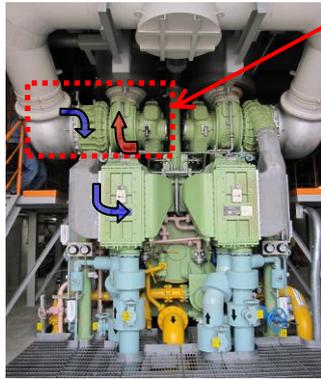


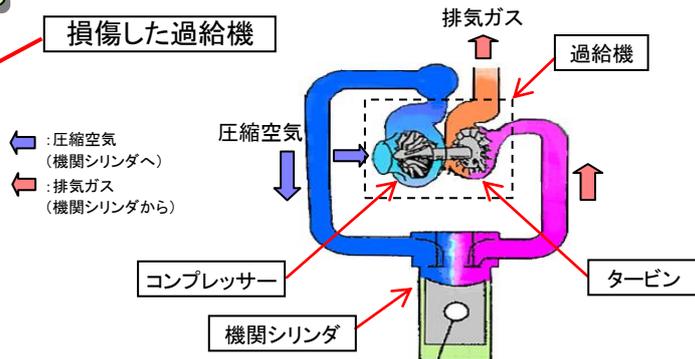
## 原因と対策の概要

### 発生箇所



3B-非常用ディーゼル発電機

### 損傷した過給機



過給機とは、機関シリンダの排気ガスを利用してタービンを回すことにより、燃焼用空気を圧縮して機関シリンダに供給する装置

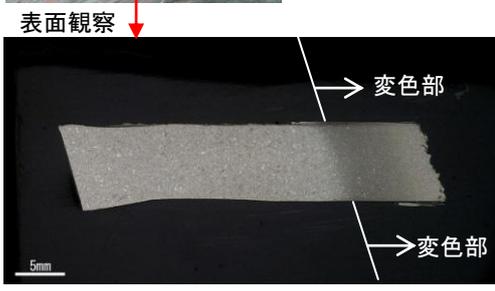
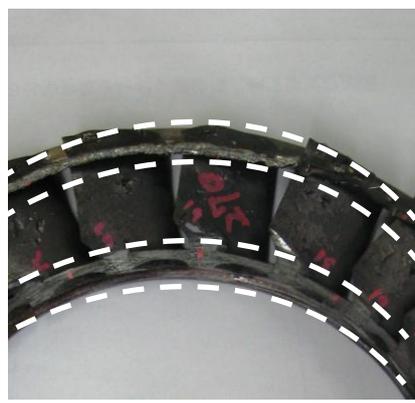
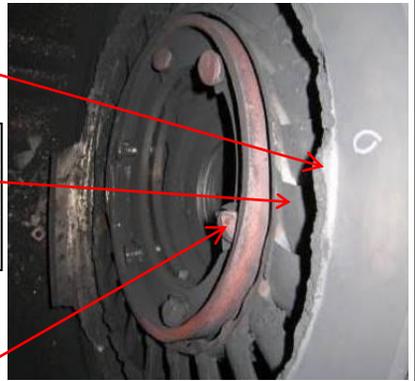
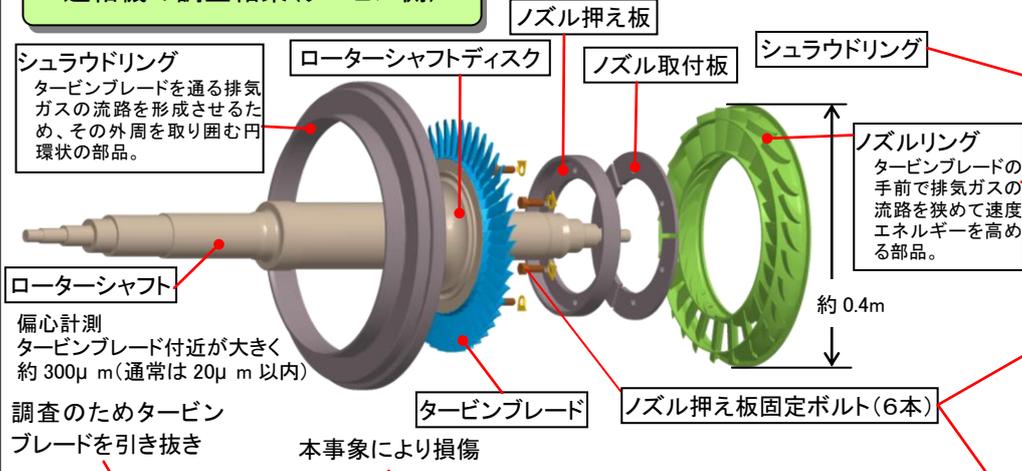
#### 非常用ディーゼル発電機の仕様

設置数	2基
機関回転数	毎分750回転
機関出力	5,800kW/基
発電機出力	5,600kW/基
発電機電圧	6,900V

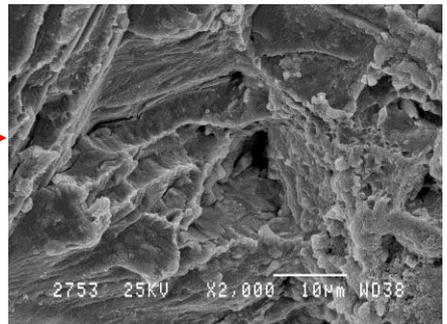
#### 過給機の仕様

設置数	2台/基
高さ	約1m
幅	約2m
出口圧力	240kPa
回転数	20,900min <sup>-1</sup>

### 過給機の調査結果(タービン側)



タービンブレードは、程度は異なるが全数(45枚)損傷。うち根元付近から損傷したものは11枚。



## 推定原因

- 工場における過給機の製作において、作業手順書で当該ボルトの締付け方法の記載が不明確であったことから、当該ボルトの締付け作業で、所定の締付け力が付与されなかった。
- 工場における製作時の当該ボルト締付けが不十分であったため、その後の運転で、当該ボルトが、振動等の影響によりゆるみ、徐々に抜け出した。その結果、過給機内で当該ボルトとローターシャフトディスクの接触・過熱が生じ、ローターシャフトディスクの材料強度が低下することにより変形し、タービンブレードが浮き上がった。浮き上がったタービンブレードとシュラウドリングとの接触により、タービンブレードが損傷するとともに抜け出し、過給機内に飛散した。そのため、ローターシャフトの偏心、各部の接触等に進展し、過給機の損傷に至った。

## 締付け力の不足

製作段階における当該ボルトの締付け作業において、従来は補助具を使用した T 型レンチで締付けていたが、当該ボルトは T 型レンチのみで締付けたことが考えられ、所定の締付け力が付与できなかった可能性がある。



T 型レンチのみでの締付け  
 <締付け力 約40~60N・m>

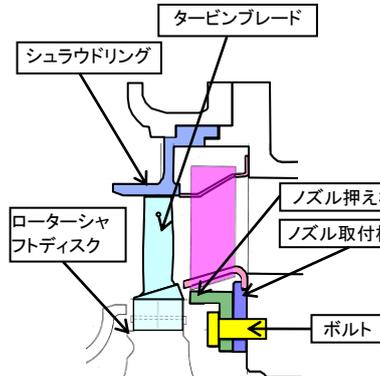


補助具ありの締付け  
 <締付け力 約75~95N・m>

## 損傷メカニズムの推定

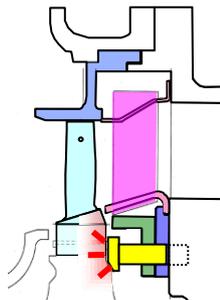
### 損傷発生前

ボルトとローターシャフトディスク外周部は接触していない。



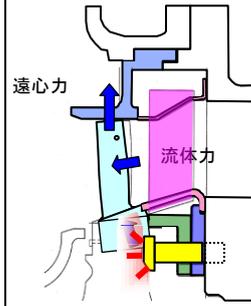
### ステップ1 ボルトの緩み

ボルトが緩み、ボルト頭部がローターシャフトディスク外周部に接触。ローターシャフトディスク外周部の温度が上昇、金属が軟化し、材料強度が低下。



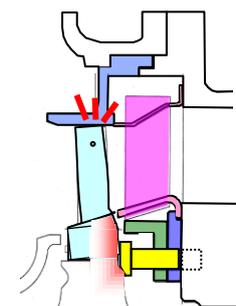
### ステップ2 ブレード浮き上がり

ローターシャフトディスク外周部の材料強度が低下することによって、タービンブレードが浮き上がる。



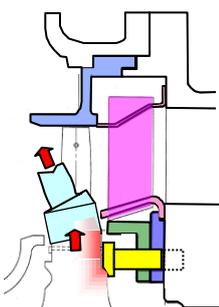
### ステップ3 シュラウドリングと接触

浮き上がったタービンブレードはシュラウドリングと接触し損傷。



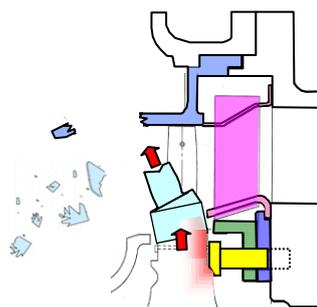
### ステップ4 ブレードの抜け出し

シュラウドリングと接触することによりタービンブレードが抜ける。



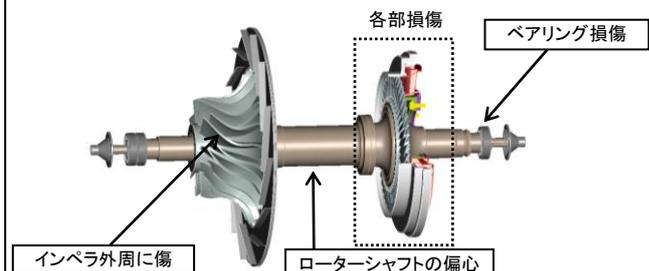
### ステップ5 ブレード等の飛散

損傷したタービンブレード、シュラウドリング等が飛散。



### ステップ6 過給機の停止

タービンブレード等の損傷によりローターシャフトのバランスが狂い、偏心が生じ、ベアリングが損傷し、ついには過給機が停止。過給機の停止によりDGの出力が低下するとともに、空気供給量低下により、すす等が排気管等より排煙。



## 再発防止対策

### (1) 過給機周りの対策

- 当該過給機については、工場において新品にて、新たに組み立てるが、ボルトについては所定の締付け力が付与されていることを確認した。
  - B-DGの残り1台の過給機については、工場において点検を行い、ゆるみ等の異常がないことを確認したが、念のため当該過給機と同様に、ボルトに所定の締付け力が付与されていることを確認した。
  - A-DGの過給機についても、B-DG復旧後、工場において同様な対策を行う。
- 以上の対策については、DGメーカーにおいて、所定の締付け力が付与されるようボルト締付け方法を明確にしたうえで、これを作業手順書に明記し、施工管理を確実にする。

### (2) 調達管理の改善

今回と同様に振動等によりゆるむ可能性のある回転機器等の内部のボルトの締付け作業に対し、締付け基準の考え方を明確にし、締付け部の重要度に応じ、適切な手順を定めることをメーカー等の調達先に要求するよう当社の調達管理要領の中で規定する。なお、調達先における要求事項の遵守状況は、監査などにより確認する。