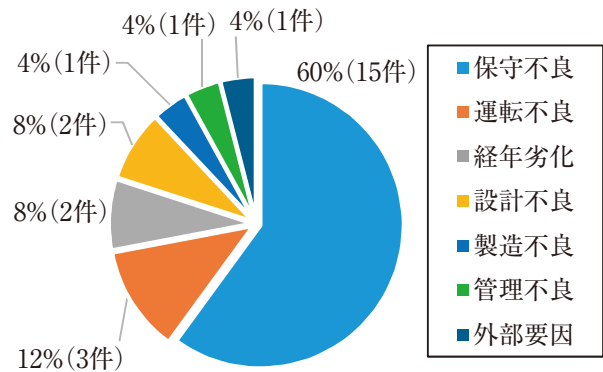


図3 不具合原因別分類（米国）

保守不良が15件（60%）と、半数以上を占め、保守に起因する不具合は多い。このことより、適切な保守を実施すれば不具合発生を低減できると考えられる。

### 2.5 不具合対策別の分類

前述の不具合事象25件の対策42件について、熱交換器本体の各不具合原因において不具合対策を分類した結果を図4に示す。なお、不具合事象と対策の件数が一致していないのは、1つの不具合事象に複数の対策があるためである。対策として、手順書の改訂（16件）、補修（14件）が多く、部品取替え（4件）、点検・解析（4件）、設計変更（4件）が少な

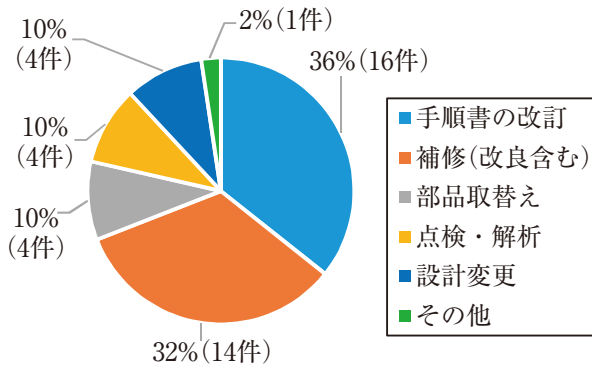


図4 不具合対策別分類 (米国)

かった。これらのことより、手順書の見直しの頻度を増やす等により不具合発生を削減することが可能となる。

## 2.6 わが国の事象の不具合抽出と分類

わが国の蒸気発生器および復水器を除く熱交換器本体に関係する不具合事象を原子力施設情報公開ライブラリー (NUCIA)<sup>(2)</sup> で調査した (2018年6月27日現在) とし、国内では2002年から2011年までの10年間で21件が報告された。米国と同様に熱交換器本体の不具合の分類を行った結果を図5に示す。設計不良が10件、保守不良が8件、施工不良が3件であった。米国と比較し設計不良の割合が高く、保守不良の割合が小さいことがわかる。

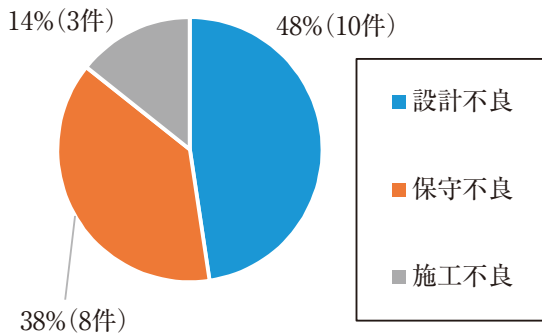


図5 不具合原因別分類 (日本)

## 3. まとめ

本分析では、公開情報に係る過去10年間に米国で報告された熱交換器本体の不具合について影響、原因、対策の3種類の切り口で分類を行い、考察を加えた。

- (1) 過去10年間に米国で報告された熱交換器本体の不具合は25件であった。発生件数は毎年数件程度と少なく、同程度で推移している。
- (2) 熱交換器の不具合発生原因のうち、保守不良の割合が米国で多かった。国内では不具合発生原因に関して、設計不良の割合が高く、保守不良の割合が小さかった。わが国では、メーカーと事業者がより一層連携し、設計、施工、保守を行っていく必要がある。

## 文 献

- (1) 宮崎 孝正他, 「海外原子力発電所における不具合事象の傾向分析 (2004年) 」, INSS JOURNAL, Vol. 12, pp. 82 (2005).
- (2) 一般社団法人 原子力安全推進協会, 原子力施設情報公開ライブラリー, <http://www.nucja.jp/> (2018年6月4日現在).
- (3) 日本原子力産業会議, 「世界の原子力開発の動向 (各年) 」.
- (4) 米国NEI (原子力エネルギー協会) <http://www.nei.org/>
- (5) (独) 原子力安全基盤機構 原子力施設運転管理年報平成24年度版 (平成23年度実績), 平成24年10月 P36.