

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2年1月9日修正版)

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

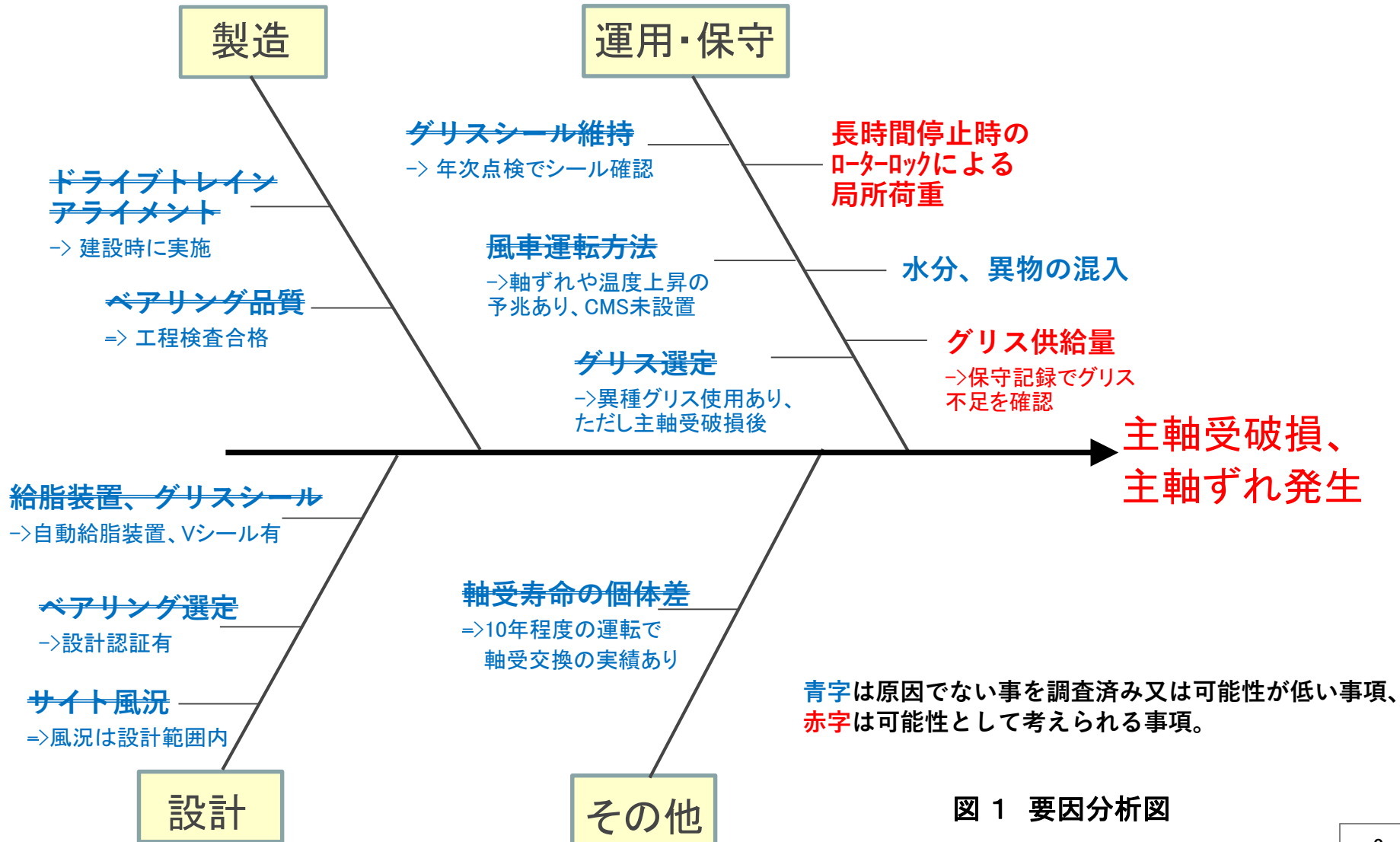


図 1 要因分析図

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

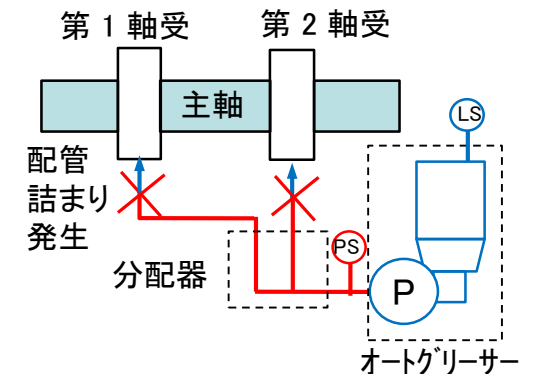


図 2 グリス注入システム説明

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 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 (軸受2台分) : 24kg

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

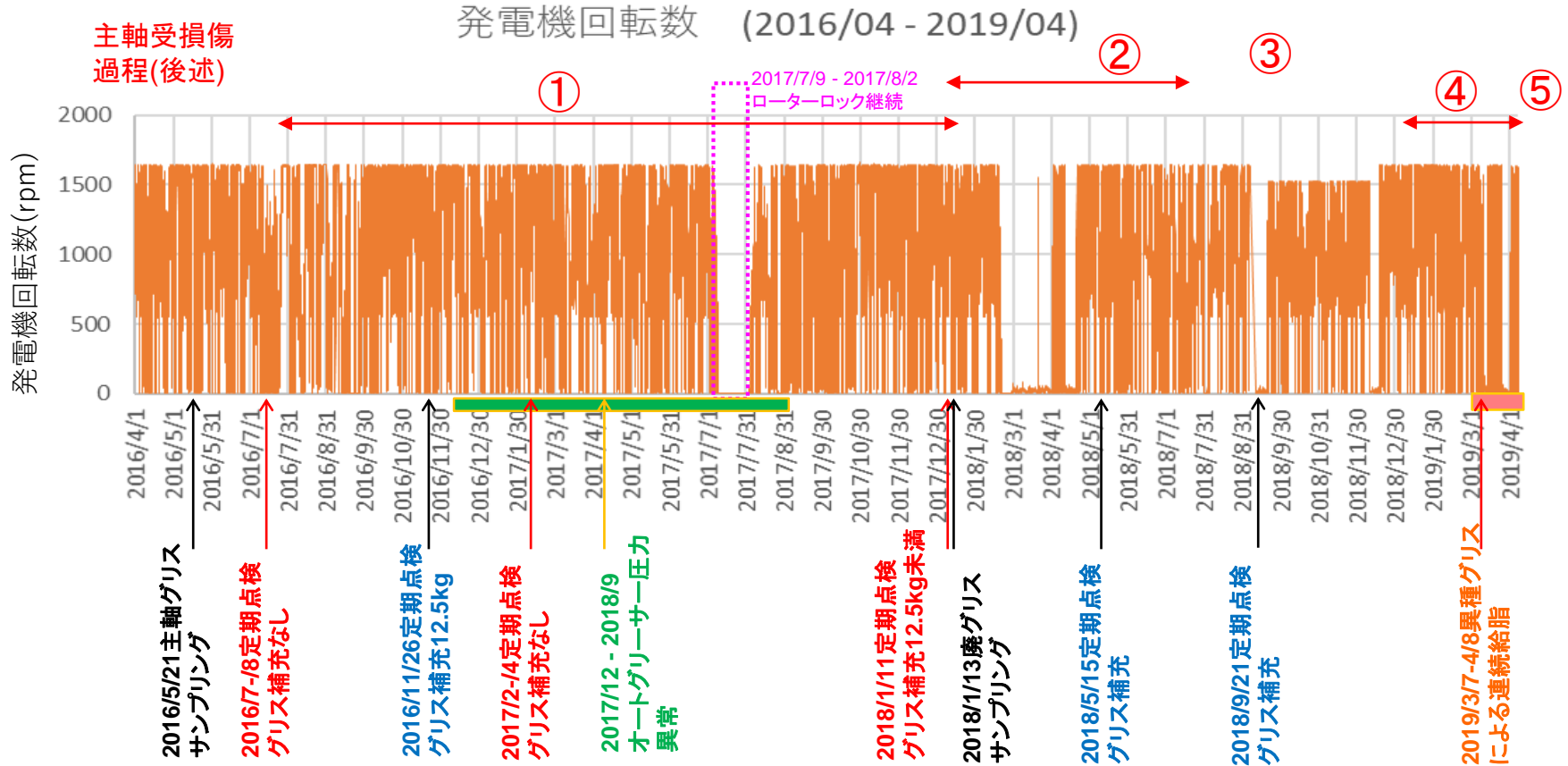


図4 トレンドデータ

- ・ 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)

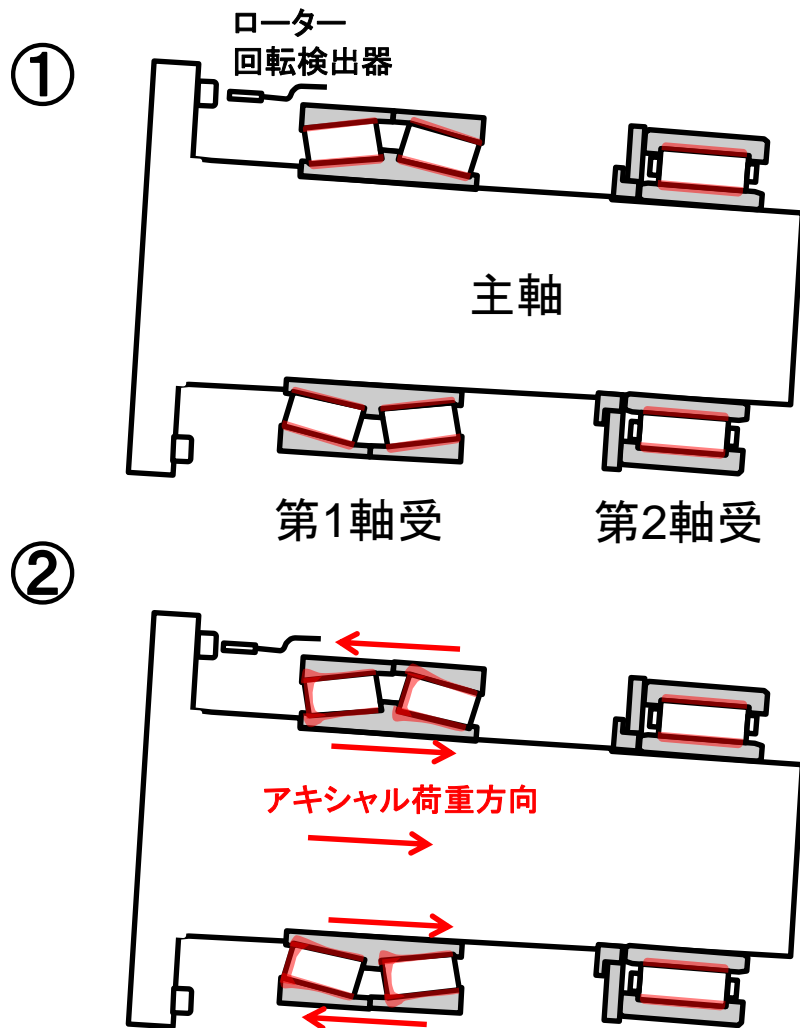


図5 主軸受損傷説明図(1)

- 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)

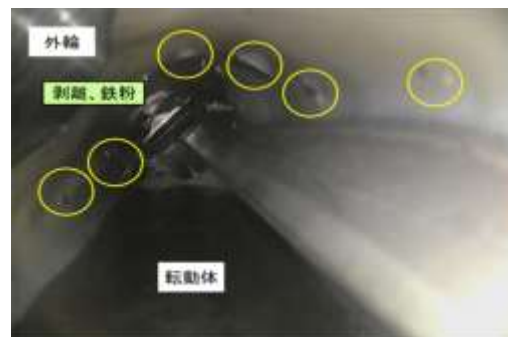


図6 第1軸受内視鏡写真

- 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)

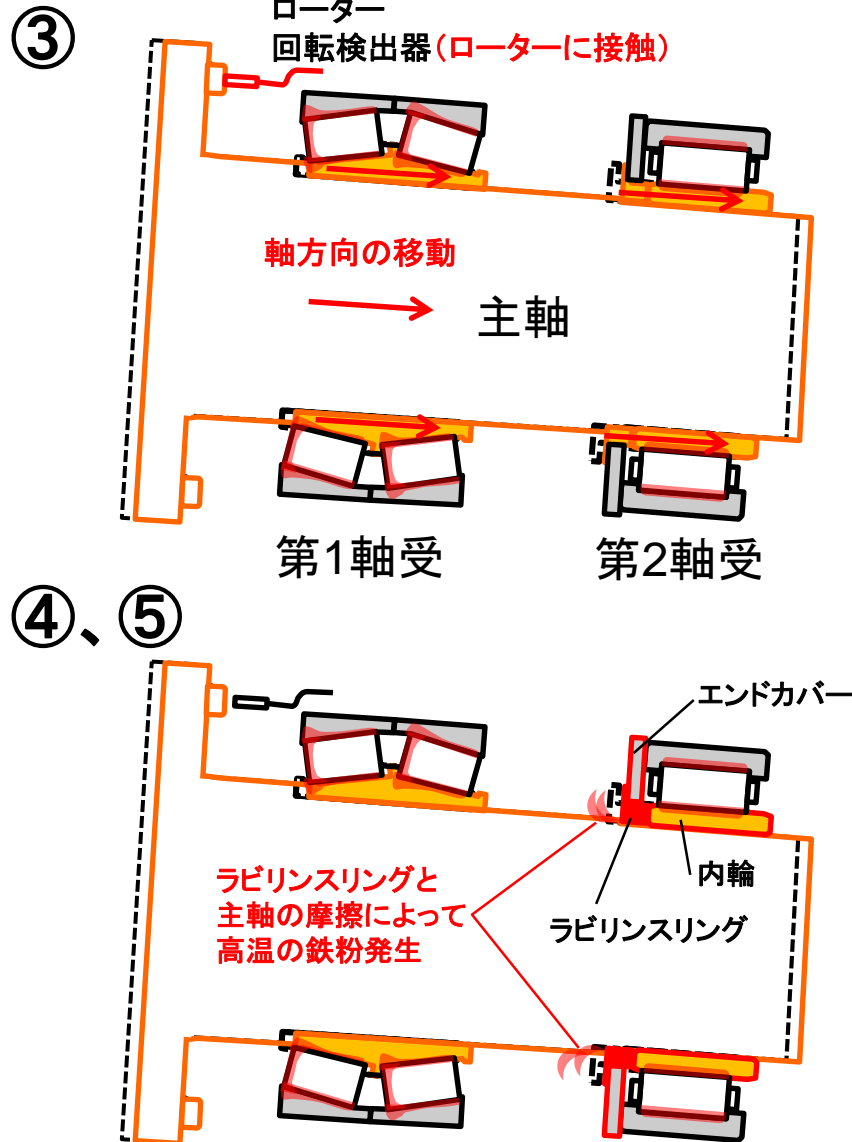


図7 主軸受損傷説明図(2)

- 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軸受ラビリンスリングが第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 ラビリ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

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)

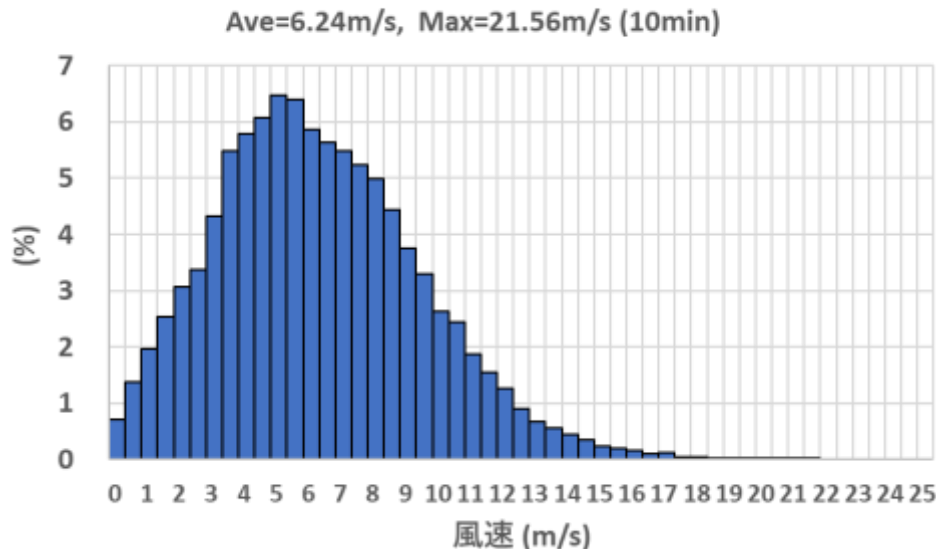
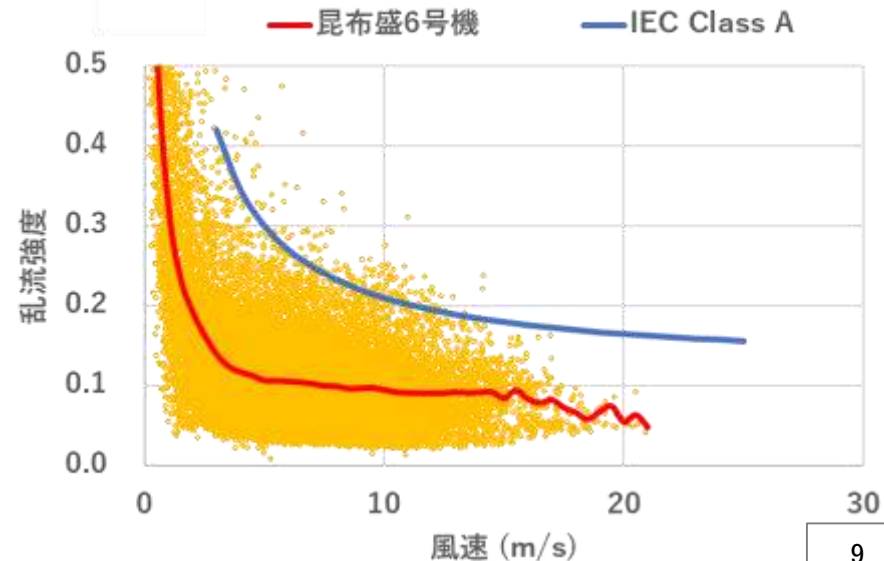


図 10 サイト乱流強度



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。

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(主軸受)	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	廃グリースコンテナの清掃	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	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

表 3 点検記録調査結果



- ・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**

2. 今回の事象に関する資料記載(2)

(2) 本来行うべき対応と今回の対応との差異

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。

【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回事象の差異調査事象	年次点検	主軸受オートグリッサー圧力異常警報	半年点検	主軸受オートグリッサー圧力異常警報	主軸受オートグリッサー圧力異常警報	主軸受オートグリッサー圧力異常警報	1ヶ月間のローターロックによる局所荷重				主軸受オートグリッサー圧力異常警報	主軸受オートグリッサー圧力異常警報	主軸受オートグリッサー圧力異常警報	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、廃グリスの黒化を確認	オートグリッ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)	オートグリッサーのライン変更	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							

2. 今回の事象に関する資料記載(2)

【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、主軸ポイント等) 	※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

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)

【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 ・オートグリス動作確認	※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。 ・オートグリス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	オートグリスの補充タンクにグリス補充なしの事象がオートグリス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。 ・オートグリス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 (JEG5005-2017風力発電設備の定期点検指針参照)	同上	同上	同上 ・オートグリス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

表 4 運転可否判断状況(2)

2. 今回の事象に関する資料記載(2)

【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>

【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	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

表4 運転可否判断状況(3)

*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

2. 今回の事象に関する資料記載(2)

【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

表 4 運転可否判断状況(4)

2. 今回の事象に関する資料記載(2)

【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	ポン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、グリササンプル分析、主軸移動量確認 風車を遊転状態としてグリサ入替を実施。	※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サ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サ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サ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サの混合は許可しない。	同上	同上	グリサ入替はグリサを多く使用する為同じリチウム系グリサにて入替を実施	同上	同上	運営管理会社は同系グリサであるためメーカーに確認せずに安価なグリサを選択した。
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、グリササンプルの分析、主軸移動量確認。 風車を遊転状態としてグリサ入替実施。	※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	グリサ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	グリサ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

表 4 運転可否判断状況(5)

*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

2. 今回の事象に関する資料記載(3)

(3) 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案

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サー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充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	オートグリーサーの補充タケ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。	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。		
軸端ホップ修理に伴うロータロック	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ためメーカーには連絡せずに1ヶ月間ロータロックの状態が継続した。	ロータ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		

2. 今回の事象に関する資料記載(3)

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
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】
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チウ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。		

3. まとめ(再発防止策)

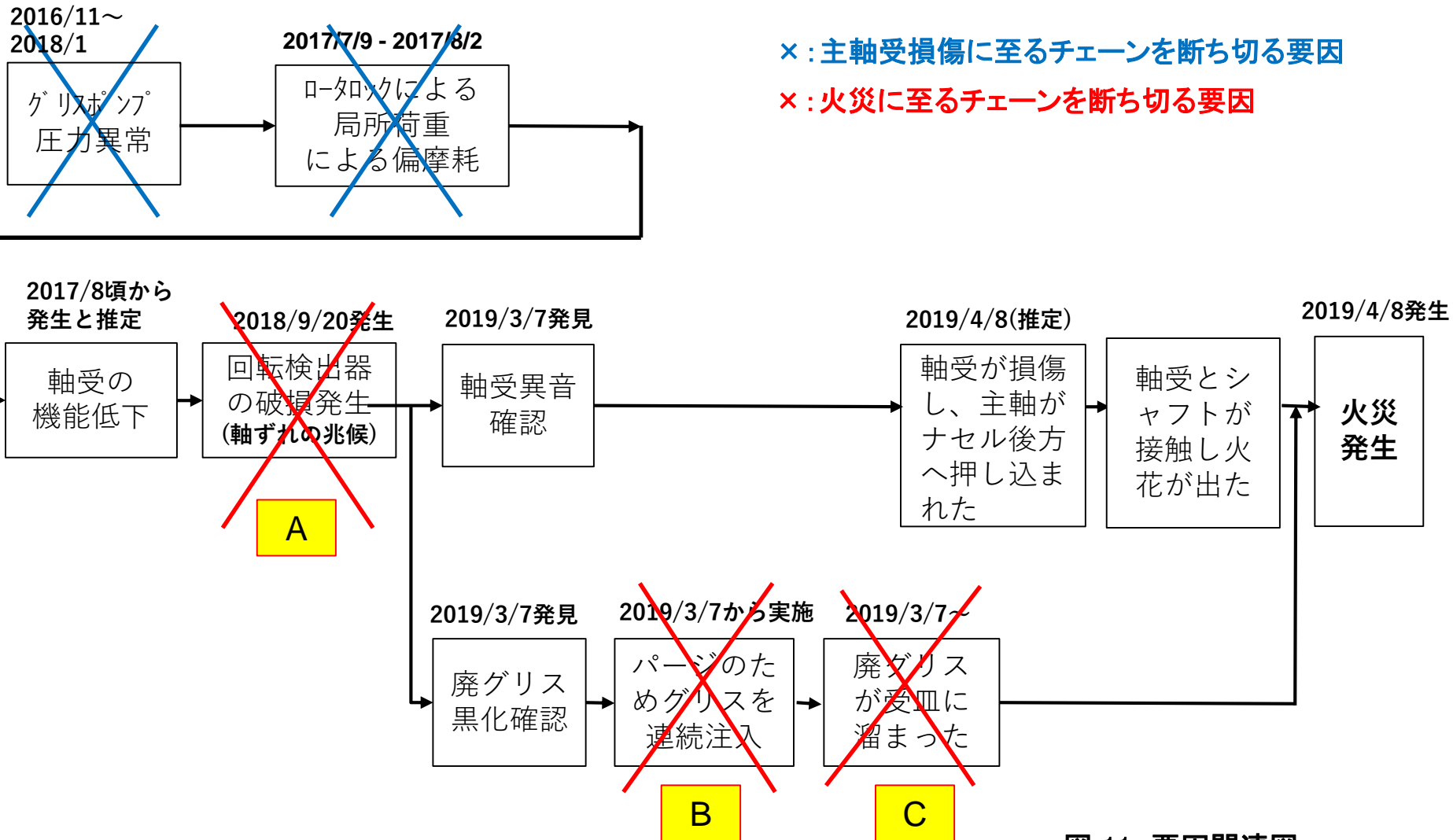


図 11 要因関連図

3. まとめ(再発防止策)

主軸受損傷の再発防止対策としてハード面では軸ズレ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。

火災防止要因		項目	再発防止対策
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、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。

3. まとめ(再発防止策)

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。

以上