

原子力発第04212号
平成16年12月 1日

愛媛県知事
加戸守行 殿

四国電力株式会社
取締役社長 大西 淳

伊方発電所第1号機原子炉容器入口管台内表面の微小な傷他
1件に係る報告書の提出について

平成16年11月14日に発生しました伊方発電所第1号機原子炉容器入口管台内表面の微小な傷、また、平成16年11月22日に発生しました伊方発電所第1号機冷却材貯蔵タンク出口配管の微小な傷につきまして、その後の調査結果および対策がまとまりましたので、安全協定第11条第2項に基づき、別添のとおり報告いたします。

今後とも伊方発電所の安全・安定運転に取り組んでまいりますので、ご指導賜りますようお願い申し上げます。

以 上

伊方発電所第1号機
原子炉容器入口管台内表面の微小な傷について

平成16年12月

四国電力株式会社

【目 次】

1 . 件 名	1
2 . 事象発生の日時	1
3 . 事象発生の子炉施設	1
4 . 事象発生時の運転状況	1
5 . 事象発生時の状況	1
6 . 調査結果	1
7 . 要因分析	4
8 . 推定原因	5
9 . 対策と対応	6

1. 件名

伊方発電所第1号機 原子炉容器入口管台内表面の微小な傷について

2. 事象発生の日時

平成16年11月14日 14時30分(確認)

3. 事象発生の原子炉施設

原子炉本体 原子炉容器冷却材入口管台B

4. 事象発生時の運転状況

第22回定期検査中(平成16年9月5日より)

5. 事象発生の状況

伊方発電所第1号機(定格電気出力566MW)は、第22回定期検査において、原子炉容器冷却材入口管台(以下、「入口管台」という。)継手溶接部のレーザーピーニング工事の施工前検査として浸透探傷検査(以下、「PT」という。)を実施したところ、入口管台Bと1次冷却材入口配管セーフエンド(以下、「セーフエンド」という。)との溶接部付近の内表面に微小な2箇所の傷(最大長さ約5mm)を平成16年11月14日14時30分に確認した。

なお、運転中に1次冷却材の漏えいの兆候は認められておらず、先に同様の施工前検査を実施した入口管台Aについては、同様の事象は確認されなかった。

また、本事象による周辺環境への放射能の影響はなかった。

PTによる微小な傷は、入口管台内表面の約103°の位置に約5mmの線状の指示(傷A)と約105°の位置に最大長さ約4mmの放射状の指示(傷B)が認められた。(原子炉容器側から見て管台上部を0°基準)

(添付資料 - 1 ~ 3)

6. 調査結果

入口管台Bの近接した微小な傷2箇所について、外観点検、スンプ観察、超音波探傷検査及び研削調査により傷の状況を確認するとともに、製造履歴、点検履歴及び運転履歴を調査した。

(1) 外観点検

a. 溶接部の外表面

入口管台Bとセーフエンドとの溶接部について外表面より目視点検を行

った結果、漏えいは認められなかった。

(添付資料 - 4)

b . 当該部の表面

当該部周辺について、エッチング処理後、観察した結果、当該部はステンレスクラッドと600系Ni基合金の継手溶接部との境界近傍であり、2箇所到手直し跡とみられる楕円状の領域が認められた。

このうち、傷A部はステンレスクラッドと600系Ni基合金の継手溶接部との境界部に約8mm×約7mmの楕円状であり、傷B部はステンレスクラッド部に約7mm×約6mmの楕円状であった。

(添付資料 - 5)

(2) スンプ観察

当該部について、スンプ観察を行った結果、以下のとおりであった。

- ・ 傷Aは、長さ約5mmの線状、傷Bは、最大長さ約4mmの放射状であり、両方とも手直し跡とみられる楕円状の領域内に認められた。
- ・ 拡大観察の結果、溶接金属のデンドライト境界に沿った割れがあり、楕円状の領域内に留まっていた。
- ・ 楕円状の領域内の組織には、その周りのステンレスクラッドに存在するフェライト相は認められなかった。

(添付資料 - 6)

(3) 超音波探傷検査

当該部について、内表面及び外表面から超音波探傷検査により、傷の状況を確認した結果、検出限界(約3mm)を超える傷は確認されなかった。

(添付資料 - 7)

(4) 研削調査

内表面及び外表面からの超音波探傷検査の結果から、傷は約3mm以下であり、ステンレスクラッド内に留まっている可能性が高いことから、当該部を目標0.5～1mm程度ずつ研削し、各研削後にスンプ観察及びPTを行い、傷の形状等を調査した。

a . 第1回研削調査

・ スンプ観察

傷Aは長さ約5mmの線状、傷Bは最大長さ約3mmの放射状であり、楕円状の領域内に割れが認められた。

拡大観察した結果、溶接金属のデンドライト境界に沿った割れが確認された。

- ・ P T 結果
傷 A は長さ約 5 mm (線状)、傷 B は最大長さ約 3.5 mm (放射状) の P T 指示を確認した。

b . 第 2 回研削調査

- ・ スンプ観察
傷 A は長さ約 1.5 mm の線状、傷 B は長さ約 0.3 mm の線状であり、楕円状の領域内に割れが認められた。
拡大観察した結果、溶接金属のデンドライト境界に沿った割れが確認された。
- ・ P T 結果
傷 A は長さ約 2 mm (線状)、傷 B は直径約 0.5 mm (点状) の P T 指示を確認した。

c . 第 3 回研削調査

- ・ スンプ観察
傷 A、B とも消滅した。
- ・ P T 結果
傷 A、B の P T 指示は認められなかった。

(添付資料 - 8、9)

d . 研削結果

- 傷の深さは、研削量、P T 指示及びスンプ観察結果より、傷 A、B とも約 3.0 mm 以下であり、ステンレスクラッド内に留まっていた。

(添付資料 - 10)

e . E P M A (電子線マイクロアナライザー) 分析結果

- 研削調査で発生した金属研削粉を用いて、E P M A による組成分析を行った結果、600 系 Ni 基合金であると推定された。

なお、X 線回折による酸化物組成調査を行った結果、サンプル量が少量であり、酸化物組織の確認はできなかった。

(添付資料 - 11)

(5) 製造履歴調査

- 入口管台 B について、材料・施工等製造履歴の調査を行った結果、以下のとおりであった。

a . 材料調査

- 溶接施工に関する記録を調査し、問題ないことを確認した。

b . 溶接施工・検査調査

溶接施工の記録を確認した結果、当該部の施工方法及び検査に問題はなかった。

なお、聞き取り調査の結果、当該部の検査前に手直し溶接を行った可能性があること及び手直し溶接については記録を残す運用でなかったことを確認した。

(添付資料 - 1 2)

(6) 点検履歴調査

当該部の過去の点検状況について調査した結果、供用期間中検査において有意な指示等は認められなかった。

(添付資料 - 1 3)

(7) 運転履歴調査

運転記録、定期検査記録により、温度・圧力が設計条件内で運転されていること、水質が管理値内で運転されていることを確認した。

(8) 調査結果のまとめ

以上の調査結果から、

- ・当該部にみられた楕円状の領域は600系Ni基合金による手直し溶接跡であると推定される。
- ・2箇所の傷は、デンドライト境界に沿った割れであり、手直し溶接跡の溶接金属内に留まっており、入口管台母材には達していなかった。
- ・2箇所の傷の深さは、約3.0mm以下であった。
- ・製造、点検、運転履歴には問題は認められなかった。

なお、伊方1号機の原子炉容器冷却材出口管台A、B及び入口管台Aの継手溶接部のPTを実施した結果、問題ないことを確認した。

7 . 要因分析

以上の調査結果から、傷は600系Ni基合金による手直し溶接跡のデンドライト境界に沿った割れであり、このような特徴を示す割れには、製造時に生じる高温割れ、運転中に発生する1次冷却材環境下における応力腐食割れ(以下、「PWSCC」という。)があるため、以下の調査を行った。

(1) 高温割れ

高温割れは、早い段階で割れが発生し、製造時の検査で発見される可能性が高いが、製造履歴調査で問題が認められないことから、その可能性は小さいものと考えられる。

(2) 応力腐食割れ

a. 材料調査

当該部は、スンプ観察及びE P M Aによる材料成分の分析結果から、600系Ni基合金溶接材料を用いた手直し溶接跡であると推定されることから、条件によっては、PWSCCが発生する可能性がある材料である。

b. 環境調査

当該部は、1次冷却水に接しており、600系Ni基合金は条件によっては、PWSCCが発生する可能性が否定できない環境である。

なお、伊方発電所の運転中の1次冷却材水質環境下では、ステンレス材はPWSCC発生領域を外れている。

c. 応力調査

これまでの国内外事例から、補修溶接方法によっては、600系Ni基合金溶接部はPWSCCが発生する十分な引張残留応力が発生し得ることを確認した。

このため、当該部においては、局所的な手直し溶接に伴い高引張残留応力が発生したことで、応力腐食割れの3因子(材料・環境・応力)が重畳し、600系Ni基合金にはPWSCCが発生する可能性がある。

以上のことから、当該部の傷の発生要因としては、PWSCCの可能性が高い。

8. 推定原因

- ・当該部は600系Ni基合金溶接材料を用いた手直し溶接跡であると推定されたこと
- ・当該部は1次冷却水に接する環境にあること
- ・補修溶接方法によっては、600系Ni基合金溶接部はPWSCCが発生する十分な引張残留応力が発生し得ること

から、当該部においては、局所的な手直し溶接に伴い高引張残留応力が発生したことで、応力腐食割れの3因子(材料・環境・応力)が重畳してPWSCCが発生し進展したものと推定される。

なお、PWSCCについては、ステンレスクラッドへ進展しないことから、今回の傷は手直し溶接内に留まり、傷の深さは内表面から約3.0mm以下であったものと考えられる。

9. 対策と対応

(1) 当該部の対策

調査のため研削した当該部については、溶接施工時の施工性と健全性が確認され、耐応力腐食割れ性に優れた690系Ni基合金によるクラッド溶接を行う。また、溶接後、引張残留応力低減のため当該部位にレーザピーニングを行う。

(2) 伊方2、3号機の出入口管台の対応

伊方2、3号機については、これまでの供用期間中検査において、問題は認められておらず、また、今回の傷の状況からみても、傷はステンレスクラッド内に留まっており、構造強度上の問題はない。

(添付資料 - 14)

なお、伊方2号機は、次回平成17年度の第18回定期検査で、1号機と同様原子炉容器内部構造物の取替を計画しており、当該部に接近可能な状態となるため、今回と同様なPTにより傷の有無を確認する。また、伊方3号機は、平成15年度の第7回定期検査時に、超音波探傷検査で健全性を確認している。

今後も伊方1、2、3号機の出入口管台については、次項に示す対応の中で計画的に検査を実施する。

(3) 伊方1、2、3号機600系Ni基合金使用箇所への対応

国内PWR型原子炉の600系Ni基合金を使用し、かつ1次冷却水に接触する箇所については、原子力安全・保安院から検査指示(平成15年12月12日付)が出されており、伊方1、2、3号機においても、この指示に基づき、該当箇所(原子炉容器、加圧器及び蒸気発生器の管台とセーフエンドの溶接継手等)について、超音波探傷検査及びベアメタル検査による健全性の確認を計画的に実施中である。

(添付資料 - 15)

以上

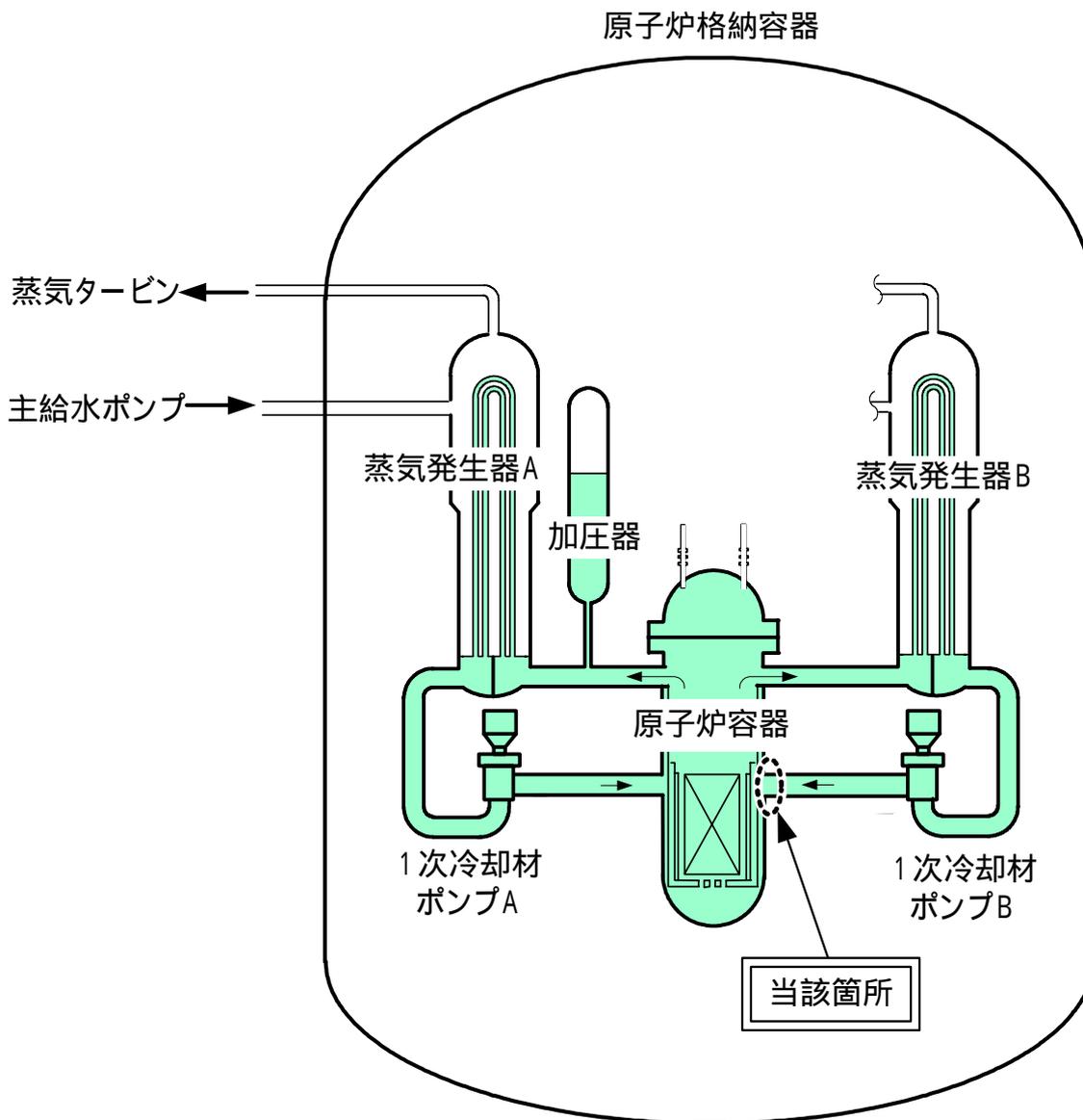
【添 付 資 料】

- 1 . 原子炉容器入口管台部概略系統図
- 2 . 原子炉容器入口管台部構造図
- 3 . 原子炉容器入口管台 B の浸透探傷検査 (P T) 結果
- 4 . 原子炉容器入口管台 B の外観点検結果
- 5 . 原子炉容器入口管台 B の継手溶接部内面観察結果
- 6 . 原子炉容器入口管台 B のスンプ観察結果
- 7 . 原子炉容器入口管台 B の超音波探傷検査結果
- 8 . 研削調査結果 (浸透探傷検査結果)
- 9 . 研削調査結果 (スンプ観察結果)
- 1 0 . 研削調査結果 (研削量(深さ)測定結果)
- 1 1 . 研削調査結果 (楕円部の E P M A 成分分析結果)
- 1 2 . 原子炉容器入口管台 B の製造履歴調査
- 1 3 . 原子炉容器入口管台継手溶接部の過去の点検実績と計画
- 1 4 . 伊方 2 , 3 号機原子炉容器出入口管台継手溶接部の点検実績
- 1 5 . 6 0 0 系 N i 基合金使用部位の検査計画

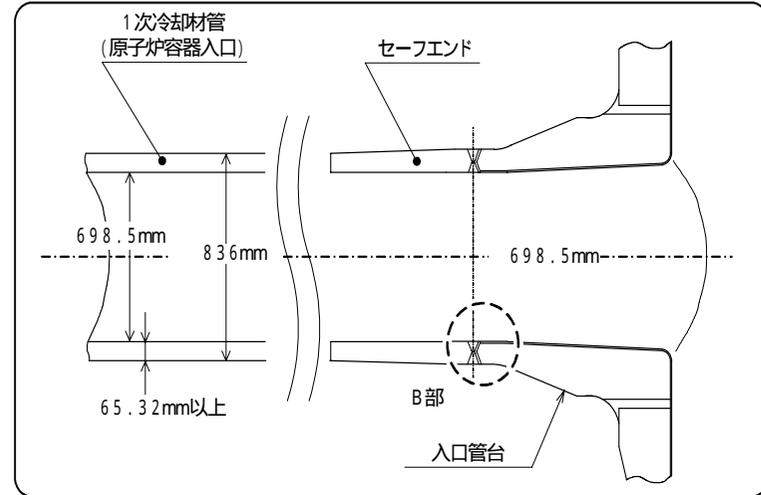
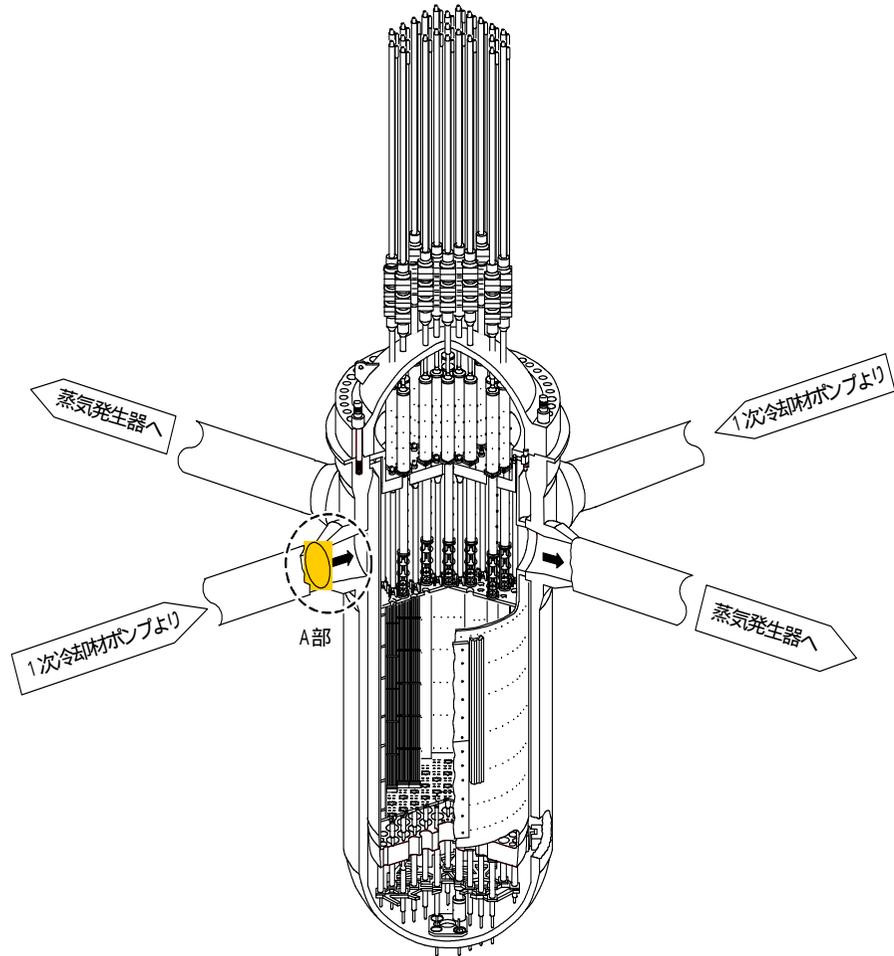
【参 考 資 料】

用 語 説 明

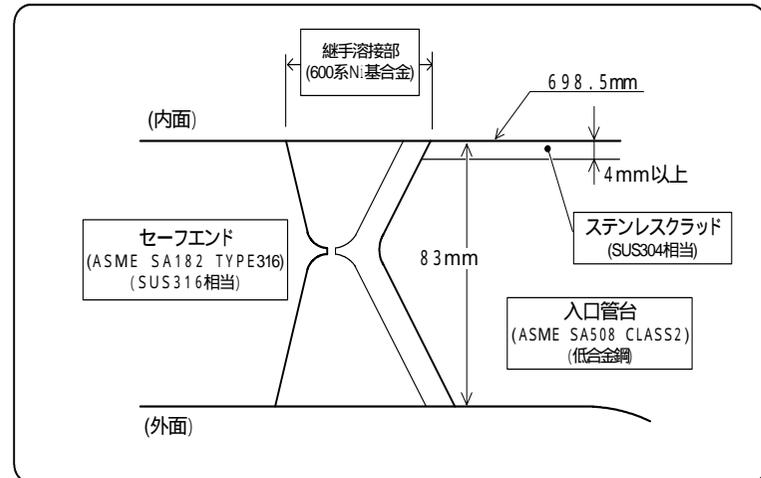
原子炉容器入口管台部概略系統図



原子炉容器入口管台部構造図

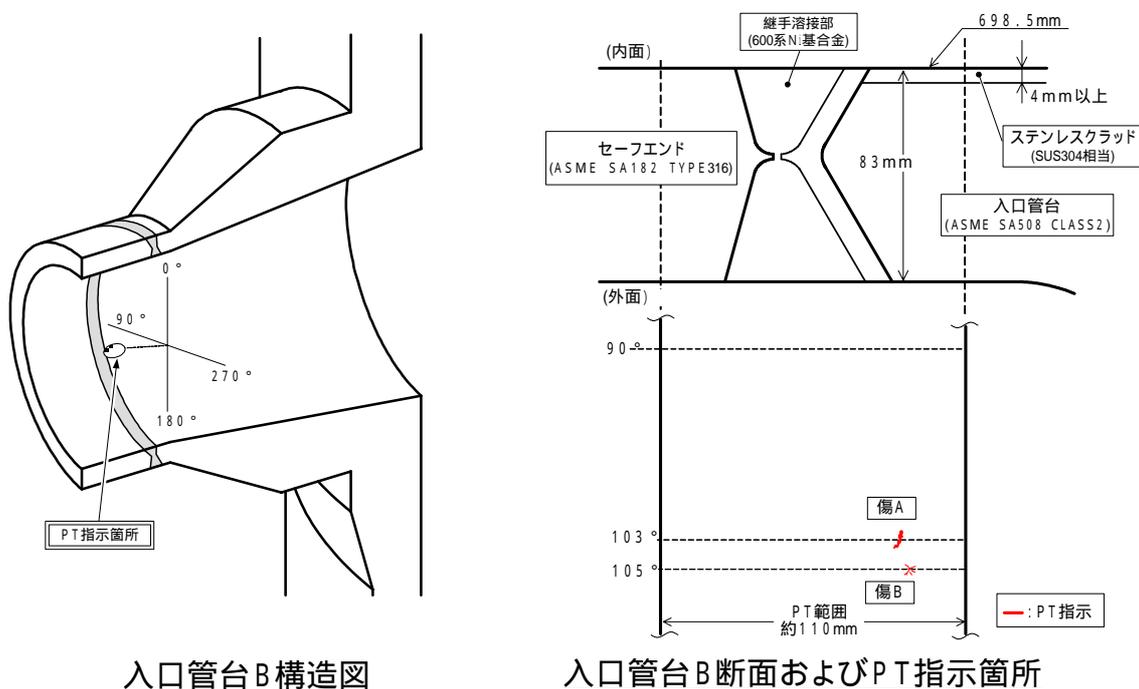


A部詳細



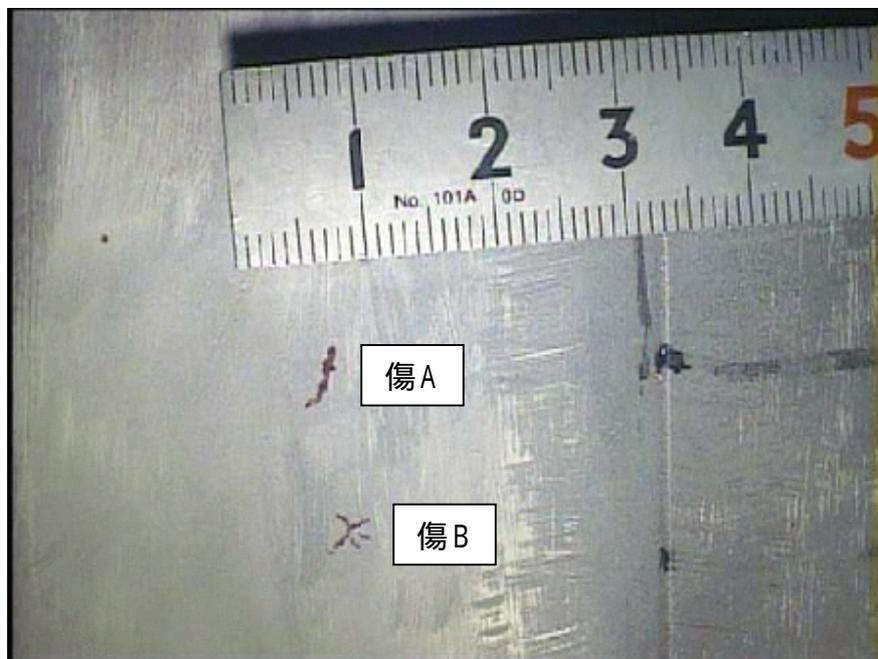
B部詳細

原子炉容器入口管台Bの浸透探傷検査 (PT) 結果



入口管台B構造図

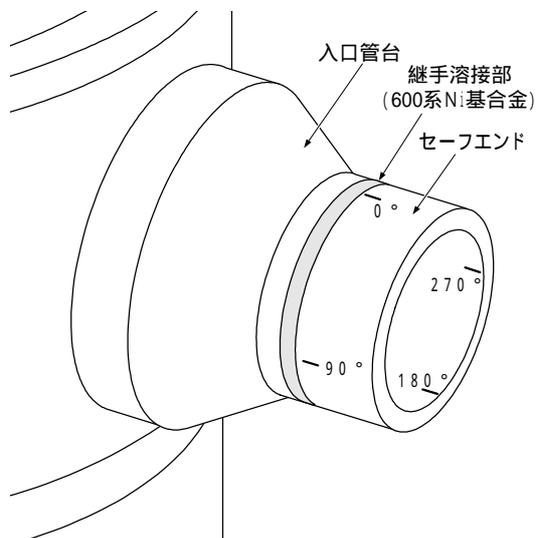
入口管台B断面およびPT指示箇所



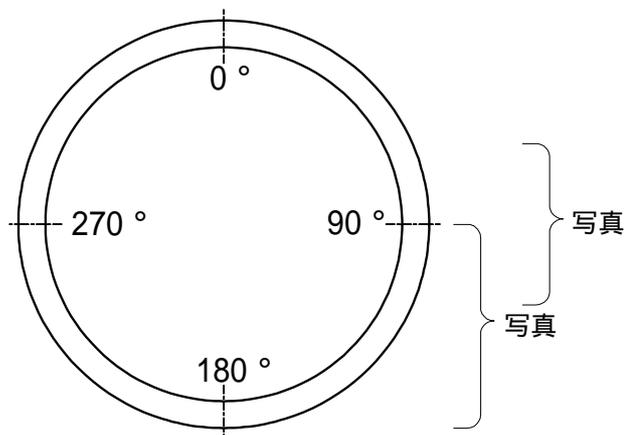
入口管台B PT結果

浸透探傷検査の結果、2箇所に指示(傷)が認められた。
 [傷A:約5mm(線状), 傷B:最大長さ約4mm(放射状)]

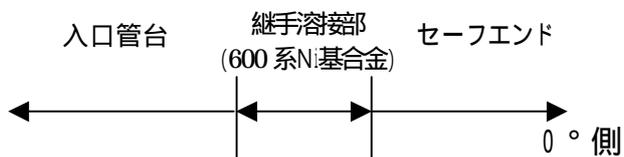
原子炉容器入口管台Bの外観点検結果



入口管台B外観図



入口管台B断面図



180°側

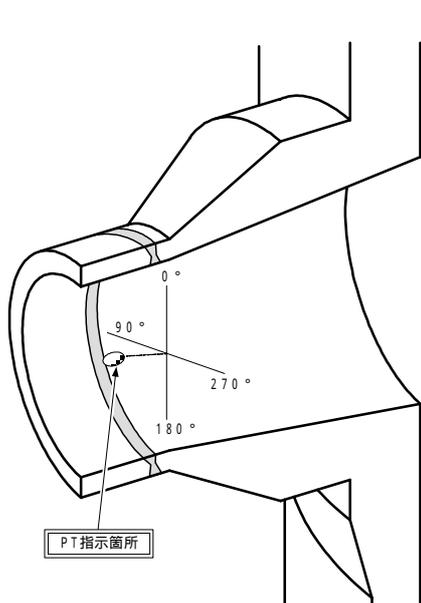
入口管台B外表面写真 (90°中心)



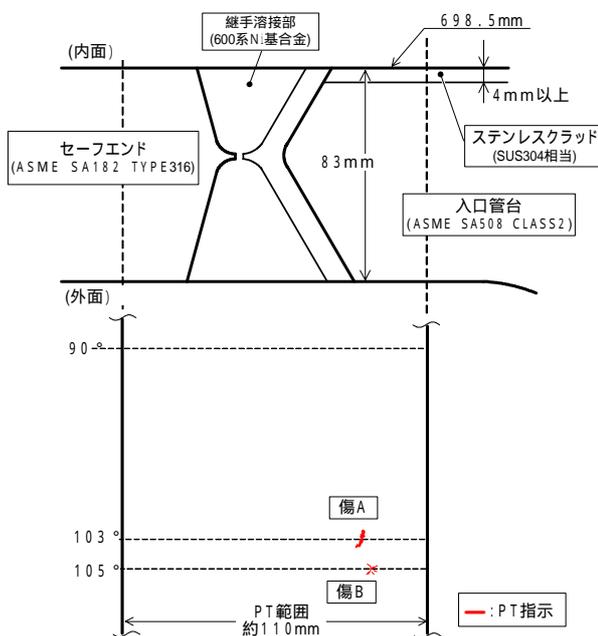
入口管台B外表面写真 (90° ~ 180°)

当該部を含めた入口管台B溶接継手部(600系Ni基合金)の外表面全周の目視点検を実施した結果、ほう酸析出等漏えい跡は認められなかった。

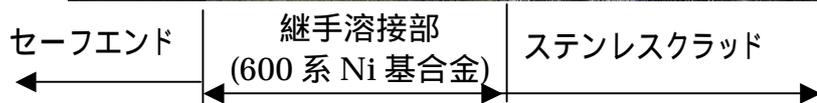
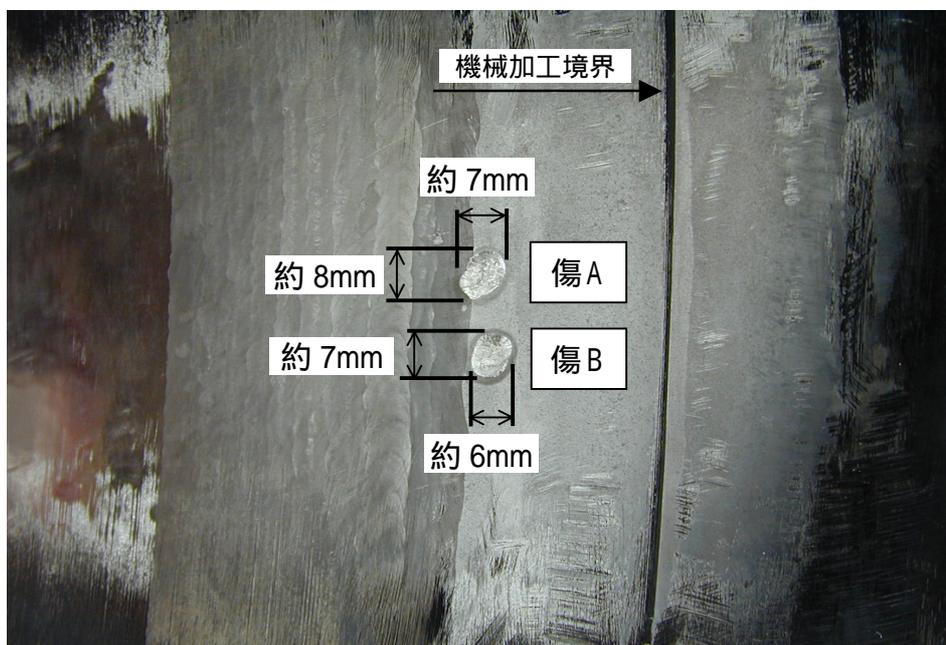
原子炉容器入口管台Bの継手溶接部内面観察結果



入口管台B構造図



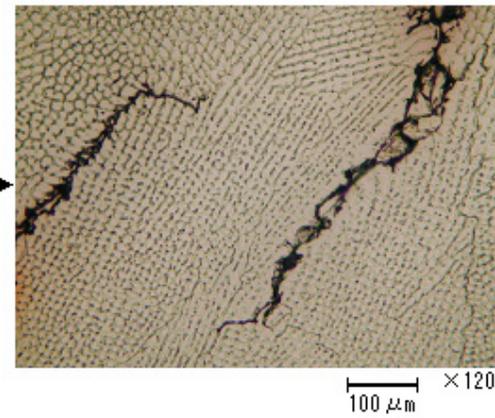
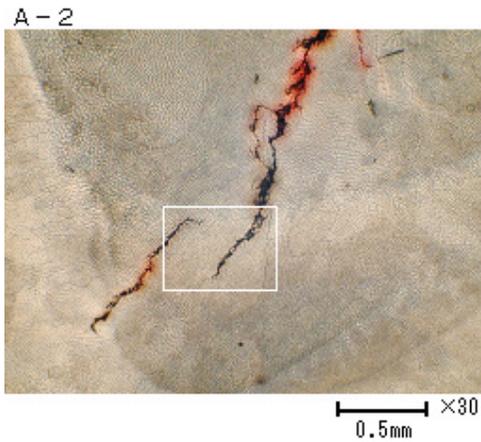
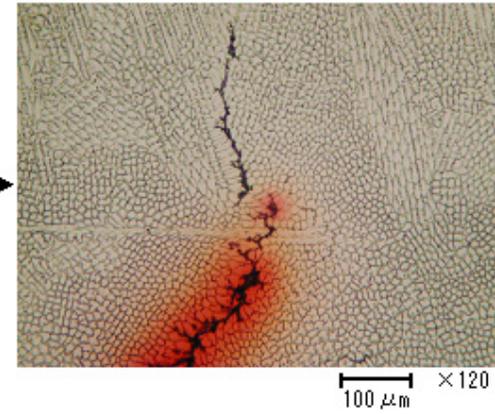
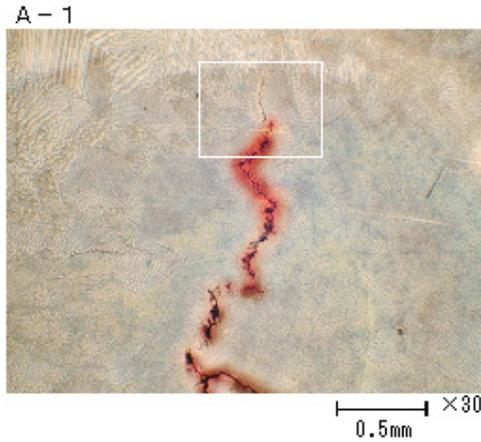
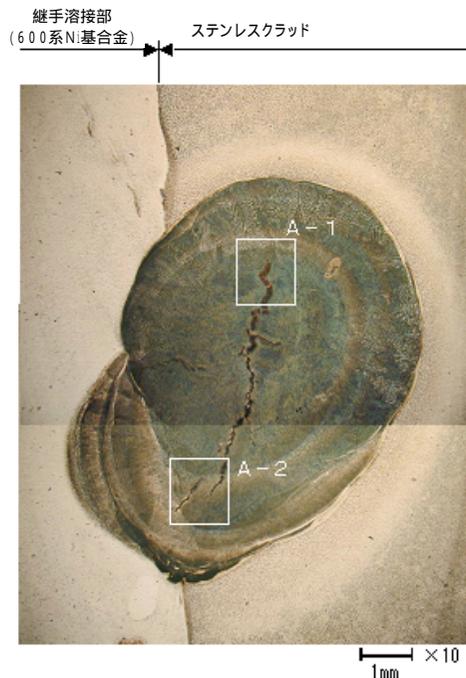
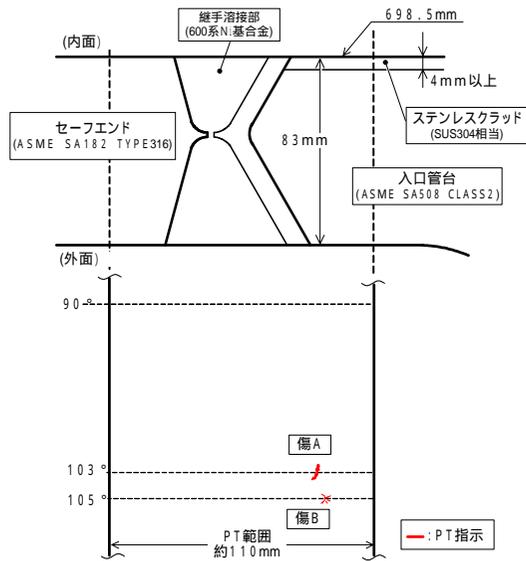
入口管台B断面およびPT指示箇所



PT指示箇所溶接部状況(エッチング後)

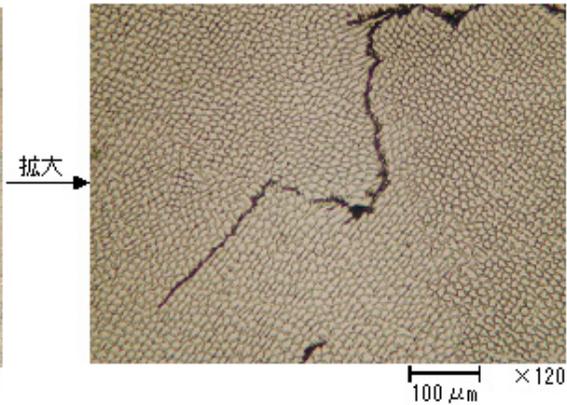
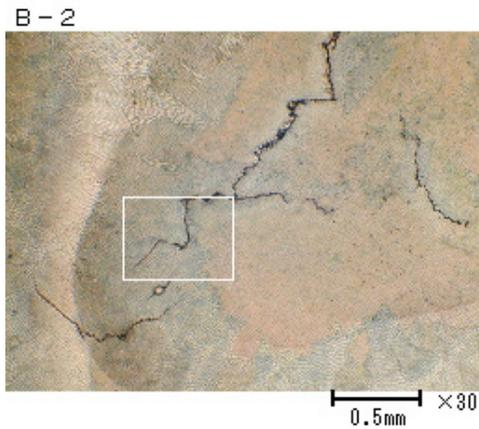
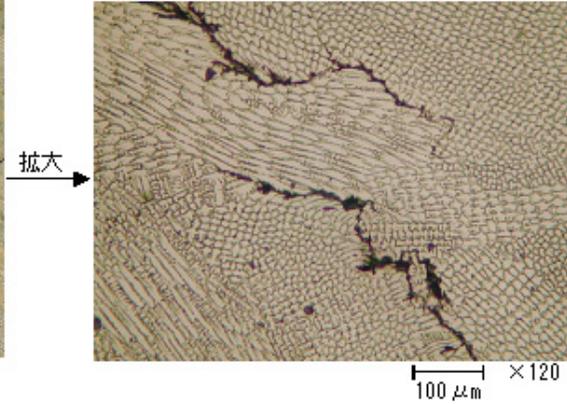
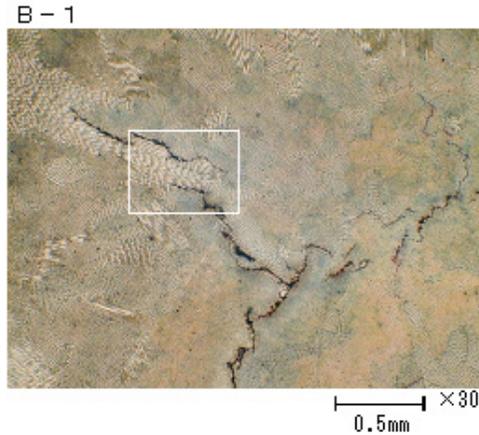
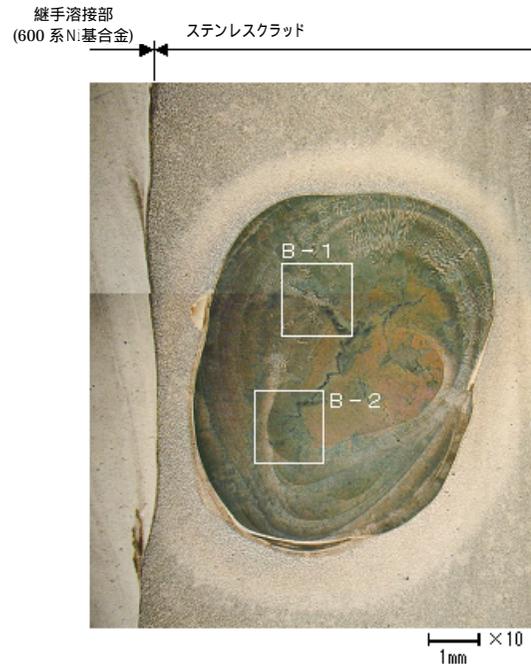
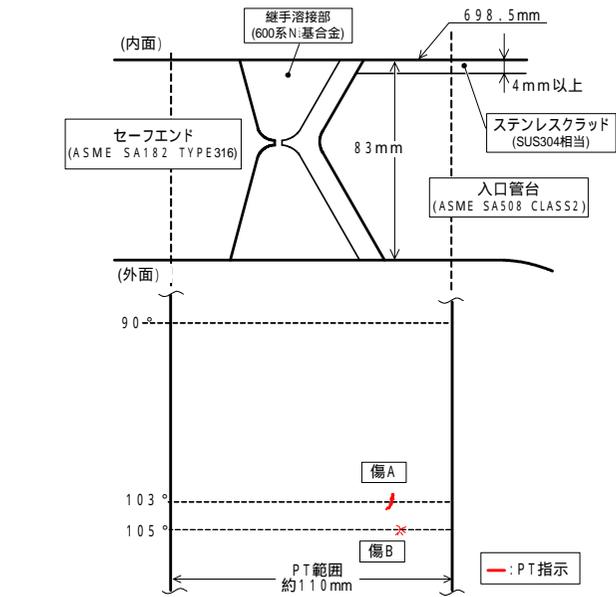
PT指示箇所(2箇所)についてエッチング後の状況を観察した結果、手直し溶接を行ったと思われる楕円状の部分が認められた。

原子炉容器入口管台Bのスンプ観察結果(傷A)



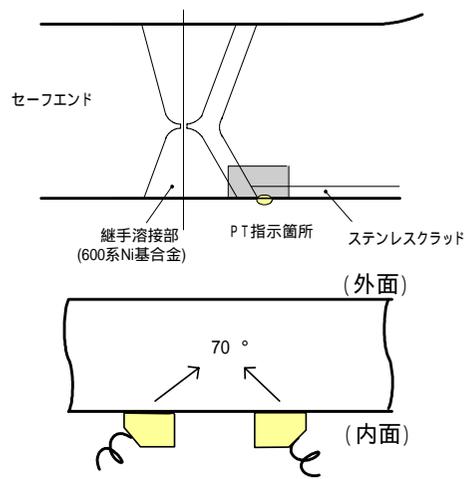
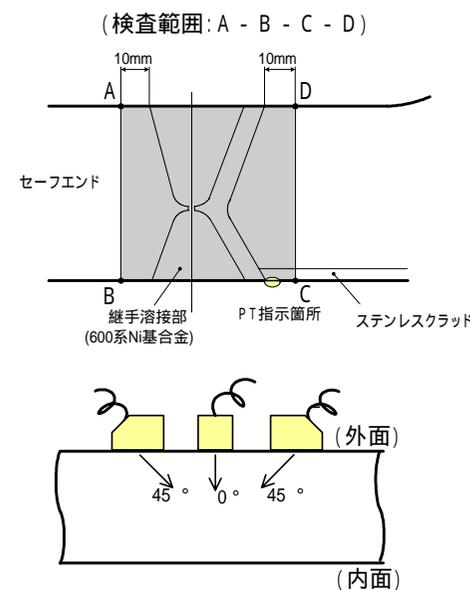
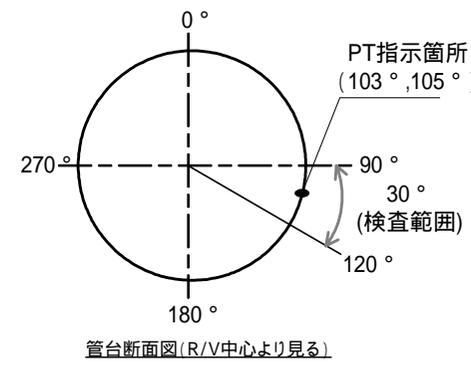
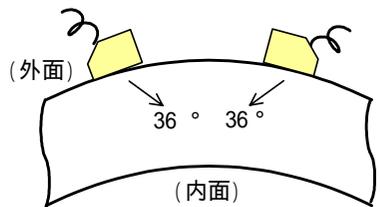
楕円状の部分はステンレスクラッドと継手溶接部(600系Ni基合金)との境界部にある。
 傷は、楕円内の溶接金属部のデンドライト境界に沿って生じている。
 傷は、楕円内に留まっている。

原子炉容器入口管台Bのスンプ観察結果(傷B)



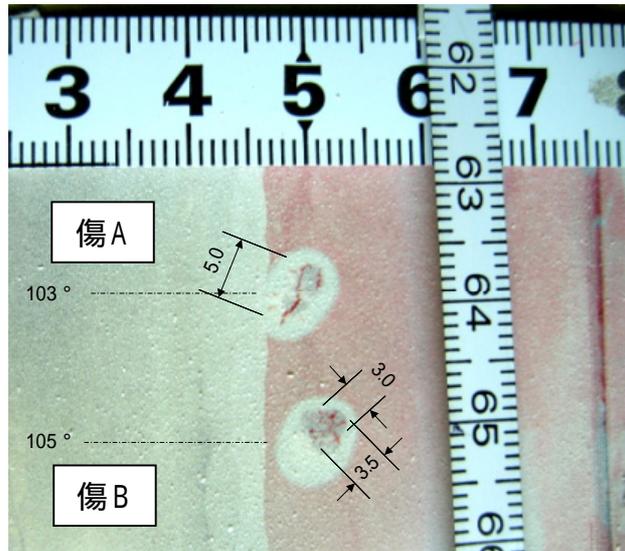
楕円状の部分はステンレスクラッド部にある。
傷は、楕円内の溶接金属部のデンドライト境界に沿って生じている。
傷は、楕円内に留まっている。

原子炉容器入口管台Bの超音波探傷検査結果

検査方法	検査範囲	検査結果						
内表面からの検査	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">箇所</th> <th style="width: 90%;">検査範囲</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>傷A</td> <td>PT指示部を中心に 長さ50mm × 幅25mm × 深さ70mmの範囲</td> </tr> <tr> <td>傷B</td> <td>PT指示部を中心に 直径50mmの範囲</td> </tr> </tbody> </table> </div>	箇所	検査範囲	傷A	PT指示部を中心に 長さ50mm × 幅25mm × 深さ70mmの範囲	傷B	PT指示部を中心に 直径50mmの範囲	<p>傷A：有意な指示を認めず 傷B：有意な指示を認めず</p> <p>検出限界(約3mm)より、傷深さは約3mm以下と推定される。</p>
箇所	検査範囲							
傷A	PT指示部を中心に 長さ50mm × 幅25mm × 深さ70mmの範囲							
傷B	PT指示部を中心に 直径50mmの範囲							
外表面からの検査	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   <p style="text-align: center; font-size: small;">管台断面図(R/V中心より見る)</p>  </div>	<p>傷A：有意な指示を認めず 傷B：有意な指示を認めず</p> <p>検出限界(約3mm)より、傷深さは約3mm以下と推定される。</p>						

研削調査結果 (浸透探傷検査結果)

第1回目研削後

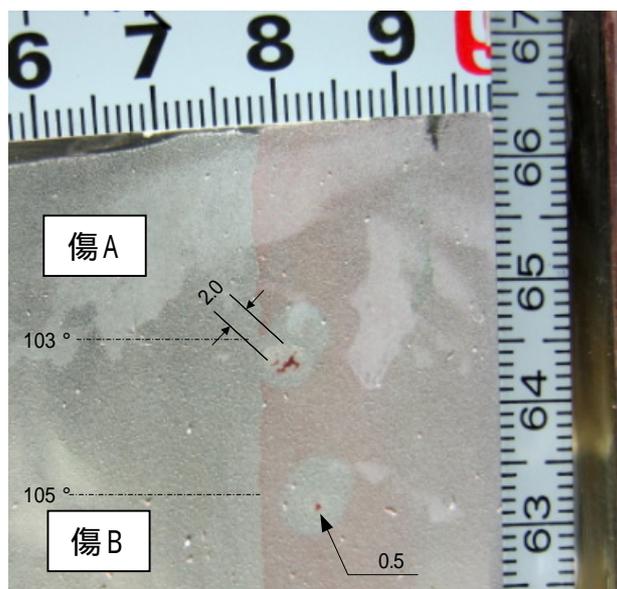


第1回目の研削後PTの結果、
2箇所を指示を確認した。

傷A : 約 5.0mm(線状)

傷B : 約 3.5mm(放射状)

第2回目研削後

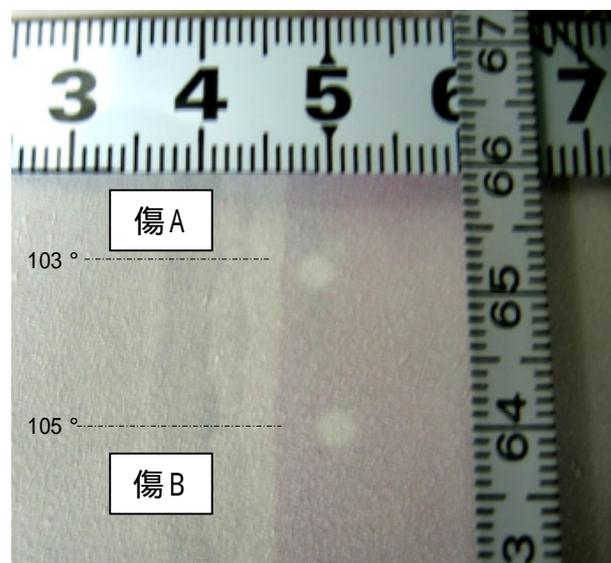


第2回目の研削後PTの結果、
2箇所を指示を確認した。

傷A : 約 2.0mm(線状)

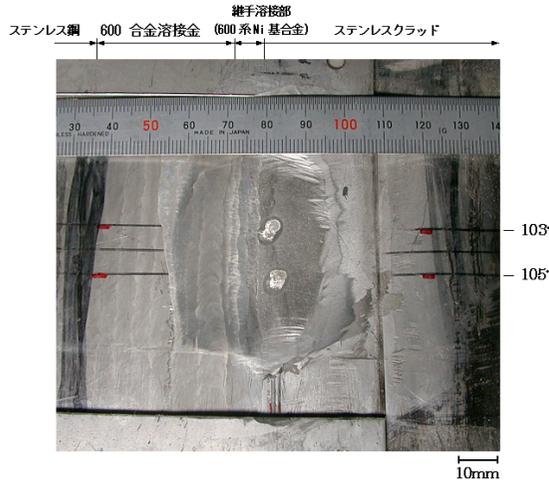
傷B : 約 0.5mm(点状)

第3回目研削後



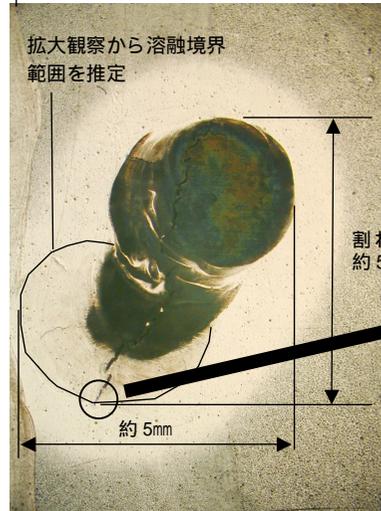
第3回目の研削後PTの結果、
傷A、Bとも指示は認められな
かった。

研削調査結果 (第1回研削後スンプ観察)



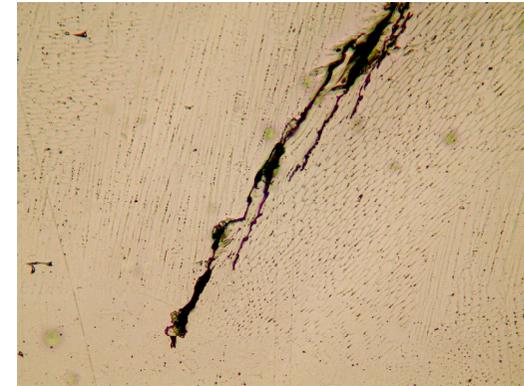
継手溶接部 (600系Ni基合金) ステンレスクラッド

傷A



割れ長さ
約5mm

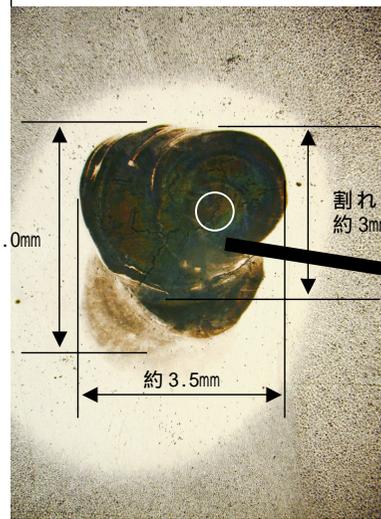
ステンレスクラッド



100µm

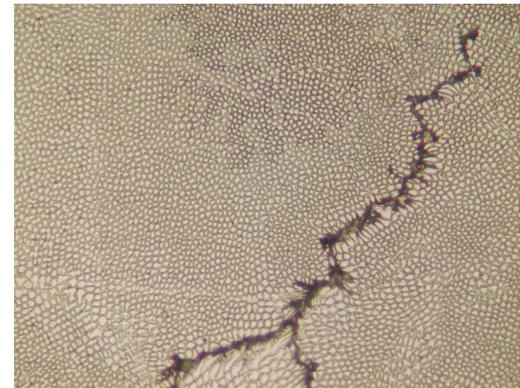
傷は、手直し溶接部の溶接金属内に留まっていた。
傷は、枝分かれしているが、いずれも溶接金属部のデンドライト境界に沿って進展している。
傷は、継手溶接部へは進展していなかった。

傷B



割れ長さ
約3mm

ステンレスクラッド

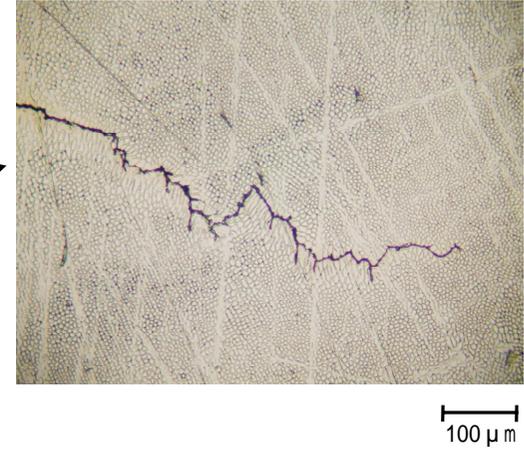
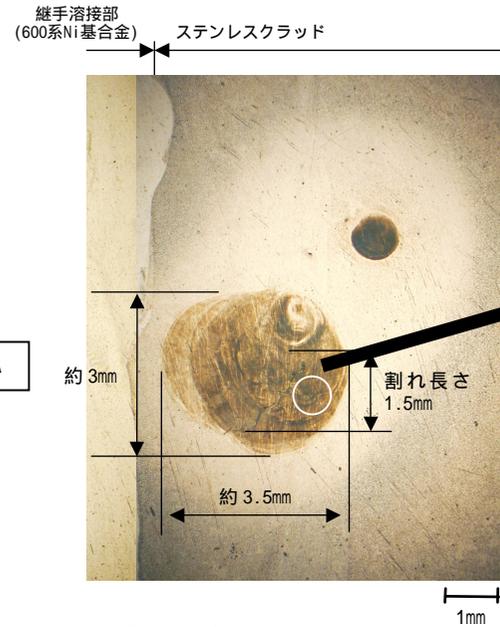


100µm

研削調査結果 (第2回研削後スンプ観察)

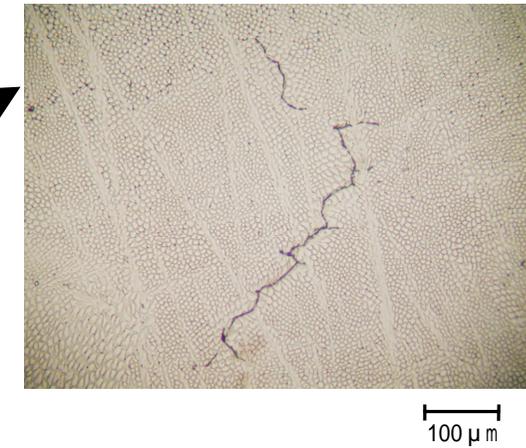
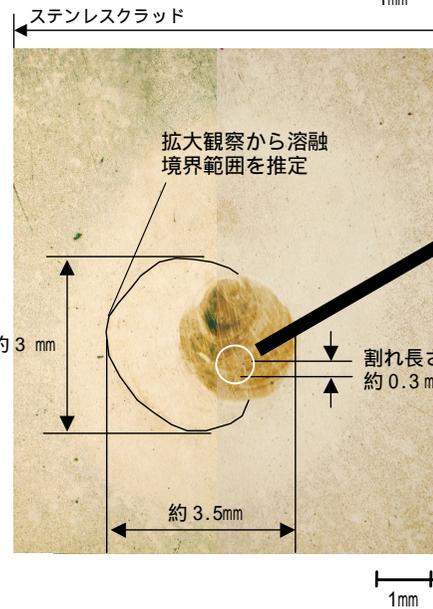


傷A



傷は、手直し溶接部の溶接金属内に留まっていた。
傷は、溶接金属部のデンドライト境界に沿って枝分かれしていた。
傷は、継手溶接部へは進展していなかった。

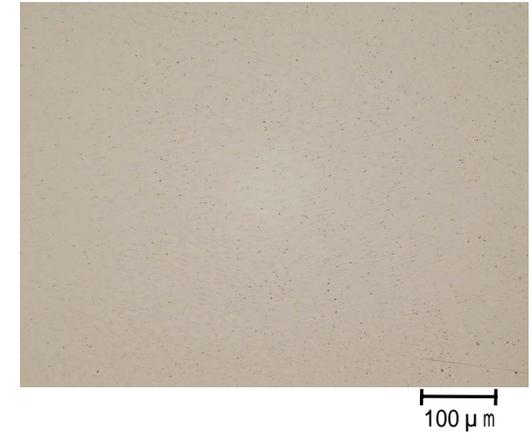
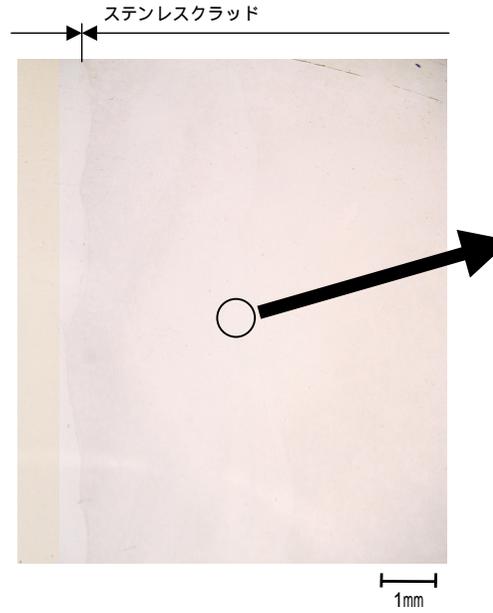
傷B



研削調査結果 (第3回研削後スンプ観察)

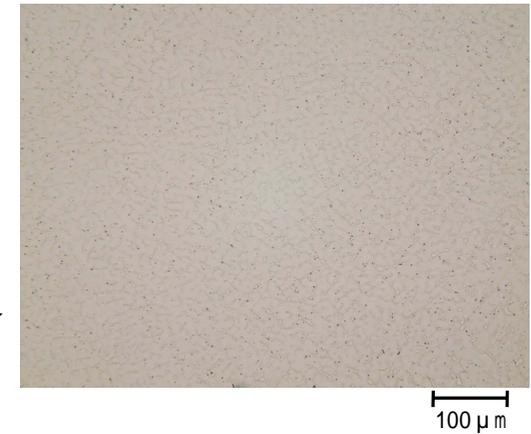
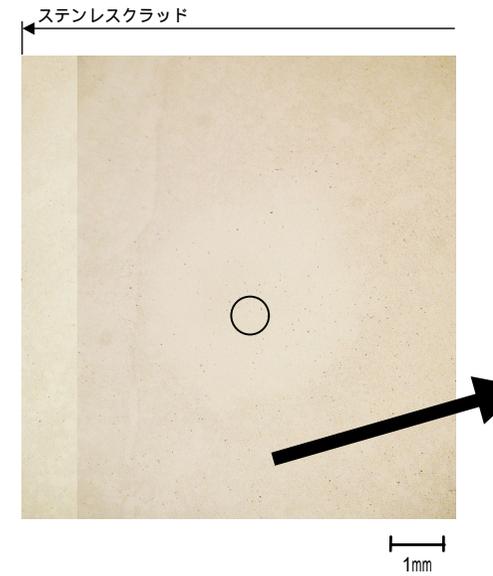


傷A



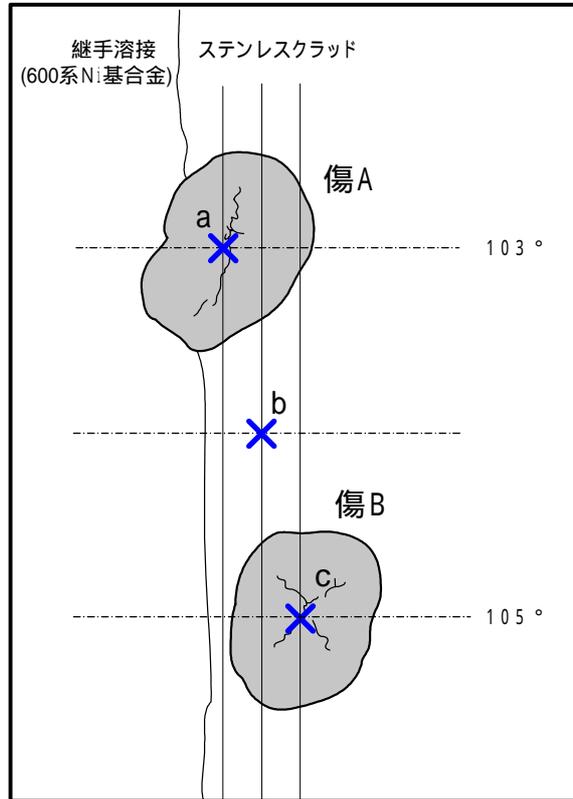
研削により傷は消滅した。

傷B



研削調査結果 (研削量(深さ)測定結果)

[計測位置]



[計測結果]

研削量 (深さ)

単位 : mm

計測点	a	b	c
初期手入れ量	約 0.3		
第 1 回研削量	1.11	1.00	0.96
第 2 回研削量	0.72	0.84	0.81
第 3 回研削量	0.84	0.86	0.83
計	2.97	3.00	2.90

ステンレスクラッド残存厚さ

単位 : mm

計測点	a	b	c
元厚さ	4.7	4.6	4.7
研削調査前	4.4	4.3	4.4
研削調査後	1.7	1.6	1.8

研削調査結果 (橢円部の E P M A 成分分析結果)

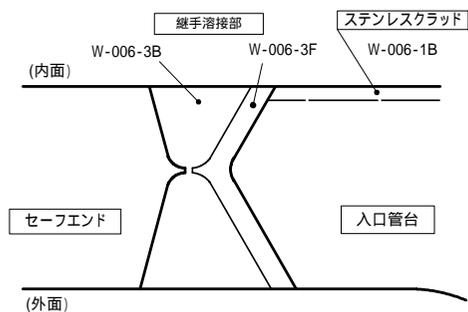
橢円部の成分分析結果

		化学成分 (mass%)			
		Ni	Cr	Fe	その他
E P M A 分析結果		約 33	約 18	約 43	約 6
参考 (注)	ステンレスクラッド部	11.4	21.3	約 65	2.4
	600系Ni基合金	70.66	14.75	約 9.5	5.08

(注) 製造時の溶金分析結果またはメーカーカタログ値を参考にした。

橢円状の手直し溶接を行ったと思われる箇所から採取した研削粉の E P M A (電子線マイクロアナライザー) による化学成分分析結果より、ステンレス鋼よりも Ni 量が高く、Fe 量が低いこと、600 系 Ni 基合金にて手直し溶接が行われていたと推定される。

原子炉容器入口管台Bの製造履歴調査



部位 (溶接番号)	溶接材料	溶接施工	非破壊検査	調査 結果
ステンレスクラッド (W - 006 - 1B)	US - 308L US - 312 (SUS304相当)	サブマージアーク 溶接	PT、UT	
継手 溶 接 部	バタリング (W - 006 - 3F)	NIC - 70A (600系Ni基合金)	被覆アーク溶接	PT、UT、RT
	バタリング + セーフエンド (W - 006 - 3B)	NIC - 70A (600系Ni基合金)	被覆アーク溶接	PT、UT、RT
全 般	-	-	水圧検査 PT、UT	

PT:浸透探傷検査 UT:超音波探傷検査 RT:放射線透過検査
:問題なし

原子炉容器入口管台 B 継手溶接部の過去の点検実績と計画

B系(当該部)

	定期検査回	検査内容	結果	備考
実績	第3回 (S55.4.1~S55.9.9)	外面PT 外面からのUT	良	定期検査
	第6回 (S59.1.27~S59.5.29)	内面からのUT	良	社内検査
	第12回 (H3.12.8~H4.4.9)	外面PT 外面からのUT	良	定期検査
	第16回 (H8.9.7~H8.12.25)	内面からのUT	良	社内検査
	第20回 (H14.2.8~H14.6.4)	外面PT 外面からのUT(垂直)	良	定期検査
計画	第23回 (H17年度予定)	内面からのUT		事業者検査 (NISA文書*対応)

(参考) A系

	定期検査回	検査内容	結果	備考
実績	第6回 (S59.1.27~S59.5.29)	内面からのUT	良	社内検査
	第8回 (S61.9.20~S61.12.25)	外面PT 外面からのUT	良	定期検査
	第16回 (H8.9.7~H8.12.25)	外面PT 外面からのUT	良	定期検査
		内面からのUT	良	社内検査
計画	第23回 (H17年度予定)	内面からのUT		事業者検査 (NISA文書*対応)

*:「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等について」
(平成15年12月12日 経済産業省原子力安全・保安院)

伊方2, 3号機 原子炉容器出入口管台継手溶接部の点検実績

[伊方2号機]

		定期検査回	検査内容	結果	備考
入口管台	A系	第4回(S62.1.19 ~ S62.4.24)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
		第7回(H3.1.29 ~ H3.5.16)	内面からのUT	良	社内検査
		第9回(H5.9.7 ~ H5.12.24)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
		第14回(H12.4.23 ~ H12.8.2)	内面からのUT	良	社内検査
		第16回(H15.1.27 ~ H15.4.25)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
	B系	第5回(S63.5.18 ~ S63.9.6)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
		第7回(H3.1.29 ~ H3.5.16)	内面からのUT	良	社内検査
		第11回(H8.4.17 ~ H8.8.1)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
		第14回(H12.4.23 ~ H12.8.2)	内面からのUT	良	社内検査
		第17回(H16.4.21 ~ H16.8.6)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
出口管台	A系	第7回(H3.1.29 ~ H3.5.16)	外面PT、内面からのUT	良	定期検査
		第12回(H9.8.31 ~ H9.12.16)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
		第14回(H12.4.23 ~ H12.8.2)	内面からのUT	良	社内検査
	B系	第7回(H3.1.29 ~ H3.5.16)	外面PT、内面からのUT	良	定期検査
		第14回(H12.4.23 ~ H12.8.2)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
			内面からのUT	良	社内検査

[伊方3号機]

		定期検査回	検査内容	結果	備考
入口管台	A系	第7回(H15.9.19 ~ H16.1.14)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
			内面からのUT		社内検査
	B系	第4回(H11.11.4 ~ H12.3.7)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
		第7回(H15.9.19 ~ H16.1.14)	内面からのUT	良	社内検査
	C系	第1回(H8.1.15 ~ H8.5.10)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
		第7回(H15.9.19 ~ H16.1.14)	内面からのUT	良	社内検査
出口管台	A系	第5回(H13.4.2 ~ H13.6.26)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
		第7回(H15.9.19 ~ H16.1.14)	内面からのUT	良	社内検査
	B系	第2回(H9.5.16 ~ H9.8.12)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
		第7回(H15.9.19 ~ H16.1.14)	内面からのUT	良	社内検査
	C系	第7回(H15.9.19 ~ H16.1.14)	外面PT、外面からのUT	良	定期検査
			内面からのUT		社内検査

600系Ni基合金使用部位の検査計画

(伊方1、2号機)

部 位			検査 方法	1号機 定検回		2号機 定検回			
				22	23	17	18	19	20
原子炉 容 器	管台とセーフエンドと の継手溶接部	出口管台 A, B	BMV	1(A, B)			1(A, B)		
			UT	(A, B)			(A, B)		
		入口管台 A, B	BMV		1(A, B)	(A), 1(B)			
			UT		(A, B)	(B)			(A)
		安全注入管台 A, B	BMV	1(A, B)				1(A, B)	
			UT	(A, B)				(A, B)	
炉内計装筒管台			BMV						
加圧器	管台とセーフエンドとの継手溶接部		BMV						
			UT						

注 : 1, 2号機の原子炉容器上蓋管台及び蒸気発生器出入口管台については、690系Ni基合金のため検査不要

(3号機)

部 位			検査 方法	定検回					
				7	8	9	10	11	
原子炉 容 器	上蓋管台		BMV						
	管台とセーフエンドと の継手溶接部	出口管台 A, B, C	BMV		(A)	1(B), (C)			
			UT	(A, B, C)		B			
		入口管台 A, B, C	BMV		(A), 1(C)	B			
			UT	(A, B, C)	(C)				
	炉内計装筒管台			BMV					
蒸 気 発 生 器	管台とセーフエンドと の継手溶接部	出口管台 A, B, C	BMV		1(C)	(A), 1(B)			
			UT		(C)	(B)		(A)	
		入口管台 A, B, C	BMV		1(C)	(A), 1(B)			
			UT		(C)	(B)	(A)		
		加圧器	管台とセーフエンドとの継手溶接部		BMV				
					UT				

BMV:ベアメタル検査 UT:超音波探傷検査 :計画又は実施中 :実施済

1 : 当該定期事業者検査においてUTを実施する場合はBMVは免除できる

用語説明

1. 管台
2. ピーニング
3. セーフエンド
4. スンプ観察
5. エッチング
6. ステンレスクラッド
7. 600系Ni基合金
8. 690系Ni基合金
9. バタリング
10. デンドライト及びフェライト相
11. EPMA (電子線マイクロアナライザー)
12. X線回折
13. 高温割れ
14. 応力腐食割れ
15. PWSCC (Primary Water Stress Corrosion Cracking: 1次冷却水応力腐食割れ)
16. 疲労割れ
17. 延性割れ
18. 1次冷却材圧力バウンダリ
19. ベアメタル検査
20. 被覆アーク溶接
21. サブマージアーク溶接

1. 管 台

容器本体に配管等を接続するために設けた部材であり、容器本体に溶接構造で取り付けられている。

2. ピーニング

部材表面にレーザー光を照射すること等で、応力腐食割れの「応力因子」である引張残留応力を低減させる効果がある。

3. セーフエンド

低合金鋼の圧力容器管台とステンレス鋼配管を接続するための短管。

4. スンプ観察

スンプとは、Suzuki Universal Micro Print の略である。被検体表面について研磨、エッチングを施し、金属組織を現出させ、純水にてエッチング液を取り除いた後、その箇所にフィルム状のアセチルセルロースを酢酸メチルで一部溶かして貼り付け、乾燥後剥離すると、金属組織がそのフィルムに転写される。それを光学顕微鏡を用いて、組織観察する手法である。

5. エッチング

金属表面の組織を観察しやすくするため、10%濃度のしゅう酸を金属表面に塗布して、表面処理を行うこと。

6. ステンレスクラッド

炭素鋼表面を覆う様にステンレス材を溶接したもの。(内張り)

7. 600系Ni基合金

ニッケル、クロム、鉄を主成分とする耐熱・耐食性に優れた合金。

8. 690系Ni基合金

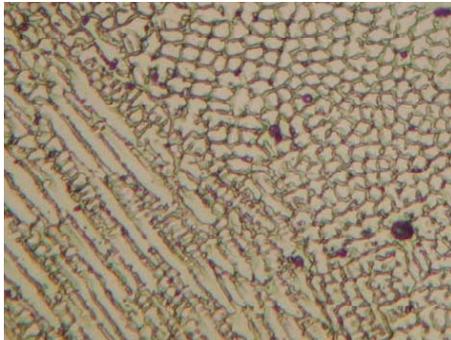
ニッケル、クロム、鉄を主成分とし、600系Ni基合金よりクロム量が多く耐食性に優れた合金。

9. バタリング

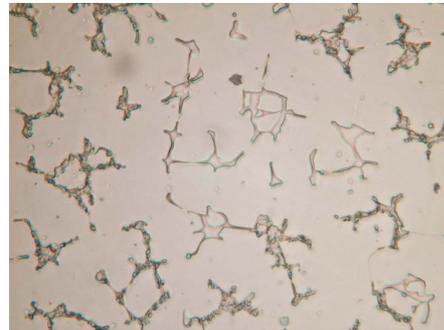
突合せ溶接をする場合、母材成分その他の影響を防ぐために開先面に溶接材を肉盛りすること。

10. デンドライト及びフェライト相

- ・デンドライトは、金属が凝固する際に柱状に成長した結晶組織。(写真参照)
- ・フェライト相は、SUS304 などによる溶接後の凝固組織に見られ、以下の写真で黒色の部分である。



デンドライト



フェライト相

11. EPMA (電子線マイクロアナライザー)

非常に細かく絞った電子線を試料に照射し、分析エリアから発生する各元素に特有なX線(特性X線)を検出することで、試料の微量分析(元素同定、定量分析及び化合物特定等)を行う装置。

12. X線回折

X線を結晶格子に照射することにより起こる回折現象を利用して結晶性の評価、物質の同定等を行う分析手法。

13. 高温割れ

溶接中または溶接直後の高温時において、溶接部の自己収縮及び外部変形などによる引張り応力によって引き起こされる割れ。

14. 応力腐食割れ

金属が腐食環境下で引張応力が働いている場合、腐食環境にない場合に比べて低い応力で発生する腐食割れの形態。

この発生原因は、材料、環境、応力の3つの要因が重複した場合である。

15. PWSCC (Primary Water Stress Corrosion Cracking: 1次冷却水応力腐食割れ)

応力腐食割れの一種でPWRプラントの1次冷却材水中環境下でニッケル基合金などの結晶粒界に発生するもの。

16. 疲労割れ

振動等により応力が繰返し加えられることにより発生するひび割れ。

17. 延性割れ

延性のある金属が伸びきって引きちぎられるように破壊すること。

18. 1次冷却材圧力バウンダリ

1次冷却系統に係る施設の損壊等に伴い圧力障壁となる部分。

19. ベアメタル検査

保温材を剥がして地金にほう酸の付着がないことを目視により確認する検査。

20. 被覆アーク溶接

直径 1.6 ~ 8.0mm 程度の金属棒のまわりに有機物、無機物または両者の混合物からなる被覆材を塗った、いわゆる被覆アーク溶接棒(手溶接棒)をホルダでささえ、棒と母材との間に交流又は直流電流のアークを発生させて溶接する方法。

21. サブマージアーク溶接

粒状のフラックス(母材及び溶加材の酸化物等の有害物を除去し、母材表面を保護し、又は溶接金属の精錬を行う目的で用いる材料。)をあらかじめ母材の上に散布しておき、その中に裸のワイヤを送給し、アーク熱によって母材及びワイヤを溶融接合する溶接方法。