

関西電力(株)大飯発電所3号機
原子炉容器Aループ出口管台溶接部の損傷について

平成20年10月
原子力安全・保安院

0

保安院の見解① 推定原因について

事業者は、原子炉容器製作時、600系ニッケル基合金溶接部に機械加工を行ったことにより、内表面において高い引張残留応力が発生し、その高い引張残留応力によりPWSCCが発生したとしているが、

- ①VT結果、製造履歴調査結果、モックアップ試験結果等から、国内のSG管台の600系ニッケル基合金の溶接部で確認されたPWSCCと同様の特徴を有していること
- ②延性割れ、疲労割れ及び腐食によるものでないと考えられること
- ③PWSCCの発生のしきい値を超える引張残留応力が確認されたこと

等から、高温の1次冷却材水質環境下における、応力腐食割れの感受性がある600系ニッケル基合金による溶接部でPWSCCが発生したとすることは妥当であると考ええる。

1

保安院の見解② 対策について

- ①事業者が実施した傷の深さを特定するための切削は、傷を除去するものであり、対策として妥当であると考える。
- ②また、切削部を含めたAループ出口管台溶接部について、WJPを実施することとしていることは、WJPにより応力緩和の効果が期待され、PWSCCに対する予防保全対策として妥当であると考える。
- ③更に、当該溶接部について、次回定検において、690系ニッケル基合金を用いた肉盛溶接補修を実施することとしており、接液部をより耐食性に優れた690系ニッケル基合金で溶接することは、PWSCCに対する予防保全対策として妥当であると考える。

2

工事計画届出に関する経緯

- 平成20年3月6日～10日 : 渦流探傷試験により原子炉容器ループA出口管台溶接部に傷を発見
- 平成20年4月 8日 : 超音波探傷試験において傷の深さが評価できず
- 平成20年5月13日 : 関西電力は保安院に工事計画届出
(板厚70mm → 64mm)
- 平成20年5月23日 : 保安院は工事計画の妥当性を確認し、工事開始を承認。関西電力は切削開始(6月6日切削中断)
- 平成20年7月30日 : 関西電力は保安院に工事計画変更届出
(板厚64mm → 70mm 一部 53mm)
- 平成20年8月 8日 : 保安院は工事計画の妥当性を確認し、工事開始を承認。切削再開(8月23日切削完了)

3

審査内容

当該工事箇所が切削により薄く(70mm→53mm)なったとしても、通常の運転中、過渡事象^①発生時、事故事象^②発生時及び地震時においても原子炉容器内の圧力、温度、自重などに対して強度を有することを確認する。

- (注)① 過渡事象 : 機器の故障、運転員の誤操作などにより異常な状態に至る事象
 ② 事故事象 : 過渡事象を超え、放射性物質の放出の可能性のある異常な状態に至る事象

(参考)

発電用原子力施設に関する技術基準を定める省令の主な該当項目

- ▶ 構造及び強度は、最高使用温度、最高使用圧力及び機械的荷重が負荷されている状態において、全体的な変形を弾性域に抑えること。
- ▶ 原子炉の通常運転状態、原子炉の故障、誤動作等により原子炉の運転の停止が緊急に必要とされる状態、原子炉の安全設計上想定される異常な状態が生じた場合を想定しても、延性破断に至る塑性変形等が生じないこと、及び疲労破壊が生じないこと。
- ▶ 原子炉施設等は、地震力による損壊により公衆に放射線障害を及ぼさないように施設すること。

4

審査のポイント

1. 工事計画の審査基準である技術基準、規格等の手順に従い評価を実施しているか。
2. 解析モデルは適切か。
3. 応力評価点を適切な場所に配置しているか。
4. 評価の結果、評価値は許容値を満足しているか。

5

評価結果(変更工事計画)

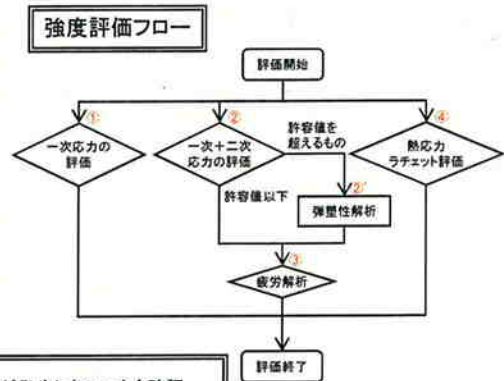
	①						②		③		④	
	一次一般膜 応力強さ		一次局部膜 応力強さ		一次膜+一次曲げ 応力強さ		一次+二次 応力強さ		疲労評価		熱応力ラチェット	
	発生応力	許容値	発生応力	許容値	発生応力	許容値	発生応力	許容値	疲労 累積係数	許容値	熱応力 変動値	許容値
出口管台 セーフ エンド	107 評価点 1~4	114	133 評価点 3,4	276	107 評価点 3,4	154	379 評価点3 →※弾塑性解析へ	351	0.002 評価点3	1.0	278 評価点4	343
出口管台	106 評価点 5~8	184	133 評価点 5,6	465	107 評価点5	248	372 評価点5	552	0.014 評価点5	1.0	252 評価点5	1013

(注)評価の最も厳しい(許容値に対する評価値の割合が大きい)部位を記載

※弾塑性解析 ②'

評価点	評価項目	評価値	許容値
3	材料の最小降伏点と最小引張強さの比	0.4	0.8
	供用状態A及びBにおける最高温度(°C)	336.0	430
	熱曲げ応力を除く一次+二次応力強さの変動幅(MPa)	232	351
	疲労解析に用いる繰返しピーク応力強さ(MPa)	292	4,880

(注)評価の最も厳しい(許容値に対する評価値の割合が大きい)値を記載



評価値は許容値を満足。また、窪みの残存で流れに乱れが生じることによる侵食等が発生しないことも確認

審査結果

関西電力(株)大飯3号機の原子炉容器ルー
プA出口管台部に係る電気事業法第48条
に基づく工事計画届出は、同法第39条第
1項に定める技術基準に適合しており、安
全の確保上問題ないものと判断する。

使用前検査について

電気事業法では、経済産業大臣の認可又は届出を受けた工事については、経済産業大臣の検査を受け、これに合格した後でなければ、これを使用してはならない。(電事法第49条)

工事計画の内容

性能、強度に影響を及ぼす修理

(配管の板厚 板厚64mm → 70mm 一部 53mm)



使用前検査

使用前検査の内容(電事法施行規則第69条)

○工事の工程 イ項、ホ項に該当する検査を実施

※イ項に該当する検査は、原子力安全基盤機構が実施(施行規則第73条の2)

8

検査のポイント

1. 工事計画書どおり工事が実施されているか。
2. 切削状況に問題はないか。(割れの除去が確実に実施されているか。検査性を確保した形状か。)
3. 応力緩和措置(ウォータージェットピーニング(WJP))を施工する前後において、検査対象部位の健全性は確保されているか。WJPが確実に施工されているか。
4. 漏えい等はないか。

9



1. イ項使用前検査に係る検査項目 (これまでに実施済みの検査)

- 寸法検査・・・8/27、9/1に実施済み
→切削深さ、切削範囲が工事計画どおりであることを確認(主要寸法の計測及び事業者検査記録の確認:異常なし)
- 外観検査(WJP前)・・・8/28に実施済み
→割れの除去が確実に実施されていることを確認(遠隔目視及び施工記録を含む事業者検査記録の確認:異常なし)
- 据付検査(検査前確認)・・・9/8に一部実施
→切削後の検査対象部位の健全性が確保されていることを確認(事業者検査記録の確認:異常なし)

10



1. イ項使用前検査に係る検査項目 (今後実施予定の検査)

- 外観検査(WJP後)・・・9/30に実施済み
→検査性を確保した形状である(渦流探傷試験で有効なデータが得られている)ことを確認(事業者検査記録の確認)
- 据付検査・・・9/29に実施済み
→WJP後において検査対象部位の健全性が確保されていること、WJPが確実に施工されていることを確認(遠隔目視及び施工記録を含む事業者検査記録の確認)
- 耐圧検査・・・10月下旬予定
→検査圧力(通常運転圧の1.1倍:水圧16.96MPa)で機能に影響を及ぼすような変形等の異常がないことを確認(目視検査、事業者検査の記録確認)
- 漏えい検査・・・10月下旬予定
→検査圧力で耐圧部分からの著しい漏えいがないことを確認(遠隔目視又は直接目視)

11



2. 本項使用前検査に係る項目 (今後実施予定の検査)

○性能検査・・・12月上旬予定

→通常運転状態で異常がなく機能が果たされていることを確認(運転状態の確認)



3. 当院のスタンス

(1)関西電力(株)大飯3号機の原子炉容器ループA出口管台部に係る使用前検査については、発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令等の諸基準に照らし、今後とも厳格に実施していく。

(2)使用前検査の結果については、速やかに公表を行う。

(3)その他、事業者は傷の深さが評価できなかったことを踏まえ、検出能力の向上による深さ評価技術の知見の拡充を図っていくこととしており、当院としても検出技術向上策の検討を検査技術評価WGにおいて実施するとともに、事業者が行う知見拡充の状況について確認する。