

伊方発電所 3 号炉 審査資料	
資料番号	SIN3-PLM30-疲労

伊方発電所 3 号炉 高経年化技術評価
(低サイクル疲労)

補足説明資料

令和 6 年 1 月
四国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る
事項ですので公開することはできません。

4.2 現状保全

原子炉容器の評価対象部位における疲労割れに対する保全は、原子力規制委員会文書「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈の制定について」(平成26年8月6日付け原規技発第1408063号)及び「日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格」に従った検査プログラム、試験方法及び試験範囲で供用期間中検査として超音波探傷検査、浸透探傷検査、目視確認(VT-1、VT-2、VT-3)を実施し、健全性を確認している。

原子炉容器内面の内張りに対しては、定期的目視確認を実施し、内張りの損傷などの異常の有無を確認しており、これまでの点検の結果、問題のないことを確認できている。

なお、低サイクル疲労の予防保全の観点から行っている工事はない。

原子炉容器の供用期間中検査の内容を表6に示す。

表6 原子炉容器の供用期間中検査の内容

部位	検査部位	検査内容	検査範囲 / 頻度	至近の検査実績	検査結果
入口管台	内面コーナー、セーフエンドとの溶接部、胴との溶接部	超音波探傷検査 浸透探傷検査	100%/10年	第16回定期検査	良
出口管台	内面コーナー、セーフエンドとの溶接部、胴との溶接部	超音波探傷検査 浸透探傷検査	100%/10年	第15回定期検査	良
ふた管台	制御棒クラスタ駆動装置ハウジングとの溶接部	浸透探傷検査	25%/10年	—*2	—
	上部ふたの貫通部	漏えい検査による目視確認(VT-2)	毎定検	第16回定期検査	良
空気抜管台	上部ふたの貫通部	漏えい検査による目視確認(VT-2)	毎定検	第16回定期検査	良
炉内計装筒	下部鏡板の貫通部	ベアメタル検査*1	100%/5年	第15回定期検査	良
上部胴フランジ	溶接部	超音波探傷検査	100%/10年	第13回定期検査	良
下部胴・下部鏡板接続部	溶接部	超音波探傷検査	100%/10年	第13回定期検査	良
炉心支持金物	胴との溶接部	目視確認(VT-3)	100%/10年	第13回定期検査	良
スタッドボルト	ボルト本体	超音波探傷検査	100%/10年	第16回定期検査	良
	ナット	目視確認(VT-1)	100%/10年	第16回定期検査	良

*1: ベアメタル検査とは、加圧水型軽水炉の一次冷却材圧力バウンダリにおけるNi基合金使用部位に係る検査で、保温材をはがして地金にホウ酸の付着がないかを目視により確認する。

*2: ふた管台の浸透探傷検査は、第14回定期検査時(2017~2018年度)に上部ふたの取替を実施しているため取替後のふた管台の至近の検査実績はなく、第17回定期事業者検査にて検査を計画している。

表1 (1/3) 微小過渡 (起動の微小過渡)

	$\Delta T / \Delta t$ (°C/II)	ΔT (°C)	ΔP (MPa)		α ※1,2	等価回数 (1/α) ※2
1	21.5	22.4	-		6(3)	0.167(0.334)
2	2.9	17.9	-		559(53)	0.002(0.019)
3	-	-	2.35		137(22)	0.008(0.046)
4	-	-	2.10		209(29)	0.005(0.035)
5	-	-	2.27		137(22)	0.008(0.046)
6	-	-	2.31		137(22)	0.008(0.046)
7	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
8	15.9	16.9	-		20(6)	0.050(0.167)
9	-	-	2.37		137(22)	0.008(0.046)
10	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
11	-	-	2.25		137(22)	0.008(0.046)
12	-	-	2.27		137(22)	0.008(0.046)
13	14.0	14.0	-		20(6)	0.050(0.167)
14	9.0	13.3	-		137(22)	0.008(0.046)
15	8.7	13.5	-		137(22)	0.008(0.046)
16	-	-	2.47		137(22)	0.008(0.046)
17	-	-	2.07		209(29)	0.005(0.035)
18	-	-	2.26		137(22)	0.008(0.046)
19	-	-	2.28		137(22)	0.008(0.046)
20	-	-	2.30		137(22)	0.008(0.046)
21	-	-	2.39		137(22)	0.008(0.046)
22	14.0	14.0	-		20(6)	0.050(0.167)
23	3.1	18.2	-		559(53)	0.002(0.019)
24	-	-	2.62		83(16)	0.012(0.063)
25	-	-	2.10		209(29)	0.005(0.035)
26	-	-	2.21		137(22)	0.008(0.046)
27	-	-	2.28		137(22)	0.008(0.046)

※1: $\alpha = R^{(1/\tan a)}$ で算出する。Rは $\Delta T / \Delta t$ 評価、 ΔT 評価または ΔP 評価の最大値の逆数で、aは設計疲労線図(S-Nカーブ)の勾配である。ただし、 $\Delta T / \Delta t$ 評価が「1以下」と記載している過渡のRには ΔT 評価または ΔP 評価の最大値の逆数を使用する。

※2: () 内はスタッドボルトに適用する。低合金鋼およびオーステナイトステンレス鋼と高張力ボルトでは、設計疲労線図(S-Nカーブ)の勾配が異なるため、等価回数は異なる。(それぞれ $a=20^\circ$ および $a=30^\circ$)

表1 (2/3) 微小過渡 (起動の微小過渡)

	$\Delta T / \Delta t$ (°C/H)	ΔT (°C)	ΔP (MPa)		α ※1,2	等価回数 (1/α) ※2
28	-	-	2.62		83 (16)	0.012 (0.063)
29	16.5	23.3	-		20 (6)	0.050 (0.167)
30	2.6	14.9	-		559 (53)	0.002 (0.019)
31	-	-	2.49		137 (22)	0.008 (0.046)
32	-	-	2.01		209 (29)	0.005 (0.035)
33	-	-	1.97		209 (29)	0.005 (0.035)
34	-	-	2.22		137 (22)	0.008 (0.046)
35	4.1	41.6	-		137 (22)	0.008 (0.046)
36	-	-	2.33		137 (22)	0.008 (0.046)
37	-	-	2.30		137 (22)	0.008 (0.046)
38	9.5	13.0	-		83 (16)	0.012 (0.063)
39	-	-	2.33		137 (22)	0.008 (0.046)
40	8.4	13.8	-		137 (22)	0.008 (0.046)
41	-	-	2.33		137 (22)	0.008 (0.046)
42	-	-	2.32		137 (22)	0.008 (0.046)
43	-	-	2.59		83 (16)	0.012 (0.063)
44	-	-	2.33		137 (22)	0.008 (0.046)
45	-	-	2.31		137 (22)	0.008 (0.046)
46	-	-	2.31		137 (22)	0.008 (0.046)
47	-	-	2.51		137 (22)	0.008 (0.046)
48	-	-	2.02		209 (29)	0.005 (0.035)
49	-	-	2.20		209 (29)	0.005 (0.035)
50	-	-	2.23		137 (22)	0.008 (0.046)
51	-	-	2.36		137 (22)	0.008 (0.046)
52	-	-	2.39		137 (22)	0.008 (0.046)
53	-	-	2.56		137 (22)	0.008 (0.046)
54	-	-	2.07		209 (29)	0.005 (0.035)

※1: $\alpha = R^{(1/\tan a)}$ で算出する。Rは $\Delta T / \Delta t$ 評価、 ΔT 評価または ΔP 評価の最大値の逆数で、aは設計疲労線図(S-Nカーブ)の勾配である。ただし、 $\Delta T / \Delta t$ 評価が「1以下」と記載している過渡のRには ΔT 評価または ΔP 評価の最大値の逆数を使用する。

※2: () 内はスタッドボルトに適用する。低合金鋼およびオーステナイトステンレス鋼と高張力ボルトでは、設計疲労線図(S-Nカーブ)の勾配が異なるため、等価回数は異なる。(それぞれ $a=20^\circ$ および $a=30^\circ$)

表 1 (3/3) 微小過渡 (起動の微小過渡)

	$\Delta T / \Delta t$ (°C/H)	ΔT (°C)	ΔP (MPa)		α ※1,2	等価回数 ($1/\alpha$) ※2
55	15.3	37.4	-		209(29)	0.005(0.035)
56	-	-	2.27		137(22)	0.008(0.046)
57	15.4	15.4	-		559(53)	0.002(0.019)
58	2.7	16.2	-		559(53)	0.002(0.019)
59	-	-	2.59		83(16)	0.012(0.063)
60	-	-	2.35		137(22)	0.008(0.046)
61	-	-	2.32		137(22)	0.008(0.046)
62	19.2	34.1	-		209(29)	0.005(0.035)
63	-	-	2.25		137(22)	0.008(0.046)
64	19.1	39.3	-		137(22)	0.008(0.046)
65	-	-	2.45		137(22)	0.008(0.046)

※1: $\alpha = R^{(1/\tan a)}$ で算出する。Rは $\Delta T / \Delta t$ 評価、 ΔT 評価または ΔP 評価の最大値の逆数で、aは設計疲労線図(S-Nカーブ)の勾配である。ただし、 $\Delta T / \Delta t$ 評価が「1以下」と記載している過渡のRには ΔT 評価または ΔP 評価の最大値の逆数を使用する。

※2: ()内はスタッドボルトに適用する。低合金鋼およびオーステナイトステンレス鋼と高張力ボルトでは、設計疲労線図(S-Nカーブ)の勾配が異なるため、等価回数は異なる。(それぞれ $a=20^\circ$ および $a=30^\circ$)

表2 (1/2) 微小過渡 (停止の微小過渡)

	$\Delta T / \Delta t$ (°C/II)	ΔT (°C)	ΔP (MPa)		α ※1, 2	等価回数 (1/α) ※2
1	23.1	27.3	-		6(3)	0.167(0.334)
2	-	-	2.15		209(29)	0.005(0.035)
3	-	-	2.28		137(22)	0.008(0.046)
4	-	-	2.23		137(22)	0.008(0.046)
5	-	-	2.39		137(22)	0.008(0.046)
6	-	-	2.42		137(22)	0.008(0.046)
7	-	-	2.35		137(22)	0.008(0.046)
8	-	-	2.26		137(22)	0.008(0.046)
9	-	-	2.23		137(22)	0.008(0.046)
10	-	-	2.35		137(22)	0.008(0.046)
11	-	-	2.51		137(22)	0.008(0.046)
12	13.2	16.9	-		45(11)	0.023(0.091)
13	-	-	2.02		209(29)	0.005(0.035)
14	-	-	2.29		137(22)	0.008(0.046)
15	-	-	2.27		137(22)	0.008(0.046)
16	-	-	2.28		137(22)	0.008(0.046)
17	-	-	2.41		137(22)	0.008(0.046)
18	-	-	2.29		137(22)	0.008(0.046)
19	-	-	2.11		209(29)	0.005(0.035)
20	-	-	2.21		137(22)	0.008(0.046)
21	-	-	2.26		137(22)	0.008(0.046)
22	-	-	2.28		137(22)	0.008(0.046)
23	-	-	2.33		137(22)	0.008(0.046)
24	19.6	26.4	-		6(3)	0.167(0.334)
25	-	-	2.04		209(29)	0.005(0.035)
26	-	-	2.20		209(29)	0.005(0.035)
27	-	-	2.02		209(29)	0.005(0.035)
28	-	-	2.20		209(29)	0.005(0.035)

※1: $\alpha = R^{(1/\tan a)}$ で算出する。Rは $\Delta T / \Delta t$ 評価、 ΔT 評価または ΔP 評価の最大値の逆数で、aは設計疲労線図(S-Nカーブ)の勾配である。ただし、 $\Delta T / \Delta t$ 評価が「1以下」と記載している過渡のRには ΔT 評価または ΔP 評価の最大値の逆数を使用する。

※2: ()内はスタッドボルトに適用する。低合金鋼およびオーステナイトステンレス鋼と高張力ボルトでは、設計疲労線図(S-Nカーブ)の勾配が異なるため、等価回数は異なる。(それぞれ $a=20^\circ$ および $a=30^\circ$)

表 2 (2/2) 微小過渡 (停止の微小過渡)

	$\Delta T / \Delta t$ (°C/H)	ΔT (°C)	ΔP (MPa)	α ※1, 2	等価回数 ($1/\alpha$) ※2
29	14.0	29.8	-	20(6)	0.050(0.167)
30	-	-	2.34	137(22)	0.008(0.046)
31	-	-	2.31	137(22)	0.008(0.046)
32	-	-	2.35	137(22)	0.008(0.046)
33	-	-	2.31	137(22)	0.008(0.046)
34	-	-	2.32	137(22)	0.008(0.046)
35	-	-	2.34	137(22)	0.008(0.046)
36	-	-	2.34	137(22)	0.008(0.046)
37	-	-	2.33	137(22)	0.008(0.046)
38	-	-	2.31	137(22)	0.008(0.046)
39	-	-	2.06	209(29)	0.005(0.035)
40	-	-	2.17	209(29)	0.005(0.035)
41	-	-	2.25	137(22)	0.008(0.046)
42	-	-	2.34	137(22)	0.008(0.046)
43	-	-	2.61	83(16)	0.012(0.063)
44	-	-	2.39	137(22)	0.008(0.046)
45	-	-	2.10	209(29)	0.005(0.035)
46	-	-	2.22	137(22)	0.008(0.046)
47	16.9	35.8	-	209(29)	0.005(0.035)
48	-	-	2.33	137(22)	0.008(0.046)
49	14.9	15.9	-	559(53)	0.002(0.019)
50	-	-	2.10	209(29)	0.005(0.035)
51	-	-	2.28	137(22)	0.008(0.046)
52	-	-	2.34	137(22)	0.008(0.046)
53	15.4	39.0	-	137(22)	0.008(0.046)
54	-	-	2.67	83(16)	0.012(0.063)
55	6.7	23.4	-	559(53)	0.002(0.019)
56	-	-	2.47	137(22)	0.008(0.046)

※1: $\alpha = R^{(1/\tan a)}$ で算出する。Rは $\Delta T / \Delta t$ 評価、 ΔT 評価または ΔP 評価の最大値の逆数で、aは設計疲労線図(S-Nカーブ)の勾配である。ただし、 $\Delta T / \Delta t$ 評価が「1以下」と記載している過渡のRには ΔT 評価または ΔP 評価の最大値の逆数を使用する。

※2: ()内はスタッドボルトに適用する。低合金鋼およびオーステナイトステンレス鋼と高張力ボルトでは、設計疲労線図(S-Nカーブ)の勾配が異なるため、等価回数は異なる。(それぞれ $a=20^\circ$ および $a=30^\circ$)

表3 微小過渡の内訳（非取替機器）

過渡項目	試運転	実績
起動 微小過渡	—	1. 776 内訳 1/6×1（表1 No. 1） 1/20×4（表1 No. 8, 12, 22, 29） 1/83×3（表1 No. 24, 28, 59） 1/137×28（表1 No. 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 26, 27, 47, 50, 51, 52, 53, 56, 60, 61, 63, 64, 65） 1/209×8（表1 No. 4, 17, 25, 48, 49, 54, 55, 62） 1/559×4（表1 No. 2, 23, 57, 58） 1/83×2（表1 No. 38, 43）※ ¹ 1/137×12（表1 No. 31, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46）※ ¹ 1/209×2（表1 No. 32, 33）※ ¹ 1/559×1（表1 No. 30）※ ¹ 1※ ²
停止 微小過渡	—	1. 754 内訳 1/6×2（表2 No. 1, 24） 1/45×1（表2 No. 12） 1/83×2（表2 No. 43, 54） 1/137×27（表2 No. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 41, 42, 44, 46, 48, 51, 52, 53, 56） 1/209×8（表2 No. 2, 13, 19, 39, 40, 45, 47, 50） 1/559×2（表2 No. 49, 55） 1/20×1（表2 No. 29）※ ¹ 1/137×9（表2 No. 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38）※ ¹ 1/209×4（表2 No. 25, 26, 27, 28）※ ¹ 1※ ²

※¹：長期停止期間中の過渡※²：試運転～2004年度の過渡として1回加算