

原子力発第 03026 号
平成 15 年 5 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 大西 淳

伊方発電所第 2 号機加圧器補助スプレイライン逆止弁の不具合
他 1 件にかかる報告書の提出について

平成 15 年 3 月に発生しました伊方発電所第 2 号機加圧器補助スプレイライン逆止弁の不具合他 1 件につきまして、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。

なお、平成 15 年 3 月 27 日に発生しました伊方発電所第 3 号機復水脱塩装置再生用水ポンプ出口配管からの漏えいにつきましては、現在、原因調査等を行っており、結果がまとまりましたら報告いたします。

以 上

伊方発電所第2号機

加圧器補助スプレイライン逆止弁の不具合について

平成15年5月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第2号機
加圧器補助スプレイライン逆止弁の不具合について

2. 事象発生の日時

平成15年3月5日14時00分頃(確認)

3. 事象発生の設備

加圧器補助スプレイライン逆止弁

4. 事象発生時の運転状況

第16回定期検査中

5. 事象の概要

伊方発電所第2号機第16回定期検査にあわせて実施中であった1次系配管取替工事において、配管取替後の耐圧・漏えい検査終了後、平成15年3月5日14時00分頃、配管とともに取り替えた逆止弁(新品)の液体浸透探傷検査を実施したところ、弁座に線状指示が認められた。

調査の結果、弁座に線状の傷があることが判明したため、再度、当該逆止弁の取替及び耐圧・漏えい検査を行い、3月19日、液体浸透探傷検査により弁座に異常がないことを確認した。

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)

6. 事象の時系列

2月 8日 ~ 28日	1次系配管取替工事において当該逆止弁を含む加圧器補助スプレイ配管の取替及び取替完了後の耐圧・漏えい検査を実施
3月 5日 14時00分頃	当該逆止弁の液体浸透探傷検査において弁座に線状指示を確認
3月14日 ~ 17日	当該逆止弁の取替及び耐圧・漏えい検査を再度実施
3月19日	液体浸透探傷検査により弁座に異常がないことを確認

7. 調査結果

(1) 民間研究機関における調査

不具合の認められた逆止弁について、民間研究機関において詳細調査を実施した結果は以下のとおりであった。

a. 逆止弁の弁座漏えい検査

弁座漏えい検査を実施した結果、許容漏えい量を上回る漏えいが確認された。

b. 逆止弁弁座欠陥部の詳細調査

(a) 外観目視観察

線状指示が認められた部分の外観目視点検を実施した結果、割れは弁座の上流側に認められ、割れの長さは弁座部上面が約5mm、内面が約7mmであった。
(添付資料 - 2)

(b) 破面外観状況

割れを破面開放して外観観察を実施した結果、母材のステライト部境界近傍には溶接欠陥と推定される部分が確認され、その近傍のステライト部を起点として割れが伝播した形態が認められた。
(添付資料 - 3)

(c) 走査型電子顕微鏡 (SEM) による破面拡大観察結果

弁座シート面の直下(部)は、比較的平坦で欠陥等は確認されなかった。母材側境界部(部)は、凝固割れ(溶接高温割れ)に見られる突起状を呈した破面が確認された。また、ステライト部側境界部(部)にも凝固割れと推察される領域が認められた。
(添付資料 - 4)

(d) 破面ミクロ観察結果

ステライト部および母材の組織性状に異常は認められなかったが、凝固割れ近傍の母材開先部に健全部と比べ母材の溶け込みが大きい部分が認められた。

なお、当該部をEDS(エネルギー分散型X線分光器)で分析した結果、SUS316と推定された。
(添付資料 - 5)

(e) 硬さ測定結果

ステライト部および母材の硬さを確認するため、ビッカース硬さで測定した結果、ステライト部は約450、母材は約170で、健全部と割れ発生部の硬さはほぼ同等であった。

以上のことから、ステライト盛金溶接の際、溶接不良による凝固割れ(溶接高温割れ)が発生し、当該部を起点として割れが進展したものと推定された。

(2) 凝固割れの発生・進展要因の調査

当該逆止弁の製作から現地据付までの各工程について調査を行った結果は以下のとおりであった。

なお、当該逆止弁は、弁メーカーから1次系配管取替工事の施工メーカー(以下、「プラントメーカー」という)へ納入され、出入口配管の取付を行った後、伊方発電所に持ち込み据付を行った。

- a. 工場製作～現地での不具合確認までの各段階で、当該逆止弁について実施した検査項目及び結果は以下のとおりであり、何れの検査においても異常は認められていなかった。

検査段階	検査項目	結果	実施時期	場所
素材受入時	・素材超音波探傷検査	異常なし	H13.12	弁メーカー
弁箱の機械加工後	・目視検査	異常なし	H14.9	
ステライト盛金溶接及び機械加工後	ステライト盛金部PT 弁座漏えい試験 耐圧試験 (46.5MPa 水圧)	異常なし		
(出入口配管取付後搬出)		-	H14.11 ～12	プラントメーカー
弁・配管据付後	・耐圧検査 (25.8MPa 水圧)	異常なし	H15.2.28	現地
	・弁座PT	線状指示 確認	H15.3.5	

P T : 液体浸透探傷検査

- b. 作業員からの聞き取り調査の結果、弁メーカーにおける当該逆止弁ステライト盛金溶接の際、溶接開始直後に溶接を中断した可能性があり、これにより溶融した母材の冷却速度が通常より速くなったため凝固割れが発生した可能性が高いことが判明した。

- c. 耐圧試験時の作用力を評価した結果、凝固割れが内在している状態では、割れが進展する可能性があることが判明した。

- d. 耐圧試験後、現地据付終了までの間で弁座を傷つける要因はなかった。

8. 推定原因

弁座のステライト盛金溶接の際、溶接作業を開始直後に一時中断したため、盛金部の内部に凝固割れが発生し、これが起点になり、耐圧試験時の作用力により弁座表面まで割れが進展したものと推定される。

9. 対 策

(1) 当該逆止弁を新品に取り替えた。

なお、取替逆止弁については、現地据付後の耐圧・漏えい検査終了後に、弁座の液体浸透探傷検査を実施し異常のないことを確認した。

(2) プラントメーカーに対し、品質管理の強化を図るよう要求するとともに、弁メーカーにおける以下の再発防止対策の実施状況について確認した。

- ・ステライト盛金溶接時、溶接作業を中断しないこと及び万一中断した場合の処置を明確にすることとし、作業要領書を改訂した。
- ・耐圧試験実施後、弁座に異常が無いことを確認できるよう、弁メーカーにおける弁座漏えい試験は耐圧試験完了後に実施するよう製作標準を改訂した。

以 上

用語解説

1. ステライト

弁体および弁座シート部の浸食を防止するため、表面に溶接している硬質金属であり、主な成分はクロム、コバルト等である。

2. 走査型電子顕微鏡 (SEM: Scanning Electron Microscope)

直径数百オングストローム () の電子ビームが、試料の上を掃引する型の電子顕微鏡。ビームが試料と衝突する点で生ずる二次電子の強度を測定し、その結果生ずる信号を、試料の走査と同期して走査されている陰極線管の輝度変調入力に加えて表示する。

3. 凝固割れ (溶接高温割れ)

溶接金属に生じる欠陥で、凝固直後でまだ延性が乏しい間に、周囲が拘束されているため収縮による引っ張り応力が生じて割れるものをいう。

4. エネルギー分散型 X 線分光器

(EDS: Energy Dispersive X-ray Spectrometer)

試料に X 線を照射し発生する X 線のエネルギーを分析することで試料を構成する元素の種類や含有量を調べる装置。

5. ビッカース硬さ

正四角錐ダイヤモンド圧子を用い、試験片の表面にくぼみをつけたとき、くぼみの対角線の長さを測り表面積を求め、荷重をこの表面積で割った単位面積当たりの荷重をもって硬さとする試験。

添 付 資 料

添付資料 - 1 伊方発電所第2号機 1次冷却系統概略系統図

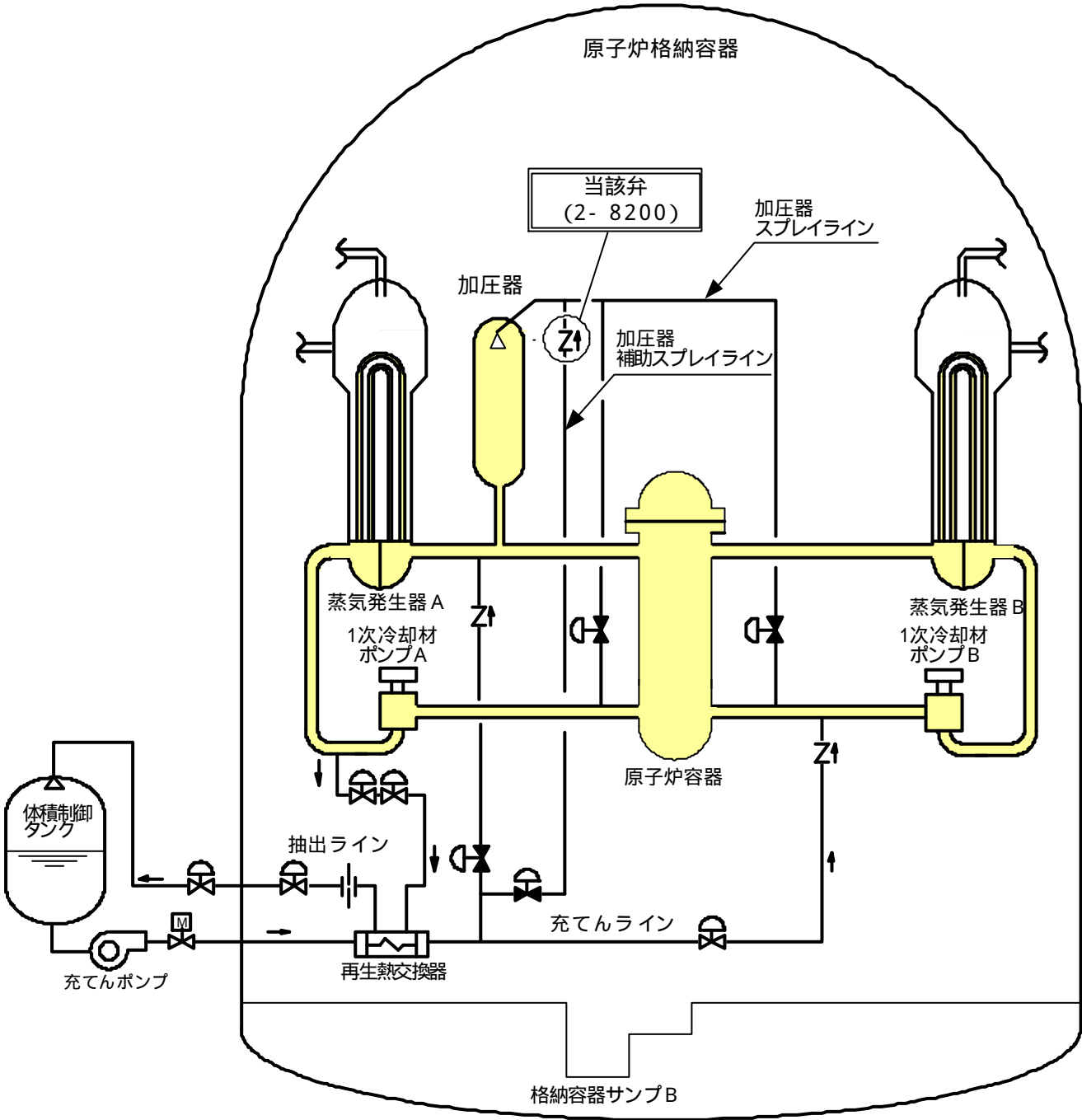
添付資料 - 2 外觀目視点検結果

添付資料 - 3 破面外觀状況

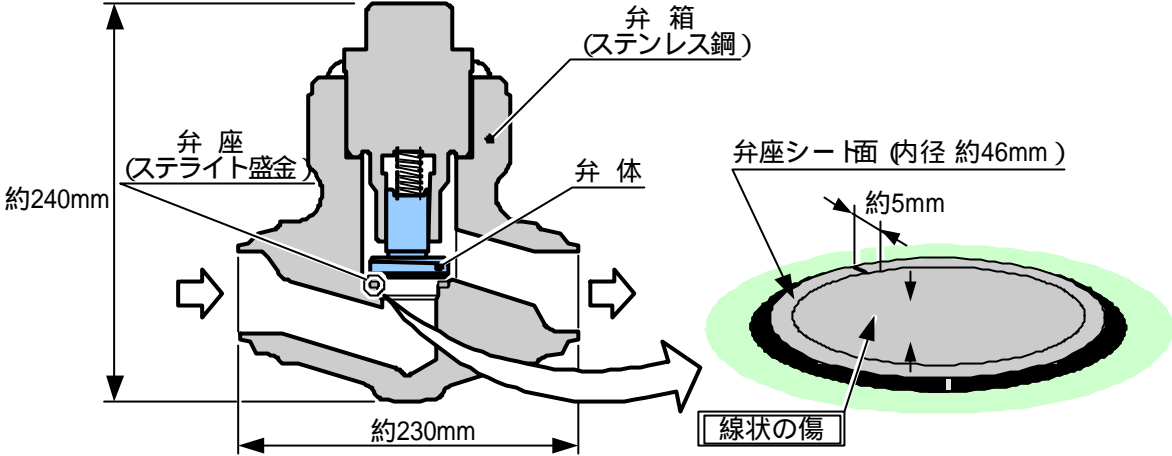
添付資料 - 4 破面SEM観察結果

添付資料 - 5 破面ミクロ観察結果

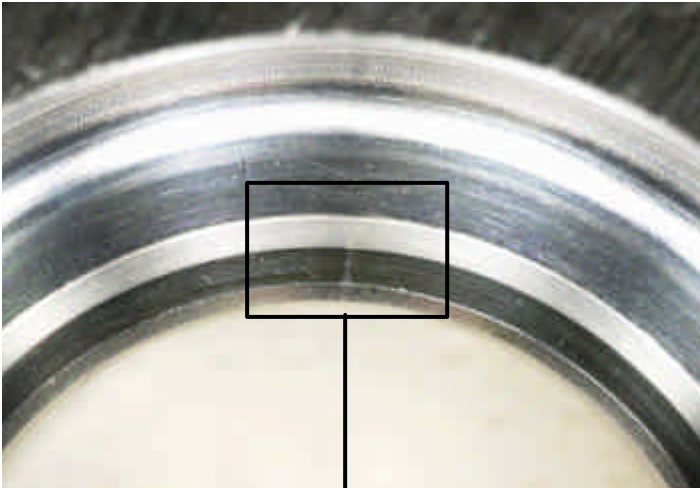
伊方発電所第2号機1次冷却系統概略系統図



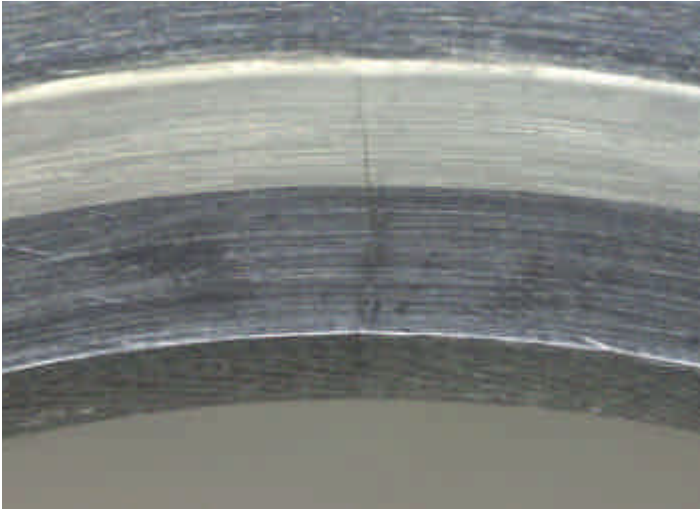
外観目視点検結果



×2.5

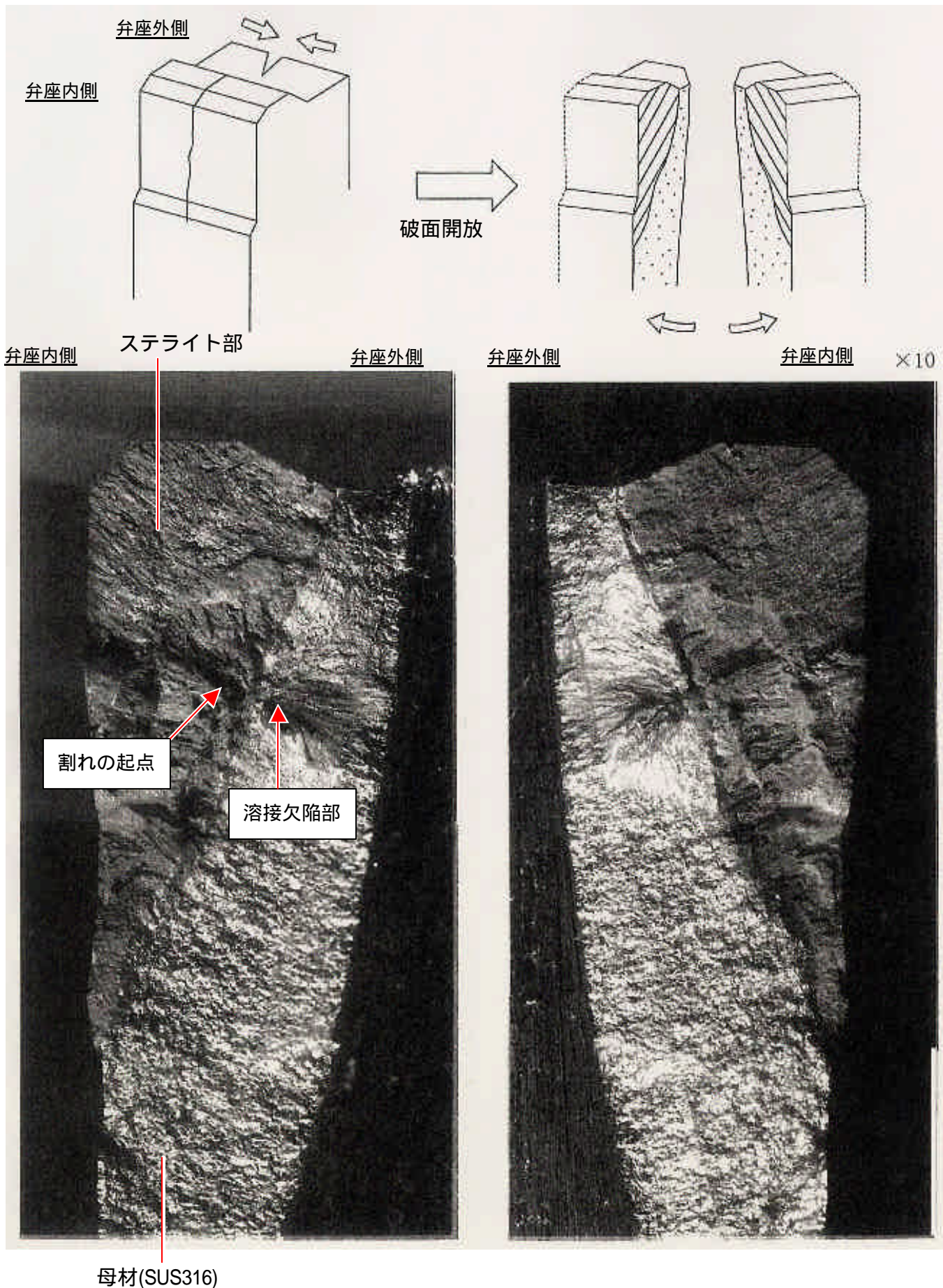


×10



弁座シート面

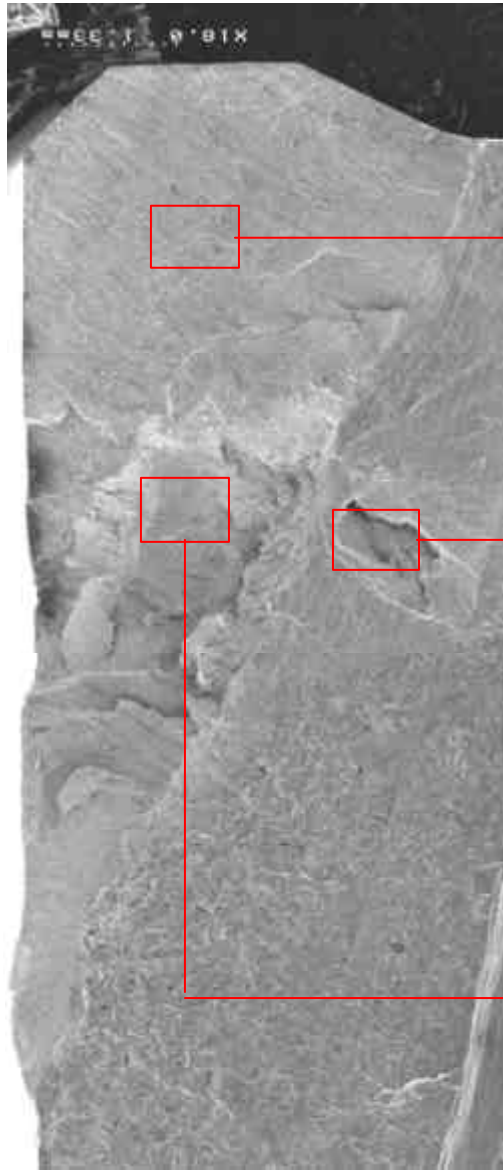
破面外観状況



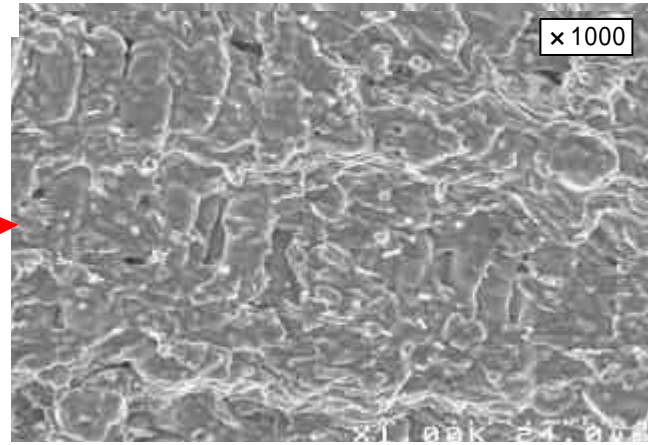
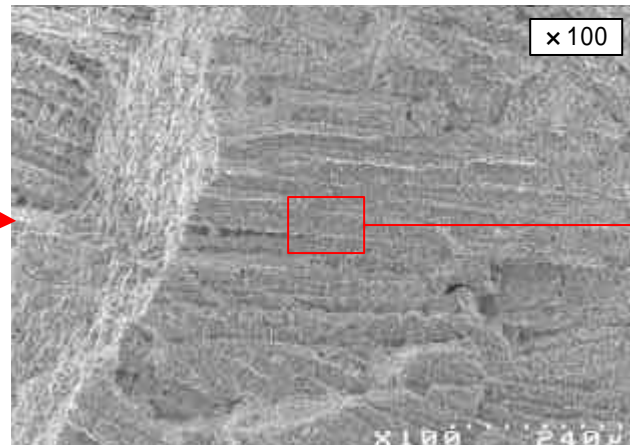
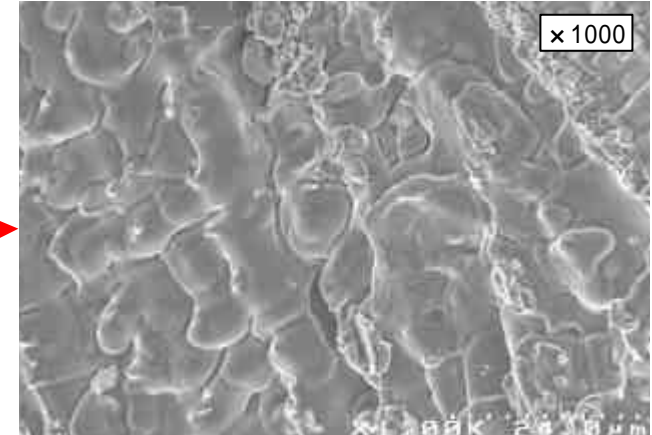
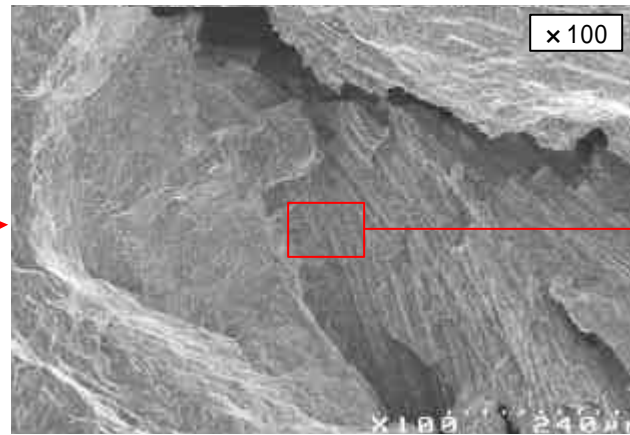
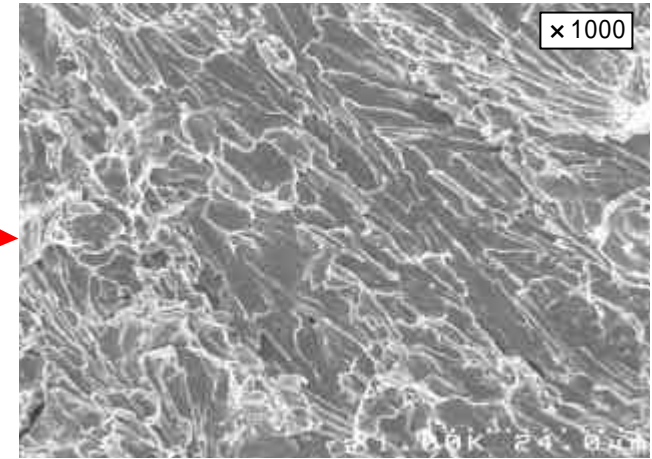
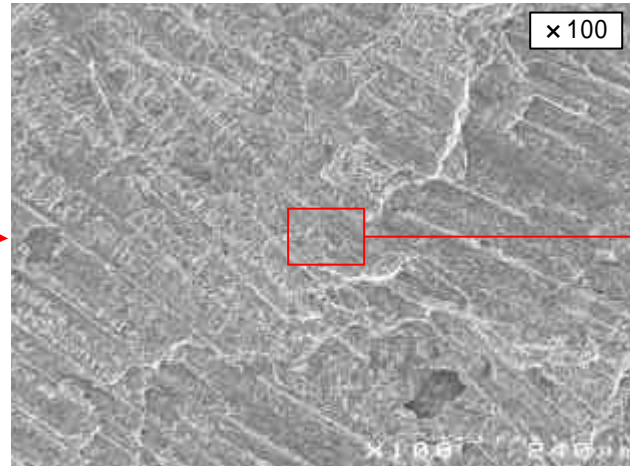
破面SEM觀察結果

弁座内側

弁座外側



拡大 $\times 12.6(18 \times 0.7)$



破面ミクロ観察結果

