

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 【第3報】

令和元年11月19日
JEN昆布盛ウインドファーム株式会社

前回ワーキング(令和元年10月28日)での指摘事項

(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こと

(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こと
(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こと

1. 主軸ずれが発生した原因究明(1)

1.1 軸受損傷、主軸ずれの推定要因

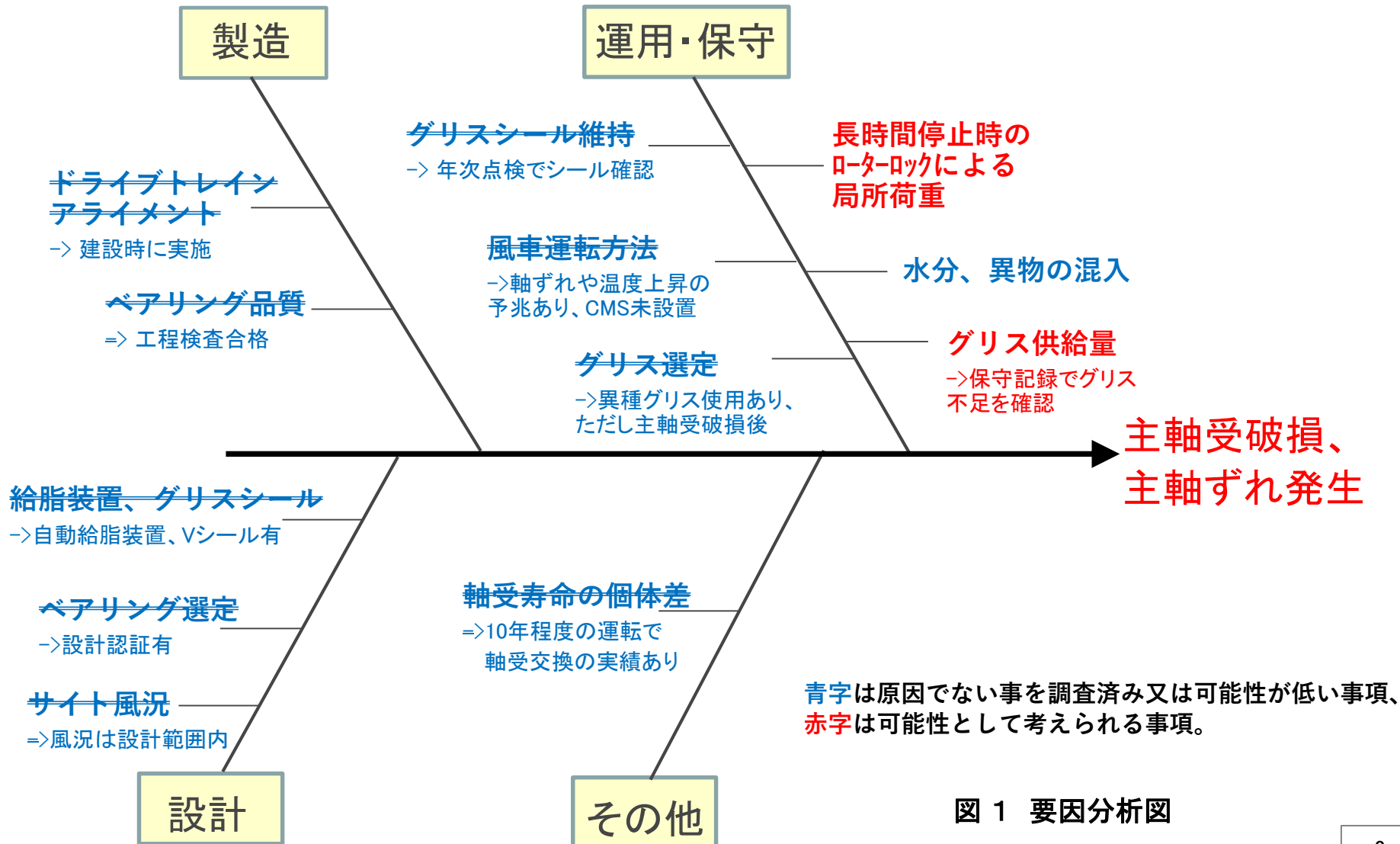


図 1 要因分析図

1. 主軸ずれが発生した原因究明(2)

1.2 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)を確認

(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。

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

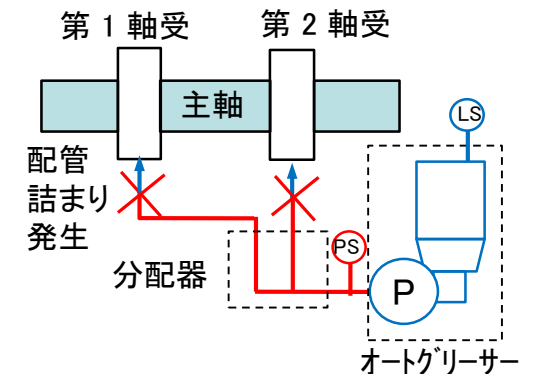


図 2 グリス注入システム説明

表 1 運転データログ(履歴)

1. 主軸ずれが発生した原因究明(2)

(2) 保守記録(作業・整備記録)を確認 (オートグリーサー貯蔵タンク補充履歴)

- ・ 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
- ※ただし「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。

参考：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 24g/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 : 264g/週

年間注入量 (軸受2台分) : 13.8kg

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3 オートグリーサー

1. 主軸ずれが発生した原因究明(2)

(3) 軸受損傷、主軸ずれの推定要因

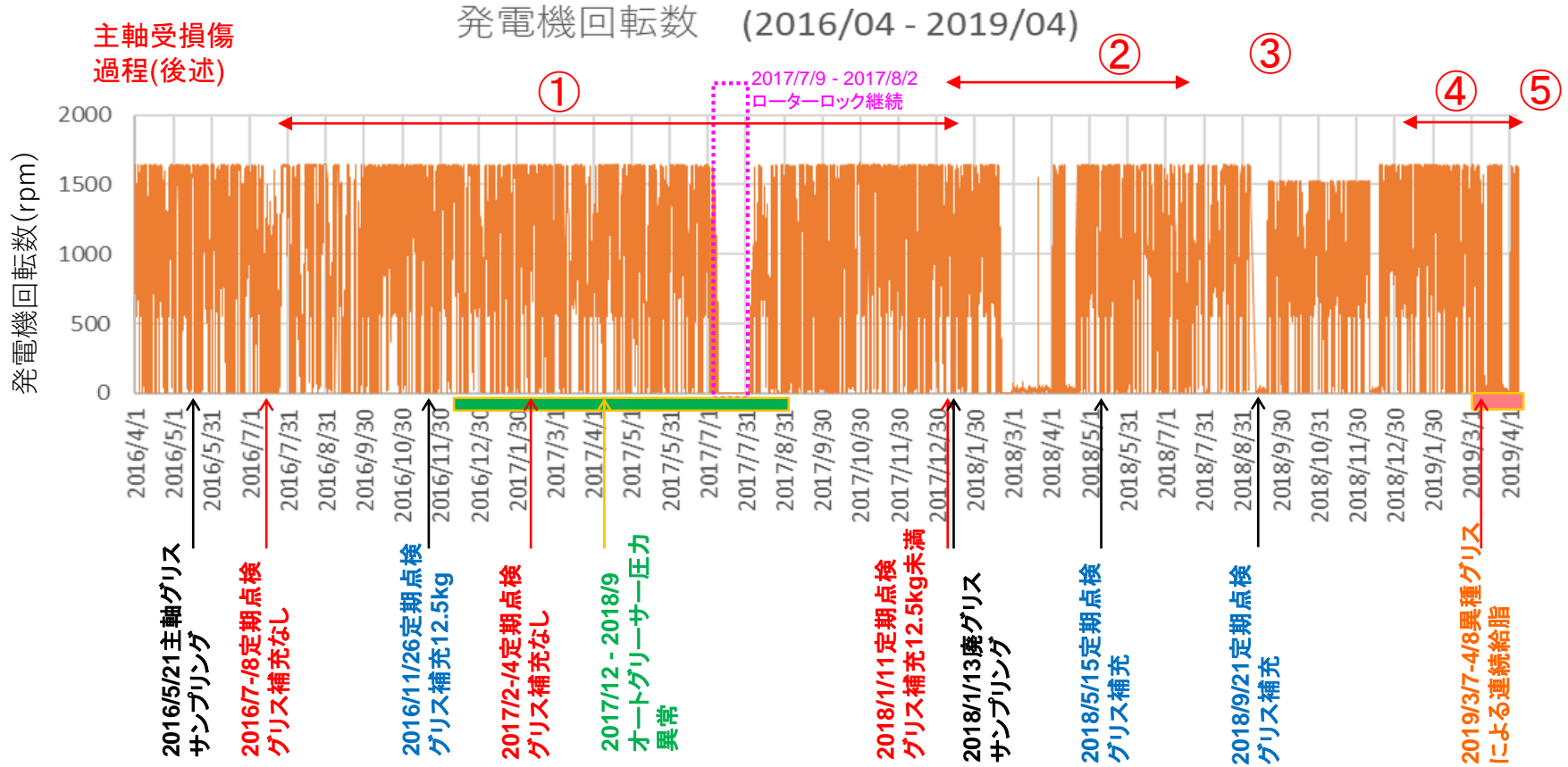


図4 トレンドデータ

- ・ 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、剥離が発生し、**軸受寿命の短縮につながったと推定**する。

1. 主軸ずれが発生した原因究明(3)

1.3 主軸受損傷、主軸ずれの過程 (推定)

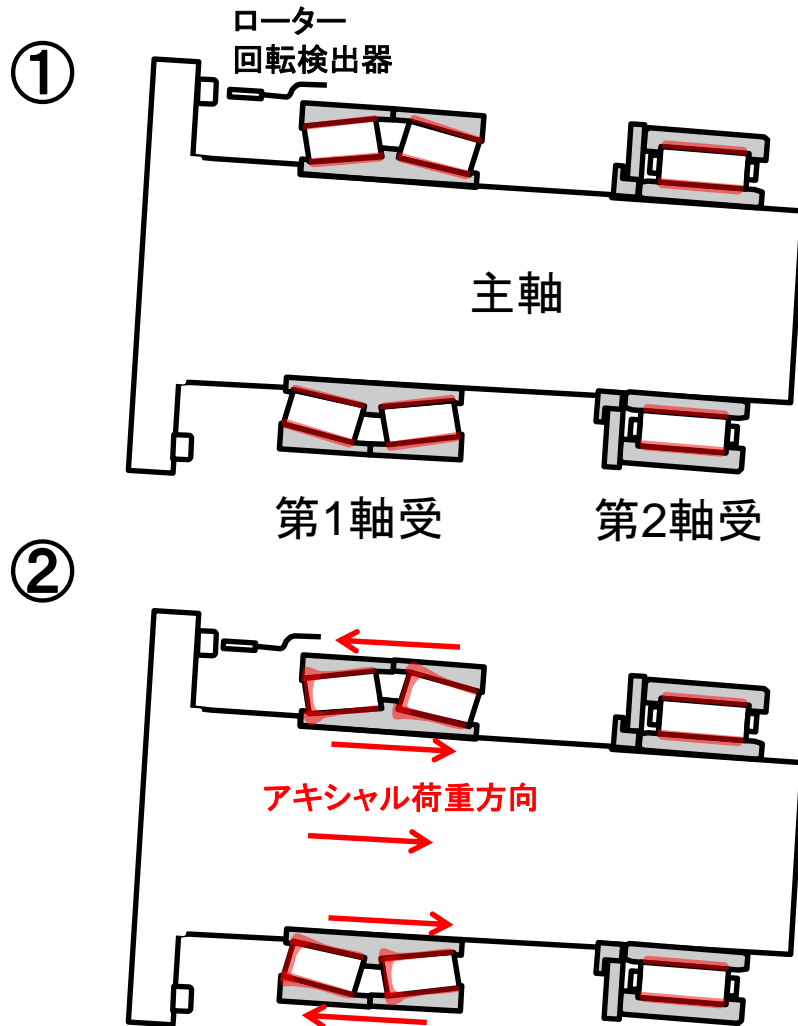


図5 主軸受損傷説明図(1)

- ① 「1年間の」軸受のグリス不足や「1ヶ月間」のローター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)

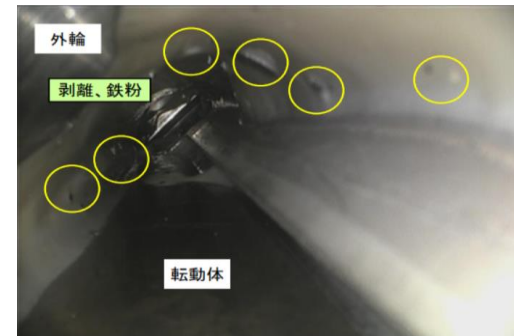
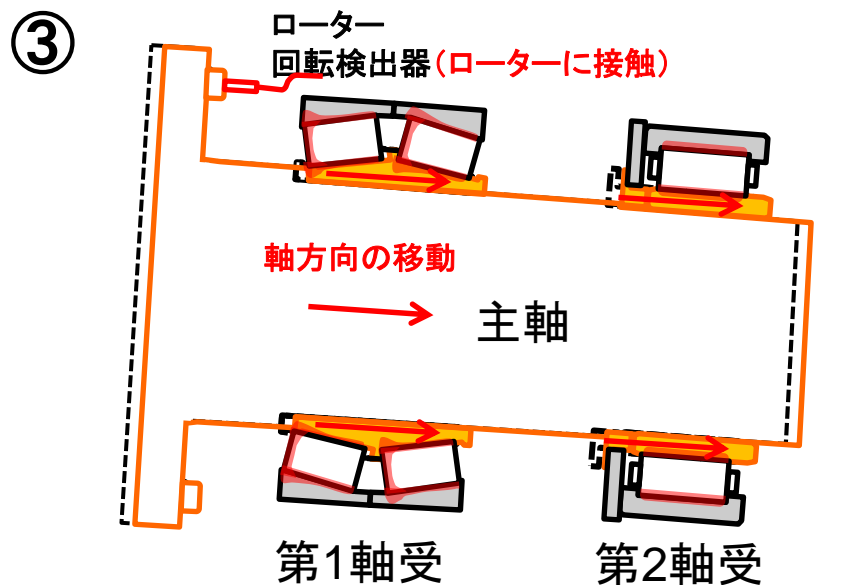


図6 第1軸受内視鏡写真

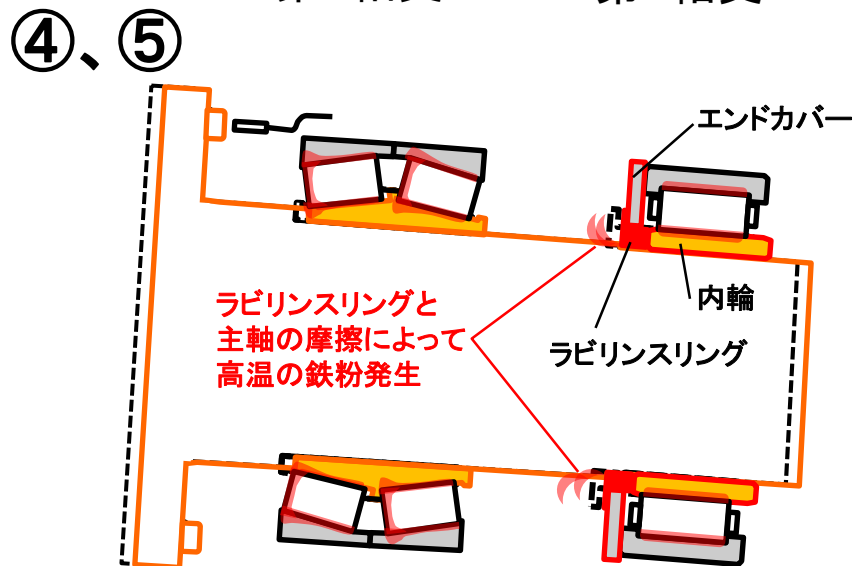
- ② 運転時アキシャル荷重及び摩耗の進行によって、第1軸受の軸方向のギャップ発生

1. 主軸ずれが発生した原因究明(3)



③ 主軸が軸方向に移動
(回転検出器がローターに接触)
(2018年9月)

④ 第2軸受ラビンスリングが第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 ラビン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8 第2軸受の主軸部周辺

図7 主軸受損傷説明図(2)

1. 主軸ずれが発生した原因究明(4)

1.4 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すべて評価・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。

Statement of Compliance



Annex 2

22nd June 2011
page 1/4

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

Technical specifications for GE 2.5 60 Hz

Main data	Type	
		Horizontal axis wind turbine with variable rotor speed
	Rotor diameter	88 m
	Power regulation	Independent electromechanical pitch system for each blade
	Rated power	2500 kW
	Hub height	85 m
	Rated rotational speed	16.5 rpm
	Operating range rotational speed	5... 18.33 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 time	20 years
	IEC 61400-1, class	IIa

1. 主軸ずれが発生した原因究明(4)

(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。

	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

表 2 設計値と現況の比較

図 9 昆布盛6号機風速分布 (2018/4 - 2019/4)

Ave=6.24m/s, Max=21.56m/s (10min)

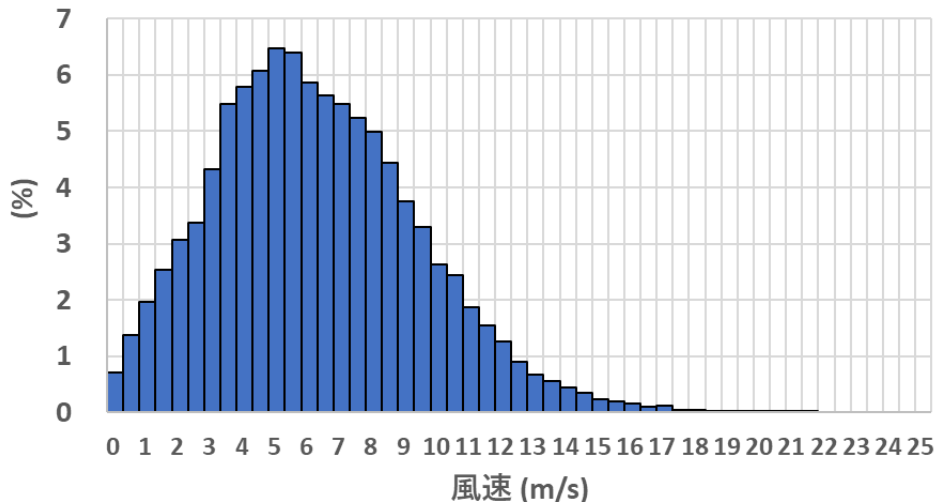
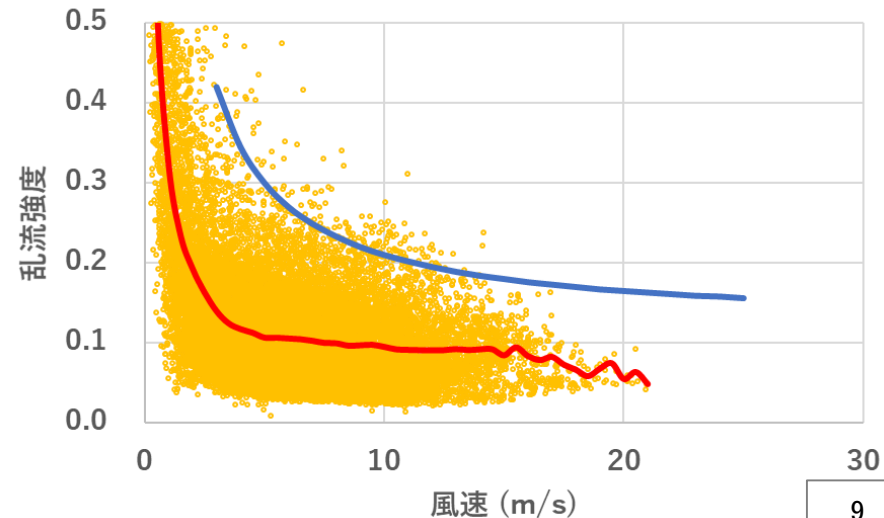


図 10 サイト乱流強度

— 昆布盛6号機 — IEC Class A



2. 今回の事象に関する資料記載(1)

2.1 詳細確認結果

(1) 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・定期事業者検査要領書、メーカー推奨項目に基づく点検マニュアルに基づいた点検記録を調査。

調査項目	点検及び頻度		点検内容	結果	
保安規程 (回転機)	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まで遡り異常なし確認
		精密点検手入	適宜	定期点検結果より内部分解	対象外
定期事業者検査 (主軸受)		半年点検	6ヶ月	グリス状態(色)を確認	2017/9まで遡り異常なしを確認
JEAG5005(指針) に基づく点検		年次点検	1年	自主:SCADA(監視装置):常時軸受 温度モニタリング	2016/4まで遡り異常なしを確認
点検マニュアル (メーカー推奨項目選定)	自主	点検マニュアル	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	オートグリーサへのグリス補充 目視によるベアリングの動作状況	2016/11まで遡り補充を確認 2016/11まで遡り異常なし確認

表3 点検記録調査結果

- ・目視にてグリス状態(色)を確認 ⇒メーカーメンテナンス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⇒メーカー**警報設定値以内を第1軸受、第2軸受とも確認**

2. 今回の事象に関する資料記載(2)

(2) 運転可否判断状況

いつ	どのようなタイミングで	覚知した人	電気主任技術者へどのように報告したか	何を基準に運転できると判断したか	運転の可否を意思決定した人
2016年 12月19日	主軸受オートグリーサー 圧力異常警報の発生	発電所運転 保守受託会社	報告なし 警報内容から運転には 影響を与えない範囲で あると判断し報告なし	<ul style="list-style-type: none"> 警報頻発が無かったため運転 継続できると判断した。 オートグリーサー圧力異常発生時の運 転判断基準は無かった。 	発電所運転 保守受託会社
2017年 8月2日	1ヶ月間のローターロ ックによる局所荷重	-	報告なし 通常保守であることか ら運転には影響を与え ない範囲であると判断 し報告なし	<ul style="list-style-type: none"> ローターロック後の確認手順は無かつ たため運転を再開した。 	発電所運営 管理受託会社
2018年 9月20日	ローター回転検出器 故障のため交換 (先端部削れ確認)	発電所運転 保守受託会社	事後報告 作業・整備記録保守記 録で事後報告	<ul style="list-style-type: none"> 回転検出器の削れ・摺れが2台 中1台であったため軸ずれ予兆 現象と認識できず、ギャップ調 整して負荷運転継続できると 判断した。 回転検出器異常時の運転判断 基準は無かった。 	発電所運営 管理受託会社
2019年 3月6日	ローター回転検出器 の間隙調整(先端 部の摺れ確認)	発電所運転 保守受託会社			
2019年 3月7日	第1軸受の異音、 廃グリスの黒化を 確認	発電所運営 管理受託会社			
	オートグリーサーを間欠 運転から常時運転 に変更		<ul style="list-style-type: none"> 黒化したグリスの早期入替をす ることで軸受損傷の進行 を抑制させ、当面負荷運転継 続できると判断した。 グリス入替の標準的な手順書は 手元に無かった。 		

表4 運転可否判断状況(1)

2. 今回の事象に関する資料記載(2)

いつ	どのようなタイミングで	覚知した人	電気主任技術者へどのように報告したか	何を基準に運転できると判断したか	運転の可否を意思決定した人
2019年 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	発電所運転 保守受託会社 発電所運営 管理受託会社	事後報告 作業・整備記録保守記録 で事後報告	<ul style="list-style-type: none"> メーカー推奨品と同種類のリウム複合増ちょう剤のため潤滑機能として問題ないと判断し、グリス早期入替期間であれば負荷運転できると判断した。 	発電所運営 管理受託会社
2019年 3月19日	オートグリーサーのライン変更(第1軸受+第2軸受⇒第1軸受)			<ul style="list-style-type: none"> 第1軸受へのグリス注入状況が悪かったためライン変更しても負荷運転継続できると判断した。 	

表 5 運転可否判断状況(2)

3. まとめ(再発防止策)

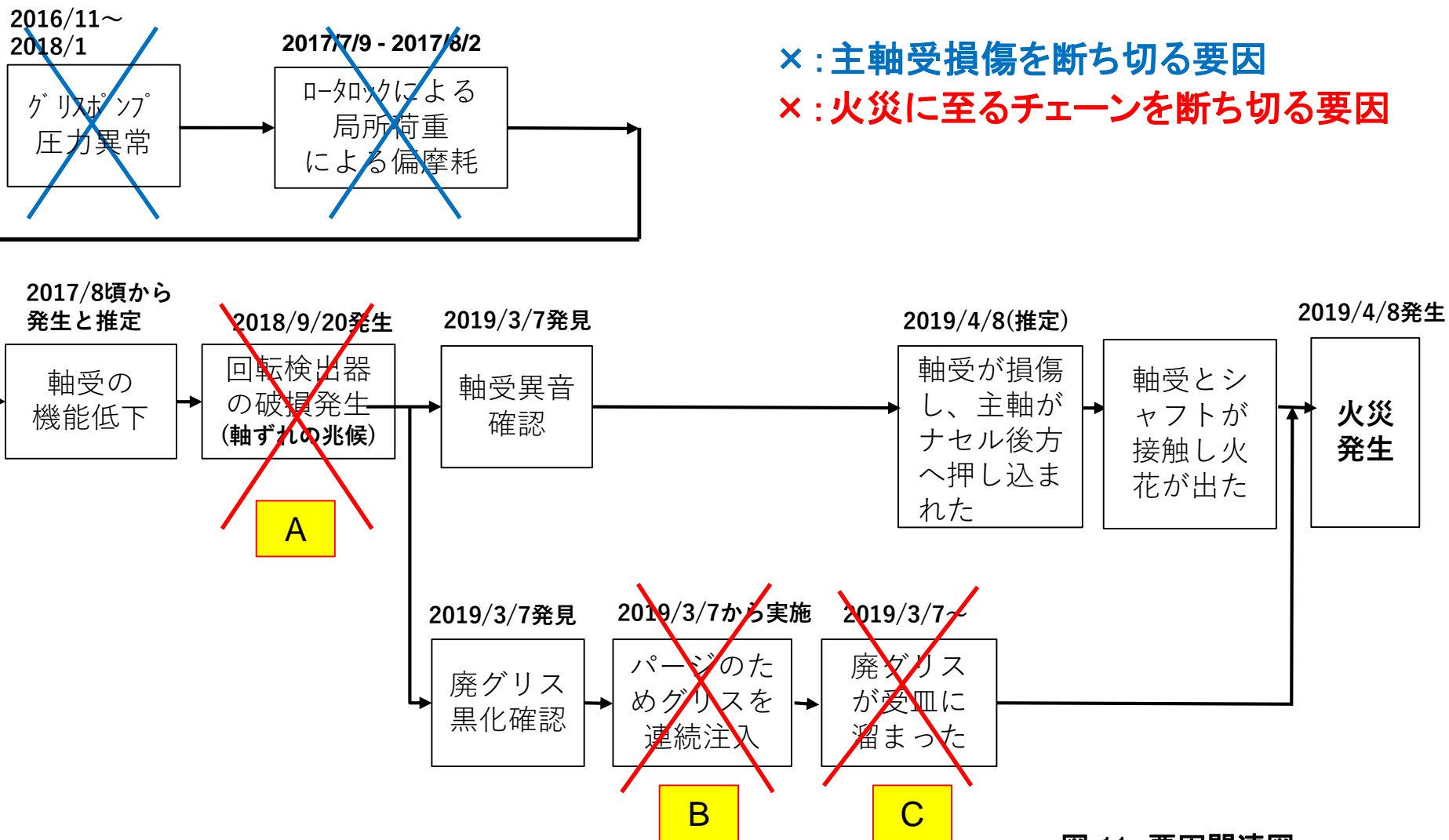



図 11 要因関連図

3. まとめ(再発防止策)

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明確化する。

火災防止 要因		項目	再発防止対策
ソフト 対策	A	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に、運転継続可否と修理の判断基準を明確化する。
	B・C	グリス交換 方法標準化	<ul style="list-style-type: none"> 主軸グリス交換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。
	A・B・C	教育の徹底	<ul style="list-style-type: none"> 上記項目を電気主任技術者よりO&M要員に教育する。
ハード 対策	A	軸ズレ検知 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運転停止するセンサーを追加する。



以上