

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 28 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. メインベアリング・グリスの鉄分含有量分析	17
6. 考察	18

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、電気事業者はその間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

27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 メインベアリング・グリスの鉄分含有量分析

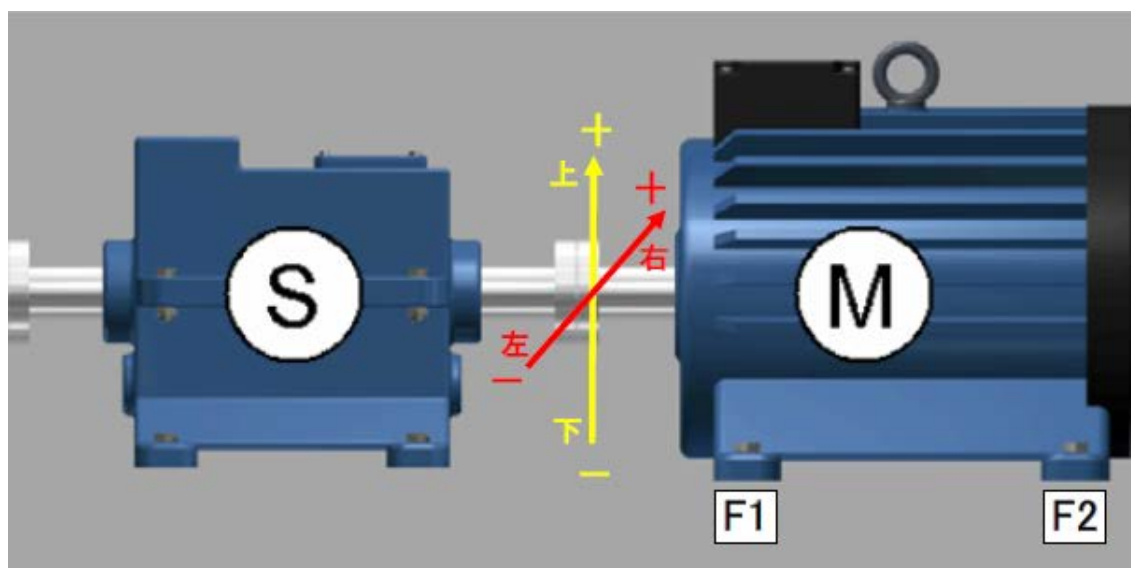
グリス内に含まれる金属成分量を分析特定することで、ベアリングの磨耗状態が推測できることから、金属成分含有量分析を行う。

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

ヴァンパイアポンプを用い、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	> 4 μ m	SpectroLNF Q200 レーザーネットファイン
	> 6 μ m	
	> 14 μ m	
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 μ m	SpectroLNF Q200 レーザーネットファイン
	15-25 μ m	
	25-50 μ m	
	50-100 μ m	
	>100 μ m	

* 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. メインベアリング・グリスの鉄分含有量分析

希望する事業者から提供されたメインベアリング・グリス試料を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った。

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: 2,692,338,654 kW
総稼動時間: —
実施日: 平成 27 年 10 月 23 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: 7,672,474 kW
総稼動時間: —
実施日: 平成 27 年 10 月 23 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: 22,131,886 kW
総稼動時間: 2,183 時間
実施日: 平成 27 年 10 月 23 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 G AJ 1500 0>

設置場所: 青森県
メーカー: GE Wind Energy
定格出力: 1,500 kW
稼動開始年月: 2003 年 2 月

* 季節的要因にて、再試験及び再分析は次年度初旬に繰越される事となった。

<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: 10,802 kW
総稼動時間: 574 時間
実施日: 平成 27 年 10 月 08 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: 11,713,144 kW
総稼動時間: 56,116 時間
実施日: 平成 28 年 2 月 10 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: 12,970,739 kW
総稼動時間: 55,134 時間
実施日: 平成 28 年 2 月 10 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 2 月 10 日
(シャフトアライメントテスト及び増速機潤滑油採取)

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	- 1.67 (- 2.35)	1.26 (0.66)	0.06 (- 0.04)	0.08 (0.03)	- 1.39 (-2.63)	1.62 (0.89)	- 0.80 (-2.99)	2.36 (1.18)
G_AJ_1500_0	— (- 0.25)	— (0.60)	— (0.07)	— (0.23)	— (0.24)	— (2.25)	— (1.28)	— (5.76)
V_IT_225_0	0.33 (3.61)	- 0.34 (- 4.07)	- 0.76 (- 0.53)	0.14 (- 0.08)	- 4.30 (0.29)	0.53 (- 4.58)	- 10.37 (- 3.90)	1.67 (- 5.23)
M_HI_600_1	0.01 (- 0.08)	- 0.03 (0.22)	0.07 (- 0.03)	0.17 (0.10)	0.46 (- 0.30)	0.99 (- 0.49)	1.05 (- 0.54)	2.33 (- 1.26)
M_HI_600_2	- 0.01 (- 0.87)	- 0.03 (0.54)	0.14 (0.45)	0.25 (- 0.27)	0.98 (2.49)	1.72 (- 1.48)	2.12 (6.03)	3.75 (3.61)
M_HI_600_3	0.02 (- 0.03)	- 0.02 (- 0.19)	0.07 (0.04)	0.25 (0.27)	0.52 (0.23)	1.72 (1.77)	1.12 (0.51)	3.77 (3.89)

* ()の数値は前年度測定値(G_AJ_1500_0 については前々年度)

【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」「M_HI_600_3」の3基の前年度数値との比較を行ってみたところ、「M_HI_600_3」は余り変化が見られないものの、「M_HI_600_1」「M_HI_600_2」の2基に関しては約1年の経過で数値に若干の変化が認められた。更に別発電サイトのモデル「V_IT_225_0」の発電機後脚の垂直方向で前年度比-6.47の最大変位が計測された。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おらず、更なるモニタリングの継続が必要と考える。

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)	0.90 (0.88)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.31 (0.36)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	326.0 (327.1)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	35.37 (35.59)	—	—	—
水分 (ppm)	91 (37)	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 (22)	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	90,838.8 (2,042.3)	24 (18)	—	—	—
≥6μm	25,400.2 (734.1)	22 (17)	16	17	18
≥14μm	430.9 (41.3)	16 (13)	13	14	15

* ()の数値は前年度測定値

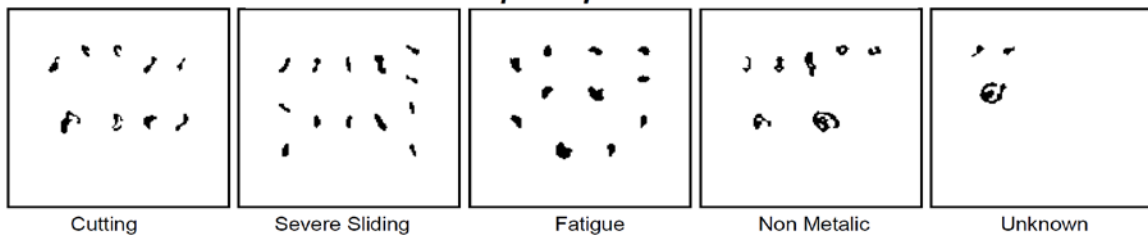
(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	2,496.932 (69,282)	12 (9)
15-25 μm	37,166 (4,131)	10 (7)
25-50 μm	5,566 (-)	10 (00)
50-100 μm	359 (-)	8 (00)
> 100 μm	- (-)	00 (00)
総合		12 (9)

* ()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。引き続き、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)	0.83 (0.85)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.37 (0.40)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	331.6 (331.6)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	37.25 (37.06)	—	—	—
水分 (ppm)	55 (21)	300 未満	300~600	600 以上

* ()の数值は前年度測定値

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 (10)	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

* ()の数值は前年度測定値

(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	3,595.5 (1,018.0)	19 (17)	—	—	—
≥6μm	1,283.4 (308.1)	17 (15)	16	17	18
≥14μm	89.8 (19.0)	14 (11)	13	14	15

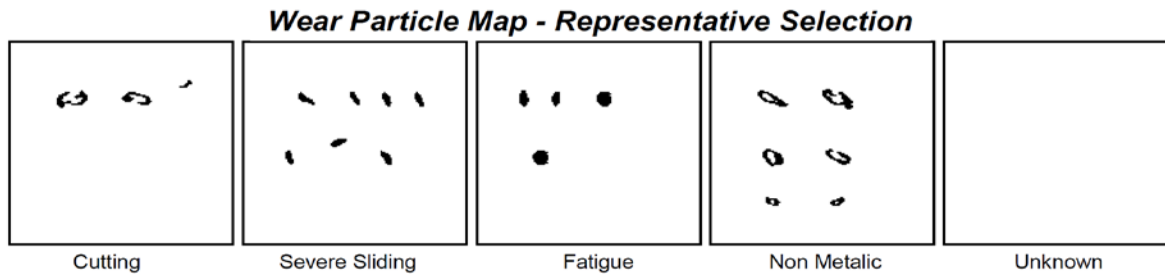
* ()の数值は前年度測定値

(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	119,361 (28,908)	9 (7)
15-25 μm	7,541 (1,170)	8 (5)
25-50 μm	1,436 (585)	8 (7)
50-100 μm	- (146)	00 (7)
> 100 μm	- (-)	00 (00)
総合		7 (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が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 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)	0.92 (0.88)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.54 (0.56)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	320.5 (320.00)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	33.19 (33.18)	—	—	—
水分 (ppm)	68 (36)	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)	23 (23)	50 未満	50~150	150 以上
クロム (Cr)	1 未満 (1)	—	—	—
銅 (Cu)	2 (1)	20 未満	20~50	50 以上
アルミニウム (Al)	1 (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	2,451.1 (96.7)	18 (14)	—	—	—
≥6μm	777.9 (51.2)	17 (13)	16	17	18
≥14μm	62.8 (21.9)	13 (12)	13	14	15

* ()の数値は前年度測定値

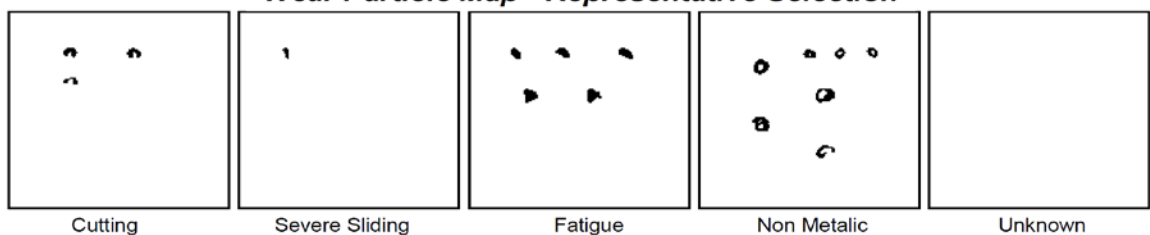
(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	71,503 (2,926)	9 (4)
15-25 μm	5,027 (1,415)	7 (5)
25-50 μm	1,257 (778)	8 (7)
50-100 μm	- (-)	00 (00)
> 100 μm	- (-)	00 (00)
総合		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が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 G_AJ_1500_0>

季節的要因にて、現地調査が見送られた為、再試験及び再分析は次年度初旬に繰越される事となった。

<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 (1.02)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.46 (0.48)	—	—	—
動粘度 40℃ (mm ² /s)	325.8 (330.5)	304～336	294～346	288～352
動粘度 100℃ (mm ² /s)	36.94 (36.93)	—	—	—
水分 (ppm)	99 (70)	300 未満	300～600	600 以上

* ()の数值は前年度測定値

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 (3)	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

* ()の数值は前年度測定値

(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	2,942.9 (1,368.8)	19 (18)	—	—	—
≥6μm	1,116.6 (481.9)	17 (16)	16	17	18
≥14μm	59.1 (36.8)	13 (12)	13	14	15

* ()の数値は前年度測定値

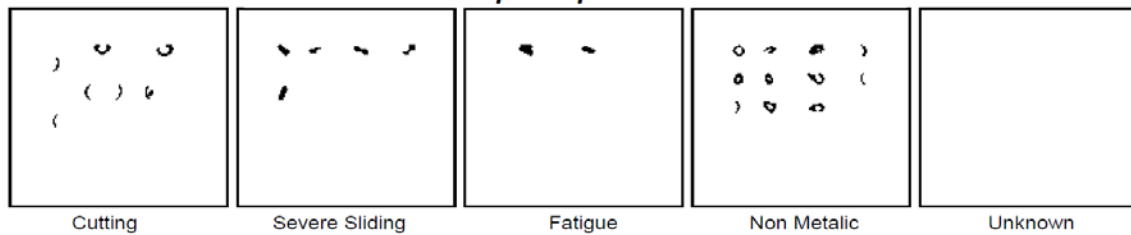
(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	105,750 (44,504)	9 (8)
15-25 μm	5,537 (3,221)	7 (7)
25-50 μm	369 (460)	6 (6)
50-100 μm	- (-)	00 (00)
> 100 μm	- (-)	00 (00)
総合		9 (8)

* ()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1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)	0.64 (0.52)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.29 (0.25)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	315.6 (314.2)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	24.33 (24.15)	—	—	—
水分 (ppm)	109 (43)	300 未満	300~600	600 以上

* ()の数值は前年度測定値

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)	41 (25)	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

* ()の数值は前年度測定値

(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	1,273.6 (1,273.6)	19 (17)	—	—	—
≥6μm	180.3 (180.3)	17 (15)	16	17	18
≥14μm	32.0 (32.0)	14 (12)	13	14	15

* ()の数值は前年度測定値

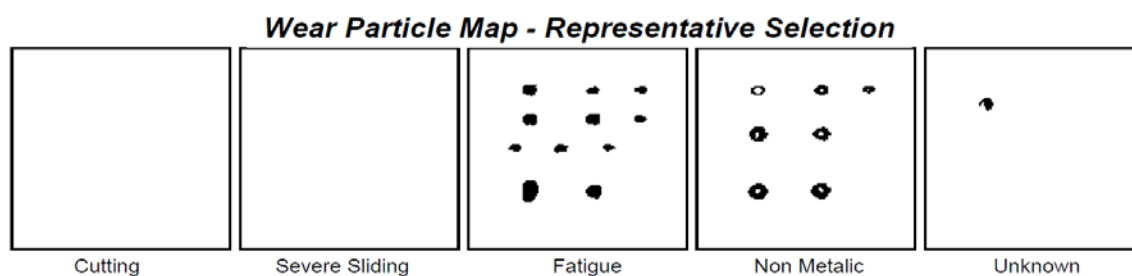
(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	14,831 (14,831)	9 (6)
15-25 μm	2,270 (2,270)	8 (6)

25-50 μm	668 (668)	8 (8)
50-100 μm	267 (267)	10 (8)
> 100 μm	- (-)	00 (00)
総合		10 (8)

* ()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少し高くなっており、汚染度に至っては本年度の潤滑油の方が高い数値を示している。潤滑油は定期交換されている事からどちらかと言えば汚染度は減少する所、少し気になる結果となった。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_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 (0.69)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.35 (0.42)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	308.7 (309.6)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	23.62 (23.69)	—	—	—
水分 (ppm)	100 (75)	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 (19)	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	640.9 (860.4)	17 (17)	—	—	—
≥6μm	175.0 (427.4)	15 (16)	16	17	18
≥14μm	15.6 (33.6)	11 (12)	13	14	15

* ()の数値は前年度測定値

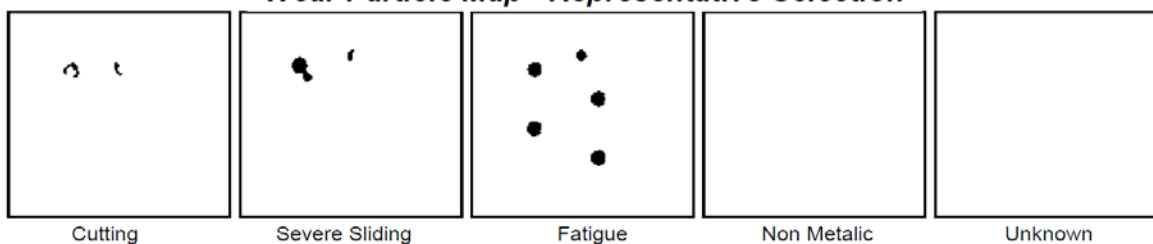
(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	15,940 (39,377)	8 (8)
15-25 μm	1,204 (3,034)	7 (7)
25-50 μm	361 (325)	6 (6)
50-100 μm	- (-)	00 (00)
> 100 μm	- (-)	00 (00)
総合		8 (8)

* ()の数値は前年度測定値

(粒子分布)

Wear Particle Map - Representative Selection



【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)	0.72 (0.60)	—	—	—
塩基価 (mgKOH/g)	0.26 (0.27)	—	—	—
動粘度 40°C (mm ² /s)	317.9 (316.3)	304~336	294~346	288~352
動粘度 100°C (mm ² /s)	24.48 (24.28)	—	—	—
水分 (ppm)	74 (44)	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)	31 (10)	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	402.5 (3,434.3)	16 (19)	—	—	—
≥6μm	265.6 (452.9)	15 (16)	16	17	18
≥14μm	61.1 (156.3)	13 (14)	13	14	15

* ()の数値は前年度測定値

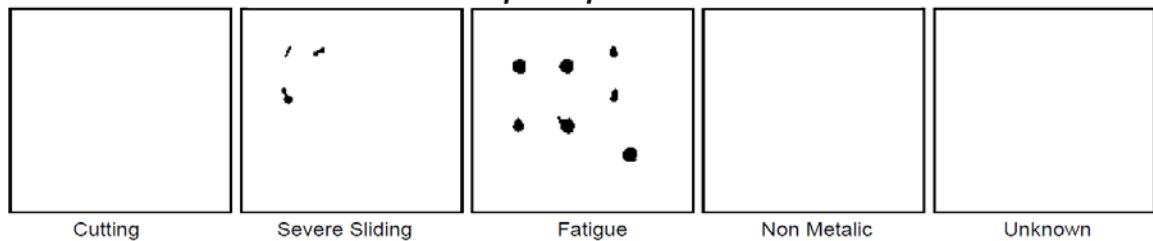
(NAS 等級)

サイズ	結果	
	個/100mL	コード
5-15 μm	20,453 (29,667)	7 (7)
15-25 μm	5,029 (14,369)	7 (9)
25-50 μm	1,078 (718)	8 (7)
50-100 μm	- (539)	00 (9)
> 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少し高くなっている。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. メインベアリング・グリスの鉄分含有量分析

	鉄 (Fe) (ppm)	銅 (Cu) (ppm)	考察
V_IT_225_0	4900 (3050)	1 未満 (21)	原因は不明だが、鉄分濃度が高く検出されている。今後、注視する必要がある。
M_HI_600_1	900 (860)	23 (34)	特記事項無し。
M_HI_600_2	670 (560)	17 (21)	特記事項無し。
M_HI_600_3	270 (300)	26 (37)	特記事項無し。

* ()の数値は前年度測定値

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 及びベアリンググリスの鉄分含有量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。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。