

平成25年3月18日
原子力安全対策課
(24-46)
<16時資料配付>

美浜発電所1号機 A-非常用ディーゼル発電機の 過給機故障について（原因と対策）

このことについて、関西電力株式会社から下記のとおり連絡を受けた。

記

美浜発電所1号機は第25回定期検査中の平成25年2月5日、2台ある非常用ディーゼル発電機のうちA号機の定期試験（1回/月）のため、9時24分に当該ディーゼル発電機を起動し、9時47分に100%電気出力（3,120kW）での運転に到達した。その後、電気出力の低下（3,120kW⇒約2,000kW）が認められ、屋外の排気筒で黒煙を確認したことから、9時48分に当該ディーゼル発電機を手動停止した。その際、ディーゼル発電機室内において煙感知機が作動した。

なお、本事象による環境への影響はない。

2月6日、原因調査のため当該ディーゼル発電機を目視点検したところ、4台ある過給機のうち、1台の過給機で排気出口配管との接続部が外れて開口していることを確認した。この開口部からファイバスコープを挿入し、過給機内部を確認したところ、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を確認した。また、当該過給機の下部に複数の金属片を確認した。
[平成25年2月6日 公表済]

※ 定期検査中は、非常用ディーゼル発電機を含め2台の非常用発電設備が動作可能であることが求められている。事象発生時は、非常用ディーゼル発電機（B）と空冷式非常用発電機1台により、運転上の制限を満足する状態であった。

1 調査結果

(1) 当該過給機の工場での詳細点検

- ・ 過給機は、軸の両端にタービン翼とコンプレッサ翼が取り付けられた構造で、排ガスによりタービン翼が回転し、反対側のコンプレッサ翼がディーゼル機関に燃焼用の圧縮空気を送る仕組みとなっている。
- ・ 当該過給機では、タービン翼が軸との溶接部で破断し、割れや欠けが確認され、破断面の組織観察の結果、過大な力で引きちぎられた様相が確認された。また、翼周辺の部品にも損傷が認められた。
- ・ コンプレッサ翼を軸に締め付け固定するためのナットが緩んでおり、軸を引き抜いて点検した結果、軸の挿入部およびナットの締め付け部に周方向の摺動跡が、翼のナット締め付け部に摩耗が確認された。

(2) ナットの緩みに関する調査

- ・ナットの緩みの原因調査のため、過去の点検実績等を確認した。
- ・当該過給機の分解点検は4定検に1回で、前回は第23回定検に現地で実施し、異常はなかった。それ以前はメーカー工場で行っていた。
- ・前回点検（現地での点検）を監督したメーカー指導員に聞き取り調査した結果、工場と同様に過給機を縦置きにして作業をすることとしたが、専用の縦置き固定治具がなく、補助作業員が過給機を手で支えて、ナットを締め付けたとのことであった。
- ・ナット締め付けの再現試験の結果、コンプレッサ翼を手で支えた状態で締め付けた場合、規定の力で締め付けても力が手の方に逃げて、翼を固定する軸方向の締め付け力が不十分な状態となることが判明した。
- ・締め付け力が不十分な状態では定格回転時に瞬時的に翼が軸の上を反回転方向に滑ること、さらに締め付け力が低下すると、翼が連続的に滑り出す可能性があることが判明した。
- ・また、締め付けナットは、ナットの緩み方向と翼の滑り方向が同じであるため、翼が連続的に滑り出すとナットが回転して緩み、締め付け力がなくなる可能性があることが確認された。

(3) 過給機損傷事例の調査

- ・過給機の損傷事例について調査したところ、タービン翼の高速回転による損傷事例と今回の事例の損傷状況が類似していた。

2 推定原因

前回点検時のナットの締め付け方法が適切ではなかったため、コンプレッサ翼の締め付けが不十分となり、その後の定期試験で翼に瞬時的な滑りが発生し、翼のナット締め付け部が徐々に削れ、締め付け力が低下した。

今試験時にコンプレッサ翼に連続的な滑りが発生して、ディーゼル機関に十分な空気量を送ることが出来ず、電気出力が低下した。

さらに、連続的な滑りによりナットが回転して緩み、コンプレッサ翼が軸に固定されない状態となったため、タービン翼の回転数が上昇し、過大な遠心力がタービン翼にかかり損傷したものと推定された。

3 対策

- ・過給機の組み立てにあたっては、専用の縦置き固定治具を用いて過給機を固定してナットを締め付けることや、コンプレッサ翼を支えないことを作業手順書に明記するとともに、関係者に周知する。
- ・ナットの緩み方向がコンプレッサ翼の滑り方向とは逆となるナットと軸に取り替える。

損傷した過給機も含めA号機の過給機4台について上記の対策を施したものと取り替え、試運転を行い、健全性を確認する。また、B号機の過給機4台についても、A号機の作業完了後に、上記対策品に取り替える。

(原子力規制委員会による I N E S の暫定評価)

基準 1	基準 2	基準 3	評価レベル
—	—	0 —	0 —

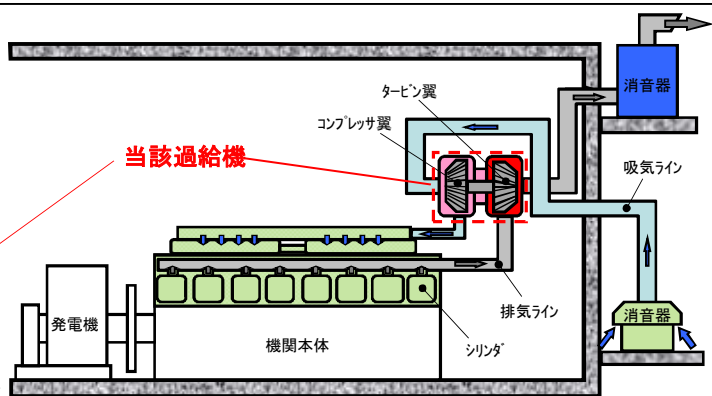
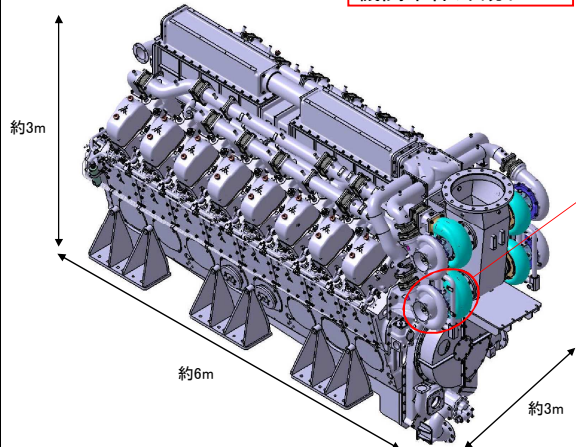
I N E S : 国際原子力・放射線事象評価尺度

問い合わせ先(担当：藤内) 内線2352・直通0776(20)0314
--

美浜発電所1号機 A-非常用ディーゼル発電機 の過給機故障について(原因と対策)

装置概要

機関本体外観イメージ



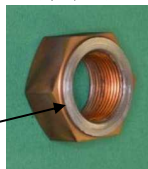
当該過給機

【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

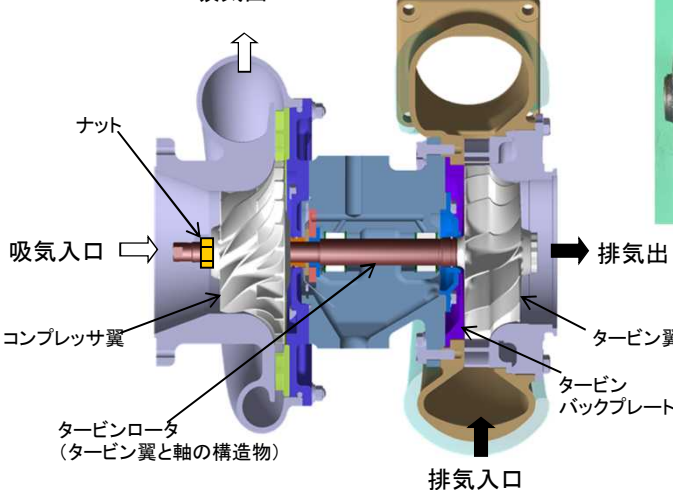
A-非常用ディーゼル機関 過給機外観点検結果

<ナット>



- ・ナットが緩んでいた
- ・周方向の摺動跡を確認

吸気出口



<タービン翼>



排気出口 全てのタービン翼が破損

<コンプレッサ翼>



周方向の摺動跡を確認

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

排気入口

<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

過去の過給機損傷事例 (タービン翼の高速回転による損傷事例)

<タービン翼>



タービン翼に割れや欠け

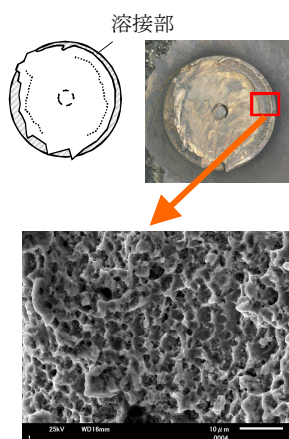
<タービンバックプレート>



タービンバックプレートが破損

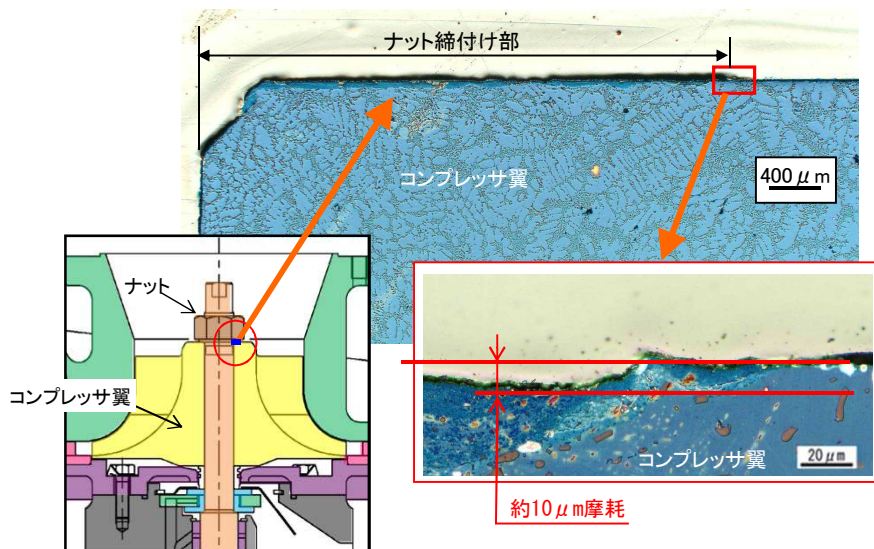
破面観察結果等

＜軸とタービン翼との溶接部(破断部)破面観察＞



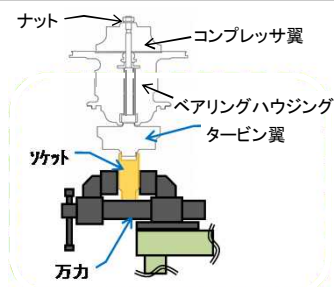
過大な力で引きちぎられた様相(ディンプルを確認)

＜コンプレッサ翼の摩耗状況＞



原因

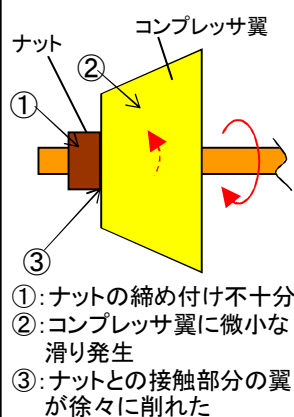
第23回定検時の組み立て作業イメージ(再現試験)



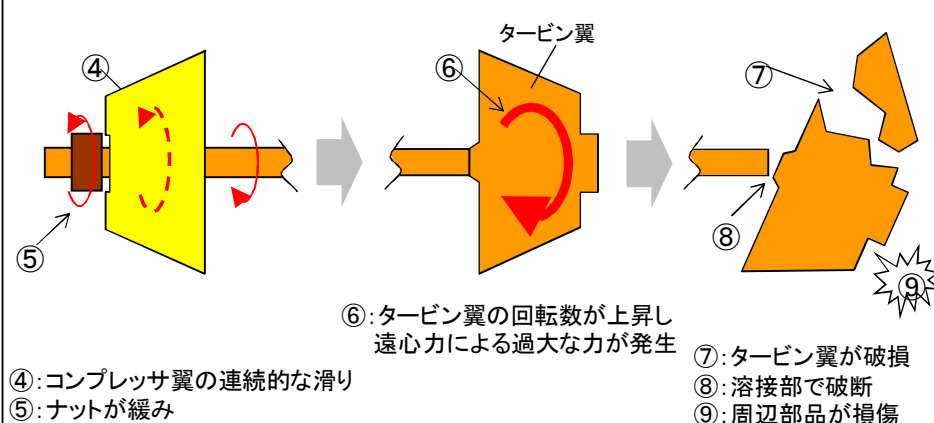
コンプレッサ翼を手で支えた状態で締め付けた場合、翼を固定する軸方向の締め付け力が不十分な状態になることを確認。

過給機損傷推定メカニズム

＜前回試験までの状態＞



＜今回試験時の状態＞



対策

- (1) 過給機の組み立てにあたっては、専用の縦置き固定治具を用いて過給機を固定してナットを締め付けることや、コンプレッサ翼を支えないことを作業手順書に明記するとともに、関係者に周知する
- (2) ナットの緩み回転方向がコンプレッサ翼の滑り方向とは逆となるナットと軸に取り替える

対策(2)の概要

過給機の回転方向

