

原子力発第 03089 号  
平成 15 年 7 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 1 号機原子炉補機冷却海水系統配管フランジからの漏えい  
他 6 件にかかる報告書の提出について

平成 15 年 5 月に発生しました伊方発電所第 1 号機原子炉補機冷却海水系統  
配管フランジからの漏えい他 3 件、また、平成 15 年 1 月から 3 月の間に発生  
しました伊方発電所第 1 号機湿分分離加熱器マンホールからの漏えい他 2 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 10 条第  
4 項及び第 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 5 月 6 日に発生しました伊方発電所第 2 号機低圧タービン  
グランド蒸気圧力計取出し配管からの漏えいにつきましては、第 17 回定期検  
査において調査を実施することとしており、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1号機

ほう酸注入タンク出口電動弁の不具合について

平成15年7月  
四国電力株式会社

## 1. 件名

伊方発電所第1号機  
ほう酸注入タンク出口電動弁の不具合について

## 2. 事象発生の日時

平成15年5月16日18時05分頃(確認)

## 3. 事象発生の設備

ほう酸注入タンク出口電動弁

## 4. 事象発生時の運転状況

第21回定期検査中

## 5. 事象の概要

伊方発電所第1号機は、定期検査中のところ、平成15年5月16日18時05分頃、ほう酸注入タンク出口電動弁の液体浸透探傷検査において、弁体のシート部に線状指示を確認した。このため、当該弁体を新品に取り替えた。

なお、本事象による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

5月11日	当該弁の系統隔離
5月12日	当該弁点検のための準備作業開始
5月16日	当該弁の液体浸透探傷検査において弁体のシート部に有意な指示を確認
5月17日	新弁体の液体浸透探傷検査を実施(異常なし)
5月27日	当該弁組立作業実施

## 7. 調査結果

### (1) 弁体の詳細調査

#### a. 外観目視点検

弁体各部の外観目視点検を実施した結果は以下のとおりであった。

- ・ 入口側シート部には、上部にシート幅を横断する割れが1箇所、出口側シート部には上部に割れが3箇所認められた。割れの長さは入口側が約24mm、出口側が最大約6mmであった。
- ・ 出入口側とも、シート部表面には製作時の機械加工跡および弁開閉時に付いたものと思われるすり傷が観察されたが、平滑であり腐食などの異常は認められなかった。
- ・ 弁体の上面に弁棒との接触によって付いたものと思われるへこみが観察された。

(添付資料 - 2)

#### b. 破面外観観察結果

入口側の割れを破面開放して外観観察を実施した結果、割れはステライト部にのみ発生しており、母材側は健全であった。また、破面には一部腐食が見られた。

(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

破面各部に樹脂状晶の粒界破面が認められた。この破面はステライトを衝撃的に割ったときに生じる脆性破面に類似していた。

(添付資料 4)

#### d. 断面ミクロ観察結果

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。割れの形態は共晶炭化物 (クロム、タングステン化合物が主成分で脆い) に沿って進む粒界貫通型であり、応力腐食割れ (SCC) で見られるような枝分かれ状の破面は見られなかった。

(添付資料 - 5)

#### e. 破面分析結果

破面をEPMA (電子線マイクロアナライザ) で分析した結果、ステライト破面には、炭素、クロム、タングステン、鉄、コバルトなどステライトの主成分の他、酸素が検出された。

#### f. 硬さ測定結果

ステライト部および母材の硬さを確認した結果、ビッカース硬さで割れ近傍では表面側で373~376、内部で463~483であった。表面側で硬さが低いのは、割れ開口部から表面の共晶炭化物が流出したためと考えられる。健全部は452~474でステライト盛金として標準的な硬さであり、異常は認められなかった。

## (2) 割れの発生に関する評価

前記の詳細調査結果をもとに割れの発生位置、形状からの評価を行った結果、当該弁体については、

- ・ シート部の割れが弁体吊部近傍に発生していること
- ・ 弁体吊部に弁棒の圧痕が発生していること
- ・ 作動時に生じたと思われる摺動傷がシート部に多数認められたこと

等、弁を増し締めしすぎた際に弁体シート部に過大な応力がかかり発生する割れと特徴が一致していることが判明した。

なお、弁メーカーでは、同型弁で過荷重テストを実施しており、手動増し締めで生じる可能性がある25トン程度の応力がシート部弁体吊部近傍にかけると割れが発生することを確認している。

## (3) 伊方発電所における電動仕切弁締め付け管理要領

1次系電動仕切弁は、閉止方法が異なる2つのタイプが設置されており、定期検査において系統隔離弁とする場合等においては、両者とも駆動装置による弁閉止の後、念のため手動増し締めを行っていたが、閉め過ぎによる弁体シート部の損傷を防止する観点から、平成7年以降は以下の要領で手動増し締めする運用としている。

### a. トルクシーティング弁（今回不具合のあった弁と同型の弁）

原則として増し締め禁止とする

ただし、下記の場合を除く

(a) シートリークが確認された時

(b) 耐圧試験等実施時

### b. ギャードシーティング弁

必要に応じて手動増し締めを実施する

## (4) 保守状況の調査

当該弁については、第11回定期検査（平成2年）において分解点検を実施しており、弁体および弁体シート面に異常がないことを確認している。

その後、今回の定期検査まで分解は実施していないが、定期検査毎に実施している開閉試験等、運転状況から異常は認められていなかった。

また、1号機の電動仕切り弁については、手動増し締め時の閉め過ぎによる弁体シート部の損傷を防止するため、弁体の取替にあたっては剛性を高めた改良型弁体への取替を進めており、類似弁のうち当該弁を除く弁については既に改良型への取替を完了していた。

なお、2、3号機については、建設当初より改良型弁体を採用している。

## 8 . 推定原因

平成7年以前の定期検査において系統隔離操作等に伴い当該弁を手動増し締めした際、強く増し締めしすぎた。

このため、弁体吊部近傍のシート部に過大な応力が発生し、ステライト部に割れが発生したものと推定される。

## 9 . 対 策

- ( 1 ) 当該弁体を新品に取り替えた。取り替えにあたっては、剛性を高めた改良型弁体への仕様変更を行った。
- ( 2 ) 改良型弁体は剛性が高く、通常の手動操作では弁体シート部が損傷することはないが、再度、関係箇所に締付管理要領について周知徹底を図った。

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、系統的に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. 電子線マイクロアナライザ (EPMA: Electron Probe Microanalyzer)

非常に細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、定量分析および化学物特定など) を行う装置。

### 4. 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。

### 5. トルクシーティング弁

弁体が弁座に着座することにより発生する力 (トルク) が予め設定されたトルク値になった時、電動装置内のトルクスイッチが働き弁体の動きが止まる。弁を閉止した状態で弁体と弁座の間に隙間はない。

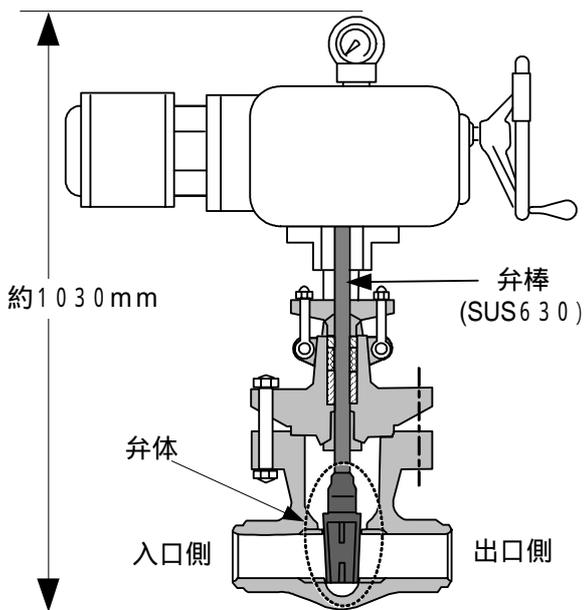
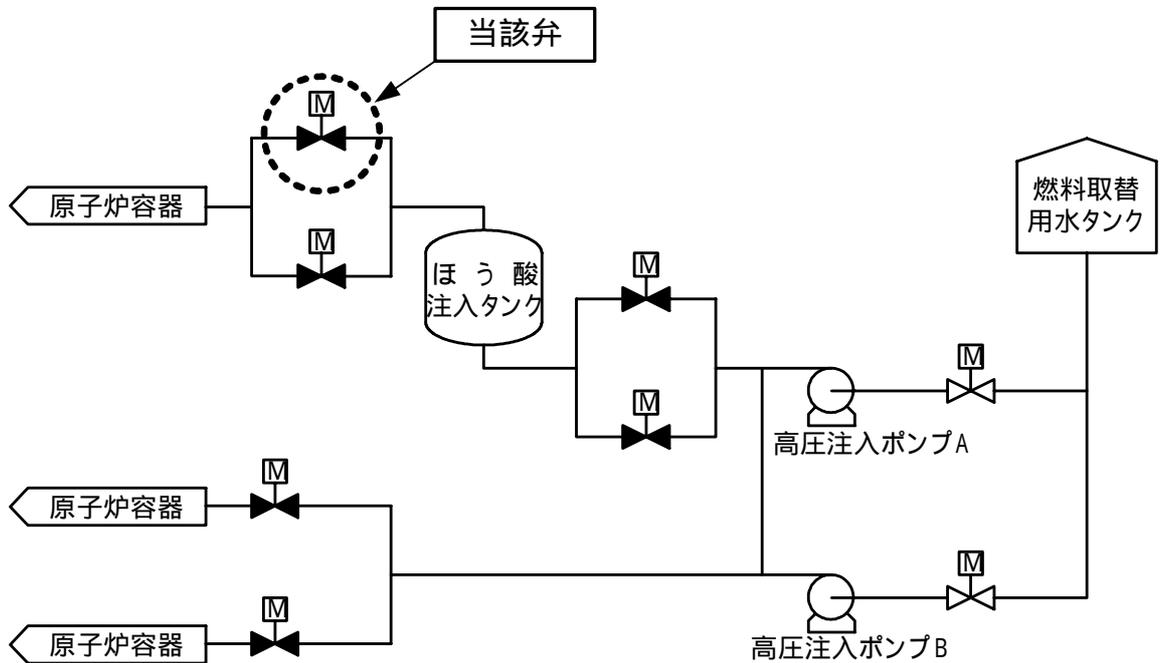
### 6. ギャードシーティング弁

弁のリフトが、あらかじめ設定された位置に達した時、電動装置内のギャードリミットスイッチが働き弁体の動きが止まる。弁を閉止した状態で弁体と弁座の間に隙間がある。

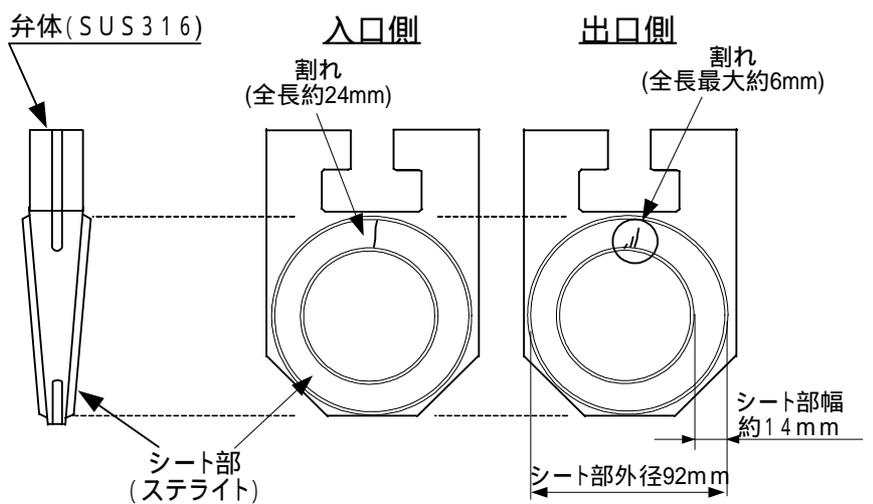
## 添 付 資 料

- 添付資料 - 1 伊方発電所第1号機 ほう酸注入タンクまわり概略系統及び  
弁体詳細図
- 添付資料 - 2 外観目視点検結果
- 添付資料 - 3 破面外観観察結果
- 添付資料 - 4 走査型電子顕微鏡による破面拡大観察結果
- 添付資料 - 5 断面ミクロ観察結果（割れ部）

# 伊方発電所第1号機 ほう酸注入タンクまわり概略系統及び弁体詳細図

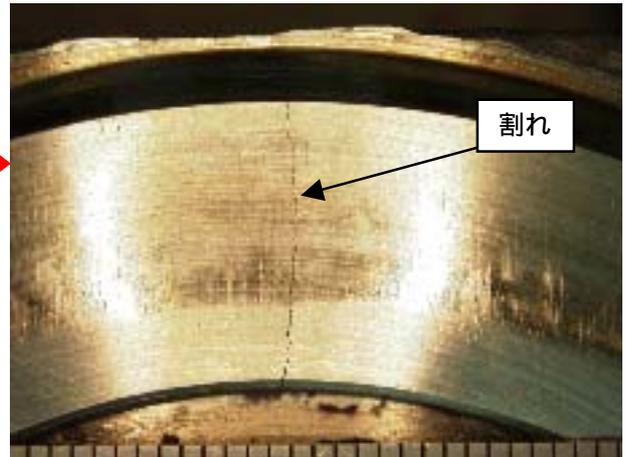


ほう酸注入タンク出口弁構造図



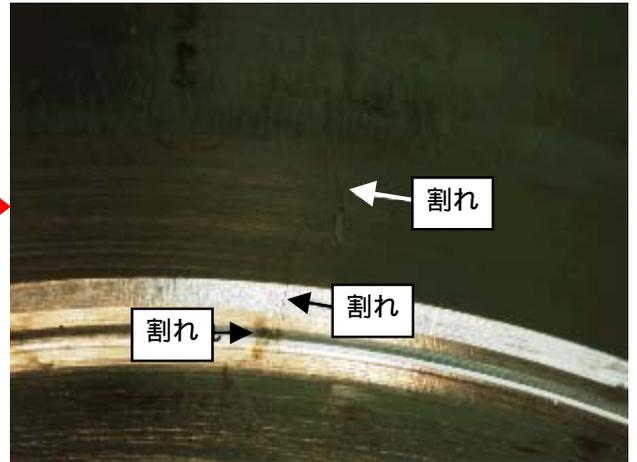
弁体詳細図

## 外観目視点検結果



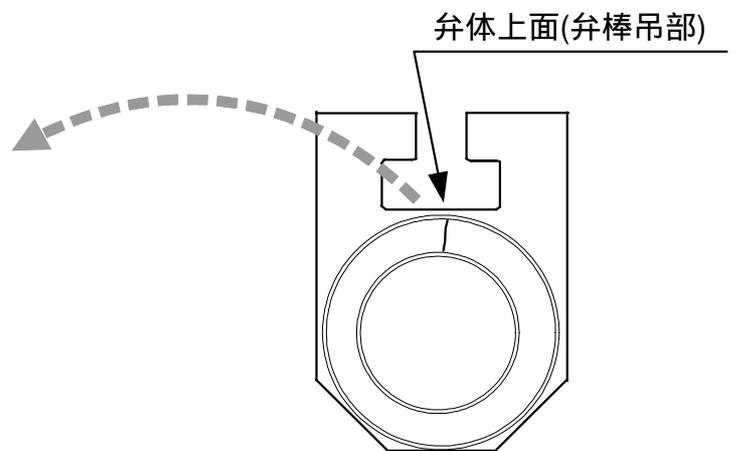
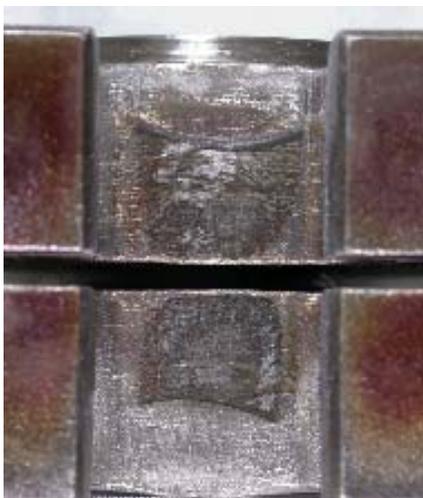
### 入口側

- ・ 割れ 1 箇所（長さ約 24mm）
- ・ シート表面に擦り傷が認められる。



### 出口側

- ・ 割れ 3 箇所（長さ最大約 6mm）
- ・ シート表面に擦り傷が認められる。



### 弁体上面

- ・ 弁棒との接触によると思われるへこみが認められた。

# 破面外観観察結果



入口側シート部

シート部表面

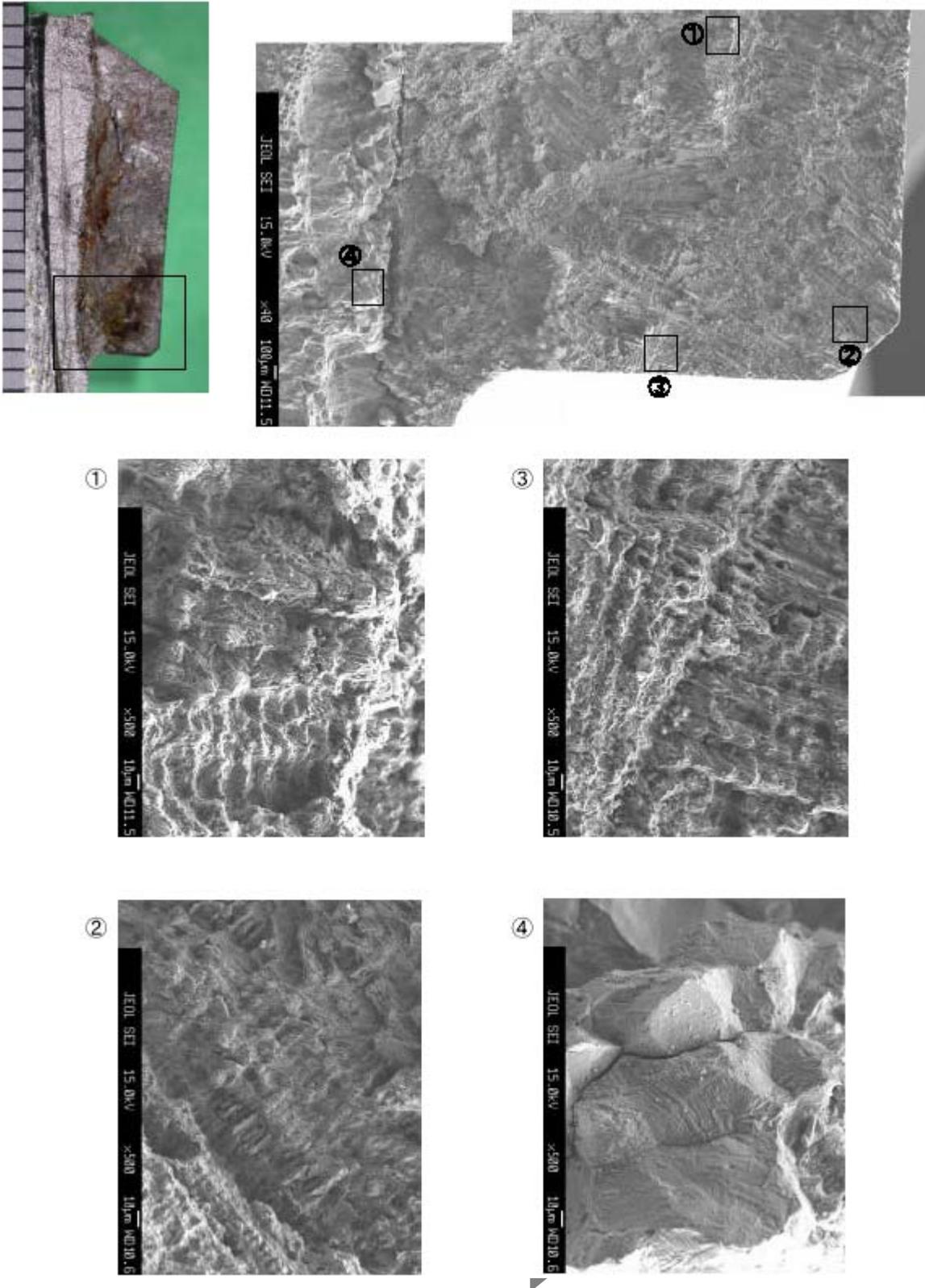
シート部表面



ステライト盛金溶接部 ← 母材部

母材部 → ステライト盛金溶接部

# 走査型電子顕微鏡による破面拡大観察結果



# 断面ミクロ観察結果（割れ部）

