

昆布盛ウインドファーム 6号機風車破損事故に関する報告


令和2年1月14日
JEN昆布盛ウインドファーム株式会社

目 次

1. 概 要	P. 1
2. 火災発生箇所の調査	P. 4
3. 軸受内部の調査	P. 7
4. 運転状況のトレンドグラフ	P. 9
5. 火災発生の過程 (推定)	P.10
6. 事故調査委員会での検討	P.12
7. 火災原因調査の方向性	P.13
8. 火災原因調査結果	P.14
9. 主軸ずれ原因について	P.22
10. 本来行うべき対応との差異	P.26
11. まとめ (再発防止対策)	P.27

別添資料

P.別1～別11



主として
産省WGの
経第1報
報 告 範 囲

主として
産省WGの
経第2報
報 告 範 囲

主として
産省WGの
経第3報
報 告 範 囲

1. 概要

1.1 サイト概要

- ・所在地：北海道根室市昆布盛149-12
- ・設置者：JEN昆布盛ウインドファーム株式会社
- ・定格出力：1,500kW×5基（1号機～5号機）
2,500kW×1基（6号機）
- ・運転開始：2004年（1号～5号）,2008年（6号）

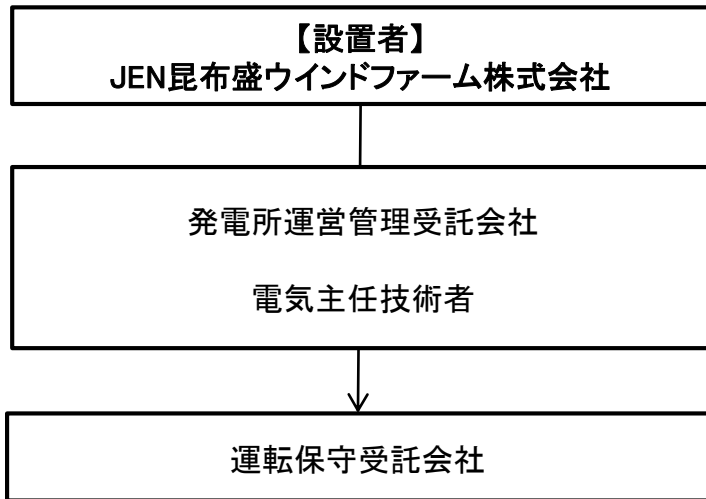


図 1.1 電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安業務組織図

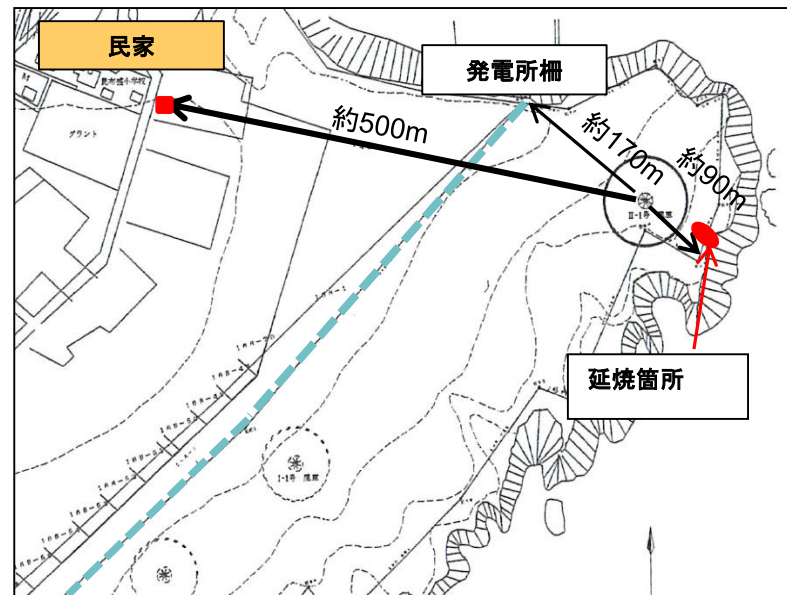


図 1.2 発電所所在地

1. 概要

1.2 風力発電設備の概要（6号機）

- ・ 風車メーカー：GE
- ・ 機種：GE - 2.5-88

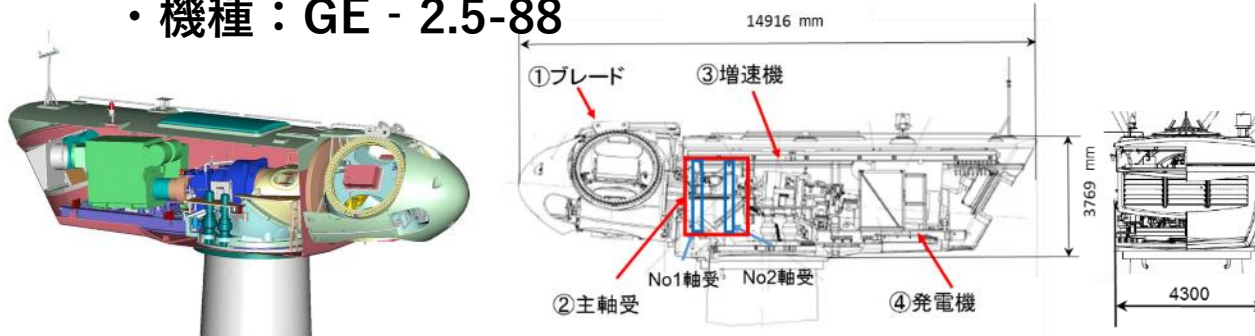


図 1.3 6号機風車ナセル内部図

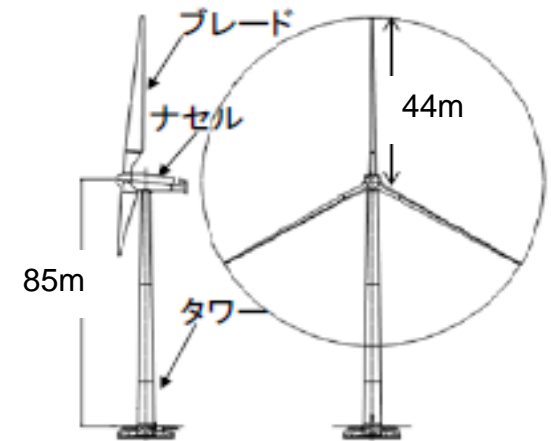


図 1.4 6号機風車外形図

1.3 6号機事故の概要（2019年4月8日）

- ・ 運転中「ベアリング温度高」警報発生(2:08)し風車が発電停止（ピッチ制御:フェザー）（参考：ピッチ制御：電動，Yaw制御：電動）
- ・ 運転保守受託会社保守員(24時間交替勤務)が直ちに現場に出向きタワー内を点検した。その際、火の粉の落下と異臭を確認したため、外部へ退避した。その際ナセル付近より火炎を確認した（覚知）（3:00頃）。
- ・ 消防へ第一報（3:16頃）、消防入所（3:30頃）
- ・ 北海道産業保安監督部電力安全課へ第一報報告（4:17頃）
- ・ 念のため消防車1台が安全確認出来るまで待機。
- ・ 自然にナセルの火が消え再現性が無いことを確認後6:00頃退所。
- ・ ナセル落下の恐れがゼロではないため6号機立ち入り禁止処置を実施
※外部に対する人的、物的被害なし

1. 概要

1.4 事故発生時の気象状況・風況（根室気象台2:30情報）

- ・発生日時 （4月8日(月) 午前2時26頃）
- ・天候 晴れ（落雷はなし）
- ・気温 1.0°C
- ・風速 北西 9.5m/s
（現地風向 北西、風速6m/s～8m/s）



図 1.5 火災事故(消火後)

1.5 事故発生時の風車の状況

- 2:08：ベアリング温度高風車発電停止（Shaft bearing Overtemperature）
- 2:26：火報動作（Fire Alarm）
- 2:38：アイドリング（Idling command at WTG）
- 2:44：ナセル室内温度故障（Container/nacelle temp. fault）
- 2:56：PLC故障（PLC fault collection）
 - 24V電源故障（PLC fault 24V-power supply）
 - 自動-手動モード切替（Maintenance switch pitch）
 - ヒューズ断発生（Motor protection fuses）
 - ハブPLC通信故障（Rotor CCU collective faults）
 - ブレード制御不良（Blade angle not plausible axis-1-2-3）
 - 火報故障（Fire alarm sensor error）



図 1.6 火災事故(延焼部分)

2. 火災発生箇所の調査

2.1 火災による損傷状況

下表に外観の損傷状況を示す(表2.3)

表 2.1 風車の外観の損傷状況

No.	部 位	状 況	備 考
a)	タワー	上部に若干のスス	(別添 P.別1) 別添2.1 参照
b)	ブレード	FRP製ブレード2枚の一部損傷	(別添 P.別1) 別添2.2 参照
c)	ハブ	外部損傷なし	(別添 P.別1) 別添2.3 参照
d)	ナセル	前半分の損傷大	(別添 P.別1) 別添2.5 参照

2.2 ナセルの焼損状況

ナセルを地上に降ろし、火災発生箇所の調査を実施した。
下表に外観の状況を示す。(表3.1)

表 2.2 ナセル外観の状況

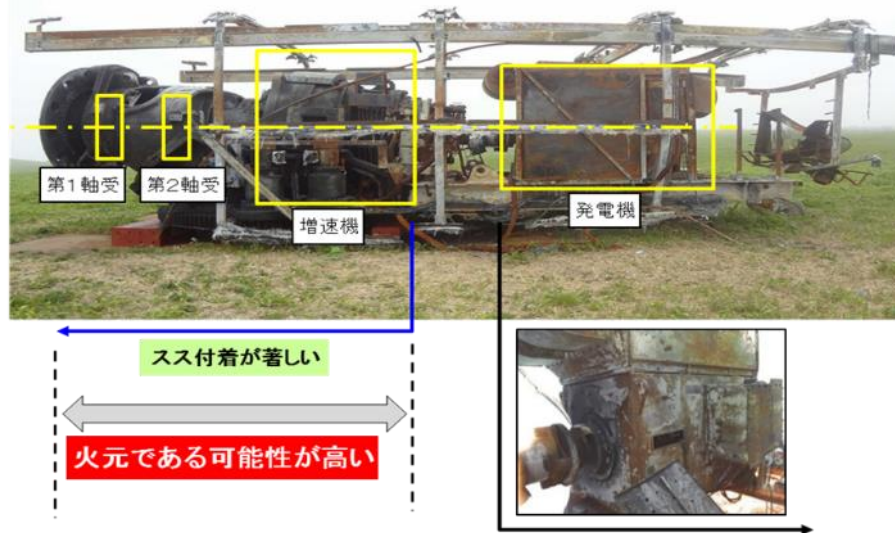
No.	部 位	スス付着状況	備 考
d)-1	第1軸受	著しい	図 2.1参照
d)-2	第2軸受	著しい	
d)-3	増速機	著しい	
d)-4	発電機	非常に少ない	

2. 火災発生箇所の調査

2.3 火元の推定

火災によるススの付着量、及び部材の焼損状態を確認した結果、増速機より前方側の焼損が著しい。

⇒ 火元は発電機ではなくナセル前半分の可能性が高いと推定。 (図2.1)



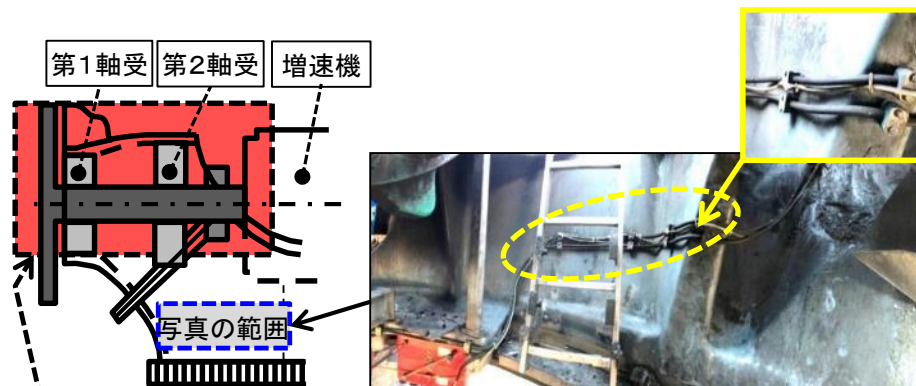
錆が出ているが、スス付着は非常に少ない

図 2.1 ナセル状況

増速機下部ケーブルに焼損が見られない
(別添 P.別1) 別添2.6

前半分の軸受ケーシング内下側の樹脂配管に焼損が見られない。(図2.2)

⇒ 火元は増速機でもなくナセル前半分の上側であると推定



ケーシング内下側は焼損が見られない
(樹脂配管は焼損していない)

⇒ タワー(塔)やケーシング下側は火元でない

① 火元はこのエリアにあると推定

図 2.2 ケーシング内の焼損状況

2. 火災発生箇所の調査

火元はナセル前半分の上側との推定に基づき、この範囲を詳細調査した結果下記の事象を確認した。

- ・ 主軸が移動
(図2.3参照)
- ・ 第2軸受 前側の主軸に鉄片、燃烧跡あり
(図2.4参照)
- ・ 廃グリスが激しく燃烧した形跡あり
(図2.5参照)

(詳細は別添 P.別2～別3を参照)

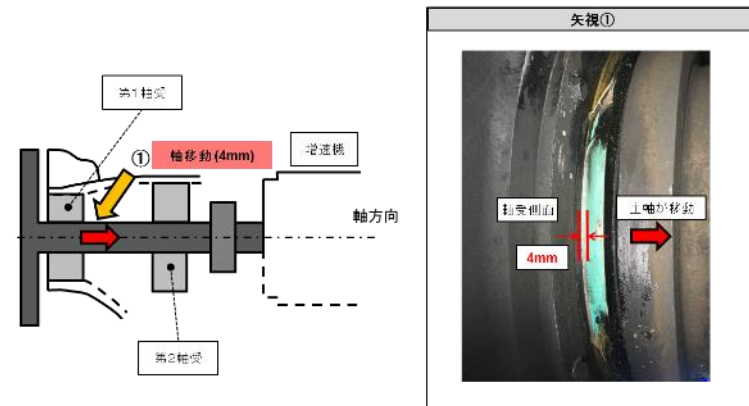


図 2.3 主軸の移動状態

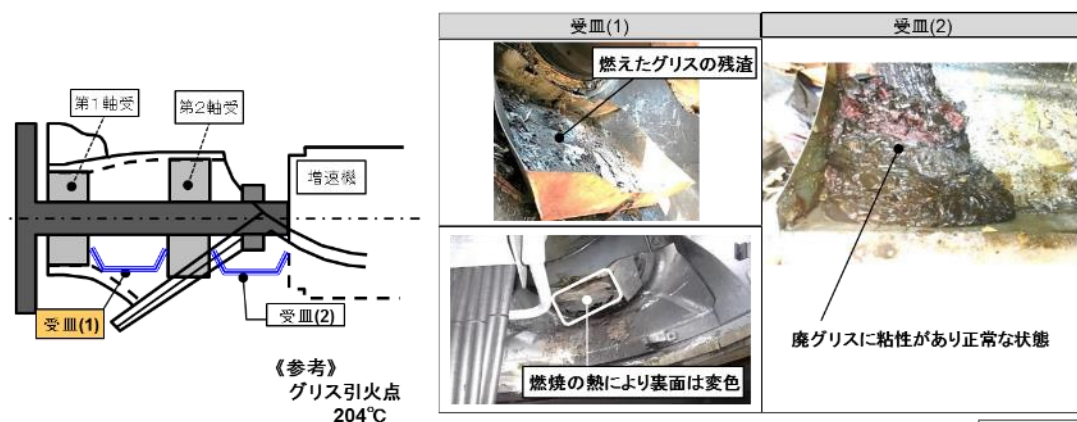
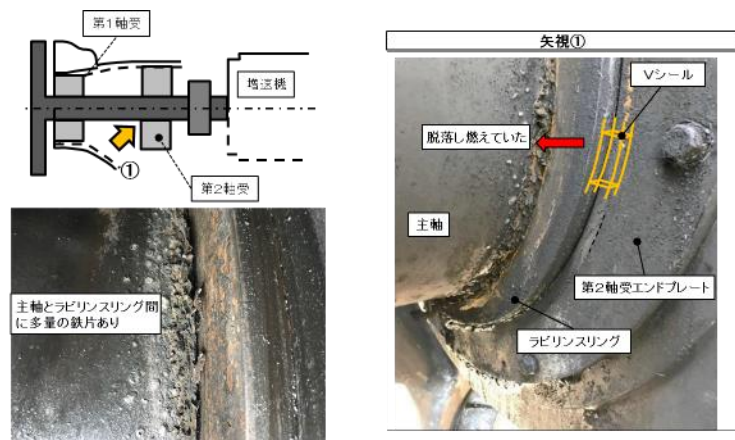


図 2.5 廃グリス受皿の状況

図 2.4 主軸およびゴム製シールの燃烧跡(第2軸受)

3. 軸受内部の調査

第1、2軸受内部のベアリングを内視鏡で調査 (測定場所は別添 P.別3の別添3.1を参照) (※ベアリングとは外輪、内輪、保持器、転動体を指す)

3.1 ベアリングの状況〔第1軸受〕

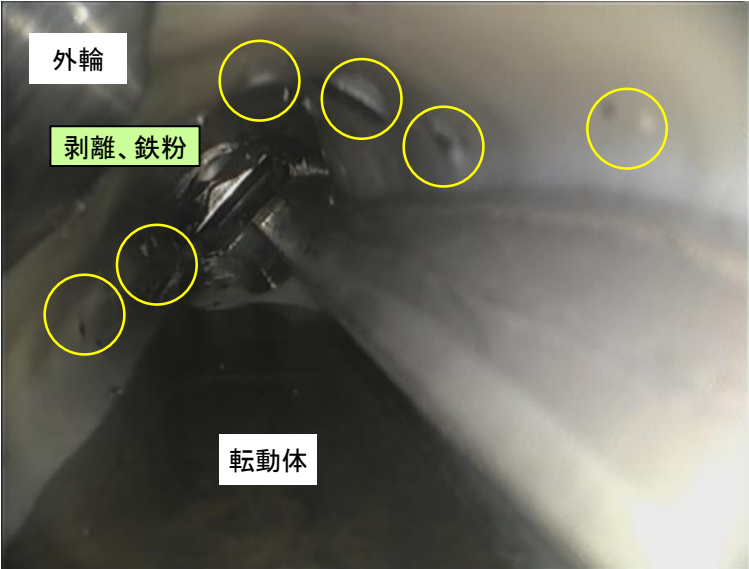
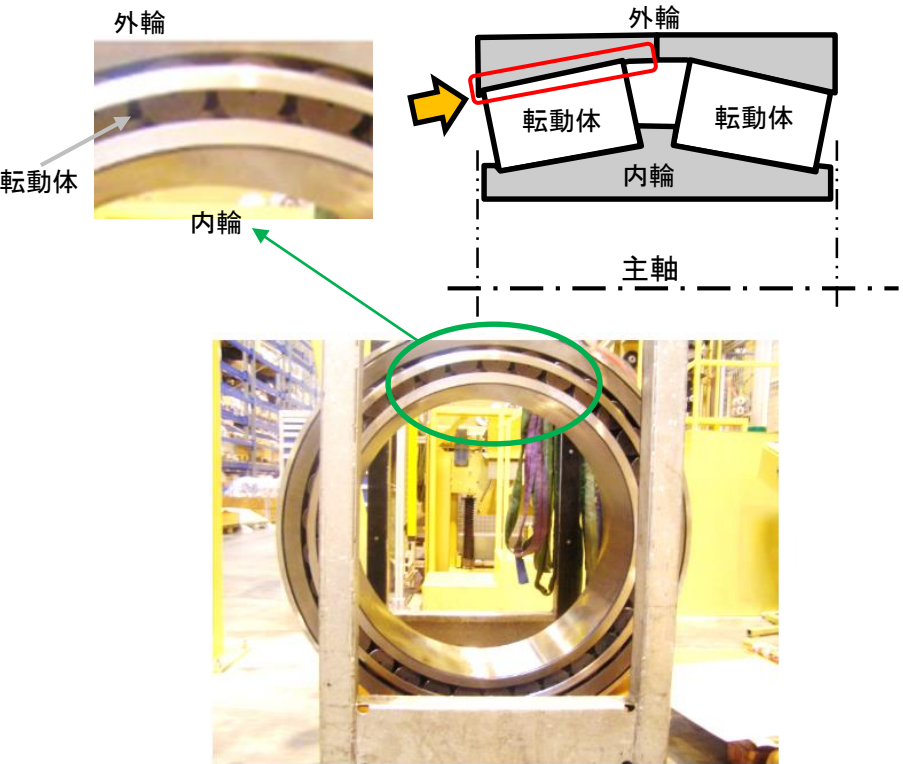
	内視鏡写真(本件写真)	構造概要 (参考写真)
転動体・外輪	 <p>外輪</p> <p>剥離、鉄粉</p> <p>転動体</p> <p>転動体、外輪間に多量の剥離、鉄粉が見られる</p>	 <p>外輪</p> <p>転動体</p> <p>内輪</p> <p>主軸</p>

図 3.1 内視鏡調査結果(第1軸受)

3. 軸受内部の調査

3.2 ベアリングの状況〔第2軸受〕

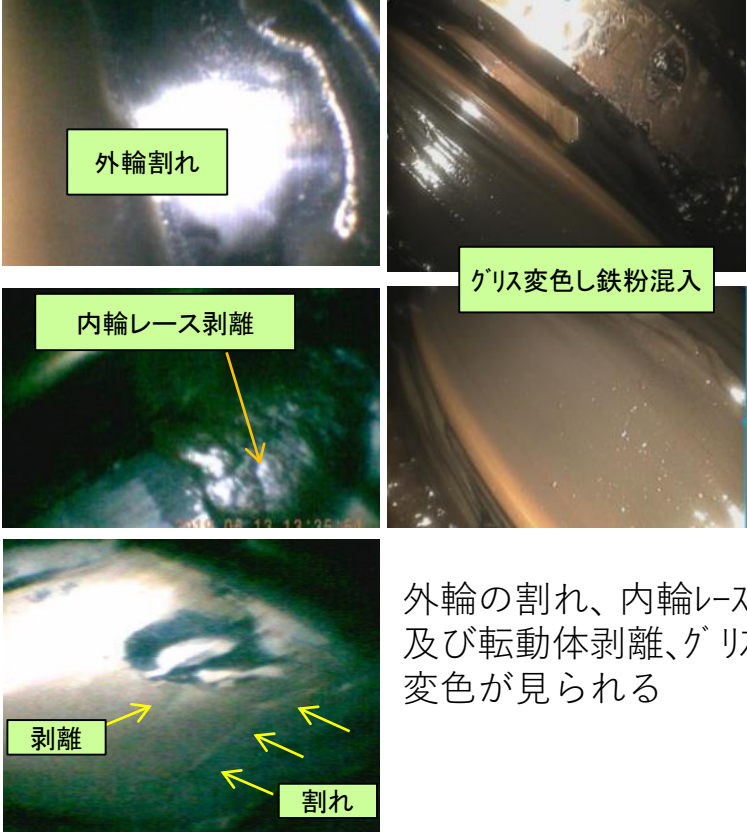
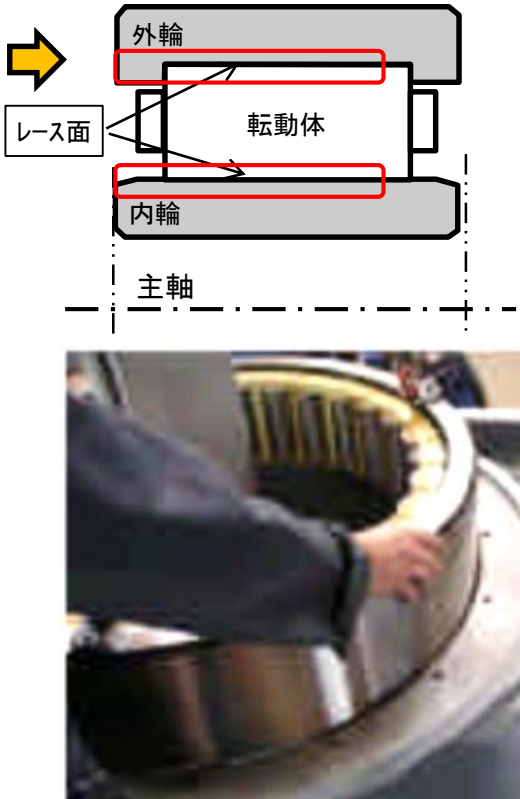
	内視鏡写真(本件写真)	構造概要 (参考写真)
転動体 ・ 外輪 ・ 内輪	 <p>外輪割れ</p> <p>グリス変色し鉄粉混入</p> <p>内輪レース剥離</p> <p>剥離</p> <p>割れ</p> <p>外輪の割れ、内輪レース及び転動体剥離、グリス変色が見られる</p>	 <p>外輪</p> <p>レース面</p> <p>転動体</p> <p>内輪</p> <p>主軸</p>

図 3.2 内視鏡調査結果(第2軸受)

4. 運転状況のトレンドグラフ

4.1 第2軸受箱温度、ナセル内温度

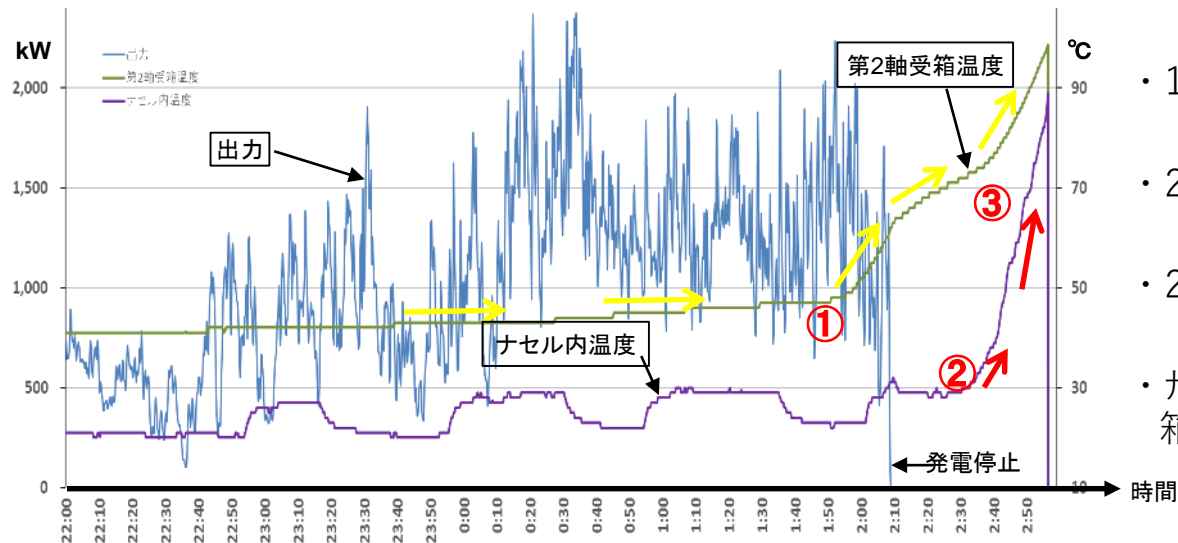


図 4.1 時間経過に伴う各所温度の推移

- ・ 1時54分頃 第2軸受箱温度が上昇し始めた。 …①
- ・ 2時08分 ベアリング温度高で風車発電停止後も温度上昇は継続。
- ・ 2時30分頃 ナセル内温度が上昇し始めた。 …②
- ・ ナセル内温度が上がり始めた際、第2軸受箱温度は既に80°C前後 …③

4.2 軸受箱温度、タワー振動

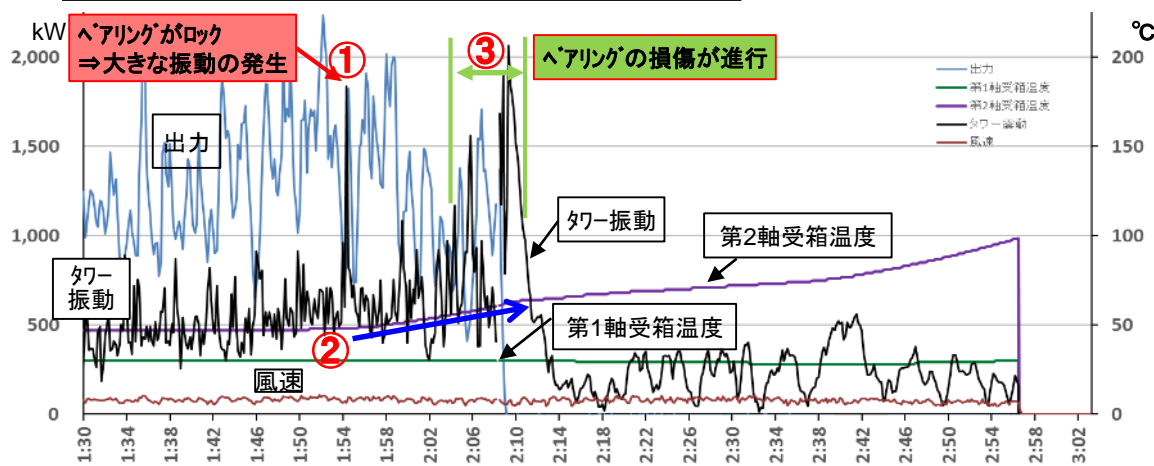


図 4.2 時間経過に伴うタワー振動と軸受箱温度の推移

- ・ 1時54分頃 通常運転中に突然大きなタワー振動が発生。 …①
- ・ 第2軸受箱温度が上昇し始めた。 …②
- (推定)
- ・ 突然発生した大きな振動は、軸受内のベアリングが損傷したことでロックしたことによりそのショックでタワー全体が大きく振動したものと考え。 …①
- ・ 2時04分頃からの大きな振動は、主軸の回転によるベアリングの損傷進行に伴って発生したと考える。 …③

5. 火災発生過程（推定）

これまでの調査結果をもとに、火災発生過程を推定した。

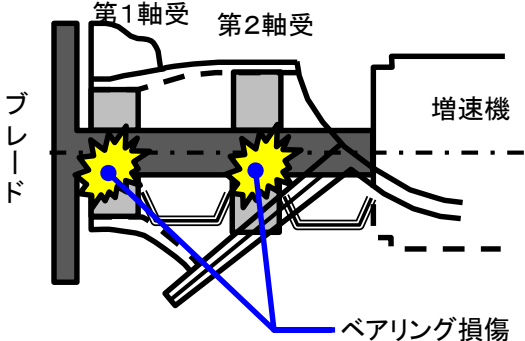
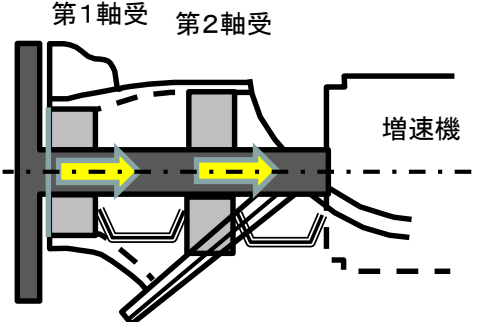
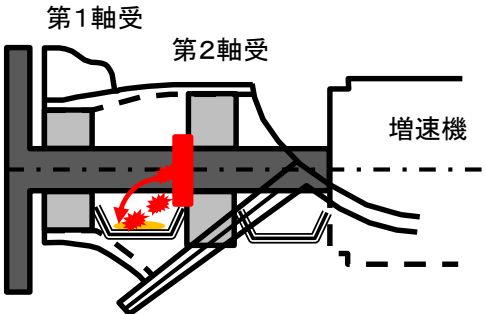
	解説図	状況
Step 1		<ul style="list-style-type: none"> ベアリングが損傷した。
Step 2		<ul style="list-style-type: none"> 主軸を支持する力が失われ、主軸が軸後方へ押し込まれた。
Step 3		<ul style="list-style-type: none"> 主軸が後退したことにより主軸と一体となって回転しているベリンスリングが第2軸受側面に強く押し付けられた状態となり、主軸又はベリンスリングが剥離。軸回転による摺動摩擦で高温の鉄片等が落下。 これらが火種となって直下の廃グリス受皿へ落ちた

図 5.3 火災発生過程(推定)

(次ページに続く)

5. 火災発生過程 (推定)

	解説図	状況
Step 4		<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃グリス受皿内のグリスに引火した。
Step 5		<ul style="list-style-type: none"> ・ 火炎がナセル内に充満し、ナセル全体へ延焼した。

火災発生過程(推定)
を纏めると右記になる

ベアリングが損傷したことにより主軸がナセル後方へ押し込まれた



軸受側面に押し付けられた主軸又はラビリンスリング等が剥離し摩擦熱で高温となって廃グリス受皿へ落下した



グリス受皿の廃グリスに引火した

6. 事故調査委員会での検討

本件事故に伴い設置した事故調査委員会を適宜開催し、事故原因の究明と再発防止策の検討を進めた。

社内事故調査委員会の設置

- 目的 事故原因究明と再発防止策の策定
- 構成メンバー
 - 電気主任技術者
 - 発電所運営管理受託会社
 - 運転保守受託会社
 - 専門的知識を有するITツクリング会社
 - 風車メーカー 他.

原因調査の方向性に基づいた検討

社内事故調査委員会で調査項目を設定し調査・検討を実施（次スライド参照）

経産省WG第1回報告(R1.7.12)での指摘事項検討

- (1) 廃グリスについて
廃グリス受皿やメンテナンス方法について適切であったか調査する事。
- (2) 主軸回転数の調査
主軸の回転数情報を加えて考察する事。
- (3) 第1軸受(スラスト軸受)が壊れた原因調査
- (4) 二次被害(火災)を起こした原因と対策纏め

経産省WG第2回報告(R1.10.28)での指摘事項検討

- (1) 主軸ずれが発生した原因究明と再発防止策
第1軸受(スラスト軸受)が壊れた原因を調査する事。
- (2) 今回の事象に関する資料記載
回転検出器故障と、グリス黒化確認から運転継続に至った事象について、ワーキングにて口頭で説明した内容を資料に報告書として書き残す事。
(いつ、誰が、どのようなタイミングで、何を基準に)
点検記録について、いつ行ったかを記載する事。

7. 火災原因調査の方向性

火
災
発
生

要因1

運転管理不良

不具合発見時の整備計画

火災発生時の回転数他挙動

要因2

整備点検不良

グリス注入方法

グリス適合良否

廃グリス管理方法

要因3

設計・製造不良

軸受材質不良

シール材質確認

軸受強度不足

(1) 運転記録、整備記録の確認

- ・過去3年間に遡り保安規程等に基づく整備記録、運転記録から軸受不具合の兆候調査

(2) 主軸回転による火災の影響確認

- ・事故時における主軸回転数の降下状況と火災の関係をSCADAデータで調査

(1) グリス管理方法の検証

- ・メーカーのオートグリース仕様書、配管系統等をもとに注入量や注入方法、頻度等を調査
- ・定期事業者検査記録をもとに半年毎のグリス補充量を調査

(2) グリス適合良否検証

- ・メーカー推奨品と一部に推奨以外のグリスを混在して使用した経過があるため、外部機関にてグリス試験を実施しグリス特性への影響を調査

(3) 廃グリス管理方法の確認

- ・事故前に連続注入した事で廃グリス回収に問題ない事をO&M作業人にヒアリングと廃グリスパンの容積で確認
- ・廃グリスパン形状に設計から変更ない事を確認

(1) 同型機の不具合実績確認

- ・軸受およびシール材の材質、構造図をメーカー確認
- ・同型機の導入実績と類似火災の事例をメーカー確認
- ・主軸の製造品質管理内容をメーカーに確認
- ・GE2.5の設計評価確認、サイト風況解析

8. 火災原因調査結果（要因1-(1)）

8.1 要因1（運転管理不良 – 不具合発見時の整備計画）

（1）運転記録、整備記録の確認

a. 整備記録

過去3年間に遡り、電気事業法に基づく保安規程、定期事業者検査実施要領書、点検マニュアルに基づいた主軸受関係の点検記録を調査。

表 8.1 点検記録調査結果

点検根拠	点検及び頻度		点検内容	調査結果	
保安規程	法定	巡視点検手入	1ヶ月	温度、回転、過熱、異臭、給油状況	2016/4まで遡り異常なしを確認
		定期点検手入	3ヶ月	音響、振動、温度	2016/4まで遡り異常なしを確認
			1年	汚損、緩み、伝達装置外観点検	2016/11まで遡り異常なしを確認
	精密点検手入	適宜	定期点検結果より内部分解	対象なし	
定期事業者検査実施要領書		定期事業者検査	1年	グリス状態（色）を確認	2017/9まで遡り異常なしを確認
点検マニュアル (メーカー標準メンテナンスマニュアルを和訳)	自主	点検マニュアルに基づく 半年点検 年次点検	6ヶ月	廃グリスコンテナの清掃	2016/11まで遡り清掃を確認
			1年	オートグリサーへのグリス補充	2016/11まで遡り補充を確認
			1年	目視によるベアリングの動作状況	2016/11まで遡り異常なしを確認
—		SCADAシステム	常時	主軸受の温度モニタリング、警報	2016/4まで遡り異常なしを確認

- ・ 目視にてグリス状態(色)を確認 ⇒ 点検マニュアルに基づいた点検記録で**変色他異常なしを確認**
- ・ SCADA(監視装置)：常時軸受温度モニタリング ⇒ **警報設定値以内を第1軸受、第2軸受とも確認**

8. 火災原因調査結果 (要因1-(1))

b. 運転記録

過去3年間の運転日誌および日常整備記録から軸受不具合の兆候調査

表 8.2 事故原因と関連する故障履歴と整備記録

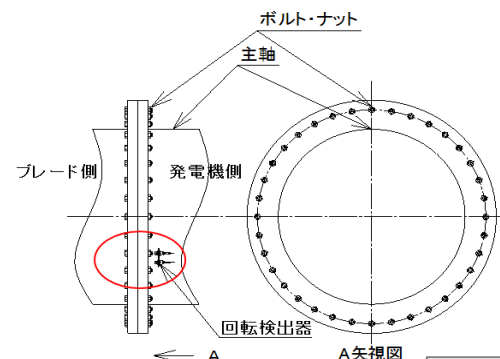
年月日		内容
2018年	9月20日	ローター回転検出器故障のため交換 (先端部の削れを確認)
2019年	3月 6日	ローター回転検出器の間隙調整 (先端部の摺れを確認)
	3月 7日	第1軸受 異音確認 グリス黒化確認
		オートブレーサーを間欠運転から 常時運転 に変更
	3月12日	メーカー 推奨品と異なるグリス を押し出し用に変更
	2月19日	オートブレーサーのライン変更 (第1軸受 + 第2軸受 ⇒ 第2軸受)
	4月 8日	火災発生

i) ローター回転検出器故障

2018年9月20日 ローター回転検出器の先端部が削れているのを発見し、故障のため交換。

2019年3月 6日 ローター回転検出器の先端部が摺れていたのを発見し、隙間を調整。

通常は近接センサとボルトの間には隙間があるが、**主軸が押し込まれたことにより、ローターのボルトと接触して故障した**ものと推定。



(検出器の構造は別添 P.別4の別添8.1、別添8.2を参照) 図 8.1 回転検出器取付位置

8. 火災原因調査結果 (要因1-(1),(2))

ii) 第1軸受廃グリスの変色

2019年3月7日 廃グリスの黒化を確認

第1軸受から擦れている音がしたためグリス不足と判断しオートグリーサーをマニュアル運転に切り替えて給脂。その際に排出されたグリスが黒化していることを確認。以降グリス入替のためオートグリーサーを間欠運転から連続運転とした。(廃グリスの黒化状況は別添 P.別4の別添8.3、別添8.4を参照)

8.2 要因1 (運転管理不良 - 火災発生時の回転数他挙動)

(2) 主軸回転による火災への影響

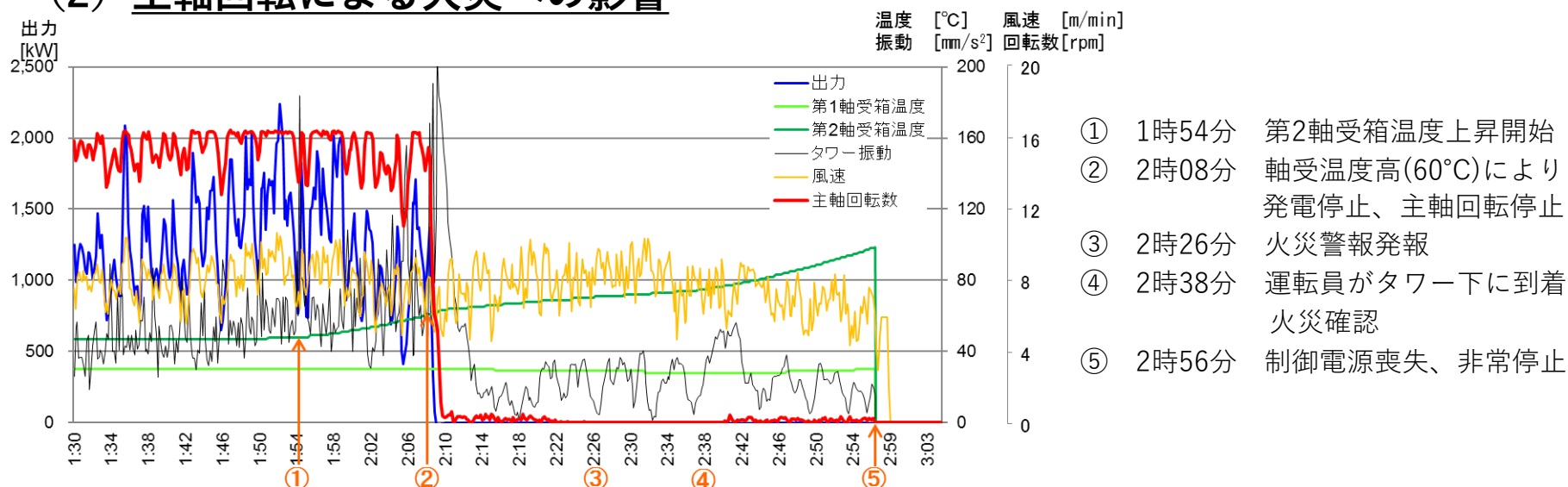


図 8.2 トレンドデータ(2019年4月8日1:30~4月8日3:00)

発電停止と共に回転数は降下しており、火災につながるような動作は確認できない。

8. 火災原因調査結果 (要因2-(1))

8.3 要因2 (整備点検不良 - グリス注入方法)

(1) グリス管理方法の検証

注入量、方法、頻度等の調査

- メーカー調査 : グリス注入の適切な頻度、量
- ① 注入量 : グリスポンプ仕様 42g/分
 - ② 給脂方法 : 自動給脂 (第1軸受 + 第2軸受)
 - ③ 頻度 : 1回/週 11分間運転

462g/週

年間注入量 : 24kg(軸受2台分)

- ④ 軸受グリス充填量
 - ・第1軸受のグリス充填量 : 40kg
 - ・第2軸受のグリス充填量 : 30kg
- ⑤ 仕様グリス (風車メーカー推奨品)
モービルSHC460WT 他



図 8.3 オートグリーサー

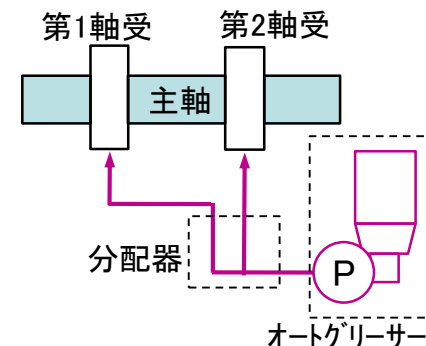


図 8.4 グリス注入系統

定期事業者検査記録で半年毎のグリス補充量を調査した結果、
毎回グリス補充していることを確認。

6号機グリス注入調査結果

		注入方式	注入量	注入頻度	ポンプ補給量	グリス種類
	メーカー標準	自動	42g/分・2軸受 (間欠:11分間)	1回/週	13.8kg/年・2軸受	SHC460WT
2019	3月6日前	※メーカー標準方法によりグリス補充を実施				
	3月7日	※メーカー標準にない方法で黒化グリスの入替作業を実施				
		自動	42g/分・2軸受	連続	16kg/日・2軸受	SHC460WT
	3月12日	自動	42g/分・2軸受	連続	16kg/日・2軸受	エピノック
	3月19日後	自動	42g/分・1軸受	連続	16kg/日・1軸受	エピノック

黒化
グリス
入替

メーカー推奨品: モービルSHC 460WT
(以下SHC460WT))
パージ用 : エピノックグリスAP(N)2
(以下エピノック)

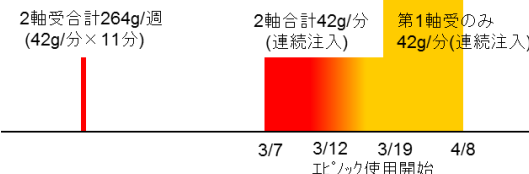


図 8.5 第1軸受のグリス注入イメージ

←表 8.3 グリス注入状況

8. 火災原因調査結果 (要因2-(2),(3))

8.4 要因2 (整備点検不良 – グリス適合良否)

(2) グリス適合良否

・メーカー推奨品と一部に推奨以外のグリスを混在して使用した経過があるため事故への影響を調査

[試験目的]

・グリス入替の際、メーカー推奨品ではないグリスを用いて給脂したため異種グリスが混合状態でグリスの特性に変化が生じるか確認する。

[試験方法]

・メーカー推奨の確認試験の中から代表的な4つの試験方法を選択

- ① シェル4球融着荷重試験 (ASTM D2783) 摩擦摩耗試験
- ② SRV試験 (ASTM D5706) 振動摩耗試験 (焼付き試験)
- ③ 低温トルク試験 (JIS K2220) 起動・回転トルク試験
- ④ 引火点試験 (JIS K2265-2)

・試験はメーカー推奨品を基準として、パージ用グリスとの比率を 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 wt% に変えて実施。

[試験結果]

(試験結果は別添 P.別5の別添8.5～別添8.7を参照)

・混合比率を段階的に変えてグリス性能確認したところ顕著な変化は見られなかった。

⇒ 推奨以外のグリスが混在したことで潤滑不良が発生して軸受が損傷したとは考え難い。

8.5 要因2 (整備点検不良 – 廃グリス管理方法)

(3) 廃グリス受皿の清掃方法と形状

(受皿形状は別添 P.別5の別添8.8、別添8.9を参照)

通常、オートグリーサーによる自動間欠給脂であれば、廃グリス(約0.7L/月)の除去は月1回の清掃で十分だが、連続給脂中のため排出量が多く(約20L/日)毎日除去していた。

廃グリス受皿の設置場所及び形状についてはメーカー標準からの変更なし(約85L)

⇒ 連続給脂でも1日に排出されるグリスを受けるには十分な容積がある。

8. 火災原因調査結果 (要因3-(1))

8.6 要因3 (設計・製造不良)

(1) 軸受材質不良、軸受強度不足、シール材質確認

材料同型機の不具合実績を確認

a. GE2.5-88 導入実績

- ・ 国内43基 / 海外含む 96基
- ・ 類似火災の報告はなし

b. メインベアリングの製造品質管理

○製造時全数検査項目

- ・ 寸法検査 (外径、内径、外輪幅、内輪幅)
- ・ エッチング検査、磁気探傷検査

○ロット検査項目

- ・ 材料試験 (硬さ試験、成分分析)

c. 設計時点と実運用

(1) GE 2.5 設計評価 IEC61400-1 class IIa

GE 2.5 60Hz: 設計評価にて荷重条件(Load Assumptions)、荷重計算 (Load Calculations)やその他安全設計機能は全て評価・審査を完了。

GE 2.5 50Hz/60Hzの発電機、増速機、主軸受は共通かつ、ローター回転数も同一であるため、60Hz機の主軸受は本設計条件と同じである。

QUALITÄTSSICHERUNG - QUALITY ASSURANCE

Meßprotokoll - Measuring report

Purchase Order: 42948227 1 / 2007

Customer: General Electric Wind

Pos.	Kenntnis	Verfahren	Nennwert	Einheit	Einheit	Toleranz	801	802	803	804	805
1	Outer Diameter	Ø	1000.000	mm		-0.025	-0.062	-0.070	-0.060	-0.040	-0.045
2	Bore Diameter	Ø	710.000	mm		-0.075	-0.007	-0.060	-0.060	-0.050	-0.040
3	Bore Outer	-	206.000	mm		-0.780	-0.28	-0.29	-0.32	-0.17	-0.26
4	Bore Inner	-	204.000	mm		-0.780	-0.18	-0.18	-0.18	-0.12	-0.11
5	Radial Clearance	-	0.20 - 0.29	mm		-	0.318	0.290	0.345	0.320	0.300

Prüfer: Examiner: Abteilung: Department Datum: Date: 18.10.2007 Unterschrift: Signature

図 8.6 寸法検査成績書

Material Certificate

Customer: Customer order no: Customer spec. no: Dimension / Type: Internal order no: Material grade:

Revision: Quantity: No of pallets: Certificate according to: EN 10 204

Value	Chemical composition (%)					Residual elements					
	Cu	Zn	Al	Fe	Pb	As	P	S	Mn	Si	Sn
Min	57.32	39.67	0.3452	0.9965	1.6890	-	-	0.0460	0.0000	0.0077	0.1750
Max	57.95	40.15	0.3570	0.1745	1.6960	-	-	0.1900	0.0043	0.0107	0.1762

Heat	Tensile (MPa)		Yield (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HV)
	2005	424			
			168	22	107

図 8.7 材料試験成績書

Statement of Compliance

Annex 2

GL Renewables Statement No. DAA-GL-003-2006, Rev. 2

22nd June 2011 page 1/4

Technical specifications for GE 2.5 60 Hz

Main data	Type	Value
Rotor diameter	Variable	80 m
Rated power		2500 kW
Hub height		85 m
Rated rotational speed		16.5 rpm
Operating range rotational speed		5 - 16.33 rpm
Cut-in wind speed		3.5 m/s
Rated wind speed		12.2 m/s
Cut-out wind speed (10 min mean)		25.0 m/s
Extreme wind speed (50-year-gust)		59.5 m/s
Annual average wind speed		8.5 m/s
Design life		20 years
IEC 61400-1, class		IIa

図 8.8 GE2.5設計評価

8. 火災原因調査結果 (要因3-(1))

(2) サイト風況解析結果

風車運転データ得られた平均風速、極地風速、乱流強度は設計風速以下であり、サイト風況が主軸受損傷の原因ではないと考える。

表 8.4 設計値と現況の比較

	設計値 IEC class IIa	サイト風況
極値風速 (Vref) (m/s 10min平均)	42.5	21.6
年間平均風速 (m/s)	8.5	6.2
乱流強度 (15m/s時)	0.16	0.08

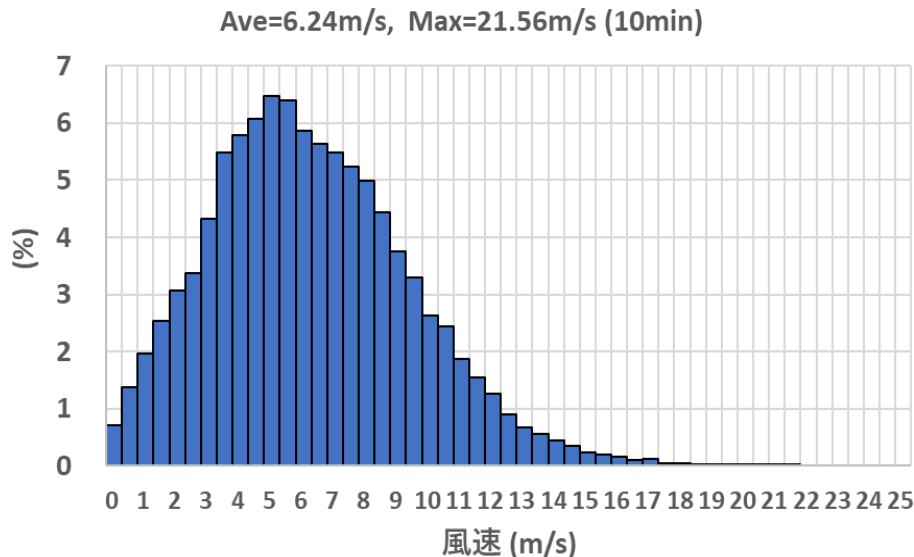


図 8.9 昆布盛6号機風速分布 (2018/4 - 2019/4)

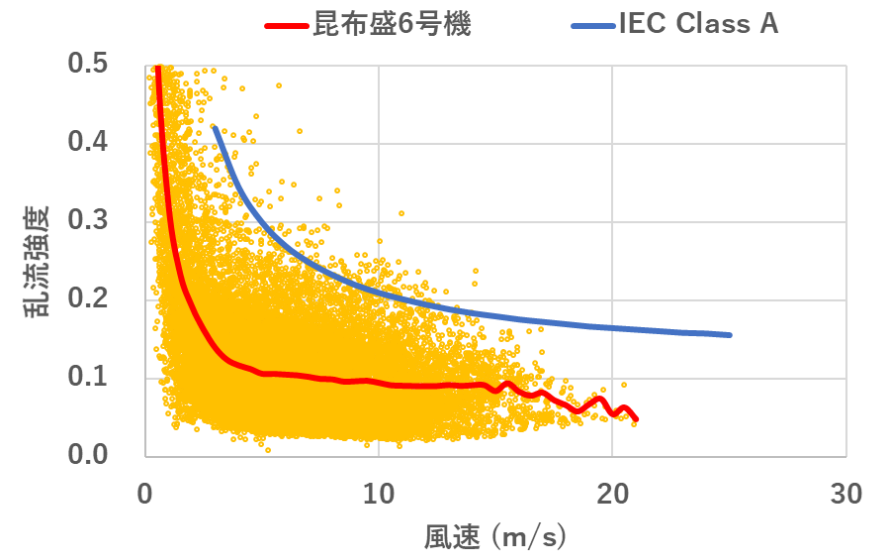


図 8.10 サイト乱流強度

8. 火災原因調査結果（纏め）

8.7 事故原因調査結果まとめ

事故原因調査結果のまとめを下表に、その結果導いた火災発生過程を右記に示す。

表 8.5 要因に対する調査結果纏め

調査項目		コメント	評価
要因 1 (1)	運転記録、整備記録確認	ローター回転検出センサー(近接センサー)の故障や主軸ベアリングから異音が発生していた記録(事故の予兆)があった。	○
要因 1 (2)	主軸回転による火災の影響確認	軸受温度高により風車は停止したため、火災を助長することはなかった。	×
要因 2 (1)	グリス管理方法の検証	グリス入替のためメーカー推奨品ではないグリスを連続給脂していた。その結果、廃グリスが多くなっていた。	○
要因 2 (2)	グリス適合良否検証	異種グリス混合によるグリス性能の低下はなかった。	×
要因 2 (3)	廃グリス管理方法の確認	大量の廃グリスに引火したことにより延焼した。	○
要因 3 (1)	同型機の不具合実績確認	同型機の不具合実績は無く、サトの風況も設計仕様を超えるものではなかった。	×

《火災発生過程》

2018年9月20日、2019年3月6日
回転検出器故障発生



いずれかの時点で軸受のラスト保持力が低下したことにより**主軸が押し込まれた兆候があったが運転を継続**した。

2019年3月7日 **主軸ベアリングの異常を確認**

- ・ 第1主軸ベアリング から異音発生
- ・ 排出されるグリスの黒化



黒化したグリスの**早期入替で軸受損傷の進行を抑制する対応**を図った。

回してはいけない風車を運転継続したため、本格的な軸ずれが発生し、主軸又はラビリンスの摺動摩擦で高温の鉄粉が落下



連続給脂により、可燃物である廃グリスが大量に堆積する状態であった。

ナセル火災に至った

9. 主軸ずれ原因について

9.1 軸受損傷、主軸ずれの推定要因

火災発生の基点となった主軸ずれが発生した原因を考察する。

要因分析図で検討したところ、図9.1の通り2項目について再調査することにした。

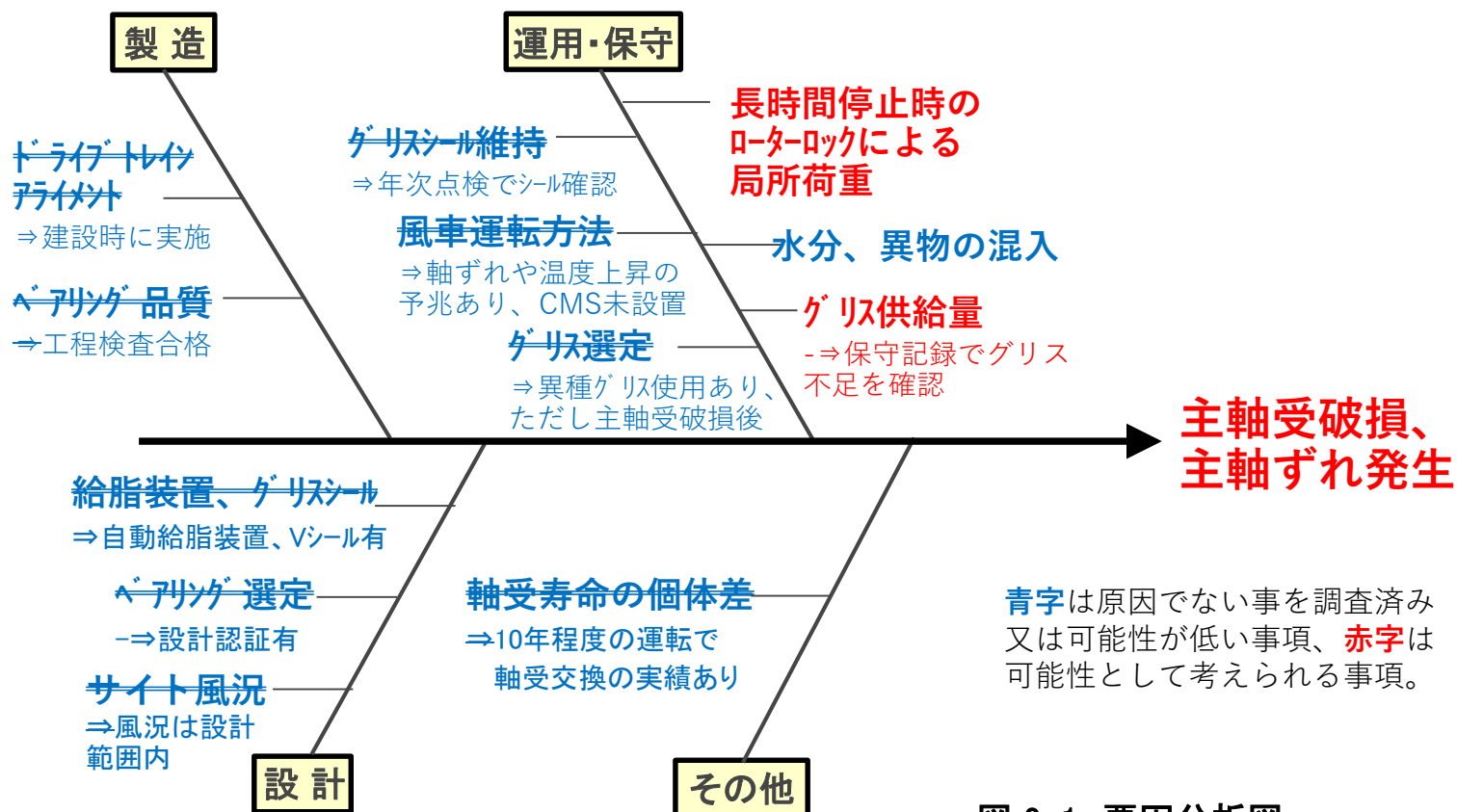


図 9.1 要因分析図

9. 主軸ずれ原因について

9.2 過去3年間の運転データログ(履歴)、保守記録(作業・整備記録)の確認

(1) 運転データログ (履歴)

- ・ 2016/12～2017/ 9 に主軸受オートグリーサー圧力異常が頻発。
グリス注入システムの詰まり気味と推定。

表9.1 運転データログ(履歴)

Date	Time	No	Text
2016/7/21	17:08:12	304	Main bearing grease storage tank empty
2016/11/26	10:01:54	304	Main bearing grease storage tank empty※1
2016/12/19	9:04:06	330	MBL pressure fault ※2
2017/4/24	9:02:05	330	MBL pressure fault
2017/6/19	15:02:24	330	MBL pressure fault
2017/7/3	17:49:22	330	MBL pressure fault
2017/8/3	17:39:28	330	MBL pressure fault
2017/8/6	7:08:18	330	MBL pressure fault
2017/8/29	1:06:59	330	MBL pressure fault
2017/9/5	1:04:18	330	MBL pressure fault
2018/1/10	5:36:03	304	Main bearing grease storage tank empty

※1: Main bearing grease storage tank empty:
オートグリーサー貯蔵タンクレベル低。
グリス消費によりレベルが低下して発生。

※2: MBL pressure fault:
※MBL : Main Bearing Lubrication
主軸受オートグリーサー圧力異常。
グリス注入システムの詰まり気味等が原因
で発生

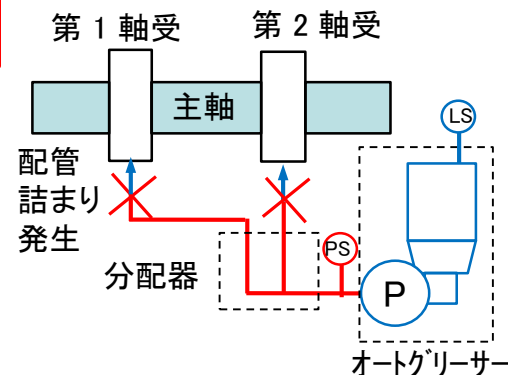


図 9.2 グリス注入システム説明

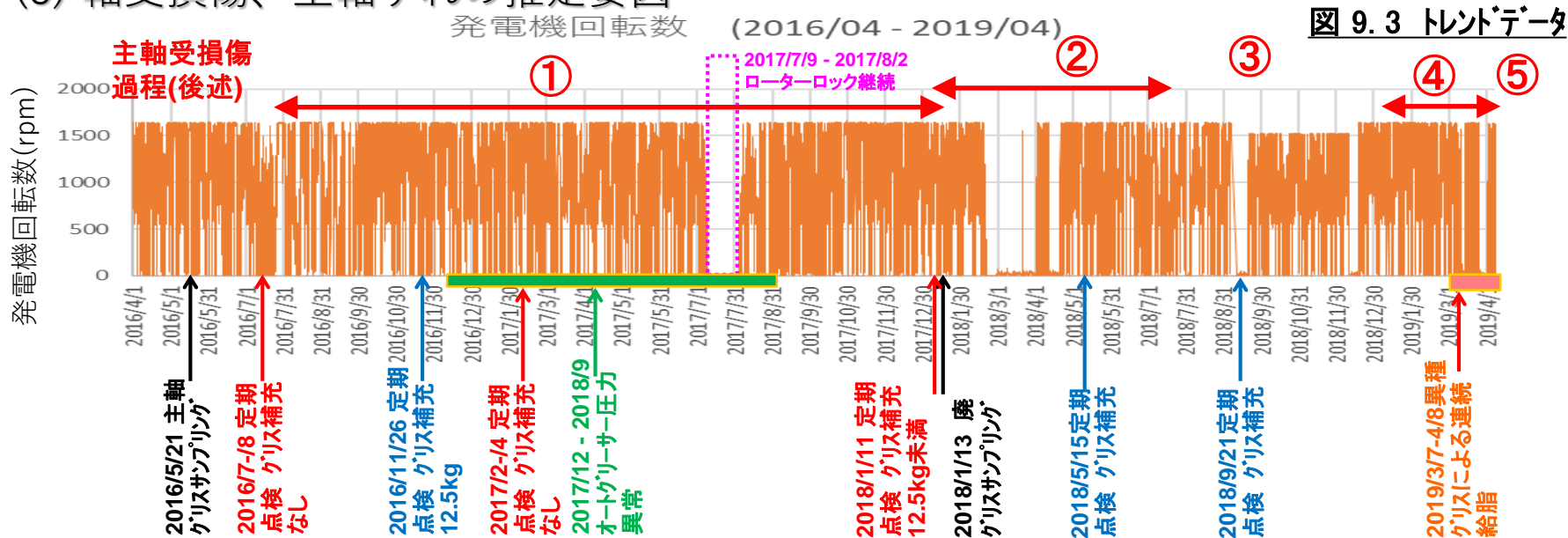
9. 主軸ずれ原因について

(2) オートグリーサー貯蔵タンク補充履歴の確認結果

- ・ 2016/11/26 年次点検グリス12.5kg補充
- ・ 2018/1/11 年次点検グリス補充 ※但し「予定した量は補充できなかった」と記載あり。
この一年間グリス消費量が少なかった事が判明。

以上から、**2016/12～2018/1の期間、主軸受にグリスが十分供給されなかった。**

(3) 軸受損傷、主軸ずれの推定要因



- ・ 前述のグリス不足期間に、風車トラブル対応のため「1ヶ月間」ローターロックを継続していた期間あり。
- ・ **「1年間」の軸受グリス不足**に加えて**「1ヶ月間」のローターロック**によって主軸受の荷重が一ヶ所に集中したことで 転動体、内輪、外輪に油膜切れ、発錆、摩耗、剥離が発生、**軸受寿命の短縮につながったと推定**する。

9. 主軸ずれ原因について

9.3 主軸受損傷、主軸ずれの過程 (推定)

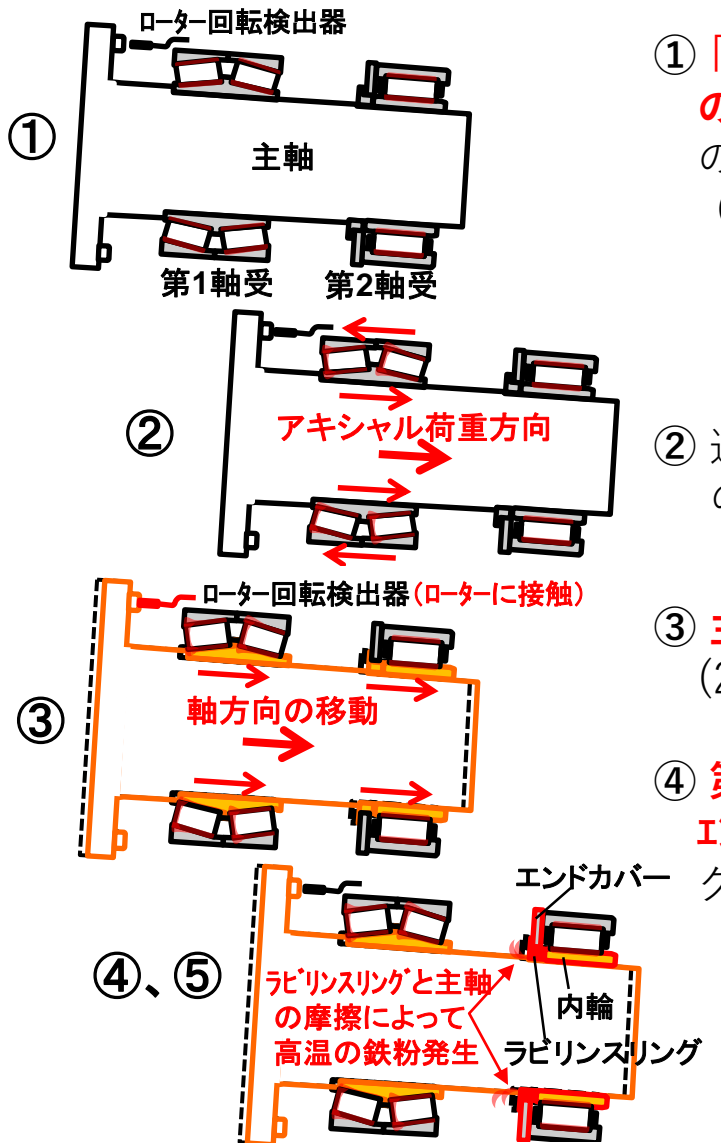


図 9.4 主軸受損傷説明図

① 「1年間の」軸受のグリス不足、「1ヶ月間」のロータロックを起因として第1・第2軸受の摩耗、剥離が発生
(2016年11月～2018年1月)

② 運転時アキシャル荷重及び摩耗の進行によって第1軸受の軸方向のギャップが発生

③ 主軸が軸方向に移動 (回転検出器がロータに接触)
(2018年9月)

④ 第2軸受ラビリスリングが第2軸受内輪、エンドカバーに接触 (第2軸受温度上昇、グリス黒化、異音発生)
(2018年12月～2019年3月)

⑤ ラビリスリングと主軸の間に摩擦が発生し、高温の鉄粉が発生
(2019年3月～4月)

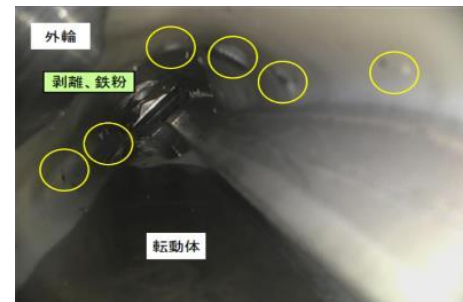


図 9.5 第1軸受内視鏡写真



図 9.6 第2軸受主軸部周辺

10. 本来行うべき対応との差異

10. 本来行うべき対応との差異

各種対応について、事象ごとに本来行うべき対応(メーカー標準メンテナンスマニュアル、保安規程、定期事業者検査実施要領書)と今回の対応との差異を調査した。

(詳細は別添 P.別6～別11の別添10.1～別添10.7を参照)

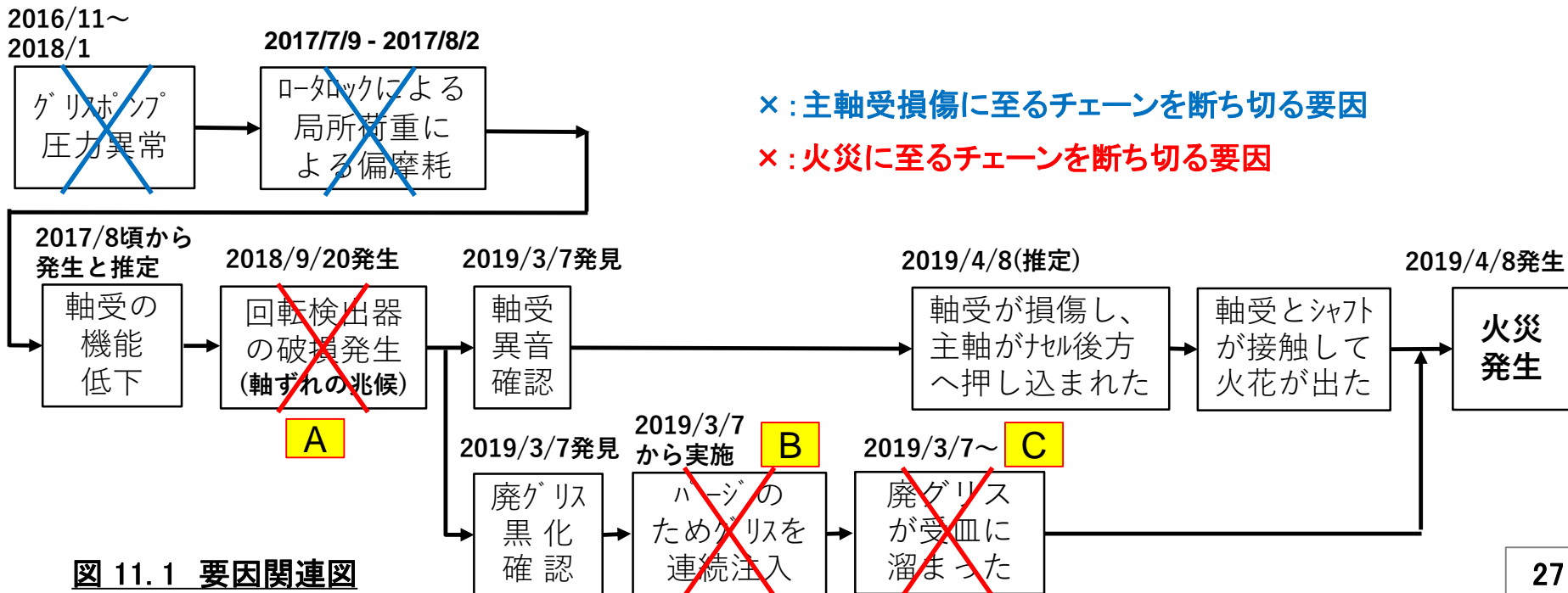
表10.1 本来行うべき対応と今回対応との差異から見た事象についての原因と再発防止対策

検出タイミング	本来行うべき対応との差異理由	原因	再発防止対策
年次点検	年次点検報告書には「主軸ズレの有無を確認」する項目が無かった	マニュアルには「アライング動作状況と記載され和訳もされて点検していたが、その内容が主軸ズレの確認であることに結びつかなかった	【運転基準値の明確化】 主軸ズレの確認と、修理判断基準を明確化する
	運転保守会社、運営管理会社ともオートグリースへのグリス補充量が少ないことを不具合とは気づけなかった	運転中や点検、不具合対応時を含めたグリスの累積補給量の管理がなかった	【運転基準値の明確化】 グリスの半期補充量を記録管理する
半年点検	オートグリースの補充タケにグリス補給なしの事象がオートグリースの詰まりであることを認識できなかった	定義事業者検査の主軸点検は年1回の確認項目のため不要	-
	半年点検では不具合を記録に残してなかった		
軸端ポンプ修理に伴うローターロック	メーカーマニュアルでカバーされていない事項なのでメーカー連絡となっているが、修理業者が対応しているのでメーカーには連絡せずに1ヶ月間ローターロックの状態が継続した	ローターロックへの影響について特別な意識が働かなかった	【運転基準値の明確化】 ローターロック後は軸受点検、グリス給脂、廃グリスの分析確認を実施する
	運転開始前に修理業者、運営管理会社、運転保守会社で各部を点検し異常がなかったためグリス注入はしなかった		
回転検出器不具合	メーカーマニュアルでカバーされていない事項なのでメーカー連絡となっているが、回転検出器固有の故障と判断しメーカーへの連絡、主軸移動の有無は確認しなかった	回転検出器故障の真の原因追求に至らず、不具合単品の単品取替修理で終了した	【軸ズレ検知センサー追加設置】 軸ズレを検知し運転停止するセンサーを追加設置する
	運転管理者はNo2回転検出器の固有の故障と判断したため運転開始を判断した		
軸受異音・廃グリス黒化	メーカーマニュアルでカバーされていない事項なのでメーカー連絡となっているが、通常のグリス入替作業となりメーカーへは連絡しなかった	重大な不具合か否かを確認していたため電気主任技術者への報告が事後になった。	【保安規程細則の制定】 保安上重要な項目について異常時の主任技術者への連絡を明確化する
	電気主任技術者は報告内容から重大な不具合とは判断できなかった	廃グリスの定量的な判断尺度がなく、計測方法も標準化されてなかった	【運転基準値の明確化】 運転継続可否判断基準を明確化する
	メーカーマニュアルでカバーされていない事項なのでメーカー連絡となっているが、通常のグリス入替作業となりメーカーへは連絡しなかった	グリス入替作業は経験があるので特にメーカーに連絡しなかった。	【グリス入替方法標準化】

11. まとめ（再発防止対策）

検出タイミング	本来行うべき対応との差異理由	原因	再発防止対策
オートグリーサー 対応操作	運転保守会社はオートグリーサーは付随設備であり、警報リセット後に再発しないので一過性と考え特に報告しなかった。以降、数日に1回程度同じ警報が発生することもあったが同様に報告しなかった	風車の停止につながる故障警報でなく、付随設備(オートグリーサー)の注意喚起のための警報でリセットできたため問題ないと考えた	【保安規程細則の制定】 保安上重要な項目について、注意喚起であっても頻発する警報は電気主任技術者に連絡する
	オートグリーサーの連続運転はメーカーマニュアルでカバーされていない事項なのでメーカー連絡となっているが、付随設備のオートグリーサーなのでメーカーにグリス入替方法を確認せずに連続運転した	オートグリーサーは付随設備であり、メーカーとも保守契約を締結していないこともあってメーカーへの確認を躊躇した	【グリス交換方法標準化】 主軸グリス入替作業について、メーカー技術資料を参考に作業標準書を整備する
	運営管理会社は同じリナム系グリスであるためメーカーに確認せずに安価なグリスを選択した	通常のグリス補給ではなくグリス入替のためであり問題ないと考えた	
	グリス注入ラインの変更はメーカーマニュアルでカバーされていない事項ではあるが技術的に問題ないと考えメーカー連絡しなかった		

11. まとめ(再発防止対策)



11. まとめ（再発防止対策）

主軸受損傷の再発防止対策としてハード面では軸ずれ検知センサーを追加設置することにする。また、管理値による定量管理および文書類の不足が見られたことから点検マニュアルを改善することにする。

表11.1 再発防止対策

火災防止要因		項目	再発防止対策
ハード対策	A	軸ずれ検知センサーの追加設置	<ul style="list-style-type: none"> • 万一の軸ズレを検知し、風車を自動停止するセンサーを追加する。
ソフト対策	B C	運転基準値の明確化	<ul style="list-style-type: none"> • 主軸のズレ又は回転検出器故障等、ベアリング機能低下の兆候が認められた際の運転継続可否と修理の判断基準を点検マニュアルの付属文書で明確化する。
	A B C	グリス入替方法標準化	<ul style="list-style-type: none"> • 主軸グリス入替作業についてメーカー技術資料を参考に点検マニュアルに紐づく作業標準書を整備する。
	A	教育の徹底	<ul style="list-style-type: none"> • 上記項目やルールなどについて保安規程細則に基づき年度毎に保安教育計画を定め、電気主任技術者よりO&M要員に教育する。

軸受破損防止要因		項目	再発防止対策
ソフト対策		運転基準値の明確化	<ul style="list-style-type: none"> • グリスの半期補充量を記録管理する。 • 長期間のローターロック後は点検とグリス給脂、廃グリス量の確認をする • 上記項目の管理方法を点検マニュアルの付属文書で明確化する。

11. まとめ（再発防止対策）

更に、主軸受の損傷については以下の点検、警報では気づかなかった。

- ・点検マニュアルに基づく年次点検
- ・ 〃 半年点検
- ・オートグリーサーの警報頻発

また、事故の原因と再発防止を考える中で、他の設備でも同様に起こりえる以下の事象を確認した。

- ・対応方法(操作対応、警報対応など)が独自の判断となった項目があり組織として共有されなかった。
- ・各種設備の警報や事象に対して機器単体の対策で終了し、組織全体として重大な事故につながるか否かの対応を共有できなかった。

よって以下の再発防止対策を追加する。

報告連絡体制	項目	再発防止対策
ソフト対策	保安規程細則の制定	<ul style="list-style-type: none">・定検解釈で定められている検査対象項目(部位)に関連する点検や、運転中の不具合・頻度の高い警報などの予兆情報は速やかに電気主任技術者に連絡する。・法定検査項目のうち不具合発生が考えられるものはメーカーと対応を協議しながら事前にルール化しておく。・上記項目と、教育によるルールの維持を保安規程細則で明確化する。・保安規程についても不明確な箇所は分かり易くする。



別添資料

別添資料 (2. 火災発生箇所の調査)

《2.1 火災による損傷状況》 関連

a) タワーの状況



別添 2.1 風車本体・タワーの状況

- ・トップタワーの上部に若干のス

b) ブレードの状況



別添 2.2 ブレードの状況

- ・FRP製ブレード2枚のうち一部損傷

c) ハブの状況



別添 2.3 ハブの状況

- ・ハブの外観は損傷なし

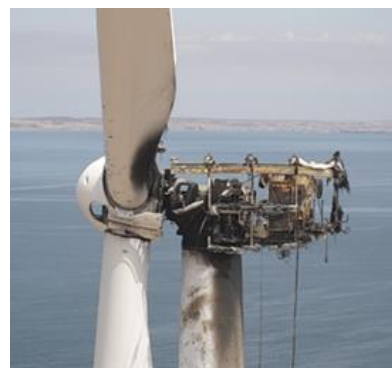
《2.2 ナセルの焼損状況》 関連

d) ナセルの状況



別添 2.4 ナセル損傷状況

- ・FRP製のナセル外装は焼損
- ・ナセル内部は全体的に焼損、相対的には前部の焼損が激しい
- ・ナセル後方に配置されている発電機の焼損程度は前方に比べ小さい



別添 2.5 ナセル焼損状況



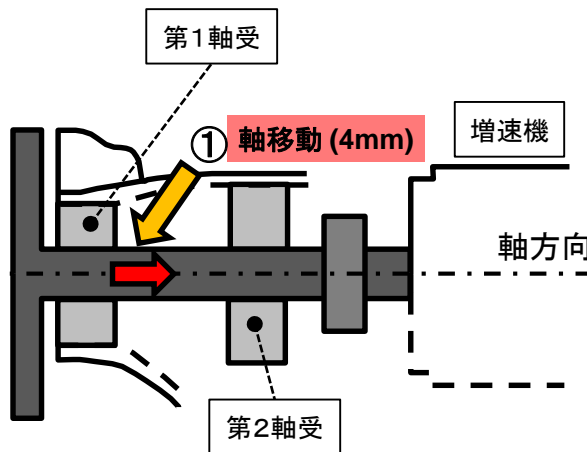
別添 2.6 増速機下部ケーブル

別添資料 (2. 火災発生箇所の調査)

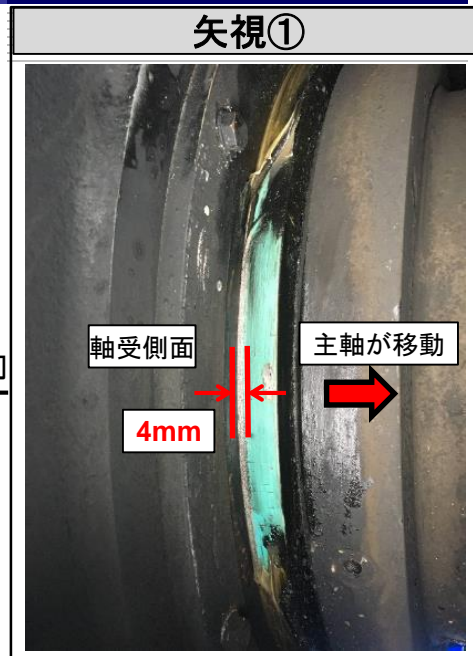
《主軸が移動》 関連

主軸が後方に移動を確認

- ・ 主軸がローター側からナセル後方に4mm移動していることを確認した。



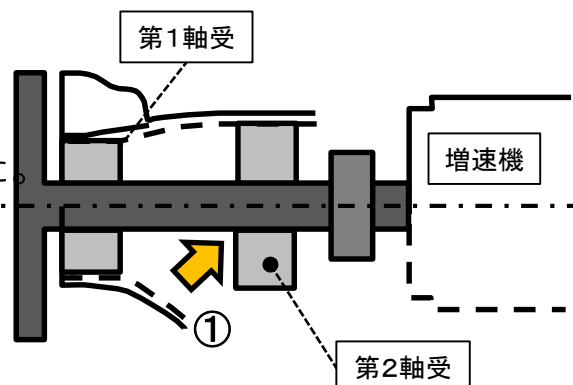
別添 2.7 主軸の移動状態



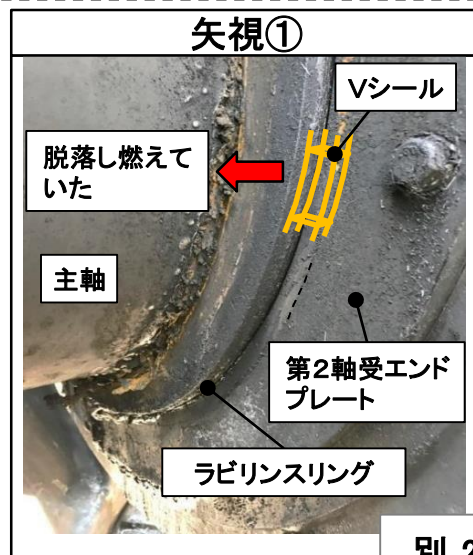
《第2軸受 前側の主軸に鉄片、 燃焼跡あり》 関連

第2軸受 前側の主軸に鉄片、燃焼跡を確認

- ・ 第2軸受前側の主軸、ベアリング間に多量の鉄片があり、主軸およびゴム製軸シール(Vシール)が燃焼した形跡があった(矢視①)
- ・ 第1軸受のVシールには焼損跡は無く、付着していた廃グリスは粘性があった。



別添 2.8 主軸およびゴム製シールの燃焼跡(第2軸受)



主軸とラビリンスリング間に多量の鉄片あり

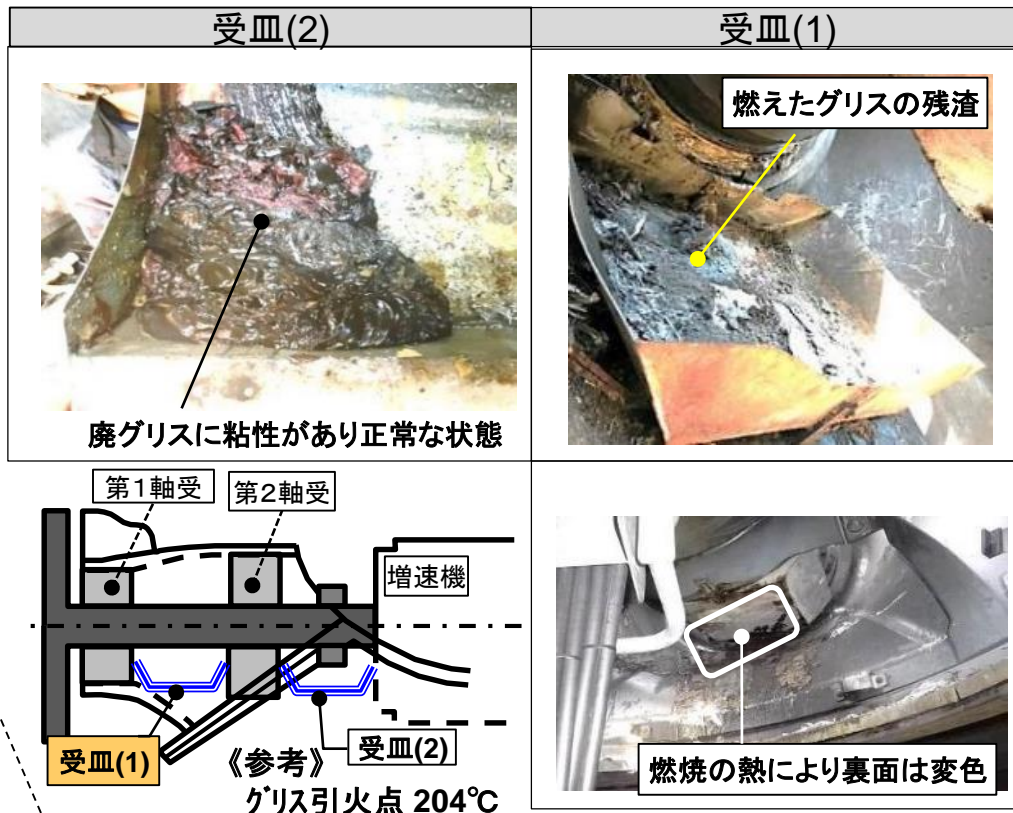


別添資料 (2. 火災発生箇所の調査) (3. 軸受内部の調査)

《廃グリスが激しく燃焼した形跡あり》 関連

廃グリスが激しく燃焼した形跡を確認

- ・ 廃グリス受皿(軸受から押し出されたグリスが落ちて溜まる大型受皿)を確認したところ、第1から第2軸受間の受皿(1)のグリスは激しく燃焼した形跡があった。
- ・ 第2軸受から増速機の受皿(2)にあるグリスは粘性が残っており異常は認められなかった。

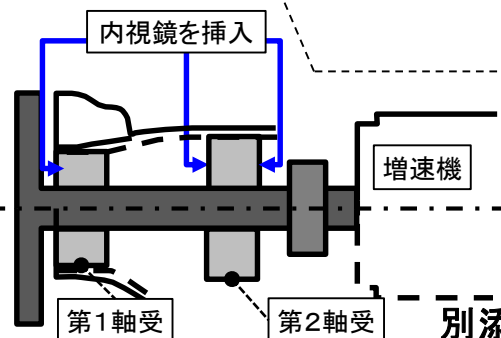


《3. 内視鏡での調査》 関連

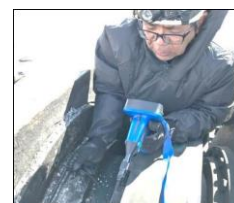
内視鏡調査方法

- ・ 軸受グリス給脂ニップルより内視鏡を挿入しベアリングの状況を確認した。

※ベアリングとは外輪、内輪、保持器、転動体を指す。



別添 2.9 廃グリス受皿の状況

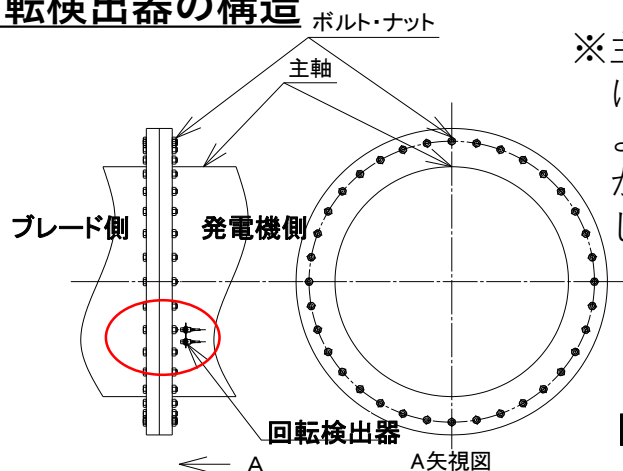


別添 3.1 内視鏡調査

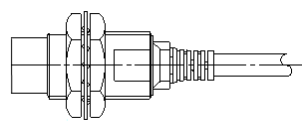
別添資料 (8. 火災原因調査結果 (要因1-(1)))

《8.1(1) b. i) ローター回転検出器》 関連

回転検出器の構造

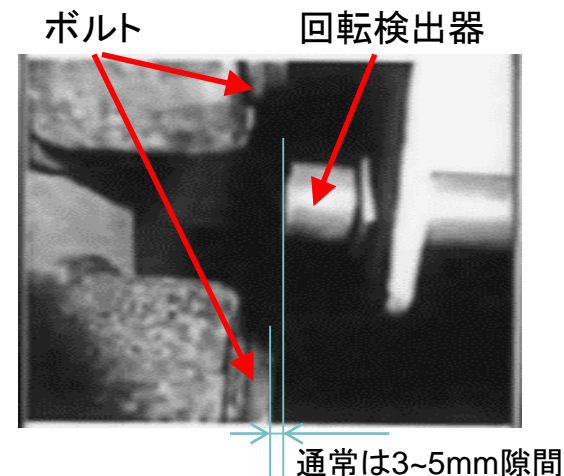


※主軸回転数を計測して保護制御に用いるもので、主軸の回転により近接センサーの前をボルトの先端が通過する事でパルス信号が発生し、それにより回転を検出する。



回転検出器 (近接センサー)

別添 8.1 回転検出器

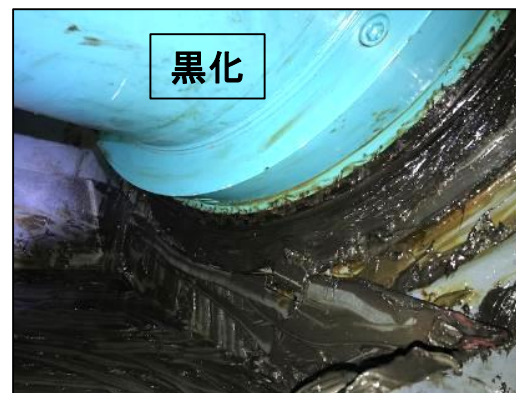


別添 8.2 回転検出器取付部

《8.1(1) b. ii) 第1軸受廃グリスの変色》 関連



別添 8.3 1号機グリス注入時の状態
(モービルSHC460WT)

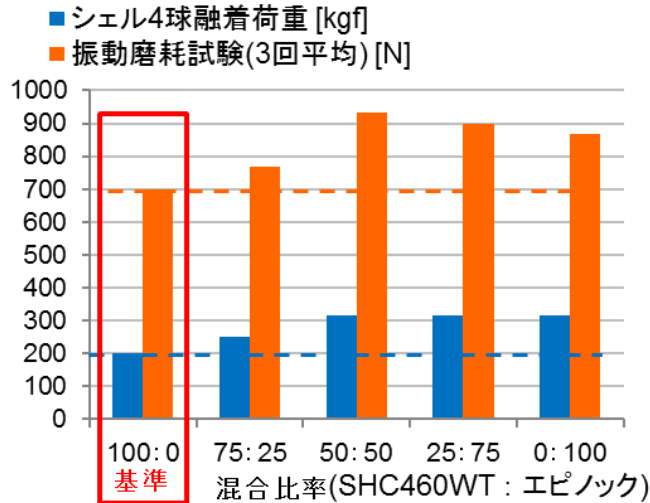


別添 8.4 6号機グリス黒化状態

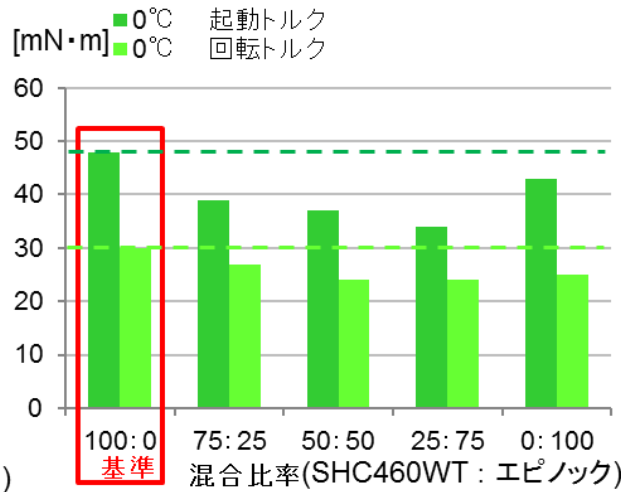
別添資料 (8. 火災原因調査結果 (要因2-(2)(3)))

《8.4(2) グリス適合良否》 関連

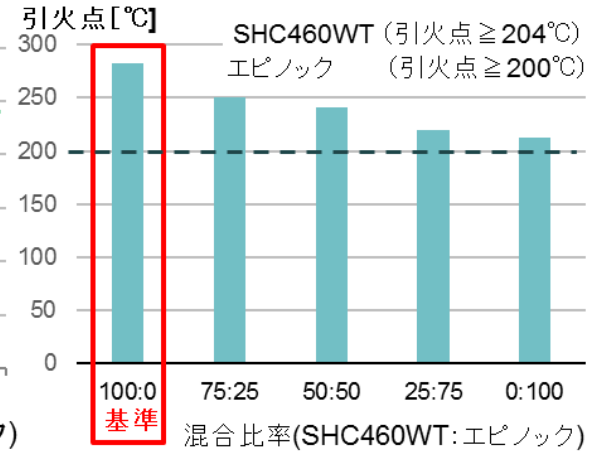
グリス試験結果



別添 8.5 シェル4球 融着荷重試験結果、
振動磨耗試験結果

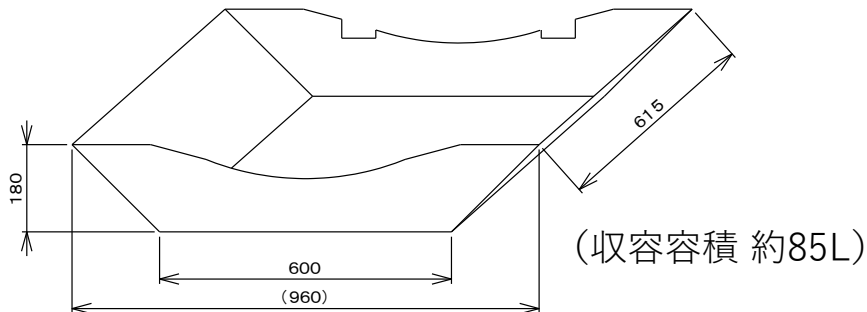


別添 8.6 低温トルク試験結果



別添 8.7 引火点試験結果

《8.5(3) 廃グリス受皿の清掃方法と形状》 関連



別添 8.8 廃グリス受皿外形図



※廃グリス約20Lを
ほぼ毎日回収

別添 8.9 廃グリス受皿 清掃前

別添資料 (10. 本来行うべき対応との差異)

《10. 本来行うべき対応と今回の対応との差異》 関連

検出タイミングごとの差異調査結果を次シート以降に、時系列を下記に示す。

別添10.1 調査内容の時系列

年	2016		2017									2018			2019					20					
月	11	12	2~4	4	6	7	8				9	12	5	9	9	3				4					
日	—	19	—	24	9	3	2	3	6	29	5	—	—	—	20	—	6	7	12	19	8				
本来行うべき対応と今対応の差異調査事象	年次点検	主軸受オートグリーサー圧力異常警報	半年点検	主軸受オートグリーサー圧力異常警報	主軸受オートグリーサー圧力異常警報	主軸受オートグリーサー圧力異常警報	1ヶ月間のローターロックによる局所荷重				主軸受オートグリーサー圧力異常警報	主軸受オートグリーサー圧力異常警報	主軸受オートグリーサー圧力異常警報	年次点検	半年点検	年次点検	ローター検出器故障のため交換	半年点検	ローター検出器の間隙調整	第1軸受の異音、塵グリスの黒化を確認	オートグリーサーを間欠運転から連続運転に変更	メーカー推奨品と異なるグリスを押し出し用に変更	(第1軸受+第2軸受↓第1軸受)	オートグリーサーのライン変更	風車破損事故(火災)発生
頁	P12	P16	P13	P16		P14	P16				P12	P13	P12	P14	P13	P14	P15 P16	P16							

別添資料 (10. 本来行うべき対応との差異)

別添10.2 運転可否判断状況 [点検マニュアルに基づく年次点検]

2017年度より年次点検は定期事業者検査に併せて実施

いつ	発生事象	メーカー標準・規程基準に基づく本来行うべき対応			今回の対応			差異理由
		メーカーから提出の英文技術資料	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	今回の対応	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	
2016.11月	年次点検 (グリス補充、主軸状態異常なし)	<ul style="list-style-type: none"> メーカー標準メンテナンスマニュアルでの点検を推奨【メンテナンスマニュアル記載】 グリス補充量:12kg/半年 主軸受点検事項 Vシール点検 / 異音確認 廃グリス受清掃 オートグリーサー動作確認 主軸ズレの有無を確認(ベアリング、主軸ペイント等) 	※保安規程 運転保守会社から運営管理会社に点検記録を提出し、運営管理会社から電気主任技術者に報告する。	運営管理会社	運転保守会社が和訳したメーカー標準メンテナンスマニュアルに基づき点検。 ・オートグリーサーへ規定量のグリス補充を実施した。	運営管理会社に点検記録を提出し、運営管理会社から電気主任技術者に報告した。	運営管理会社	年次点検報告書には「主軸ズレの有無を確認」する項目が無かった。(マニュアルには「ベアリング動作状況と記載され和訳もされて点検していたが、その内容が主軸ずれの確認であることに結びつかなかった)
2017.12月~2018.1月	年次点検 (グリス補充不十分、主軸状態異常なし)	同上	※保安規程 ※定期事業者検査要領書 運転保守会社から運営管理会社に点検記録を提出し、運営管理会社から電気主任技術者に報告する。	同上	運転保守会社が和訳したメーカー標準メンテナンスマニュアルに定期事業者検査記録として「軸受温度を測定又はグリスの状態(鉄粉濃度等)を確認する。」を追記し、点検を実施。 ・オートグリーサー補充タックへグリス補充したが予定量よりは少なかった。	同上	同上	年次点検報告書には主軸ズレの有無を確認する項目が無かった。 運転保守会社、運営管理会社ともオートグリーサーへのグリス補充量が少ないことを不具合とは気づかなかった。(グリス補充量の報告無し)
2018.9月	年次点検 (グリス補充量、主軸状態異常なし)	同上	同上	同上	同上 ・オートグリーサーへ規定量のグリス補充を実施した。	同上	同上	年次点検報告書には主軸ズレの有無を確認する項目が無かった。

※赤字は差異が発生している部分

別添資料 (10. 本来行うべき対応との差異)

別添10.3 運転可否判断状況 [点検マニュアルに基づく半年点検]

いつ	発生事象	メーカー標準・規程基準に基づく本来行うべき対応			今回の対応			差異理由
		メーカーから提出の英文技術資料	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	今回の対応	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	
2017 2~4月	半年点検 (グリス補充なし)	メーカー標準メンテナンスマニュアルでの点検を推奨 【メンテナンスマニュアル記載】 ・グリス補充量: 12kg/半年 ・主軸受点検事項 Vシール点検 / 異音確認 ・廃グリス受清掃 ・オートグリーサー動作確認	※保安規程 運転保守会社から運営管理会社に点検記録を提出し、運営管理会社から電気主任技術者に報告する。	運営管理会社	運転保守会社が和訳したメーカー標準メンテナンスマニュアルに基づき点検。 ・オートグリーサー補充タンクレベルが下がっていなかったためグリス補充なし。	運営管理会社に点検記録を提出し、運営管理会社から電気主任技術者に報告した。	運営管理会社	オートグリーサーの補充タンクにグリス補給なしの事象がオートグリーサーの詰まりであることを認識できなかった。
2018. 5月	半年点検 (グリス補充あり)	同上	※保安規程 ※定期事業者検査要領書 運転保守会社から運営管理会社に点検記録を提出し、運営管理会社から電気主任技術者に報告する。	同上	運転保守会社が和訳したメーカー標準メンテナンスマニュアルに基づき点検。 ・オートグリーサーへ規定量のグリス補充を実施した。	同上	同上	差異なし。
2019. 3月	半年点検 (6号機の不具合報告なし)	同上 不具合情報は定期事業者検査の検査報告書に記載 (JEAG5005-2017風力発電設備の定期点検指針参照)	同上	同上	同上 ・オートグリーサーはグリス入替で常時運転のため、グリスを毎日補給したので補充量は満たしている。	同上	同上	定義事業者検査の主軸点検は年1回の確認項目のため、半年点検では不具合を記録に残してなかった。

※赤字は差異が発生している部分

別添資料 (10. 本来行うべき対応との差異)

別添10.4 運転可否判断状況 [不具合対応:ローターロック(増速機 軸端ポンプ不具合)]

いつ	発生事象	メーカー標準・規程基準に基づく本来行うべき対応			今回の対応			差異理由
		メーカーから提出の英文技術資料	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	今回の対応	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	
2017.8.2	1ヶ月間のローターロックによる局所荷重	<p>【メンテナンスマニュアルの注意事項】 メンテナンスマニュアルでカバーされていない事項(正常な状態でない運転など)についてはメーカーに連絡をする。</p> <p>【ローターロックの取り扱い】 ・風車にローターロックをかけたままの状態することは禁止。</p> <p>【長期風車停止時のメンテナンス方法】 ・メインベアリングは廃がリス受け清掃、推奨がリスを主軸に補充する</p> <p>(メーカー連絡時の想定対応)* 風車運転前に遊転状態でグリス給脂、ベアリングの異音等点検。</p>	<p>※保安規程 保安に関わる事項は運営管理会社から電気主任技術者へ報告する。</p>	運営管理会社	<p>軸端ポンプ不具合につきローターロックは作業上必要だった。</p> <p>作業終了時、運営管理会社と運転保守会社にて風車運転前点検の実施、ベアリングの異音等点検したが異常はなかったためグリス補給、軸受点検をしなかった。</p>	<p>運営管理会社から電気主任技術者へは作業内容について事後報告</p>	運営管理会社	<p>メーカーマニュアルでカバーされていない事項なのでメーカー連絡となっているが、修理業者が対応しているのでメーカーには連絡せずに1ヶ月間ローターロックの状態が継続した。</p> <p>通常小修理の範囲のため運営管理会社から電気主任技術者には事後報告。</p> <p>運転開始前に修理業者、運営管理会社、運転保守会社で各部を点検し異常がなかったためグリス注入はしなかった。</p>

別添10.5 運転可否判断状況 [不具合対応:ローター回転検出器不具合]

いつ	発生事象	メーカー標準・規程基準に基づく本来行うべき対応			今回の対応			差異理由
		メーカーから提出の英文技術資料他	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	今回の対応	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	
2018.9.20	ローター回転検出器故障のため交換(先端部削れ確認)	<p>【メンテナンスマニュアルの注意事項】 メンテナンスマニュアルでカバーされていない事項(正常な状態でない運転など)については連絡をする。</p> <p>(メーカー連絡時の想定対応)* 回転検出器の点検、故障の場合は交換。検出故障原因の調査(主軸移動有無の確認を含む) ※点検、原因調査は都度の判断。</p>	<p>※保安規程 保安に関わる事項は運営管理会社から電気主任技術者へ報告する。</p>	運営管理会社	<p>運転保守会社にてNO2回転検出器故障につき交換した</p>	<p>運営管理会社から主任技術者へは事後報告</p>	運営管理会社	<p>メーカーマニュアルでカバーされていない事項なのでメーカー連絡となっているが、回転検出器固有の故障と判断しメーカーへの連絡、主軸移動の有無は確認しなかった。</p> <p>通常小修理の範囲のため運営管理会社から電気主任技術者には事後報告。</p> <p>運転管理者はNo2回転検出器の固有の故障と判断したため運転開始を判断した</p>
2019.3.6	ローター回転検出器の間隙調整(先端部の摺れ確認)	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上

※赤字は差異が発生している部分

*印はメーカー技術文書には具体的な対応は無いがメーカーに問合せた場合の対応案

別添資料 (10. 本来行うべき対応との差異)

別添10.6 運転可否判断状況 [不具合対応:軸受の異音、廃グリスの黒化]

いつ	発生事象	メーカー標準・規程基準に基づく本来行うべき対応			今回の対応			差異理由
		メーカーから提出の英文技術資料	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	今回の対応	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	
2019.3.7	第1軸受の異音、廃グリスの黒化を確認	<p>【メンテナンスマニュアルの注意事項】</p> <p>・マニュアルでカバーされていない事項(正常な状態でない運転など)については連絡をする。</p> <p>(メーカー連絡時の想定対応)* 運転継続可否を以下で確認。 ホースコープ検査、グリスサンプル分析、主軸移動量確認。風車を遊転状態としてグリス入替</p>	<p>※保安規程</p> <p>主軸受のグリス状態確認は定期事業者検査対象項目なので、運転中でも廃グリス黒化を確認したら保安上電気主任技術者の意見を求める</p>	運営管理会社	<p>運営管理会社は廃グリスの黒化を確認したので遊転してグリスの入替を行った。</p> <p>グリスの状態を確認するために運転を開始した。</p>	<p>運営管理会社は廃グリスの黒化を確認したのでグリスの入替を優先したため事後確認。</p>	運営管理会社	<p>【報告】</p> <p>グリス入替をまず行わない重大な不具合を確認することを優先したため、運営管理会社から電気主任技術者にはグリス入替の件は事後報告になった。</p> <p>【判断】</p> <p>電気主任技術者は報告内容から重大な不具合とは判断できなかった。(定量的なデータがなかった)</p> <p>【作業対応】</p> <p>メーカーマニュアルでカバーされていない事項なのでメーカー連絡となっているが、通常のグリス入替作業となりメーカーへは連絡しなかった。</p>

※赤字は差異が発生している部分

*印はメーカー技術文書には具体的な対応は無いがメーカーに問合せた場合の対応案

別添資料 (10. 本来行うべき対応との差異)

別添10.7 運転可否判断状況 [オートグリーサ対応操作]

いつ	発生事象	メーカー標準・規程基準に基づく本来行うべき対応			今回の対応			差異理由
		メーカーから提出の英文技術資料	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	今回の対応	保安規程・定期事業者検査要領に基づく報告	風車運転可否判断	
2016.12.19	主軸受オートグリーサ圧力異常警報	ホップエレメント閉塞の場合はエレメント分解清掃、逆支弁閉塞の場合は逆支弁交換を実施する。	※保安規程 運営管理会社から電気主任技術者には事故又は異常時に報告する。	-	運転保守会社は警報をリセットして様子見とした。	特に報告なし。	-	運転保守会社はオートグリーサ付随設備であり、警報リセット後に再発しないので一過性と考え特に報告しなかった。以降、数日に1回程度同じ警報が発生することもあったが同様に報告しなかった。
2019.3.7	オートグリーサを間欠運転から連続運転に変更	【メンテナンスマニュアルの注意事項】 ・マニュアルでカバーされていない事項(正常な状態でない運転など)についてはメーカーに連絡をする。 (メーカー連絡時の想定対応)* メーカーに運転継続可否判断として以下の実施。 ホアスコブ検査、グリスサンプル分析、主軸移動量確認 風車を遊転状態としてグリス入替を実施。	※保安規程 運営管理会社から電気主任技術者には事故又は異常時に報告する。	運営管理会社	運転保守会社は手動にてグリス入れ替え操作を行ったが注入がうまくできなかったためオートグリーサにて連続補給した	運営管理会社から電気主任技術者に報告した	運営管理会社	オートグリーサの連続運転はメーカーマニュアルでカバーされていない事項なのでメーカー連絡となっているが、付随設備のオートグリーサなのでメーカーにグリス入替方法を確認せずに連続運転した。
2019.3.12	メーカー推奨品と異なるグリスを押し出し用に変更	同上 【メンテナンスマニュアル記載】 主軸受におけるグリスの混合は許可しない。	同上	同上	グリス入替はグリスを多く使用する為同じリチウム系グリスにて入替を実施	同上	同上	運営管理会社は同系グリスであるためメーカーに確認せずに安価なグリスを選択した。
2019.3.19	オートグリーサのライン変更(第1軸受+第2軸受⇒第1軸受)	【メンテナンスマニュアルの注意事項】 ・マニュアルでカバーされていない事項(正常な状態でない運転)については連絡をする (メーカー連絡時の想定対応)* メーカーに運転継続可否を確認。 ホアスコブ検査、グリスサンプルの分析、主軸移動量確認。 風車を遊転状態としてグリス入替実施。	※保安規程 運営管理会社から電気主任技術者には事故又は異常時に報告する。	同上	グリス入れ替え時に注入具合が悪いためライン変更した。	運営管理会社から電気主任技術者に事後報告した。	同上	グリス注入ラインの変更はメーカーマニュアルでカバーされていない事項ではあるが技術的に問題ないと考えメーカー連絡しなかった。 付随設備のライン変更なので運営管理会社から電気主任技術者には事後報告。

※赤字は差異が発生している部分

*印はメーカー技術文書には具体的な対応は無いがメーカーに問合せた場合の対応案

以上

別 11