

風力発電稼働率向上に関する調査研究

<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 29 年 3 月 31 日

一般社団法人 日本海事検定協会

(検査第一サービスセンター)

目次

1. はじめに	2
2. 調査研究の内容	2
3. 調査研究の方法(計測/分析方法)	3
4. 調査対象機明細	5
5. 調査研究の結果と考察	7
5-1. シャフトアライメントテスト	7
5-2. 潤滑油汚染度測定及び含有金属分析	7
5-3. グリース・ギアオイル混合安定性試験	20
6. 考察	21

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、風力発電は太陽光発電に比べて成長率が低く、逆に、既存設備の老朽化や故障、破損事故等で稼働率の低下が懸念されている。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、電気事業者は其间安定した発電を行うことができないことや、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、風力発電普及に於ける障壁の一つとなっている主にシャフト、増速機、及びベアリングの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. 調査研究の内容

28年度の調査は、前年度の公募で調査対象とさせて頂いた各風力発電設備の経年変化をモニタリングする目的で、シャフト、増速機 及びベアリングに関する以下の項目についての再試験及び再分析を行い、その結果を応募者にフィードバックするとともに、メンテナンス及び風力発電諸資材の経年劣化における問題点を抽出し検討することとした。

① 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。

② 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。

③ 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。

④ グリースやギアオイルについての混合安定性試験

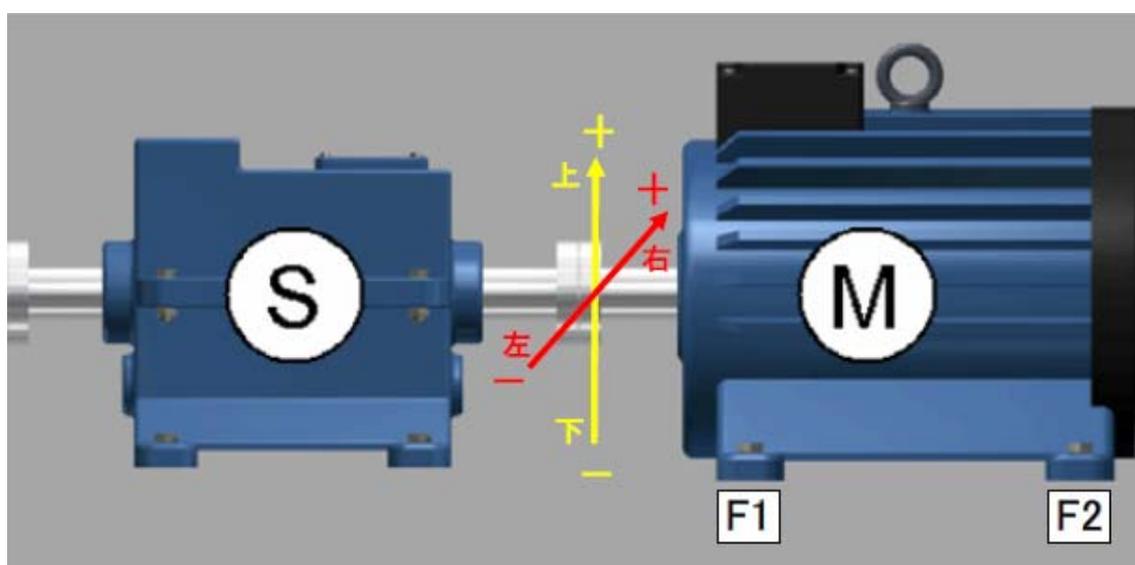
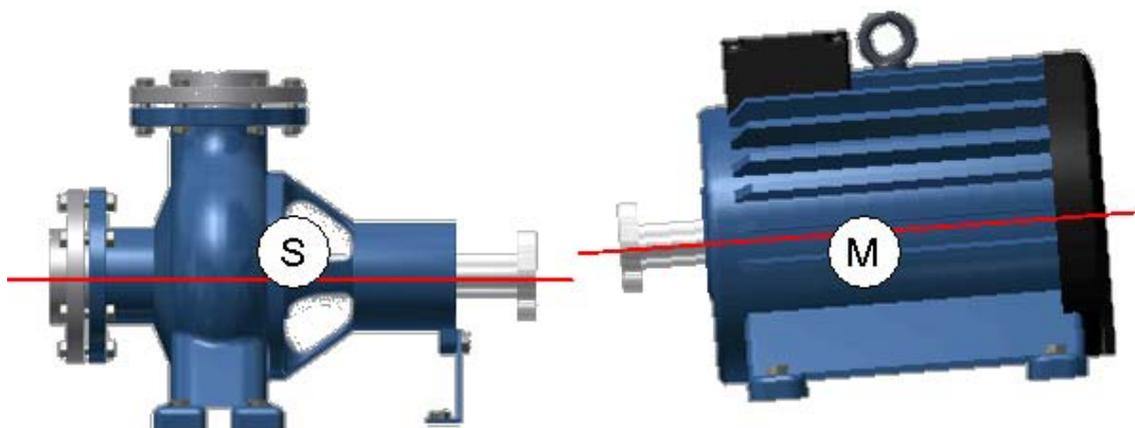
銘柄・基材等が異なる物を混合させた場合の安定性について滴点や混和ちょう度について試験・調査を実施した。

3. 調査研究の方法(計測/分析方法)

3-1. シャフトアライメントテスト

「EASY LASER E710」を計測器として用い、水平・垂直方向のずれをそれぞれ計測し、以下詳細を結果として提供することとした。

「オフセット」	カップリング面における軸芯位置のずれ量
「角度ずれ」	$\tan\theta = X/100\text{mm}$ で表示される値
「F1(前脚)」	軸ずれ = 0 とした場合の、前脚の現状位置
「F2(後脚)」	軸ずれ = 0 とした場合の、後脚の現状位置



3-2. 潤滑油汚染度測定及び含有金属分析

ドレンコック等より増速機内低層部の潤滑油をサンプリングし、オイル性状として酸化度、塩基価、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)を測定した。加えて含有粒子形状分析及び潤滑油に含まれる金属元素についても分析した。

測定/分析項目と実施方法/機器については下表の通り。

分析項目	項目	実施方法/機器
一般性状	酸価 [mgKOH/g]	電位差滴定
	塩基価 [mgKOH/g]	電位差滴定
	動粘度 40℃ [mm ² /s]	動粘度装置
	動粘度 100℃ [mm ² /s]	動粘度装置
	水分 [ppm]	カールフィッシャー電量滴定

分析項目	項目	実施方法/機器
金属分析	鉄(Fe)[ppm]	ICP(誘導結合プラズマ発光分析装置)
	クロム(Cr)[ppm]	
	銅(Cu)[ppm]	
	アルミニウム(Al) [ppm]	

分析項目	項目	実施方法/機器
汚染度 (ISO コード) 個/ml	> 4μm	SpectroLNF Q200 レーザーネットファイン
	> 6μm	
	> 14μm	
粒子形状情報*		SpectroLNF Q200 レーザーネットファイン

分析項目	項目	実施方法/機器
汚染度 (NAS 等級) 個/100ml	5-15 μm	SpectroLNF Q200 レーザーネットファイン
	15-25 μm	
	25-50 μm	
	50-100 μm	
	>100 μm	

* 粒子形状情報は、以下の粒子種類により分類され、その概要は下表の通りである。

<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-ル状, 線状
Severe Sliding Ware	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	-	-

3-3. グリースやギアオイルについての混合安定性試験

グリースについては、銘柄・基材等が異なる物を混合させた場合の安定性について、ASTM D6185 "Standard Practice for Evaluating Compatibility of Binary Mixtures of Lubricating Greases"に基づき、混合前後の滴点や混和ちょう度について試験を実施した。

又、ギアオイルについては、銘柄・基材等が異なる物を混合させた場合の安定性についてはギヤオイルを対象とした試験規格は存在しないが、タービン油の混合安定性に関する規格：ASTM D7155 "Standard Practice for Evaluating Compatibility of Mixtures of Turbine Lubricating Oils"を参考に、高温および低温時の混合安定性について試験を実施した。

4. 調査対象機明細

<識別符号 N_TO_600_1>

設置場所： 北海道
 メーカー： IHI-NORDEX
 定格出力： 600 kW
 稼動開始年月： 1998年12月
 総発電量： ー
 総稼動時間： 41,658.2時間
 実施日： 平成28年10月13日(増速機潤滑油採取)

<識別符号 N_TO_600_2>

設置場所: 北海道
メーカー: IHI-NORDEX
定格出力: 600 kW
稼動開始年月: 1999年11月
総発電量: —
総稼動時間: 81,276時間
実施日: 平成28年10月13日(増速機潤滑油採取)

<識別符号 B_TO_1000_0>

設置場所: 北海道
メーカー: BONUS
定格出力: 1,000 kW
稼動開始年月: 2000年12月
総発電量: —
総稼動時間: 138,384時間
実施日: 平成28年10月3日及び31日
(シャフトアライメントテスト及び増速機潤滑油採取)

<識別符号 V_IT_225_0>

設置場所: 新潟県
メーカー: VESTAS
定格出力: 225 kW
稼動開始年月: 1999年10月
総発電量: —
総稼動時間: 25,401時間
実施日: 平成28年8月25日
(シャフトアライメントテスト及び増速機潤滑油採取)

<識別符号 M_HI_600_1>

設置場所: 静岡県
メーカー: 三菱重工業
定格出力: 600 kW
稼動開始年月: 2003年12月
総発電量: —
総稼動時間: —
実施日: 平成28年5月19日及び11月12日
(シャフトアライメントテスト及び増速機潤滑油採取)

<識別符号 M_HI_600_2>

設置場所: 静岡県
 メーカー: 三菱重工業
 定格出力: 600 kW
 稼動開始年月: 2003年12月
 総発電量: —
 総稼動時間: —
 実施日: 平成28年5月19日及び11月12日
 (シャフトアライメントテスト及び増速機潤滑油採取)

<識別符号 M_HI_600_3>

設置場所: 静岡県
 メーカー: 三菱重工業
 定格出力: 600 kW
 稼動開始年月: 2003年12月
 総発電量: 12,341,942 kW
 総稼動時間: 55,625 時間
 実施日: 平成28年5月17日
 (増速機潤滑油採取)

5. 調査研究の結果と考察

5-1. シャフトアライメントテスト

識別符号	オフセット		角度ズレ		F1(前脚)		F2(後脚)	
	垂直 (mm)	水平 (mm)	垂直 (mm/100mm)	水平 (mm/100mm)	垂直 (mm)	水平 (mm)	垂直 (mm)	水平 (mm)
B_TO_1000_0	-1.93 (-1.67)	0.96 (1.26)	0.10 (0.06)	0.11 (0.08)	-2.69 (-1.39)	1.81 (1.62)	-3.56 (-0.80)	2.78 (2.36)
V_IT_225_0	3.07 (0.33)	-3.49 (-0.34)	-0.46 (-0.76)	-0.02 (0.14)	0.27 (-4.30)	-3.65 (0.53)	-3.42 (-10.37)	-3.85 (1.67)
M_HI_600_1	2.77 (0.01)	1.42 (-0.03)	1.18 (0.07)	0.56 (0.17)	11.35 (0.46)	5.46 (0.99)	21.05 (1.05)	10.26 (2.33)
M_HI_600_2	0.54 (-0.01)	-1.77 (-0.03)	0.45 (0.14)	-0.12 (0.25)	3.76 (0.98)	-2.61 (1.72)	7.60 (2.12)	-3.62 (3.75)

* ()の数値は前年度測定値

【考察】

同一発電サイトに設置されている同一モデル「M_HI_600_1」及び「M_HI_600_2」2基の前年度数値との比較を行って見たところ、約1年の経過で数値に変化が認められた。但し、各オフセット量、角度ズレは直ちに不具合を生じる迄には至っていない。

過去数年のシャフトアライメントを振り返り、年1回程度の計測では軸ズレを監視するのは難しく、また、仮に大きく軸ズレが生じたとしても、その後のメンテナンスで適宜修正される事を鑑みると、現行の手法は余り効果的とは言えないとの結論に至り、次年度以降、本事業は凍結する事とした。

5-2. 潤滑油汚染度測定及び含有金属分析

<識別符号 N_TO_600_1>

項目	結果	監視レベル (IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
酸価 (mgKOH/g)	0.95 (0.90)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.28 (0.31)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	325.6 (326.0)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	35.69 (35.37)	—	—	—
水分 (ppm)	76 (91)	300 未満	300~600	600 以上

* ()の数値は前年度測定値

項目	結果 (ppm)	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
鉄 (Fe)	50 (30)	50 未満	50~150	150 以上
クロム (Cr)	1 未満 (1 未満)	—	—	—
銅 (Cu)	1 (1)	20 未満	20~50	50 以上
アルミニウム (Al)	1 未満 (1 未満)	20 未満	20~50	50 以上

* ()の数値は前年度測定値

(ISO コード: ISO 4406)

サイズ	結果		監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
	個/mL	コード	許容限度	注意レベル	危険レベル
≥4μm	76,092.8 (90,838.8)	23 (24)	—	—	—
≥6μm	16,464.9 (25,400.2)	21 (22)	16	17	18
≥14μm	71.8 (430.9)	13 (16)	13	14	15

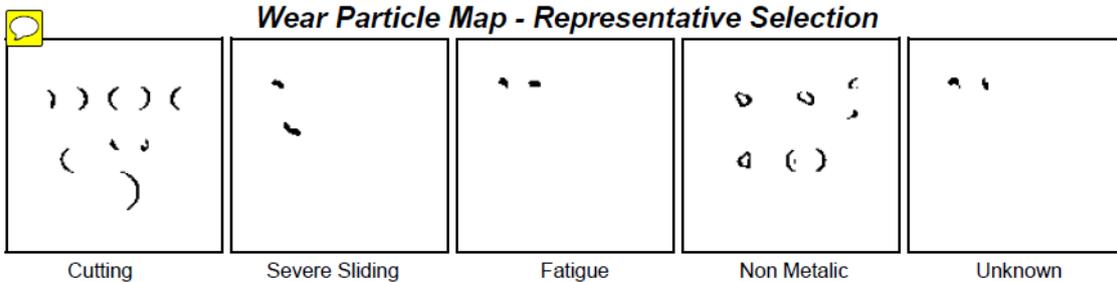
* ()の数値は前年度測定値

(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	2,496.932 (2,496.932)	12 (12)
15-25 μm	37,166 (37,166)	7 (10)
25-50 μm	5,566 (5,566)	8 (10)
50-100 μm	359 (359)	8 (8)
>100 μm	- (-)	00 (00)
総合		12 (12)

* ()の数値は前年度測定値

(粒子分布)



【考察】

潤滑油は定期的に交換されているが、前年度より更に汚染度総合評価が高くなっていた(危険レベルに該当する項目も有る)。引続き、来年度以降の結果と比較し傾向分析等を行なっていくこととした。

<識別符号 N_TO_600_2>

項目	結果	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
酸価 (mgKOH/g)	0.97 (0.83)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.34 (0.37)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	333.6 (331.6)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	37.48 (37.25)	—	—	—
水分 (ppm)	47 (55)	300 未満	300~600	600 以上

* ()の数値は前年度測定値

項目	結果 (ppm)	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
鉄 (Fe)	11 (11)	50 未満	50~150	150 以上
クロム (Cr)	1 未満 (1 未満)	—	—	—
銅 (Cu)	1 未満 (1 未満)	20 未満	20~50	50 以上
アルミニウム (Al)	1 未満 (1 未満)	20 未満	20~50	50 以上

* ()の数値は前年度測定値

(ISO コード: ISO 4406)

サイズ	結果		監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
	個/mL	コード	許容限度	注意レベル	危険レベル
≥4μm	1,214.9 (3,595.5)	17 (19)	—	—	—
≥6μm	447.8 (1,283.4)	16 (17)	16	17	18
≥14μm	33.3 (89.8)	12 (14)	13	14	15

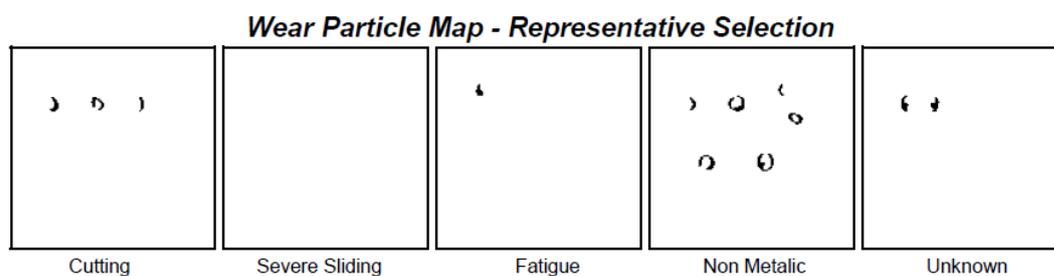
* ()の数値は前年度測定値

(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	41,447 (119,361)	9 (9)
15-25 μm	2,694 (7,541)	8 (8)
25-50 μm	634 (1,436)	8 (8)
50-100 μm	- (-)	00 (00)
>100 μm	- (-)	00 (00)
総合		8 (7)

* ()の数値は前年度測定値

(粒子分布)



【考察】

潤滑油は定期的に交換されており、分析結果については前年度と殆ど変化は無い、汚染度総合評価については寧ろ低下している傾向にある。

引続き、来年度以降の結果と比較し傾向分析等を行なっていくこととした。

<識別符号 B_TO_1000_0>

項目	結果	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
酸価 (mgKOH/g)	0.99 (0.92)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.49 (0.54)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	321.1 (320.5)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	33.78 (33.19)	—	—	—
水分 (ppm)	23 (68)	300 未満	300~600	600 以上

* ()の数値は前年度測定値

項目	結果 (ppm)	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
鉄 (Fe)	15 (23)	50 未満	50~150	150 以上
クロム (Cr)	1 未満 (1 未満)	—	—	—
銅 (Cu)	5 (2)	20 未満	20~50	50 以上
アルミニウム (Al)	1 未満 (1)	20 未満	20~50	50 以上

* ()の数値は前年度測定値

(ISO コード: ISO 4406)

サイズ	結果		監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
	個/mL	コード	許容限度	注意レベル	危険レベル
≥4μm	340.0 (2,451.1)	16 (18)	—	—	—
≥6μm	131.7 (777.9)	14 (17)	16	17	18
≥14μm	6.9 (62.8)	10 (13)	13	14	15

* ()の数値は前年度測定値

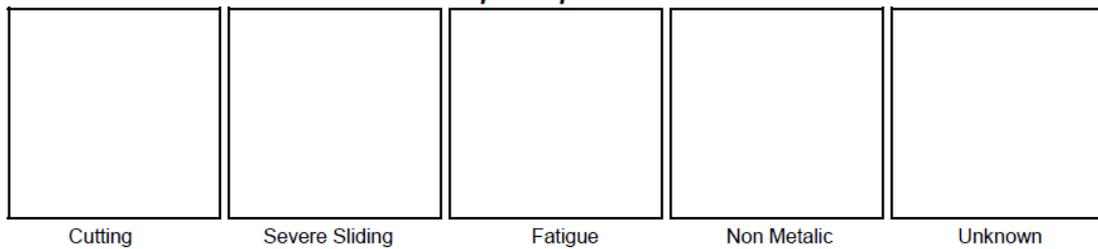
(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	12,484 (71,503)	6 (9)
15-25 μm	344 (5,027)	3 (7)
25-50 μm	344 (1,257)	6 (8)
50-100 μm	- (-)	00 (00)
>100 μm	- (-)	00 (00)
総合		6 (6)

* ()の数値は前年度測定値

(粒子分布)

Wear Particle Map - Representative Selection



【考察】

潤滑油は定期的に交換されており、分析結果については前年度と殆ど変化は無い、汚染度総合評価については寧ろ低下している傾向にある。

引続き、来年度以降の結果と比較し傾向分析等を行なっていくこととした。

<識別符号 V_IT_225_0>

項目	結果	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
酸価 (mgKOH/g)	1.11 (1.26)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.44 (0.46)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	328.7 (325.8)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	37.26 (36.94)	—	—	—
水分 (ppm)	96 (99)	300 未満	300~600	600 以上

* ()の数値は前年度測定値

項目	結果 (ppm)	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
鉄 (Fe)	5 (5)	50 未満	50~150	150 以上
クロム (Cr)	1 未満 (1 未満)	—	—	—
銅 (Cu)	1 未満 (1)	20 未満	20~50	50 以上
アルミニウム (Al)	1 未満 (1 未満)	20 未満	20~50	50 以上

* ()の数値は前年度測定値

(ISO コード: ISO 4406)

サイズ	結果		監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
	個/mL	コード	許容限度	注意レベル	危険レベル
≥4μm	1,786.5 (2,942.9)	18 (19)	—	—	—
≥6μm	676.5 (1,116.6)	17 (17)	16	17	18
≥14μm	152.3 (59.1)	14 (13)	13	14	15

* ()の数値は前年度測定値

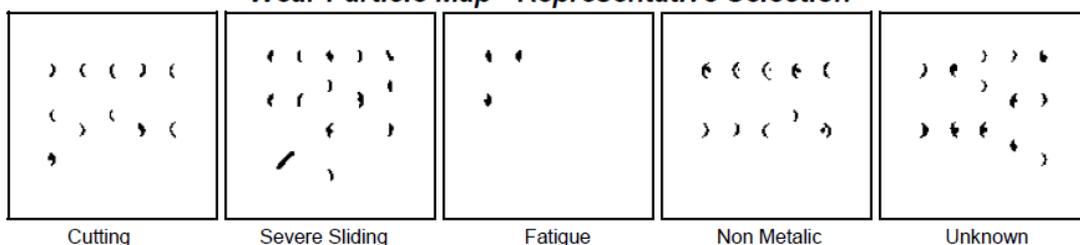
(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	52,424 (105,750)	8 (9)
15-25 μm	12,613 (5,537)	9 (7)
25-50 μm	2,000 (369)	8 (6)
50-100 μm	615 (-)	9 (00)
>100 μm	- (-)	00 (00)
総合		9 (9)

* ()の数値は前年度測定値

(粒子分布)

Wear Particle Map - Representative Selection



【考察】

前年度の潤滑油交換より2年が経過し、汚染度監視レベルが上がっている。引続き、来年度以降の結果と比較し傾向分析等を行なっていくこととした。

<識別符号 M_HI_600_1>

項目	結果	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
酸価 (mgKOH/g)	0.68 (0.64)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.32 (0.29)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	316.7 (315.6)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	24.37 (24.33)	—	—	—
水分 (ppm)	37 (109)	300 未満	300~600	600 以上

* ()の数値は前年度測定値

項目	結果 (ppm)	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
鉄 (Fe)	45 (41)	50 未満	50~150	150 以上
クロム (Cr)	1 未満 (1 未満)	—	—	—
銅 (Cu)	2 (1)	20 未満	20~50	50 以上
アルミニウム (Al)	1 未満 (1 未満)	20 未満	20~50	50 以上

* ()の数値は前年度測定値

(ISO コード: ISO 4406)

サイズ	結果		監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
	個/mL	コード	許容限度	注意レベル	危険レベル
≥4μm	2,626.6 (1,273.6)	19 (19)	—	—	—
≥6μm	649.2 (180.3)	17 (17)	16	17	18
≥14μm	25.1 (32.0)	12 (14)	13	14	15

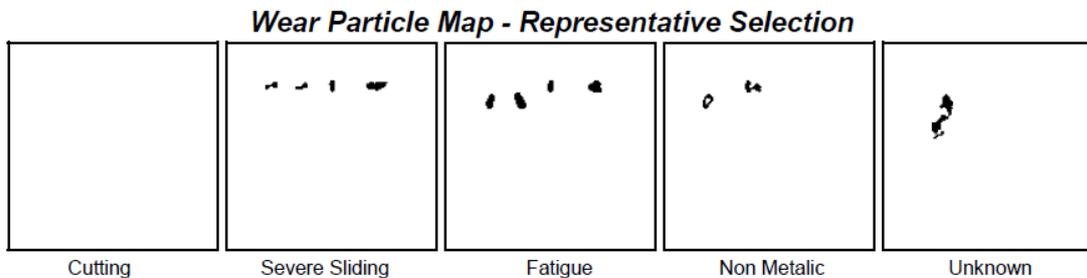
* ()の数値は前年度測定値

(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	62,403 (14,831)	8 (9)
15-25 μm	1,795 (2,270)	6 (8)
25-50 μm	718 (668)	7 (8)
50-100 μm	- (267)	00 (10)
>100 μm	- (-)	00 (00)
総合		8 (10)

* ()の数値は前年度測定値

(粒子分布)



【考察】

前年度に比べて一般性状に余り変化は見られないが、金属分析の鉄分濃度が更に高くなっており、汚染度に至っては高い数値(注意レベル)を示している。来年度以降も比較/傾向分析等を行なって、更なる調査を進めたいと考える。

<識別符号 M_HI_600_2>

項目	結果	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
酸価 (mgKOH/g)	0.72 (0.72)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.35 (0.35)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	308.7 (308.7)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	23.62 (23.62)	—	—	—
水分 (ppm)	100 (100)	300 未満	300~600	600 以上

* ()の数値は前年度測定値

項目	結果 (ppm)	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
鉄 (Fe)	30 (30)	50 未満	50~150	150 以上
クロム (Cr)	1 未満 (1 未満)	—	—	—
銅 (Cu)	1 未満 (1 未満)	20 未満	20~50	50 以上
アルミニウム (Al)	1 未満 (1 未満)	20 未満	20~50	50 以上

* ()の数値は前年度測定値

(ISO コード: ISO 4406)

サイズ	結果		監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
	個/mL	コード	許容限度	注意レベル	危険レベル
≥4μm	349.3 (640.9)	16 (17)	—	—	—
≥6μm	85.4 (175.0)	14 (15)	16	17	18
≥14μm	12.3 (15.6)	11 (11)	13	14	15

* ()の数値は前年度測定値

(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	7,302 (15,940)	5 (8)
15-25 μm	823 (1,204)	5 (7)
25-50 μm	412 (361)	6 (6)
50-100 μm	- (-)	00 (00)
>100 μm	- (-)	00 (00)
総合		6 (8)

* ()の数値は前年度測定値

(粒子分布)

Wear Particle Map - Representative Selection

Cutting	Severe Sliding	Fatigue	Non Metallic	Unknown

【考察】

前年度に比べて一般性状に余り変化は見られず、汚染度に至っては昨年度より低い数値を示している。潤滑油の交換時期が結果に影響しているの可能性が考えられる。引続き、来年度以降も比較/傾向分析等を行なって、更なる調査を進めたいと考える。

<識別符号 M_HI_600_3>

項目	結果	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
酸価 (mgKOH/g)	0.70 (0.72)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.39 (0.26)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	313.4 (317.9)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	24.14 (24.48)	—	—	—
水分 (ppm)	97 (74)	300 未満	300~600	600 以上

* ()の数値は前年度測定値

項目	結果 (ppm)	監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
		許容限度	注意レベル	危険レベル
鉄 (Fe)	29 (31)	50 未満	50~150	150 以上
クロム (Cr)	1 未満 (1 未満)	—	—	—
銅 (Cu)	1 (1 未満)	20 未満	20~50	50 以上
アルミニウム (Al)	1 未満 (1 未満)	20 未満	20~50	50 以上

* ()の数値は前年度測定値

(ISO コード: ISO 4406)

サイズ	結果		監視レベル (IEC IEC 61400-4:2012)		
	個/mL	コード	許容限度	注意レベル	危険レベル
≥4μm	13,859.4 (402.5)	21 (16)	—	—	—
≥6μm	4,732.7 (265.6)	19 (15)	16	17	18
≥14μm	427.5 (61.1)	16 (13)	13	14	15

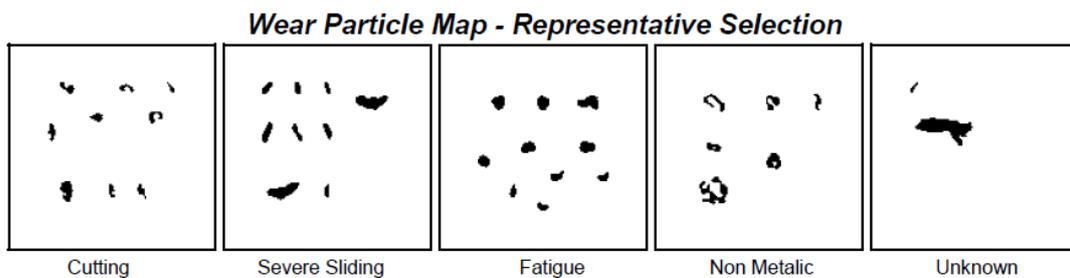
* ()の数値は前年度測定値

(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	430,525 (20,453)	11 (7)
15-25 μm	30,893 (5,029)	10 (7)
25-50 μm	9,519 (1,078)	11 (8)
50-100 μm	2,335 (-)	11 (00)
>100 μm	- (-)	00 (00)
総合		11 (9)

* ()の数値は前年度測定値

(粒子分布)



【考察】

前年度に比べて一般性状に余り変化は見られないが、金属分析の鉄分濃度が急上昇し危険レベルにまで数値が高くなっている。来年度以降も比較/傾向分析等を行なって、更なる調査を進めたいと考える。

5-3. グリースやギアオイルについての混合安定性試験

表1. グリース基材の性状

番号	名称	増ちょう剤	基材	滴点 ℃	混和 安定度	混和ちよう度		
						加熱 前	加熱 後	差
1	Shell Alvania EP	Li	鋳物油	182	301	272	269	3
2	AeroShell Grease 14	Ca	鋳物油	140	350	324	316	8
3	Mobilith SHC 220	Li complex	合成油	231	288	279	279	0
4	Gleitmo 585K	Li	合成油	186	311	306	316	-10
5	Urethyn XHD 2	ウレア	合成油	233	310	275	292	-17

表2. 混合安定性試験: 滴点

組合せ	比率	滴点	最少	最大
1-4	50/50	173	182	186
1-5	50/50	231	182	233
1-2	50/50	165	140	182
3-4	50/50	189	186	231

表3. 混合安定性試験: 混和ちょう度(加熱前と加熱後の差)

組合せ	比率	加熱前	加熱後	差	最少	最大
1-5	50/50	297	273	24	-17	3
1-2	50/50	311	324	-13	3	8
3-4	50/50	264	301	-37	0	10

すべての組み合わせで、試験を問題を生じ無く、通過したものはなかった。
今後の課題としては配合の比率・割合を変えたり組合せを変える等の対応が必要であろう。

表4. ギヤオイルの基材性状

番号	名称	基材	動粘度@40℃ mm ² /s
1	MobilGear SHC XMP 320	合成油	344.7
2	Shell Omala S4 WE 320	PAG	324.4
3	MobilGear 632 XP	鉱物油	306.2
4	GearMaster Syn 320	PAO	331.2
5	Chevron Meropa Synthetic WM320	PAO	329.3
6	Titan Ventol-320SH	合成油	336.2

高温保管実験結果

組合せ	比率	高温保管
1-2	50/50	混合せず
2-3	50/50	混合せず
2-4	50/50	混合せず
3-4	50/50	均一に混合
5-6	50/50	均一に混合
1-6	50/50	均一に混合

上記結果より PAG であるサンプル 2 については他油種の油と混合せず、はっきりと分層する事が判る。

6. 考察

風力発電設備のメカニカルな部位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は有効であるが、異常値が検出されているのか正常範囲なのかを判断するに於いては継続的なモニタリングと数多くの施検データの収集／解析が必要である。しかしながら、シャフトアライメントテストに関しては、毎年の実績や実施内容を見直した結果、現運用方法に対する問題が明らかとなったことから、次年度の公募事業から除外し、当面の間、凍結する事とする。

グリースやギアオイルについての混合安定性試験に付いては、幅広い情報の提供の為に、今後も使用頻度の多い他銘柄との混合や比率を変えた実験などを継続的に実施していく。

来年度以降も、前年度よりご協力頂いている電気事業者の設備を継続的に試験・分析を行っていき、その結果をフィードバックするとともに、経年変化に関する解析を加えて当会から発信することにより、我が国の風力発電促進の条件整備に努めたいと思う。