

# 美浜発電所1号機における非常用ディーゼル発電機の故障に係る 関西電力からの報告に対する評価について

平成25年5月8日  
原子力規制委員会

## 1. 経緯

平成25年2月5日、関西電力株式会社(以下「関西電力」という。)美浜発電所1号機において、非常用ディーゼル発電機(以下「非常用 DG」という。)の定期負荷試験を行ったところ、電気出力の低下及び排気筒からの黒煙が確認されたため、当該非常用 DG を手動停止した。

2月6日、関西電力が当該非常用 DG を目視点検した結果、4台ある過給機<sup>※1</sup>のうち1台の過給機のタービンロータ(翼と軸からなる構造物)が損傷していることが確認された。同日、当委員会は、関西電力から原子炉等規制法第62条の3の規定に基づく事故故障等に関する報告を受けた。

その後、3月18日、当委員会は、関西電力から当該事象の原因と対策に係る報告書を受領し、今般、その内容を精査するとともに評価を行った。

関西電力からの報告書: <http://www.nsr.go.jp/activity/bousai/trouble/data/20130318-1-02.pdf>

※1 過給機とは、排ガスを利用して、ディーゼル機関に燃焼用の空気を圧縮して送風し、出力を増大させる装置。

## 2. 関西電力から提出された報告書の概要

関西電力から提出された報告書の概要は、次のとおり。

### (1)原因調査結果及び推定原因

#### 【原因調査結果】

- 過給機の詳細調査の結果、タービン翼の損傷や、タービン翼と軸との溶接部で破断が認められ、損傷破面を電子顕微鏡にて拡大観察した結果、過大な力で引きちぎられた時に見られる破面(ディンプル破面)が確認された。
- コンプレッサ翼には、軸との取り付け部に周方向の摺動跡が、コンプレッサ翼と軸とを固定するロックナットに緩みが確認された。
- ロックナットの緩みの原因を調査したところ、第22回定期検査(平成18年)から、分解点検の作業場所をメーカー工場から現場に変更し、これまで使用していた専用受台を使用しなくなったこと、当該過給機を点検した第23回定期検査(平成20年)では、整備解説書<sup>※2</sup>による方法とは異なり、縦置きとしコンプレッサ翼を手で支える等、不安定な方

法で締付けを行っていた。この方法により締付力の再現試験を行ったところ、締付力が低下することが確認された。

- ロックナットの締付けは当初から、回転方向と順方向のねじ(ロックナットの緩み方向と翼の回転方向が同じ)構造として、設計、製作されていた。

※2 整備解説書は当該作業を行ったメーカの現場作業者が作業の際に参考とする解説集。関西電力が管理している作業要領書は、整備解説書と現場指導員のアドバイスを受けた上で実施するとされていたため、現場での裁量により、作業方法の変更が可能であった。

### 【推定原因】

- 過給機のロックナットの締付作業において、第22回定期検査(平成18年)の分解点検から専用受台を用いなくなったこと、第23回定期検査(平成20年)の点検では、整備解説書による方法とは異なり、コンプレッサ翼を手で支える等、不安定な方法により締付けを行ったため、ロックナットの締付力が不足した。
- この状態で非常用 DG の運転を行ったため、徐々にコンプレッサ翼と軸の間に滑りが発生、さらにロックナット締付けのねじ切りが回転方向と順方向だったことが相まって、排気側(タービン翼)と吸気側(コンプレッサ翼)とのバランスが保てなくなった。このため軸とタービン翼が過回転となり、遠心力による過大な応力により、タービン翼の損傷、タービン翼と軸との溶接部での折損に至った。

### (2) 主な対策

#### ① ロックナットの締付力保持

当該ロックナットを確実に締付けることができるよう、専用受台を用いて正しい締付方法で組立てを行い、トルク値の確認を行うとともに、これらの内容を作業要領書に反映し、品質に影響する作業変更については関西電力が管理する。

#### ② ロックナットの構造変更

美浜発電所1号機に設置されている非常用 DG2台の過給機(計8台)について、ロックナット締付けを、回転方向と逆方向とし、緩み防止措置を行う。

### 3. 当該報告書に対する評価と今後の対応

本件は、非常用 DG1台が必要な機能を有していないものであるが、他の非常用 DG2台が動作可能であったことから、保安規定における運転上の制限を逸脱するものではなかった。

非常用 DG は安全上重要な機器であるため、今回発生した故障に対して、再発しないよう対策を施す必要がある。

### (1) 報告書に対する評価

原因調査については、当該事象に関し、現地及び工場での点検調査、並びに損傷に至る要因について、工場における詳細な調査、試験や解析により整理するとともに、関係者へのインタビュー等を行っていることを確認した。また、調査結果から原因を推定し、対策を立案していることを確認した。

これらの対策が確実に実施されれば、同種の故障は発生しないと考えられる。ただし、当該過給機の構造上、ロックナットの締付力が不足した場合は、締付けの順方向、逆方向に関係なく、コンプレッサ翼に滑りが発生する可能性がある構造のため、更なる信頼性向上の観点から、新たな過給機の調達を行う場合には、より確実な固定方法に変更する等、滑りが発生しない構造にすることについて検討が必要と考える。

### (2) 他の原子力施設におけるコンプレッサ翼の固定方法の調査

本件報告を受け、美浜発電所1号機を除く実用発電用原子炉施設、高速増殖原型炉もんじゅ及び再処理施設に設置されている非常用 DG の過給機について、コンプレッサ翼と軸との固定方法の確認を行った。

他の原子炉施設の過給機は、固定方法を焼嵌め<sup>※3</sup>、もしくはスプライン継手<sup>※4</sup>を用いる等、より確実な構造としており、ロックナットの締付不足によりコンプレッサ翼に滑りが発生する可能性がある構造は、美浜発電所1号機の非常用 DG(2台)のみであった。

※3 焼嵌めとは、ホイール穴部を加熱して熱膨張させた後、軸を挿入し、冷却後に穴が収縮し、軸との接触により固定する方法。

※4 スプライン継手とは、軸の外面とホイール穴の内面にキーを削り出し、キー同士をはめ込み固定する方法。

### (3) 今後の対応

当委員会としては、今後、関西電力が行うこととしている再発防止策について、保安検査等で確認していくこととする。

# 美浜発電所1号機 非常用ディーゼル発電機の過給機故障について

平成25年3月18日付け原子炉施設故障等報告書  
及び関西電力公表資料から抜粋・編集

**装置概要**

機関本体外観イメージ

約3m  
約6m  
約3m

当該過給機

タービン翼  
コンプレッサ翼  
吸気ライン  
排気ライン  
機関本体  
シリンダ  
消音器

**【非常用ディーゼル発電機の主な仕様】**  
 ・設置年月日:平成元年7月 ・種類:空気冷却器付過給ディーゼル機関  
 ・出力:4,460PS ・回転数:1,200rpm ・発電機容量:3,120kW  
 ・設置場所:中間建屋 非常用ディーゼル発電機室

**過給機の詳細調査結果**

吸気出口  
吸気入口  
コンプレッサ翼  
タービンロータ (タービン翼と軸の構造物)  
タービン翼  
タービンバックプレート  
排気入口  
排気出口

**<ロックナット>**  
 ・ロックナットが緩んでいた

**<コンプレッサ翼>**  
 周方向の摺動跡を確認

**<タービン翼>**  
 全てのタービン翼が破損

**<タービンバックプレート>**  
 タービンバックプレートの破損を確認

**【過給機の主な仕様】**  
 ・定格回転数:46,600rpm ・重さ:約75kg  
 ・寸法:幅約43cm、たて約48cm、奥行き約48cm

**<軸>**  
 引き抜いた際の傷  
 軸はタービン翼との溶接部で破断  
 挿入部に周方向の摺動跡を確認

**推定原因**

**<前回試験までの状態>**

①:ロックナットの締め付け不十分  
 ②:コンプレッサ翼に微小な滑り発生  
 ③:ロックナットとの接触部分の翼が徐々に削れた

**<今回試験時の状態>**

④:コンプレッサ翼の連続的な滑り  
 ⑤:ロックナットが緩み  
 ⑥:タービン翼の回転数が上昇し遠心力による過大な力が発生  
 ⑦:タービン翼が破損  
 ⑧:溶接部で破断  
 ⑨:周辺部品が損傷

## 関西電力株式会社美浜発電所 1 号機における 非常用ディーゼル発電機の故障について

平成 25 年 2 月 13 日  
原子力規制庁

平成 25 年 2 月 6 日、関西電力株式会社から、美浜発電所 1 号機の非常用ディーゼル発電機に故障が確認され、必要な機能を有していないとして、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第 62 条の 3 の規定に基づき報告を受けた。

本事象の概要は以下のとおり。

### [事象概要]

○ 2 月 5 日、非常用ディーゼル発電機 (A) の定例の運転確認試験 (100% 出力の負荷試験) を実施していたところ、電気出力が低下し、黒煙が確認されたため、当該発電機を手動停止。

○ 当該発電機を目視可能な範囲で点検した結果、過給機<sup>※</sup>下部に複数の金属片を発見するとともに過給機出口のフランジが外れ開口部が確認された。また、ファイバースコープカメラにより過給機のタービンロータの一部が破損している可能性があることを確認。

このため、2 月 6 日、当該発電機が必要な機能を有していないと判断。

※ディーゼル機関に強制的に空気を送り込む装置

○ 他のディーゼル発電機は待機中であり、直ちにプラントの安全性に影響を与える事象ではない。

○ モニタリングポストに有意な変動はなく、外部への放射性物質による影響、作業員の被ばくはない。

事業者から連絡があった以降、現地原子力保安検査官が現場の処置状況など施設の安全状況や事業者の対応を確認。今後、事業者が行う原因究明及び再発防止策について確認していく。

I N E S による暫定評価： 0 -

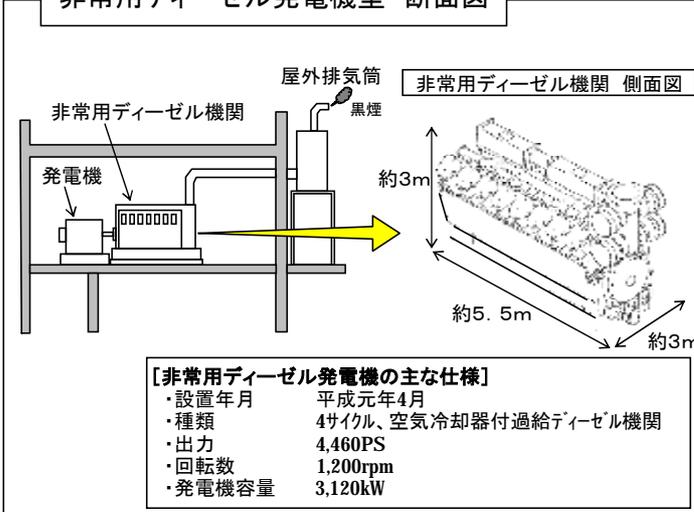
評価理由：原子炉は停止中であり、他の非常用ディーゼル発電機が動作可能であることから、I N E S レベル 0 - の「安全に影響を与えない事象」と評価。

# 美浜発電所1号機 A-非常用ディーゼル発電機の過給機の損傷について

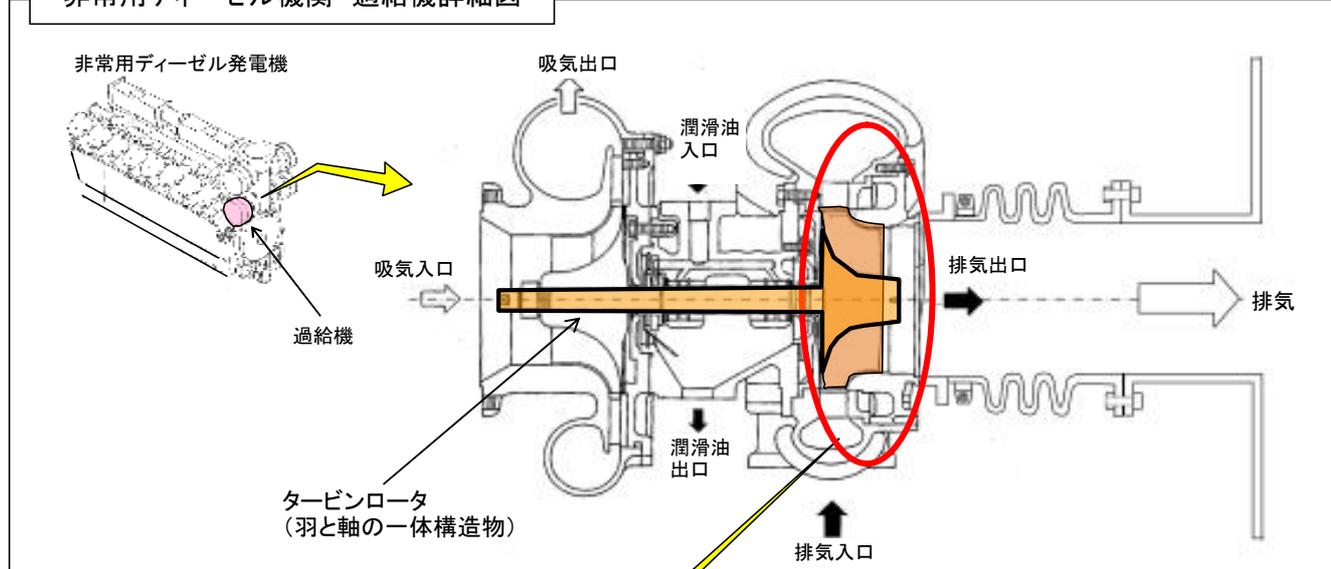
### 発電所配置図



### 非常用ディーゼル発電機室 断面図



### 非常用ディーゼル機関 過給機詳細図



### 非常用ディーゼル機関 過給機点検状況

#### <フランジ開口部>



#### <ファイバースコープにて内部観察>



#### <過給機付近にて発見された金属片>

