

原子力発第05171号  
平成17年11月 9日

愛媛県知事  
加戸守行 殿

四国電力株式会社  
取締役社長 常盤 百樹

伊方発電所第2号機 中性子検出器の指示不良他  
3件に係る報告書の提出について

平成17年9月に発生しました伊方発電所第2号機 中性子検出器の指示不良他2件、および、平成17年5月30日に発生しました伊方発電所 雑固体焼却設備の不具合につきまして、その後の調査結果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2号機  
安全注入系統配管の微小な傷について

平成17年11月  
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第2号機 安全注入系統配管の微小な傷について

2. 事象発生の日時

平成17年9月30日 13時05分(確認)

3. 事象発生の電気工作物

原子炉冷却系統設備 安全注入設備 配管  
(格納容器スプレイポンプ2A入口配管)

4. 事象発生時の運転状況

第18回定期検査中(平成17年9月5日より)

5. 事象発生の状況

伊方発電所第2号機(定格電気出力566MW)は、第18回定期検査中において、平成16年5月に発生した「伊方2号機余熱除去系統配管のひび」事象に伴う配管点検において、浸透探傷検査(以下、「PT」という。)により、格納容器スプレイポンプ2A入口配管溶接部1箇所では微小な傷(長さ約10mm)を確認した。

なお、本事象による周辺環境への放射能の影響はなかった。

(添付資料 - 1 ~ 2)

6. 調査結果

格納容器スプレイポンプ2A入口配管溶接部の微小な傷1箇所について、外観調査、スンプ観察およびPTにより傷の状況を調査するとともに、塩化物付着量測定、製造履歴、点検履歴、運転履歴および知見調査を実施した。

(1) 外観調査

当該部の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。また、当該部には付着物、腐食および錆は認められなかった。

傷は溶接終端部の溶接ビード内であった。

(2) 状況調査

当該部について、傷性状確認等のため表面を研磨・手入れし、スンプ観察およびPTを行った。

a. 第1回目スンプ観察およびPT結果

・スンプ観察結果

拡大観察により、溶接終端部の凝固組織の境界(デンドライト境界等)に

沿った割れを確認した。また、割れ先端部には、繰り返し応力の付加による疲労状の進展は認められなかった。

・ P T 結果

スンプ観察後、P Tにより傷の状況を確認した結果、傷は、溶接終端部の溶接ビード上にあり、長さ約0.4 mm、約1 mmの線状指示と直径約0.5 mm、約0.9 mmの円形状指示を確認した。

b . 第2回目スンプ観察およびP T 結果

・ スンプ観察

拡大観察により、溶接終端部の凝固組織の境界（デンドライト境界等）に沿った割れを確認した。また、割れ先端部には、繰り返し応力の付加による疲労状の進展は認められなかった。

・ P T 結果

傷は、溶接終端部の溶接ビード上にあり、長さ約0.3 mm、約1 mmの線状指示と直径約0.3 mm、約0.5 mmの円形状指示を確認した。

c . 第3回目スンプ観察およびP T 結果

スンプ観察およびP T 結果より、傷は消滅したことを確認した。

（添付資料 - 3、4）

d . 傷深さ確認結果

傷は、溶接部の余盛の範囲内であり、傷深さは、1.1 mm 以下であったと推定される。

注）余盛：溶接部の必要寸法以上に配管の表面から盛り上がった部分

（添付資料 - 5）

（3）塩化物付着量測定

当該部近傍の配管外表面の塩化物付着量を測定した結果、管理値に比べ十分低い値であり問題はなかった。

（4）製造履歴調査

当該部について、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

材料証明書（エルボ、配管）を調査した結果、問題ないことを確認した。

b . 溶接施工調査

溶接施工記録を調査した結果、施工および検査に問題はなかった。

なお、当該部は溶接検査を実施しており、構造健全性に影響を与えるような欠陥は確認されていない。

（添付資料 - 6）

( 5 ) 点検履歴調査

当該部の過去の点検状況を確認した結果、供用期間中検査の漏えい検査を実施しており、問題ないことを確認した。

なお、今回の配管点検に係る P T の前処理として、当該溶接部表面の磨き作業を行っていた。

( 添付資料 - 7 )

( 6 ) 運転履歴調査

運転記録により、温度、圧力が設計条件内で運転され、問題ないことを確認した。

( 7 ) 知見調査

オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属に関する文献調査等を行った結果、以下のとおりであった。

- ・ オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属には高温割れ発生の可能性があり、一般的には、急冷組織となり易い溶接終端部で生じ易い。  
このため、オーステナイト系ステンレス鋼の溶接金属は数%のフェライトを含有するよう成分調整し、有意な高温割れの発生を防止している。
- ・ 高温割れは凝固組織の境界 ( デンドライト境界等 ) で発生するため、特徴的な破面が観察される。

注)高温割れ:高温割れは溶接中および冷却中の高温度域で発生する割れと定義される。  
オーステナイト系ステンレス鋼は、熱膨張係数が大きく、熱伝導係数が小さいため、冷却時の引張ひずみが大きくなること、および低融点金属生成元素 ( P、S 等 ) の固溶度が小さいため、凝固境界にこれらの不純物が濃縮し易く、高温割れを発生する可能性がある。

( 8 ) 調査結果まとめ

以上の調査結果から、

- ・ 傷は、溶接終端部の溶接ビード上にあり、スンプ観察の結果、溶接金属の凝固組織の境界 ( デンドライト境界等 ) に沿った割れで、傷発生後、供用期間中に進展した形跡は認められなかった
  - ・ 傷は、余盛の範囲内に収まっており、傷深さは、1 . 1 mm 以下と推定される
  - ・ 周辺の塩化物付着量は十分低く、また、付着物、腐食およびもらい錆等の発生は確認されなかった
  - ・ 製造・運転・点検履歴に問題はなかった
- なお、今回の配管点検に合わせて当該溶接部表面の磨き作業を行っていた
- ・ 可能性は小さいがオーステナイト系ステンレス鋼溶接金属には高温割れが発生する恐れがあり、かつ、溶接終端部は急冷組織となり易いため、他部位より高温割れが生じ易い

ことを確認した。

## 7. 推定要因

本事象は、

- ・傷は、溶接終端部の溶接ビードの余盛範囲内の微小なもので、溶接金属の高温割れに特徴的な凝固組織の境界（デンドライト等）に沿った割れであること
- ・周辺の塩化物付着量が十分低く、塩化物応力腐食割れの可能性が低いこと
- ・当該溶接部は、今回の配管点検に合わせて表面の磨き作業を行っていること

から、溶接施工時に生じた微小な高温割れが溶接金属内に存在し、今定検での配管点検に伴う表面磨き作業で確認されたものと推定される。

今回、確認された傷は、スンプ観察による割れ先端部の詳細観察より、進展性が認められず、かつ、溶接部の余盛範囲内に収まるものであったことから、当該部の構造健全性に問題はない。

また、本事象については、経年使用に伴う劣化事象ではなく、溶接部は、施工時の検査により有意な欠陥が無いことを確認しており、構造健全性の観点で問題となる事象ではない。

## 8. 対 策

(1) 確認された傷は、研磨・手入れにより消滅した。

傷深さは余盛の範囲内であり、当該部の構造健全性に問題はないため、継続使用する。

なお、当該溶接部のPTおよび超音波探傷検査を行い、構造健全性に問題ないことを確認した。

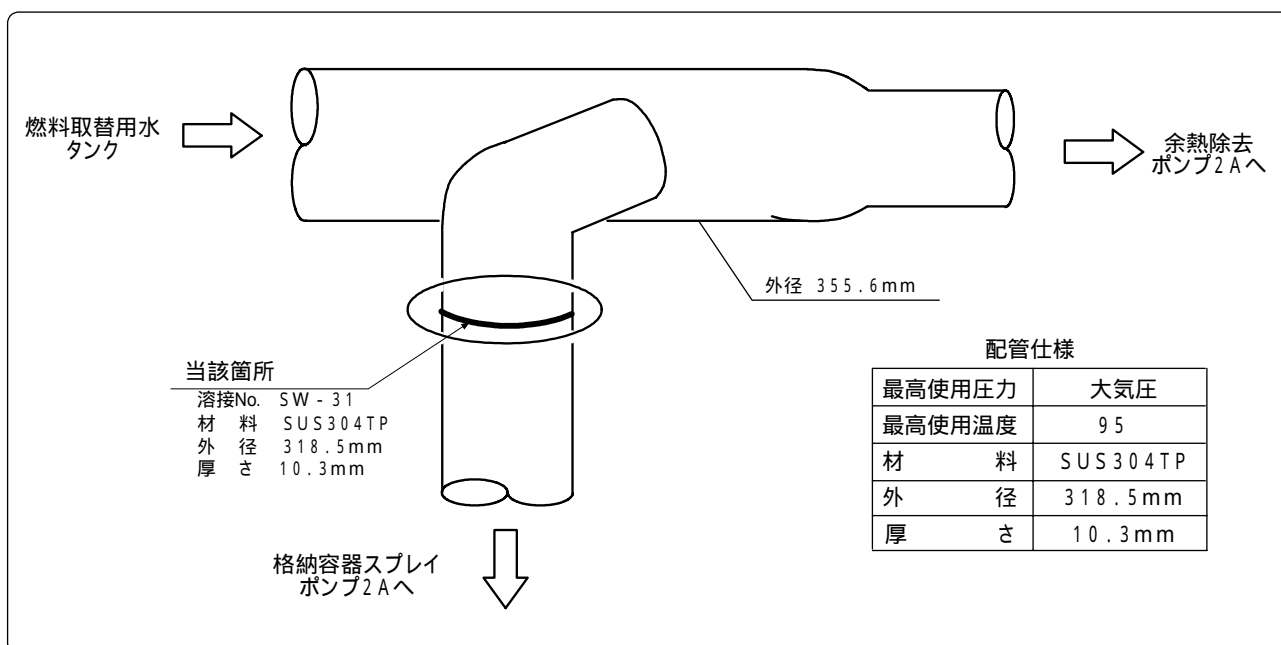
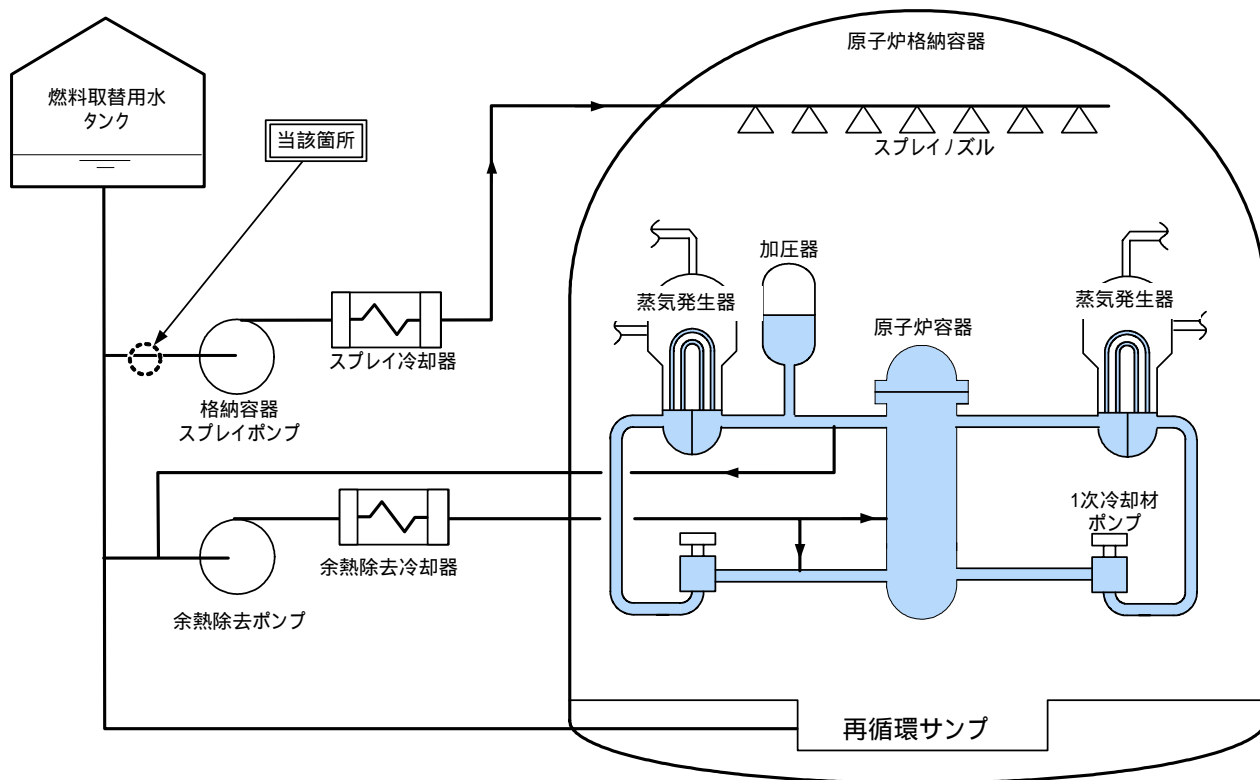
(2) また、本事象は、経年使用に伴う劣化事象でないことから、定期事業者検査にて計画的に実施している供用期間中検査において、有意な欠陥がないことを継続して確認する。

以 上

## 【添 付 資 料】

- 1 . 格納容器スプレイポンプ入口ライン概略系統図
- 2 . 格納容器スプレイポンプ 2 A 入口配管溶接部の P T 結果
- 3 . スンプ観察結果
- 4 . スンプ観察後 P T 結果
- 5 . 寸法計測結果
- 6 . 製造履歴調査結果
- 7 . 点検履歴調査結果

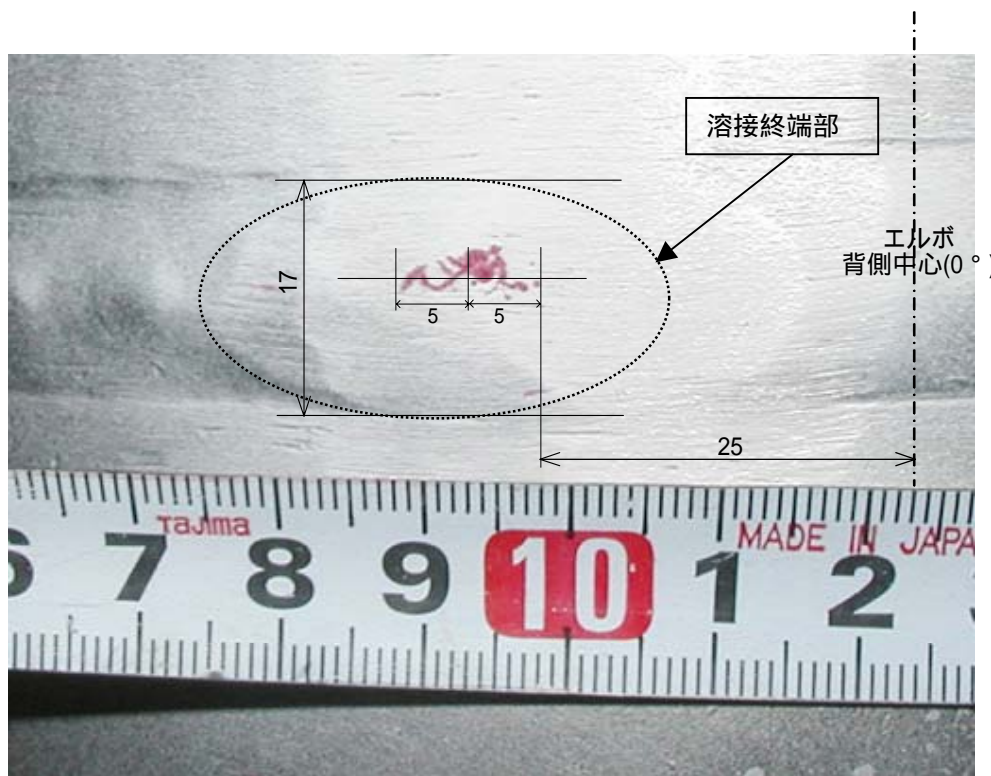
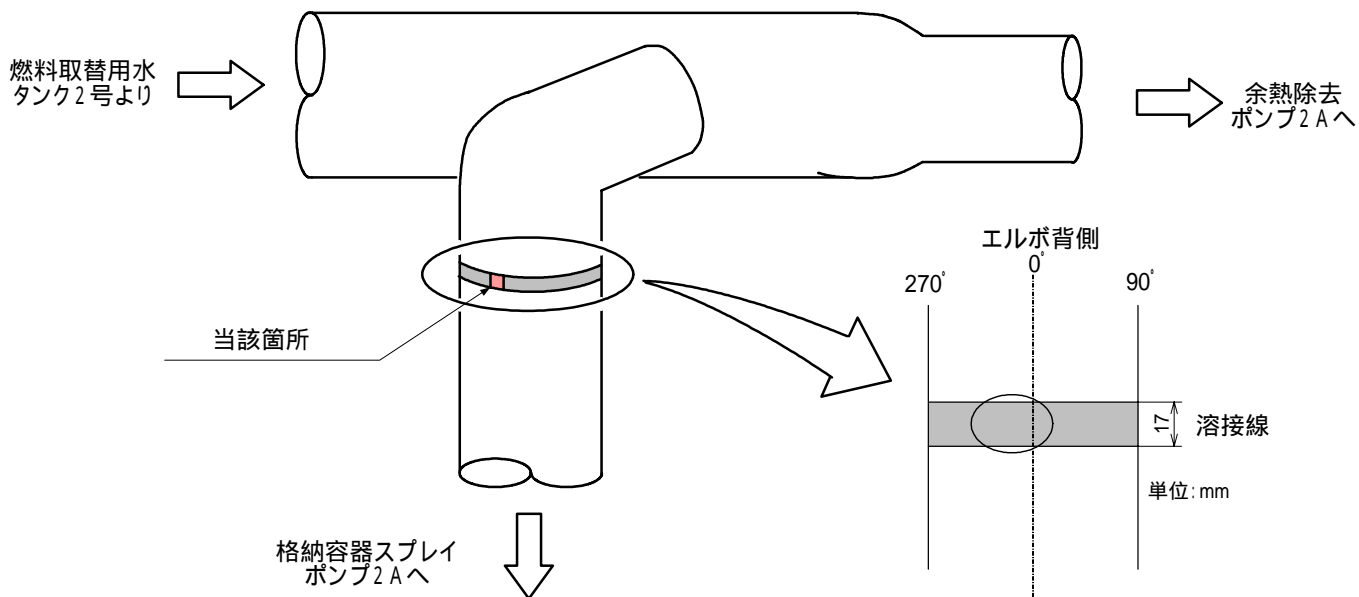
## 格納容器スプレイポンプ入口ライン概略系統図



格納容器スプレイポンプ入口配管図



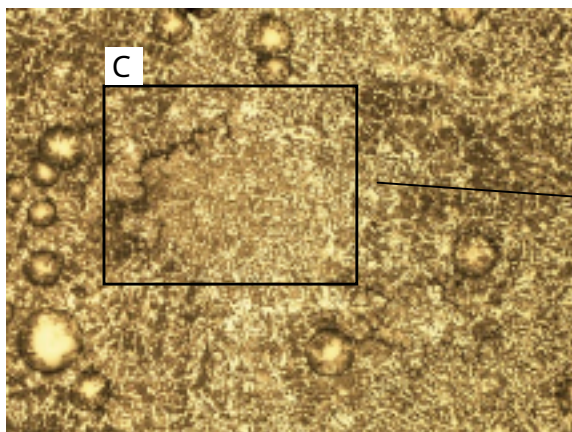
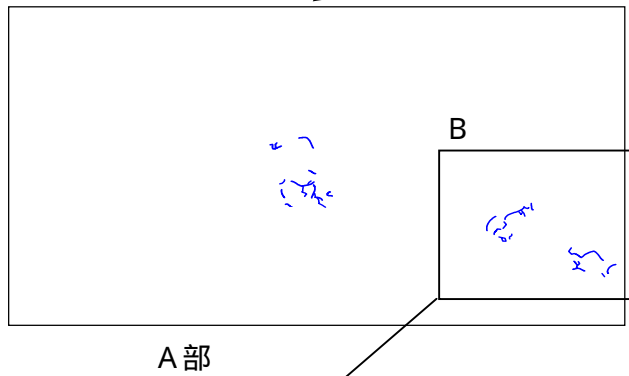
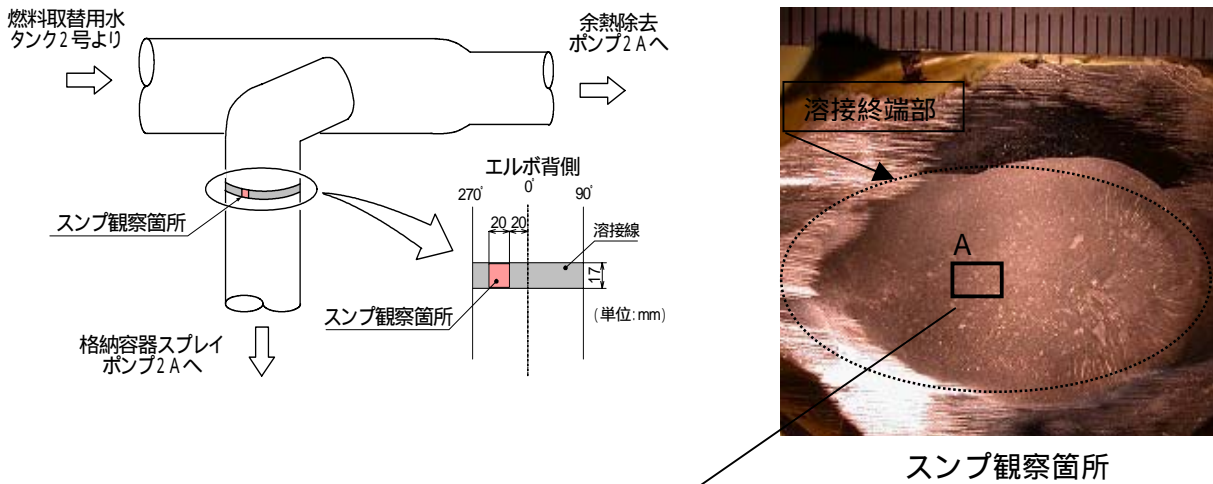
### 格納容器スプレイポンプ2A入口配管溶接部のPT結果



PT結果

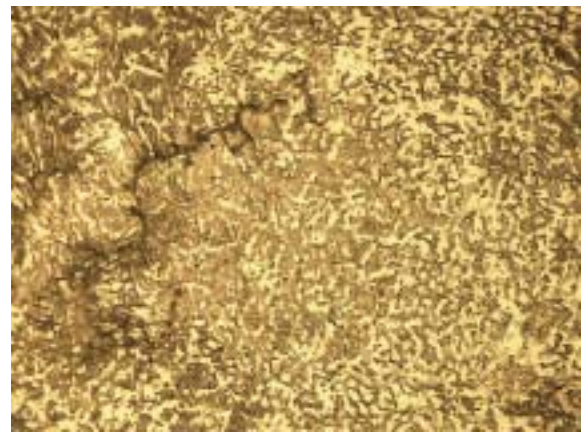
浸透探傷検査の結果、溶接終端部の溶接ビード部に線状指示(約10mm)が認められた。

## スンプ観察結果 (第1回目)



B部拡大

100μm



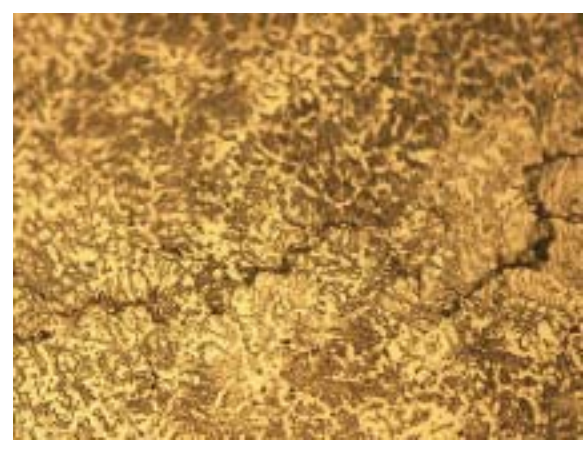
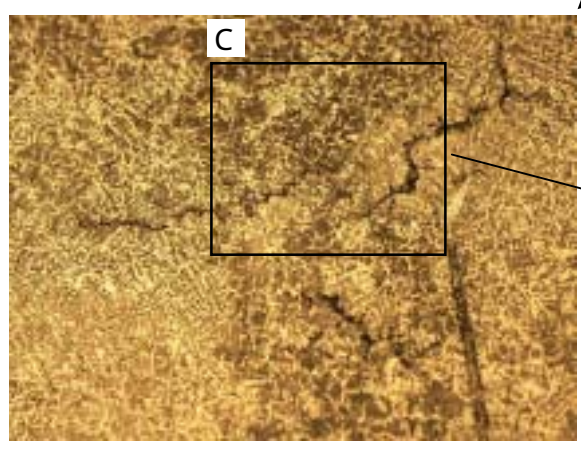
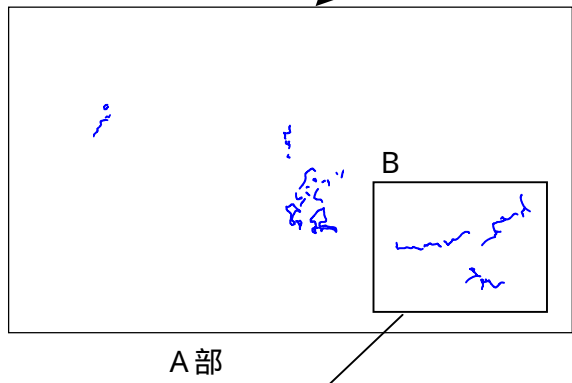
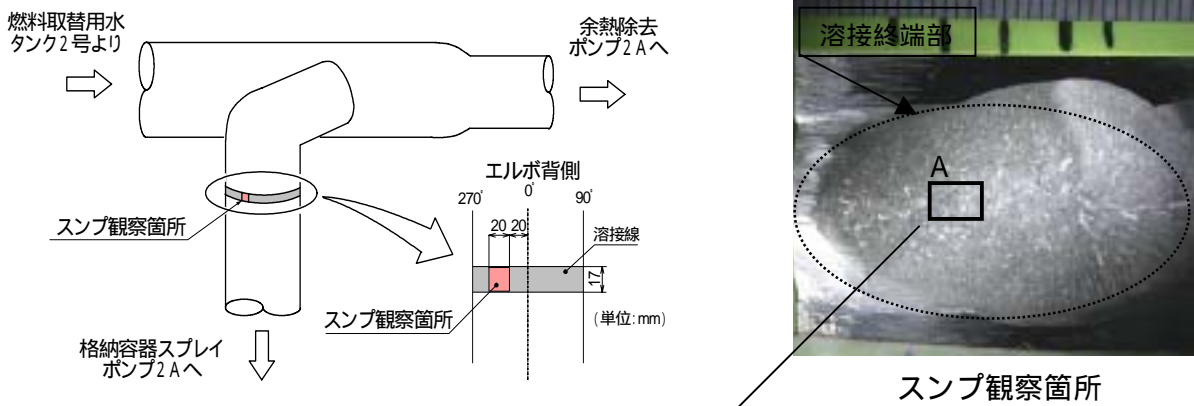
C部拡大

100μm

### 【観察結果】

- ・溶接終端部の凝固組織の境界（デンドライト境界等）に沿って割れが発生している。
- ・割れ形態は枝分かれを有しかつ蛇行状である。（直線的でない）
- ・割れ先端部の形状は、進展性のき裂に見られる鋭利なものではない。

## スンプ観察結果 (第2回目)



B部拡大 100 $\mu$ m

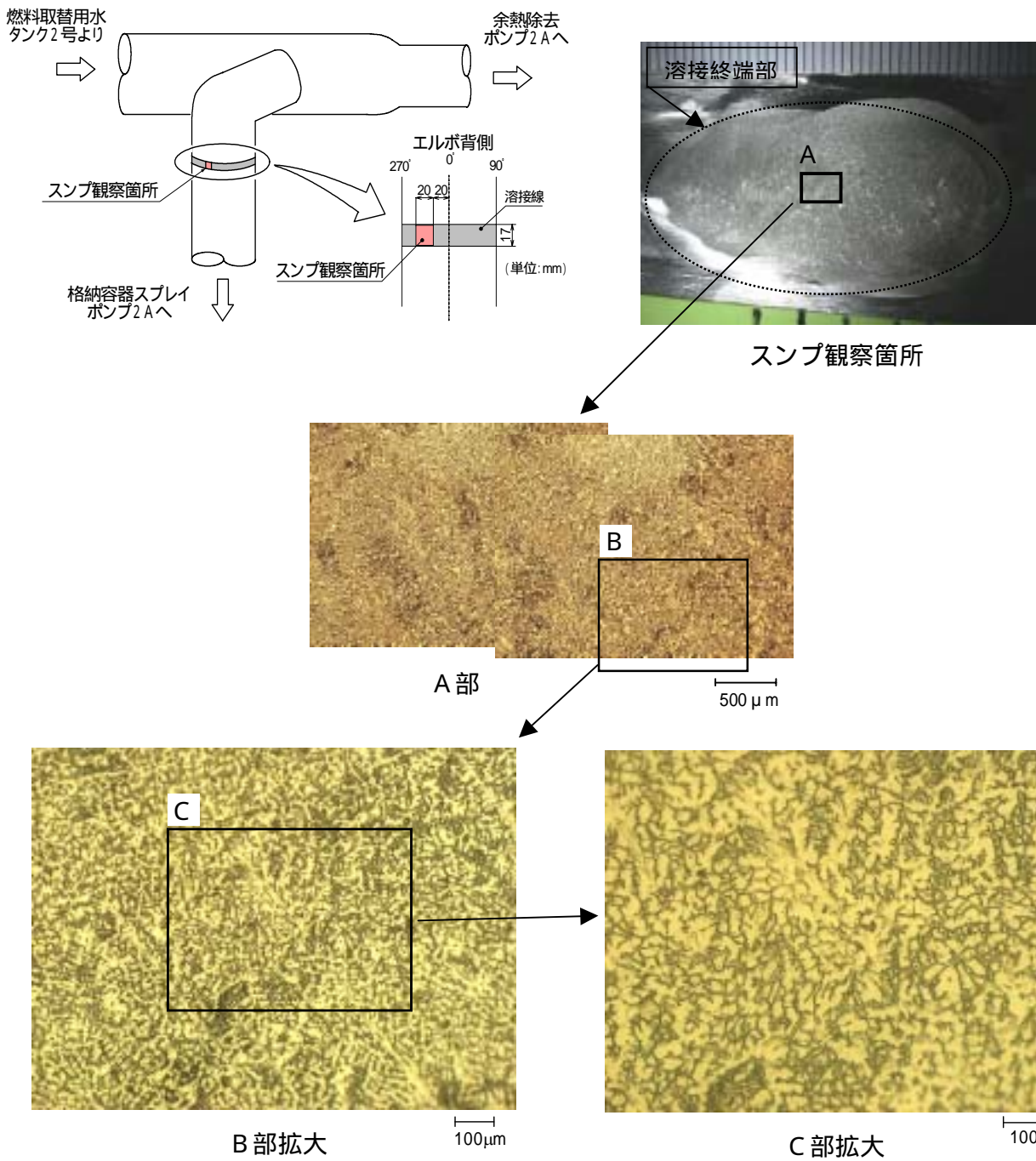
C部拡大 100 $\mu$ m

**【観察結果】**

- ・ 溶接終端部の凝固組織の境界（ dendライト境界等）に沿って割れが発生している。
- ・ 割れ形態は枝分かれを有しかつ蛇行状である。（直線的でない）
- ・ 割れ先端部の形状は、進展性のき裂に見られる鋭利なものではない。



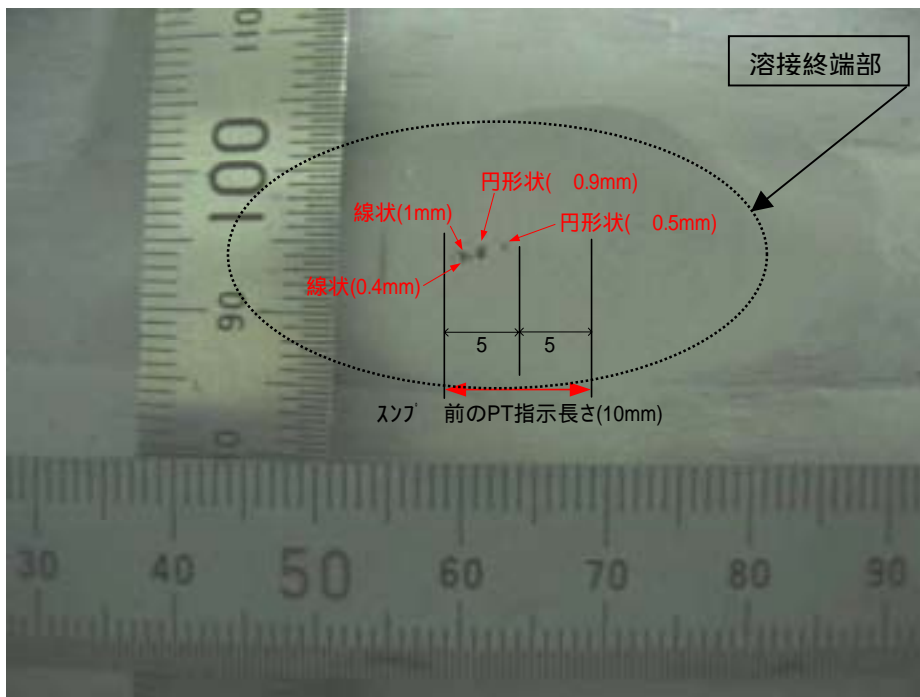
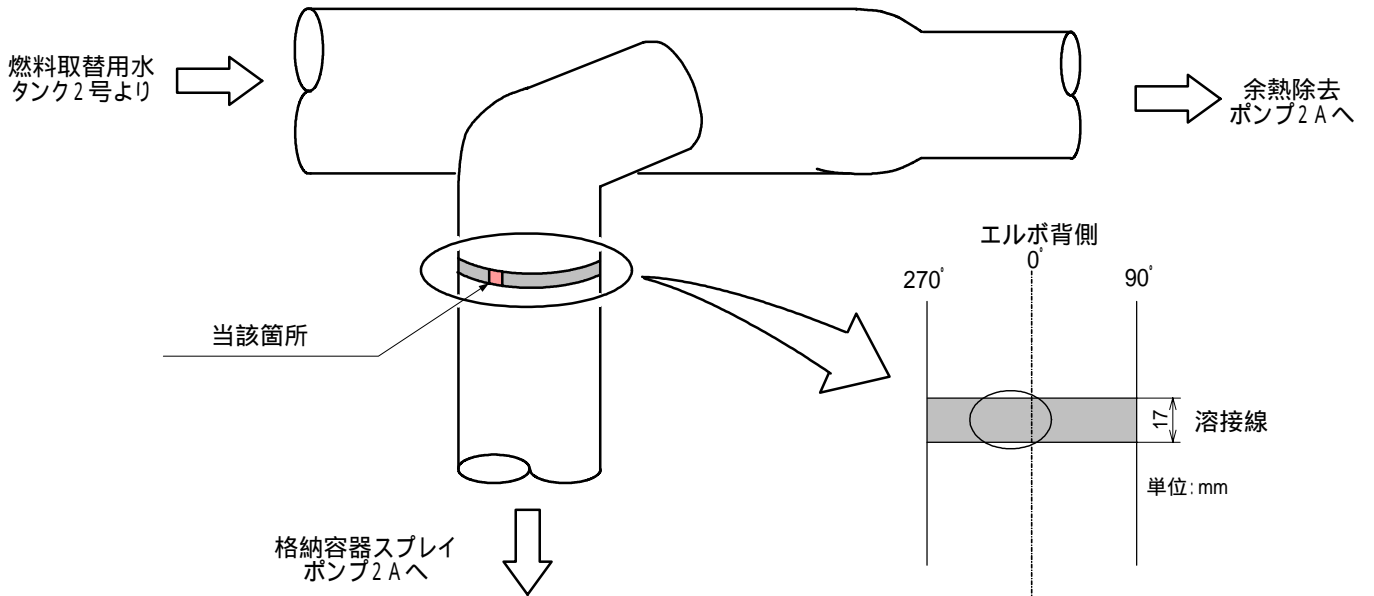
## スンプ観察結果 (第3回目)



### 【観察結果】

- ・当該部表面の研磨・手入れにより、傷は消滅した。

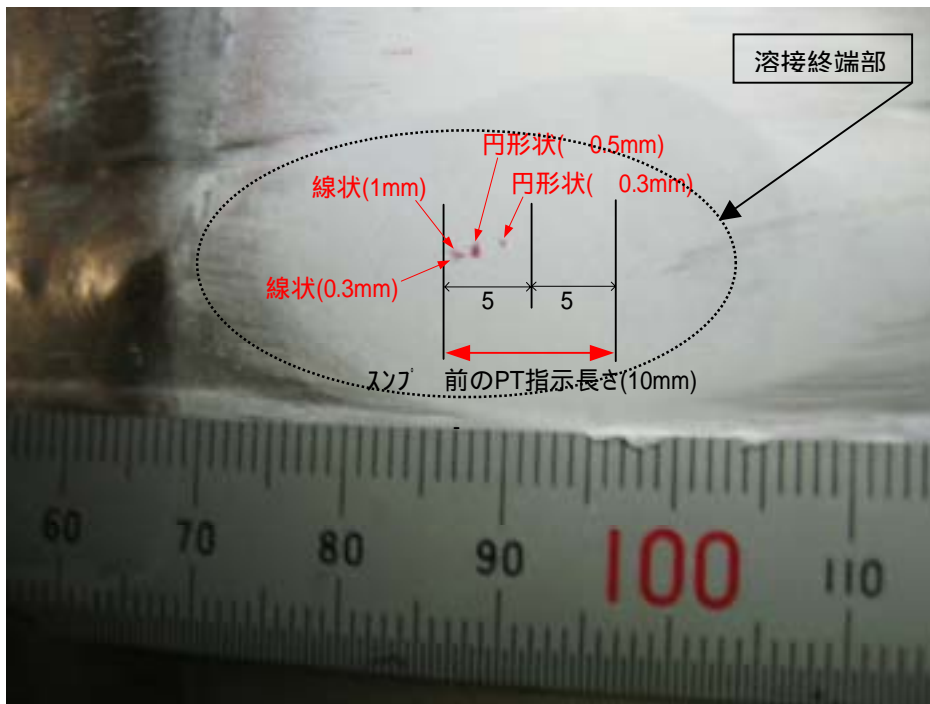
### スンプ観察後 P T 結果



PT結果(第1回スンプ観察後)

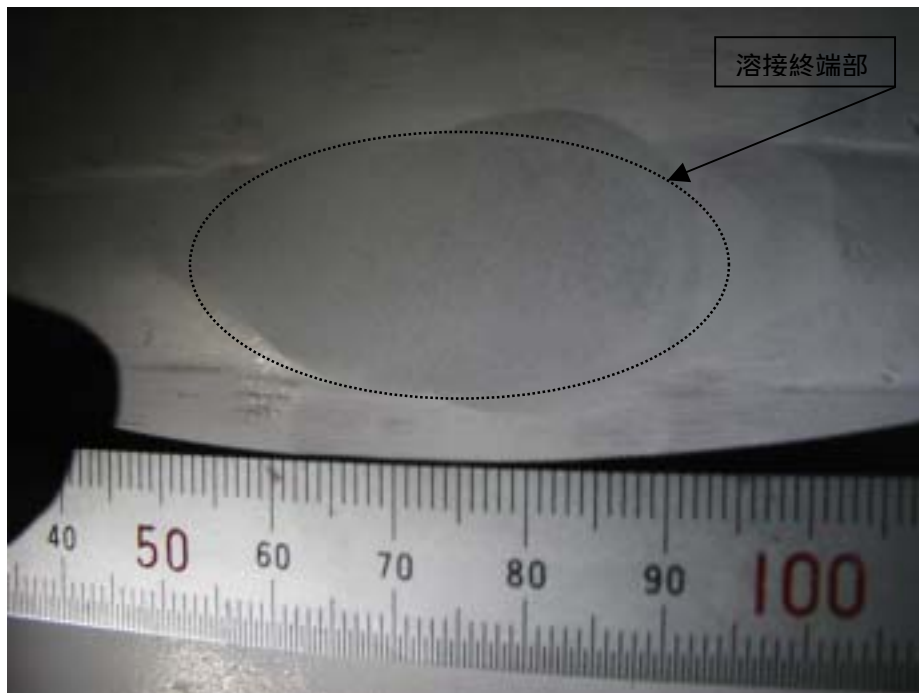
スンプ観察後(表面手入れ後)における浸透探傷検査の結果、長さ約0.4mm、約1mmの線状指示と直径約0.5mm、約0.9mmの円形状指示を確認した。

## スンプ観察後 P T 結果



PT結果 (第2回スンプ観察後)

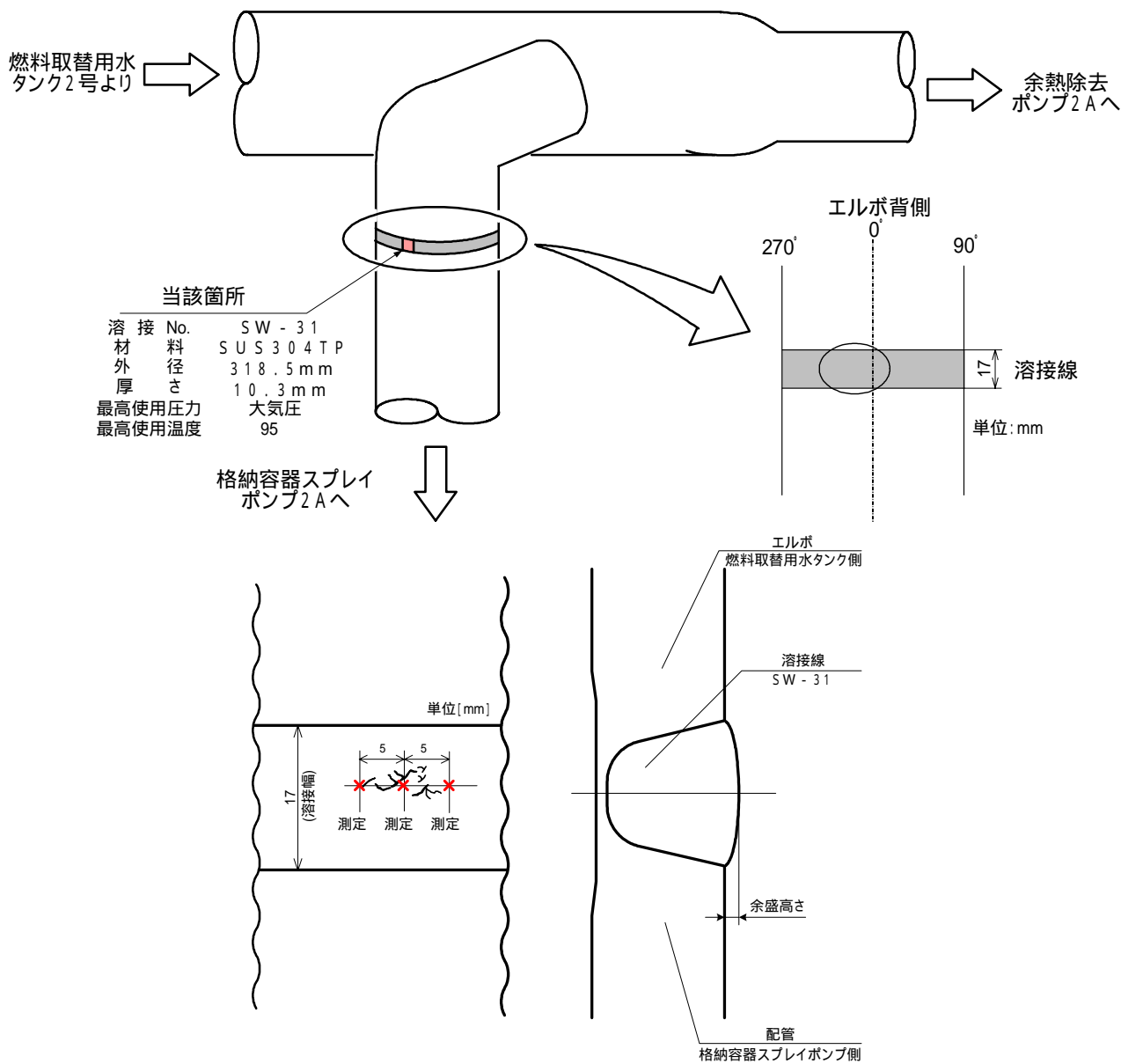
スンプ観察(2回目)後(表面手入れ後)における浸透探傷検査の結果、長さ約0.3mm、約1mmの線状指示と直径約0.3mm、約0.5mmの円形状指示を確認した。



PT結果 (第3回スンプ観察後)

スンプ観察(3回目)後(表面手入れ後)における浸透探傷検査の結果、指示は認められなかった。

## 寸法計測結果



### 当該溶接部の余盛高さ計測結果

	溶接余盛高さ [ mm ]		
	測定	測定	測定
初回検査時	1.0	1.2	1.2
1回目スンプ後PT	0.5	0.8	1.0
2回目スンプ後PT	0.4	0.5	0.7
3回目スンプ後PT	0.1	0.1	0.1

## 製造履歴調査結果

## エルボ・管材料

単位 [%]

項 目		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
規格値 (SUS304TP)		MAX 0.08	MAX 1.00	MAX 2.00	MAX 0.040	MAX 0.030	8.00 ~ 11.00	18.00 ~ 20.00
材料証明書 記載値	エルボ	0.05	0.51	1.51	0.026	0.001	9.50	18.70
	管	0.06	0.62	1.69	0.023	0.007	9.20	18.40

項 目		降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
規格値 (SUS304TP)		MIN 21	MIN 53	エルボ : MIN 30 管 : MIN 35
材料証明書 記載値	エルボ	25	59	73
	管	23	60	72

## 溶接施工

項 目	開 先	施工方法	非破壊検査
溶接検査記録	U開先	[ 施工方法 ] 初層 Tig + Mig 溶接 [ 溶接材料 ] TGS-308LK WEL FCW-308LT [ 層数 ] Tig 1 層 Mig 2 層	V T P T R T 耐圧検査

V T : 外観検査 P T : 浸透探傷検査 R T : 放射線透過検査

材料証明書(エルボ、管)を調査した結果、問題ないことを確認した。  
また、溶接検査記録を調査した結果、施工および検査に問題ないことを確認した。



## 点検履歴調査結果

	検査内容	結果	備考
第8回定検 (H4.4.10~H4.7.8)	漏えい検査 (水張り)	良	定期検査 (第3種機器漏えい検査)
第16回定検 (H15.1.27~H15.4.1)	漏えい検査 (水張り)	良	定期検査 (第3種機器漏えい検査)

供用期間中検査の漏えい検査を実施しており、問題ないことを確認した。