

(お知らせ)



平成22年3月1日
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所 第24回定期検査の状況について
シュラウドサポート溶接線付近のひび状の指示模様（その4）
（シュラウドサポート溶接部のひび割れに関する構造健全性評価書の提出）

当社、東海第二発電所（沸騰水型軽水炉、定格電気出力110万キロワット）は、9月7日から第24回定期検査を実施しておりますが、炉心シュラウドサポートのシリンダ溶接線を水中カメラで目視点検^{*1}したところ、サポート部内面の縦溶接線にひび状の指示模様（7箇所）が確認されたため、範囲を拡大して点検した結果、新たなひび状の指示模様（10箇所）を確認しました。その後、目視点検で確認されたひび状の指示模様について、構造健全性評価のために超音波探傷検査を実施した結果、新たなひび状の指示模様（21箇所）を確認しました。

今後、点検結果に基づき、維持規格等による構造健全性評価等の必要な措置を講じます。

（平成21年10月9日、11月6日、12月8日 お知らせ済）

その後、シュラウドサポート溶接部のひび割れに関して、構造健全性評価を行ってききましたが、本日、炉心シュラウド等の構造健全性が確保されていることを評価書としてまとめ、経済産業省に提出いたしましたのでお知らせします。

^{*1}：今回の点検は、第21回定期検査においてシュラウドサポート部の縦溶接線（外側3箇所）にひびが認められた件に係わる構造健全性評価書に基づき、点検を行ったものです。

添付資料：東海第二発電所 シュラウドサポート溶接部ひび割れの構造健全性等の評価結果について

以 上

1. 原因

第21回定期検査および今回確認されたひび割れ^{*1}の発生要因を調査した結果、原因は応力腐食割れであり、製造不良、材料不良、溶接不良および疲労割れが発生原因でないことを確認しました。

応力腐食割れ（SCC）は、金属そのものの材料因子、溶接による引張残留応力等による因子、金属周りの環境因子が重なることで発生することから、これらについて調査したところ、以下のことが判明しました。
【*1 参考資料参照】

(1) 材料条件

ひび割れが確認されたV8、H7およびほう酸注入配管サポートすみ肉溶接部の溶接材は、応力腐食割れ感受性のあるインコネル 182 を使用していました。

(2) 環境条件

平成9年以降、炉内の環境改善のため水素注入を実施しているが、応力腐食割れの発生する可能性を否定できない溶存酸素濃度となっていた時期がありました。

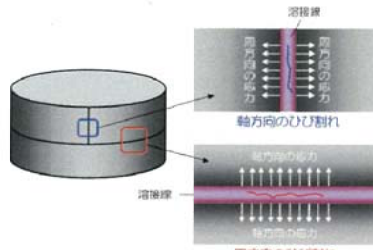
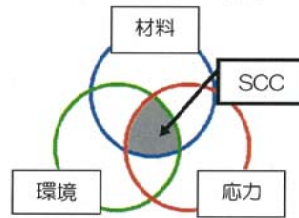
(3) 応力条件

第21回定期検査および今回確認されたひび割れ箇所の応力は以下と推定しました。

①V8 溶接部外面の残留応力は、シュラウドサポートシリンダの製造過程（真円修正）において周方向の残留応力が大きくなっていました。更に、シュラウド(SUS304L)とシュラウドサポートシリンダ(インコネル 600)の異種金属による熱膨張差により、運転時にはシュラウドサポートシリンダの周方向の引張応力となり、軸方向のひび割れの駆動力になっていた可能性があります。

②H7 溶接部の残留応力は、溶接時に周方向の残留応力が大きくなっていました。更に、運転中の応力においても周方向の応力が大きくなることから、軸方向のひび割れの駆動力になっていた可能性があります。

③ほう酸注入配管サポートすみ肉溶接部の残留応力は、V8 溶接金属(インコネル 182)およびシュラウドサポートシリンダ母材(インコネル 600)ともにサポートのすみ肉溶接による軸方向の残留応力が支配的になっており、周方向ひび割れの駆動力になっていた可能性があります。



2. 健全性評価

評価モデルの設定【右図参照】

ひび割れの状況から以下の構造健全性評価モデルを設定し、地震時の荷重などを考慮した破壊評価および技術基準に適合しなくなると見込まれる時期の評価を解析しました。

(1) V8に確認されたひび割れ

4本全ての継手に軸方向貫通を想定【a】

(2) H7に確認されたひび割れ 所定の期間^{*2}で進展したと想定

確認されたひび割れの数から、全周に想定されるひび割れの数に包絡するように全周1°ピッチで軸方向板厚貫通(V8溶接部を除き356本)を想定【b】

(3) ほう酸注入配管サポートすみ肉溶接継手上側に確認されたひび割れ

周方向すみ肉溶接長に溶接熱影響部(10mm)を加えた長さの周方向貫通を想定【c】

(4) H7上側溶接熱影響部の周方向のひび割れ

仮定した周方向のひび割れが所定の期間で進展(H7上側溶接熱影響部の内表面に深さ6mm、幅2mmでリング状のスリット^{*3})したと想定【d】

^{*2} 所定の期間とは、高経年化技術評価等報告書において、運転開始後60年を想定していることを踏まえ、今後の運転期間がほぼ同等となる「今後30年」としました。

^{*3} 周方向のひび割れに開口幅の想定はしていないが、適度な幅を持たせることにより計算の収束性を考慮して2mmを設定しました。

3. 評価結果

(1) シュラウドサポートシリンダの健全性評価結果

評価モデルにより解析した結果、十分な裕度を有していることから、確認されたひび割れおよび仮定した周方向のひび割れが構造健全性に影響を及ぼすものではないことを確認しました。

なお、地震時の荷重 S_E についても評価し、構造健全性に影響を及ぼすものではないことを確認しました。

(2) 技術基準に適合しなくなると見込まれる時期の評価

評価モデルで仮定したH7上側溶接熱影響部の周方向のひび割れの深さ寸法をパラメータとして変化させると、構造健全性を維持できなくなる時期が求められます。

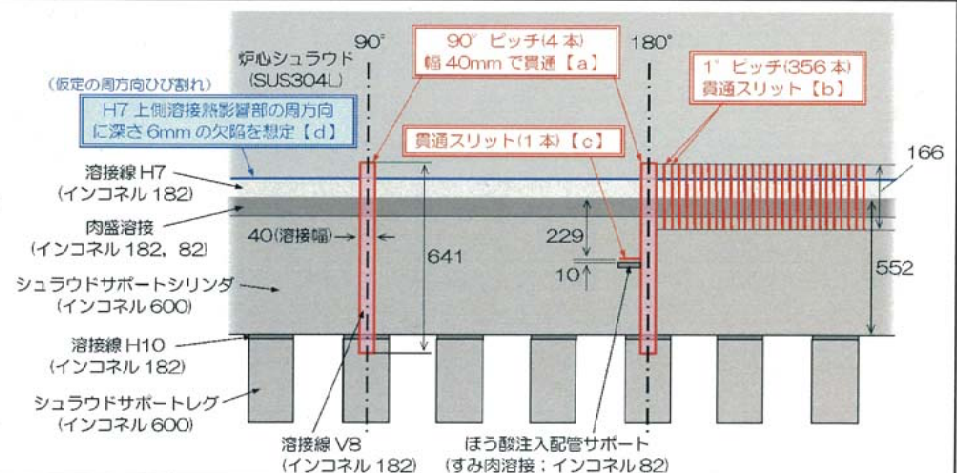
この時期を算出したところ45年間となり、所定の期間(今後30年)に比べ十分に安全側であることを確認しました。

4. 今後の検査の設定

至近の定期検査において点検した後は、隔回毎の定期検査時の継続検査^{*4}とします。なお、継続検査ではV8(ほう酸注入配管サポート上部含む)およびH7のひび割れについて、今回実施した健全性評価への影響を確認し、必要に応じて再評価を行います。確認する項目は以下のとおりです。

- (1) V8(ほう酸注入配管サポート上部含む)およびH7のひび割れの発生・進展が予測した範囲にとどまっていること。
- (2) H7溶接金属に周方向のひび割れが発生していないこと。
- (3) H7上側溶接熱影響部に周方向のひび割れが確認された場合には、ひび割れの深さが評価で仮定した深さを超えていないこと。(深さ6mm)
- (4) H7の軸方向のひび割れが、360個を超えないこと。

^{*4} 原子力安全・保安院文書「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他欠陥の解釈について」により



【概要】

○第21回定期検査において、シュラウドサポート部の縦溶接線(V8外面3箇所)にひび割れが認められたことから、第24回定期検査によりひび割れの進展状況を目視点検*1した結果、V8溶接線内面5箇所及びH7溶接線内面2箇所に新たなひび状の指示模様を確認した。

○H7溶接線内面にひび状の指示模様が確認されたことから、H7内面全周の目視点検*1を実施した結果、新たに10箇所のひび状の指示模様を確認した。

○構造健全性評価のため、H7溶接線の検査範囲を拡大(全周の約47%)した超音波探傷検査*2により、新たに内面21箇所のひび割れを確認した。

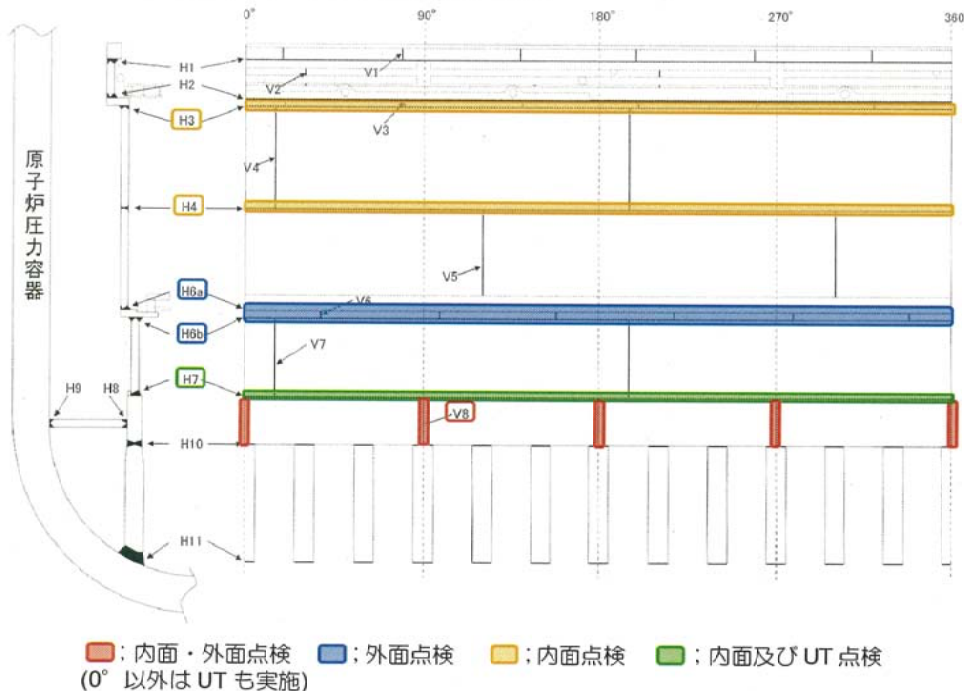
【シュラウドサポート部ひび割れ・ひび状の指示模様；合計40箇所】

○今定期検査で実施した、その他の溶接線(シュラウド部のH3、H4 内面及びH6a、H6b 外面)での異常は確認されなかった。

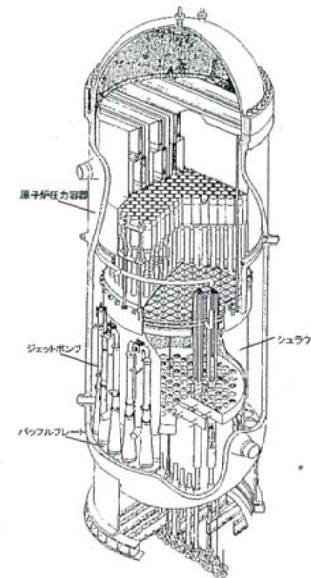
*1 水中カメラによる目視点検(VT)

*2 超音波による探傷検査(UT)

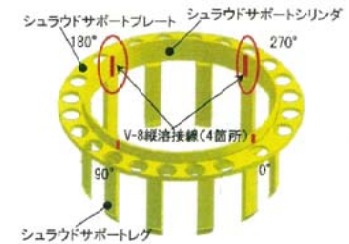
【第24回定期検査における目視点検箇所】



【原子炉圧力容器 内部構造図】



【シュラウド周辺設備】



【シュラウドサポート構造図】

【第24回定期検査でVT・UTにより確認された内外面欠陥指示状況】

内面欠陥指示				
欠陥総数	欠陥部番号	UT欠陥指示値	長さ(mm)	深さ(mm)
VT	UT			
1	1	48	20.1	
2	2	31	15.7	
3	3	47	24.5	
4	3A	36	19.7	
5	3B	22	12.4	
6	3C	16	13.7	
7	4	42	14.1	
8	5	74	20.8	
9	6	28	15.6	
10	8A	38	15.4	
11	8B	16	11.7	
12	7	24	12.5	
13	8	26	13.5	
14	9	171	貫通	
15	9A	12	8.2	
16	10		検出されず	
17	11	52	16.3	
18	12	24	11.1	
19	12A	6	4.3	
20	12B	6	6.2	
21	12C	12	8.7	
22	13		検出されず	
23	14		計測不可	
24	14A	12	計測不可	
25	14B	15	15.9	
26	14C	24	17.4	
27	14D	18	13.5	
28	14E	16	計測不可	
29	14F	16	計測不可	
30	14G	12	計測不可	
31	14H	18	10.9	
32	15	112	23.2	
33	16A	24	15.6	
34	16B	22	13.1	
35	16	24	13.4	
36	16C	20	11.5	
37	17	42	17.9	
38	17A	16	12.5	
外面欠陥指示				
総数	欠陥部番号	長さ(mm)	深さ(mm)	
39	V8 90°	84	53	
40	V8 270°	62	20	

* H21年12月6日公表データ 検査等による訂正

