

# 柏崎刈羽原子力発電所 7号機 タービン建屋における火災について

平成20年12月19日



東京電力

---

# 7号機タービン建屋における火災について

---

■柏崎刈羽原子力発電所 7号機タービン建屋1階大物搬入口（管理区域）での火災発生にかかる原因および再発防止対策について（添付1）

■柏崎刈羽原子力発電所 7号機タービン建屋における火災の影響を受けた可能性のある機器の性能等への影響の有無及び健全性について（添付2）

■参考資料1

柏崎刈羽原子力発電所 7号機タービン建屋1階大物搬入口付近（管理区域）での火災発生にかかる原因および再発防止対策について

■参考資料2

柏崎刈羽原子力発電所 7号機タービン建屋における火災の影響を受けた可能性のある機器の性能等への影響の有無及び健全性確認について

1. 事象発生日時

平成 20 年 1 月 2 日 21 時 4 9 分頃（火災報知器発報）

2. 事象発生場所

7号機タービン建屋 1階大物搬入口付近（管理区域）

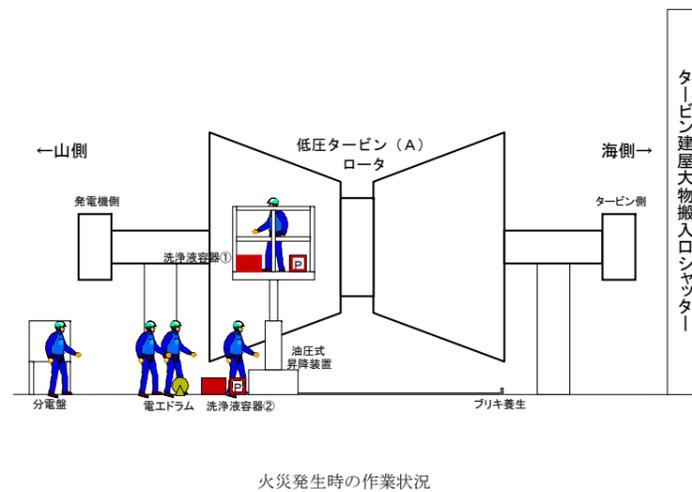
3. 事象発生概要

平成 20 年 1 月 2 日 21 時 10 分頃より、タービン建屋 1 階大物搬入口（管理区域）付近で洗浄液を入れた洗浄機を使用して低圧タービン（A）ロータの洗浄作業を行っていたところ、21 時 4 5 分頃、洗浄液に引火し火災が発生した。

現場作業員が直ちに消火器等を用いて初期消火を行い消火した。また、火災発生連絡を受けた当直長が消防署へ通報した。その後、23 時 3 5 分消防により鎮火が確認された。

初期消火活動の際に、作業員 1 名が右手に軽度の火傷を負ったため、救急車で病院に搬送し手当を受けた。

本事象による外部への放射能の影響は確認されなかった。



4. 推定原因

火災が発生した原因は、危険物（洗浄液）の取扱に対する認識不足により、防爆構造機器ではなくシール性能が完全ではない洗浄機をビニール養生して使用し、危険物（洗浄液）を噴射してタービンロータを洗浄したため、当該洗浄機の電源を投入した際にモータ付近から発生した火花が洗浄機のビニール養生内にたまった洗浄液に引火し、発火したものと推定される。

作業の計画・管理に関わる調査の結果、協力企業は当該洗浄液の危険性が高いという認識が薄く「工事共通仕様書」で定める事項を遵守しなかったことや当該洗浄作業が危険作業であることの認識が不足していたことから、実際の現場で安全管理を実施することができなかった。また、当社は危険物取扱に対するリスクの認識が甘く事前確認が不足していただけでなく、洗浄方法の変更の情報を受けた際、3H（初めて、変更、久しぶり）としての管理が必要と感じなかった。さらに、元請経験が十分な協力企業が下請に加わっていたため、当社は協力企業の安全管理体制の評価を実施しておらず安全管理体制が適切であることの確認を実施していなかったことから、火災が発生し得る危険な状態で作業が行われることを防止できなかったことが分かった。

5. 対策

（安全管理体制評価プロセス）

- 元請となる協力企業に対し、当社が工事施行時の安全管理ができる体制となっているかどうかを確実に評価する。

（施行要領書）

- 危険物を取り扱う場合には、使用目的・種別・使用方法を工事施行要領書に記載し、確認する。

（ルールの再徹底）

- 防火管理者が当社の監理員に対して防火教育を実施するとともに、協力企業における防火教育実施状況を定期的に確認し、必要に応じて改善を指示することを通じて工事共通仕様書などの遵守を徹底する。

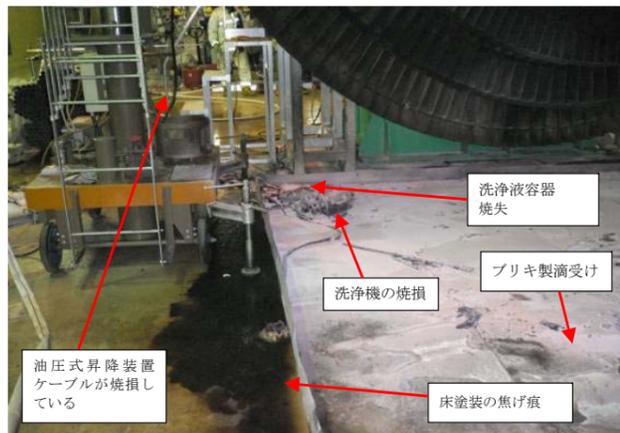
（ルールの改善）

- 危険物第四類特殊引火物、第一石油類、アルコール類および第二石油類のポンプを用いた噴霧・噴射の禁止（塗装作業を除く）をルール化する。

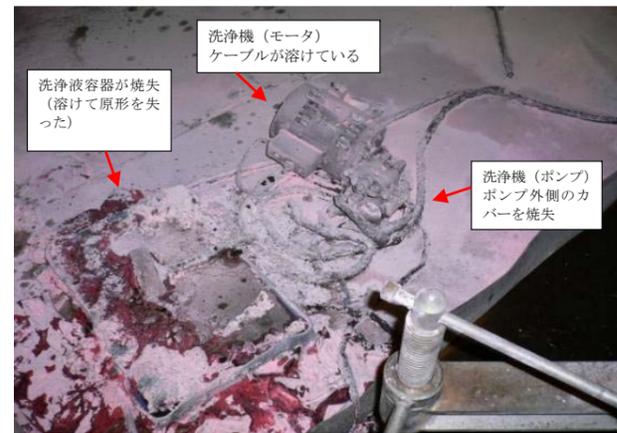
- 多量（消防法に定める指定数量の 5 分の 1 以上）の危険物を取り扱う際には、危険物の使用目的・種別・使用方法・使用量・場所および 3H（初めて、変更、久しぶり）作業に該当するかを協力企業から当社へ事前申請することをルール化し、多量の危険物を取扱う 3H 作業であればすべて安全事前評価を実施する。

（現場管理の改善）

- 防護指示書に危険物の種別・量を記載、TBM-KY（作業前に行う危険予知活動）で危険物予知の確実な実施をはかるなど現場管理を改善する。



低圧タービン（A）ロータ下部の状況



作業機材の状況

また、危険物取扱作業以外の安全管理・品質管理全般に関わる 3H（初めて、変更、久しぶり）作業についても、当社として確実に把握しリスク管理できるような仕組みの構築を検討していくこととする。



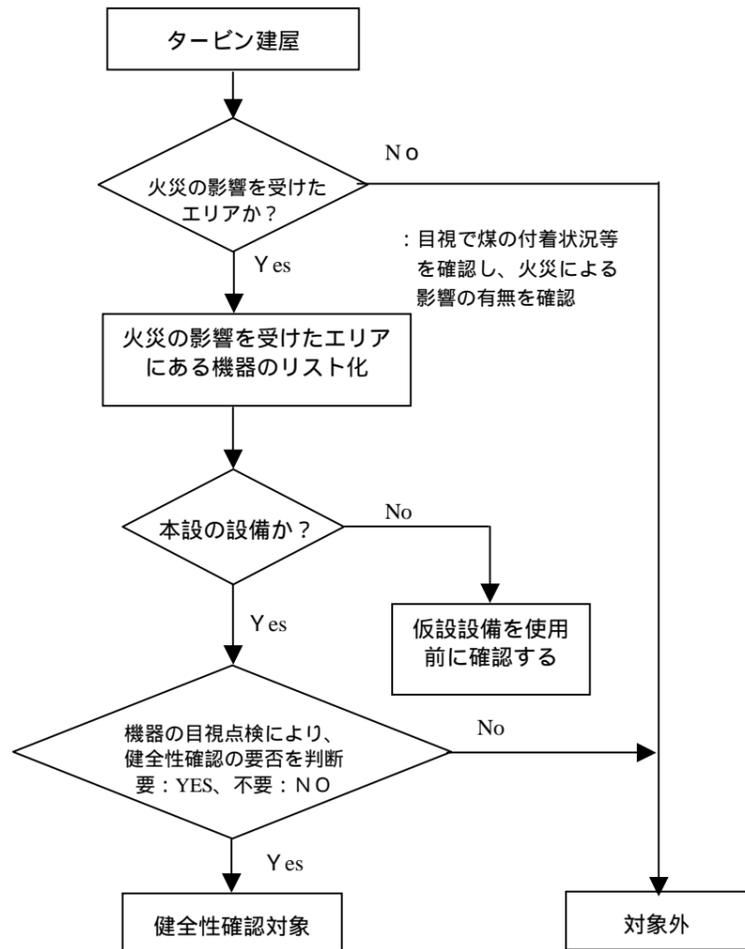
1. はじめに

平成 20 年 1 月 22 日、7号機タービン建屋 1階大物搬入口(管理区域)付近で行われた低圧タービン(A)ロータの洗浄作業において火災が発生した。それに伴い原子力安全・保安院より、平成 20 年 1 月 28 日付文書(平成 20・11・27 原院第 16 号)にて火災の影響を受けた可能性のある機器についての性能等への影響の有無及び健全性の確認を行い、報告を行うことが求められていることから、その結果について取りまとめたものである。

2. 火災の影響を受けた可能性のある機器の抽出の考え方

火災発生エリア(タービン建屋 1階大物搬入口付近)において、火災の影響を受けた可能性のある機器について、健全性確認対象機器の抽出フロー(右図参照)に基づき対象機器を抽出した。その結果、抽出された機器は、下記の設備であった。(別紙 - 1 参照)

**消火栓および避難誘導灯 / タービン建屋床面 / 低圧タービン(A) / エリア放射線モニタ**



図：健全性確認対象機器抽出フロー

3. 火災の影響を受けた可能性のある機器の健全性確認

上記 2. 火災の影響を受けた可能性のある機器の抽出の考え方に基づき抽出された対象機器について、性能等への影響の有無の評価を実施し、健全性の確認を実施した。健全性確認対象機器の性能等への影響の有無及び健全性確認方法及び確認結果を右表に纏める。

(1) 消火栓および避難誘導灯の健全性確認

当該消火栓の外観目視点検、警報機能及び放水機能の確認を行い、当該消火栓の機能が健全であることは確認されている。また、避難誘導灯についても内部の蛍光灯の球切れがないことを確認した。なお、熱により変形した消火栓の表示灯及び避難誘導灯のカバーについては新品に交換をした。以上から、消火栓および避難誘導灯の性能等への影響は無く健全であると評価した。

(2) 床面の健全性確認

1次調査(外観目視点検)・2次調査(反発硬度試験/圧縮強度試験/中性化深さ測定)を実施した結果、床に対する仕上げの補修は要するが、躯体の補修は必要なく性能等への影響は無く健全であると評価した。

(3) 低圧タービン(A)の健全性確認

構造・強度について外観目視点検、金属表面のレプリカ採取による金属組織観察、硬度測定、磁粉探傷試験を実施した結果、各項目いずれも異常が認められなかったことより、性能等への影響は無く健全であると評価した。なお、念のために「振れ計測」を実施し、ロータのたわみ量を確認した結果、判定基準値を満足することを確認した。

(4) エリア放射線モニターの健全性確認

外観目視点検(検出器の設置状況、現場ユニット、ケーブル)、検出器の線源校正試験、模擬信号によるループ校正試験を実施した結果、外観に異常はなく、校正試験の結果も判定基準を満足しており、調整の必要は無かったことから、エリア放射線モニタの性能等への影響は無く健全であると評価した。

表：健全性確認整理表

対象機器	目視による健全性確認要否判定結果	性能等への影響有無の確認方法及び確認結果					
		性能			構造・強度		
		1	確認方法	確認結果	1	確認方法	確認結果
消火栓	要		警報機能(ブザー)	異常なし	外観目視	表示灯について熱変形有り。(交換を実施済み)	
		放水機能	異常なし				
避難誘導灯	要	x	-		外観目視	カバーについて熱変形有り。(交換を実施済み)	
床面	要		中性化深さ測定	異常なし	外観目視	異常なし	
					圧縮強度試験	異常なし	
					反発硬度試験	異常なし	
低圧タービン(A)	要	x	-		外観目視	異常なし	
					レプリカ採取・観察	異常なし	
					硬度測定	異常なし	
					磁粉探傷試験	異常なし	
			振れ計測 <sup>2</sup>	異常なし			
エリア放射線モニタ	要		線源校正	異常なし	外観目視	異常なし	
			ループ校正	異常なし			

1. 性能等への影響有無の確認要否 要: 否: x  
2. 今回の火災の影響を評価するものでなく、念のため実施するもの。

4. まとめ

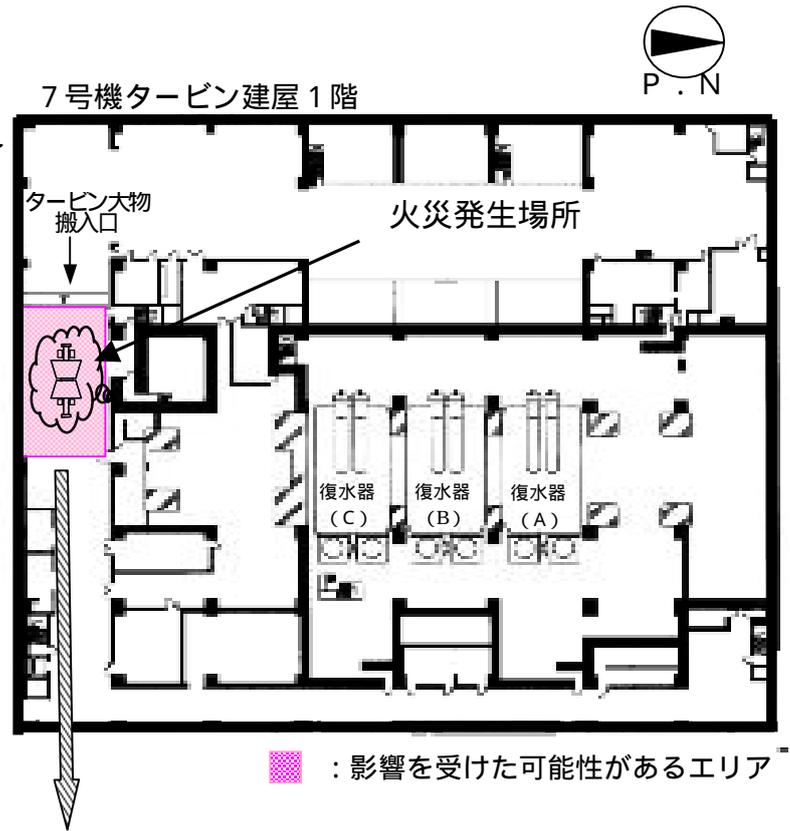
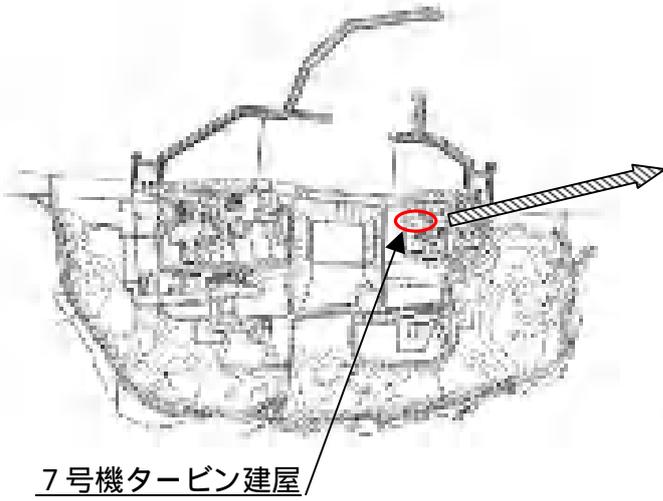
上記 3. 火災の影響を受けた可能性のある機器の健全性確認結果から、7号機タービン建屋において発生した火災による影響は、交換や補修可能な消火栓等の表示灯や床塗装の一部に限られ、低圧タービン(A)ロータを含めタービン建屋内の機器の性能等への影響は無く、健全性は確保されていると評価する。

5. 別紙

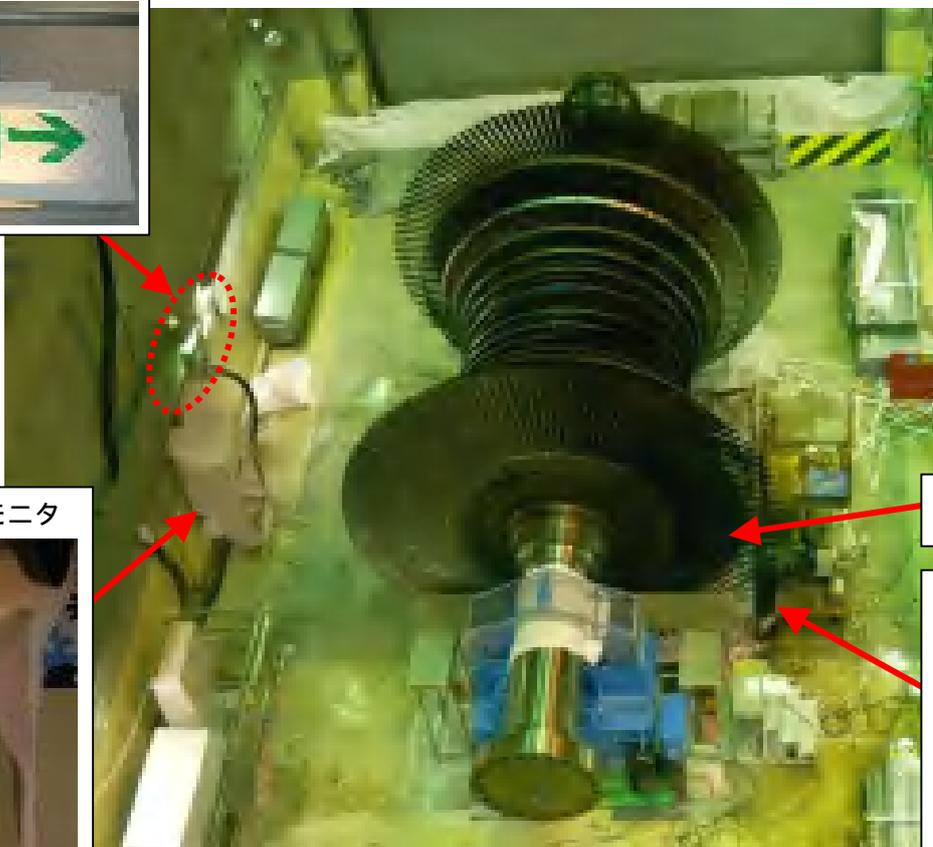
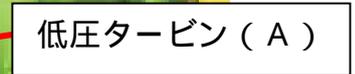
別紙 - 1 : 「火災により影響を受けた可能性のある機器」(現場写真)

別紙 - 2 : 「柏崎刈羽原子力発電所 7号機 タービン建屋における火災の影響を受けた可能性のある機器の性能等への影響の有無及び健全性について」

柏崎刈羽原子力発電所



7号機タービン建屋大物搬入口



火災により影響を受けた可能性のある機器

## 柏崎刈羽原子力発電所 7号機

タービン建屋における火災の影響を受けた  
可能性のある機器の性能等への影響の有無  
及び健全性について

平成20年12月19日



東京電力

---

# 1. 健全性確認の対象設備

---

タービン建屋にて発生した火災の影響を確認するため、健全性確認評価確認フローに従い確認対象機器を抽出した結果、以下の機器が抽出された。

- (1) 消火栓及び避難誘導灯
- (2) 床面
- (3) 低圧タービン(A)
- (4) エリア放射線モニタ

## 2. 健全性確認 ( 1 / 11 )

---

### (1) 消火栓及び非難誘導灯について

- 消火栓
  - 表示灯の変形が確認されたが交換済み。
  - 消火栓の外観目視点検、警報機能及び放水機能の確認を行い、当該消火栓の機能が健全であることを確認。
- 避難誘導灯
  - カバー部分の変形が確認されたが交換済み。
  - 避難誘導灯内部の蛍光灯の球切れがないことを確認し、当該避難誘導灯の機能が健全であることを確認。

## 2. 健全性確認 ( 2 / 11 )

---

### (2) 床面について

調査方法については、「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説：日本建築学会」及び「建物の火害診断及び補修・補強方法：日本建築学会」に準拠し、下記の項目を実施した。

- 1次調査(外観目視検査)
  - コンクリートの変色, ひび割れ, 剥離・剥落等の確認を行い、床面塗装部(エポキシ樹脂塗装)にひび割れや剥離を確認。
  - 床のエポキシ樹脂塗装は、ひび割れ・剥離については確認されたが塗膜の溶解・焼失は確認されていないことから受熱温度は300 以下と推定。
- 2次調査(非破壊試験等)
  - 反発硬度試験を実施し、火害部と健全部において表面硬度に差がないことを確認。
  - 圧縮強度試験を実施し、火害部の強度は、設計基準強度以上であることを確認。
  - 中性化深さの測定を実施し、中性化を生じていない事を確認。
- 総合評価
  - 1次と2次調査の結果から、床に対する仕上げの補修は要するが、コンクリート躯体の補修は必要なく、性能等への影響は無く健全である。

## 2. 健全性確認 ( 3 / 11 )

---

(3) 低圧タービン(A)について

点検・調査について下記の項目を実施した。

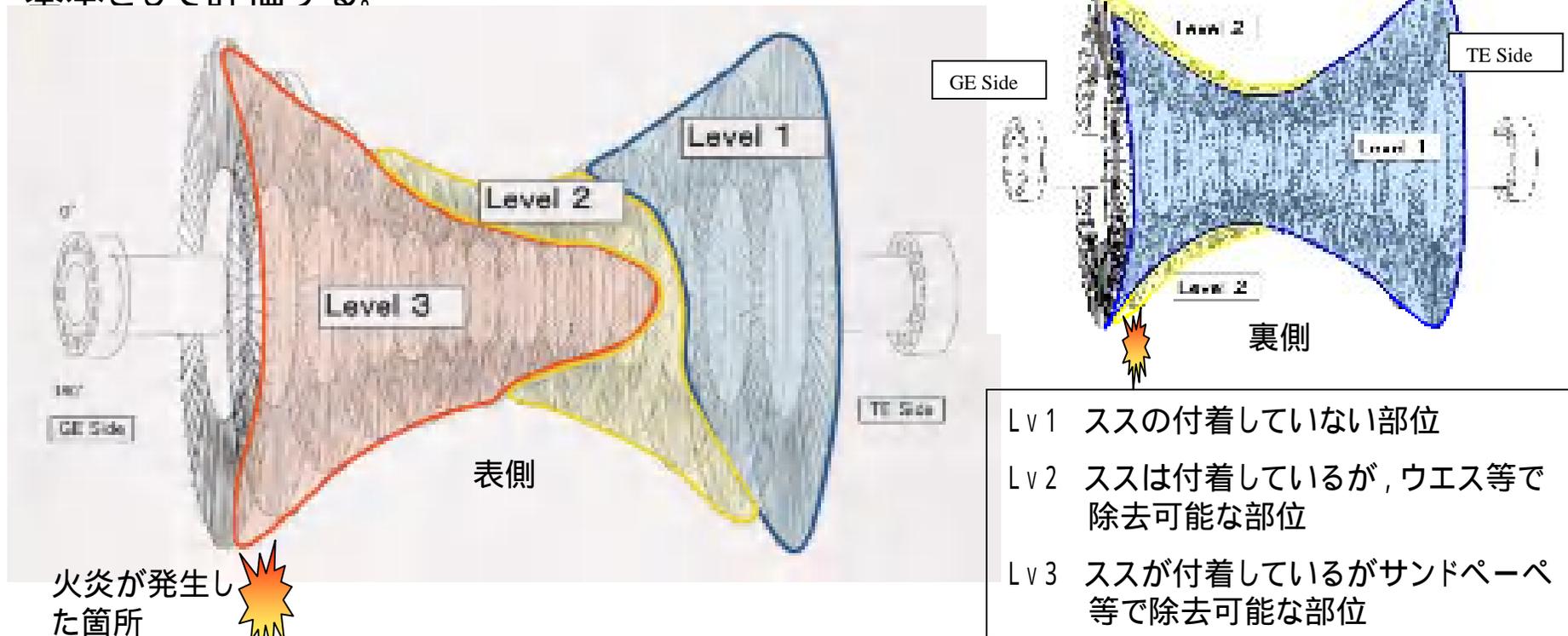
点検・調査項目	実施内容
ススの付着状況確認	ススの付着状況, ススの成分分析等
外観目視	熱による有意な変形の有無等
レプリカ採取・観察	熱による金属表面の組織変態の有無
硬度測定	熱による硬度変化の有無
磁粉探傷検査	熱による欠陥発生の有無
ロータ振れ計測	熱によるたわみの発生の有無

## 2. 健全性確認 ( 4 / 11 )

### (3) 低圧タービン(A)について

#### (3) - 1. ススの付着状況確認 ( 1 / 2 )

タービンロータ(A)の広い範囲にススの付着が確認されたことから、ススの付着状況により、タービン全体をLv1～3に分類した。各健全性確認は、Lv1とLv3の部位の比較を基本として評価する。



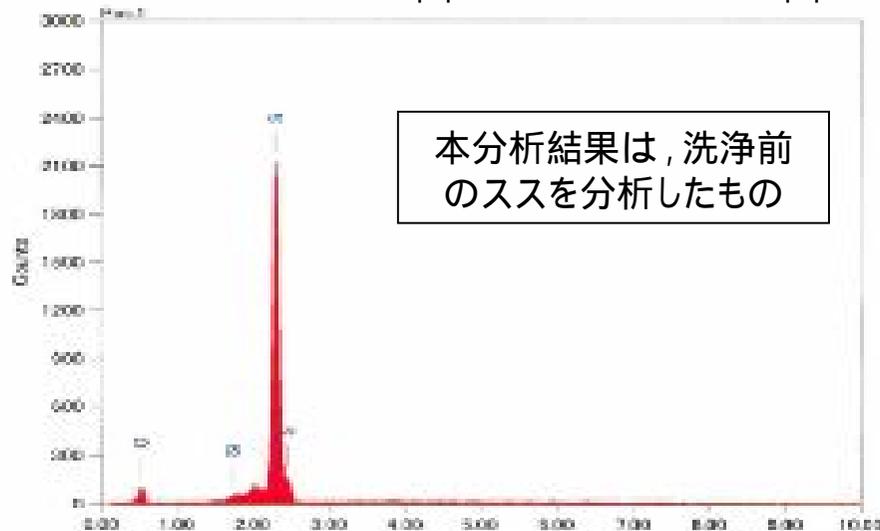
## 2. 健全性確認 ( 5 / 11 )

### (3) 低圧タービン(A)について

#### (3) - 1. ススの付着状況確認 ( 2 / 2 )

タービンに付着していたススの成分をEDS分析した結果、消火剤に含まれるリン(P)及び硫黄(S)が確認された(ススのサンプル採取後、ブラスト処理にて除去を実施)。

これらの物質が狭隘部に残存すると、金属腐食が発生する可能性があるため、スチームによる洗浄を実施後、pH測定にて中性である事を確認した。また、洗浄水(ドレン)の化学成分分析を行った結果、十分洗浄され、消火剤の影響は無い事を確認した。(リン:検出限界未満 硫黄:0.2ppm(許容値100ppm))



EDS分析結果(硫黄が確認された例)



狭隘部のスチーム洗浄状況

## 2. 健全性確認 ( 6 / 11 )

### (3) 低圧タービン(A)について

#### (3) - 2. 外観目視

火災の熱による有意な変形等の発生有無を確認するため、タービンロータ(A)の各部位について外観目視検査を実施し、いずれの部位についても有意な変形等は発生していない事を確認した。

また、タービンロータの構成部品のうち、最も熱による影響を受けやすいタイワイヤ部のロウ付け部についても、異常は確認されず、火災の影響の無い事を確認した。



ロウ付け部(左図赤矢印)

温度管理値: 600 ~ 700

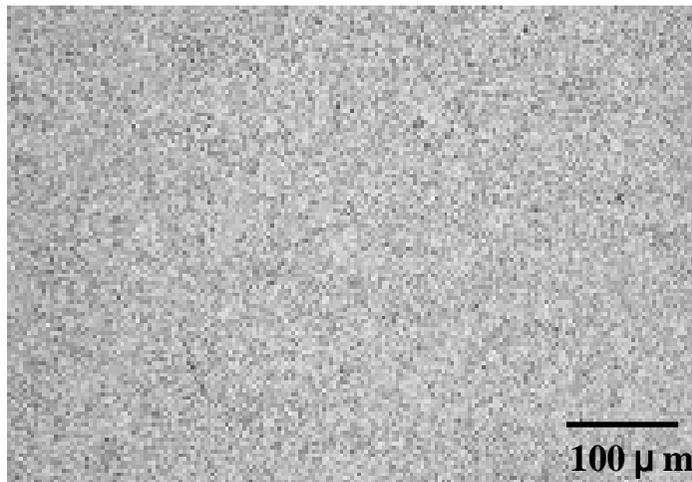
## 2. 健全性確認 ( 7 / 11 )

### (3) 低圧タービン(A)について

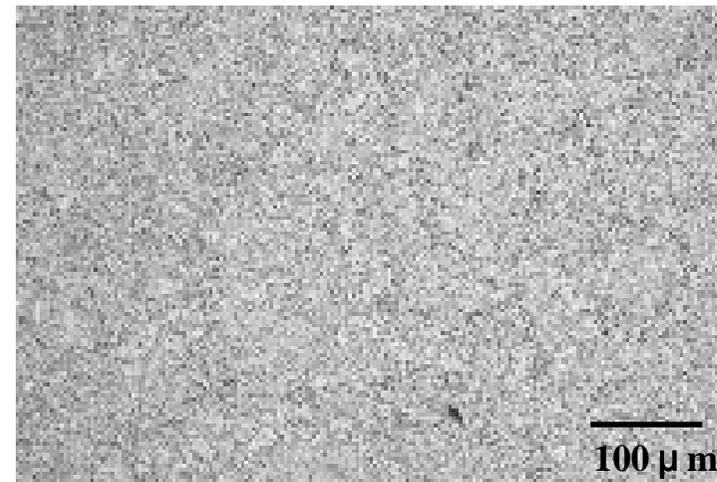
#### (3) - 3. レプリカ採取・観察

火災の熱による金属組織の変態の有無を確認するため、レプリカ法による金属組織の採取及び観察を実施した。

その結果、最も高温にさらされたと考えられるLv3の部位(動翼有効部)においても、Lv1の部位と同様、一般的なマルテンサイトの様相を呈しており、高温状態になった際に生じるオーステナイトは析出していなかった事から、熱による影響は無いことを確認した(タービン動翼材料(12Cr鋼)は加熱時、約810℃でオーステナイトが析出し始める)。



Lv3 動翼部金属組織(レプリカ)



Lv1 動翼部金属組織(レプリカ)

## 2. 健全性確認 ( 8 / 11 )

### (3) 低圧タービン(A)について

#### (3) - 4. 硬度測定

火災の熱による硬度変化の有無を確認するため、タービン主要部位に対し、硬度測定を実施した結果、各部位の硬さが製造時の基準値内であること、及び、Lv1とLv3の部位で有意な差が認められない事を確認した。

タービン主要部位の硬度測定結果(任意3点の平均値)

HB(ブリネル)

部 位	ロータ	円板	翼植込部	翼中間部	翼先端部	シュラウド	ピン	
材 料	3.5Ni-1.75Cr-Mo-V鋼		12Cr鋼			12Cr鋼	Cr-Mo-V	
基 準 値	222~264		223~269(但し10段は269未満)			187~241	321~381	
発電機側 (火災源) Lv3部位	10段	235	238	252	235	236	234	なし
	14段	241	242	256	242	239	219	355
	16段	239	242	232	261	263	なし	349
タービン側 Lv1部位	10段	238	236	248	229	224	231	なし
	14段	236	234	248	232	250	233	345
	16段	246	234	238	225	230	なし	364

UCI式: 予め振動させた圧子が、素材と接触することで振動が変化するため、その変化量から硬さを算出する方法

Leeb法: 圧子の打撃速度と反発速度の比から硬さを算出する方法

## 2. 健全性確認 ( 9 / 11 )

### (3) 低圧タービン(A)について

#### (3) - 5. 磁粉探傷検査

火災の熱による欠陥発生の有無を確認するため、磁粉探傷検査を実施した結果、欠陥は確認されなかった(検査は、最も熱の影響を受けていると思われる、LV3の部位について実施)。



磁粉探傷検査実施状況

#### 磁粉探傷検査概要

##### ・検査対象

LV3動翼全数, ロータ/円板LV3部位全域

##### ・検査判定

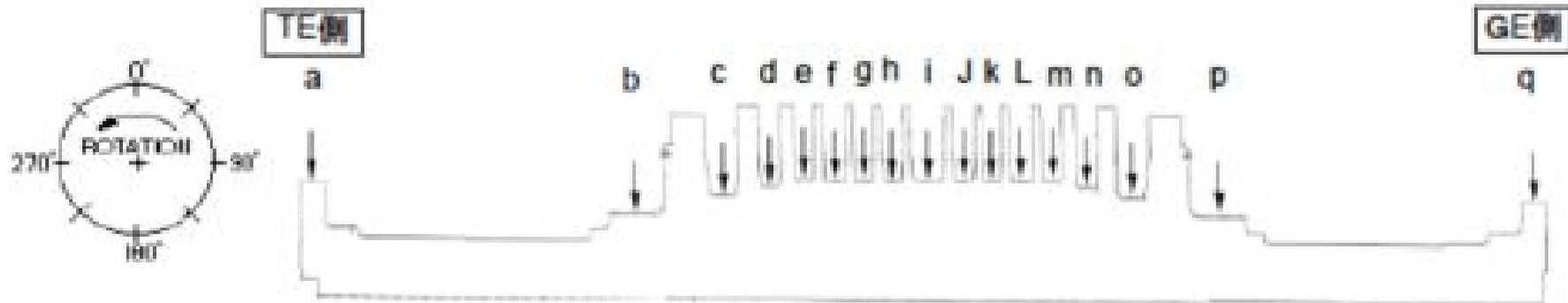
無欠陥であること

## 2. 健全性確認 ( 10 / 11 )

### (3) 低圧タービン(A)について

#### (3) - 6. ロータ振れ計測

火災の熱によるロータのたわみ発生有無を確認するため、ロータの振れ計測を実施した結果、有意なたわみの発生は確認されず、計測値は全て判定基準値内であることを確認した。



最大振れ幅の例と判定基準

	最大振れ幅 (mm)	判定基準 (mm) (計測部位により異なる)	備考
発電機側(火災源)	0.02 ( j )	0.101以内	触れ幅計測値が最大 となる部位
タービン側	0.03 ( c )	0.101以内	

## 2. 健全性確認 (11 / 11)

---

### (4) エリア放射線モニタについて

覆っていた養生シートが溶けており、火災の熱による影響が懸念されることから、エリア放射線モニタの性能等への影響の有無を確認した。

#### 構造・強度確認

外観目視点検を実施し異常がなことを確認。

#### 性能確認

「検出器の線源校正試験」「ループ校正試験」を実施し、判定基準を満足していることを確認。

以上のことから、エリアモニタの性能等への影響はなく健全であると評価。

## 3. 総合評価

---

火災の影響を受けた可能性のある機器の健全性確認結果から、7号機タービン建屋において発生した火災の影響は、交換や補修の可能な消火栓、及び床塗装の一部等に限られ、低圧タービンロータ(A)を含むタービン建屋内の機器の性能等への影響は無く、健全性は確保されていると評価した。

## 参考：低圧タービン翼のAPI(石油協会)規格による確認

---

現状実施済の各評価により、蒸気タービン動翼の健全性は確保されていると考えられるが、参考として、最も熱の影響を受けやすいロウ付け部が溶けない最高温度(約600℃)まで、保守的に動翼が加熱された場合を想定し、米国API(石油協会)規格を照らし合わせて確認した。

その結果、火災の影響は無いと判断された。

【API 579-1/ASME FFS-1 2007:番号】(PART 11-Assessment Of Fire Damage)

柏崎刈羽原子力発電所 7号機  
タービン建屋1階大物搬入口付近（管理区域）での火災発生  
にかかると原因および再発防止対策について

平成20年12月

東京電力株式会社

## 目 次

1. 件 名	1
2. 事象発生の日時	1
3. 事象発生場所	1
4. 事象発生時の運転状況	1
5. 事象の概要	1
6. 事象発生当時の状況	2
7. 原因調査	3
7-1. 出火箇所の調査	3
7-2. 作業の計画・管理に関わる調査	4
8. 保安規定遵守の観点からの評価	8
9. 推定原因	8
10. 対策	9
10-1. 設備に関する処置	9
10-2. 火災防止の対策	9
添付資料	12

## 1. 件名

柏崎刈羽原子力発電所 7号機  
タービン建屋1階大物搬入口付近（管理区域）での火災発生にかかる原因  
および再発防止対策について

## 2. 事象発生の日時

平成20年11月22日 21時45分（出火時間）

## 3. 事象発生の場所

7号機タービン建屋1階大物搬入口付近（管理区域）

## 4. 事象発生時の運転状況

第8回定期検査中（全燃料装荷中）

## 5. 事象の概要

平成20年11月22日21時10分頃より、7号機タービン建屋1階大物搬入口付近（管理区域）で洗浄機を使用して低圧タービン（A）ロータの洗浄作業を行っていたところ、21時45分、洗浄液に引火し火災が発生した。

現場作業員が直ちに消火器等を用いて初期消火を行い消火した。また、火災発生の連絡を受けた当直長が消防署へ通報した。その後、23時35分消防署により鎮火が確認された。

初期消火活動の際に、作業員1名が右手に軽度の火傷を負い、さらにもう1名が体調不良となったため、両名を救急車で病院に搬送し手当を受けた。

本事象による外部への放射能の影響は確認されなかった。

（添付資料－1、2参照）

### 【時系列】

平成20年11月22日

- 20時00分頃～ 低圧タービン（A）ロータ洗浄作業のTBM-KYを現場作業員6名にて実施
- 21時10分頃～ 2台の洗浄機を使用してロータ上部および下部の洗浄作業を開始
- 21時43分頃 2台の洗浄機および油圧式昇降装置を接続している電工ドラム（100V）のブレーカが落ちたため、一旦洗浄作業を中断し、ロータ下部の洗浄に使用していた洗浄機の電源を「切」
- 21時45分 電工ドラムのブレーカを投入後、ロータ下部の洗浄機の電源を「入」にしたところ洗浄液に引火
- 21時45分 現場作業員9名（内4名はタービンオペフロで発煙を確認し、消火に駆けつけた応援者）にて、消火器4本および消火栓2箇所を使用して初期消火を開始

21 時 49 分 火報発報  
 21 時 49 分 現場作業班長より中操へ火災発生を連絡。自衛消防隊（初期消火班・当直補機操作員）2 名が火災現場へ出動  
 21 時 51 分 中操（当直長）より 1 1 9 番通報  
 21 時 58 分 中操（当直長）より消防署へ初期消火完了を連絡  
 21 時 59 分 自衛消防隊（初期消火班・消防車隊）が出動  
 22 時 02 分 自衛消防隊（初期消火班・当直副長）が 6 / 7 号機 S / B 前に到着  
 22 時 04 分 自衛消防隊（初期消火班・消防車隊）が 6 / 7 号機 S / B 前に到着待機  
 22 時 05 分～ 消防車両、警察車両、救急車発電所入構  
 22 時 33 分 第一報 F A X 送信  
 22 時 45 分 救急車にて負傷者 2 名を病院に搬送  
 （負傷者 1 名は右手甲を火傷、他の 1 名は気分が悪くなったもので、両名とも身体汚染なし）  
 22 時 45 分 プレスへ第一報 F A X 送信  
 23 時 29 分 火災現場サーベイにて汚染なしを確認  
 23 時 33 分 消防、警察による現場調査開始  
 23 時 35 分 消防署により鎮火確認  
 23 時 39 分 自衛消防隊解散

平成 2 0 年 1 1 月 2 3 日

0 時 07 分 警察署による現場調査終了  
 0 時 21 分 消防署による現場調査終了  
 0 時 40 分 プレス発表  
 0 時 58 分 警察車両退構  
 1 時 09 分 消防車両退構

## 6. 事象発生当時の状況

### (1) 作業の状況

平成 2 0 年 1 1 月 2 2 日 1 5 時 3 0 分頃より、低圧タービン（A）ロータを洗浄するためタービン建屋大物搬入口付近にロータを移動する作業を開始した。

2 0 時 0 0 分頃より、現場作業員 6 名にて T B M - K Y を実施した後、2 0 時 5 0 分頃までに準備作業として洗浄機（単相 1 0 0 V、4 0 0 W）をビニール養生し、油圧式昇降装置を設置した（T B M - K Y では危険物取扱にかかる危険予知は実施されなかった）。

2 1 時 1 0 分頃より、作業員 A がロータ下部を、作業員 C（油圧式昇降装置上）がロータ上部を、洗浄機を用いた洗浄作業にて開始した。

今回の洗浄作業では、洗浄液として危険物第四類第一石油類の「工業脱脂洗浄剤」を使用し、一斗缶（1 8 リットル）に入った洗浄液を 9 缶準備（タービン建屋大物搬入口近傍に設置されている危険物仮置用の金属ケースに保管）した。洗浄は 1 缶ずつ

洗浄液容器に補充しながら作業した。

また、作業エリアには消火器を設置していた。

(添付資料－ 3 参照)

ロータ上部を洗浄していた作業員 C は、2 缶目を使い終えたところで作業員 B と交替した。

21 時 43 分頃、2 台の洗浄機と油圧式昇降装置を接続している電工ドラム（100 V、15 A）のブレーカが落ちたため、一旦作業を止め、作業員 A は過負荷防止のためロータ下部の洗浄に使用していた洗浄機の電源を「切」にした後、作業員 D が電工ドラムのブレーカを「入」にして洗浄作業を再開した。その後、21 時 45 分作業員 A がロータ下部の洗浄に使用していた洗浄機の電源を「入」にしたところ火災が発生した。

火災発生時は、ロータ上部側は 3 缶目、ロータ下部側は 4 缶目の洗浄液使用中であり、その時点で未使用の 2 缶は危険物仮置用の金属ケースに収納していた。

洗浄作業に従事していた 5 人の作業員の内、作業員 B は火災発生後昇降機から飛び降り消火器を用いた消火作業をした際、右手に軽度の火傷を負った。また、作業員 A が消火活動の際に体調不良となった。

(添付資料－ 4 参照)

## (2) 被災の状況

被災の状況について現場調査を実施した結果、以下を確認した。

- ・ ロータ下部の洗浄に使用していた洗浄機（以下、当該洗浄機という。）の焼損が激しく、洗浄液容器と洗浄機を養生したビニール養生は焼失していた。
- ・ 当該洗浄機近傍のロータの発電機側ブレードには煤が付着していた。
- ・ 油圧式昇降装置の当該洗浄機側に垂れ下がったケーブルが焼損していた。
- ・ 電工ドラムの当該洗浄機側は養生が焼損していた。
- ・ 当該洗浄機近傍の床塗装についても黒く焦げていた。
- ・ 作業エリア近傍の消火栓表示灯が熱により変形していた。
- ・ ロータを挟んで当該洗浄機と反対側の難燃シートが溶けるとともに、避難誘導灯カバーが熱により変形していた。

なお、油圧式昇降装置上に置かれていたロータ上部洗浄用の洗浄機および洗浄液容器は焼損せず、火災後も洗浄液が残留していたので、火災鎮火後一斗缶に戻した。

(添付資料－ 5 参照)

## 7. 原因調査

出火メカニズムの特定と火災に至る原因を特定するため、要因分析に基づき原因調査を行った。

### 7-1. 出火箇所の調査

#### (1) 作業員への聞き取り調査

出火箇所について洗浄作業に従事していた 5 人の作業員に聞き取り調査した結果、

以下の証言を得た。

- ・ 炎は当該洗浄機近傍からロータ下部のブリキ養生（ブリキ製滴受け）内に溜まっていた洗浄液全体（当該洗浄機近傍に多く溜まっていた）に広がった。
- ・ 当該洗浄機廻りに消火器を2本使用した時点で火の勢いはかなり衰えたが、さらに2箇所の屋内消火栓から放水するとともに2本の消火器を使用して消火した。
- ・ 発火後、一瞬タービン上部まで火柱があがったが、その後、炎はロータ中心程度の高さで5分程度燃え続けた。

## （2）使用工具に関する調査

電工ドラムのブレーカの電源を「入」とし、当該洗浄機の電源を「入」とした直後に火災が発生したことから、洗浄機の仕様等について調査した結果、以下の事実を確認した。

- ・ 危険物取扱作業近傍での電気機器は、発電所で工事を実施する場合の遵守事項等を定めた「工事共通仕様書」に基づいて防爆構造機器である必要があったが、今回の作業で使用されていた洗浄機は防爆構造機器ではなかった。
- ・ 当該洗浄機の取扱説明書には、プラスチック製の洗浄機の収納箱を水槽にし、そこに洗浄機の吸水ホースを差し込んで使用するイラストが記載されていた。
- ・ 同型の洗浄機をビニール養生し、洗浄液に替えて水道水にて当該作業時と同一の使用状況を再現したところ、ビニール養生内の洗浄機下部に少量の水滴が確認された。また、電源「入」操作時には洗浄機モータの空気取り入れ口から見て内部に火花の発生が確認された。負荷電流を測定した結果、最大で8.9 A（定格：8.6 A）であることが確認された。
- ・ 電工ドラムの負荷としては2台の洗浄機と油圧式昇降装置（定格：13.2 A）があり、洗浄作業時に昇降装置が動作していない状態であっても、2台の洗浄機を使用すると電工ドラムの容量（15 A）を超過することが確認された。

（添付資料－6 参照）

## 7-2. 作業の計画・管理に関わる調査

ロータの洗浄作業は、従来手作業で実施しており洗浄機を用いた洗浄方式は今回初めて採用したものであったため、低圧タービン（A）ロータの洗浄作業の計画準備・実施段階における検討状況を調査した。

### （1）調達段階

低圧タービン（A）ロータの洗浄作業は、低圧タービン動翼損傷の対応として実施された点検・修理工事の一環として実施されたものであった。

当該点検・修理工事は、ロータ製造メーカーが実施する必要があるため、特名発注されていた。

また、低圧タービン（A）ロータの洗浄作業は、タービン設備点検・修理工事の一環として当発電所におけるタービン設備等の点検工事实績を有する元請経験が十分な協力企業に外注されていた。

調達にあたっては、当社は「工事共通仕様書」により、協力企業（元請）に対し、以下の安全管理にかかる事項を要求していることを確認した。

- ・ 安全対策計画の審査・承認や工事現場における作業員の安全確保並びに設備安全の確保等の安全管理にかかる責務を負う「災害防止責任者」の選任
- ・ 「工事施行要領書」の作成
- ・ 危険物の取扱いについて、持込みを必要最小限とすることや「火気厳禁危険物使用チェックシート」、防爆構造機器の使用

## (2) 計画・準備段階

### a. 「災害防止責任者」の選任

協力企業（元請）は当該洗浄作業において「災害防止責任者」を選任していたが、洗浄方法を変更する方針を決定後洗浄作業実施までの期間に、災害防止責任者は、安全管理については下請がしっかり実施していると思って任せていたことや、洗浄方法の変更に際し協力企業（元請）工事担当者から作業内容について十分な説明がなかったため、安全管理を行うことに対して注意を払わなかった。また、災害防止責任者はTBM-KYに参加していなかった。

### b. 「工事施行要領書」の作成

協力企業（元請）は「工事施行要領書」を作成したが、手作業によりロータを洗浄する想定で作成していたため、ロータの洗浄工程としては“ロータ洗浄”との記載しかなかった。また、洗浄液を噴射する洗浄方法の採用に伴い短時間で多量の危険物（洗浄液）を取扱うことになったにもかかわらずロータ洗浄という観点では変更が無いため、協力企業（元請）は「工事施行要領書」の変更が必要ないと判断した。さらに、危険物に関する「工事施行要領書」に記載すべき事項が明確になっていなかったため、協力企業（元請）は「工事施行要領書」に危険物の使用目的、種別、使用量を記載しなかった。

また、当社は「工事共通仕様書」において、「工事施行要領書」に記載する危険物に関する事項を明確化しておらず、危険物の使用量に応じてその種類および数量を当社に事前申請すること等、危険物の使用量を管理するルールを定めていなかったため、短時間で多量の危険物（洗浄液）を洗浄機で噴射するという火災発生のリスクを伴う作業が実施されることを事前に把握できなかった。

### c. 危険物取扱作業の準備

今回の作業において協力企業（元請、下請）は、工事共通仕様書の要求事項（防爆型の電気機械器具を使用／火気厳禁危険物使用チェックシートの使用）を遵守しなかった。

これらの事項が遵守されなかった原因について、協力企業（元請、下請）工事担当者は危険物を取扱う作業であることは認識していたが、日常的に使用する洗浄液で当該洗浄液を使用する作業に慣れがあったため、その危険性に対する認識が十分ではな

く「火気厳禁危険物使用チェックシート」等の使用は必要ないと考えていた。

また、協力企業（元請、下請）は洗浄方法を変更した際に事前検討会を実施していなかった。

d. 使用装備に関する調査

洗浄作業時に防毒マスクや保護エプロンを着用して洗浄作業を実施していたことに関し、協力企業（下請）工事担当者に聞き取り調査した結果、「通常の手洗浄では装着しないが、今回は洗浄液を大量に使用するため防毒マスクおよび保護エプロンを着用した。」との証言を得た。

e. 火災報知器にカバーを取り付けていたことに関する調査

当該洗浄作業では協力企業（元請）が、火災報知器近傍におけるタービンロータ洗浄のミスト対策との理由で「可燃物の使用規制・火気取扱作業及び火気厳禁危険物取扱作業の厳守事項適用除外申請書」にて、火災報知器にカバーを取り付けることを申請していた。

同申請書には代替措置として「防護指示書への明記」と記載されていた。また、「消防計画」には「火災報知器にカバーを取り付ける場合は防護指示書にその旨明記する」ことが記載されていた。しかしながら、当該洗浄作業の防護指示書には「火災報知器にカバーを取り付ける」ことに関する記載がなかった。

防火管理者（代理）は、申請理由に「ミスト対策」と記載されていたことから、ミストによる火災報知器の誤作動の可能性も有り得ると思い、運転監視への影響を回避するためカバー取り付けを承認していた。

f. 工事担当者等への聞き取り調査

協力企業（下請）工事担当者等へ聞き取り調査等を実施した結果、以下の事実を確認した。

- 当該作業は洗浄機から洗浄液を噴射して洗い流す作業であり、近傍に火気が存在しないことや作業エリアは閉所ではなく換気は十分になされることから、火災発生のリスクを考えなかった。このため、洗浄機が火元になりうると考えておらず、当社が「工事共通仕様書」で要求していた防爆構造機器であることの確認を協力企業（下請）は当該洗浄機に対して実施していなかった。
- 火災報知器近傍におけるミスト対策として火災報知器にカバーを取り付けた。
- 当該洗浄作業では、洗浄液が大量に滴ると考え、洗浄機をビニール養生した。
- 当該洗浄作業は単純な作業なため手順書は作成していない。
- 洗浄液の使用量（一斗缶9缶）は、目算で見積もった。また、危険物であるため持ち込み量を最小限にすることは意識した。
- 洗浄方法の変更の経緯は以下の通りであった。
  - 大規模のタービン翼取替作業を発電所で行うことは初めてであり、タービンの広範囲に付着した切削油の洗浄作業は従来には無かった状況であった。

- 10月30日、当社からの依頼に基づき、協力企業（元請）はタービン翼復旧作業で翼表面（狭隘部含む）に付着した切削油を効果的かつ効率的に洗浄する方法について協力企業（下請）に検討するよう口頭で依頼。
- 11月3日頃に当社、協力企業（元請、下請）はロータ洗浄を効果的かつ効率的に実施する方法について調整。この頃、回転架台装置の故障や旋盤加工作業の進捗等を踏まえ、当社は協力企業（元請）に効果的かつ効率的な洗浄方法の検討を再度依頼。
- 11月5日に協力企業（下請）は洗浄機を用いる洗浄方法を発案し、協力企業（元請）に口頭で説明したところ効果的かつ効率的に作業ができると了解を得た。
- ・ 協力企業（元請、下請）工事担当者は、洗浄機を用いる洗浄方法に変更するという説明を口頭で当社工事監理員に行ったが、工事施行要領書の変更を伴わない軽微な変更であるため洗浄液の種類、使用量等具体的な内容は伝えていなかった。

g. 当社工事監理員への聞き取り調査

今回の洗浄方式の変更について、当社工事監理員へ聞き取り調査を実施した結果、以下の事実を確認した。

- ・ 洗浄液が危険物であるという認識はあったものの、作業内容の詳細は聞いておらず従前からこの洗浄液は広く使われていることから、洗浄機を用いた洗浄方法に変更することに伴い大量の危険物を取扱うこととなり火災発生リスクが生じるとは考えなかった。また、このため、協力企業から洗浄方法の変更について説明を受けた際に、洗浄機には電動ポンプを用いると聞いたものの、あえて防爆型かどうかの確認をしようとの思いに至らなかった。

（添付資料－7、8、9、10参照）

（3）実施段階

協力企業（下請）は洗浄作業実施前にTBM-KYを実施したものの、危険物取扱にかかる危険予知が抽出されていなかったため、協力企業（下請）工事担当者等に聞き取り調査を実施したところ、「構内で作業に伴うけが人の発生が続いていたのでけがに対して注意が向けられており、結果として危険物に関する危険予知は抽出されなかった。」「着火源がないので火災が発生するとは思わなかった。」との証言が得られた。

また、当該作業の防護指示書の記載内容を確認したところ、危険物取扱作業にチェックを入れていたが防爆構造機器の使用を指示していないなど、指示事項の記載が不十分であった。

（添付資料－11参照）

以上の調査より、協力企業は当該洗浄液の危険性が高いという認識が薄く「工事共通仕様書」で定める事項を遵守しなかったことや当該洗浄作業が危険作業であることの認識が不足していたことから、実際の現場で安全管理を実施することができなかった。ま

た、当社は危険物取扱に対するリスクの認識が甘く事前確認が不足していただけでなく、洗浄方法の変更の情報を受けた際、3H（初めて、変更、久しぶり）としての管理が必要と感じなかった。さらに、元請経験が十分な協力企業が下請に加わっていたため、当社は協力企業の安全管理体制の評価を実施しておらず安全管理体制が適切であることの確認を実施していなかったことから、火災が発生し得る危険な状態で作業が行われることを防止できなかったことが分かった。

（添付資料－12参照）

## 8. 保安規定遵守の観点からの評価

保安規定遵守の観点から評価した結果は以下のとおりである。

- ・ 保安規定第17条（地震・火災等発生時の対応）については、第2項に基づき整備された初期消火体制により、早期消火を行い、鎮火後に設備の損傷の有無を確認している。
- ・ 保安規定第107条（保守管理計画）については、7号機点検評価計画書に基づくタービン点検の際に発見された不適合の復旧の一環としてロータの洗浄作業が実施されたもので、保全プログラムに従って保全を実施していた。
- ・ 保安規定第3条（品質保証計画）については、安全対策仕様書による要求等、基本的な仕組みはできていたものの、
  - 「業務の計画（7.1）」において、「業務の管理（7.5.1）」を実施するための計画を明確にすることになっているものの、洗浄方法の工事施行要領書への反映、洗浄方法の変更に伴う工事施行要領書の改訂反映等が適切に実施されていなかった。
  - 「調達（7.4）」において、協力企業に対して、火災防護等の施工にかかわる要求事項は工事共通仕様書にて明確にし、災害防止責任者を選任させているものの、災害防止責任者の関与が十分ではないこと等を把握していなかった。

## 9. 推定原因

火災が発生した原因は、危険物（洗浄液）の取扱に対する認識不足により、防爆構造機器ではなくシール性能が完全ではない洗浄機をビニール養生して使用し、危険物（洗浄液）を噴射してロータを洗浄したため、当該洗浄機の電源を投入した際にモータ付近から発生した火花が洗浄機のビニール養生内にたまった洗浄液に引火し、発火したものと推定される。

要因分析図に基づき、その背景要因を調査した結果、対策を講じるべき以下の点が抽出された。

### （1）安全管理体制にかかる問題点

- ・ 災害防止責任者が、現場作業において十分な注意を払わなかった。

(2) 工事施行要領書に対する要求事項にかかる問題点

- ・ 工事共通仕様書において、工事施行要領書における危険物に関する記載すべき事項が明確ではなかった。

(3) 教育およびルールにかかる問題点

(当社)

- ・ 危険物第四類第一石油類の噴霧・噴射を禁止していなかった。
- ・ 危険物を使用する場合の事前申請をルール化していなかった。
- ・ 3H（初めて、変更、久しぶり）の観点で元請企業に対する十分な評価がなされなかった。

(協力企業)

- ・ 工事共通仕様書の安全対策にかかる理解が不十分であった。
- ・ 工事共通仕様書に定める事項が遵守されていなかった。
- ・ 防護指示書に危険物の種別・使用量などを記載していなかった。
- ・ 危険物取扱作業時のTBM-KYにおいて危険物予知の抽出が不十分であった。

## 10. 対策

### 10-1. 設備に関する処置

- ・ 低圧タービン（A）ロータ表面には火災による煤が付着していることから、ブラストによる除去を12月3日までに実施した。また、当該ロータの健全性確認における洗浄方法をスチーム洗浄に変更した。
- ・ 今回の消火活動で使用した消防設備（消火器、消火栓等）を11月23日までに復旧した。

### 10-2. 火災防止の対策

#### (1) 実施済みの対策

- ・ 本事象について、電子掲示板、構内TVを活用して11月25日に、「朝のあいさつチラシ」を活用して11月28日に、構内の協力企業に周知した。
- ・ 現在実施中の危険物取扱作業については、現場作業にあたって作業ルールの要点をまとめた作業安全ハンドブック「危険物取扱作業の基本的な考え方」を遵守できていることを11月25日に確認した。
- ・ 災害防止協議会（荒浜側および大湊側）による臨時の防火パトロールを11月26日に実施した。

#### (2) 当社が行う今後の対策【危険物取扱作業の計画・管理上の問題に対する対策】

##### 【安全管理体制の改善にかかる対策】

##### (元請の安全管理体制に関する評価の強化)

- ・ 海外メーカーや初めて元請となる協力企業に対して、当社は工事施行時の安全管理ができる体制になっているか確実に評価することができるプロセスに見直す。

**【工事施行要領書に対する要求事項の改善にかかる対策】**

(工事施行要領書に対する要求事項の改善)

- ・ 危険物に対する要求事項の明確化の観点から、危険物を取扱う場合は、使用目的・種別・使用方法を記載させ、確認することができるプロセスに見直す。

**【教育およびルールの改善にかかる対策】**

(防火対策の徹底)

- ・ 防火管理者が当社・協力企業の防火業務の取り組み状況を定期的に確認するとともに、必要に応じて改善を実施または指示する。

(防火教育の徹底)

- ・ 防火管理者が当社工事監理員に対して防火教育を実施する。
  - ▶ 法令に定められた危険物を取扱う際は関係法令を遵守
  - ▶ 危険物の取扱いに関する教育及び過去の火災事例や火気作業・危険物取扱作業の管理ポイント等を題材にした安全教育の徹底
  - ▶ 適用除外申請に記載された代替措置等の実施状況を確認
- ・ 防火管理者による協力企業における防火教育実施状況の定期的確認と、必要に応じて改善を指示する。

(ルールの改善)

- ・ ポンプを用いた危険物第四類特殊引火物、第一石油類、アルコール類および第二石油類の噴霧・噴射の禁止（塗装作業を除く）をルール化する。
- ・ 多量（指定数量の 1/5 以上）の危険物取扱に先立ち、危険物の使用目的・種別・使用方法・使用量・場所および危険物を取扱う 3 H（初めて、変更、久しぶり）作業に該当するかどうかを事前申請することをルール化する。
- ・ 多量（指定数量の 1/5 以上）の危険物を取扱う 3 H（初めて、変更、久しぶり）作業については、すべて安全事前評価を実施する。

**(3) 協力企業に求める今後の対策【危険物取扱作業の計画・管理上の問題に対する対策】**

**【教育およびルールの改善にかかる対策】**

(防火教育の徹底)

- ・ 防火対策への取り組みを定期的に確認し継続的に改善する。
- ・ 作業員への防火教育を実施し、当社へ報告する。
  - ▶ 法令に定められた危険物を取扱う際は関係法令を遵守
  - ▶ 危険物の取扱いに関する教育及び過去の火災事例などを題材にした安全教育の徹底
  - ▶ 適用除外申請に記載された代替措置等を確実に実施

(協力企業による安全管理の徹底)

- ・ 安全管理に一義的責任を有する協力企業は自らの責任を再認識し、危険物取扱作業に対して、工事施行要領書のチェックなど安全管理を再徹底する。

- ・ 構内協力企業の災害防止責任者に防火管理講習を速やかに受講させる。(半年以内)。

(ルールへの遵守)

- ・ 危険物を取扱う場合は、「火気厳禁危険物使用チェックシート」を使用するなど、工事共通仕様書等に定める事項の遵守を再徹底する。
- ・ 防爆構造機器使用判断フローに基づき、必要な場合は防爆構造機器の使用を再徹底する。
- ・ 多量(指定数量の1/5以上)の危険物取扱に先立ち、当社に対して危険物の使用目的・種別・使用方法・使用量・場所および危険物を取扱う3H(初めて、変更、久しぶり)作業に該当するかどうかについての事前申請を的確に実施する。

(現場管理の改善)

- ・ 危険物の取扱にあたって防護指示書に種別・使用量(指定数量の1/5以上・未満)を記載する。
- ・ 危険物取扱作業時のTBM-KYにおける危険物予知の確実な実施を再徹底する。

(危険物使用時の工事施行要領書への明示)

- ・ 危険物を使用する場合は、使用目的・種別・使用方法を工事施行要領書へ記載する。

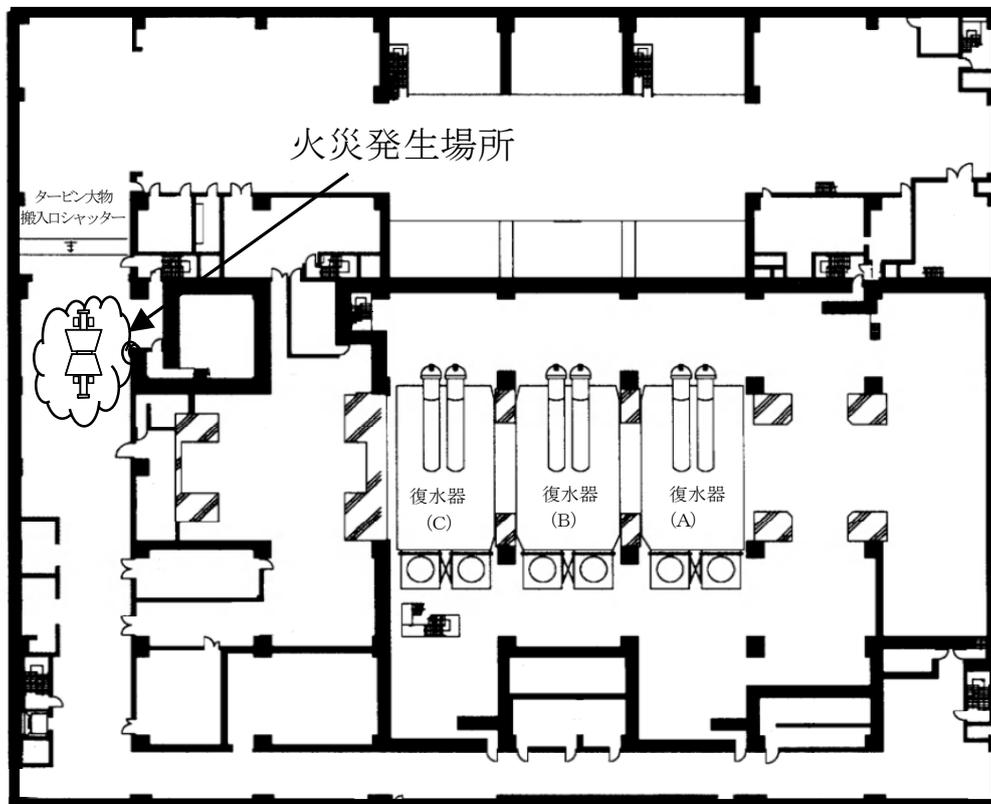
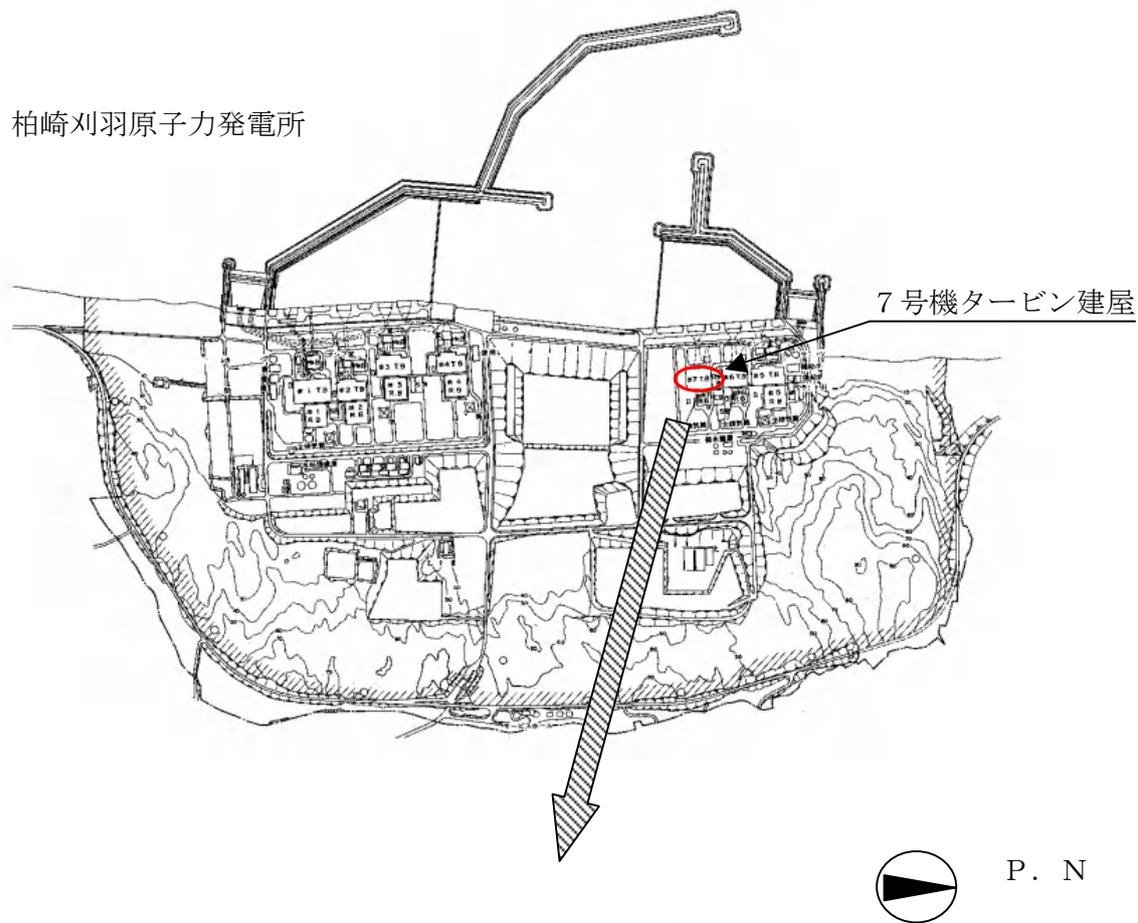
また、今回の事象に鑑み、各企業における危険物取扱作業にかかる取り組みについて当社及び協力企業間で情報交換を行い、安全管理の向上を図る場を設ける他、危険物取扱作業以外の安全管理・品質管理全般に関わる3H(初めて、変更、久しぶり)作業についても、当社として確実に把握しリスク管理できるような仕組みの構築を検討していくこととする。

以 上

## 添 付 資 料

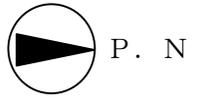
- 添付資料－1 : 火災発生場所図
- 添付資料－2 : 消火設備配置図
- 添付資料－3－1 : 作業状況（人員配置図）
- 添付資料－3－2 : 作業状況
- 添付資料－3－3 : タービンロータの洗浄方法および洗浄液について
- 添付資料－4 : 消火活動時人員配置図
- 添付資料－5 : 鎮火後の状況
- 添付資料－6 : 洗浄機を用いた再現性試験
- 添付資料－7 : 時系列（調達関係）
- 添付資料－8 : 作業体制表
- 添付資料－9 : 工事施行要領書
- 添付資料－10 : 火気厳禁危険物取扱い作業の厳守事項適用除外申請書
- 添付資料－11 : 防護指示書
- 添付資料－12 : 要因分析図
- 添付資料－13 : 再発防止対策の具体的実施内容

柏崎刈羽原子力発電所



7号機タービン建屋1階

火災発生場所図



火災発生場所

消火活動時使用消火栓 (FHT-302)  
消火栓配置状況



消火活動時使用消火器10型 (T-100)  
消火器配置状況



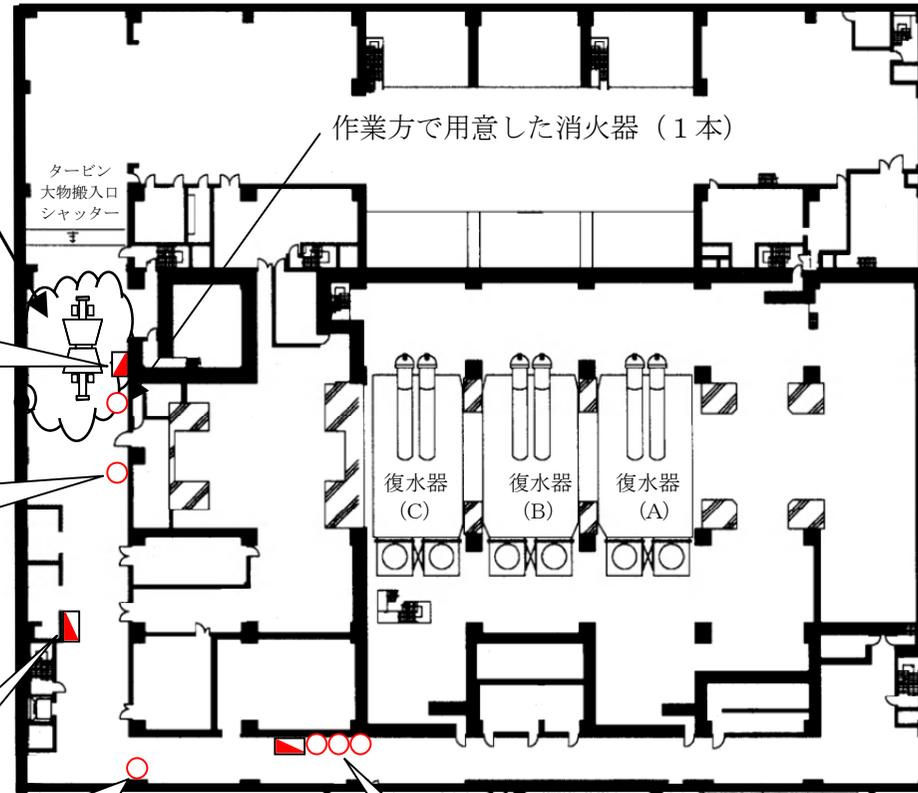
消火活動時使用消火栓 (FHT-303)  
消火栓配置状況



消火活動時使用消火器10型 (T-98)  
消火器配置状況



消火活動時使用消火器10型 (T-95)  
消火器配置状況  
(消火活動時2本持ち出したが使用したのは水色で囲んだ1本のみ)

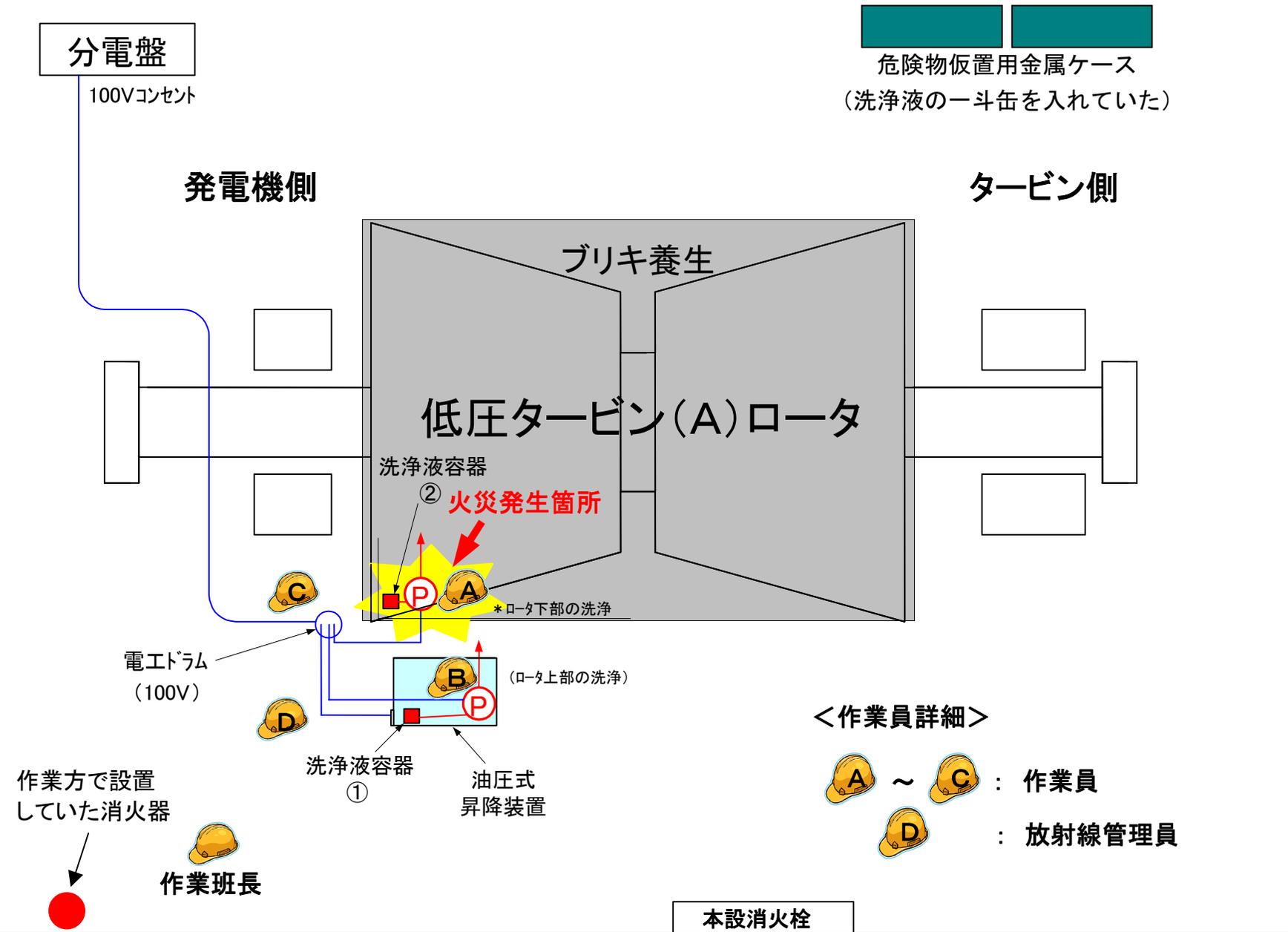


作業方で用意した消火器 (1本)

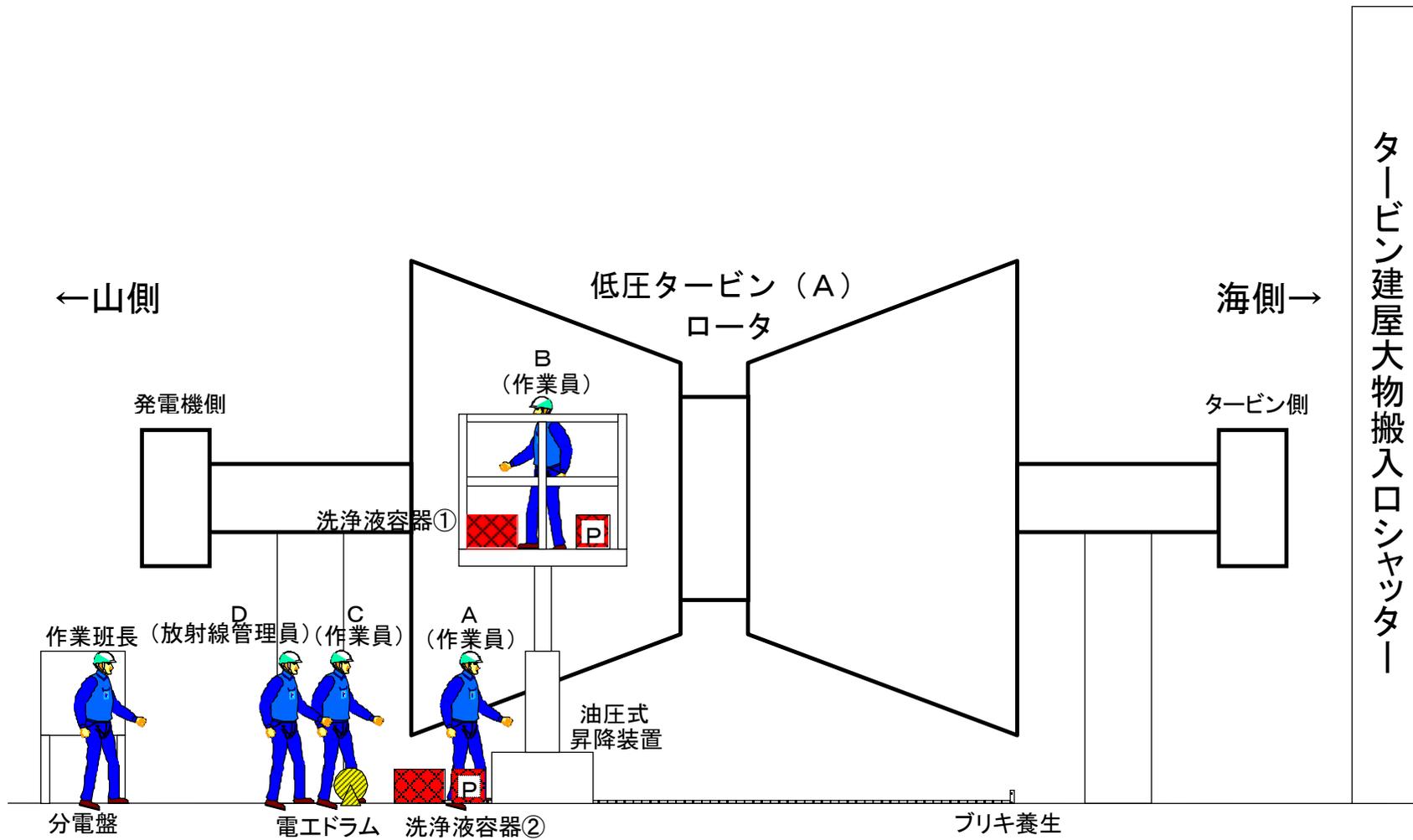
タービン  
大物搬入口  
シャッター

復水器 (C)  
復水器 (B)  
復水器 (A)

消火設備配置図 (今回の消火活動に使用したもの)

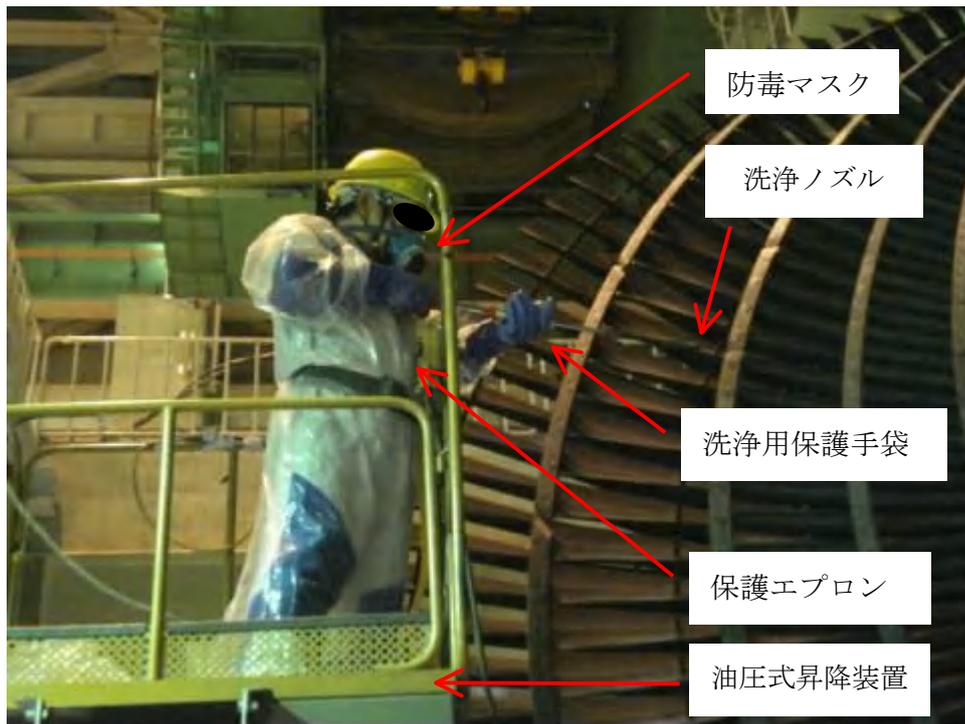


作業状況 (人員配置図 (1 / 2))



作業状況 (人員配置図 (2 / 2))

油圧式昇降装置上での洗浄作業風景



油圧式昇降装置下でのロータ下部の洗浄作業風景



作業状況 (1 / 4)

油圧式昇降装置を使った作業風景



油圧式昇降装置

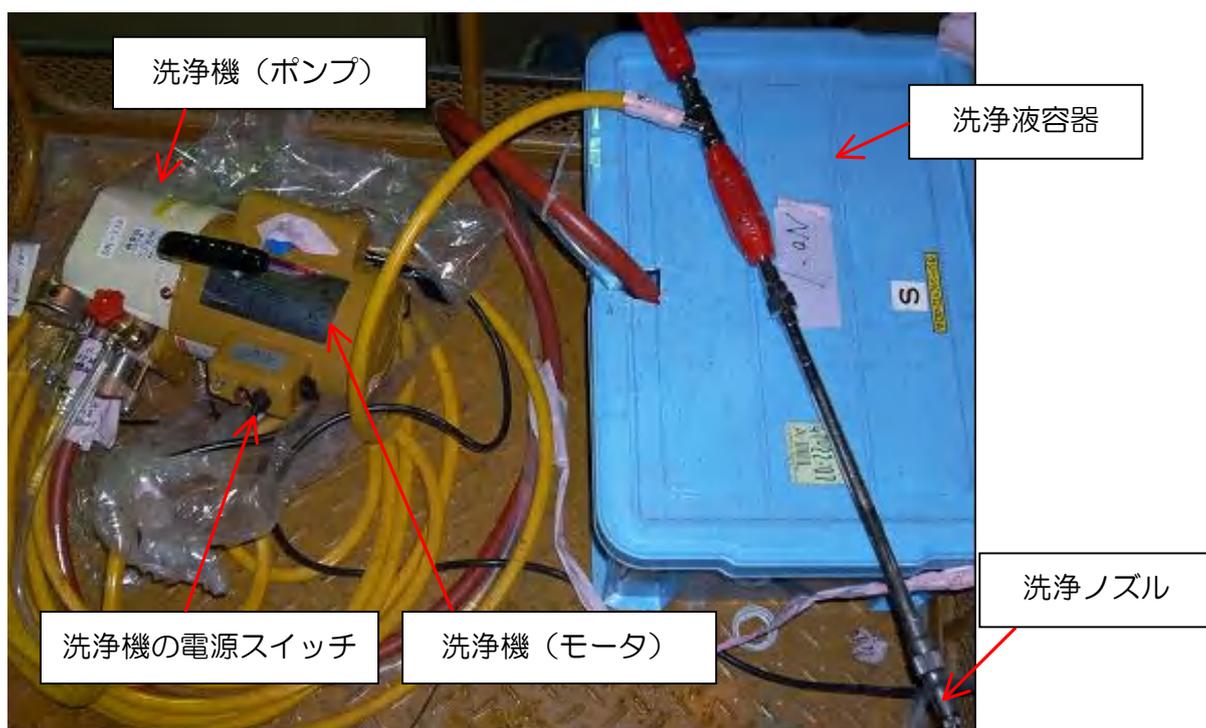
装置の昇降操作は上に乗っている作業員が有線のリモコンで行う。  
また、届く範囲で洗浄液をかけ終えた後にロータを回転させて別の範囲を洗浄する。

当日のKYボード

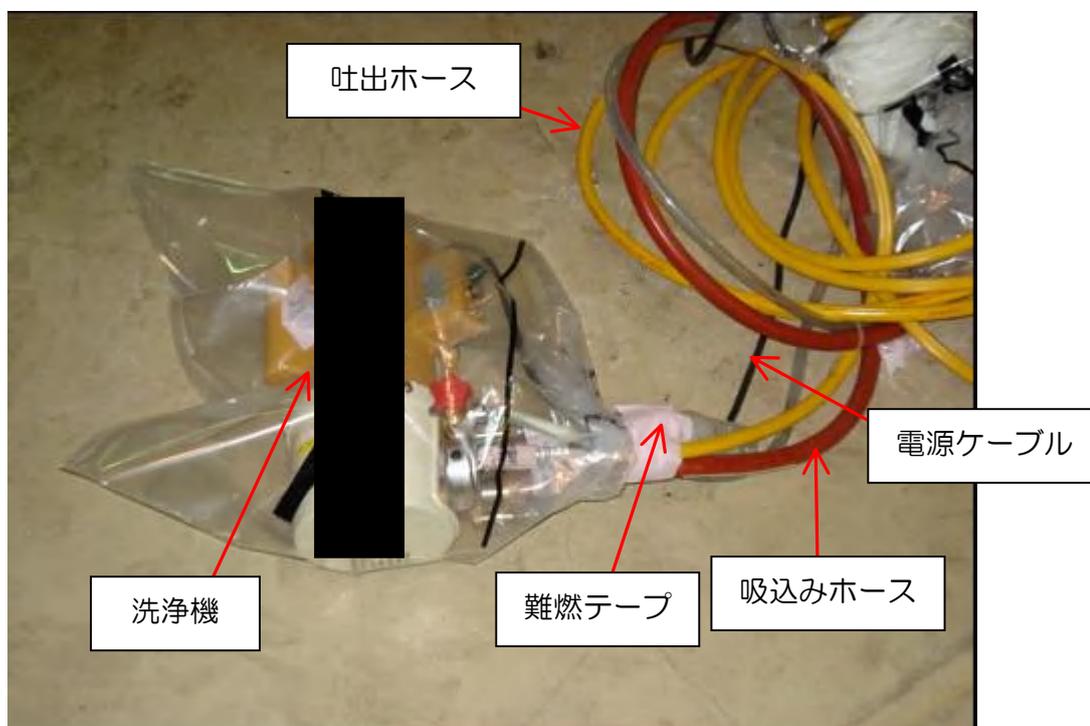


作業状況 (2 / 4)

### 洗浄のための資機材



### ビニールで養生された洗浄機



### 作業状況 (3 / 4)

## 危険物仮置用金属ケース



洗浄液の入った一斗缶



洗浄作業開始前に 9 缶運び入れ、1 缶ずつ取り出して洗浄作業を実施。  
火災発生時は 2 缶残っていた。

作業状況 (4 / 4)

## タービンロータの洗浄方法および洗浄液について

## (1) 洗浄方法について

タービンロータの洗浄方法は、スチームによる方法と洗浄液を用いる方法があるが、今回は、後工程で翼の非破壊検査（PT検査）が予定されていることを踏まえ、錆発生の心配が少ない洗浄液による方法を採用することとし、かつ従前の手作業による方法ではなく、効率的に作業可能な洗浄機により洗浄液を噴射する方法を採用した。

## (2) 洗浄液について

タービンロータの洗浄に用いた洗浄液は、危険物第四類第一石油類であった。

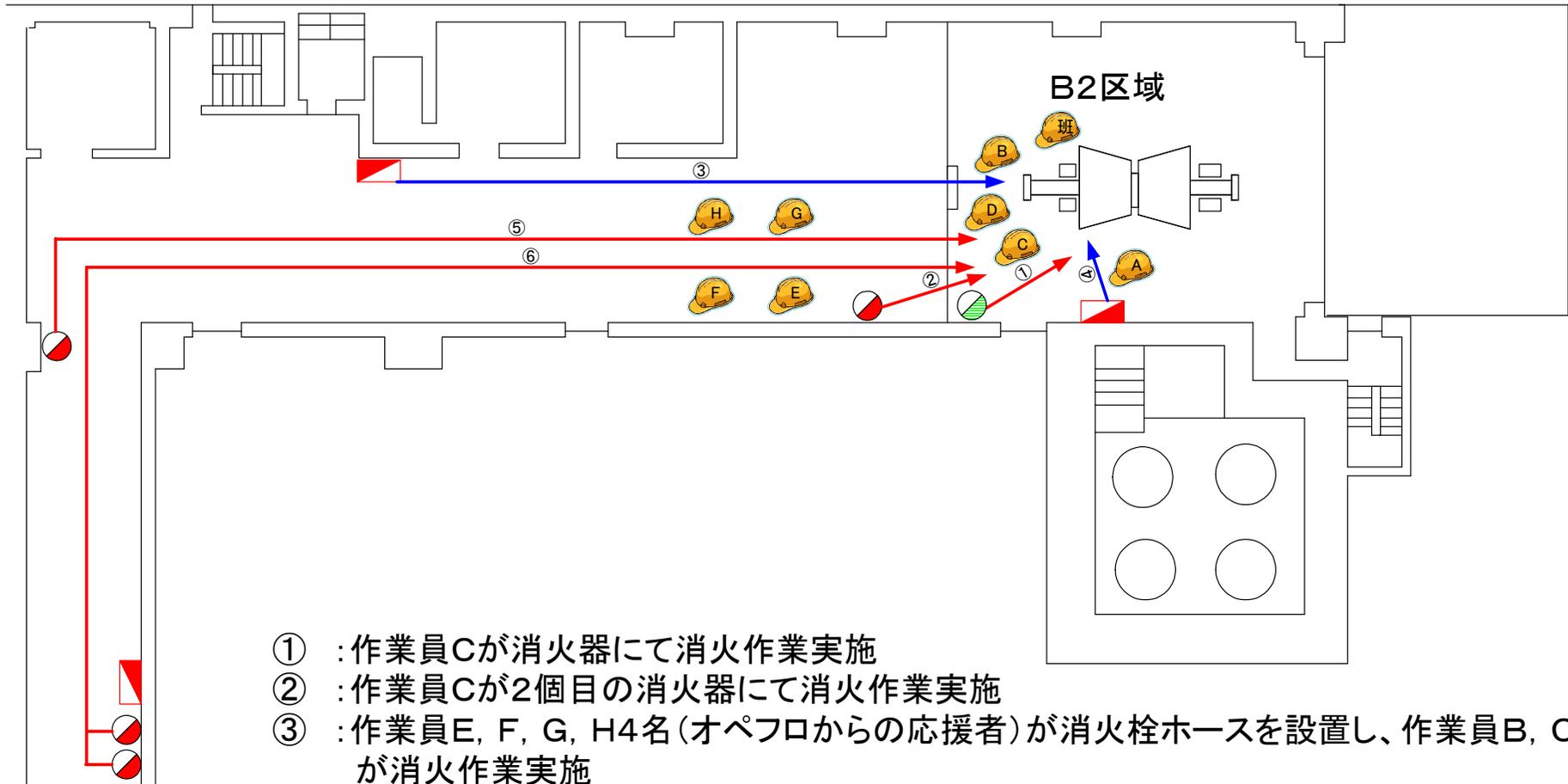
	用途	組成・成分情報	消防法	引火点 (発火点)
工業脱脂洗浄剤	脱脂洗浄剤	アルコール類／ナフテン系炭化水素／ 脂肪族炭化水素	危険物 第四類第一石油類	-17℃ (260℃)

## (3) 洗浄液の補充方法について

洗浄液は一斗缶（18リットル）に入っており、洗浄作業開始前に今回使用予定の9缶をタービン建屋大物搬入口近傍に設置されている危険物仮置用の金属ケースに保管した。

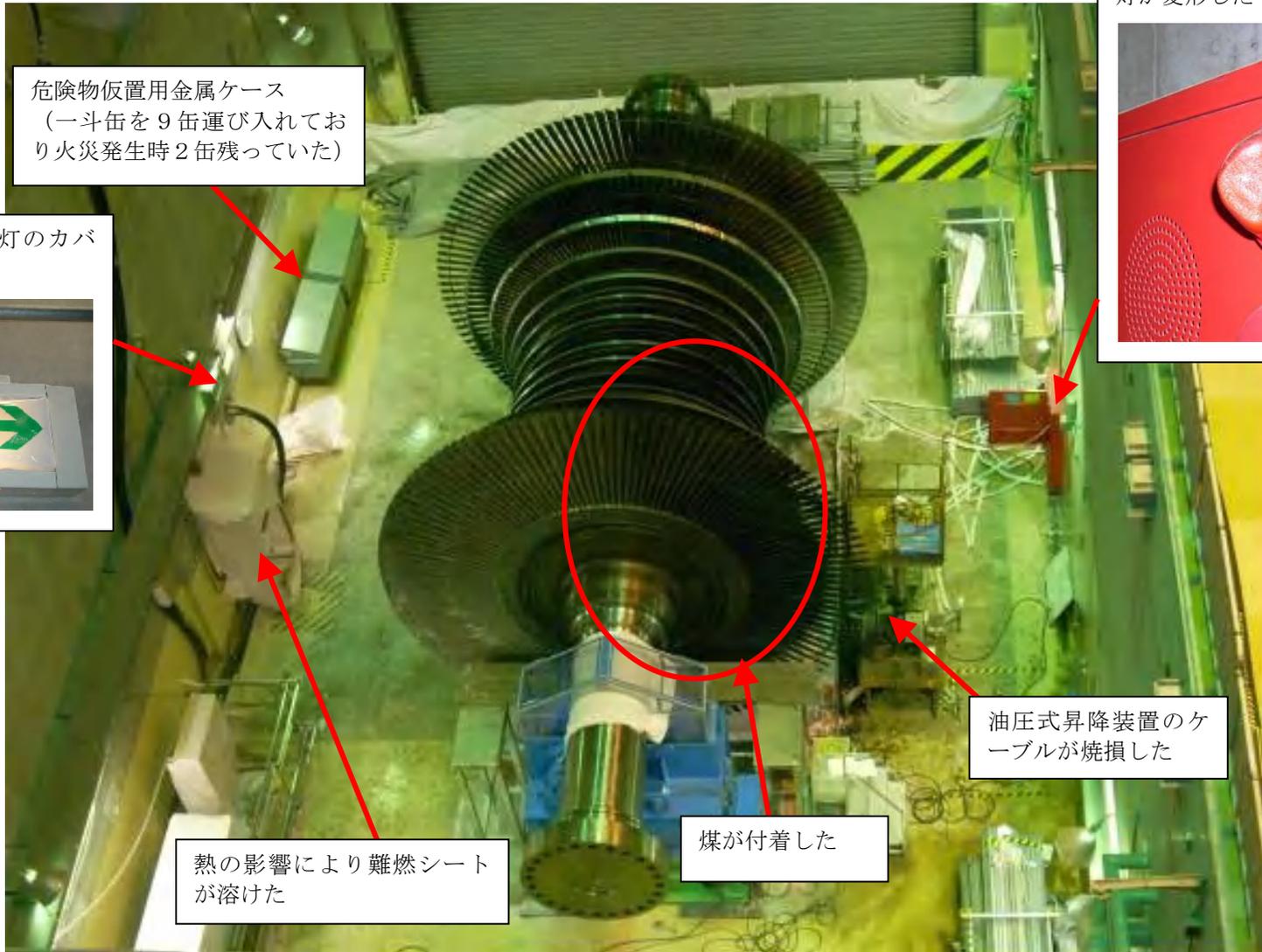
洗浄作業にあたっては、1缶ずつ使い切り、新たな缶を同ケースより持ち出し洗浄液容器に洗浄液を補充し作業を行った。

- : 消火栓
- : 消火器(本設)
- : 消火器(作業方持ち)



- ① : 作業員Cが消火器にて消火作業実施
- ② : 作業員Cが2個目の消火器にて消火作業実施
- ③ : 作業員E, F, G, H4名(オペフロからの応援者)が消火栓ホースを設置し、作業員B, Cが消火作業実施
- ④ : 作業員Aが消火栓にて消火作業実施
- ⑤, ⑥ : 作業員E, F, G, H4名(オペフロからの応援者)が消火器3本を運搬(内1本は未使用)し、作業員A, B, C, D及び作業班長が消火作業実施

消火活動時人員配置図



危険物仮置用金属ケース  
 (一斗缶を9缶運び入れてお  
 り火災発生時2缶残っていた)

熱の影響により消火栓の表示  
 灯が変形した



熱の影響により誘導灯のカバ  
 ーが変形した



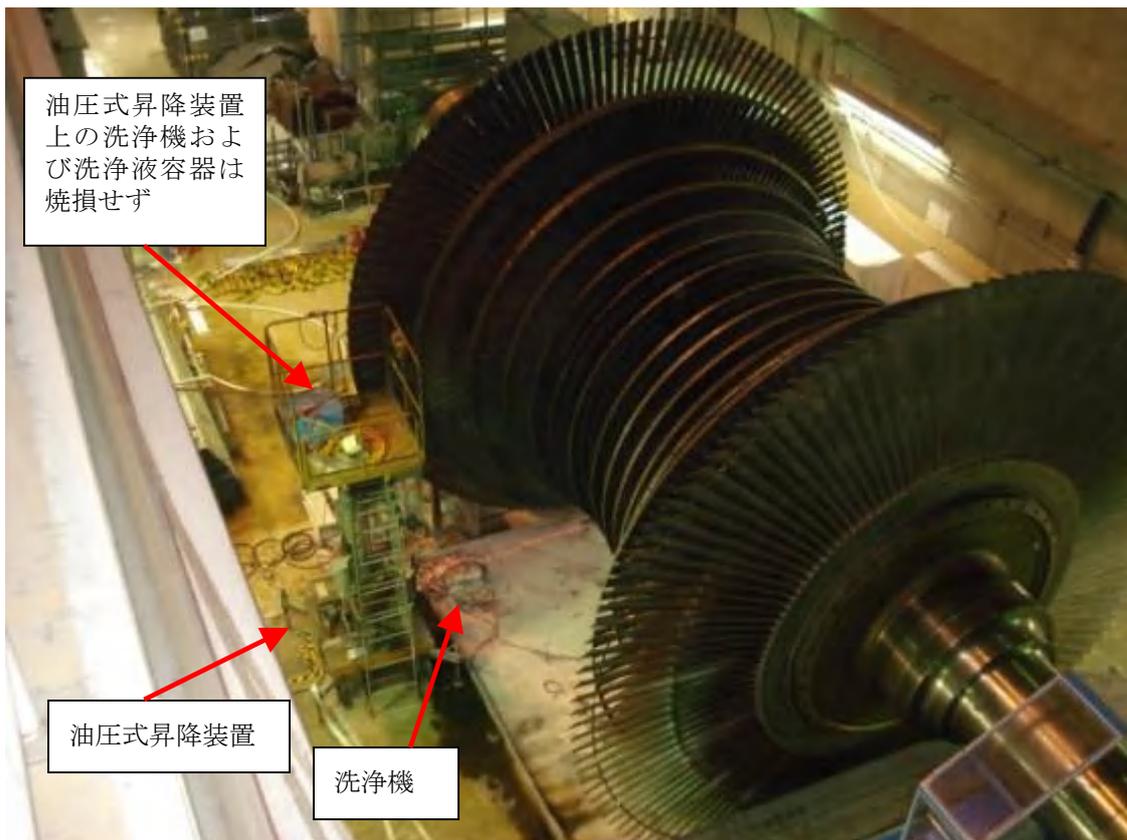
油圧式昇降装置のケ  
 ーブルが焼損した

煤が付着した

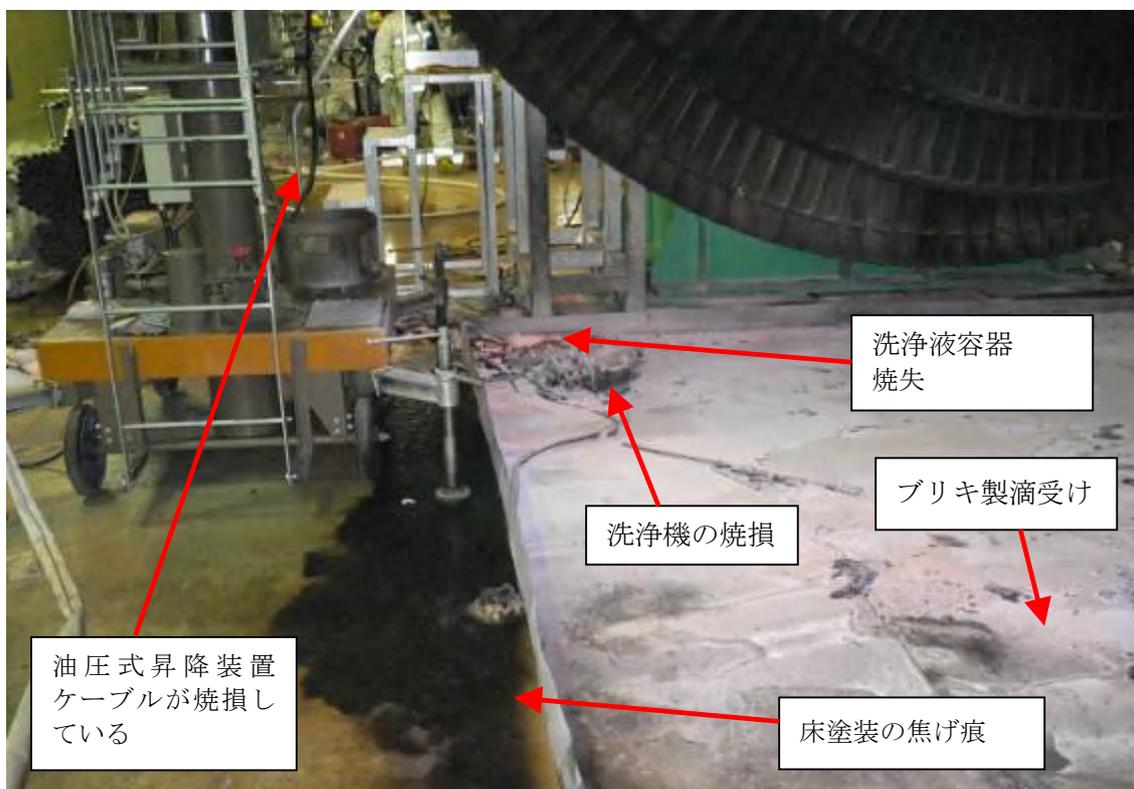
熱の影響により難燃シ  
 ートが溶けた

鎮火後の状況 (1 / 3)

作業エリアの状況（タービン建屋1階 低圧タービン（A）ロータ）



作業エリアの状況（低圧タービン（A）ロータ下部①）

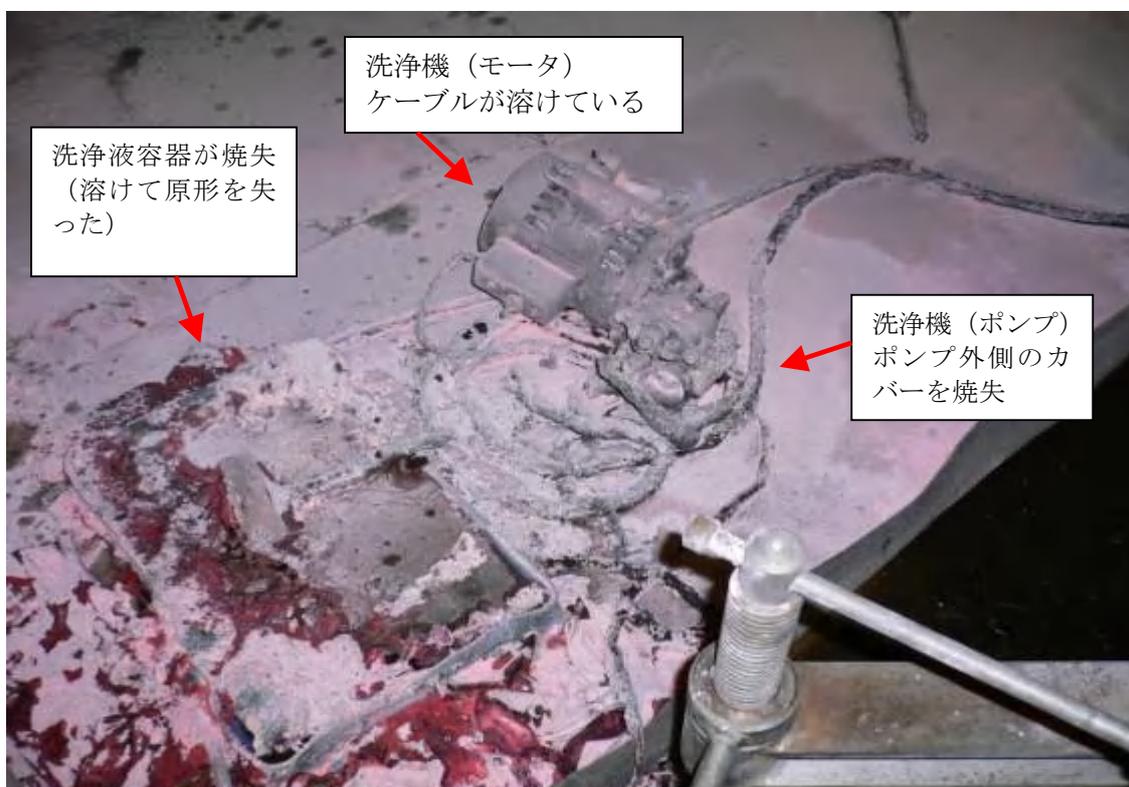


鎮火後の状況（2 / 3）

作業エリアの状況（低圧タービン（A）ロータ下部②）



作業機材の被災状況



鎮火後の状況（3 / 3）

## 洗浄機を用いた再現性試験

### 1. 目的

今回タービンロータの洗浄に使用していた洗浄機と同型のものを2台使用し、火災発生時と同様に洗浄機をビニール養生した状態で温度測定・電流測定・漏えい確認・電源操作時の火花の有無について調査した。なお、再現性試験では極力同じ条件となるように考慮したが、洗浄液を使用するのは危険であることから水道水にて模擬した。

### 2. 調査内容

火災発生当時と同様に洗浄機の起動・停止を行った場合と15分間連続運転した場合に急激な温度変化があるか、電流値の変化や漏えいがあるかを確認とともに、洗浄機起動・停止操作時に電工ドラムのブレーカが落ちるかを確認した。

また、電源スイッチを操作した場合に火花が発生するかを確認した。

### 3. 調査結果

- ①温度や電流値の変化に異常は認められなかった。また、電工ドラムのブレーカは落ちなかったが2台運転時の合計が電工ドラムの定格容量（15A）を超えていることからいつ落ちてもおかしくない状況であったと考えられる。
- ②洗浄機の運転中に1台のポンプではビニール養生の中で水の滴下（1滴）が確認された。また、15分間運転した後では両方の洗浄機においてビニール養生内部に湿気が確認された。



ビニールによる養生状態



滴下状態



15分運転後のビニール養生内部状態

- ③2台とも洗浄機の電源スイッチを「入」操作した際に青白い火花が発生した。

### 4. 結論

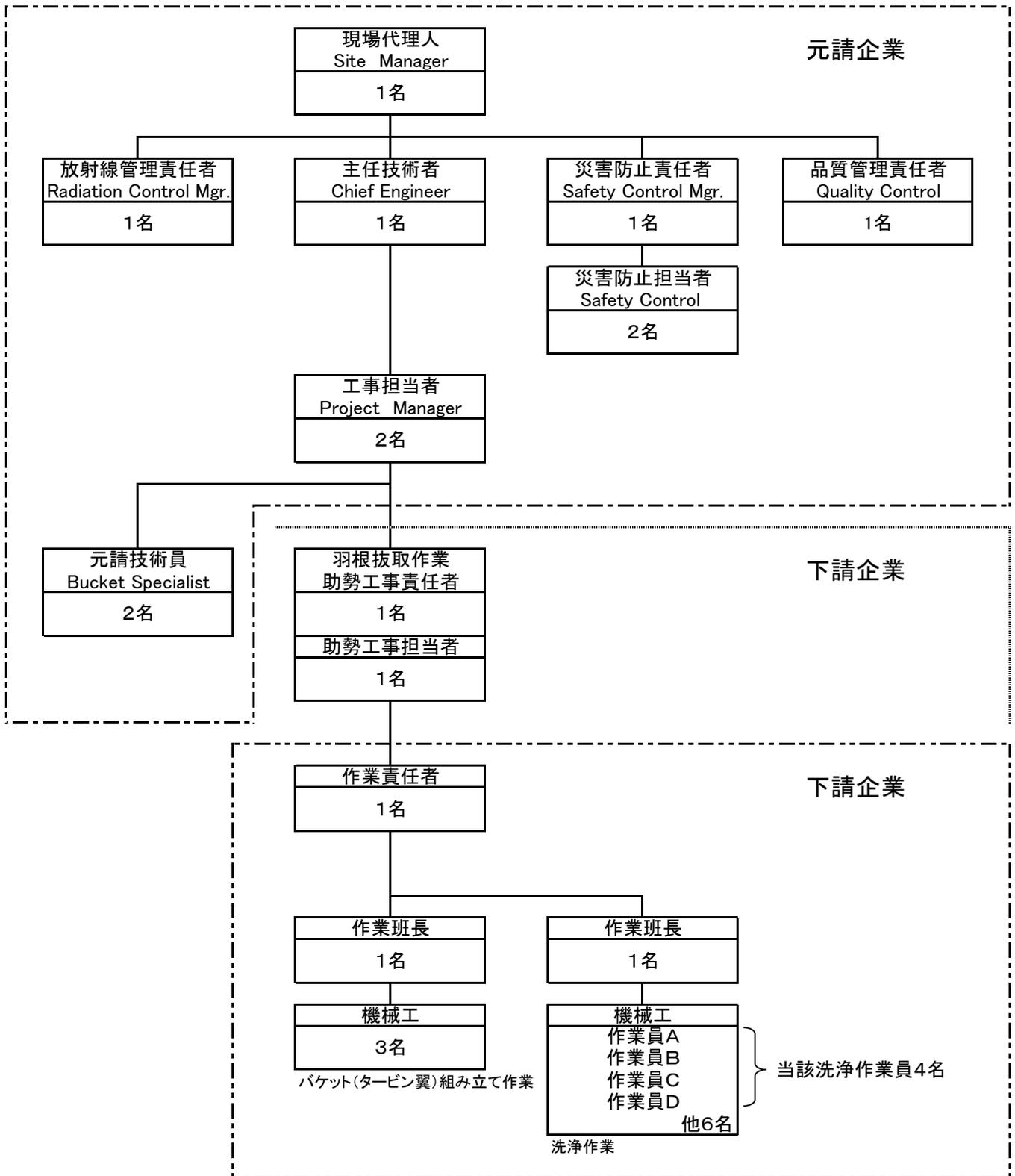
洗浄機運転中の極微量の滴下兆候およびビニール養生内部が湿った状態になったことから、ビニール養生内に洗浄液または洗浄液が気化したものが入り込める状態であったことがわかった。

また、電源「入」操作時に火花が発生することもわかったことから、これらが要因となり発火する可能性が確認された。

以上

時 系 列 (調 達 関 係)

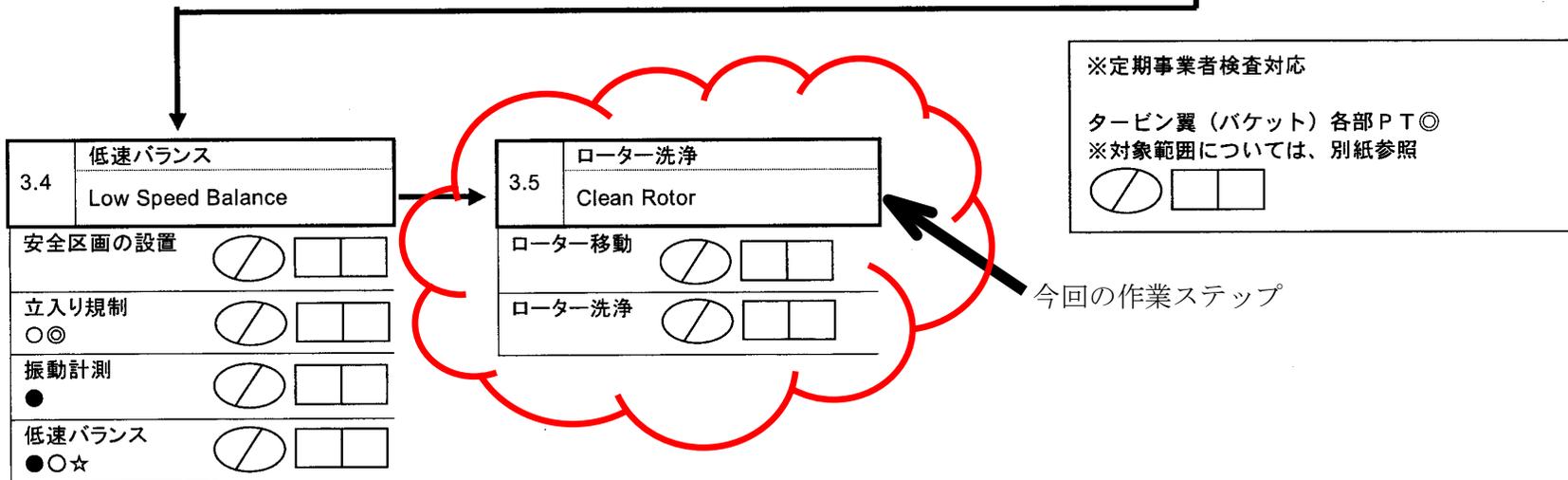
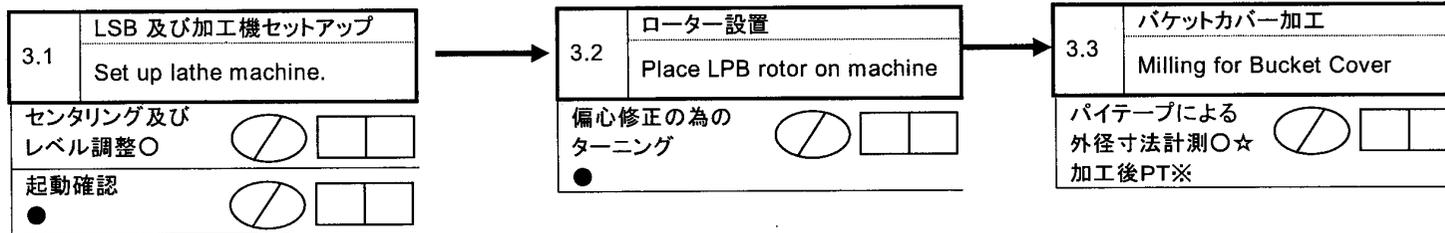
	日 付	内 容
1. 発注	H19年12月5日	7号機は中越沖地震発生に伴い停止したプラントであり、点検を実施したところ、低圧タービン第10, 11, 12, 13段に翼磨耗等が確認されたことから、翼の点検・修理作業を協力企業に発注した。
2. 安全事前評価	H20年1月21日	当社において、危険物作業としてフェーズドアレイ UT の接触媒体が抽出され、安全事前評価を実施した。さらにその後、協力企業を交えて安全事前評価を実施した。
3. 事前検討会	H20年2月27日	契約に基づき、当社と協力企業において事前検討会を実施した。その際当社より火気作業／はさまれ作業に対しTBM-KYで確実に実施するよう依頼した。
4. 作業要領書 (委託)	H20年7月30日	低圧タービンの翼損傷に伴う調査作業を行っており、この作業に第14段～16段の復旧が含まれている。なお洗浄作業については作業フロー記載されているのみ。具体的手順は無し。
5. 変更発注	H20年10月27日	第14段～16段復旧工事について、委託として発注していたものを工事（修理購買）として発注し直した。
6. 洗浄方法の検討依頼	H20年10月30日	タービン翼復旧作業*でロータ表面が切削油で汚れており、従来洗浄作業では翼とカバーの隙間など狭隘部の汚れが取り切れないと考えられたため、これを落とす効果的かつ効率的な洗浄方法を検討するよう口頭にて依頼した。（東京電力→協力企業） ※ 今回のようにタービン翼を大量に抜いて再復旧する作業は当所において前例が無く、再復旧に伴い用いた大量の切削油をロータ表面から落とす作業は初めてであった。そこで、洗浄方法を改良することを検討した。
7. 工事施行要領書提出	H20年11月3日	洗浄作業については作業フローで記載されているのみ。具体的手順は無し。 なお、地震後のタービン復旧作業には協力企業（元請）が実施する作業（翼取付等）と、協力企業（下請）が実施するロータ移動、足場掛け替え等の作業があり、当社は各作業間の取り合い調整を行っていた。その一環として、ロータ洗浄工程についてもこれを効果的かつ効率的に実施する方法について当社、協力企業（元請、下請）で調整を実施した。この頃、回転架台装置の故障や旋盤加工作業の進捗等を踏まえた、効果的かつ効率的な洗浄方法を再度依頼。（東京電力→協力企業）
8. 洗浄方法の検討、決定	H20年11月5日	協力企業（下請）は洗浄方法を検討し、洗浄機を用いた方法を計画。協力企業（下請）から協力企業（元請）に洗浄機を用いた洗浄方法を口頭にて提案し協力企業（元請）了承。協力企業（元請、下請）工事担当者から東京電力工事監理員に「電動ポンプを用いて洗浄する。」との口頭連絡。（洗浄剤の種類、量等、具体的な内容については連絡無し）



作業体制表

### 3. 最終機械加工及び低速バランス(Final Machining and Low Speed Balance)

◎	: 客先立会 (抜取り)
○	: 元請立会
無印	: 下請担当者
●	: 元請技術者
☆	: 記録
⊘	: 作業項目完了日
□	: 記録者サイン



※定期事業者検査対応  
タービン翼 (バケット) 各部PT◎  
※対象範囲については、別紙参照

今回の作業ステップ

工事施行要領書

C056

防火管理者	防火管理者補佐	G M	x = ハ"
H20.11.20	H22.11.20	H20.11.20	H20.11.20 H20.11.20

防火管理者 殿

可燃物の使用規制・火気取扱い作業  
及び火気厳禁危険物取扱い作業の厳守事項適用除外申請書

申請日 平成 20年 11月 20日  
申請会社名(元請) XXXXXXXXXX  
現場代理人 XXXXXXXXXX

以下の通り適用除外申請いたします。

元請会社名	<span style="background-color: black; color: black;">XXXXXXXXXX</span>
工事件名	K-7 主タービン本体修理
作業内容	K-7 タービンロータ修理 (LP-A/B/Cロータ洗浄) <span style="background-color: black; color: black;">XXXXXXXXXX</span>
適用除外期間	平成 20年 11月 21日 ~ 平成 20年 12月 20日
適用除外品目	火災報知センサーへのキャップ取付 (2ヶ所)
適用除外理由	火災報知器近傍におけるタービンロータ洗浄の為。(ミスト対策)
代替措置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防護指示書への明記</li> <li>・監視人の配置</li> <li>・作業中断・終了時のキャップ取外しの徹底</li> <li>・取外し忘れ防止の表示を行う事。</li> </ul>
工事監理箇所	<span style="background-color: black; color: black;">XXXXXXXXXX</span>
工事監理員氏名	<span style="background-color: black; color: black;">XXXXXXXXXX</span> 技師
特記事項	

代替措置確認サイン	元請現場代理人  工事監理箇所GM
-----------	-------------------------

放射線防護指示書

TEPCO				
課長	副課長	主任	担当	者

Project Mgr	QA Super	HP Super	Safety Super	Work Leader
-------------	----------	----------	--------------	-------------

2直

RWA件名(Title)	K7 主タービン本体修理	PTW No	
Work Place 作業場所	Rw/B K7T/B 2FL オペロ	RWA No	
Work Date 作業日	平成 20年 11月 22日 (土)	Responsible TEPCO Personnel (監理員)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>7Aロータ手入</li> <li>7B廻り作業床組立</li> <li>7B-14バケットカバー加工助勢</li> <li>旋盤・刃物台設定</li> <li>7C銀ロー付け助勢</li> <li>資機材移動、運搬、搬出準備</li> </ul> 【作業時間：20:00～翌6:00】	高所作業 (4)m	HP Engineer 放射線管理員	
	安全指示略号 (共) (高) (火) (重) (危)	Work Supervisor 作業責任者	
		Allowable Exposure 計測線量当量	0.1 mSv/日
	APD Set Point アラームメータ設定値	0.1 mSv	
作業班長		作業者数	10名
区域区分		A・B・C・D・1・2・3管理区域外	

始業前点検仮設設備機器 ガス、クレーン、分電盤、溶接機、電動工具、高速カッター、チェーンブロック、足場、玉掛用具 ( )

Radiological Condition 放射線環境	Radiation Level 労働気線量当量率 < 0.05 mSv/h	Contamination Level 表面汚染密度 ~ 0.8 Bq/cm <sup>2</sup>	Airborne Level 空気中放射性物質濃度 < 1×10 <sup>-5</sup> Bq/cm <sup>3</sup>
------------------------------	--	--	--

Instruction 防護指示内容	Protective Clothing 防護装備	<input type="checkbox"/> "A" Clothing A服 <input checked="" type="checkbox"/> "B" Clothing (Blue) B服 (青) <input type="checkbox"/> "C" Clothing (Orange) C服 (オレンジ) <input type="checkbox"/> Cotton Gloves (Yellow, Red) 綿手袋 (黄、赤) <input checked="" type="checkbox"/> Rubber Gloves ( Pieces) ゴム手袋 (1枚) <input type="checkbox"/> Full Face Mask 全面マスク <input type="checkbox"/> Rain Suit (Top, Bottom) アノラック (上、下) <input type="checkbox"/> Others その他	チェック AM PM
	Contamination Control 汚染拡大防止策	<input type="checkbox"/> Decontamination 除染 <input type="checkbox"/> Sheet Covering シート養生 <input checked="" type="checkbox"/> Others 移動物品(含廃棄物)の汚染検査	
	Exposure Reduction 被ばく低減対策	<input type="checkbox"/> Shielding 遮蔽 <input type="checkbox"/> Standby 待機エリア <input type="checkbox"/> Others その他	

安全指示	元 一次	(高) 高所作業	足場作業主任者、製網、安全網、安全ネット、立入規制、標識、柵、申木、吊り袋、吊網、 上下作業禁止、ハシゴ、開口部養生、落下防止、蓋、監視員 ( )
	■ ■	(閉) 閉口部作業	(本設架台、グレーチング取外し作業含む) 本設架台、グレーチング取外し部養生(柵、標識、 代替通路)、(足場盛付作業含む) 盛付後の足場確認、復旧
	□ □	(閉) 閉所内作業 (危) 酸素欠乏等危険作業	酸素欠乏作業主任者、酸素濃度測定、硫化水素濃度測定、換気、出入人員確認表示、照明、標識、 立入規制、可燃物除去、感電防止、空気呼吸器、安全带、ロープ等遊離用具、監視員 ( )
	■ ■	(溶) 溶接、溶断作業 (火) 火気作業	有資格者、保護具、火花養生、可燃物除去、換気、至元消火器、始業前点検、感電防止、 二次昇線の位置確認、作業後の火気確認、監視員 ( )
	□ □	(充) 充電部近接作業	充電部隔離養生、検電、保護具、検電、立入規制、標識、監視員 ( )
	■ ■	(重) 重量物取扱作業 (吊) 吊込運搬作業	玉掛者、指揮者指名、積荷状況確認、立入規制、標識、荷重確認、運搬路養生、コロボリ、柵、 周辺機器養生、開口部養生、安全帯、監視員 ( )
	■ ■	(有) 有機溶剤または (危) 危険物取扱作業 (可燃性液体の取扱い等を含む)	有機溶剤作業主任者、ガス濃度測定、表示、標識、局所排気機、換気、待込確認、立入規制、 防爆構造機器、防爆照明器具、近接火気作業禁止、エアラインマスク、防毒マスク、保護具、 飛散防止養生、金属製蓋付容器、消火器、監視員 ( )
	□ □	(回) 回転体近接作業	回転部隔離養生、スイッチ確認、中操確認、標示、区画、監視員 ( )
■ ■	(共) 共通事項	防護マスク、保護メガネ、防護手袋、軍手袋、開立、立入規制、標識、絶縁手袋、落下防止、 照明、上下作業の有無確認、監視員 ( )	
□ □	(放) 高線量及び高汚染	上記放射線指示による、時間管理、装備者脱指導員、監視員 ( )	

Remarks 特記事項 台車使用時の基本事項遵守 玉掛状態確認 火気作業開始前の可燃物除去

Distribution 配布先	タービン Gr
■ Turbin Section	HP ルーム
□ HP Office	

確認者氏名	班 午前	午後	元 一次	監視員	午前	午後
-------	------	----	------	-----	----	----



再発防止対策に関わるアクションプラン

項目	アクションプラン	実施箇所	平成20年度					平成21年度		備考
			1月	2月	1月	2月	3月	4～9月	10～3月	
<b>[1] 安全管理体制の改善にかかる対策</b>										
【当社が行う元請の安全管理体制に関する評価の強化】 海外メーカーや初めて元請となる協力企業に対して、当社は工事施行時の安全管理ができる体制になっているか確実に評価することができるプロセスに見直す。	a. 海外メーカーや初めて元請けになる協力企業に対しては、安全事前評価において協力企業の安全管理体制を評価（当該企業の工事実績、災害防止責任者の実務経験等）することを明確にし、指示文書を発行して発電所内に指示を行う。	発電所								
	b. 上記の指示内容を三次マニュアル（「安全事前評価マニュアル」）に反映し、マニュアルの改訂を行う。	発電所								
<b>[2] 工事施行要領書に対する要求事項の改善にかかる対策</b>										
【当社が行う工事施行要領書に対する要求事項の改善】 ・危険物に対する要求事項の明確化の観点から、危険物を取扱う場合は、使用目的・種別・使用方法を記載させ、確認することができるプロセスに見直す。	a. 危険物を取扱う工事においては、工事施行要領書に使用目的、種別、使用方法を記載することに関する指示文書を発行し、保守連絡会及び安全推進協議会を通じ協力企業に対し指示を行う。	発電所								
	b. 上記の指示内容を「工事共通仕様書 [原子力]」に反映し、二次マニュアルの改訂を行う。	本店 原子力設備管理部								
<b>[3] 教育およびルールの改善にかかる対策</b>										
<b>3a. ①当社が行う防火対策の徹底</b>										
防火管理者が当社・協力企業の防火業務の取り組み状況を定期的に確認するとともに、必要に応じて改善を実施または指示する。	a. 防火管理者は、当社の防火業務の取り組み状況（防火の対策実施状況、教育・訓練）について、毎年度末に防火管理委員会にて報告する。	発電所								以後、継続実施
	b. 防火管理者は、協力企業の防火業務の取り組み状況（防火の対策実施状況、教育・訓練）について、毎年度末に各企業から防火管理状況の報告を受け、報告結果に基づき必要に応じて改善を指示する。	発電所								以後、継続実施
<b>3a. ②防火教育の徹底</b>										
1) 防火管理者が当社工事監理員に対して防火教育を実施する。 2) 防火管理者による協力企業における防火教育実施状況の定期的確認と、必要に応じて改善を指示する。 3) 協力企業は、防火対策への取り組みを定期的に確認し継続的に改善する。 4) 作業員への防火教育を実施し、当社へ報告する。	a. 防火管理者は当社の工事監理員全員に対し、防火に関連する法令や過去の火災事例の周知の他、火気作業管理・危険物取扱作業管理のポイント等の防火教育の再教育を実施する。	発電所								
	b. 防火教育を繰り返し実施する仕組みについて検討する。	本店 原子力運営管理部								
	c. 協力企業の取り組み状況については、「3 a. ①当社が行う防火対策の徹底」の b. に含めて確認する。	発電所								
<b>3a. ③協力企業による安全管理の徹底</b>										
1) 安全管理に一義的責任を有する協力企業は自らの責任を再認識し、危険物取扱作業に対して、工事施行要領書のチェックなど安全管理を再徹底する。 2) 構内協力企業の災害防止責任者に防火管理講習を速やかに受講させる。（半年以内）	a. 協力企業に対し、当社に提出する工事施行要領書などについて、工事共通仕様書 [原子力]（安全対策仕様書）の適用事項が反映されていることの確認を要請する旨の文書を発行し、保守連絡会及び安全推進協議会を通じ協力企業に対し要請を行う。	発電所								
	b. 構内協力企業の災害防止責任者に、防火管理講習を今後半年以内を目途に受講するよう要請する旨の文書を発行する。	発電所								
<b>3b. 協力企業によるルールの遵守</b>										
1) 危険物を取扱う場合は「火気厳禁危険物使用チェックシート」を使用するなど、工事共通仕様書等に定める事項の遵守を再徹底する。 2) 防爆構造機器使用判断フローに基づき、必要な場合は防爆構造機器の使用を再徹底する。	工事共通仕様書に定める「火気厳禁危険物の取扱い」等のルールの遵守について指示文書を発行し、保守連絡会及び安全推進協議会を通じ協力企業に対し再徹底の指示を行う。	発電所								
<b>3c. 当社が行うルールの改善</b>										
1) ポンプを用いた危険物第四類特殊引火物、第一石油類、アルコール類および第二石油類の噴霧・噴射の禁止（塗装作業を除く）をルール化する。	a. ポンプを用いた危険物第四類特殊引火物、第一石油類、アルコール類および第二石油類の噴霧・噴射の禁止（塗装作業を除く）について指示文書を発行し、保守連絡会及び安全推進協議会を通じ協力企業に対し指示を行う。	発電所								
	b. 上記の指示内容を「工事共通仕様書 [原子力]」に反映し、二次マニュアルの改訂を行う。	本店 原子力設備管理部								
<b>3d. 当社が行うルールの改善</b>										
1) 多量（指定数量の1/5以上）の危険物取扱に先立ち、危険物の使用目的・種別・使用方法・使用量・場所および危険物を取扱う3H（初めて、変更、久しぶり）作業に該当するかどうかを事前申請することをルール化する。 2) 多量（指定数量の1/5以上）の危険物を取扱う3H（初めて、変更、久しぶり）作業については、すべて安全事前評価を実施する。	a. 多量（指定数量の1/5以上）の危険物取扱に関する事前申請について指示文書を発行し、保守連絡会及び安全推進協議会を通じ協力企業に対し指示を行う。 （事前申請については工事監理箇所が審査し、防火管理者が許可とする。）	発電所								
	b. 上記の指示内容を「工事共通仕様書 [原子力]」に反映し、二次マニュアルの改訂を行う。	本店 原子力設備管理部								
	c. 多量（指定数量の1/5以上）の危険物取扱作業について安全事前評価を実施することを明確にし、指示文書を発行して発電所内に指示を行う。	発電所								
	d. 上記内容を三次マニュアル（「安全事前評価マニュアル」）に反映し、マニュアルの改訂を行う。	発電所								
<b>3e. 協力企業による現場管理の改善</b>										
1) 危険物取扱にあたって防護指示書に種別・使用量（指定数量の1/5以上・未満）を記載する。 2) 危険物取扱作業時のTBM-KYにおける危険物予知の確実な実施を再徹底する。	a. 以下について指示文書を発行し、保守連絡会及び安全推進協議会を通じ協力企業に対し指示を行う。 ・危険物取扱にあたって防護指示書に種別・使用量（指定数量の1/5以上・未満）を記載 ・危険物取扱作業時におけるTBM-KYの確実な実施	発電所								
	b. 上記の指示内容を「工事共通仕様書 [原子力]」に反映し、二次マニュアルの改訂を行う。	本店 原子力設備管理部								
<b>[4] その他</b>										
危険物取扱作業以外の安全管理・品質管理全般に関わる3H（初めて、変更、久しぶり）作業についても、当社として確実に把握しリスク管理できるような仕組みの構築を検討する。	危険物取扱作業以外の安全管理・品質管理全般に関わる3H（初めて、変更、久しぶり）作業についても、当社として確実に把握しリスク管理できるような仕組みの構築を検討する。	発電所								

安全推進協議会は、東京電力管理職及び構内協力企業の現場代理人が対象。  
保守連絡会は、安全推進協議会に加盟する協力企業のうち、保全部・運転管理部に関連する協力企業の現場代理人が対象。

柏崎刈羽原子力発電所 7 号機

タービン建屋における火災の影響を受けた可能性のある機器の  
性能等への影響の有無及び健全性確認について

平成 20 年 12 月

東京電力株式会社

## 目 次

1. はじめに	1
2. 火災の影響を受けた可能性のある機器の抽出の考え方	1
3. 火災の影響を受けた可能性のある機器の健全性確認結果	1
4. まとめ	5
添付資料	6

## 1. はじめに

平成20年11月22日、7号機タービン建屋1階大物搬入口（管理区域）付近で行われた低圧タービン（A）ロータの洗浄作業において火災が発生し負傷者が発生した。

本火災について、原子力安全・保安院より、平成20年11月28日付文書（平成20・11・27 原院第16号）にて火災の発生した原因および再発防止対策について検討と報告が指示された。また、同指示文書において、火災の影響を受けた可能性のある機器について、性能等への影響の有無、健全性の確認を行い、報告を行うことが求められていることから、その結果について取りまとめたものである。

## 2. 火災の影響を受けた可能性のある機器の抽出の考え方

火災発生エリア（タービン建屋1階大物搬入口付近）において、火災の影響を受けた可能性のある機器について、健全性確認対象機器の抽出フローに基づき対象機器を抽出した。

火災の影響を受けたエリアの抽出については、機器・設備及び仮置き物品等の火災による焼損物品の有無および煤の付着の有無を確認することにより抽出を行った。

火災発生エリア付近は、東西方向がタービン大物搬入口シャッターと通路、南北方向がコンクリート壁で囲まれる吹抜け構造となっている。当該エリアから通路に設置される近接機器および上方向の壁、タービン・オペレーティング・フロアについて、火災による損傷物品の有無および煤の付着状況について確認したところ、火災発生エリア近傍のみであった。

（添付資料－1）

なお、煤を吸引した可能性のあるタービン建屋の排気フィルタの目視点検及び差圧を念のため確認したが、特に異常は確認されなかった。

以上を踏まえ、健全性確認対象機器の抽出フローで抽出された以下の機器に対し健全性の確認を行った。

- (1) 消火栓および避難誘導灯
- (2) 床面
- (3) 低圧タービン（A）
- (4) エリア放射線モニタ

（添付資料－2，3）

## 3. 火災の影響を受けた可能性のある機器の健全性確認結果

上記2. 火災の影響を受けた可能性のある機器の抽出の考え方に基づき抽出された対象機器について、性能等への影響の有無の評価を実施し、健全性の確認を実施した。

（添付資料－3，4）

- (1) 消火栓および避難誘導灯の健全性確認

火災により消火栓の表示灯カバーおよび避難誘導灯のプラスチック製カバーに熱による変形が確認されたことから、性能等への影響の有無の確認を行った。

当該消火栓（FHT-302）の外観目視点検を行い当該カバー以外に異常は確認されなかつ

た。また、7号機の自動火災報知設備の中央制御室に設置される受信機は、火災検出器等の断線等を含む電気信号の自動診断機能を有するが、火災発生以降、当該受信機は消防用設備等に関する異常を検出していない。なお、今回の火災時に当該エリアで警報が発報していることおよび火災時に当該消火栓より放水していることから、当該消火栓の機能が健全であることは確認されている。

また、避難誘導灯についても内部の蛍光灯の球切のないことを確認している。熱により変形した消火栓の表示灯については平成20年11月23日、避難誘導灯については平成20年11月25日にカバー部を新品に交換した。

以上から、消火栓および避難誘導灯の性能等への影響は無く健全であると評価した。

## (2) 床面の健全性確認

火災の熱により床塗装面が黒く焦げたことが確認されたことから、床の性能等への影響の有無の確認を行った。

床の健全性確認にあたっては、「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説：日本建築学会」（以下、「維持管理指針」という）に準拠して実施した。維持管理指針では、火災による熱を劣化要因とする主な劣化事象は「強度低下」「ひび割れ」「剥離・剥落」「爆裂」「水分逸散」であり、当該劣化事象に関し調査を実施した。さらに、維持管理指針では、火害<sup>※1</sup>に対する点検方法や健全性評価の方法は「建物の火害診断及び補修・補強方法：日本建築学会」（以下、「火害指針」という）に準じて個別に実施することを推奨していることから、火害指針に従い1次調査として目視による外観検査を実施し、その後2次調査として非破壊検査等を実施した。

※1：火災によって被害を受けることをいう。

### ① 1次調査（目視による外観検査）結果

目視による外観検査により外観上の被害状況を確認し、コンクリートの変色、ひび割れの状況、剥離・剥落の状況、爆裂の状況、水分逸散の状況について確認を行った。その結果、床表面の塗装部（エポキシ樹脂塗装）にひび割れや剥離等の発生を確認した。

外観検査結果から受熱温度を推定した結果、以下のことが分かった。

- ・床のエポキシ樹脂塗装について、塗装のひび割れや剥離は100～300℃程度で発生し、一部でひび割れが確認されているが塗膜の溶解や焼失はないことから、受熱温度は300℃以下と推定される。
- ・火害を原因とするコンクリートのひび割れは確認できなかったことから、概ね受熱温度は300℃以下と推定される。

以上の結果から、コンクリートの受熱温度は100℃～300℃程度であると評価され、火害等級は5段階評価のうちの「Ⅱ級」の可能性が懸念された。

### ② 2次調査（非破壊検査等）結果

1次調査において「Ⅱ級」の可能性とされた床面コンクリートに対し、リバウンド

ハンマーによる反発硬度試験、コンクリートコア部から採取したコアに対し圧縮強度試験と中性化深さの測定を行った。

a. 反発硬度試験

床面について、今回の火災により影響を受けた火害部と比較のため健全部のコンクリート部分に対してリバウンドハンマーを用いて床表面へ打撃を加え表面硬度を測定した。その結果、火害部と健全部の表面硬度に関し差異はないということが確認された。

b. 圧縮強度試験

床の火害部から採取したコンクリートコアを用いて圧縮強度試験を実施した結果、床の火害部は  $45.2\text{N/mm}^2$  であり、設計基準強度 ( $33\text{N/mm}^2$ ) 以上であることが確認された。

c. 中性化深さの測定

床の火害部から採取したコンクリートコアを、中性化深さを測定<sup>\*2</sup>することにより受熱温度の推定が可能になる。このため、中性化深さの測定をした結果、中性化は生じておらず、火害による影響は確認されなかった。

※2：コンクリートは経年的な影響により表面から徐々に中性化が進行するが、火災による加熱を受けた場合でも、コンクリート中の遊離アルカリ分である水酸化カルシウムが熱分解し、アルカリ性が減少し中性化する。この反応はコンクリート温度が  $500\sim 580^\circ\text{C}$  で生じるものであり、中性化深さを測定することにより受熱温度の推定が可能になる。

以上の結果から、火害等級は「Ⅱ級」と診断され鉄筋コンクリート構造物の補修・補強については仕上げの補修でよいものと判断された。

### ③総合評価

1次調査と2次調査の結果から、コンクリート部分に影響を及ぼすひび割れ、剥離・剥落、爆裂、水分逸散は確認されず、コンクリートの強度は設計基準強度以上を有していることから、床に対する仕上げの補修は要するが、躯体の補修は必要なく性能等への影響は無く健全であると評価した。

(添付資料-5)

### (3) 低圧タービン (A) の健全性確認

ロータの発電機側動翼への煤の付着が確認されたことから性能等への影響の有無の確認を行った。

<煤等の付着状況>

煤の付着状況を目視確認したところ、すべて除去可能なものであったが付着状況に応じて3分類し、煤の付着していない部位を Level 1、ウエス等で除去可能な煤が付着している部位を Level 2、サンドペーパー等で除去可能な煤が付着している部位を Level 3 と分類し、その後ブラスト<sup>\*3</sup>により煤の除去を実施した。

また、タービンに付着した煤を採取しEDS分析<sup>\*4</sup>を行った結果、消火剤に含ま

れる金属腐食成分であるP（リン）およびS（硫黄）が検出された。これらの物質が狭隘部に残存する可能性があるためスチーム洗浄を実施したのち、pH測定を行った結果、中性であることを確認し、また洗浄後の水を採取し成分分析を行った結果、P（リン）成分は検出限界未満であり、S（硫黄）成分は基準値100ppmに対し測定値で0.2ppmと低く、消火剤の影響がないと考えられる。

※3：金属の粉体などを吹き付けて対象物の表面を研磨する加工法。

※4：エネルギー分散型X線分光。電子を照射した際に試料から生じるX線を検出し、試料表面の元素を測定する方法。

#### <外観目視点検>

外観目視点検を実施したところいずれの部位にも変形のないことが確認された。また、最も温度管理の厳しいロウ付け部（600～700℃）の点検でも異常は見られず火災の影響を受けていなかった。また、動翼の変態点（約730℃以上）に比べ低いことから性能への影響はないと思われる。

（添付資料－6，7）

タービン表面に熱による影響がなかったことを確認するため以下①②③の調査を実施した。

##### ①レプリカ採取・観察

影響が想定される箇所に対して金属組織の変態の有無を調査するため、レプリカ法<sup>※5</sup>による金属組織の転写およびその観察を行った。

その結果、最も高温にさらされたと思われるLevel 3部位でも、高温状態になった際に生じるオーステナイトが析出しておらず、Level 1部位と同じ一般的なマルテンサイト<sup>※6</sup>の様相を呈していることを確認した。

また、ロータに関してもLevel 3部位の組織はLevel 1部位と同じベイナイト<sup>※7</sup>の様相を呈しており、火災の影響はないことを確認した。

※5：フィルム状の樹脂を金属面に貼り付け、金属組織を転写させる方法。

※6：麻の葉状または針状の形態をとる金属組織。

※7：羽毛状または針状の形態をとる金属組織。

（添付資料－8）

##### ②硬度測定

高温の熱を受けた場合、焼入れの状態となって硬度に変化の生じた可能性があるため硬度測定を行った結果、Level 3部位の硬さは、219～355HBであり、Level 1部位の硬さ224～364HBと有意な差が見られないことを確認した。また、動翼フォーク部損傷事象を受け、動翼の取替えを行った部位<sup>※8</sup>についても、硬度測定結果は基準値内であることを確認した。

※8：柏崎刈羽原子力発電所6号機および7号機において低圧タービン動翼の損傷事象を確認し、その点検結果を平成20年7月31日にお知らせした。

（添付資料－9）

### ③磁粉探傷試験（MT）※<sup>9</sup>

熱の影響により材料表面に欠陥の生じた可能性があるため、Level 3 部位に対して磁粉探傷試験を行った結果、欠陥は確認されなかった。

※<sup>9</sup>：鉄鋼材料等を磁化し、欠陥部分に生じた磁極による磁粉の付着を利用して欠陥を検出する非破壊試験方法。

（添付資料－10）

上記①～③の調査結果から、低圧タービン（A）への熱による影響および化学的影響は確認されないことから、低圧タービン（A）の性能等への影響は無く健全であると評価した。

なお、念のために「振れ計測」を実施しロータのたわみの有無を確認した結果、ロータ中心部での判定基準値 0.101mm に対して、測定値は最大で 0.03mm であり、判定基準値を下回ることを確認した。

（添付資料－11）

#### （4）エリア放射線モニタの健全性確認

覆っていた養生シートが溶けており、火災の熱による影響が懸念されることから、エリア放射線モニタの性能等への影響の有無を確認するため、外観目視点検（検出器の設置状況、現場ユニット、ケーブル）、検出器の線源校正試験、模擬信号によるループ校正試験を実施した。

点検の結果、外観に異常はなく、校正試験の結果も判定基準を満足しており、調整の必要は無かったことから、エリア放射線モニタの性能等への影響は無く健全であると評価した。

## 4. まとめ

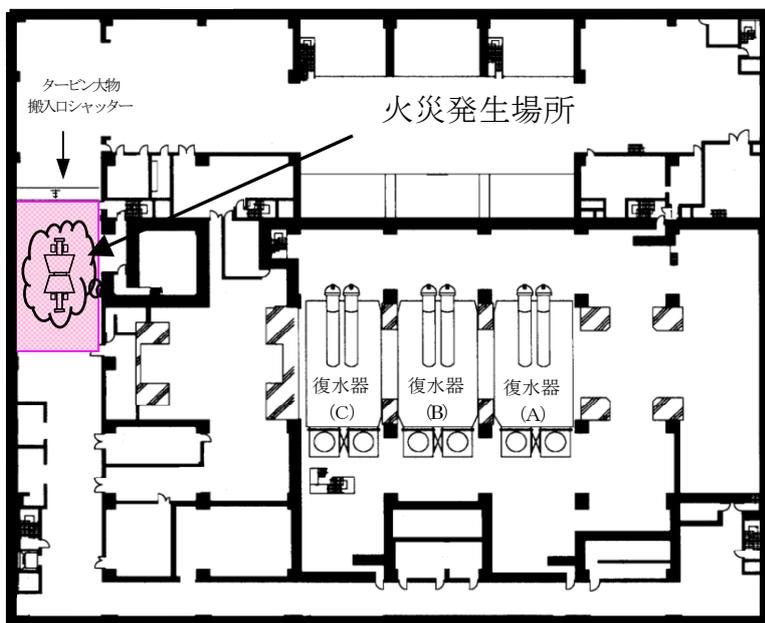
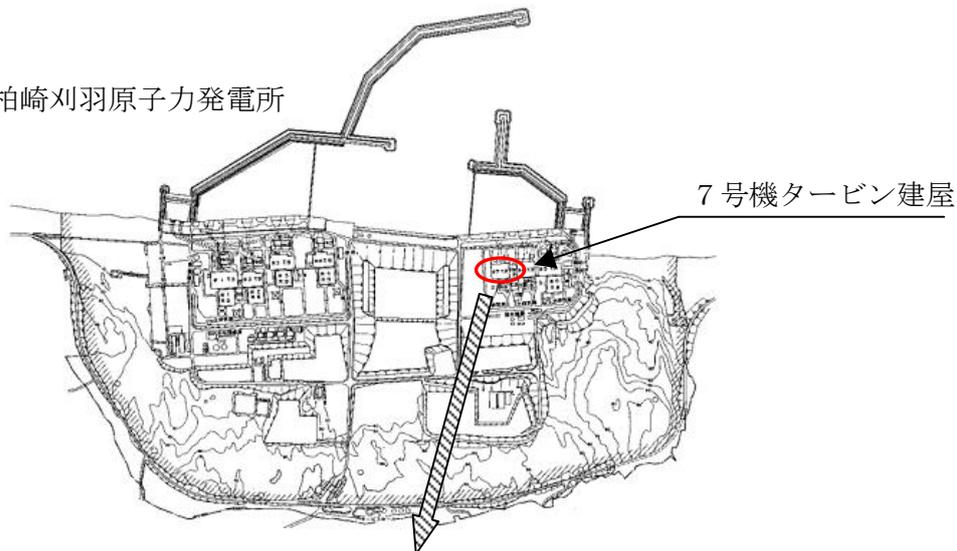
上記 3. 火災の影響を受けた可能性のある機器の健全性確認結果から、7号機タービン建屋において発生した火災による影響は、交換や補修可能な消火栓等の表示灯や床塗装の一部に限られ、低圧タービン（A）ロータを含めタービン建屋内の機器の性能等への影響は無く、健全性は確保されていると評価する。

以上

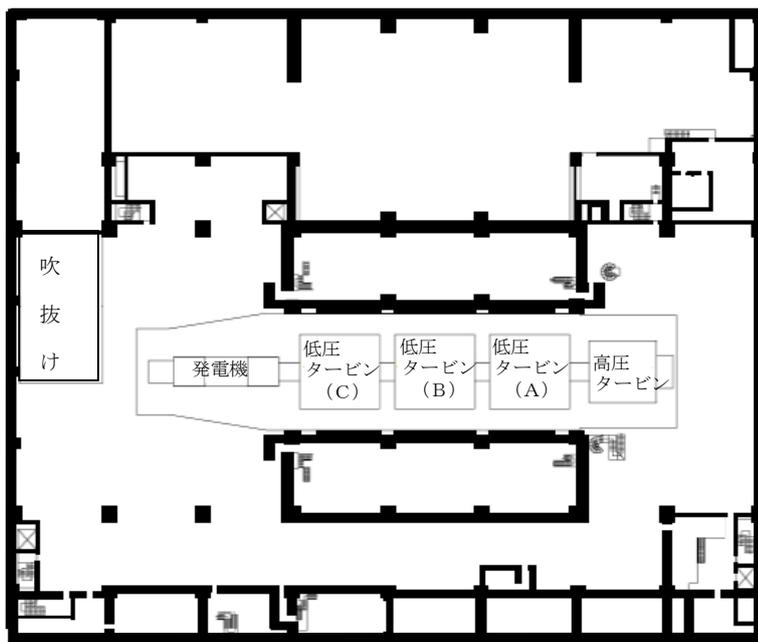
## 添 付 資 料

- 添付資料－ 1 : 火災発生場所図
- 添付資料－ 2 : 健全性確認対象機器抽出フロー
- 添付資料－ 3 : 健全性確認整理表
- 添付資料－ 4 : 火災により影響を受けた可能性のある機器
- 添付資料－ 5 : 火災の発生に伴う建屋コンクリート部への影響評価について
- 添付資料－ 6 : 煤の付着状態による分類図
- 添付資料－ 7 : pH濃度 (スチーム洗浄後)
- 添付資料－ 8 : 光学顕微鏡にて観察した金属組織 (倍率100倍)
- 添付資料－ 9 : 硬度測定結果
- 添付資料－ 10 : 磁粉探傷試験結果 (Level. 3)
- 添付資料－ 11 : 振れ計測結果

柏崎刈羽原子力発電所

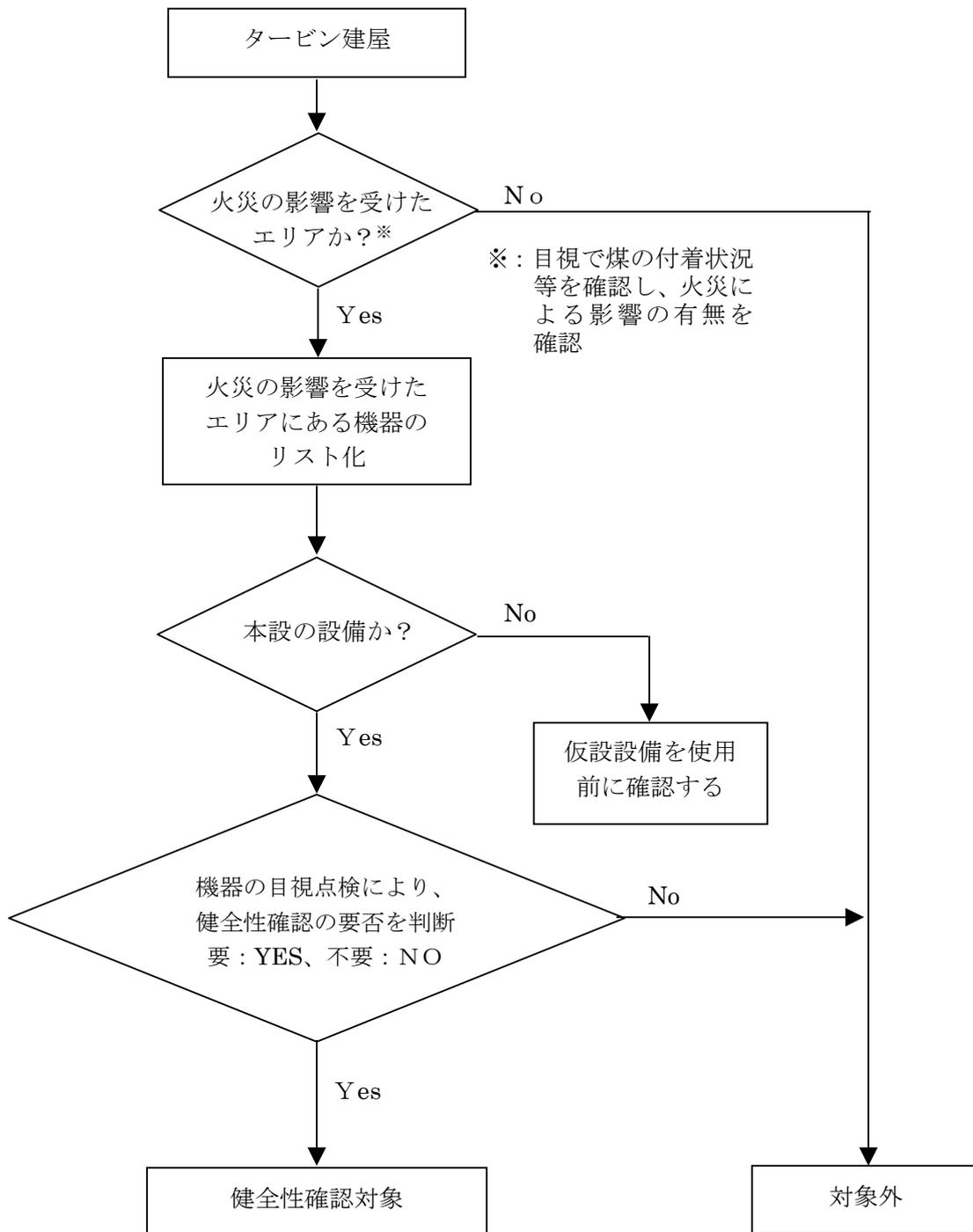


7号機タービン建屋 1階



7号機タービン建屋 2階

火災発生場所図



健全性確認対象機器抽出フロー

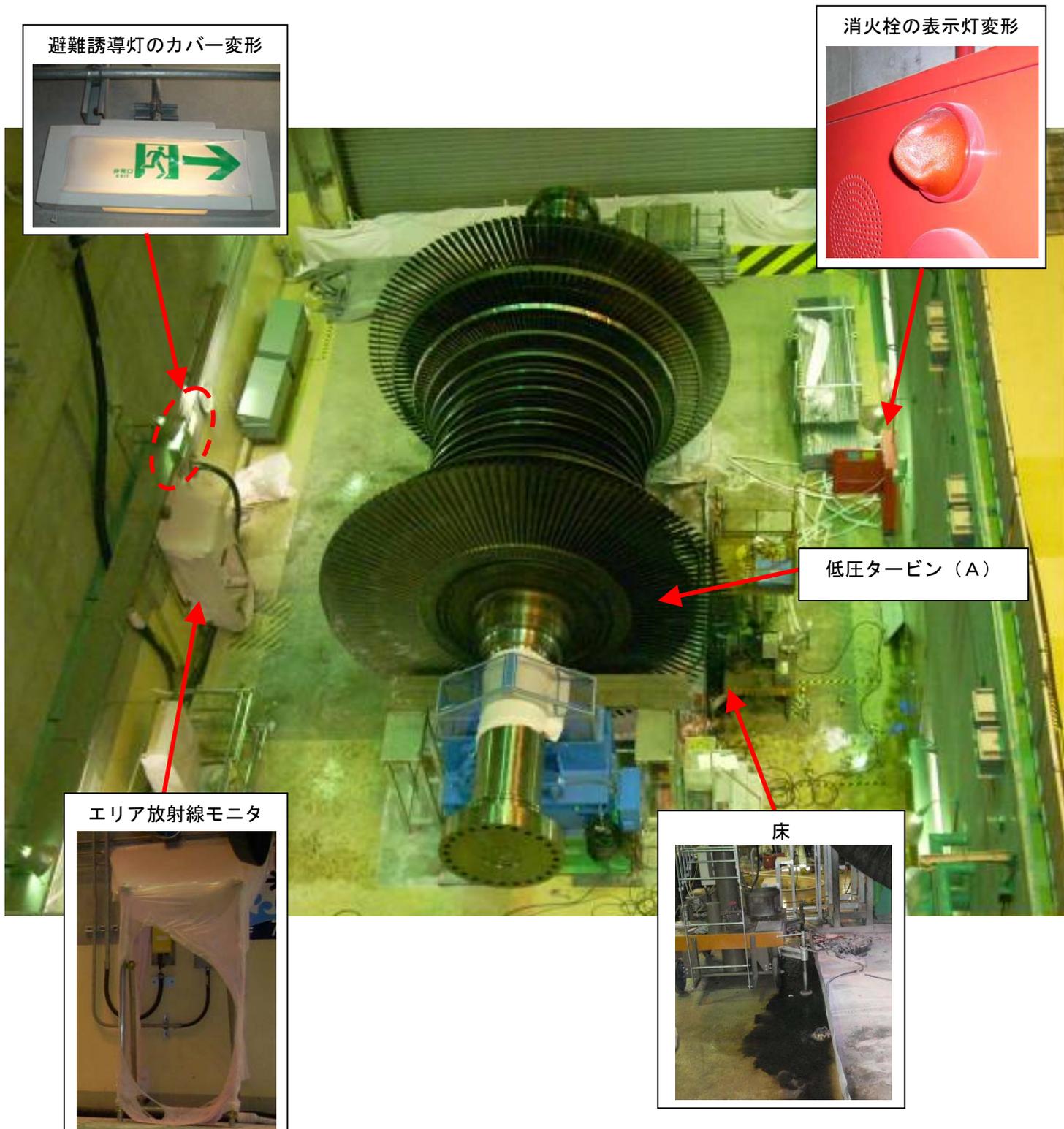
## 健全性確認整理表

対象機器	目視による健全性確認要否判定結果	性能等への影響有無と確認方法			
		性能		構造・強度	
		※1	確認方法	※1	確認方法
消火栓	要	○	警報機能（ブザー） 放水	○	外観目視
避難誘導灯	要	×	—	○	外観目視
床面	要	○	中性化深さ測定	○	外観目視、圧縮強度試験 反発硬度試験
低圧タービン(A)	要	×	—	○	外観目視、レプリカ採取・観察、硬度測定、磁粉探傷試験、振れ計測※2
エリア放射線モニタ	要	○	線源校正、ループ校正	○	外観目視
シャッター※3	否	×	—	×	—
壁※3	否	×	—	×	—

※1. 性能等への影響有無 有：○ 無：×

※2. 今回の火災の影響を評価するものでなく、念のため実施するもの。

※3. 火災発生箇所近傍の壁面について外観点検を行い、異常は確認されなかった。また、タービン大物搬入口シャッターについては熱による変形や煤の付着は確認されず、当該シャッター前に敷設する養生シートも熱の影響を受けていないことを確認した。



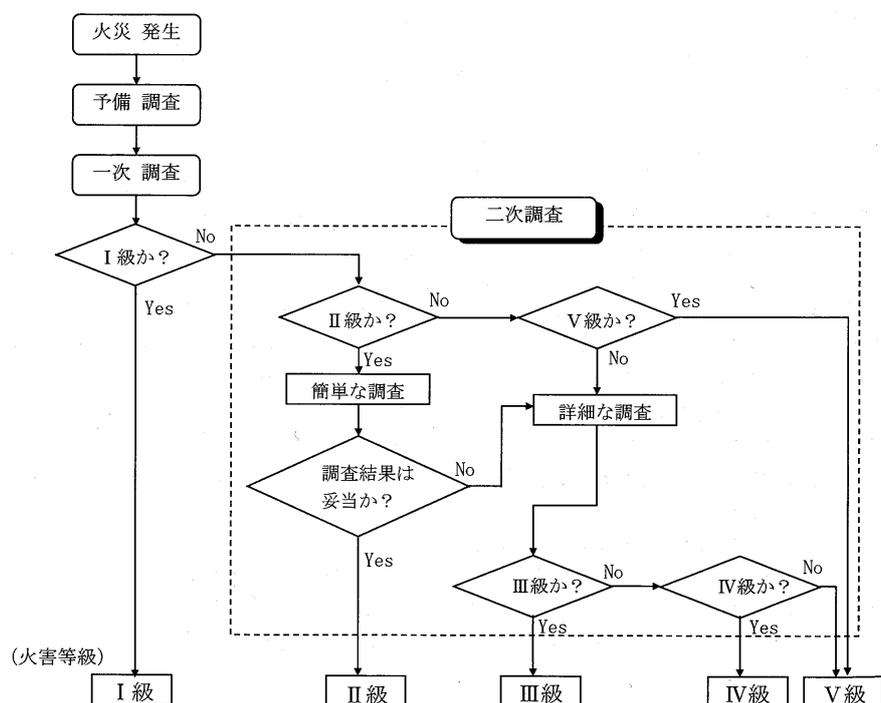
火災により影響を受けた可能性のある機器

## 火災の発生に伴う建屋コンクリート部への影響評価について

建屋コンクリート部の健全性評価は、「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説：日本建築学会」（以下、維持管理指針と称す）に準拠して実施する。

維持管理指針では、火災による熱を劣化要因とする主な劣化事象は「強度低下」「ひび割れ」「剥離・剥落」「爆裂」「水分逸散」であり、調査を実施し健全性を確認する。維持管理指針では、火害に対する点検方法や健全性評価の方法は「建物の火害診断及び補修・補強方法：日本建築学会」（以下、火害指針と称す）に準じて個別に実施することを推奨している。

火害指針では被災状況を調査し、その結果から火害等級を評価し、補修・補強の基本方針を定めている。図－1 に火害診断のフローを示す。



図－1 火害診断のフロー

1次調査では目視により外観上の被害状況を観察し、大まかな火害等級を診断する。2次調査では1次調査結果を踏まえ、非破壊検査等を実施し火害等級を診断する。火害指針における、火害等級の状況を表-1に示す。

表-1 火害等級とその状況

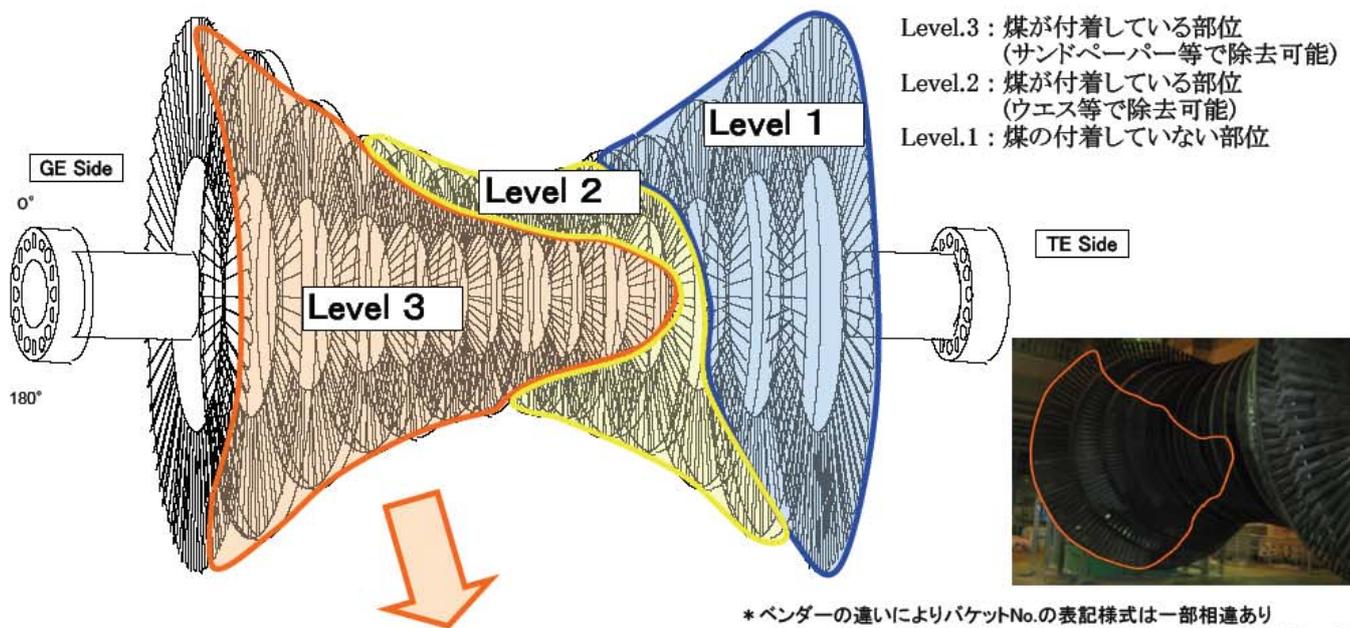
火害等級	状況
I級	無被害の状態で、例えば、 ①被害全くなし、 ②仕上げ材料等が残っている。
II級	仕上げ部分に被害がある状態で、例えば、 ①躯体にすす、油煙等の付着、 ②コンクリート表面の受熱温度が300℃以下、 ③床・梁のはく落わずか。
III級	鉄筋位置へ到達しない被害で、例えば、 ①コンクリートの変色はピンク色、 ②微細なひびわれ、 ③コンクリート表面の受熱温度が300℃以上、 ④柱の爆裂わずか。
IV級	主筋との付着に支障がある被害で、例えば、 ①表面に数mm幅のひびわれ、 ②鉄筋一部露出。
V級	主筋の座屈などの実質的被害がある状態で、例えば、 ①構造部材としての損傷大、 ②爆裂広範囲、 ③鉄筋露出大、 ④たわみが目立つ、 ⑤健全時計算値に対する固有振動数測定値が0.75未満、 ⑥載荷試験において、試験荷重時最大変形に対する残留変形の割合がA法で15%、B法で10%を超える。

また、火害指針より、火害等級と補修・補強の基本を表-2に示す。

表-2 鉄筋コンクリート構造物の火害等級と補修・補強の基本

火害等級	状況	補修・補強の基本
I級	無被害の状態	—
II級	仕上げ部分に被害がある状態	仕上げのみの補修
III級	鉄筋位置へ到達しない被害	強度、耐久性が低下している場合は、かぶりコンクリートをはつり落とし、現場打コンクリートまたはモルタルで被覆するなどの処置をとる
IV級	主筋との付着に支障がある被害	部材耐力が低下しているので、かぶりコンクリートをはつり落とし、主筋を完全に露出させ、現場打コンクリートで被覆する。場合により補強も行う
V級	主筋の座屈などの実質的な被害がある状態	補強、取り替え、増設

以上



- Level.3 : 煤が付着している部位  
(サンドペーパー等で除去可能)
- Level.2 : 煤が付着している部位  
(ウエス等で除去可能)
- Level.1 : 煤の付着していない部位

\* ベンダーの違いによりバケットNo.の表記様式は一部相違あり  
\* モーメントチャートによりバランス調整されるため、バケットNo.は順不同

バケットNo. 一覧

GE L-0	GE L-1	GE L-2	GE L-3	GE L-4	GE L-5	GE L-6	TE L-6	TE L-5	TE L-4	TE L-3	TE L-2	TE L-1	TE L-0
2	111	108	143	P101-3129	P101-1242	P101-2191	P151-1711	P151-846	P151-2786				
68	1	57	200	P101-3060	P101-1244	P101-2416	P151-1721	P151-858	P151-2737				
57	82	140	201	P101-3072	P101-1459	P101-2373	P151-1687	P151-909	P151-2804				
130	47	28	202	P101-3055	P101-1312	P101-2346	P151-2020	P151-1166	P151-2684				
114	43	46	203	P101-3100	P101-1403	P101-2412	P151-1801	P151-867	P151-2740				
12	91	41	204	P101-3113	P101-1453	P101-2151	P151-1915	P151-947	P151-2644				
89	125	22	205	P101-2944	P101-1451	P101-2103	P151-1675	P151-1142	P151-2693				
14	39	98	206	P101-3063	P101-1327	P101-2170	P151-1790	P151-1132	P151-2768				
111	102	94	207	P101-3176	P101-1341	P101-2420	P151-1744	P151-946	P151-2689				
5	57	80	208	P101-3208	P101-1563	P101-2153	P151-1802	P151-892	P151-2757				
124	58	42	209	P101-3085	P101-1495	P101-2188	P151-1725	P151-883					
3	68	26	210	P101-3186	P101-1571	P101-2409	P151-1751	P151-939					
116	97	67	211	P101-3180	P101-1357	P101-2371	P151-2005	P151-863					
34	12	81	212	P101-3207	P101-1474	P101-2262	P151-1841	P151-1215					
103	75	77	213	P101-3187	P101-1368	P101-2419	P151-1843	P151-828					
10	44	37	214	P101-3095	P101-1511	P101-2089	P151-1811	P151-933					
15	59	25	215	P101-3141	P101-1296	P101-2310	P151-1825	P151-919					
47	56	52	216	P101-3138	P101-1422	P101-2156	P151-1833	P151-862					
119	92	13	217	P101-2875	P101-1589	P101-2131	P151-1758	P151-1175					
102	113	60	218	P101-3066	P101-1522	P101-2261	P151-1695	P151-1178					
118	65	68	219	P101-3188	P101-1361	P101-2361	P151-2015	P151-925					
86	52	105	220	P101-3197	P101-1483	P101-2283	P151-1743	P151-907					
92	67	148	221	P101-3094	P101-1558	P101-2094	P151-1846	P151-1150					
43	41	53	222	P101-3054	P101-1625	P101-2353	P151-1688	P151-938					
45	110	73	223	P101-3204	P101-1246	P101-2328	P151-1697	P151-924					
26	27	30	224	P101-3059	P101-1532	P101-2327	P151-1965	P151-1082					
16	3	133	225	P101-3200	P101-1306	P101-2097	P151-1947	P151-1159					
65	54	143	226	P101-3192	P101-1431	P101-2333	P151-2029	P151-1117					
122	55	124	229	P101-3172	P101-1234	P101-2234	P151-1703	P151-1090					
127	104	64	1	P101-3144	P101-1350	P101-2398	P151-2027	P151-1107					
105	98		127	P101-3077	P101-1521	P101-2377	P151-1718	P151-1201					
61	96		161	P101-3148	P101-1345	P101-2136	P151-1905	P151-1114					
129	35		116	P101-3135	P101-1433	P101-2091	P151-1781	P151-937					
73	29		87	P101-3084	P101-1567	P101-2129	P151-1982	P151-1080					
	17		99	P101-3092	P101-1409	P101-2247	P151-1996	P151-908					
	5		13	P101-3076	P101-1437	P101-2092	P151-1972	P151-1086					
				P101-3160	P101-1460	P101-2235	P151-2018	P151-1076					
				P101-3088	P101-1240	P101-2395	P151-1991						
				P101-3202	P101-1251	P101-2274	P151-1762						
				P101-3164	P101-1358	P101-2381	P151-1667						
				P101-3179	P101-1411	P101-2273	P151-1990						
				P101-3143	P101-1443	P101-2237	P151-1966						
				P101-3206	P101-1617	P101-2174	P151-1835						
					P101-1509	P101-2076	P151-1973						
					P101-1628	P101-2077	P151-2009						
					P101-1454	P101-2166	P151-1963						
					P101-1381	P101-2325							
					P101-1448	P101-2387							
					P101-1333	P101-2304							
					P101-1465	P101-2099							
					P101-1366	P101-2785							

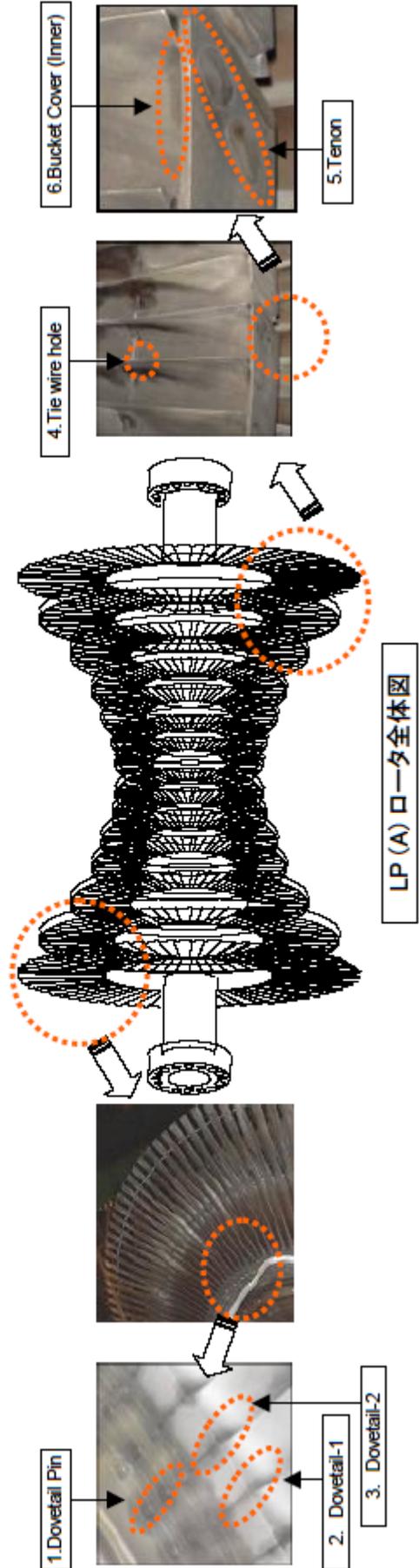
34/130 36/126 30/152 36/221 43/352 51/400 51/400 46/400 37/400 10/352 0/221 0/152 0/126 0/130  
(Level.3のバケット数)/(バケット全数)

### 煤の付着状態による分類図

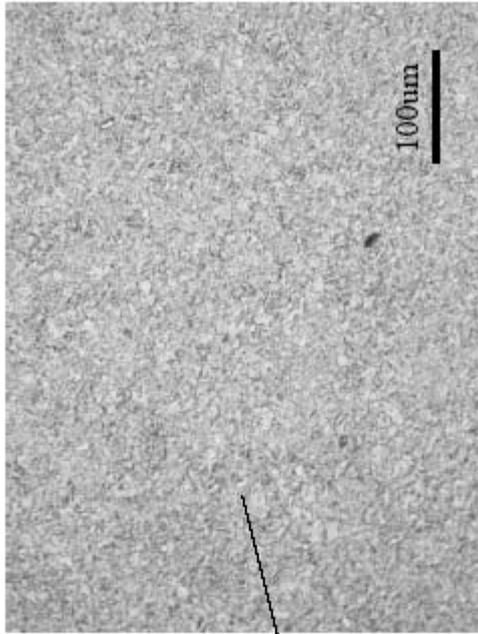
# pH濃度(スチーム洗浄後)

【判定基準】 pH0~5.0:不良(酸性)    pH5.5~8.5:良(中性)    pH9.0~14.0:不良(アルカリ性)    (12/05/2008)

Stage	Bucket #	Measuring Area					
		1 Dovetail Pin	2 Dovetail - 1	3 Dovetail - 2	4 Tie wire hole	5 Tenon	6 Bucket Cover(Inner)
L-0 (GE)	No. 11	良	良	良	良	良	良
	No. 92	良	良	良	良	良	良
	No. 44	良	良	良	良	良	良
L-1 (GE)	No. 10	良	良	良	良	良	良
	No. 67	良	良	良	良	良	良
	No. 34	良	良	良	良	良	良
L-2 (GE)	No. 16	良	良	良	良	良	良
	No. 25	良	良	良	良	良	良
	No. 101	良	良	良	良	良	良
L-3 (GE)	No. 97	良	良	良	良	良	良
	No. 201	良	良	良	良	良	良
	No. 198	良	良	良	良	良	良
L-4 (GE)	No. 2933	良	良	良	良	良	良
	No. 3084	良	良	良	良	良	良
	No. 3098	良	良	良	良	良	良
L-5 (GE)	No. 1286	良	良	良	良	良	良
	No. 1341	良	良	良	良	良	良
	No. 1413	良	良	良	良	良	良
L-6 (GE)	No. 2210	良	良	良	良	良	良
	No. 2262	良	良	良	良	良	良
	No. 2138	良	良	良	良	良	良

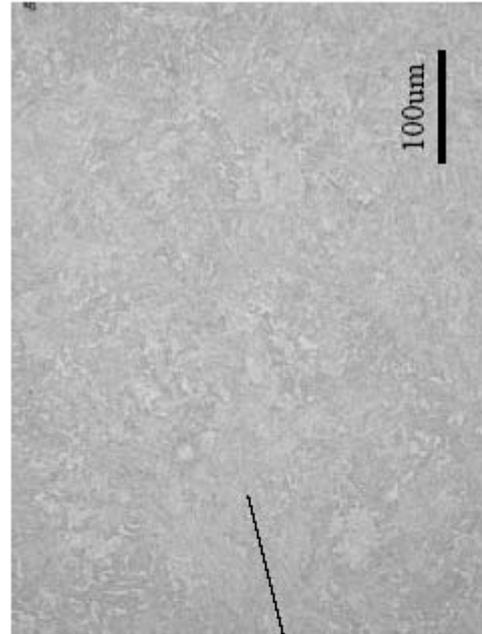


TE側 第15段 バケットNo. 48



マルテンサイトの  
様相を呈している

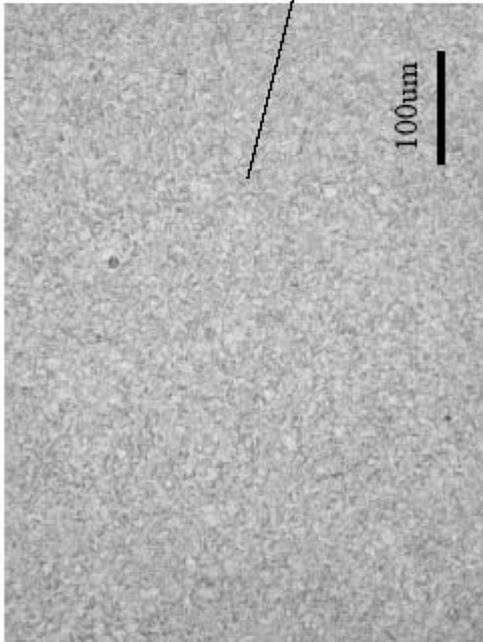
Level. 1 動翼出口端部



バインサイトの  
様相を呈している

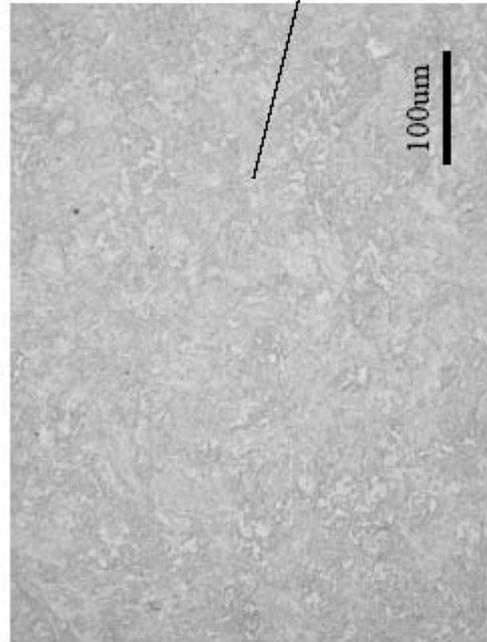
Level. 1 ロータ

GE側 第15段 バケットNo. 111



マルテンサイトの  
様相を呈している

Level. 3 動翼出口端部



バインサイトの  
様相を呈している

Level. 3 ロータ

光学顕微鏡にて観察した金属組織(倍率100倍)

# 硬度測定結果

(Unit: HB)

蝶が付着している部位 (Level.3)

GE	Rotor Body	Wheel Surface	Dovetail	Bucket Mid	Bucket Tip	Bucket Cover	Pin
1st stg (L-6)	236	239	249	233	236	236	-
平均値	235	245	264	235	236	236	-
	234	229	244	236	236	230	-
	238	238	252	235	236	234	-

蝶の付着していない部位 (Level.1)

TE	Rotor Body	Wheel Surfaces	Dovetail	Bucket Mid	Bucket Tip	Bucket Cover	Pin
1st stg (L-6)	238	236	248	229	224	231	-

2008-12-5 and 2008-12-10

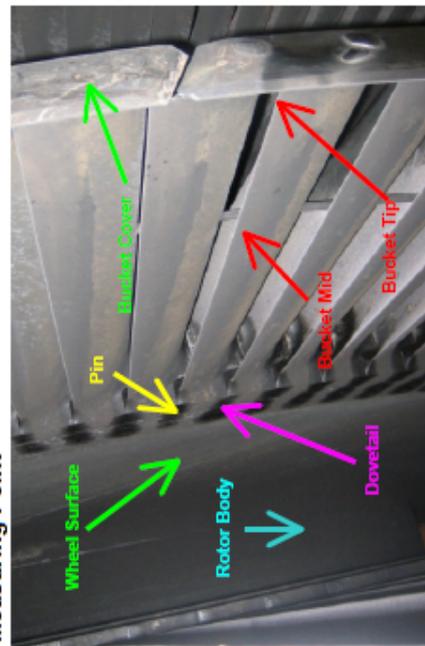
5th stg (L-2)	241	237	253	240	233	227	354
平均値	246	247	256	243	242	215	353
	241	241	258	243	243	216	358
	242	242	256	242	239	219	355

5th stg (L-2)	236	234	248	232	250	233	345
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

7th stg (L-0)	237	239	237	255	262	-	357
平均値	238	243	229	263	262	-	338
	242	243	229	265	265	-	353
	239	242	232	261	263	-	349

7th stg (L-0)	246	234	238	225	230	-	364
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	---	-----

Measuring Point



基準値 (平均値)

Rotor Body, Wheel Surface : 222 ~ 264

Dovetail, Bucket Mid/Tip

L-6 : ~ 269 max

L-0, L-2 : 223 ~ 269

Bucket Cover : 187 ~ 241

Pin : 321 ~ 381

検査機社

Echo Tip Hardness Tester-E (Proceq SA)

Serial: No.E301-004-0055 (IE50-001-0011)

MAC-10DL UT type Hardness Tester Probe, MIC201 No.1052

Serial: 34102-736

# 磁粉探傷試驗結果 (Level.3)

2008-12-6 ~ 2008-12-7

GE L-0 (G-16)		GE L-1 (G-15)		GE L-2 (G-14)		GE L-3 (G-13)		GE L-4 (G-12)		GE L-5 (G-11)		GE L-6 (G-10)		TE L-6 (T-10)		TE L-5 (T-11)		TE L-4 (T-12)	
BKT No.	MT Result																		
2	12/7 Good	111	12/6 Good	108	12/7 Good	143	12/7 Good	P101-3129	12/7 Good	P101-1242	12/7 Good	P101-2191	12/6 Good	P151-1711	12/7 Good	P151-846	12/6 Good	P151-2786	12/6 Good
68	12/7 Good	1	12/6 Good	57	12/7 Good	200	12/7 Good	P101-3060	12/7 Good	P101-1244	12/7 Good	P101-2416	12/6 Good	P151-1721	12/7 Good	P151-858	12/6 Good	P151-2737	12/6 Good
57	12/7 Good	82	12/6 Good	140	12/7 Good	201	12/7 Good	P101-3072	12/7 Good	P101-1459	12/7 Good	P101-2373	12/6 Good	P151-1687	12/7 Good	P151-909	12/6 Good	P151-2804	12/6 Good
130	12/7 Good	47	12/6 Good	28	12/7 Good	202	12/7 Good	P101-3055	12/7 Good	P101-1312	12/7 Good	P101-2346	12/6 Good	P151-2020	12/7 Good	P151-1166	12/6 Good	P151-2684	12/6 Good
114	12/7 Good	43	12/6 Good	46	12/7 Good	203	12/7 Good	P101-3100	12/7 Good	P101-1403	12/7 Good	P101-2412	12/6 Good	P151-1801	12/7 Good	P151-867	12/6 Good	P151-2740	12/6 Good
12	12/7 Good	91	12/6 Good	41	12/7 Good	204	12/7 Good	P101-3113	12/7 Good	P101-1453	12/7 Good	P101-2151	12/6 Good	P151-1915	12/7 Good	P151-947	12/6 Good	P151-2644	12/6 Good
89	12/7 Good	125	12/6 Good	22	12/7 Good	205	12/7 Good	P101-2944	12/7 Good	P101-1451	12/7 Good	P101-2103	12/6 Good	P151-1675	12/7 Good	P151-1142	12/6 Good	P151-2693	12/6 Good
14	12/7 Good	39	12/6 Good	98	12/7 Good	206	12/7 Good	P101-3063	12/7 Good	P101-1327	12/7 Good	P101-2170	12/6 Good	P151-1790	12/7 Good	P151-1132	12/6 Good	P151-2768	12/6 Good
111	12/7 Good	102	12/6 Good	94	12/7 Good	207	12/7 Good	P101-3176	12/7 Good	P101-1341	12/7 Good	P101-2420	12/6 Good	P151-1744	12/7 Good	P151-946	12/6 Good	P151-2689	12/6 Good
5	12/7 Good	57	12/6 Good	80	12/7 Good	208	12/7 Good	P101-3208	12/7 Good	P101-1563	12/7 Good	P101-2153	12/6 Good	P151-1802	12/7 Good	P151-892	12/6 Good	P151-2757	12/6 Good
124	12/7 Good	58	12/6 Good	42	12/7 Good	209	12/7 Good	P101-3085	12/7 Good	P101-1495	12/7 Good	P101-2188	12/6 Good	P151-1725	12/7 Good	P151-883	12/6 Good		
3	12/7 Good	68	12/6 Good	26	12/7 Good	210	12/7 Good	P101-3186	12/7 Good	P101-1571	12/7 Good	P101-2409	12/6 Good	P151-1751	12/7 Good	P151-939	12/6 Good		
116	12/7 Good	97	12/6 Good	67	12/7 Good	211	12/7 Good	P101-3180	12/7 Good	P101-1357	12/7 Good	P101-2371	12/6 Good	P151-2005	12/7 Good	P151-863	12/6 Good		
34	12/7 Good	12	12/6 Good	81	12/7 Good	212	12/7 Good	P101-3207	12/7 Good	P101-1474	12/7 Good	P101-2262	12/6 Good	P151-1841	12/7 Good	P151-1215	12/6 Good		
103	12/7 Good	75	12/6 Good	77	12/7 Good	213	12/7 Good	P101-3187	12/7 Good	P101-1368	12/7 Good	P101-2419	12/6 Good	P151-1843	12/7 Good	P151-828	12/6 Good		
10	12/7 Good	44	12/6 Good	37	12/7 Good	214	12/7 Good	P101-3095	12/7 Good	P101-1511	12/7 Good	P101-2089	12/6 Good	P151-1811	12/7 Good	P151-933	12/6 Good		
15	12/7 Good	59	12/6 Good	25	12/7 Good	215	12/7 Good	P101-3141	12/7 Good	P101-1296	12/7 Good	P101-2310	12/6 Good	P151-1825	12/7 Good	P151-919	12/6 Good		
47	12/7 Good	56	12/6 Good	52	12/7 Good	216	12/7 Good	P101-3138	12/7 Good	P101-1422	12/7 Good	P101-2156	12/6 Good	P151-1833	12/7 Good	P151-862	12/6 Good		
119	12/7 Good	92	12/6 Good	13	12/7 Good	217	12/7 Good	P101-2875	12/7 Good	P101-1589	12/7 Good	P101-2131	12/6 Good	P151-1758	12/7 Good	P151-1175	12/6 Good		
102	12/7 Good	113	12/6 Good	60	12/7 Good	218	12/7 Good	P101-3066	12/7 Good	P101-1522	12/7 Good	P101-2261	12/6 Good	P151-1695	12/7 Good	P151-1178	12/6 Good		
118	12/7 Good	65	12/6 Good	68	12/7 Good	219	12/7 Good	P101-3188	12/7 Good	P101-1361	12/7 Good	P101-2361	12/6 Good	P151-2015	12/7 Good	P151-925	12/6 Good		
86	12/7 Good	52	12/6 Good	105	12/7 Good	220	12/7 Good	P101-3197	12/7 Good	P101-1483	12/7 Good	P101-2283	12/6 Good	P151-1743	12/7 Good	P151-907	12/6 Good		
92	12/7 Good	67	12/6 Good	148	12/7 Good	221	12/7 Good	P101-3094	12/7 Good	P101-1558	12/7 Good	P101-2094	12/6 Good	P151-1846	12/7 Good	P151-1150	12/6 Good		
43	12/7 Good	41	12/6 Good	53	12/7 Good	222	12/7 Good	P101-3054	12/7 Good	P101-1625	12/7 Good	P101-2353	12/6 Good	P151-1688	12/7 Good	P151-938	12/6 Good		
45	12/7 Good	110	12/6 Good	73	12/7 Good	223	12/7 Good	P101-3204	12/7 Good	P101-1246	12/7 Good	P101-2328	12/6 Good	P151-1697	12/7 Good	P151-924	12/6 Good		
26	12/7 Good	27	12/6 Good	30	12/7 Good	224	12/7 Good	P101-3059	12/7 Good	P101-1532	12/7 Good	P101-2327	12/6 Good	P151-1965	12/7 Good	P151-1082	12/6 Good		
16	12/7 Good	3	12/6 Good	133	12/7 Good	225	12/7 Good	P101-3200	12/7 Good	P101-1306	12/7 Good	P101-2097	12/6 Good	P151-1947	12/7 Good	P151-1159	12/6 Good		
65	12/7 Good	54	12/6 Good	143	12/7 Good	226	12/7 Good	P101-3192	12/7 Good	P101-1431	12/7 Good	P101-2333	12/6 Good	P151-2029	12/7 Good	P151-1117	12/6 Good		
122	12/7 Good	55	12/6 Good	124	12/7 Good	229	12/7 Good	P101-3172	12/7 Good	P101-1234	12/7 Good	P101-2234	12/6 Good	P151-1703	12/7 Good	P151-1090	12/6 Good		
127	12/7 Good	104	12/6 Good	64	12/7 Good	1	12/7 Good	P101-3144	12/7 Good	P101-1350	12/7 Good	P101-2398	12/6 Good	P151-2027	12/7 Good	P151-1107	12/6 Good		
105	12/7 Good	98	12/6 Good			127	12/7 Good	P101-3077	12/7 Good	P101-1521	12/7 Good	P101-2377	12/6 Good	P151-1718	12/7 Good	P151-1201	12/6 Good		
61	12/7 Good	96	12/6 Good			161	12/7 Good	P101-3148	12/7 Good	P101-1345	12/7 Good	P101-2136	12/6 Good	P151-1905	12/7 Good	P151-1114	12/6 Good		
129	12/7 Good	35	12/6 Good			116	12/7 Good	P101-3135	12/7 Good	P101-1433	12/7 Good	P101-2091	12/6 Good	P151-1781	12/7 Good	P151-937	12/6 Good		
73	12/7 Good	29	12/6 Good			87	12/7 Good	P101-3084	12/7 Good	P101-1567	12/7 Good	P101-2129	12/6 Good	P151-1982	12/7 Good	P151-1080	12/6 Good		
		17	12/6 Good			99	12/7 Good	P101-3092	12/7 Good	P101-1409	12/7 Good	P101-2247	12/6 Good	P151-1996	12/7 Good	P151-908	12/6 Good		
		5	12/6 Good			13	12/7 Good	P101-3076	12/7 Good	P101-1437	12/7 Good	P101-2092	12/6 Good	P151-1972	12/7 Good	P151-1086	12/6 Good		
								P101-3160	12/7 Good	P101-1460	12/7 Good	P101-2235	12/6 Good	P151-2018	12/7 Good	P151-1076	12/6 Good		
								P101-3088	12/7 Good	P101-1240	12/7 Good	P101-2395	12/6 Good	P151-1991	12/7 Good				
								P101-3202	12/7 Good	P101-1251	12/7 Good	P101-2274	12/6 Good	P151-1762	12/7 Good				
								P101-3164	12/7 Good	P101-1358	12/7 Good	P101-2381	12/6 Good	P151-1667	12/7 Good				
								P101-3179	12/7 Good	P101-1411	12/7 Good	P101-2273	12/6 Good	P151-1990	12/7 Good				
								P101-3143	12/7 Good	P101-1443	12/7 Good	P101-2237	12/6 Good	P151-1966	12/7 Good				
								P101-3206	12/7 Good	P101-1617	12/7 Good	P101-2174	12/6 Good	P151-1835	12/7 Good				
										P101-1509	12/7 Good	P101-2076	12/6 Good	P151-1973	12/7 Good				
										P101-1628	12/7 Good	P101-2077	12/6 Good	P151-2009	12/7 Good				
										P101-1454	12/7 Good	P101-2166	12/6 Good	P151-1963	12/7 Good				
										P101-1381	12/7 Good	P101-2325	12/6 Good						
										P101-1448	12/7 Good	P101-2387	12/6 Good						
										P101-1333	12/7 Good	P101-2304	12/6 Good						
										P101-1465	12/7 Good	P101-2099	12/6 Good						
										P101-1366	12/7 Good	P101-2785	12/6 Good						

GE L-0 (G-16)		GE L-1 (G-15)		GE L-2 (G-14)		GE L-3 (G-13)		GE L-4 (G-12)		GE L-5 (G-11)		GE L-6 (G-10)		TE L-6 (T-10)		TE L-5 (T-11)		TE L-4 (T-12)	
Rotor	MT Result																		
	12/6 Good		12/6 Good		12/7 Good		12/7 Good		12/7 Good		12/6 Good		12/6 Good		12/7 Good		12/6 Good		12/6 Good

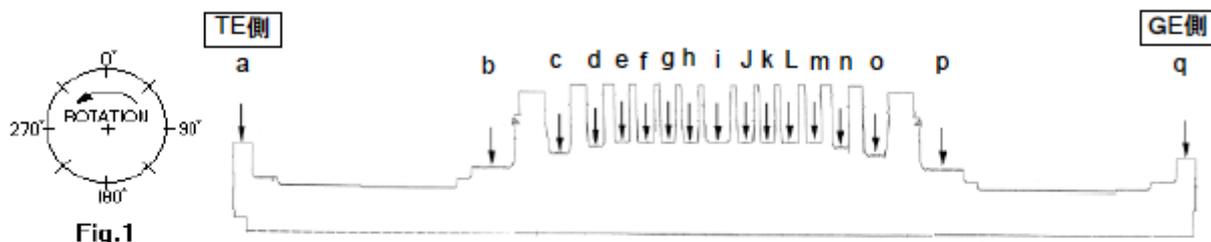
GE L-0 (G-16)		GE L-1 (G-15)		GE L-2 (G-14)		GE L-3 (G-13)		GE L-4 (G-12)		GE L-5 (G-11)		GE L-6 (G-10)		TE L-6 (T-10)		TE L-5 (T-11)		TE L-4 (T-12)	
Wheel	MT Result																		
	12/6 Good		12/6 Good		12/7 Good		12/7 Good		12/7 Good		12/6 Good		12/6 Good		12/7 Good		12/6 Good		12/6 Good

# 振れ計測結果

検査日: 2008/12/3

タービンシリアルNo.: 270T185

計測器: ダイヤルゲージ(TKK5C1604002.03.05.07.08.13.21.30.31.35.36.39.52)



判定基準: a, q = 0.025mm以内 // b, p = 0.063 mm以内 // c ~ o = 0.101 mm以内

(Unit: mm)

測定点	回転角									最大 振れ幅	
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	0°		
TE側	a	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
	b	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
	c	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03
	d	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
	e	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03
	f	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02
	g	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
	h	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02
	i	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03
GE側	j	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02
	k	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	m	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	n	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
	o	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
	p	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
	q	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02
	Max-Min	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03	

\* 測定値は小数点以下第三位を四捨五入

