

関西電力株式会社美浜発電所3号機に対する立入検査の結果及び技術基準適合命令に基づく確認結果について

平成17年12月19日
原子力安全・保安院

1. 概要

関西電力(株)美浜発電所3号機については、平成16年8月に発生した二次系配管破損事故に伴い、電気事業法に基づく技術基準適合命令により、事故部位周辺の配管について、技術基準に適合するよう工事等を行い、同基準に適合していることを当院が確認するまでの間、電気工作物の使用を一時停止するよう命じた。

本命令に対し、関西電力は技術基準に適合するよう工事等を行い、平成17年10月31日をもって、美浜発電所3号機配管取替等の技術基準適合確認実施報告書(以下、「報告書」という。)が経済産業大臣へ提出された。

当院は、報告書の提出を受け、配管取替工事等の適切性及びその結果並びに当該電気工作物の材料及び構造が技術基準に適合しているかを確認することを目的として、関西電力美浜発電所3号機に対して、電気事業法及び核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律に基づき、平成17年11月10日、11日及び12月5日に立入検査を実施した。

その結果、平成17年12月5日の再実施分をもって、当該電気工作物の材料及び構造は技術基準に適合していることが確認できたため、関西電力に対して、その旨を通知した。

なお、これにより、平成16年9月27日付けの技術基準適合命令により、配管破損部位付近の配管に係る電気工作物の使用を一時停止するよう命じた件については、解除されたことになる。

2. 立入検査の実施

2. 1. 概要

2. 1. 1. 初回実施分

検査実施日：平成17年11月10日～11日(2日間)

検査官：地域原子力安全統括管理官(若狭地域担当) 前田 秀 ほか9名

内訳：美浜保安検査官事務所及び原子力発電検査課検査官 5名

原子力安全基盤機構(JNES)検査員4名(配管肉厚測定の専門家)

2. 1. 2. 再実施分

検査実施日：平成17年12月5日

検査官：地域原子力安全統括管理官(若狭地域担当) 前田 秀 ほか4名

内訳：美浜保安検査事務所及び原子力発電検査課の検査官 2名

原子力安全基盤機構(JNES)検査員2名(配管肉厚測定の専門家)

2. 2. 検査体制及び内容

検査目的である、配管取替工事等が適切に行われたか及びその結果、当該電気工作物の材料及び構造が技術基準に適合しているかを確認するため、次ページのような体制により立入検査を実施した。

チーム	主な確認事項
配管取替工事適切性確認	・ 関西電力が実施した配管取替工事に対する適切性の確認 ・ 工事実施中に発生した不適合事項に対する確認
技術基準適合性確認	・ 関西電力が技術基準適合性を確認するために実施した検査に対する適切性の確認 ・ 命令対象の配管に対する施工状況の確認（配管の刻印確認を含む） ・ 命令対象の配管肉厚に関する関西電力が実施した測定データとのクロスチェックの評価
配管肉厚測定	・ 命令対象配管に対する配管肉厚測定の実施

3. 立入検査の結果

3. 1. 配管取替工事の適切性

配管取替工事に係る一連のプロセスが、保安規定「第3条 品質保証計画」及び「第120条 保守管理計画」に基づき適切に行われたかについて、関係書類の確認や関係者への質問などにより確認した。

その結果、配管取替工事に係る一連のプロセスは、概ね適切に実施されており、保安規定に違反する事項は認められなかった。

なお、保安規定の適切な遵守の観点から改善すべき事項が認められたが、それらについては今後の特別な保安検査などによって確認することとした。

一方、不適切な刻印の修正問題については、溶接安全管理検査の適切な遂行の観点から、関西電力及び三菱重工業に対し、別途、平成17年11月16日付け指示文書により原因究明と再発防止策の報告を求めた。

改善が必要と認められた事項は、次のとおりである。

(1) 業務計画を確立し、工事を実施すること

関西電力は、配管取替工事に関する実施計画を決定する3ヶ月余り前に発注内示を行い、工場での配管製作を開始しているが、今後は「所要の手順に従い工事を計画した後に、計画に従い工事を実施する」ことを確実にする必要がある（保安規定第3条 7. 業務の計画及び実施）。

(2) 品質記録の管理を徹底すること

溶接事業者検査に係る品質記録の修正手順が定められていなかったこと、配管取替工事に係る品質記録の不適切な修正が行われていたことを確認した。この記録の

不適切な修正については、立入検査時点において、記録自身の是正がなされていたことを確認した。

配管設備の強度評価に係る一部の品質記録が、立入検査期間中に提示されなかったことから、品質記録を適切に管理し、周知徹底を図る必要がある（保安規定第3条 4. 2. 4 記録の管理）。

(3) 「美浜発電所3号機事故再発防止に係る行動計画」を着実に展開すること

行動計画における再発防止のための施策として、「原子力事業本部と発電所のコミュニケーションの距離感を短縮し、発電所実態に即した直接的・積極的な支援が行える組織運営とすべく、原子力事業本部を福井県に移転した」としているが、原子力事業本部が不適切な刻印の修正などの不適合の重大性を認識し、美浜発電所と情報交換を開始したのが11月であった。

これらの対応状況は、原子力事業本部と発電所とのコミュニケーションにおいて、未だ距離感が存在することを示す事例であり、現在実施中の再発防止対策を着実に展開する必要がある。

3. 2. 技術基準適合性の確認

技術基準適合命令の対象となっている蒸気タービンに附属する管（第4給水ヒータ出口弁から脱気器までの主復水管）について、下表の確認内容により、関西電力が実施した検査結果や関係品質記録及び超音波による配管の肉厚測定の実施により、確認を行った。その結果、当該電気工作物の材料及び構造が電気事業法第39条に基づく技術基準に適合するよう修理等が行われ、同基準に適合していることを確認した。

検査項目	確認内容	確認結果	備考
構造検査（寸法、外観及び据付確認）	配管表面及び指示構造物の目視確認により、機能に影響を及ぼすよう異常がないか確認した。また、溶接加工前の寸法記録の確認により、使用した配管の外径、厚さを確認した。	良	
材料検査	配管の加工メーカ及び組立・据付メーカの材料検査証明書の確認により、配管材料がステンレス鋼（JIS G4304 熱間圧延ステンレス鋼及び鋼帯）であるか確認した。	良	
強度、漏えい検査	関西電力が実施した強度、漏えい検査について、検査記録を確認した。	良	
溶接部に係る検査	溶接検査記録を確認し、記録に問題がないか確認した。また、立入検査前に発覚した配管取替工事における不適切な刻印修正問題に関連し、全数の取替え配管の刻印番号を確認するとともに、不適切な刻印修正が行われた配管を含めた全数の配管が正しく据付けられているか確認した。	良	
継続使用する配管の確認検査	ステンレス鋼配管に取替えた際の工事記録等の関係書類の確認により、配管材料がステンレス鋼配管であるか、また、配管内部の目視点検記録により、異常な肌荒れがないか確認した。	良	
超音波による配管の肉厚測定確認検査	超音波厚さ計を用いて配管の厚さ測定を行い、技術基準で求められる計算必要厚さを満たしているか確認した。また、関西電力が実施した厚さ測定結果とクロスチェックを行い、厚さ測定方法が適切であるか確認した。	良	再検査により確認 詳細別添参照

4. 結論

関西電力美浜発電所3号機において平成16年8月に発生した二次系配管破損事故に伴う技術基準適合命令に対し、技術基準適合命令の対象となっていた電気工作物について、平成17年11月10日、11日及び12月5日に立入検査を行なった結果、当該電気工作物が電気事業法第39条に基づく技術基準に適合していることを確認した。

なお、初回立入検査の配管取替工事の適切性確認における改善事項及び、関西電力が再評価の報告の際に、「美浜発電所3号機事故防止に係る行動計画」の一環として確実に反映していくとした2次系配管減肉管理の確実な実施については、今後、当院が実施する特別な保安検査などによって確認していくこととする。

超音波による配管肉厚測定確認検査について

1. 初回立入検査の実施

1. 1. 検査結果

超音波による配管肉厚測定確認においては、配管の厚さが技術基準で求められる計算必要厚さを満足している測定値であることを確認した。しかしながら、関西電力が測定した厚さの測定結果とクロスチェックを行ったところ、448ポイント中、17ポイントで測定装置の測定精度からみて有意な差を示すデータが確認された。

クロスチェックによる測定値の差の範囲毎のポイント数は、下表のとおりである。

測定値の差	妥当な差			有意な差	全体
	0~0.2mm	~0.4mm	~0.6mm	0.7mm~	
ポイント数	346	69	16	17	448

これら17ポイントの測定位置について、関西電力及びJNESからの報告、並びに関西電力から図面提示を求めて確認した結果、全17ポイントは配管の溶接部の近傍にあり、溶接のための配管の肉厚加工に起因し、有意な差が生じたものと推定される。

下表に17ポイントの測定結果を示す。

測定部位	部品形状	測定ポイント	関西電力の測定結果 (mm)	JNESの測定結果 (mm)	関西電力とJNESの差の絶対値 (mm)	技術基準に定める計算必要厚さ (mm)
1 1	45° エルボ	A-2	13.0	13.7	0.7	3.7
1 1	45° エルボ	A-5	12.9	13.8	0.9	3.7
1 1	45° エルボ	A-8	12.8	13.9	1.1	3.7
1 1	45° エルボ	E-4	12.8	13.7	0.9	3.7
1 1	45° エルボ	E-5	12.8	13.8	1.0	3.7
1 1	45° エルボ	E-7	13.3	14.0	0.7	3.7
1 1	45° エルボ	E-8	12.8	13.5	0.7	3.7
1 3	オリフィス	A-2	11.1	10.4	0.7	3.7
1 3	オリフィス	A-6	11.7	10.2	1.5	3.7
1 3	オリフィス	A-7	11.7	11.0	0.7	3.7
2 6	T管扱い	Y-2	16.9	16.2	0.7	5.2
3 1	90° エルボ	A-2	11.1	11.9	0.8	3.7
3 1	90° エルボ	A-5	11.5	12.2	0.7	3.7
3 1	90° エルボ	A-7	10.8	11.8	1.0	3.7
3 1	90° エルボ	Y-3	10.2	11.2	1.0	3.7
3 1	90° エルボ	Y-4	9.2	10.5	1.3	3.7
3 4	T管	B-4	20.7	21.5	0.8	3.7

1. 2. 関西電力への指示

超音波による配管の肉厚測定検査については、当院及びJNESにより測定した値は、全て技術基準を満足する測定値であったが、関西電力の測定値とのクロスチェックを行った結果、全448ポイント中17ポイントにおいて有意な差が確認された。

配管肉厚管理については、本年2月に当院が発出した「原子力発電所における配管肉厚管理に対する要求事項」(NISA-163a-05-1)に基づき実施するよう指示しているところであるが、有意な差があったポイントについては、今後継続して適切な配管肉厚管理を行っていく観点から、正確な余寿命評価を行うに当たっての初期値が適切な値であるかどうかについて確認する必要があると判断し、関西電力に対して、次の事項について検討を行うよう指示した。

- (1) 測定データのクロスチェックの結果、測定器の測定精度を超える測定値の有意な差があった測定ポイントについて、その原因及び測定ポイント設定や測定方法等の妥当性
- (2) (1)の妥当性の検討を踏まえた、配管肉厚測定についての再評価
- (3) 上記を踏まえた上でのNISA文書の確実な実施のための取組み

2. 関西電力からの再評価結果の報告

当院の指示を受け、関西電力から12月1日付けをもって再評価結果の報告書が提出されたことから、当院は当該報告書の内容が妥当であるか確認した。

2. 1. 関西電力からの報告内容

検討を行うよう指示した事項に対する関西電力からの報告内容は次のとおりである。

- (1) 測定データのクロスチェックの結果、測定器の測定精度を超える測定値の有意な差があった測定ポイントについて、その原因及び測定ポイントの設定や測定方法等の妥当性
測定ポイントを示すマーキングの形状や大きさに不揃いがあり、マーキングの中心位置に探触子を当てる測定方法についての詳細を明確に規定していなかったため、測定ポイントの位置ずれが発生し、配管の肉厚を加工した溶接部近傍の測定ポイントで測定値に有意な差が生じたものと考えられる。
- (2) (1)の妥当性の検討を踏まえた、配管肉厚測定についての再評価
測定値に有意な差があった原因を踏まえ、今回取替えを行った範囲の配管について、測定値に有意な差があった17ポイントを含む配管の肉厚を加工した溶接部近傍の測定ポイント全数(872ポイント)について、マーキングがその中心を確実に測定できるように適切な形状と大きさになっているか確認した。
その結果、115ポイントについて、マーキングの大きさを探触子の大きさに応じて変更する等の改善を行った。
- (3) 上記を踏まえた上でのNISA文書の確実な実施のための取組み
今回の測定値に有意な差があった原因を踏まえ、NISA文書の確実な実施のため、マーキング方法の改善等の社内標準類への反映、関係会社への配管肉厚測定に係る調達要求事項の明確化を図ると共に、今回の事象に関する事例教育について実

施することとした。

2. 2. 当院の確認結果

当院は、関西電力からの報告内容について精査した結果、その内容は概ね妥当であることを確認した。

- (1) 測定データのクロスチェックの結果、測定器の測定精度を超える測定値の有意な差があった測定ポイントについて、その原因及び測定ポイントの設定や測定方法等の妥当性

測定値に有意な差があった17ポイントについて、測定ポイントの位置ずれをなくし、測定者と測定装置を変えて配管肉厚測定を行なった測定値の差が、測定器の測定精度から見て妥当な範囲内であったことから、測定ポイントの位置ずれが原因とする関西電力の報告は妥当であると評価した。

- (2) (1) の妥当性の検討を踏まえた、配管肉厚測定についての再評価

マーキングの大きさを変更する等の改善を行った155ポイントについて、複数の測定者により配管肉厚測定を行った測定値の差が、測定器の測定精度から見て妥当な範囲内であり、測定ポイントがずれることなく定点測定を行うことが可能となったことから、正確に余寿命評価を行うに当たっての定期事業者検査において測定された初期値が適切に設定されたとする関西電力の報告は妥当であると評価した。

なお、当院は、マーキングの改善が行われた155ポイントの中に、立入検査の前に関西電力が実施した定期事業者検査における肉厚測定値から有意な差が生じないように、測定ポイントを変えたところがあるのを確認したが、この測定ポイントの変更については、配管肉厚管理の適切性に係るものではないと評価した。

- (3) 上記を踏まえた上でのN I S A文書の確実な実施のための取り組み

上記(1)および(2)の評価の結果を踏まえ、関西電力がN I S A文書の確実な実施のために取り組むとした計画は、妥当であると評価した。

なお、関西電力が、「美浜発電所3号機事故防止に係る行動計画」の一環として確実に反映していくとした2次系配管減肉管理の確実な実施については、今後、当院が実施する特別な保安検査などによって確認していくこととする。

3. 再立入検査の実施

当院は、前回立入検査の結果、技術基準適合命令範囲の電気工作物については、電気事業法で定める技術基準に概ね適合していることを確認した。また、前回の立入検査結果に基づく指示事項に対する関西電力からの報告内容も、概ね妥当であることを確認した。

このため、当該報告内容について、立入検査により超音波による配管の肉厚測定検査等を実施し、最終的な技術基準適合性の確認を行った。

3. 1. 検査内容

平成17年11月10日及び11日に実施した立入検査（以下「前回立入検査」という。）において、技術基準適合性を確認するために実施した検査のうち、確認結果

を保留とした超音波による配管の肉厚測定確認検査について、関西電力が実施した配管肉厚測定の再評価の状況の確認を行うとともに、配管肉厚測定を再度実施し、クロスチェックを行うことにより、技術基準適合命令の対象となる電気工作物が、電気事業法第39条に基づく技術基準に適合しているか確認した。

3. 2. 検査結果

3. 2. 1. 配管肉厚測定

前回立入検査の際、超音波による肉厚測定検査において、配管肉厚測定値に有意な差があった17ポイントについて、超音波厚さ計を用いて配管肉厚測定を行い、関西電力が測定したデータとのクロスチェックを行った。その結果、下表のとおり、配管の肉厚測定値が技術基準に定める計算必要厚さ以上であり、また測定値の差は、測定装置の測定精度からみて妥当な範囲内であることを確認した。

測定部位	部品形状	測定ポイント	関西電力の測定結果 (mm)	JNESの測定結果 (mm)	関西電力とJNESの差の絶対値 (mm)	技術基準に定める計算必要厚さ (mm)	確認結果
1 1	45° エルブ	A-2	13.0	13.2	0.2	3.7	良
1 1	45° エルブ	A-5	12.9	13.0	0.1	3.7	良
1 1	45° エルブ	A-8	12.8	13.0	0.2	3.7	良
1 1	45° エルブ	E-4	12.8	12.9	0.1	3.7	良
1 1	45° エルブ	E-5	12.8	12.8	0.0	3.7	良
1 1	45° エルブ	E-7	13.3	13.1	0.2	3.7	良
1 1	45° エルブ	E-8	12.8	13.0	0.2	3.7	良
1 3	オリフイス	A-2	11.1	10.9	0.2	3.7	良
1 3	オリフイス	A-6	11.7	11.6	0.1	3.7	良
1 3	オリフイス	A-7	11.7	11.6	0.1	3.7	良
2 6	T管扱い	Y-2	16.9	16.9	0.0	5.6	良
3 1	90° エルブ	A-2	11.1	11.3	0.2	3.7	良
3 1	90° エルブ	A-5	11.5	11.9	0.4	3.7	良
3 1	90° エルブ	A-7	10.8	10.8	0.0	3.7	良
3 1	90° エルブ	Y-3	10.2	10.6	0.4	3.7	良
3 1	90° エルブ	Y-4	9.2	9.4	0.2	3.7	良
3 4	T管	B-4	20.7	20.6	0.1	3.7	良

3. 2. 2. 配管肉厚測定の再評価の状況の確認

配管肉厚測定の再評価において関西電力が改善した、次の事項の実施状況を確認した。

- ①測定ポイントを示すマーキングの改善状況
- ②社内標準類への反映状況
- ③検査関係者に対する周知、教育の方法

その結果、下表のとおり、測定ポイントを示すマーキングの大きさは、確実に定位（測定中心）を測定できるよう、探触子の大きさに応じた適切なサイズであることを確認した。また、改善事項についても、報告書に基づき適切な処置がなされ、配管肉厚測定が実施されていることを確認した。

確認内容	確認結果	備考
測定ポイントを示すマーキングの改善	関西電力が実施した「データ検証に係る検証要領書」及び同成績書を確認し、測定ポイントを示すマーキングの大きさ等が適切なものであるか評価し、対策が必要なものについては、マーキングの再設定を行っていることを確認した。 また、マーキング形状について目視で確認し、測定器の探触子を当てる上で問題ない形状であることを確認した。	
社内標準類への反映状況	関西電力の社内標準である「2次系配管肉厚の管理指針」を改訂、新たに「測定ポイントのマーキング要領」の項目を作成し、今回再評価対象である17ポイントの測定については、評価結果の報告に基づいた対策を講じていることを確認した。	
検査関係者に対する周知、教育の状況	「2次系配管肉厚の管理指針」を改訂後、美浜発電所の配管肉厚測定担当者や協力事業者の測定員に対して、正しい測定ポイントのマーキングの方法等についての教育が行われていることを品質記録により確認した。また、美浜発電所の測定担当者に対しインタビューを実施し、今回の有意な差が発生した原因や、新しいマーキングの方法について、適切な理解がされていることを確認した。	

3. 3. 再立入検査結果のまとめ

以上の結果より、前回立入検査において、確認結果を保留とした超音波による配管の肉厚測定確認検査については、確認結果が良であることを確認した。