

b. 電気配線貫通部

変更前										変更後*1																																											
種類	貫通部番号	個数	最高使用圧力 (kPa)	最高温度 (°C)	構成	主要寸法 (mm)		材料	貫通部番号	種類	個数	最高使用圧力	最高温度 (°C)	構成	主要寸法 (mm)			材料	貫通部番号																																		
						外径	長さ								外径	長さ	長さ																																				
450A 貫通部*6	X-101A	4	310*6 (kPa)	171*6	スリーブ*6	*2, *6 457.2	*2, *6 2702	[]	*6 X-101A	[]	[]	[]	[]	[]	2655*2	[]	[]	[]	[]	[]																																	
					アダプタ*6	*2, *6 457.2	[]														[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]																								
					ヘツダ*6	*2, *6 457.2																								[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]															
					ハイブ (ハウジング)*6	—																																	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]							
スリーブ*6	*2, *6 457.2	*2, *6 2711	[]	*6 X-101B X-101C	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	2664*2	[]	[]	[]	[]	[]																																			
アダプタ*6	*2, *6 457.2	[]																	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]																			
ヘツダ*6	*2, *6 457.2																																		[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]			
ハイブ (ハウジング)*6	—																																																		[]	[]	[]
スリーブ*6	*2, *6 457.2	*2, *6 2713	[]	*6 X-101D	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	2747*2, *	[]	[]	[]	[]	[]																																		
アダプタ*6	*2, *6 457.2	[]																		[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]																	
ヘツダ*6	*2, *6 457.2																																				[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]
ハイブ (ハウジング)*6	—																																																				

注記 *1: 貫通部番号 X-101A, X-101B, X-101C, X-101D については取替えを実施する。

*2: 公称値を示す。

*3: 既工事計画書に記載がないため記載の適正化を行う。記載内容は、設計図書による。

*4: 重大事故等時における使用時の値を示す。

*5: フランジを含むスリーブ長さを示す。

*6: 平成 30 年 10 月 18 日付け原規発第 1810181 号にて認可された既工事計画書の変更前の記載。

*7: 当該電気配線貫通部は、設計及びび工事の計画の認可として申請を行う。

*8: SUS304TP 相当から SUS304TP への取替えを実施する。平成 30 年 10 月 18 日付け原規発第 1810181 号にて認可された既工事計画書には記載なし。

[] は炭素鋼鋼管であり不燃材料

発電用原子力設備に関する構造等の技術基準「質疑応答集」 社団法人 火力原子力発電技術協会
参考-1 JIS又は原規格-ASME、ASTM相当材対照表 引用

工事計画認可申請	第8-1-4-2図
東海第二発電所	
名称	原子炉格納施設 原子炉格納容器 (原子炉格納容器配管貫通部及び電気配線貫通部)の構造図 X-101A, B, C, D
	日本原子力発電株式会社
	1208

電気配線貫通部に関する高経年化技術評価書
(取り替えることを前提に評価していることを示す評価内容)

電気配線貫通部の高経年化技術評価については、「添付書類二 東海第二発電所 劣化状況評価書」(平成29年11月(平成30年10月一部変更))に以下の記載があります。

5. 技術評価結果

別冊「容器の技術評価書(運転を断続的に行うことを前提とした評価)」

2.3 電気ペネトレーション(4) シール部の劣化による機密性の低下[高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション]

- ・高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションは、60年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において気密性能は維持できる
- ・重大事故等時においても気密性能は維持できる

7. 劣化状況評価で追加する項目

別冊「劣化状況評価で追加する評価に係る技術評価書」

3. 40年目評価で追加検討を要する事項の評価結果

①経年劣化傾向の評価

5. 電気・計装品の絶縁低下

a) 電気ペネトレーション

30年目の評価で電気ペネトレーション(モジュール型)については、当該品(海外製)による評価となっていなかったため、当該品による健全性評価試験を実施したが、良好な結果が得られなかったことから、60年間の健全性が確認されている現行品(国内製)に取替えることとした。

当該品(海外製)については、健全性が確認された現行品(国内製)へ取替えることで、60年の通常運転期間、設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁を維持できると評価する。

③長期保守管理方針の有効性評価

27. 電気ペネトレーション(モジュール型)の絶縁特性低下及び気密性低下
<30年目の評価結果>

(前略)但し、電気ペネトレーションの評価にあたっては、国産電気ペネトレーションのデータによる評価であることから当該品による60年想定耐環境試験を実施し、長期的な健全性を確認する必要がある。

<有効性評価>

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」及びIEEE Std.317-1976に基づき、海外製低圧電気ペネトレーションの試験を行い、健全性の確認が出来なかったことから、今停止期間中に60年の健全性が確認されている国内製低圧、高圧電気ペネトレーションへ更新を行う。

海外製電気ペネトレーションについては、通常運転期間相当、設計基準事故時及び重大事故等時条件において健全性が確認された国内製電気ペネトレーションへ取替えることで、60年の運転を想定した期間、健全性は維持できることから、長期保守管理方針は有効であったと判断する。

「7. 劣化状況評価で追加する項目」において、今停止期間中(第25回定期事業者検査期間中)に国内電気ペネトレーションへ更新を行うとしており、これを受けて「5. 技術評価結果」は、更新を前提としたものとして評価をまとめています。

以上

東海第二発電所
劣化状況評価書

平成 29 年 11 月
(平成 30 年 2 月一部変更)
(平成 30 年 9 月一部変更)
(平成 30 年 10 月一部変更)
(平成 30 年 10 月一部変更)

日本原子力発電株式会社

5. 技術評価結果

本章では、資料 4-2 及び資料 4-4 で抽出した機器・構造物に係る技術評価結果(震災の影響評価含む)、耐震安全性評価結果及び耐津波安全性評価結果の概要を記載している。

なお、各機器の詳細な評価結果については、それぞれ別冊にまとめている。

5.1 運転を断続的に行うことを前提とした機器・構造物の技術評価結果

運転を断続的に行うことを前提とした機器・構造物の詳細な技術評価については別冊にまとめているが、大部分の機器・構造物については、現状の保全を継続していくことにより、長期間の運転を考慮しても、プラントを健全に維持することは可能との評価結果が得られた。

なお、高経年化に関する技術評価結果から、現状の保全策に追加すべき項目として抽出された評価結果及び震災影響評価の概要について以下に記す。

5.1.1 容器等^{注13)}

原子炉圧力容器ノズル等の疲労割れについては、疲労評価の結果、疲労累積係数は許容値に対して余裕のある結果が得られた。高経年化技術評価に合わせて、実過渡回数に基づく評価を実施することとしているが、運転開始後 60 年時点の推定過渡回数では、冷温停止状態が維持される期間として、以下の①又は②の 2 ケースの評価条件を用い算出している。

① 2011 年 3 月～2019 年 8 月

② 2011 年 3 月～2020 年 8 月

疲労評価結果は実過渡回数に依存するため、継続的に実過渡回数の確認を把握する必要があることから、疲労評価における実過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

注 13)：疲労累積係数による低サイクル疲労の評価を実施したすべての機器

7. 劣化状況評価で追加する項目

運転開始以降 40 年目に実施する劣化状況評価においては、高経年化対策実施ガイド等により、30 年目で実施した高経年化技術評価をその後の運転経験、安全基盤研究成果等技術的知見をもって検証するとともに、策定された長期保守管理方針において意図した効果が現実に得られているか等の有効性評価を行い、これらの結果を適切に反映することとしており、以下の 3 項目を追加評価項目としている。

- ① 経年劣化傾向の評価
- ② 保全実績の評価
- ③ 長期保守管理方針の有効性評価

経年劣化傾向については、40 年目の評価は 30 年目の評価から大きく予測が変わるものではないことが確認できた。保全実績については、40 年目の評価から抽出された課題はあったものの、現状保全の継続による健全性維持の観点から課題はないことを確認した。

さらに、30 年目の高経年化技術評価に基づき策定した長期保守管理方針の有効性評価を実施した結果、有効であり、必要に応じて現状保全に反映されていると評価した。

上記 3 項目については、評価結果を「劣化状況評価で追加する評価に係る技術評価書」にまとめる。

東海第二発電所
容器の技術評価書

(運転を断続的に行うことを前提とした評価)

日本原子力発電株式会社

2.3 電気ペネトレーション

[対象電気ペネトレーション]

- ① 核計装用モジュール型電気ペネトレーション
- ② 制御用モジュール型電気ペネトレーション
- ③ 計測用モジュール型電気ペネトレーション
- ④ 制御棒位置指示用モジュール型電気ペネトレーション
- ⑤ 低圧動力用モジュール型電気ペネトレーション
- ⑥ 高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション

(4) シール部の劣化による気密性の低下[高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション]

a. 事象の説明

高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションのシール部及び電線の絶縁体として使用しているエチレンプロピレンゴムは有機物であるため、熱的、放射線、機械的、電気的、環境的要因により、経年的に劣化が進行し、リークを起こす可能性があり、経年劣化に対する評価が必要である。

ただし、高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションは静止機器であることから機械的劣化、密封状態であることから環境的劣化については影響を受けないと考えられる。

高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションのシール部の劣化による気密性の低下は、熱及び放射線による物性変化により、鋼材、導体等との接着力が低下することによるもので、この結果、プラント運転・停止による温度変化のため膨張と収縮を繰り返すことにより相互間での離が生じ、リークを生じる。

b. 技術評価

① 健全性評価

高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションの長期間の経年劣化を考慮した気密性低下の評価は、IEEE Std. 323-1974 及び IEEE Std. 317-1976 の規格をもとに行う。

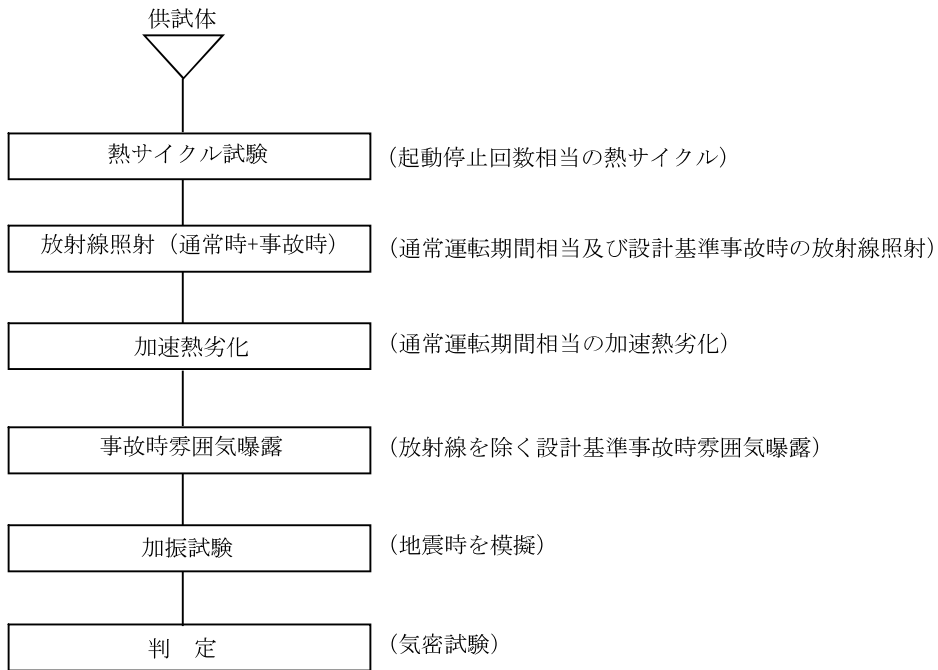


図 2.3-5 高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験手順

高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションについては、図 2.3-5 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は、表 2.3-7 に示すとおり高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションの 60 年間の通常運転期間における使用条件、設計基準事故時条件*及び重大事故等時条件*を包絡しており、試験結果は、表 2.3-8 に示すとおり、気密試験の判定基準を満足している。

重大事故等時における健全性評価にあたっては、重大事故等時の温度条件をもとに評価部位における温度を解析により求め評価に用いた。

本試験結果は、表 2.3-8 に示すとおり、気密試験の判定基準を満足しており **高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションは、60 年間の通常運転期間、設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において気密性能は維持できる**と評価する。

なお、東海第二で想定される重大事故等時における最高圧力については、事故時雰囲気曝露試験条件に包絡されていないが、同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた健全性試験において、重大事故等時条件を上回る圧力 (0.77 MPa) にて気密に対する健全性が確認されていることから **重大事故等時においても気密性能は維持できる**と評価する。

また、東海第二で想定される最大応答加速度 9.69 G については、加振試験条件に包絡されていないが、同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた加振試験において、東海第二の最大応答加速度を上回る加速度 20 G にて健全性が確認されていることから重大事故等時においても気密性能は維持できると評価する。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

東海第二発電所
劣化状況評価で追加する評価に係る技術評価書

日本原子力発電株式会社

③長期保守管理方針の有効性評価

30年目で策定した長期保守管理方針について、その後の約10年間に具体的に実施した保全実績に基づき、その有効性を評価する。

具体的には、長期保守管理方針が当初意図した結果が得られた場合においては、有効であると評価し、当初意図した結果が得られなかった等の課題がある場合には、その検討を行い、40年目の長期保守管理方針に反映する。

3. 40年目評価で追加検討を要する事項の評価結果

40年目評価で追加検討を要する事項とした以下の評価結果を次頁以降に示す。

①経年劣化傾向の評価

②保全実績の評価

③長期保守管理方針の有効性評価

①経年劣化傾向の評価

5. 電気・計装品の絶縁低下

電気・計装品の絶縁特性低下のうち、ケーブルの絶縁特性低下に対する30年目と40年目の評価を比較した結果を表5-1に示す。

ケーブルの40年目の評価では、「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案（電気学会技術報告 第Ⅱ-139号 1982年11月）」をもとに設計基準事故時及び重大事故等時の評価を踏まえた健全性確認を行うとともに「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）」に基づく設計基準事故時の評価もあわせて行い、「低圧KGBケーブル」は、60年の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において、「高圧難燃CVケーブル」、「低圧CVケーブル」、「低圧難燃CVケーブル」は、60年の通常運転期間、設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できることを確認した。

なお、「低圧難燃PNケーブル」は、28年の通常運転期間（一部線種は15年）及び事故時雰囲気において絶縁性能を維持できることを確認しており、評価期間を迎える前にケーブルを引替えることで60年の通常運転期間、設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

ケーブル以外の事故時雰囲気内で機能要求がある電気・計装品について、以下に概要を示す。

a) 電気ペネトレーション

30年目の評価で電気ペネトレーション（モジュール型）については、当該品（海外製）による評価となっていなかったため、当該品による健全性評価試験を実施したが、良好な結果が得られなかったことから、60年間の健全性が確認されている現行品（国内製）に取替えることとした。

当該品（海外製）については、健全性が確認された現行品（国内製）へ取替えることで、60年の通常運転期間、設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁を維持できると評価する。

b) 電動弁用駆動部

30年目の評価では、原子炉格納容器内及び原子炉格納容器外電動弁用駆動部の実機同等品による長期健全性試験結果から、40年通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価した。40年目の評価では、原子炉格納容器内及び原子炉格納容器外電動弁用駆動部の実機同等品による60年の運転を想定した長期健全性試験を実施し、原子炉格納容器内及び原子炉格納容器外（原子炉建屋）の電動弁駆動部は、60年の通常運転期間、設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において、原子炉格納容器外（主蒸気トンネル室）の電動弁駆動部は、50年の通常運転期間、設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できることを確認した。

③長期保守管理方針の有効性評価

27. 電気ペネトレーション（モジュール型）の絶縁特性低下及び気密性低下

<30年目の評価結果>

電気ペネトレーションの長期間の経年変化を考慮した必要性能の評価方法は、IEEE Std.317-1976「IEEE Standard for Electric Penetration Assemblies in Containment Structures for Nuclear Power Generating Stations」の規格をもとに材料がほぼ同等である国産電気ペネトレーションにて評価を行い、60年間の通常運転における使用条件及び事故時雰囲気において絶縁特性及び気密性能を維持できると評価する。

健全性評価結果より、絶縁特性の低下及び気密性の低下の可能性は低い。

また、絶縁特性の低下は、機器点検時に実施する絶縁抵抗の測定及び機器の動作試験により、気密性の低下は、点検時の原子炉格納容器漏えい率検査により把握可能と考える。

但し、電気ペネトレーションの評価にあたっては、国産電気ペネトレーションのデータによる評価であることから当該品による60年想定耐環境試験を実施し、長期的な健全性を確認する必要がある。

<長期保守管理方針>

電気ペネトレーション（モジュール型）の絶縁特性低下及び気密性低下については、60年間の運転期間及び事故時雰囲気による劣化を想定した健全性の評価を実施する。評価にあたっては、日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針（仮称）」が制定された時点で長期健全性評価への反映の要否を判断し、要の場合は健全性評価へ反映する。

<実施状況>

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」及びIEEE Std.317-1976「IEEE Standard for Electric Penetration Assemblies in Containment Structures for Nuclear Power Generating Stations」に規定された長期健全性試験条件をもとに原子力安全基盤機構による「電気・計装設備の健全性評価技術調査研究（JNES-RE-2012-0016 平成24年11月）」の成果を反映し、東海第二発電所において33年間設置使用された海外製低圧電気ペネトレーションに27年相当の劣化付与を行い60年の運転期間を想定した試験を実施していたところ、シール部に不良が発生し、良好な結果を得ることができなかった。

また、海外製高圧電気ペネトレーションのシール部に使用している材料は、低圧電気ペネトレーションのシール部に使用されている材料と同じであることから、同様にシール材の耐性は低下している可能性が高いと考えられる。

したがって、海外製低圧、高圧電気ペネトレーションについては、60年の健全性は維持できないと判断した。

<有効性評価>

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」及び IEEE Std. 317-1976 に基づき、海外製低圧電気ペネトレーションの試験を行い、健全性の確認が出来なかったことから、今停止期間中に 60 年の健全性が確認されている国内製低圧、高圧電気ペネトレーションへ更新を行う。

海外製電気ペネトレーションについては、通常運転期間相当、設計基準事故時及び重大事故等時条件において健全性が確認された国内製電気ペネトレーションへ取替えることで、60 年の運転を想定した期間、健全性は維持できることから、長期保守管理方針は有効であったと判断する。

原子炉格納容器電気配線貫通部の改造に係る添付図（構造図）の変更前後比較

改正後	備考												
<div style="border: 1px solid black; height: 700px; width: 100%;"></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><small>工事計画認可申請</small></td> <td style="width: 50%;"><small>第8-1-4-2図</small></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><small>東海第二発電所</small></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><small>原子炉格納施設 原子炉格納容器 （原子炉格納容器配管貫通部及び電気配線貫通部）の構造図</small></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><small>X-101A, B, C, D</small></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><small>日本原子力発電株式会社</small></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;"><small>1208</small></td> </tr> </table>	<small>工事計画認可申請</small>	<small>第8-1-4-2図</small>	<small>東海第二発電所</small>		<small>原子炉格納施設 原子炉格納容器 （原子炉格納容器配管貫通部及び電気配線貫通部）の構造図</small>		<small>X-101A, B, C, D</small>		<small>日本原子力発電株式会社</small>		<small>1208</small>		<p>改造に伴う変更 補足-5の内容</p>
<small>工事計画認可申請</small>	<small>第8-1-4-2図</small>												
<small>東海第二発電所</small>													
<small>原子炉格納施設 原子炉格納容器 （原子炉格納容器配管貫通部及び電気配線貫通部）の構造図</small>													
<small>X-101A, B, C, D</small>													
<small>日本原子力発電株式会社</small>													
<small>1208</small>													
改正前													
<div style="border: 1px solid black; height: 700px; width: 100%;"></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><small>工事計画認可申請</small></td> <td style="width: 50%;"><small>第8-1-4-2図</small></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><small>東海第二発電所</small></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><small>原子炉格納施設 原子炉格納容器 （原子炉格納容器配管貫通部及び電気配線貫通部）の構造図</small></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><small>X-101A, B, C, D</small></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><small>日本原子力発電株式会社</small></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;"><small>8810</small></td> </tr> </table>	<small>工事計画認可申請</small>	<small>第8-1-4-2図</small>	<small>東海第二発電所</small>		<small>原子炉格納施設 原子炉格納容器 （原子炉格納容器配管貫通部及び電気配線貫通部）の構造図</small>		<small>X-101A, B, C, D</small>		<small>日本原子力発電株式会社</small>		<small>8810</small>		
<small>工事計画認可申請</small>	<small>第8-1-4-2図</small>												
<small>東海第二発電所</small>													
<small>原子炉格納施設 原子炉格納容器 （原子炉格納容器配管貫通部及び電気配線貫通部）の構造図</small>													
<small>X-101A, B, C, D</small>													
<small>日本原子力発電株式会社</small>													
<small>8810</small>													