

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	TKK 補-Ⅱ-2 改8
提出年月日	平成30年11月5日

東海第二発電所 特別点検
(原子炉格納容器)

補足説明資料

平成30年11月5日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密
又は防護上の観点から公開できません。

目次

1. はじめに	1
2. 要求事項	1
3. 点検方法	1
4. 点検結果	10
5. 特別点検結果に対する考察	11
6. 原子炉格納容器鋼板塗装の剥離による影響について	14
7. まとめ	15

別紙-1～3

別紙-1	非破壊試験（VT-4）記録が、適切な方法等により得られた結果であることを示す記録（要員の力量、試験条件、詳細記録等）について	17
別紙-2	原子炉格納容器鋼板塗装に対する付着性試験結果	29
別紙-3	塗装時の施工が塗装の性能に与える影響について	30

1. はじめに

本資料は、東海第二発電所で実施した原子炉格納容器の特別点検について、内容を取りまとめたものである。

2. 要求事項

対象の機器・構造物、その対象の部位、着目する劣化事象及び点検方法は、「実用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド」（以下、「運用ガイド」という。）に定められている。

表 2. 1 要求事項の概要

対象の機器・構造物	対象の部位	着目する劣化事象	点検方法／点検項目
原子炉格納容器	原子炉格納容器鋼板（圧力抑制室を含む。）鋼板（接近できる点検可能範囲の全て）	腐食	目視試験（VT-4）による塗膜状態の確認

3. 点検方法

3. 1 点検の概要

原子炉格納容器鋼板の炭素鋼は、腐食防止の観点から内外表面に防食塗装を施工している。塗装が健全であれば、金属表面が容易に大気や水に曝されることはないため、日常保全として塗装の目視試験を実施するとともに、必要に応じて塗裝修繕を実施し、塗膜の健全性を維持している。

沸騰水型原子炉の原子炉格納容器は、「日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格」（以下、「維持規格」という。）により内側表面または外側表面のどちらかの VT-4 による定期的な検査が要求されており、供用期間中検査において、代表部位の目視試験を実施している。

また、「日本電気協会 原子炉格納容器の漏えい率試験規程」により、全体漏えい率試験前に、バウンダリ構成要素の重要な部分及び接近可能な内面・外面における原子炉格納容器の健全性、または気密性に影響を及ぼす恐れのある構造上の劣化状況を目視により確認することが要求されており、定期事業者検査において確認している。

これら従来の点検では、原子炉格納容器内の各床面や機器架台等を用いて、試験が可能な範囲については直接目視試験を実施しており、塗膜に異常が確認された場合は、計画的に塗裝修繕を実施することで、原子炉格納容器鋼板の健全性を維持してきた。

しかし、従来の点検では、原子炉格納容器鋼板塗膜を試験可能ではあるものの、各床面や機器架台等から離れた位置にある干渉物裏等、一部に確認が容易でない範囲があった。

今回の特別点検では、従来の点検では確認が容易でなかった範囲についても、仮設足場を設営し、可能な限り点検対象に含め、接近できる点検可能範囲の全ての鋼板に対して、塗膜状態の目視試験（VT-4）を実施した。

目視試験（VT-4）では、距離を確保し、気相部においては 18%中性灰色カード（以下、

「グレーカード」という。) 上の幅 0.8 mm の黒線が識別できる環境で直接目視により点検を実施した。

液相部においては、Test Chart に記載された文字 (0.105 inch) の識別ができる環境で直接目視試験を実施した。

3. 2 点検方法の妥当性

今回の特別点検では、対象物までの距離を 1200 mm 以内とし、気相部においては、グレーカード上の幅 0.8 mm の黒線が識別できる条件で、液相部においては Test Chart に記載された文字 (0.105 inch) が識別できる条件で直接目視試験を実施し、接近可能な全ての部位に対して直接目視試験を行った。

表 3. 1 に従来の点検方法との違いを示す。

表 3. 1 従来の点検方法との違い

	供用期間中検査,原子炉格納容器漏えい率検査時の試験 (従来の点検)	特別点検 (今回の試験)
点検部位 (範囲)	原子炉格納容器鋼板内面 (代表部位及び接近可能な範囲)	原子炉格納容器鋼板内外面 (仮設足場を設営し, 接近できる試験可能範囲を拡大)
点検方法	目視試験 (VT 4) 気相部, 液相部 ・試験時のグレーカードの確認等無し ・距離, 角度の確認無し	目視試験 (VT-4) に以下の条件を付与した ・試験時のグレーカード等の確認有り ・距離は気相部・液相部ともに 1200 mm 以内 ・対象に対しての角度は気相部・液相部ともに 30° ~150° 以内

なお, 点検手法が定義されている維持規格において, VT-4 に対する要求事項 (IA-2524) ではグレーカードの識別要求はないが, 目視試験の一般要求事項 (IA-2520) に準拠し, 点検の実施にあたってグレーカードの識別を行うこととした。

液相部においては, 米国企業による水中での目視試験を行っていることから, 米国機械学会 (以下, 「ASME」という。) を準用した目視試験を実施している。ASME Section XI には VT-4 の規程が無いが, VT-3 の手法を用いることで維持規格の VT-4 と同等以上の結果を得られることから, ASME VT-3 を準用し, Test Chart (0.105 inch) の識別を行うこととした。

3. 3 具体的な点検方法

気相部においては、点検対象となる鋼板 1 枚ごとに、1200 mm の位置に置いたグレーカードを確認し、その距離よりも近い位置で点検を実施した。

確認したグレーカードの代表例を図 3. 1 に示す。

液相部においては、内面（側面）を上下と円周方向に分割して点検を実施した。

底面は番号により区分して点検を実施した。

照明付き潜水具を着用した試験員は、試験時の潜水毎に Test Chart の確認を行い、吸盤付固定具や錘で自身の体勢を保持し、移動しながら点検を実施した。なお、日常保守点検で鋼板表面に減肉を確認した部位は、深さを測定している。

確認した Test Chart の代表例を図 3. 2 に示す。

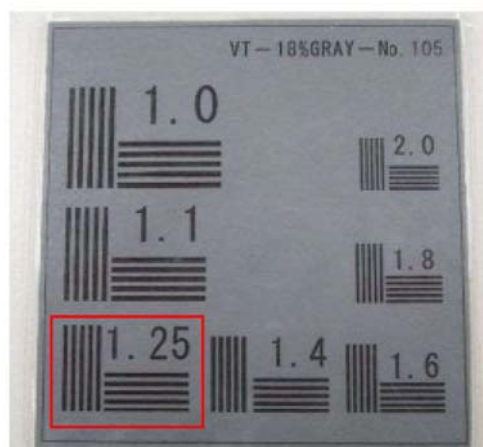


図 3. 1 グレーカード（代表例）

グレーカード(18%中性灰色カード)の幅 0.8 mm の黒線部 (1.25=1/0.8) 識別を確認

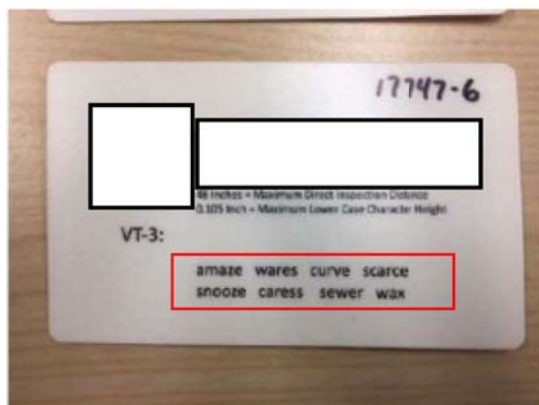


図 3. 2 Test Chart（代表例）

Test Chart に記載された文字 (0.105 inch) の確認

3. 4 試験員の力量

気相部においては、運用ガイド及び「発電用原子炉設備規格 設計・建設規格」(JSME S NC1-2005/2007)に基づき、特別点検に係る教育訓練を受けた適切な視力を有する試験員が作業を実施しており、点検着手前に力量を確認した。

液相部については、ASME Section XI に基づき、VT-3の資格を有した試験員が作業を実施していることを確認した。

3. 5 点検範囲

3. 5. 1 点検範囲の考え方

気相部では、今回の特別点検において、従来の点検では確認が容易でなかった範囲についても、仮設足場を用いることで可能な限り点検対象に含め、接近できる点検可能範囲の全ての鋼板に対して、塗膜状態の目視試験 (VT-4) を実施した。

なお、原子炉格納容器貫通部は対象範囲外とした。

液相部では、潜水作業のため、従来の点検においても、原子炉格納容器内面の側面および底面を可能な限り点検している。

3. 5. 2 点検範囲の概要

原子炉格納容器鋼板のうち、トップヘッド内外面、ドライウェル内面、サプレッション・チェンバ内外面 (液相部含む) の接近できる点検可能範囲の全てを点検範囲とし、直接目視試験を実施した。

図 3. 3 に点検範囲図、図 3. 4～図 3. 6 に展開図を示す。

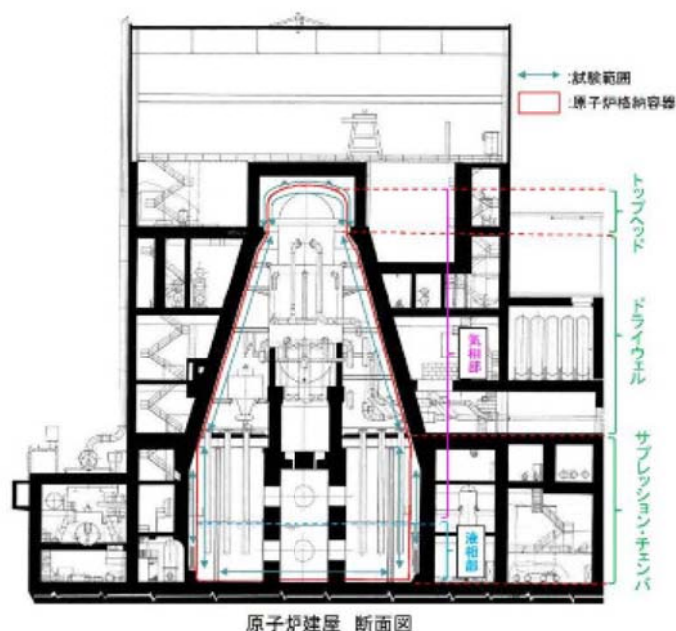


図 3. 3 原子炉格納容器点検範囲図

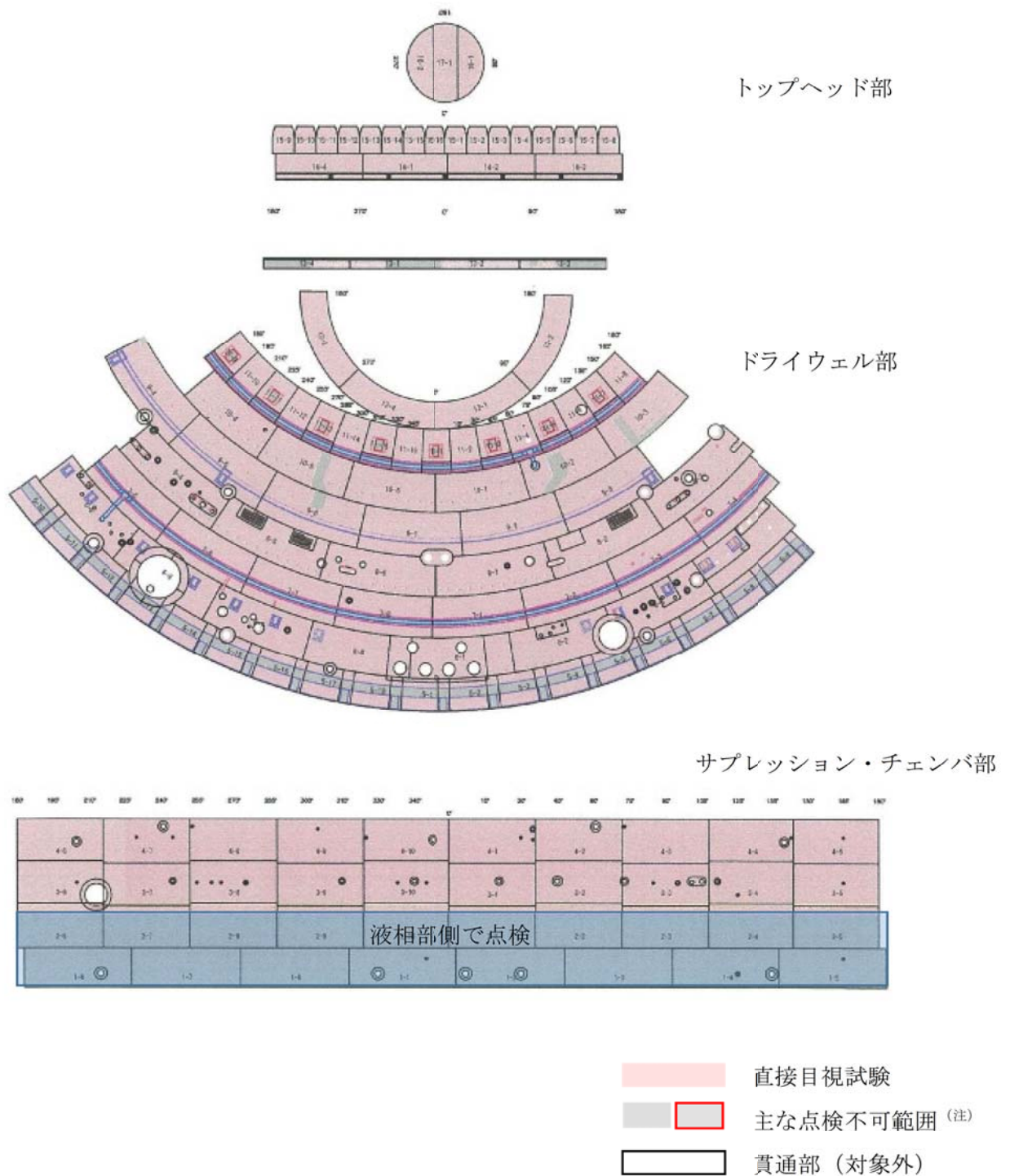


図 3. 4 原子格納容器内面展開図 (気相部)

(注) 埋設部, 支持部材, ケーブルトレイ, 換気空調用ダクト等の移動に切断を要する干渉物が近接する鋼板

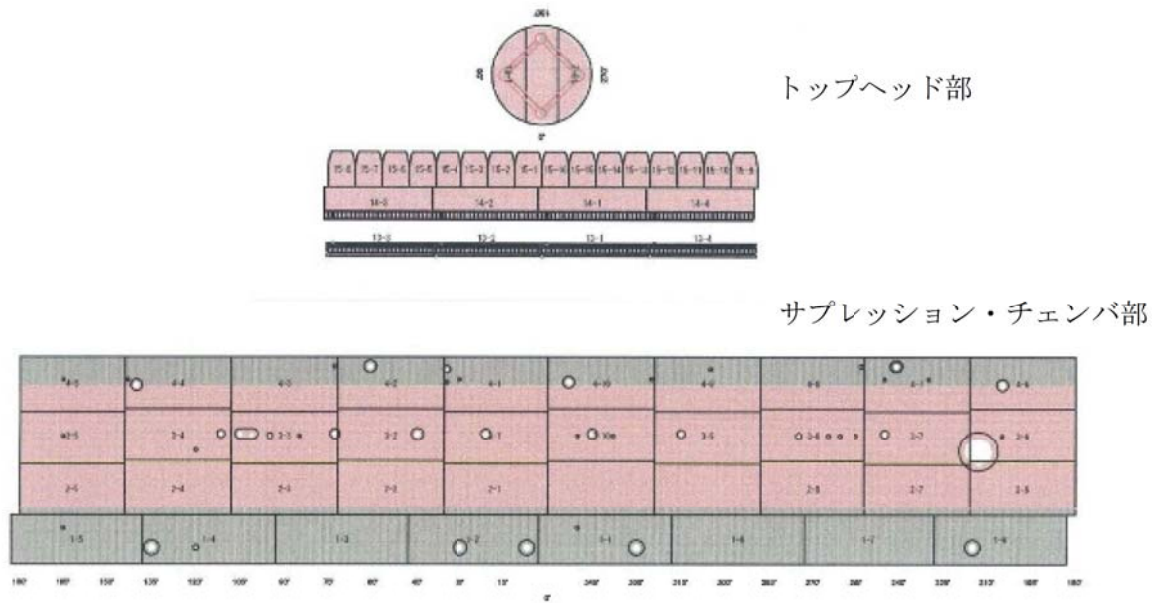


図 3. 5 原子格納容器外面展開図（気相部）

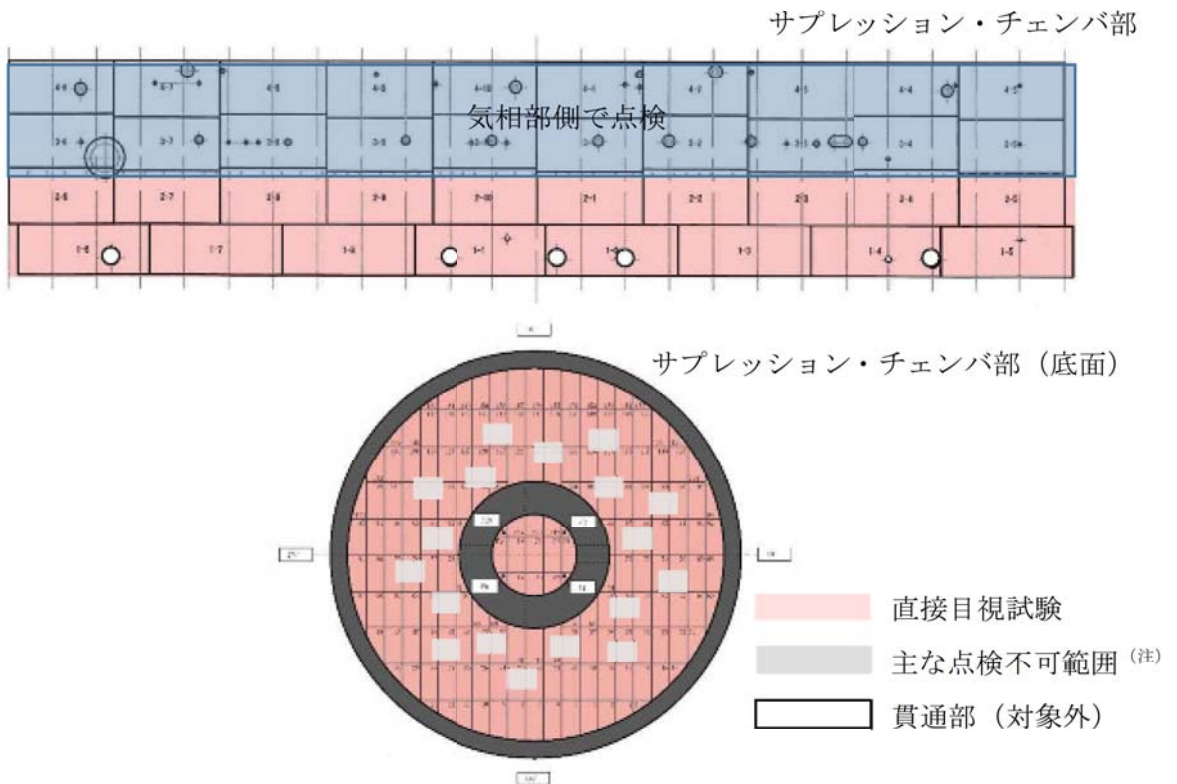


図 3. 6 原子格納容器内面展開図（液相部）

(注) 埋設部, 支持部材, ケーブルトレイ, 換気空調用ダクト等の移動に切断を要する干渉物が近接する鋼板

(1) 従来の点検では確認が容易でない範囲のうち特別点検で確認した範囲

従来の点検では、原子炉格納容器内面高所の干渉物裏（ダクト・配管等の裏部）について、各床面や機器架台から目視試験を実施しているが、各床面や機器架台のある範囲が限定されるため確認が容易でない。

特別点検では仮設足場を利用して可能な限り点検不可範囲を低減させる手法を選択して点検を実施した。

図 3. 7 および図 3. 8 に例を示す。



図 3. 7 従来の点検で確認が容易でない範囲（代表例）



仮設足場組立前



仮設足場組立後

図 3. 8 足場組立前後状況（代表例）

(2) 特別点検における代表的な点検不可範囲

特別点検の実施にあたり、点検可能な全ての範囲について点検を実施した。

原子炉格納容器鋼板に設置された干渉物（支持部材、ケーブルトレイ、換気空調用ダクト）など、切断等の手法により移動できない干渉物については撤去を行わず、VT-4 手法で点検可能な範囲での点検を実施した。

特別点検における点検不可範囲としては以下のものがあつたが、特別点検において点検不可とした範囲においても、接近可能な範囲は日常保全として可視可能範囲での点検補修を実施している。

- ・ 接近可能だが今回定めた目視試験条件が確保できない範囲
 - ・ 干渉物等で接近が困難であり今回定めた目視試験条件が確保できない範囲
- 点検不可範囲の例を図 3. 9 に示す。

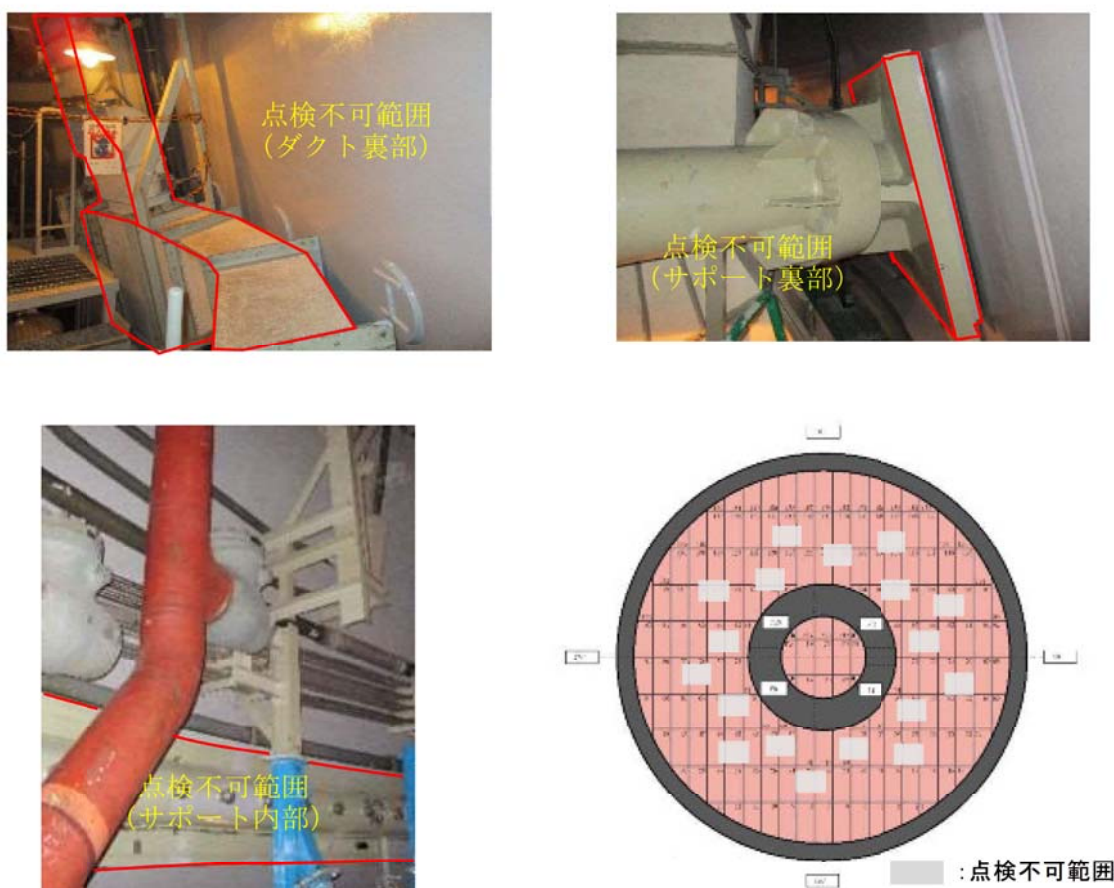


図 3. 9 点検不可範囲（代表例）

3. 6 判定方法

塗膜に割れ、欠け、剥がれ及び膨れの有無，下塗りの健全性，母材の発錆の有無等を確認することで，構造健全性または気密性に影響を与える恐れのある塗膜の劣化や腐食がないかを判断した。

図 3. 10 に点検フローを示す。

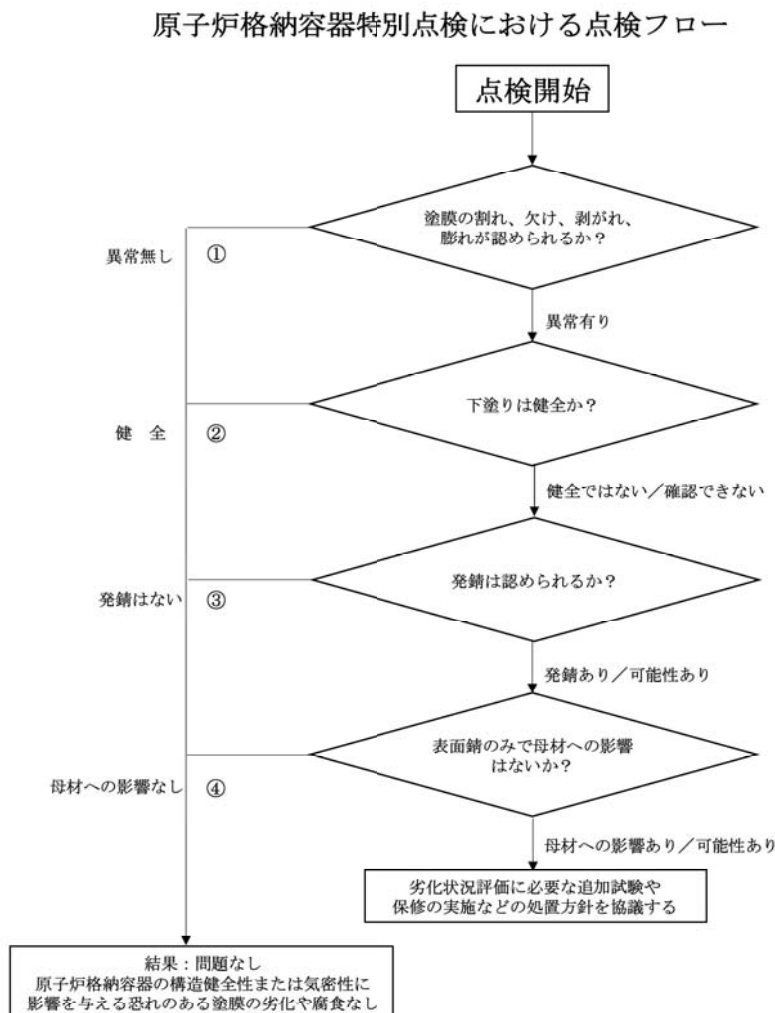


図 3. 10 特別点検における点検フロー

【①～④の状況補足】

- ① 塗膜の劣化がないと判断。
- ② 下塗りが健全で金属表面が大气や水に曝されないことから，原子炉格納容器の構造健全性または気密性に影響を与える塗膜の劣化はないと判断。
- ③ 発錆が認められなければ，原子炉格納容器の構造健全性または気密性に影響を与える恐れのある腐食ではないと判断。
- ④ 表面錆が確認されたとしても，構造健全性または気密性に影響を与える恐れのある著しい腐食ではないと判断。

4. 点検結果

全ての点検範囲について原子炉格納容器の構造健全性または気密性に影響を与える塗膜の劣化や腐食は認められなかった。表 4. 1 に点検結果を示す。

表 4. 1 点検結果

対象の部位	点検年月日 ()内はデータ採取日	点検結果
原子炉格納容器鋼板 トップヘッド	平成29年10月25日 (平成29年9月19日 ～平成29年10月23日)	良
原子炉格納容器鋼板 ドライウェル	平成29年10月25日 (平成29年9月11日 ～平成29年9月23日)	良
原子炉格納容器鋼板 サプレッション・チェンバ	平成29年10月25日 (平成29年9月9日 ～平成29年9月20日)	良
原子炉格納容器鋼板 サプレッション・チェンバ (液相部)	平成29年10月25日 (平成26年9月16日 ～平成26年10月24日)	良

良：原子炉格納容器の構造健全性または気密性に影響を与える恐れのある塗膜の劣化や腐食なし

5. 特別点検結果に対する考察

5. 1 保守管理に対する考察

今回の特別点検では、原子炉格納容器鋼板の塗膜が健全であることが確認され、従来の点検における点検不可範囲についても、環境条件が同様な周囲の鋼板は点検可能であり、塗装の要否は点検可能範囲から判断できるため、これまでの保全を継続していくことは有効であると考えているが、更に、塗装の管理基準を新たに設け、点検計画に反映していくことで、今後の運転延長期間における原子炉格納容器鋼板の健全性確保に万全を期すこととする。

(1) これまでの保守管理

原子炉格納容器は鋼板の健全性を維持するためにこれまでも日常保守点検として塗装を行っており、今回、日常保守点検後に特別点検を実施することとなったが、前述の通り、塗装はこれまでも繰り返し行うことで原子炉格納容器の鋼板の健全性を維持してきている。今回の気相部の日常保守点検では、手入れ前の状況について記録しており、軽微な発錆等が確認されたが、構造健全性または気密性に影響を与えるものではなかった。液相部の日常保守点検でも、原子炉格納容器の鋼板に浸食が確認されたが、必要に応じて板厚を超音波測定器により確認し、構造健全性または気密性に影響を与えるものはなかった。

(2) 今後の保守管理

今後は、今回の日常保守点検結果を踏まえ、3層ある塗装のうち下塗りが劣化しないよう塗装の管理基準を新たに設け点検計画に反映する。

5. 2 特別点検における点検不可範囲に対する考察

特別点検における点検不可範囲のうち、気相部については以下のとおり現状保全で塗膜の健全性を維持していること、劣化が少ない屋内環境であること、気相部内面においては通常運転中窒素雰囲気下であることから、今後も現状保全を継続することで原子炉格納容器鋼板の健全性を維持できると考える。液相部においては、底面上に干渉物が設置している状態であることから、傷等が発生することはなく今後も健全性を維持することができる。

(1) 接近可能だが今回定めた目視試験条件が確保できない範囲

今回定めた目視試験条件ではないものの、従来の手法で点検できており、塗膜の健全性が維持されていることを確認していることから、現状保全を継続することで今後の運転延長期間における原子炉格納容器鋼板の健全性が保たれる。

図 5. 1 に点検不可範囲の代表例を示す。



図 5. 1 今回定めた目視試験条件が確保できない範囲（代表例）

(2) 干渉物等で接近が困難であり今回定めた目視試験条件が確保できない範囲

干渉物等による点検不可範囲で、構造的に試験出来ない部位については、その周辺の塗膜等の状況から、原子炉格納容器の構造健全性または気密性に影響はなく、今後の運転延長期間において原子炉格納容器鋼板の健全性が保たれる。

点検不可範囲の例を図 5. 2 に示す。



図 5. 2 干渉物等で接近が困難であり今回定めた目視試験条件が確保できない範囲（代表例）

干渉物等による点検不可範囲のうち、原子炉格納容器内スプレイ配管サポート（以下、「当該サポート」という。）は、原子炉格納容器鋼板に直接溶接されている。

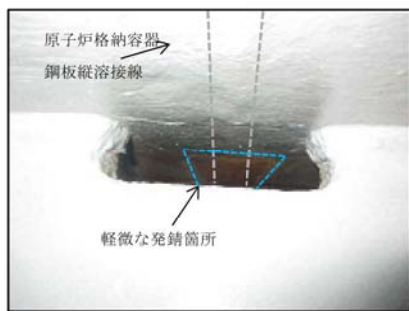
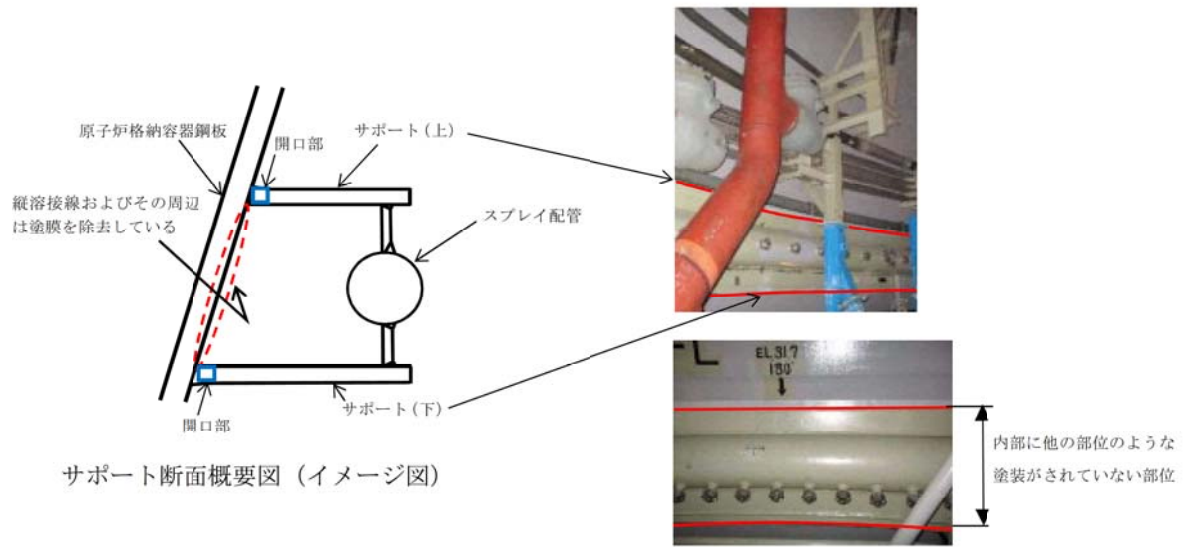
その内部は今回定めた試験条件が確保できない部位であるが、以下により健全性が保たれると考える。

【状況】

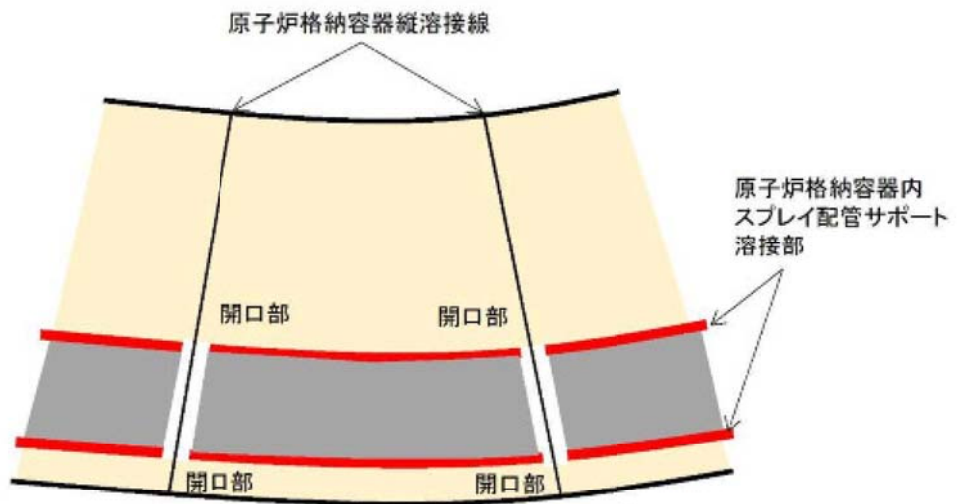
- ・原子炉格納容器鋼板の縦溶接線（以下、「縦溶接線」という。）と当該サポートとの取り合い部に設けられた全ての開口部から内部を確認した結果、全ての縦溶接線及びその周辺に軽微な発錆を確認した。
- ・一部の縦溶接線について簡単な手入れをした結果、発錆は容易に除去でき、当該箇所には減肉は確認されなかった。

【今後の対応】

- ・他の縦溶接線における発錆状況も目視により同等であることを確認していることから減肉はないと考えるが、今後、全ての縦溶接線の発錆を除去し、直接目視により減肉のないことを確認する。
- ・発錆が確認された部位は、開先部清浄化のため塗膜を除去した部位であり、当該サポート内部の他の部位は塗装が施工され健全であると考え、同様な発錆がないことをファイバースコープ等により確認する。
- ・上記の結果を踏まえ、必要な点検項目を点検計画に反映していく。



サポート開口部写真 (代表例)



■ : サポート内部塗装 (下塗り)

■ : 鋼板内面 (上・中・下塗り)

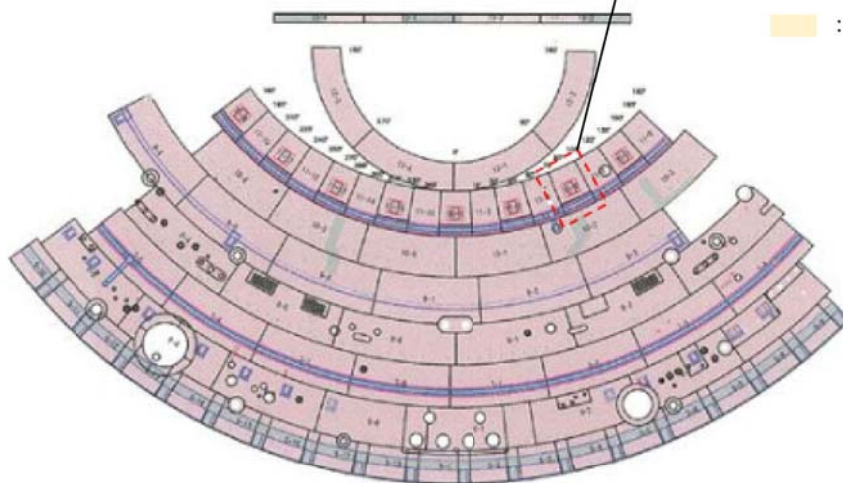


図 5. 3 原子炉格納容器内スプレイ配管サポート部

6. 原子炉格納容器鋼板塗装の剥離による影響について

原子炉格納容器鋼板の塗装が剥落した場合、ストレーナの圧損を上昇させる要因となり得るが、通常運転中や停止時に塗装が剥落することはないと考えている。

(1) 通常運転中や停止時の塗装剥離について

これまでの原子炉格納容器の日常保守点検の結果から、多くの塗装が剥落するような状況は確認されていない。

定期検査では、原子炉格納容器ドライウェルの清掃を毎回実施しており、今後も同様に清掃を実施することから、原子炉格納容器ドライウェルからサプレッション・チェンバへ塗装が混入し、ストレーナを閉塞させることはないと考えている。

また、「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成20・02・12 原院第5号）に記載の異物の移行量評価の観点から、原子炉起動前に、原子炉格納容器内部の清掃・点検を実施しており、その際に剥落した塗装があれば検知・除去できる。

今後は、今回の日常保守点検結果を踏まえ、3層ある塗装のうち下塗りが劣化しないよう塗装の管理基準を新たに設け点検計画に反映していくことから、通常運転中や停止時の塗装の剥離はないと考えている。

(2) 原子炉格納容器鋼板塗装の劣化傾向

2017年に原子炉格納容器鋼板塗装に対する付着性試験を実施した。試験の詳細は別紙-2「原子炉格納容器鋼板塗装に対する付着性試験結果」のとおりであるが、至近に塗装していない部位が平均3.1 MPaの付着力を有しており、原子炉格納容器鋼板内面塗装は定期的な目視点検や塗装修繕等の保全活動を継続してきたことにより、付着力に劣化は認められないことが確認できた。

(3) 塗装施工の差異による影響の確認

一般的に、塗装の性能は、塗料自体の性能に加え、その施工の影響も受け得るが、塗装方法は塗料の仕様書等で指定されているものであり、この指定どおりに施工することで適切な塗装性能が確保されるため、施工が塗装性能に影響を及ぼすものではないと考えられる。

従来、原子炉格納容器鋼板塗装に劣化が確認された際には塗装を実施しており、

(2)の原子炉格納容器鋼板塗装に対する付着性試験においても塗装実績のある範囲を含めて試験を実施した。この試験結果でも、ASTM D5144-2000「原子力発電プラントにおける保護塗膜の標準指針」の「物理的性質」で必要とされている塗膜の最小付着力200 psi（約1.4 MPa）を満足しているが、参考として塗装施工者による影響を確認した結果、施工者の違いによる有意な差異は認められなかった。確認試験の内容について、別紙-3「塗装時の施工が塗装の性能に与える影響について」に示す。

なお、重大事故等時における非常用炉心冷却系ポンプ入口ストレーナ閉塞事象については、工事計画認可申請における添付書類「非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備のポンプの有効吸込水頭に関する説明書」において、重大事故等時の非常用炉心冷却系ポンプの入口ストレーナが異物により閉塞した場合の非常用炉心冷却系ポンプの有効吸込み水頭を評価している。本評価では、塗料異物としてドライウェルの塗装の全てが剥落することを想定しても、必要な有効吸込み水頭が確保されることを確認している。

7. まとめ

原子炉格納容器の特別点検においては、従来の点検方法では確認が容易でなかった範囲についても点検対象に含め、接近できる点検可能範囲の全ての鋼板に対して、塗膜の状態を目視試験した。

その結果、接近できる点検可能範囲の全ての鋼板に、原子炉格納容器の構造健全性または気密性に影響を与える塗膜の劣化は認められなかった。

特別点検における点検不可範囲、従来の点検方法における点検不可範囲はそれぞれ存在するものの、塗膜の健全性を維持していること、劣化が少ない屋内環境であること、気相部内面については、通常運転中窒素雰囲気下にあることから、従来からの保全を継続してきたことが原子炉格納容器鋼板の健全性確保につながっていると考えている。

しかし、今後は、今回の日常保守点検結果を踏まえ、3層ある塗装のうち下塗りの劣化がないよう塗装の管理基準を新たに設け点検計画に反映する。

なお、一部の点検不可範囲に軽微な発錆が確認されたが、原子炉格納容器の構造健全性または気密性に影響を与えるものではなく、目視試験により確認を行い、必要な点検項目を点検計画に反映することで健全性を維持していく。

別 紙

- 別紙－1 非破壊試験（VT-4）記録が、適切な方法等により得られた結果であることを示す記録（要員の力量，試験条件，詳細記録等）について
- 別紙－2 原子炉格納容器鋼板塗装に対する付着性試験結果
- 別紙－3 塗装時の施工が塗装の性能に与える影響について

非破壊試験（VT-4）記録が、適切な方法等により得られた結果であることを示す記録（要員の力量，試験条件，詳細記録等）について

気相部

気相部の特別点検を実施するにあたり，実用発電用原子炉運転期間延長申請に係る運用ガイド及び「発電用原子炉設備規格 設計・建設規格」（JSME S NC1-2005/2007）に基づき，特別点検における試験員に対して，次のとおり特別点検に係る教育訓練と視力を要求事項とした（添付1参照）。

【特別点検に係る教育訓練に関する事項】

特別点検の試験前に特別点検に関する教育を受講していること。

【視力に関する事項】（設計・建設規格「GTN-8130 試験技術者」より抜粋）

- ・ 近距離視力確認用の標準ジャガー式チャートの J-1 文字を読み取ることができるか，または同様な近距離視力試験で同等の視力を確認すること。なお，視力の測定は，裸眼またはコンタクトレンズ等による矯正のいずれでもよいが，矯正により要求を満足した場合は，実際の試験においても矯正した視力で行うこと。
- ・ 色の判定が要求される目視試験を行う場合は，必要とする色についての色覚が正常であること。

試験条件を含めた詳細記録については，原子炉格納容器鋼板 1 枚毎に記録を作成しており，その代表例を添付 2 に示す。

教育・訓練実施記録

添付1 (1/3)


教育・訓練名	東Ⅱ 原子炉格納容器 特別点検要領書	承認	審査	作成
実施日	2017年9月8日(金)	17-9-11	2017-9-8	2017-9-8
実施時間	18時15分~18時45分			
実施場所	新棟3FL	事務所	講師	

目的	東海第二発電所 原子炉格納容器 特別点検実施のための周知
教育・訓練内容	1. 原子炉格納容器 特別点検の目的について 2. 原子炉格納容器 特別点検体制について 3. 原子炉格納容器 点検内容について 4. 原子炉格納容器 点検要領について
関係資料	1. 実用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド 2. 東海第二発電所 原子炉格納容器 特別点検要領書(改正2)

受講者名簿

(1/1)

所 属	氏 名	所 属	氏 名
(以下、受講者名簿の記載内容が隠されています)			
有効性	説明した内容の重要ポイントについて全員に確認した結果理解されていたので有効かと考えます。		
備考	評価者 (教育の実施を指示した者)		

	機械 Gr.	17 年 8.月22日 報告/確認						
視力試験記録	所長	室長						
日本原電㈱ 東海第二発電所 原子炉格納容器点検工事								
氏 名	別添参照	会社名						
視力確認日	別添参照	別添参照						
近方視力 Near Vision	Jaeger Chartで片眼或いは両眼(矯正可)で30cm以上難して、J1の文字(またはそれに相当する文字)が読めること。							
結果 Results	: 良 (詳細は別添参照)							
色覚 Color Vision	色彩(例、石原色覚検査表)のコントラストを識別し認識できることを確認する。							
結果 Results	: 良 (詳細は別添参照)							
添付-1 視力確認表により、検査員の視力に問題のないことを確認した。								
								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; height: 30px;"></td> <td style="width: 50%; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">責任者</td> <td style="text-align: center;">検査実施者</td> </tr> </table>							責任者	検査実施者
責任者	検査実施者							

日本原子力発電㈱ 東海第二発電所 原子炉格納容器特別点検 視力確認表

No.	氏名	実施日	近方視力検査		色覚検査		実施者
			使用する検査表	検査結果	使用する検査表	検査結果	
1		2017. 6.16	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
2		2017. 6.16	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
3		2017. 6.16	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
4		2017. 6.16	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
5		2017. 6.16	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
6		2017. 6.18	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
7		2017. 6.18	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
8		2017. 6.18	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
9		2017. 6.18	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
10		2017. 6.18	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
11		2017. 7.18	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
12		2017. 7.18	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
13		2017. 7.18	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
14		2017. 7.18	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
15		2017. 8.20	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
16		2017. 8.20	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
17		2017. 8.20	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
18		2017. 8.20	Jaeger Chart JI	Ⓔ 否	石原色覚検査表Ⅱ	Ⓔ 否	
19							
20							

承認	審査	作成
<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div>		
2017.8.21	2017.8.21	2017.8.21

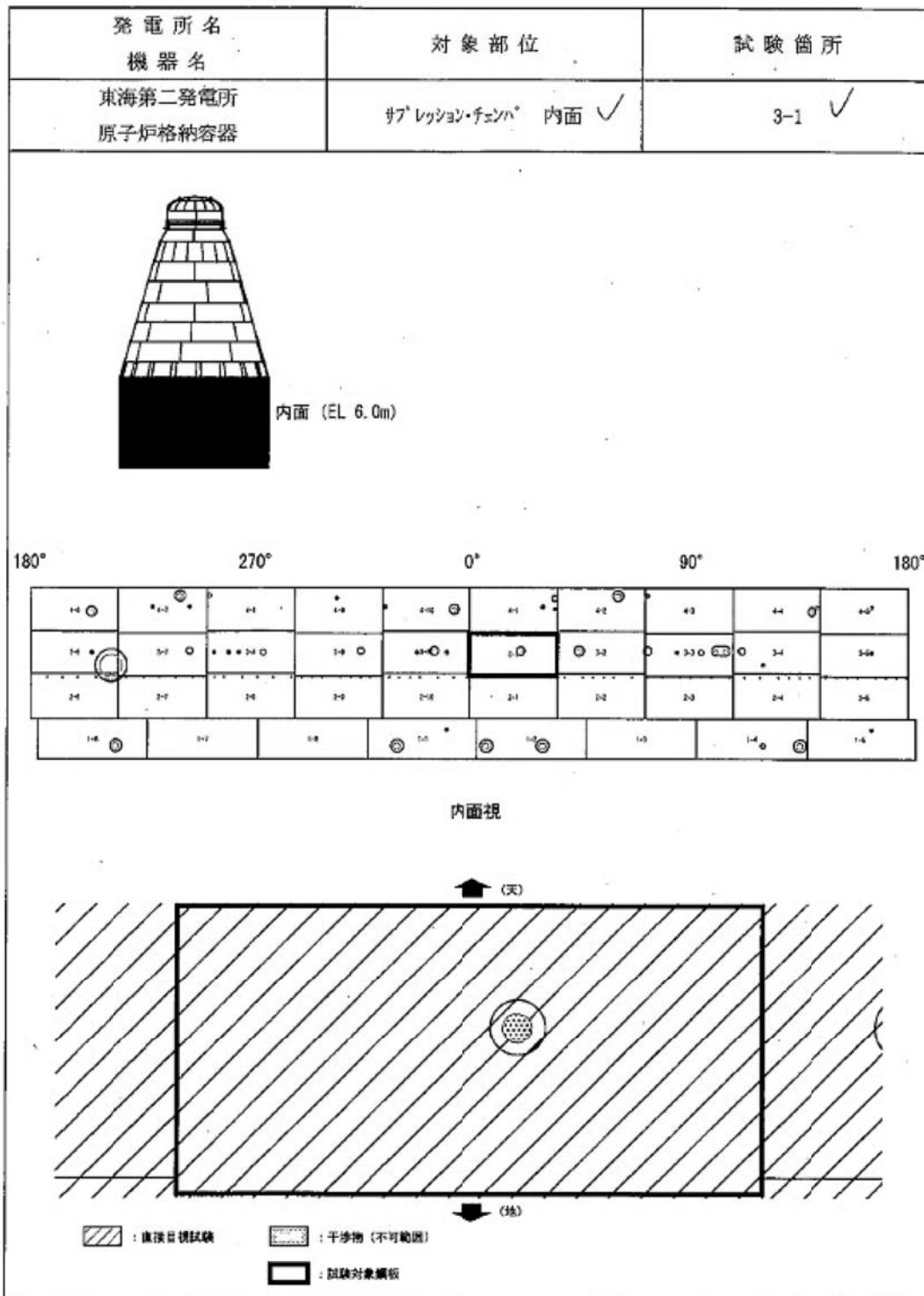
非破壊試験記録

確認年月日 2017年10月25日

確認者

発電所名 機器名		対象部位	試験箇所		
東海第二発電所 原子炉格納容器		サブレーション・フィン 内面 ✓	3-1 ✓		
試験時期		試験実施日	試験実施者		
目視点検		2017年9月14, 15, 16日	[Redacted]		
試験実施内容	目視試験	直接目視試験 (VT-4)			
試験実施結果	結 果				
	<input checked="" type="checkbox"/> 原子炉格納容器の構造健全性または気密性に影響を与える恐れのある塗膜の劣化や腐食なし <input type="checkbox"/> 原子炉格納容器の構造健全性または気密性に影響を与える恐れのある塗膜の劣化や腐食あり				
<p><u>備 考</u></p> <p>注) 試験範囲について次頁に示す。</p>					
		[Redacted]	[Redacted]		
承認	品管	担当	審査	作成	
[Redacted]		[Redacted]		[Redacted]	
2017.9.25	2017.9.25	2017.9.25	2017.9.25	2017.9.14	

試験範囲図



日本原子力発電株式会社 東海第二発電所
原子炉格納容器点検工事(その2)

目視試験条件

部位	板番号
サブレーション・チェンバ 内面	3-1

試験器材(型式)	管理番号
目視試験用照明	
レーザー距離計	
照度計	
18%中性灰色カード	
金属製巻尺	

試験位置	EL (m)	試験手法	最長距離(m)	試験照度(lx)	30°≦θ≦150°	グレード確認	試験実施日	試験実施者	備考
A	4.0~7.5	直接	○	540以上	○	○	2017年9月14日		足場
B	4.0~7.5	直接	○	540以上	○	○	2017年9月15日		足場
C	4.0~7.5	直接	○	540以上	○	○	2017年9月16日		足場
D	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—

液相部

液相部の特別点検は、ASME Section XIに基づき、ASME VT-3 の力量を持つ試験員が試験を行っており、工事報告書より試験員の保有する資格、これまでの作業実績、視力等の記録を確認した。(添付3参照)

潜水による目視試験は、吸盤付固定具や錘を使用し、壁面や底面に触れながら行う作業であり、必然的に近距離での検査が行われており、試験は1200 mm以内の距離から行われる。(下記「潜水作業イメージ写真」参照)

試験条件を含めた詳細記録については、液相部においては、内面(側面)を上下と円周方向に分割し、底面は番号により区分して点検を実施した。

照明付き潜水具を着用した試験員は、試験時の潜水毎にTest Chartの確認を行い、吸盤付固定具や錘で自身の体勢を保持し、移動しながら点検を実施した。

区分した部位毎に記録を作成しており、その代表例を添付4に示す。



潜水作業イメージ写真(例)



POSITION: Diver, Reactor Services Technician

EDUCATION:

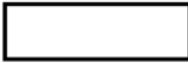
CERTIFICATIONS: ASME Section XI VT1/VT3 Level II

EXPERIENCE:

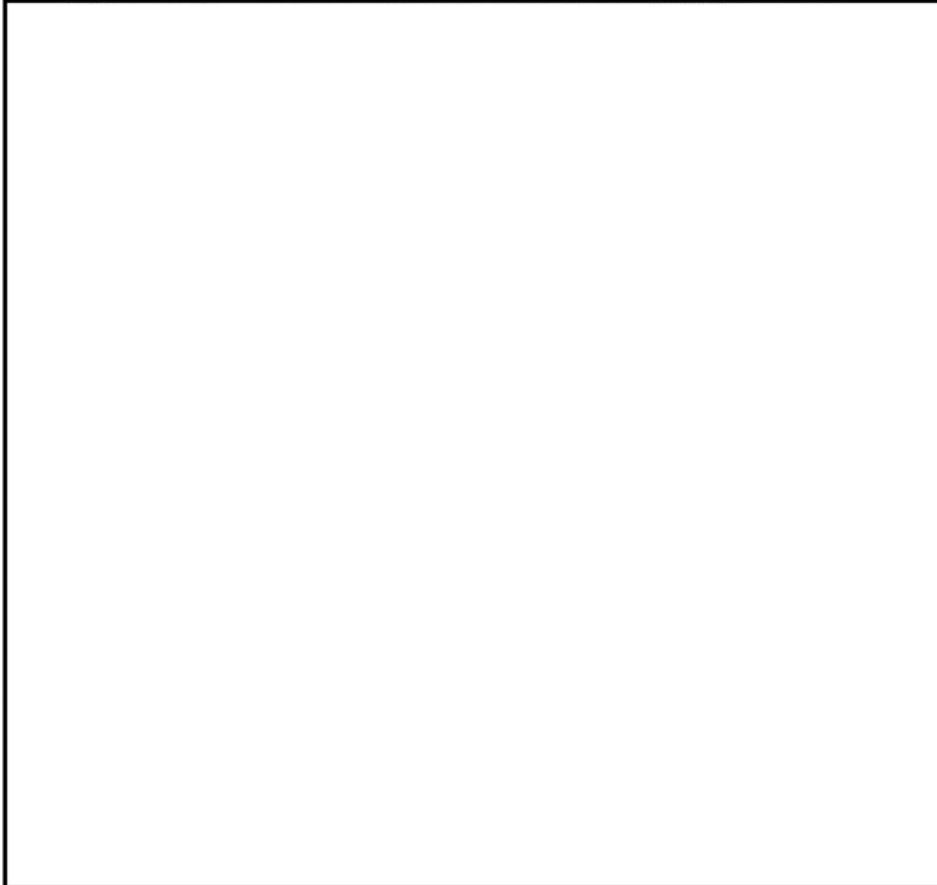
EXPERIENCE SUMMARY:

REACTOR SERVICES AND SPENT FUEL SERVICES

REACTOR COMPONENT PROJECTS



SUPPRESSION CHAMBER AND UNDERWATER COATINGS



	FORM NO. R09	REVISION 4
--	--------------	------------

VISUAL ACUITY RECORD

Inspection personnel must pass an annual eye examination, with or without corrective lenses, to perform:

1. Near vision acuity of 20/25 in at least one eye to read the Jaeger Number 1 on a standard Jaeger test at not less than 12";
2. Far vision acuity of 20/30 or better in at least one eye on a standard Snellen test chart or equivalent at 20', and
3. A capability to distinguish color and differentiate contrast between colors used in NDE. The Ishihara or similar test should be used and if failed, an alternative color discrimination test shall be conducted.

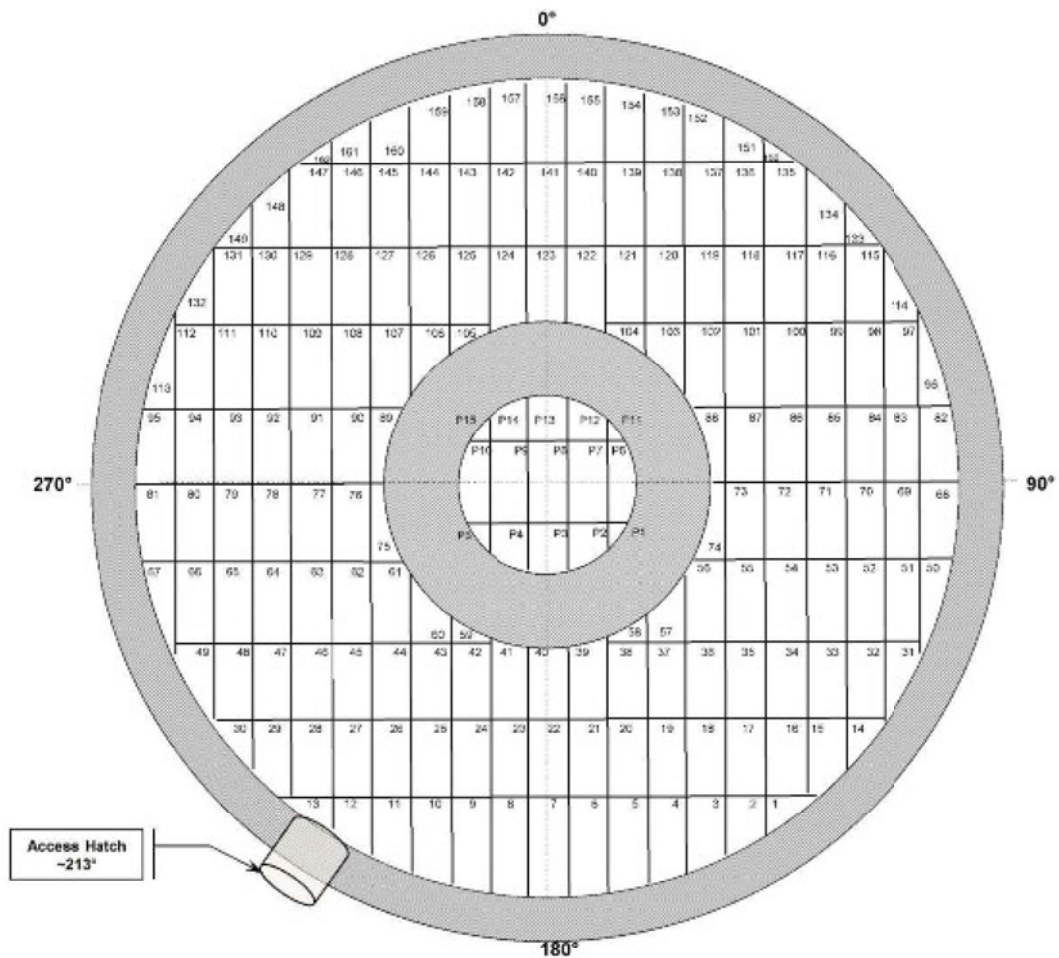
The eye examiner must be an Optometrist, Medical Doctor, Registered Nurse, Certified Physician's Assistant, an individual trained to perform the eye examination or a Level III. The eye examiner must print his or her name and title and sign and date this form below.

DO NOT ALTER THE PRINTED TEST REQUIREMENTS. DO NOT ADD ANY MEDICAL TERMINOLOGY. CHECK ONLY ONE BOX FOR EACH TEST.

Name: [REDACTED]		SSN: On File	Insp. No. <u>E-3366</u>
EYE TESTS	MEETS WITHOUT EYE CORRECTION	MEETS WITH EYE CORRECTION	DOES NOT MEET
Near Vision	X		
Far Vision		X	
Color Perception ISHIHARA	Meets: <u>X</u>	Does not meet REQUIRES ALTERNATE COLOR TEST	
I certify that I administered the above eye examination on		<u>8/7/14</u> MO/DAY/YEAR	
Printed Name: [REDACTED]		Title: <u>radiologic technologist</u>	
Address & Telephone No. [REDACTED]		[REDACTED]	
Near Distance Test Chart S/N: 000-01			
IF ALTERNATE COLOR TEST IS NEEDED.	COLOR TEST: Meets _____	Does not meet _____	
	Tested by: _____ Signature/Title/Date		

Re-examination Date: 8/7/15 (One year after examination)

Reviewed by: [REDACTED] 8/7/14 or _____
Date Date Level III/Date



PROCEDURE: IOP.02.12 REVISION 10

ATTACHMENT 1B
COATING REPAIR INSPECTION RECORD

Licensee: Japan Atomic Power Company Date: 10/24/14
 Site/Unit No: Tokai Unit 2 Work Order No: N/A
 Vessel Description: Unit 2 S/C
Location Information: Underwater Surfaces

Total Inspected			700	Total Repairs	647	Average DFT				
Dive Rec No.	Repair ID	Component ID	QTY	Repair Category	Repair Condition	DFT (µm)	Pass Fail	Inspection Time Date	Repair Location	Comments
164	FP-001-1	Floor_Panel FP-001	1	Spot	NRI	754	Pass	10/23/14 14:41	Floor_Panel FP-001 ,6mm from Rt/LC and 381mm from Wall	N/A
164	FP-001-2	Floor_Panel FP-001	1	Spot	NRI	830	Pass	10/23/14 14:41	Floor_Panel FP-001 ,75.2mm from Rt/LC and 152.4mm from Upper/LC	N/A
164	FP-001-3	Floor_Panel FP-001	1	Spot	NRI	923	Pass	10/23/14 14:41	Floor_Panel FP-001 ,6mm from Rt/LC and 25.4mm from Upper/LC	N/A
164	FP-001-4	Floor_Panel FP-001	1	Spot	NRI	745	Pass	10/23/14 14:41	Floor_Panel FP-001 ,75.2mm from Rt/LC and 0mm from Upper/LC	N/A
164	FP-002-1	Floor_Panel FP-002	1	Spot	NRI	787	Pass	10/23/14 14:44	Floor_Panel FP-002 ,254mm from Rt/LC and 381mm from Wall	N/A
164	FP-002-2	Floor_Panel FP-003	1	Group	NRI	782	Pass	10/23/14 14:44	Floor_Panel FP-003 ,228.6mm from Lt/LC and 228.6mm from Upper/LC	N/A
164	FP-003-3	Floor_Panel FP-003	1	Spot	NRI	694	Pass	10/23/14 14:44	Floor_Panel FP-003 ,228.6mm from Lt/LC and 609.6mm from Wall	N/A
164	FP-004-1	Floor_Panel FP-004	1	Spot	NRI	762	Pass	10/23/14 14:46	Floor_Panel FP-004 ,6mm from Rt/LC and 431.8mm from Wall	N/A
164	FP-005-1	Floor_Panel FP-005	1	Spot	NRI	923	Pass	10/23/14 14:46	Floor_Panel FP-005 ,6mm from Rt/LC and 76.2mm from OW	N/A
164	FP-005-2	Floor_Panel FP-005	1	Spot	NRI	940	Pass	10/23/14 14:46	Floor_Panel FP-005 ,6mm from Rt/LC and 76.2mm from Upper/LC	N/A
164	FP-005-3	Floor_Panel FP-005	1	Spot	NRI	957	Pass	10/23/14 14:46	Floor_Panel FP-005 ,6mm from Rt/LC and 50.8mm from Upper/LC	N/A

原子炉格納容器鋼板塗装に対する付着性試験結果

原子炉格納容器鋼板内面塗装に対して、至近に塗装実績のない箇所及び至近に塗装実績のある箇所を各々2部位選定し、JIS K 5600-5-7:1999「付着性（プルオフ法）」に基づき付着性試験を実施した。

試験の概要及び試験結果は以下のとおり。

プルオフ法

「プルオフ法」は、ドリリーと呼ばれる円筒形の引張端を塗膜に接着剤で固着し、接着剤が乾いた後ドリリーを引っ張り、塗膜が剥がれるのに必要な最小の張力を測定する方法であり、塗膜の付着性能を具体的な数値で表すことができる。



図 プルオフ法の試験機材（例）

プルオフ法により測定された付着力は以下のとおり。

部位	平均値	最大／最小
至近に塗装実績のない箇所	3.1 MPa (6点)	4.2 / 2.3 MPa
至近に塗装実績のある箇所 (今定検で塗装)	4.0 MPa (6点)	6.4 / 2.0 MPa
全試験箇所平均	3.5 MPa (12点)	

以上の結果より、原子炉格納容器鋼板塗装は至近に塗装実績のない箇所であっても、至近に塗装した箇所と比較して大きな劣化は認められないことが確認できる。

また、ASTM D5144-2000「原子力発電プラントにおける保護塗膜の標準指針」の「物理的性質」で示されている最小付着力 200 psi (約 1.4 MPa) を上回っており、必要な塗装性能が確保されていることが確認できた。

塗装時の施工が塗装の性能に与える影響について

1. 塗装施工において管理すべき項目について

塗装施工の一般的な流れ及び各工程の目的は以下のとおりであり、この中の「塗装」工程では、防錆効果としての遮断機能が正常に発揮されるために、均一な塗膜がプラントメーカー指定の厚さで形成できるように施工する必要がある。

工程		工程の目的
素地調整		鉄鋼面の表面さび・付着物を除去し、表面粗さを均一化して塗膜の付着性を高める
塗 装	下塗り	塗装系全体の付着性を中心とする性能を発揮し、素地の求める保護機能（さび止め）も有する塗膜を形成する
	中塗り 上塗り	透湿性のコントロールにより塗膜に要求される防錆性能を発揮するとともに、塗装系に耐久性を与える (原子炉格納容器鋼板塗装としては汚染除去性も与える)

塗装の性能は、塗料自体の性能に加えてその施工による影響も受け得るものではあるが、各塗料の塗装方法については塗料メーカーの発行する仕様書等において指定されており、塗装施工時にはそれらに従って施工することで、適切な性能を有する塗装が得られるものとする。

【塗料仕様書に記載されている項目（例）】

- ・主剤・硬化剤混合比
- ・適正塗装方法（スプレー、はけ等）
- ・塗装環境条件（温度・湿度）
- ・使用可能時間（ポットライフ）
- ・乾燥時間
- ・塗装間隔

2. 塗装施工者による影響の確認結果について

上記のとおり、塗装施工においては仕様書等に従って施工していることから、塗装性能への影響は小さいと考えられるが、参考として塗装施工者の違いについて以下のとおり確認試験を実施した。

2.1 確認試験の方法

原子炉格納容器鋼板用の塗料を用いて、2名の塗装施工者がそれぞれ同様の試験片へ塗装を実施した。塗装施工においては、塗料仕様書指定の事項（主剤・硬化剤混合比等）

に従うとともに、施工者以外の条件は同等とした。

その後、各試験片に対してプルオフ法による付着性試験を実施し、塗装施工者の差異による影響を確認した。

【試験片仕様】

- ・試験片材質：SS400
- ・下地処理：サンドブラスト
- ・塗装仕様：原子炉格納容器鋼板塗装仕様
(下塗り 75 μm 以上, 中塗り 100 μm 以上, 上塗り 100 μm 以上)

【塗装施工者】

- A：塗装工事経験年数 37 年
- B：塗装工事経験年数 3 年

2. 2 試験結果

試験結果は下表のとおりであり、塗装施工者の違いによる有意な差は認められなかった。

各試験片に対する付着性試験結果

付着性試験結果	塗装施工者	
	A (経験 37 年)	B (経験 3 年)
測定値	5.8 / 6.0 / 5.0 MPa	5.0 / 7.0 / 7.0 MPa
3 点平均値	5.6 MPa	6.3 MPa

(7.0 以上は 7.0 として評価)