

風力発電促進の条件整備に関する調査研究

<不可欠物質の安定供給、国際協力、環境対応その他の公益に関する調査研究>

報 告 書

平成 25 年 3 月 31 日

一般社団法人 日本海事検定協会

(N K K K 総合研究所)

目次

1 . はじめに	2
2 . ヒアリング調査	2
3 . 調査研究対象の検討 (24 年度)	2
4 . 調査研究の結果 (24 年度)	3
4 - 1 . 部位別損傷別の修理工数目安	3
4 - 2 . 保有設備の現状把握	5
5 . 考察	16

付表 1. 「風力発電部位別損傷別修理目安表」

1. はじめに

「新エネルギー特別措置法」(RPS 制度)が制定され、二酸化炭素排出削減の方策の一つとして風力発電促進の施策が進められているが、風力発電は必ずしも普及していないのが現状である。その主な理由として、風力発電の装置及び部品に多くの海外製品を用いていること等もあり、使用部品及び交換部品を円滑に調達し、修理・復旧を迅速に実施する体制の整備が不十分であるため、故障発生から復旧まで多くの時間を要し、電気事業者はその間安定した発電を行うことができないこと。そのため、保険付保条件が厳しくなるケースや、保険付保が困難なケースがあり、風力発電設備所有者が莫大な修理費を負担せざるを得ないケースがあること。故障を未然に防止するための通常時における定期点検の体制が未整備であることが考えられる。

本事業は、風力発電の普及のネックとなっている主にメンテナンスにおける問題点を抽出し、風力発電の促進に必要な条件整備のあり方について検討し、提言を行うものである。

2. ヒアリング調査（風力発電の普及のネックとなっている問題点の抽出）

電気事業者、保守及び修理業者等に改めてヒアリング調査を行った所、前項に挙げた問題点に加え、以下の問題点が抽出された。

地方によっては、送電線の整備がその地方全体に整備されておらず、風況に適した土地に直ぐに風車を設置できるわけではない。

大手電気事業者（自社独自で修理・点検体制が整っている事業者）を除き、年1～2回の定期点検は概ねメーカー或いは契約メンテナンス会社により実施されているものの、その点検内容及び結果は事業者には知らされておらず、事業者自身が保有設備の現状を把握できていない。

3. 調査研究対象の検討（24年度）

3-1. 部位別損傷別の修理工数目安

平成23年度の調査研究によって部位別損傷別の修理目安を明らかにすることができた。しかし、修理費用概算の推定にはこれらのデータに加えて、修理に係る標準工数（人数及び日数）、主たる材料、部品並びに使用機器等について更なる調査が必要であった。

そこで本年度の調査研究として標準的な修理仕様及び修理費用算出に役立つより具体的な内容について調査し、その結果を公表することとした。

3-2. 保有設備の現状把握

事業者が把握すべき保有設備の現状・点検項目について調査を行った結果、以下の項目について試験及び分析を行うことを多くの電気事業者が望んでいることがわかった。

シャフトアライメントテスト（シャフトの水平・垂直方向のずれ計測）

シャフト（軸）の軸芯ずれは、回転機器の予期せぬ稼働停止及び軸受やギアの損傷の原因となることから、レーザー測定器を用いてシャフトの水平及び垂直方向の軸芯ずれ計

測を行うことが望ましい。

潤滑油汚染度測定

潤滑油の汚れ(劣化)も故障の原因となることから、レーザー粒子カウンターを用いて、潤滑油の汚染度測定を行うことが望ましい。

潤滑油含有金属の分析

潤滑油内に含まれる金属を特定することで、設備内の意図せぬ故障や不具合を発見できることから、潤滑油に含まれる金属分析を行うことが望ましい。

メインベアリング・グリスの鉄分含有量分析

グリス内に含まれる鉄分量を分析特定することで、ベアリングの磨耗状態が推測できることから、鉄分含有量分析を行うことが望ましい。

上記希望を踏まえ、来年度より上記試験及び点検を当会が行い、その結果を電気事業者に提供することとし、今年度は試験・点検方法の検討及び試行実施を行うこととした。

4. 調査研究の結果

4-1. 部位別損傷別の修理工数目安

それぞれの部位別、損傷形態別、修理形態別に標準作業工数と付帯事項を調査し、昨年度(23年度)調査結果に以下を考慮し表にまとめた。

- ・ 標準作業工数

部位別・損傷形態別の要員数及び日数から、これらを積算し延べ日数を算出した。但し、損傷形態及び現場環境等で大きく変わる可能性のある事前調査、準備及び待機時間等については除外した。

また、監督者(メーカー技術者・修理技術者等)、地上作業要員(安全確保及び工具、交換部品運搬手配等)の要員数についても、修理業者や現場環境等で様々なケースが推測されるため除外した。

- ・ 主材料・主要交換部品

各損傷部位の修理あるいは部品交換等に用いられる主材料または交換部品を列記した。

- ・ 主たる機器

修理に必要な主たる使用機器等を列記した。

- ・ 高所作業要員

修理作業要員に加え、高所で作業するために必要な要員(高所作業専門職)及び必要日数から、これらを積算し延べ日数を算出した。

- ・ クレーン車

重量物をナセル内から取外しあるいは取付けを行うためなどに必要なクレーン車

の利用日数を列記した。

但し、実際に使用する期間のみとし、待機等の日数は除外した。

- ・ 高所作業車
ブレードを風車に取付けたまま修理を行う場合などは、高所作業車（またはスカイボックス）が必要となることから、利用日数を列記した。
但し、実際に使用する期間のみとし、待機等の日数は除外した。
- ・ 高所作業に必要な足場設置の要否及び日数
高所にてタワー外観の再塗装を行う場合は、足場を設置し作業する必要があることから、利用日数を列記した。
- ・ 再塗装の要否
ブレード、タワー、ナセルなど再塗装を要する損傷形態について「要」とした。
- ・ 主材料・主要交換部品・主たる使用機器の往復運搬の要否
往復運搬が必要な場合は「要」とした。
- ・ 清掃の要否
修理作業終了後に清掃が必要な場合は「要」とした。
- ・ 廃棄の要否
交換後の故障部品、廃材料等の廃棄物がある場合は「要」とした。
- ・ 平成 23 年度の成果「風力発電設備 損傷と修理仕様の目安表」の修理形態は 3 分類であったが、更なる調査の結果、より詳細な下記 5 つのカテゴリーに再分類した。

現場修理	損傷現場で、損傷部品を取外さずに修理を行うこと
現場取外し修理	損傷現場で、損傷部品を取外し修理を行うこと
現場パーツ新替	損傷現場で、損傷部品を新替すること
現場ユニット新替	損傷現場で、損傷部品を含むユニット全体を新替すること
工場持込み修理	損傷部品を取外し工場へ持込み修理後、再取付けすること

4-2. 保有設備の現状把握（試験・点検方法の検討及び試行実施）

4-2-1. 試験・点検方法の検討

シャフトアライメントテスト（シャフトの水平・垂直方向のずれ計測）

レーザーを用いた測定とし、「イージーレーザーE710」を採用、垂直方向及び水平方向のずれを mm/100mm 単位で計測することとし、風力発電設備の点検時期（稼動停止時期）に行

うこととした。

潤滑油分析

バンパイヤポンプを用い増速機内低層部の潤滑油を風力発電設備の点検時期（稼働停止時期）にサンプリングし、オイル性状として酸化度、動粘度、及び水分試験を行い、レーザー粒子カウンターを用いて汚染度（計数法：NAS 等級：個/100ml 及び ISO コード：個/ml）を測定、加えて含有粒子形状についても分析を行うこととし、潤滑油に含まれる金属元素についても分析することとした。

試験分析項目と方法並びに使用機器について、表 1.に記す。

表 1. 潤滑油分析項目と方法並びに使用機器

測定/分析項目	項目	実施方法/機器
オイル性状	酸価 (mgKOH/g)	電位差滴定
	動粘度 (mm ² /s)	動粘度装置
	水分 (mass ppm)	カールフィッシャー電量滴定
汚染度 (計数法) ISO 個/ml	> 4μm	SpectroLNF Q200 レーザーネットファイン
	> 6μm	
	> 14μm	
	> 21μm	
	> 38μm	
	> 70μm	
粒子形状情報		SpectroLNF Q200 レーザーネットファイン
金属元素	鉄	ICP (誘導結合プラズマ発光分析装置)
	鉛	
	銅	
	クロム	
	アルミニウム	
	ニッケル	
	銀	
	錫	
	ケイ素	
	ホウ素	
測定/分析項目	項目	実施方法/機器
金属元素	ナトリウム	ICP (誘導結合プラズマ発光分析装置)
	リン	
	亜鉛	
	カルシウム	

バリウム
マグネシウム
モリブデン

メインベアリング・グリスの鉄分含有量分析

グリスについては、グリスアップ時にサンプルを採取する必要があり、必ずしも風力発電設備の点検時期にグリスアップを行うとは限らないことから、分析（現状把握）したいグリスサンプルを電気事業者等に提供してもらい、ICP（誘導結合プラズマ発光分析装置）を用いて鉄含有量分析を行うこととした。

4-2-2. 試験・点検の試行実施

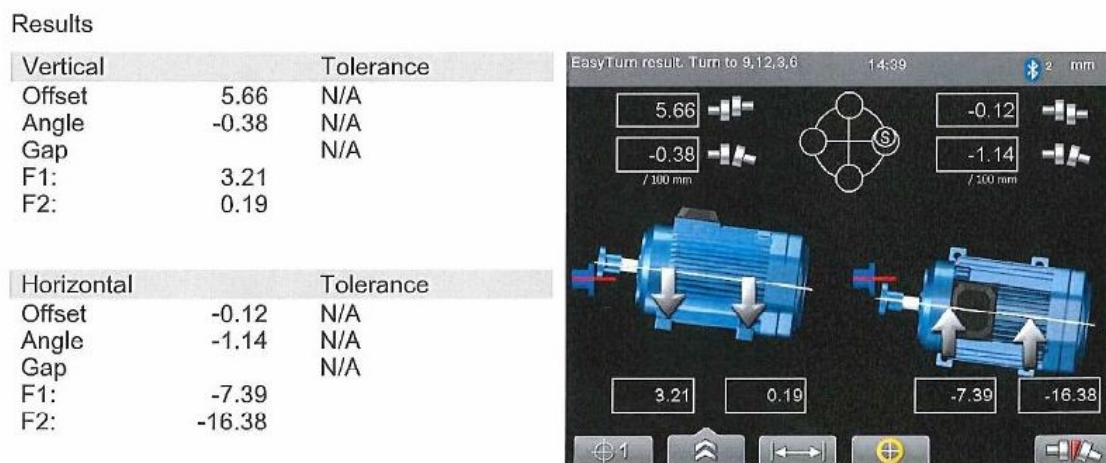
シャフトアライメントテスト（シャフトの水平・垂直方向のずれ計測）

N 県 I 市の協力を得て、Vestas 機・定格出力 225kW の風力発電設備のシャフトアライメントテストを平成 24 年 11 月に試行実施した。

その結果、シャフトのブレード側を前、発電機側を後とし、試行実施対象機は、垂直方向上方に 0.38mm/100mm、水平方向左方に 1.14mm/100mm のずれが生じていることがわかった。

<図 1. 参照>

図 1. シャフトアライメント試行実施結果



また、この試行実施により、下記の問題点、注意点、改善点等が挙げられた。

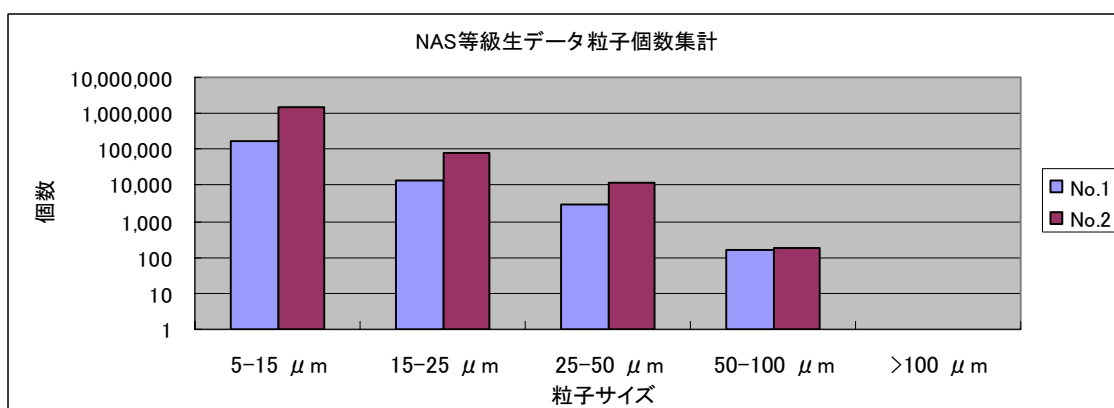
- メーカー、型式、年式により構造が異なる（例えば、シャフトカバーの有無等）ことから、事前調査（ナセル内構造）を行うことが望ましい。
- 計測に当たって、ブレーキのオンオフ及び測定時の遊転操作が必要となることから、電気事業者或いは保守者等の設備操作が可能な人員の立会いが不可欠である。

潤滑油分析

H 道 T 町の協力を得て、(2) 種の使用済み提供潤滑油について、汚染度（計数法：NAS 等級：個/ml）、含有粒子形状、及び含有金属元素について分析及び解析を行い以下の結果を得た。

[汚染度: NAS 等級 (NAS1638)]

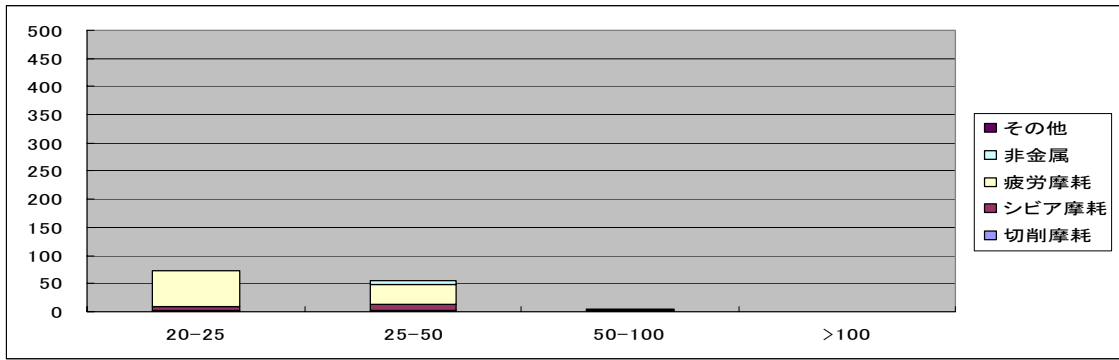
Size	個/100mL	
	No.1	No.2
5-15 μm	177,273	1,418,404
15-25 μm	13,915	79,631
25-50 μm	2,938	11,569
50-100 μm	155	193
>100 μm	0	0
等級	10	12



>100 μm の大型粒子はなく、重篤な異常摩耗は見られない。No.2 では粒子数が増加し、等級も上がっているが、増加した粒子は大部分が小型粒子である。

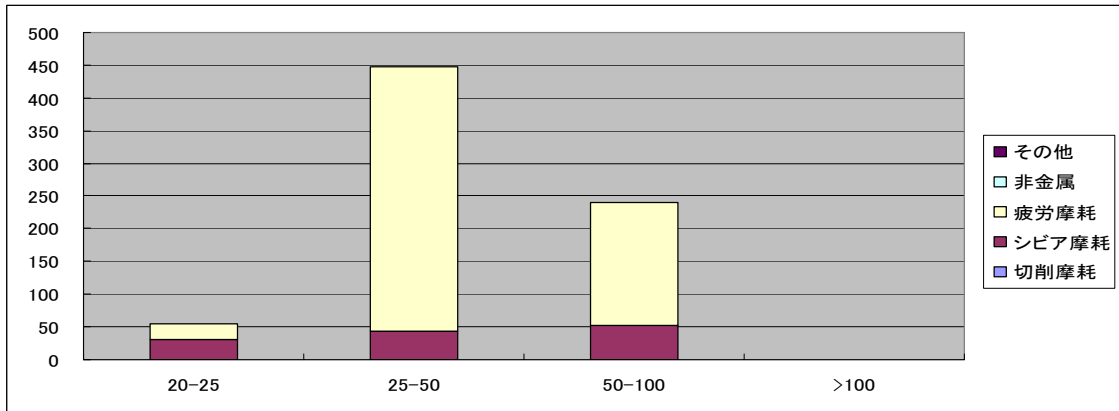
[粒子形状解析 (No.1 Sample: 20 μm 以上の粒子)]

粒子種類		個/mL	粒子サイズ (μm)		サイズ別集計 (個/mL)			
			最大	平均	20-25	25-50	50-100	>100
Cutting	切削摩耗	4.6	63.3	39.4	1.5	1.5	1.5	0.0
Severe Sliding Ware	シビア摩耗	20.1	61.0	29.2	7.7	10.8	1.5	0.0
Fatigue Ware	疲労摩耗	100.5	61.9	25.6	63.4	35.6	1.5	0.0
Non Metallic Wear	非金属	6.2	38.2	27.6	0.0	6.2	0.0	0.0
Unclassified Ware	その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0





[粒子形状解析 (No.2 Sample: 20 μm 以上の粒子)]

粒子種類		個/mL	粒子サイズ (μm)		サイズ別集計 (個/mL)			
			最大	平均	20-25	25-50	50-100	>100
Cutting	切削摩耗	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Severe Sliding Ware	シビア摩耗	98.3	50.4	29.6	29.6	44.3	52.1	0.0
Fatigue Ware	疲労摩耗	591.9	45.5	24.5	24.5	403.0	189.0	0.0
Non Metallic Wear	非金属	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Unclassified Ware	その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



< 粒子分類解説 >

粒子種類		概要	形状
Cutting	切削摩耗	硬い粗さの突起や、外部からの異物による切削が原因となり生じる。	カール状, 線状
Severe Sliding Wear	シビア摩耗	過酷な条件の摺動による重度な凝着の結果生じ、焼付の可能性を示す。	直線エッジ状
Fatigue Ware	疲労摩耗	材質の疲労により生じる粒子。	平板状, 不定形
Non Metallic Wear	非金属	砂, ポリマー等の非金属の粒子。	光透過性
Unclassified Ware	その他	-	-

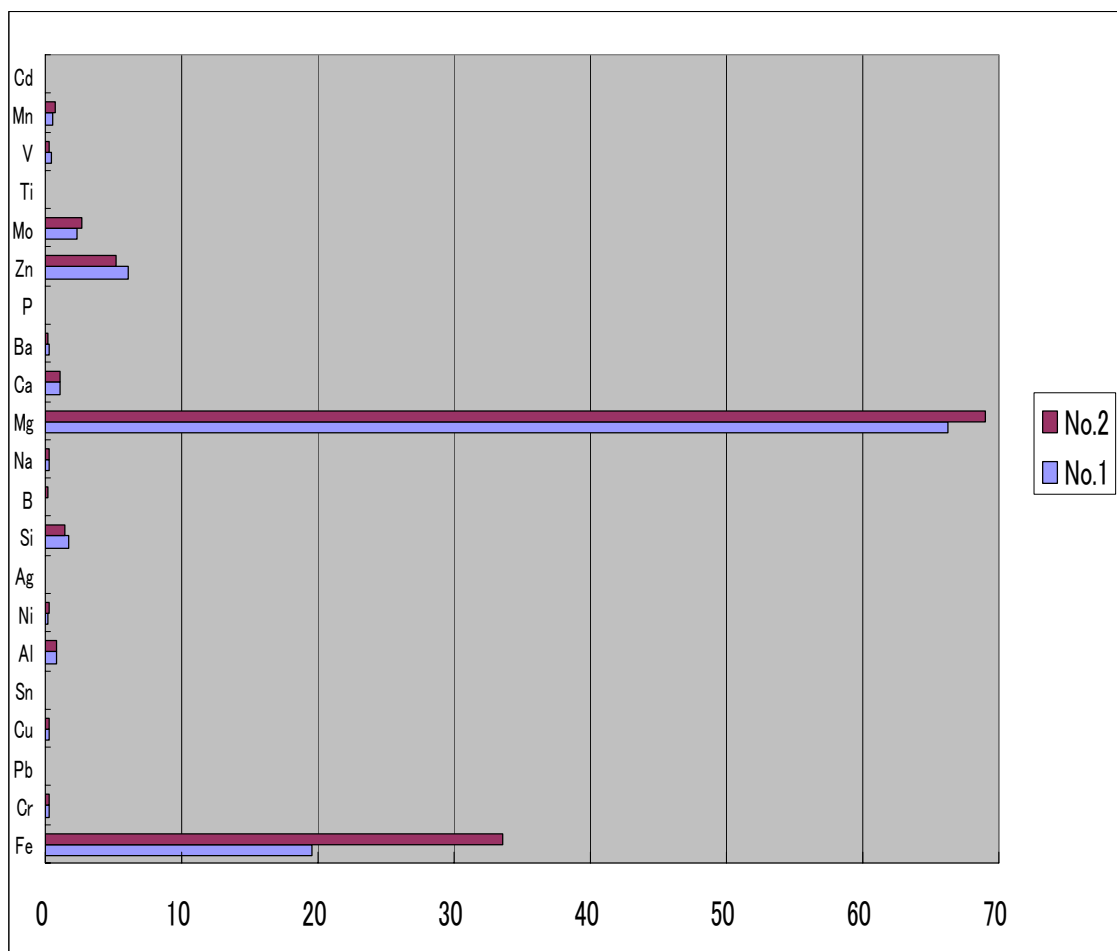
1	正常摩耗粒子	2	切削摩耗粒子
	<ul style="list-style-type: none"> ● 薄片状 ● 表面平滑 ● 0.5~5μm 		<ul style="list-style-type: none"> ● カール状 ● 砂等混入 ● 25~100μm
3	球状摩耗粒子	4	平板状摩耗粒子
	<ul style="list-style-type: none"> ● ボール状 ● 軸受疲労 ● 1~5μm 		<ul style="list-style-type: none"> ● 表面, 同粗い ● 歯車疲労 ● 20μm以上
5	シビア摩耗粒子	6	その他の粒子
	<ul style="list-style-type: none"> ● 直線状エッジ ● ストライエーション ● 20μm以上 	 <p>砂 ポリマー さび</p>	

日本トライボロジー学会 『ISO18436-4 準拠 トライボロジーに基づくメンテナンス カテゴリー 』第6版 2012年

[含有金属元素分析]

元素名	記号	No.1	No.2
鉄	Fe	19.51	33.55
クロム	Cr	0.26	0.31
鉛	Pb	0.00	0.00
銅	Cu	0.24	0.23
スズ	Sn	0.00	0.00
アルミニウム	Al	0.79	0.78
ニッケル	Ni	0.22	0.28
銀	Ag	0.01	0.00
ケイ素	Si	1.71	1.41

元素名	記号	No.1	No.2
ホウ素	B	0.13	0.19
ナトリウム	Na	0.27	0.31
マグネシウム	Mg	66.26	69.00
カルシウム	Ca	1.05	1.03
バリウム	Ba	0.24	0.20
リン	P	0.00	0.00
亜鉛	Zn	6.09	5.14
モリブデン	Mo	2.30	2.70
チタン	Ti	0.09	0.11
バナジウム	V	0.43	0.23
マンガン	Mn	0.55	0.75
カドミウム	Cd	0.06	0.05



鉄、マグネシウムが多い。その他は亜鉛、モリブデン、ケイ素、カルシウム等である。
No.1 より No.2 の方が鉄分が多く、摩耗の進行が見られる。

S 県 H 町の協力を得て、増速機潤滑油についてサンプリングを行い、その採取潤滑油のオイル性状、汚染度（計数法：NAS 等級：個/ml）、含有粒子形状、及び含有金属元素について分析及び解析を行い、加えて提供グリスサンプルの鉄分含有量分析を行い、以下の結果を得た。

[潤滑油オイル性状]

項目	単位	結果
酸価	mgKOH/g	0.40
塩基価(塩酸法)	mgKOH/g	0.25
動粘度 40°C	mm ² /s	310.3
動粘度 100°C	mm ² /s	24.05
水分	ppm	53

性状的には異常は認められない。

[潤滑油汚染度: NAS 等級 (NAS1638)]

Size	個/100mL	等級
5-15 μm	132,466	10
15-25 μm	13,692	9
25-50 μm	3,959	9
50-100 μm	990	10
>100 μm	0	00
NAS 等級（総合）		10

>100 μm の大型粒子は少数である。中圧、中容量の一般油圧および建設車両用油圧システムに求められる清浄度である。

[潤滑油汚染度: ISO コード (ISO4406)]

Size	個/mL	コード	粒子径ごとの関連要因
≥4 μm	4,222.3	19	-
≥6 μm	1,511	18	摩耗・突発事故
≥14 μm	186	15	突発事故
ISO コード		19/18/15	-

IEC 61400-4 によれば、継続運転中のギヤボックスにおける定常状態の清浄度レベルは、-/17/14 より悪化したはならないとされているが、当該オイルの清浄度はこれより1段階悪化しており、汚染の進行が認められる。

< NAS 等級-作動油の推奨清浄度レベル >

油圧装置	NAS 等級	
	>5 μ m	>15 μ m
航空機実験装置 (高い信頼性をあらかじめ要求されるシステム)	4~5	3~4
航空機, ロボット, 工作機械 (高圧で高い動力, 制御性が要求されるシステム)	6~7	5~6
産業用油圧システム (高い信頼性と機器の長寿命が期待されるシステム)	8~9	7~8
中圧, 中容量の一般油圧, 建設車両用油圧システム	9~10	8~9
ある限界寿命があるシステムまたは低圧の製鉄設備	10~11	9~10
大きなすき間のある低圧のシステム	12	11~12

< 推奨清浄度レベル (IEC 61400-4) >

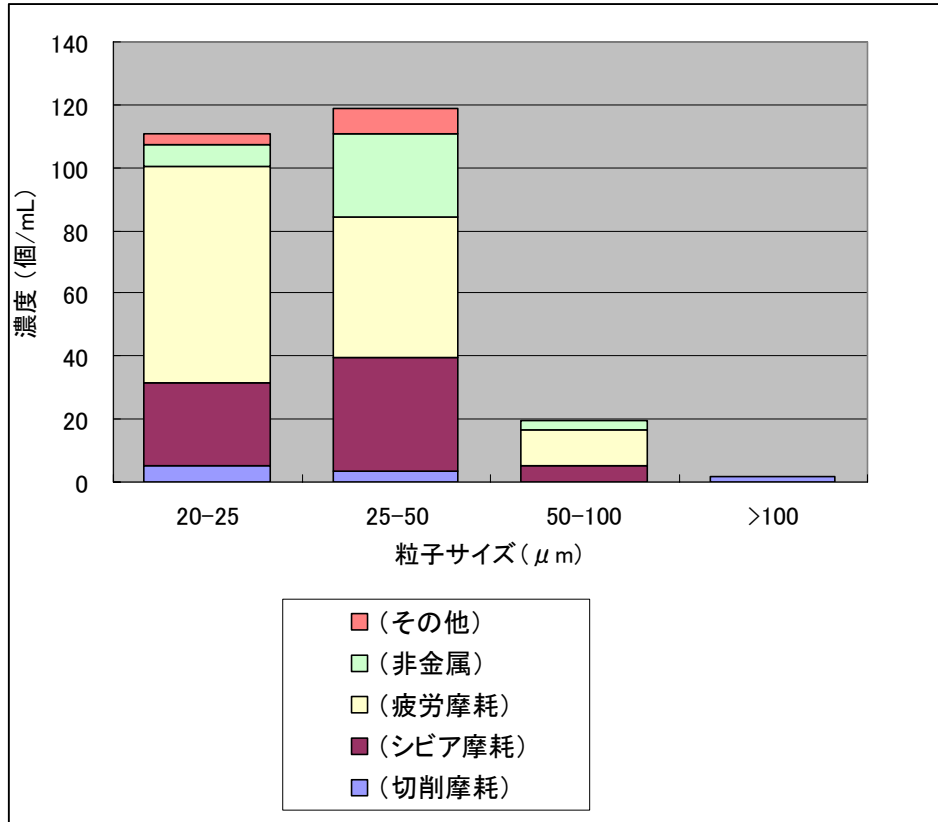
サンプル採取元	清浄度コード
全ての部位のギヤボックスに給油されるギヤ油	- / 14 / 11
ギヤ・メーカの施設で出荷試験を終えた後のギヤボックスから採取されたバルク油	- / 15 / 12
試運転を終え風力タービンが稼働開始した1ヵ月以内にギヤボックスから採取したバルク油	- / 15 / 12
メンテナンス過程でギヤボックスから採取されたバルク油	- / 16 / 13

備考： 清浄度コードの、最初の桁は、6 μ m以下の粒子の許容値を表すが（今日の知見では）この値はギヤボックスの寿命と信頼性に対して影響を及ぼしてはいない。また、高粘度流体中のこのサイズの微小粒子の測定値は、かなりの不確かさを含んでいる場合がある。

[潤滑油含有粒子形状解析 (20 μ m以上の粒子)]

粒子種類		個/mL	粒子サイズ(μ m)		サイズ別集計 (個/mL)			
			最大	平均	20-25	25-50	50-100	>100
Cutting	(切削摩耗)	9.9	179.7	50.1	4.9	3.3	0.0	1.6
Severe Sliding Wear	(シビア摩耗)	67.6	91.1	32.0	26.4	36.3	4.9	0.0
Fatigue Wear	(疲労摩耗)	125.4	93.0	28.8	69.3	44.5	11.5	0.0
Non Metallic Wear	(非金属)	36.3	60.2	35.2	6.6	26.4	3.3	0.0
Unclassified Ware	(その他)	11.5	33.6	26.9	3.3	8.2	0.0	0.0

20 μ m以上の粒子は、疲労摩耗とシビア摩耗主体である。切削摩耗は少ない。

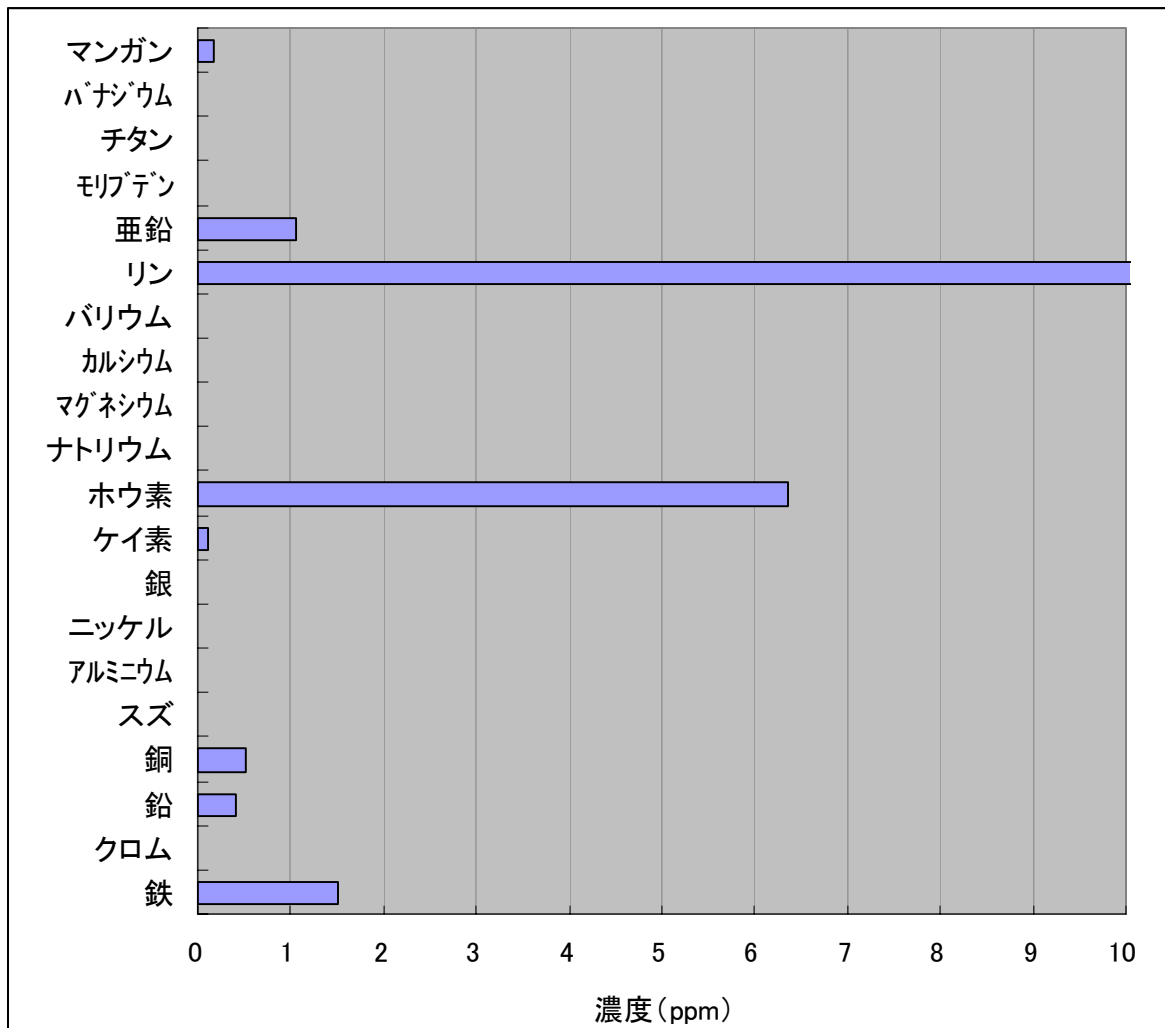


[潤滑油含有金属元素分析]

元素名	記号	結果
鉄	Fe	1.50
クロム	Cr	0.00
鉛	Pb	0.40
銅	Cu	0.51
スズ	Sn	0.00
アルミニウム	Al	0.00
ニッケル	Ni	0.00
銀	Ag	0.00
ケイ素	Si	0.10
ホウ素	B	6.36
ナトリウム	Na	0.00
マグネシウム	Mg	0.00
カルシウム	Ca	0.00
バリウム	Ba	0.00
リン	P	264.10
亜鉛	Zn	1.05
モリブデン	Mo	0.00

元素名	記号	結果
チタン	Ti	0.00
バナジウム	V	0.00
マンガン	Mn	0.17

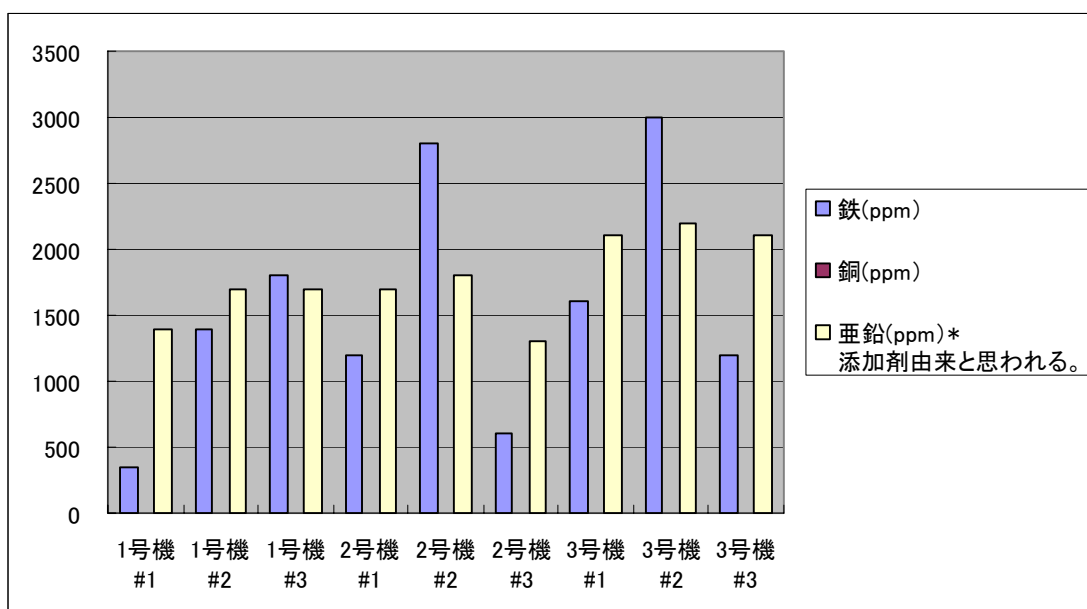
リンが多量に含まれる。(添加剤に由来) ホウ素も添加剤由来である。その他に、鉄、亜鉛、銅がわずかに検出されている。亜鉛は、通常添加剤に多量に含まれる元素であるが、少量のため摩耗金属の可能性もある。



[ペアリンググリス含有鉄分分析]

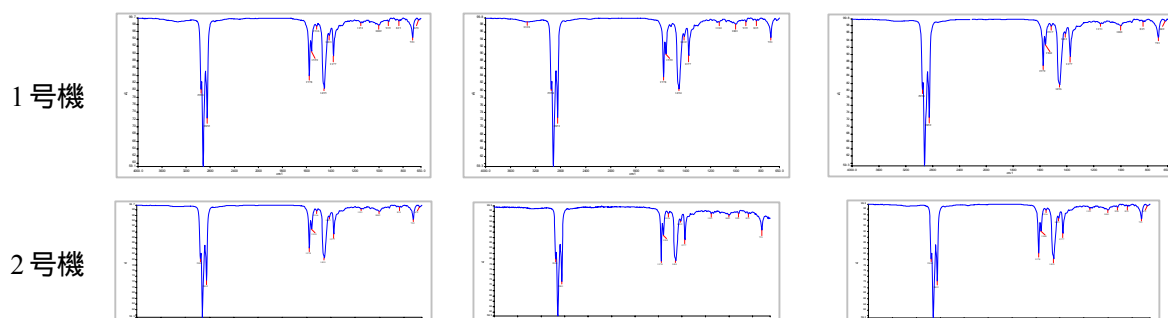
No.	試料	鉄(ppm)	銅(ppm)	亜鉛(ppm)*
1	1号機 #1	350	<10	1400
2	1号機 #2	1400	<10	1700
3	1号機 #3	1800	<10	1700
4	2号機 #1	1200	<10	1700
5	2号機 #2	2800	<10	1800
6	2号機 #3	600	<10	1300
7	3号機 #1	1600	<10	2100
8	3号機 #2	3000	<10	2200
9	3号機 #3	1200	<10	2100

* 亜鉛(ppm) : 添加剤由来と思われる。

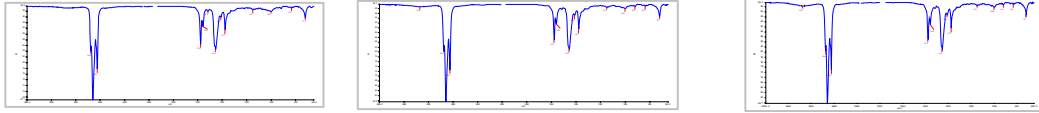


炭化水素油ベースのリチウム石ケングリスである。炭化水素が酸化劣化している形跡は認められない。

< 赤外線吸収スペクトル >



3号機



5. 考察

標準作業工数並びに高所作業要員数等を明らかにすることにより、より現実に近い修理工数の実態を把握するとともに、使用される主材料・主要交換部品並びに使用機器等を特定し、修理概算費用の算定をより具体化することができた。また、風力発電設備の現状を把握するために、シャフトアライメントテスト、増速機潤滑油の汚染度測定、含有粒子形状解析、並びに含有金属元素分析、及びベアリンググリスの鉄分含有量分析は有効であると考えられ、来年度（25年度）より、希望電気事業者の設備に関し、それらの試験・分析を行い、その結果を提供するとともに、結果に傾向を併せて公表することにより、風力発電促進の条件整備に努めたい。

損傷箇所		損傷形態	損傷状態と範囲	修理形態	修理仕様概要	No.	
ブレード		亀裂	長さ5m程度までの亀裂	現場修理	ロープアクセスまたは高所作業車(スカイボックス)による作業 ロープアクセス:1mまでの亀裂 高所作業車(スカイボックス):5mまでの亀裂	1	
			上記及び下記に該当しない亀裂	現場取外し修理	クレーンでブレード取り外し、FRP再塗布	2	
			ピーム(ブレードの背骨部分)に亀裂が認められる場合	現場ユニット新替	クレーンでブレード取り外し、新替	3	
		割損		長さ5m程度までの割れ	現場修理	ブレード表面研磨による割れ深度の特定、及びFRP再塗布 ロープアクセス:1mまでの割れ 高所作業車(スカイボックス):5mまでの割れ	4
				上記及び下記に該当しない割れ	現場取外し修理	ブレード表面研磨による割れ深度の特定、及びFRP再塗布	5
				ピームあるいはルート部(ブレードの根元)に割れが認められる場合	現場ユニット新替	クレーンでブレード取り外し、新替	6
		穴/凹損		φ10mm程度の穴損	現場修理	ロープアクセスによる作業でFRP再塗布	7
				上記を超える穴損で陥没した状態を含む損傷	現場修理	高所作業車(スカイボックス)を使用しFRP再塗布	8
				上記以外の甚大な損傷(但し、穴/凹損によるブレード新替は稀)	現場ユニット新替	クレーンでブレード取り外し、新替	9
		折損		折損全般	現場ユニット新替	クレーンでブレード取り外し、新替	10
		曲損		ピームが曲がっている為に起こりうる現象であるため、新替えのみ	現場ユニット新替	クレーンでブレード取り外し、新替	11
チップ油圧シリンダー		油漏れ	油漏れの原因が特定でき、且つユニット部以外の損傷	現場取外し修理	原因特定の上、現場で修理	12	
ハブ内ピッチ用油圧ユニット		油漏れ	油漏れの原因が特定でき、且つユニット部以外の損傷	現場取外し修理	原因特定の上、現場で修理	13	
ピッチ用油圧シリンダー			油圧ユニット部の損傷	現場ユニット新替	クレーンで交換部品を吊り上げ、ハブ内で新替	14	
		損傷	油圧ホースの損傷	現場取外し修理	油圧ホースの修理または交換(ハブ内での作業)	15	
			油圧弁の故障及び原因が特定できない損傷	現場パーツ新替	ナセル内ウインチで交換部品を吊り上げ、ハブ内で部品の新替	16	
ハブ内電気機器	(ユニット・コントローラ含む)	動作不良	動作不良	現場パーツ新替	ナセル内ウインチ又はハンドキャリアで交換部品を上げ、ハブ内で故障部位を新替	17	
ハブ内ピッチ用電動モータ		絶縁不良	機器側の絶縁劣化に伴う不良を除く、原因を特定できる絶縁不良	現場取外し修理	ハブ内で配線交換、消耗品交換等	18	
ピッチ角センサー		動作不良	動作不良	現場パーツ新替	ナセル内ウインチ又はハンドキャリアで交換部品を上げ、ハブ内で故障部位を新替	19	
		絶縁不良	機器側の絶縁劣化に伴う不良	現場パーツ新替	ナセル内ウインチ又はハンドキャリアで交換部品を吊り上げ、ハブ内で新替(再生品を使用する場合有り)	20	
メインベアリング		異音・温度上昇	ベアリング部以外の異音・温度上昇	工場持込み修理	工場での取り外し、原因特定及び修理	21	
			欠損(温度上昇が原因の蓄熱による欠損を含む)、及びベアリング部の損傷	現場ユニット新替	ベアリングを新替	22	
回転センサー	ロータ軸	接点不良	電気系統の不良、或いはセンサー本体の異常	現場取外し修理	電気系統の不良の場合は不良部位を特定の上、修理 センサー本体異常の場合は、センサー部を清掃	23	
		故障	接点不良以外の故障	現場パーツ新替	ナセル内にて新替	24	
増速機	高速軸ベアリング	損傷	目視にて認められる損傷	現場パーツ新替	ナセル内で新替	25	
	内部ギヤー	損傷・異常	現地修理が可能なもの(下記に至る損傷ではないが、初期症状が見られる場合)	現場パーツ新替	ナセル内で修理あるいは新替	26	
			ギヤーのかみこみ、磨耗、欠損	工場持込み修理	増速機をナセルから取り外し、クレーンにて地上へ下ろし、工場でギア交換	27	

損傷箇所		損傷形態	損傷状態と範囲	修理形態	修理仕様概要	No.
	固定ラバー	損傷	目視にて認められる損傷状態で、且つ振動吸収の役目を担わなくなった場合	現場パーツ新替	ナセル内で新替	28
	オイル冷却ポンプ・モーター 冷却用オイルホース	損傷・異常	損傷・異常全般	現場パーツ新替	ナセル内で修理あるいは新替	29
回転センサー	増速機	接点不良	電気系統の不良、或いはセンサー本体の異常	現場取外し修理	電気系統の不良の場合は不良部位を特定の上、修理 センサー本体異常の場合は、センサー部を清掃	30
		故障	接点不良以外の故障	現場パーツ新替	ナセル内にて新替	31
スリップリング		異常音・振動 ブラシ磨耗	ブラシの劣化、或いは接点不良	現場パーツ新替	ナセル内にて劣化したブラシの交換、或いは接点の研磨	32
		損傷	スリップリングの損傷またはスリップリングからハブ間の配線の損傷	現場パーツ新替	ナセル内ウインチ又はハンドキャリアで交換部品を上げ、ナセル内で新替	33
カップリング	ギアボックスサイト・発電機サイト	損傷	目視にて認められる損傷	現場ユニット新替	ナセル内で芯出しを行い、新替え、その後軸芯調整	34
ブレーキ用油圧モーター		油漏れ	油圧ユニット部の損傷	現場ユニット新替	ナセル内ウインチで油圧ユニットを吊り上げ、ナセル内で新替	35
		絶縁不良	絶縁不良全般	現場ユニット新替	ナセル内で新替	36
ブレーキ油圧ホース		油漏れ	油漏れ全般	現場パーツ新替	ナセル内で新替	37
ディスクブレーキ		損傷	目視にて認められる損傷	現場ユニット新替	故障部位を取り外しの上、ナセル内にて新替	38
フリクションブレーキ		損傷	目視にて認められる損傷	現場ユニット新替	故障部位を取り外しの上、ナセル内にて新替	39
ディスクブレーキパッド		磨耗	メーカー指定の厚み以下、あるいはメーカー指定の交換時期になった場合	現場パーツ新替	ナセル内で新替	40
発電機	本体	異常音・振動	ステーターとローターのこすれによる異常音または振動	現場ユニット新替	製造不良の可能性有り、通常起こらない損傷内容のため新替	41
		破損	ローター側またはステーター側の破損	工場持込み修理	発電機をナセルから下ろし工場にてコイルの巻直し後クレーンで吊上、取付	42
		破損	ステーター側並びにローター側の両方を破損	現場ユニット新替	発電機をナセルから下ろし、新品の発電機をクレーンで吊り上げ、取付	43
		絶縁不良	巻き線不良	工場持込み修理	工場にて巻き線のみを交換、但し対応可能な工場は限定される	44
			上記以外	現場ユニット新替	巻き線の交換あるいは巻きなおしを実施できない場合は、新替	45
		コイル焼付	設計不良あるいは経年劣化	現場ユニット新替	発電機新替	46
発電機スリップリング	(巻き線型誘導発電機のみ)	異常音・振動	ブラシの劣化、或いは接点不良	現場取外し修理	ナセル内にて劣化したブラシの交換、或いは接点の研磨	47
		ブラシ磨耗	ブラシの劣化、或いは接点不良	現場取外し修理	ナセル内にて劣化したブラシの交換	48
		破損	部品交換を行っても動作不良が直らない場合	現場パーツ新替	ナセル内ウインチ又はハンドキャリアで交換部品を吊り上げ、ハブ内で新替	49
発電機ベアリング	フロント・リヤースайд	異音・温度上昇	ベアリング部以外の異音・温度上昇	現場取外し修理	取り外し、原因特定及び修理	50
			欠損(温度上昇が原因の蓄熱による欠損を含む)、及びベアリング部の損傷	現場パーツ新替	取り外し、ベアリングを新替	51
回転センサー	発電機	接点不良	電気系統の不良、或いはセンサー本体の異常	現場取外し修理	電気系統の不良の場合は不良部位を特定の上、修理 センサー本体異常の場合は、センサー部を清掃	52
		故障	接点不良以外の故障	現場パーツ新替	ナセル内にて新替	53

損傷箇所		損傷形態	損傷状態と範囲	修理形態	修理仕様概要	No.
油圧ユニット	油圧モーター	油漏れ	油漏れ全般	現場パーツ新替	ナセル内で新替	54
		動作不良	動作不良全般	現場パーツ新替	ナセル内で新替	55
	電磁弁	動作不良	弁の破損	現場パーツ新替	ナセル内で新替	56
			電磁コイルの不良	現場パーツ新替	ナセル内で新替	57
	油圧ホース	破損		現場パーツ新替	ナセル内で新替	58
ラジエータ	ラジエーター本体	破損		現場パーツ新替	ナセル内で故障部位の特定、及び部品新替	59
	ファンモーター	故障		現場パーツ新替	ナセル内で故障部位の特定、及び部品新替	60
	循環ポンプ	故障		現場パーツ新替	ナセル内で故障部位の特定、及び部品新替	61
	ラジエーターホース	破損		現場パーツ新替	ナセル内で故障部位の特定、及び部品新替	62
YAW	YAWモーター	油漏れ	油圧ユニット部の損傷	現場パーツ新替	ナセル内ウインチで交換部品を吊り上げ、ナセル内で新替	63
		絶縁不良	絶縁不良全般	現場パーツ新替	ナセル内で新替	64
	YAWブレーキ	損傷	目視にて認められる損傷	現場パーツ新替	故障部位を取り外しの上、現地にて新替	65
	YAWギヤー	損傷・異常	現地修理が可能なもの(下記に至る損傷ではないが、初期症状が見られる場合)	現場パーツ新替	ナセル内で部品新替	66
			ギヤーのかみこみ、磨耗、欠損	現場ユニット新替	ナセル内ウインチにて吊り上げの上、新替	67
	YAWブレーキパッド	磨耗	メーカー指定の厚み以下、あるいはメーカー指定の交換時期になった場合	現場パーツ新替	ナセル内で新替	68
	YAWブレーキ油圧ホース	油漏れ	油漏れ全般	現場パーツ新替	ナセル内で新替	69
	YAWセンサー	接点不良	電気系統の不良、或いはセンサー本体の異常	現場取外し修理	電気系統の不良の場合は不良部位を特定の上、修理 センサー本体異常の場合は、センサー部を清掃	70
故障			接点不良以外の原因による故障	現場パーツ新替	ナセル内にて新替	71
パワーケーブル		破損	被覆線の劣化、短絡、破損	現場パーツ新替	ケーブル巻き取り機を使用し、現地にて新替	72
アレスタ		故障・焼付	故障・焼付全般(落雷による故障・焼付のケースが多い)	現場パーツ新替	現場にて新替	73
制御盤	コンタクタ	故障・焼付	故障・焼付全般(落雷による故障・焼付のケースが多い)	現場パーツ新替	現場にて新替	74
	ブレーカ	故障・焼付	故障・焼付全般(落雷による故障・焼付のケースが多い)	現場パーツ新替	現場にて新替	75
	力率改善コンデンサ	故障・焼付	故障・焼付全般(落雷による故障・焼付のケースが多い)	現場パーツ新替	現場にて新替	76
	サイリスタユニット	破損	破損全般	現場パーツ新替	現場にて新替	77
	メインコンバータユニット	故障・焼付	故障・焼付全般	現場パーツ新替	現場にて新替	78
	カレントトランス	動作不良	動作不良全般	現場パーツ新替	現場にて新替	79
	ファンモーター	故障	故障全般	現場パーツ新替	現場にて新替	80
	メインコントローラ	動作不良	故障部位を特定できる動作不良	現場取外し修理	現場にて故障部位を修理	81
故障部位・原因を特定できない場合			工場持込み修理	工場にて修理あるいは新替	82	

損傷箇所		損傷形態	損傷状態と範囲	修理形態	修理仕様概要	No.
	センサー類	動作不良	故障全般	現場パーツ新替	現地にて新替	83
	リレー	動作不良	故障全般	現場パーツ新替	現地にて新替	84
	ヒューズ	破損	破損全般	現場パーツ新替	現地にて新替	85
ナセル内変圧器		故障・焼付	故障・焼付全般	現場パーツ新替	ナセルから取り外し、クレーンにて地上へ下ろし、新替	86
風向・風速計		動作不良	動作不良全般	工場持込み修理	工場にて修理可能な場合は修理を実施	87
			同上	現場パーツ新替	修理不可能な場合は工場にて新替	88
ナセルカバー		穴損・破損	内部設備に影響を及ぼす(風雨の侵入等)損傷	現場修理	ナセル内または上でFRP、パテ、テーピング等を用い補修	89
タワー		錆・塗装剥離	部分補修で対応できる損傷	現場修理	高所作業車を用い、グラインダーかけをし、再塗装	90
			全面塗装を要する損傷	現場修理	足場を設置の上、グラインダーかけをし、再塗装	91

* 修理形態内容は以下の通りとした。

- 「現場修理」 損傷現場で、損傷部品を取外さずに修理を行うこと
- 「現場取外し修理」 損傷現場で、損傷部品を取外し修理を行うこと
- 「現場パーツ新替」 損傷現場で、損傷部品を新替えること
- 「現場ユニット新替」 損傷現場で、損傷部品を含むユニット全体を新替えること(ブレードの新替を含む)
- 「工場持込み修理」 損傷部品を取外し、工場へ持込み修理後、再取付けすること

No.	標準作業工数			付帯事項											備考		
				主材料・主要交換部品	主たる使用機器	高所作業要員			クレーン車	高所作業車	足場	塗装	往復運搬	清掃		廃棄	
	人数	日	延べ日数	(種類)	(種類)	人数	日数	延べ日数	日数	日数	日数						
1	4	4	16	FRP パテ 塗料 エポキシ樹脂	-	-	-	-	-	-	-	-	要	要	要	要	ロープアクセス
1	4	4	16	FRP パテ 塗料 エポキシ樹脂	-	-	-	-	-	5	-	-	要	要	要	要	高所作業車(30m~50m)またはスカイボックス
2	3	4	12	FRP パテ 塗料 エポキシ樹脂	-	-	8	2	16	2	-	-	要	要	要	要	
3	0	0	0	ブレード	-	-	8	2	16	2	-	-	不要	要	不要	要	ブレード交換作業は高所作業要員のみで対応
4	4	4	16	FRP パテ 塗料 エポキシ樹脂	-	-	-	-	-	-	-	-	要	要	要	要	ロープアクセス
4	4	4	16	FRP パテ 塗料 エポキシ樹脂	-	-	-	-	-	5	-	-	要	要	要	要	高所作業車(30m~50m)またはスカイボックス
5	3	4	12	FRP パテ 塗料 エポキシ樹脂	-	-	8	2	16	2	-	-	要	要	要	要	
6	0	0	0	ブレード	-	-	8	2	16	2	-	-	不要	要	不要	要	ブレード交換作業は高所作業要員のみで対応
7	4	4	16	FRP パテ 塗料 エポキシ樹脂	-	-	-	-	-	-	-	-	要	要	要	要	ロープアクセス
8	4	4	16	FRP パテ 塗料 エポキシ樹脂	-	-	-	-	-	5	-	-	要	要	要	要	高所作業車(30m~50m)あるいはスカイボックス
9	0	0	0	ブレード	-	-	8	2	16	2	-	-	不要	要	不要	要	ブレード交換作業は高所作業要員のみで対応
10	0	0	0	ブレード	-	-	8	2	16	2	-	-	不要	要	不要	要	ブレード交換作業は高所作業要員のみで対応
11	0	0	0	ブレード	-	-	8	2	16	2	-	-	不要	要	不要	要	ブレード交換作業は高所作業要員のみで対応
12	3	1	3	油圧シリンダー	-	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	

No.	標準作業工数			付帯事項											備考	
				主材料・主要交換部品	主たる使用機器	高所作業要員			クレーン車	高所作業車	足場	塗装	往復運搬	清掃		廃棄
	(種類)	(種類)	人数	日数	延べ日数	日数	日数	日数								
13	3	1	3	油圧シリンダー パッキン等	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
14	4	2	8	油圧ユニット	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	ナセル内クレーン使用
15	4	2	8	油圧ホース	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	ナセル内クレーン使用
16	3	2	6	油圧弁等	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	交換1日/機能確認1日
17	2	1	2	電動ユニット コントローラ等	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
18	2	1	2	電動モーター	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
19	2	1	2	ピッチ角センサー	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
20	2	1	2	ピッチ角センサー	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
21	3	6	18	ベアリング グリース	油圧レンチ	8	4	32	4	-	-	不要	要	要	不要	芯出し作業:2日 ナセルからの下ろし作業:2日 ナセルへの上げ作業:2日
22	3	6	18	ベアリング グリース	油圧レンチ	8	4	32	4	-	-	不要	要	要	不要	芯出し作業:2日 ナセルからの下ろし作業:2日 ナセルへの上げ作業:2日
23	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	不要	不要	要	不要	接点箇所清掃等が主
24	2	1	2	回転センサー	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
25	5	4	20	ベアリング グリース	電気ヒーター ガスバーナー	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	カップリング取外し→ベアリングの焼入れ→ベアリング取外し→交換
26	5	4	20	内部ギア	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	ギアに明らかなかみこみ、磨耗、欠損が見られない場合でもギアを交換し、損傷を防止する必要がある

No.	標準作業工数			付帯事項											備考	
				主材料・主要交換部品	主たる使用機器	高所作業要員			クレーン車	高所作業車	足場	塗装	往復運搬	清掃		廃棄
	人数	日	延べ日数	(種類)	(種類)	人数	日数	延べ日数	日数	日数	日数					
27	3	6	18	-	-	5	2	10	2	-	-	不要	要	要	不要	芯出し作業:2日 ナセルからの下ろし作業:2日 ナセルへの上げ作業:2日
28	5	3	15	固定ラバー	油圧ジャッキ	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	油圧ウィンチで増速機を持ち上げ、固定ラバー交換
29	2	1	2	ポンプ、モーター、ホース	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
30	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	不要	不要	要	不要	接点箇所清掃等が主
31	2	1	2	回転センサー	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	接点箇所清掃等が主
32	2	1	2	ブラシ	-	-	-	-	-	-	-	不要	不要	要	要	
33	2	2	4	スリップリング 配線	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
34	4	4	16	カップリング ライナー	油圧ジャッキ	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	取外し:1日 / 取付け:1日 / 芯出し・軸心調整:2日
35	2	1	2	ブレーキ用油圧モーター	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
36	2	1	2	ブレーキ用油圧モーター	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
37	2	1	2	ブレーキ用油圧ホース	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
38	2	1	2	ディスクブレーキ	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
39	3	2	6	フリクションブレーキ	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	ディスクブレーキに比べ重量が大きく、交換に人数並びに時間がかかる
40	2	1	2	ディスクブレーキパッド	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	

No.	標準作業工数			付帯事項											備考	
				主材料・主要交換部品	主たる使用機器	高所作業要員			クレーン車	高所作業車	足場	塗装	往復運搬	清掃		廃棄
	人数	日	延べ日数	(種類)	(種類)	人数	日数	延べ日数	日数	日数	日数					
41	3	6	18	-	-	5	2	10	2	-	-	不要	要	要	不要	芯出し作業:2日 ナセルからの下ろし作業:2日 ナセルへの上げ作業:2日
42	3	6	18	-	-	5	2	10	2	-	-	不要	要	要	不要	芯出し作業:2日 ナセルからの下ろし作業:2日 ナセルへの上げ作業:2日
43	3	6	18	-	-	5	2	10	2	-	-	不要	要	要	不要	芯出し作業:2日 ナセルからの下ろし作業:2日 ナセルへの上げ作業:2日
44	3	6	18	-	-	5	2	10	2	-	-	不要	要	要	不要	芯出し作業:2日 ナセルからの下ろし作業:2日 ナセルへの上げ作業:2日
45	3	6	18	-	-	5	2	10	2	-	-	不要	要	要	不要	芯出し作業:2日 ナセルからの下ろし作業:2日 ナセルへの上げ作業:2日
46	3	6	18	-	-	5	2	10	2	-	-	不要	要	要	不要	芯出し作業:2日 ナセルからの下ろし作業:2日 ナセルへの上げ作業:2日
47	3	6	18	ブラシ	-	5	2	10	2	-	-	不要	要	要	不要	芯出し作業:2日 ナセルからの下ろし作業:2日 ナセルへの上げ作業:2日
48	2	1	2	ブラシ	-	-	-	-	-	-	-	不要	不要	要	要	
49	2	2	4	スリップリング 配線	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
50	5	4	20	ベアリング グリース	電気ヒーター ガスバーナー	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	カップリング取外し→ベアリングの焼入れ→ベアリング取外し→交換
51	5	4	20	ベアリング グリース	電気ヒーター ガスバーナー	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	カップリング取外し→ベアリングの焼入れ→ベアリング取外し→交換
52	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	不要	不要	要	不要	接点箇所清掃等が主
53	2	1	2	回転センサー	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
54	2	1	2	油圧モーター	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	

No.	標準作業工数			付帯事項											備考	
				主材料・主要交換部品	主たる使用機器	高所作業要員			クレーン車	高所作業車	足場	塗装	往復運搬	清掃		廃棄
	人数	日	延べ日数	(種類)	(種類)	人数	日数	延べ日数	日数	日数	日数					
55	2	1	2	油圧モーター	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
56	2	1	2	電磁弁	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
57	2	1	2	電磁弁	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
58	2	1	2	油圧ホース	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
59	3	3	9	ラジエーター本体 補充用クーラント	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
60	2	1	2	ファンモーター	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
61	2	1	2	循環ポンプ	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
62	2	1	2	ラジエーターホース	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
63	2	1	2	YAWモーター	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
64	2	1	2	YAWモーター	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
65	3	2	6	YAWブレーキ	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	交換数量がその他ブレーキ類と比較多い
66	3	2	6	YAWギア	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	ギアに明らかなかみこみ、磨耗、欠損が見られない場合でもギアを交換し、損傷を防止する必要がある
67	3	2	6	YAWギア	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	不要	ナセルからの下ろし作業:1日 工場にてギア交換後、ナセルへの上げ作業:1日
68	2	1	2	YAWブレーキパッド	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	

No.	標準作業工数			付帯事項											備考	
				主材料・主要交換部品	主たる使用機器	高所作業要員			クレーン車	高所作業車	足場	塗装	往復運搬	清掃		廃棄
	人数	日	延べ日数	(種類)	(種類)	人数	日数	延べ日数	日数	日数	日数					
69	2	1	2	油圧ホース	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
70	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	不要	不要	要	不要	接点箇所の清掃等が主
71	2	1	2	回転センサー	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
72	8	3	24	ケーブル端子	ケーブル巻取り機	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
73	1	1	1	アレスタ	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
74	2	1	2	コンタクタ	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
75	2	1	2	ブレーカ	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
76	2	1	2	力率改善コンデンサ	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
77	2	1	2	サイリスタユニット	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
78	2	1	2	メインコンバータユニット	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
79	2	1	2	カレントランス	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
80	2	1	2	ファンモーター	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
81	2	1	2	メインコントローラ	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
82	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	メインコントローラーを取り外しの上、工場持ち込み

No.	標準作業工数			付帯事項											備考	
				主材料・主要交換部品	主たる使用機器	高所作業要員			クレーン車	高所作業車	足場	塗装	往復運搬	清掃		廃棄
	(種類)	(種類)	人数	日数	延べ日数	日数	日数	日数								
83	2	1	2	センサー類	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
84	2	1	2	リレー	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
85	1	1	1	ヒューズ	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
86	4	2	8	変圧器	-	-	-	2	-	-	-	不要	要	要	要	高所作業要員を要さない
87	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
88	2	1	2	風向・風速計	-	-	-	-	-	-	-	不要	要	要	要	
89	3	2	6	FRP パテ テーピング	-	-	-	-	-	-	-	要	要	要	要	
90	3	3	9	さび止め塗料 下塗り塗料 上塗り塗料	グラインダー	-	-	-	-	3	-	要	要	要	要	但し、1m ² 当たりの塗装を目安とする
91	5	20	100	さび止め塗料 下塗り塗料 上塗り塗料	グラインダー 塗装用コンプレッサー	-	-	-	4	-	20	要	要	要	要	但し、合計の人数、日数とする

注) 付表については下記を条件とした。

* 事前調査、準備及び待機時間等は除外した。

* 機器・作業車等の日数は実際に使用する期間のみとし待機等の日数は除外した。

* 監督者(メーカー技術者・修理技術者等)、地上作業要員(安全確保及び工具、交換部品運搬手配等)の要員人数は除外した。

* 標準作業工数には、高所作業要員数を含まない。