資料1-2

大飯発電所 3号機 加圧器スプレイライン配管溶接部の調査結果 (データ集)

関西電力株式会社 2020年12月24日

12/4公開会合にてご説明

調査結果データ

12/4公開会合にてご説明

加圧器スプレイライン配管の破面調査スケジュール



12/4公開会合にてご説明 変位による応力評価結果については 補足資料①参照

加圧器スプレイライン配管切断時の変位確認結果

-2

1

調査内容

加圧器スプレイライン配管切り出し時に、配管前後の配管の変位量を測定し、切断前に作用していた拘束力を確認する。

《変位量の測定方法》

- ✓ 切断位置の前後に各々3箇所マーキングし、その位置情報をレーザートラッカーにより測定する。
- ✓ 位置測定は切断の前と後で2回行い、その位置情報の差異から変位量を評価する。

2. 調査結果

切断の前後で、MCPに接続されている上流側の変位量はほぼ無かったが、下流側については、Z方向(上方向)に、 約8mm変位した。



切断前は上流側配管を上方向へ拘束する荷重(変位量:約8mm)が若干作用していたと推測される。

出力運転時の発生応力約100MPaに対して、約8mmの変位量が与える応力は、出力運転時において3MPa程度の上昇であり、亀 \geq 裂の発生/進展に主たる影響を及ぼすものではないことを確認した。

12/4公開会合にてご説明 大飯3号機 加圧器スプレイライン配管切断時の現地確認結果

<u>1. 調査内容</u>

外観目視確認および1次冷却材管(MCP)管台切断面の浸透探傷試験を実施した。

2. 調査結果

切り出した配管の外観目視確認において、特に異常等は認められなかった。

また、MCP管台切断面の浸透探傷試験を実施した結果、指示模様は認められなかった。



1 -3



大飯発電所3号機 加圧器スプレイライン配管の分析調査の流れ(1/2)



大飯発電所3号機 加圧器スプレイライン配管の分析調査の流れ(2/2)



①-1 外観観察結果

-6

指示部

0"(背側)

90

180* (腹側)

270

<u>1. 調査内容</u>

PT実施前に配管内面の状態および酸化皮膜の状態を、目視により外観観察を実施した。

2. 調査結果







<u>①-2 内外面PT(2分割前)結果</u>



2分割の切断位置特定のため、溶接部近傍を全周にわたり内外面PTを実施した。 また、PT指示範囲をもとに、UTの実施範囲を設定。

2. 調査結果



外表面及び内面の溶接部近傍を全周にわたりPTを実施した結果、1箇所に指示が認められた。

> 現地でのUTで検知した位置とほぼ同じ位置(エルボ側溶接裏波近傍)に指示を確認した。

▶ 外表面、内面ともに溶接部近傍において上図以外のPT指示は認められなかった。



-7

1

12/4公開会合にてご説明

<u>①-3</u> 寸法計測結果

<u>1. 調査内容</u>

当該部およびサンプル(比較対象)の形状に変形や歪がないことを確認するために、 ノギス等を用いて外径および内径の寸法計測を行った。

<u>2.調査結果</u>

図1の測定箇所で計測した結果、表1,2のとおりであった。



表1:寸法測定結果<当該部>(mm)

	A(管	台側)	B(エルボ側)				
	0°-180°	90°-270°	0°-180°	90°-270°			
外径	114.1	114.0	114.2	114.1			
内径	87.0	86.9	87.3	87.6			

表2: 寸法測定結果 < サンプル> (mm)

	А (II	~ボ側)	B(直管側)				
	0°-180°	90°-270°	0°-180°	90°-270°			
外径	115.3	114.5	113.5	113.1			
内径	87.9	87.6	87.9	87.9			

> 溶接による有意な変形や歪は認められず、また、当該部とサンプル(比較対象)で有意な差異は認められなかった。



② UT結果



エルボ

探触子

0*(背側)

90

180°(腹侧)

270"

管台側

<u>1. 調査内容</u>

内面PT指示を踏まえ探傷範囲を設定し、切断において亀裂の起点・最深部に影響を与えない 切断位置を確認するために、外面よりUT(FMC/TFMを使用)を行った。

2. 調査結果

外面UTの結果、配管内面のコーナーエコー及び亀裂性状を検出した。



➢ FMC/TFMの結果、コーナーエコーの長さ及び亀裂性状は、現場UTの結果と同様であることから、 現場UTにおける最大深さ位置(0°+3mm)を亀裂の最深部と想定し、切断することとした。

12/4公開会合にてご説明 ーター部の断面観察結果については 補足資料④参照

内面PT(2分割後)結果 (4)

-10

1

指示部 (想定)

90°

0°

1. 調査内容

2分割後に、内表面の亀裂開口部の詳細確認のため、内面PTを行った。

2. 調査結果



(現場UT指示は内面で51mmであり、UT検出限界以下の浅い亀裂によるものと推定)

亀裂の起点は、推定される亀裂形状からPT指示中央が亀裂の起点の可能性が比較的高いと推測し、切断することとした。

断面PTの結果 **(5**)

1. 調査内容

破面開放に向けて、内面PTおよびUT結果を踏まえ、亀裂の起点・最深部を避けて軸方向に細断を 行った。細断後、破面開放の方法を判断するため、初めに開放する②aの断面のPTを実施した。

2. 調査結果

断面PTの結果、下図のように、板厚方向に進展した亀裂が認められた。



管台側

5mm

図:断面PT結果

亀裂は板厚方向に進展していた。なお、指示長さを計測した結果、2~4mm程度であった。 \geq

管台側

Sne

3



⑥ 破面外観観察の結果(1/2)

<u>1. 調査内容</u>

①、②a、②b、③の破面に影響を与えないよう外面からノッチを入れて、破面開放を行った。

2. 調査結果

各破面の外観を並べた全体像を下図に示す。



-12



- ▶ 破面外観観察の結果、粒界割れのような性状が認められた。
- ▶ 破面は黒色を呈しており、酸化被膜が形成されていると推測される。小さな凹凸はあるものの、平坦な様相であった。
- ▶ 亀裂先端は概ね円弧上に揃っており、最深部は0°付近に位置していることが認められた。

6) 破面外観観察の結果(2/2)

2. 調査結果

②aの破面について、下図のような破面が確認された。







⑦ 破面SEM観察の結果

<u>1. 調査内容</u>

②aの破面について、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた詳細な観察を行った。

2. 調査結果

破面SEM観察の結果、以下の情報が得られた。





▶ 亀裂最深部の破面SEMの結果、破面全体にわたって、主に粒界割れが認められた。

⑧ 付着物EDS分析の結果

<u>1. 調査内容</u>

② a の破面について、EDS分析(エネルギー分散型検出器)を用いて、 破面の付着物に対する元素分析を実施した。

2. 調査結果

付着物EDS分析の結果、以下の情報が得られた。

<エルボ側破面>



図1:分析位置



分析の結果、全ての分析位置において腐食やSCCに影響するようなCI等の有害な元素は認められなかった。
なお、主元素は母材成分(Fe、Cr、Ni、Mo等)であり、Mg、Si、Caについては切断等の作業時の影響である。





9 断面マクロ・ミクロ・組織観察の結果

図2:断面ミクロ観察



100µn

0000

100µm

<u>1. 調査内容</u>

②cの断面を光学顕微鏡によるマクロ観察、SEMによるミクロ観察を実施した。

2. 調査結果

断面マクロ・ミクロ・組織観察の結果、以下の情報が得られた。



▶ 断面マクロ観察およびミクロ観察の結果、亀裂は粒界型であり、溶接金属部近くの母材部を進展していることが 確認された。(②aの断面観察でも同様の結果)

▶ また、補修溶接の痕跡は認められなかった。

12/4公開会合にてご説明 各部位の拡大皮膜写真については補足資料⑨参照

⑨断面観察(酸化皮膜分析)の結果

<u>1. 調査内容</u>

②cの断面をSEM観察し、破面の酸化皮膜形成厚さを測定した。

2. 調査結果

断面観察から得られた、酸化皮膜厚さの結果を下図に示す。





-17

図1:断面SEM観察

▶ 表層部では、亀裂内部に比べ酸化皮膜が厚く、場所によっては5~7µmの厚い皮膜が形成されていた。

▶ 亀裂内部は極端に酸化皮膜厚さは小さくなり、1µm以下で亀裂先端に進むにしたがって皮膜厚さが小さくなる傾向が認められた。 酸化皮膜は、割れ発生後の接液により形成することから、表層部に比べ亀裂内部は接液時間が短いことが推察される。



10 フェライト量測定の結果

<u>1.調査内容</u>



▷ 溶金部での亀裂進展は認められなかったが、SCC進展へ影響する溶接金属部のδフェライト量を測定した。

> SMAW溶接部は7.9%であったが、初層のTIG溶接部では2.9%であった。

1 - 18

硬さ計測位置およびグラフの適正化 試験荷重の違いによる硬さの違いについては 補足資料⑩

① 硬さ計測の結果(1/2)

<u>1. 調査内容</u>

②c断面の亀裂周辺部の深さ(~0.5mm)の硬さを、マイクロビッカース計(10g)を用いて計測した。

2. 調査結果



図1:硬さ計測位置

⑪ 硬さ計測の結果(2/2)

<u>1. 調査内容</u>

②c断面の亀裂周辺部の深さ0.5~7.5mmの硬さを、ビッカース計(1kg)を用いて計測した。

<u>2.調査結果</u>



Programs on SCC of Cold-worked Stainless Steel in Japanese PWR N.P.P.

迎 化学成分分析の結果

<u>1.調査内容</u>

当該部の材料の化学成分が規格値を外れていないことの確認として、②c断面のEDSにより化学成分を分析した。

2. 調査結果

下図の分析位置を化学成分分析した結果を、下表に示す。



①分析位置:母材(エルボ側)

表:化学成分分析結果

(Wt%)

21

	S	i	М	o	C	r		M	n	F	e	N	li	C	0	C	u
当該管	0.7	±0.2	2.0	±0.2	16.3	±0.3	1. (6	±0.2	67.1	±0.4	12.3	±0.4	ND		ND	-
規格値	1.00	以下	2. ~3	00 . 00	16. ~18	00 3. 00	2.	00	以下	Ba	la -	10. ~14	00 4. 00			-	

く参考>

②分析位置:母材(管台側)

	S	i	N	lo	C	r	N	In	F	e	N	i	C	0	C	u
当該管	0.9	±0.2	2. 2	±0.2	16.6	±0.3	2.0	±0.2	65.9	±0.4	12.4	±0.4	ND		ND	2

③分析位置:TIG溶接金属

_																
	S		N	lo	- C	r	M	In	F	е	N	li	C	lo	C	u
当該管	0.7	±0.2	2. 1	±0.2	17.5	±0.3	1.8	±0.2	66.0	±0.4	12.0	±0.4	ND		ND	-

図:分析位置

④分析位置:SMAW溶接金属

	S	i	М	0	C	r	N	In	F	e	N	i	C	0	C	u
当該管	0.6	±0.2	2.1	±0.2	18.8	±0.3	1.7	±0.2	64.8	±0.4	12.0	±0.4	ND	=	ND	₹.

> 当該部(当該管エルボ側)の化学成分は規格値の範囲内であり、異常は認められなかった。

12/4公開会合にてご説明

① 化学成分分析 (鋭敏化確認)の結果



▶ 金属組織は段状組織を呈しており、O2SCC時によく見られる鋭敏化の兆候(溝状組織)は認められなかった。

③ 残留応力測定の結果

<u>1.調査内容</u>

溶接部の残留応力の評価のため、切断時の応力開放をひずみゲージで測定するとともに、表面の残留応力をX線で測定した。

2. 調査結果



- ▶ ひずみゲージ法による内面側残留応力は、当該管で+101MPa、サンプル(比較対象)で+190 MPaの引張応力であった。一方、外面応力は、FEM解析と比較できるようなデータが得られなかった。
- ➤ X線による残留応力は、測定を試みたが有効なデータが得られなかった。一般的にX線による測定は結晶粒度の影響を受け、結晶粗大化 や集合組織ができる溶接部、熱影響部の計測は困難と言われており、その影響と考えられる。

-23 1

12月4日 公開会合の追加要求データ

補足資料

<u>目次</u>

.

No.	項目
1	加圧器スプレイライン配管切断時の変位に基づく拘束力評価
2	当該管の内面外観(裏波部全周)写真
3	調査結果とUT指示長さの妥当性確認結果
4	裏波部の周方向断面写真
5	破面外観観察の結果
6	破面SEM観察の結果
$\overline{\mathcal{O}}$	付着物EDS分析の結果
8	溶接熱影響部の範囲の確認結果
9	断面観察(酸化皮膜分析)の結果
10	試験荷重の違いによる硬さの差異
11)	SCCの発生・進展に係るデータ集
(12)	当該管と比較管の硬さ比較

加圧器スプレイライン配管切断時の変位に基づく拘束力評価(1/2) 補足①-1

1. 概要

今回の加圧器スプレイ配管切断時に計測された配管拘束変位(Z方向:-8mm)を基に、加圧器スプレイライン配管をモデル 化し、応力評価を実施した。応力評価においては、一次一般膜応力、熱膨張及び管台変位による二次応力及び自重による一次曲 げ応力により応力を算出し 亀裂進展への影響を評価する。

2. 評価条件 主管 分岐管 外径 114.3mm 60.5mm 厚さ 13.5mm 8.7mm 材料 SUS316TP 運転条件 温度 出力運転時 (100%出力運転) 冷態停止時 (モード外) 解析モデル(既工認資料より抜粋)

解析条件

圧力

枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

加圧器スプレイライン配管切断時の変位に基づく拘束力評価(2/2) 補足①-2

3. 評価結果

配管切断時に確認された変位量(Z:-8mm)を基に、切断前に当該配管に作用していた拘束力(応力)は以下のとおり。

検討ケース	MCP管台 熱膨張変位量 (A,Dループ) (mm)	加圧器管台 熱膨張変位量 (mm)	強制変位量 (mm)	一次一般膜応力 Pm(MPa)	熱膨張及び管台変 二次応力Pe(M	位による IPa)	自重による 一次曲げ応力 Pb(MPa)	合計 (MPa)
冷温停止時 (モ−ド外)	X:0 Y:0 Z:0	X:0 Y:0 Z:0	X:0 Y:0 Z:0	0.0	熱 膨 張 : 0.0 水平変位 : 0.0 鉛直変位 : 0.0	0.0	3.8	4
冷温停止時 + 配管拘束変位 (モ−ド外)	X:0 Y:0 Z:0	X:0 Y:0 Z:0	X:0 Y:0 Z:-8	0.0	熱 膨 張 : 0.0 水平変位: 0.0 鉛直変位:56.2	56.2	3.8	60
出力運転時 (100%出力)	X:+23.8 Y:-34.8 Z:+2.0	X:0 Y:0 Z:+79.8	X:0 Y:0 Z:0	32.7	熱 膨 張 : 7.4 水平変位 : 56.8 鉛直変位 : 14.1	62.8*	3.8	100
出力運転時+ 配管拘束変位 (100%出力)	X:+23.8 Y:-34.8 Z:+2.0	X:0 Y:0 Z:+79.8	X:0 Y:0 Z:-8	32.7	熱 膨 張 : 7.4 水平変位:56.8 鉛直変位:42.2	65.8*	3.8	103

*合計の応力については、各成分のモーメントを合成し、SRSSしたものを 断面係数で除して算出しているため、個別応力の合計とは一致しない、

出力運転時の発生応力約100MPaに対して、約8mmの配管拘束変位量を加味した場合の影響は、出力運転時において3MPa程度の上昇であり、亀裂の発生/進展に主たる影響を及ぼすものではないことを確認した。

当該管の内面外観(裏波部全周)写真(1/3)

当該管 半割切断後



180°側は残留応力計測のため 歪みゲージ貼り付け有り 補足2-1



当該管 0°側(90°-0°-270°)拡大

当該管の内面外観(裏波部全周)写真(3/3)

180°側から見た切断後の図



0350368 370 380 390400410 420 430 440450460 470 480 490500510 520 530 540550 560 570 580 540600610 62

・ 180° 側の内面は、残留応 力測定での歪みゲージ貼 り付けのために溶接ビー ドの研磨作業を一部で実 施している。

視野③



5mm





当該管 180°側(270°-180°-90°)拡大

補足②-3

補足3-1

<u>調査結果とUT指示長さの妥当性確認結果(1/2)</u>

UT指示長さ51mmに対し、割れの長さ(PT指示長さ)は 60mmであり、UT指示長さのばらつきを考慮して整合していたと 評価する。

【指示長さの両端部における考察】

90°側: UT指示長さがPT指示長さより長い

ISIにおけるUTの周方向指示長さ測定はしきい値法(DAC20%)を 用いている。90°側は超音波の拡がりのため、実際の割れ長さよりも 幅広に検出したものと考える。

270°側: UT指示長さがPT指示長さより短い

1)検出レベル以下の亀裂深さ

①における赤破線部では最大で1.8mm程度の浅く複雑なき裂のため、UTによる検出が困難であったものと考える。なお、UTS※で報告された検出限界はSCCで2.8mmとされている (疲労き裂1.6mm)。

[各部位の亀裂深さ] ①:3.0mm ②a:4.4mm

②b:3.5mm ③:1.5mm

※:財団法人 発電設備技術検査協会「平成13年度 原子力発電施設検査技術調査等 に関する事業報告書(非破壊的統一評価指標・基準の確立に関するもの)」



ISI-UT(45°)とPTの指示範囲比較

調査結果とUT指示長さの妥当性確認結果(2/2)

補足3-2

2) 亀裂破面性状の影響

確認項目

①(270°側)の当該部破面性状を調査した結果、凹凸が多いことが 確認された。その結果亀裂性状の影響により①は、UTによる検出が困難 であったと考える。なお、③(90°側)では滑らかな亀裂性状であり、UT による指示を検出している。

3





裏波部の周方向断面写真

補足④

周方向断面 切断位置





クレーター部



補足⑤-1







A矢視(エルボ側)





管台側



破面



A矢視(エルボ側)

B 矢視(管台側)

加圧器スプレイライン配管 当該管 破面外観結果(サンプルT-②-a) 図1

補足⑤-2

破面外観観察の結果(2/6)



A矢視(エルボ側)

B 矢視(管台側)

図2 加圧器スプレイライン配管 当該管 破面外観結果 (T-①)

補足⑤-3







90" 👩

破面 強制破面 ノコ破菌 エルボ側破面

270° 🛤 90° 📆



B 矢視(管台側)



270° 🕅

▲矢視(エルボ側)



B 矢視 (管台側)

加圧器スプレイライン配管 当該管 破面外観結果 (T-2-b) 図3

補足⑤-4









5mm



B 矢視(管台側)



▲矢視(エルボ側)



B 矢視(管台側)

加圧器スプレイライン配管 当該管 破面外観結果 (T-③) 図4



図5 加圧器スプレイライン配管 当該管 破面外観結果(破面全域エルボ側)



図6 加圧器スプレイライン配管 当該管 破面外観結果破面外観結果(破面全域 管台側)

補足⑥-1

<u>破面SEM観察の結果(1/14)</u>

(内表面近傍拡大)

内表面近傍の破面を拡大観察し、表層近傍の破面も粒界割れの特徴を有することを確認。



補足⑥-2

<u>破面SEM観察の結果(2/14)</u>





図1 加圧器スプレイライン配管 当該管 SEM破面観察結果(サンプルT-②-a A矢視)

<u>破面SEM観察の結果(3/14)</u>

補足⑥-3



図2 加圧器スプレイライン配管 当該管 SEM破面観察結果(サンプルT-②-a A矢視 高倍視野①)

<u>破面SEM観察の結果(4/14)</u>



(b')



×100













(b' -1-1)

×1,000

補足⑥-4



図3 加圧器スプレイライン配管 当該管 SEM破面観察結果(サンプルT-②-a A矢視 高倍視野②) <u>破面SEM観察の結果(5/14)</u>





図4 加圧器スプレイライン配管 当該管 SEM破面観察結果(サンプルT-②-a A矢視 高倍視野③)

補足⑥-5

補足⑥-6

<u>破面SEM観察の結果(6/14)</u>







A 矢視 (エルボ側) 破面外観



図5 加圧器スプレイライン配管 当該管 SEM破面観察結果(T-① A矢視 視野①)

補足⑥-7

<u>破面SEM観察の結果(7/14)</u>



図6 加圧器スプレイライン配管 当該管 SEM破面観察結果(T-① A矢視 視野②)



図7 加圧器スプレイライン配管 当該管 SEM破面観察結果 (T-① A矢視 視野③)

補足⑥-9

T-(T)-1

<u>破面SEM観察の結果(9/14)</u>



(a) () 750µm 250 mm



×40





図8 加圧器スプレイライン配管 当該管 SEM破面観察結果 (T-① A矢視 視野④)

補足⑥-10

<u>破面SEM観察の結果(10/14)</u> ×40



(a)





×100





加圧器スプレイライン配管 当該管 SEM破面観察結果 (T-① A矢視 視野⑤) 図9



補足⑥-12

<u>破面SEM観察の結果(12/14)</u>



補足⑥-13

<u>破面SEM観察の結果(13/14)</u>

T-3-1







×100





図12 加圧器スプレイライン配管 当該管 SEM破面観察結果(T-③ A矢視 視野①)



図13 加圧器スプレイライン配管 当該管 SEM破面観察結果(T-③ A矢視 視野②)

<u>付着物EDS分析の結果(1/3)</u>

補足⑦-1



図1:スペクトル図(例:分析位置①)



図2:スペクトル図(例:分析位置②)

補足⑦-2

<u>付着物EDS分析の結果(2/3)</u>



図3:スペクトル図(例:分析位置③)



図4:スペクトル図(例:分析位置④)

<u>付着物EDS分析の結果(3/3)</u>



図5:スペクトル図(例:分析位置⑤)

補足⑦-3

溶接熱影響部の範囲の確認結果

<u>1. 調査内容</u>

②cの断面でのエルボ側母材におけるHAZ(熱影響部)領域の範囲を、ビッカース計(1kg)を用いて計測した。

2. 調査結果

ビッカース硬さ計測結果から判断したHAZ範囲を以下に示す。



▶ エルボ側母材のHAZ(熱影響部)を硬さの変化傾向から推定すると、その範囲は溶融境界から約12mmであった。

断面観察(酸化皮膜分析)の結果(1/2)





③0.02mm深さ



②表層



補足⑨-1

④0.11mm深さ



断面観察(酸化皮膜分析)の結果(2/2)

⑤0.88mm深さ



⑦2.12mm深さ



⑥1.68mm深さ



補足⑨-2

⑧3.65mm深さ



試験荷重の違いによる硬さの差異

<u>1.調査内容</u>



測定位置	HV1	HV0.01
	183	191
	176	199
	178	194
	179	203
母林—船部	183	206
	200	189
	186	188
	194	197
	190	198
	189	203
平均	186	197
標準偏差	7	6

補足⑪



<u>2. 調査結果</u>

試験荷重1kgfでの硬さ試験結果は、試験荷重0.01kgfの試験結果に比べて、平均的に約11小さくなる。

SCC発生・進展に係るデータ集(1/4)

硬度がSCC発生・進展の知見のある値

- 硬化に起因するSCC発生は、PWR環境下では知見がないものの、PWR環境よりSCCの感受性の高いBWR環境の知見として、概ね硬度300HV以上でSCC発生の可能性があるものとされている。
- 硬化に起因するSCCの進展は、電共研で取得した硬度依存性データをもとに195HV以下での亀裂進展が認められていない。
- したがって、表面硬度300HV以上、板厚内硬度195HVを超 える硬さはSCCの発生・進展の可能性がある。



図1 SCC発生の閾値





図2 SCC進展速度の硬度依存性 出典; Matsubara.et.al 2010 Fontevraud7 002-A099-T03 -Research Programs on SCC of Cold-worked Stainless Steel in Japanese PWR N.P.P.



出典; Matsubara.et.al 2010 Fontevraud7 002-A099-T03 -Research Programs on SCC of Cold-worked Stainless Steel in Japanese PWR N.P.P.

補足⑪-1

SCC発生・進展に係るデータ集(2/4)

補足⑪-2

PWRの温度環境(200℃)とSCC進展との関係

- ▶ 電共研において、PWR環境中のSCC亀裂進展速度の温度依存性を検証しており、図1のとおり200℃での進展速度は、硬度 300HVの場合10年で2mm程度、250HVの場合100年で1mm程度の進展速度である。
- ▶ 配管の硬さについては、今回事象の発生箇所のように極表層では300HVを超える硬さが生じる可能性は有るが、一方、配管内面においては当該箇所においても図2の通り、250HVを下回る硬さであることを確認している。
- ▶ したがって、温度200度未満においては、仮にSCCが生じた場合でも、プラントライフに対し想定される傷は小さいことから対象外としている。



SCC発生・進展に係るデータ集(3/4)

応力改善による残留応力の改善

- ▶ 応力改善(バフ研磨、ピーニング)を行うことで、表面の残留応力は引張りから圧縮方向へ改善できることを確認している。
- ▶ SCCは引張り残留応力環境下で生じることから、応力改善を実施している箇所は対象外としている。



枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

IMPROVEMENT METHOD FOR ALLOY 600 PWSCC MITIGATION

補足⑪-3

<u>SCC発生・進展に係るデータ集(4/4)</u>

補足⑪-4

大口径配管における板厚の裕度について

- > 過去国プロにて検証した超音波探傷試験の検出限界と必要最小板厚との関係は下表のとおり。
- ➢ 超音波探傷試験の検出限界と必要最小板厚の残厚は、小口径ほど小さくなるため、傷が検出されてからの余裕が小さい4,6 B配管については対象とする。
- ▶ また、取替え実績のある箇所については、SCCの発現まで余裕があることから対象外とする。

	板厚	UT検出 限界深さ	必要最小板厚	Tsrに対する残厚	UT検出時に、 Tsrに至る迄の残厚
山住	Tnom	а	Tsr	Tnom-Tsr	Tnom-Tsr-a
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
4B	13.5	2.8	8.2	5.3	2.5
6B	18.2	1.4	11.8	6.4	5
12B	33.3	1.7	22.7	10.6	8.9
14B	35.7	1.7	25.3	10.4	8.7



当該管と比較管の硬さ比較

> 当該管と比較管の硬さについて比較を実施した。



▶ 当該管と比較管の硬さを比較すると、全般的に当該管の方が硬く、比較管は一点、局所的に300HVを超えているものの、全般的には270HV 程度である。

> 比較管が局所的に硬くなっている要因としては金属介在物の影響、粒界の影響等が考えられる。

補足⑫