

白馬ウインドファームの ブレード折損事故について (中間報告)

2019年3月11日

白馬ウインドファーム株式会社

目次

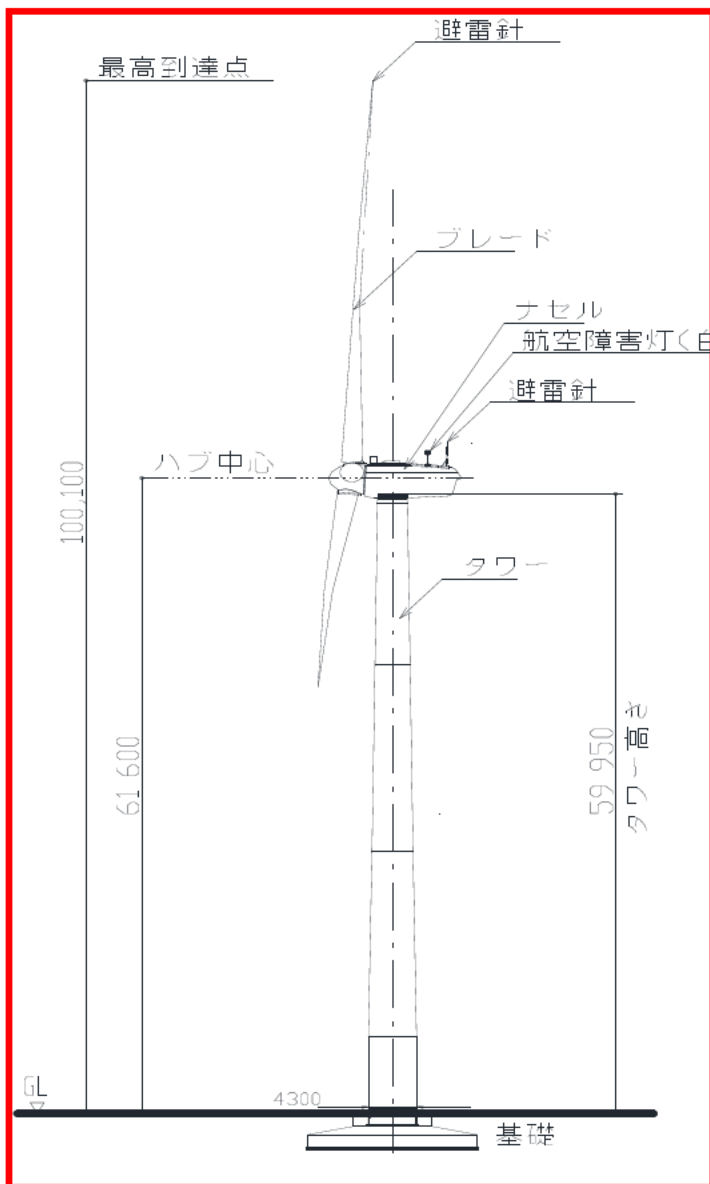
1. 風車選定のプロセス
2. 当該風車が準拠する法律・規格など
3. 型式認証 (Type certificate) の取得状況
4. 当該風車の耐風速
5. 基礎の耐力
6. 風車が風に正対する場合のブレード応力
7. 風車の破損状況
8. 17号機のNo.1ブレード破損状況
9. 17号機のお他ブレードと10号機のブレード解体調査
10. 各風車の破損状況と分析
11. 風向計の耐風強度

1. 風車選定のプロセス

年	月日	項目	備考
2001(H13)	5月28日	風力発電規程(改訂)JEAC5005-2001	<ul style="list-style-type: none"> 一次評価で各メーカーの機種よりスペックに対する信頼性が高く、サービス体制、納期等の面で、高い管理能力を有すること。 二次評価において年間推定発電量、設備利用率等を比較し三社に絞り込み、各社の発電機の「パワーカーブ」等を勘案した結果 <ol style="list-style-type: none"> ①発電量が多い。 ②システム効率が高い。 ③発電利用率が高い。 評価が最も高いGE製に決定した。
2005(H17)	1月20日	社内風車機種選定会議	
	9月02日	新エネルギー等事業者支援対策費補助金申請	
2006(H18)	12月08日	風車機材発注(GEドイツ工場)	
2007(H19)	6月20日	建築基準法改正	<ul style="list-style-type: none"> 高さ60mを超える風力発電機について、第三者機関による構造審査の義務付 風力発電規程を適用 工事計画届出時において、構造強度については国土交通大臣の認定及び建築確認を取得している事が必須条件
	8月29日	工事計画届出書	
	11月27日	風力発電設備支持物構造設計指針・同解説(2007年版)	
	12月18日	性能評価申請	<ul style="list-style-type: none"> 基礎、タワーについて構造評価 強風シミュレーションを行い最大風速62.4m/S(3秒平均)で検討
2008(H20)	3月01日	日本型風力発電ガイドライン台風・乱流対策編	
	3月31日	建築構造物性能評価合格	
	5月02日	工事計画変更届出書	<ul style="list-style-type: none"> タワー高さ基礎形状寸法変更に伴う届出書
	5月07日	国土交通大臣認定取得	
	5月23日	建築確認済証取得	<ul style="list-style-type: none"> 風車基礎工事着手
	6月24日	風車機材輸入(プレート)	
2009(H21)	3月13日	5号機プレート折損事故発生日	<ul style="list-style-type: none"> 原因は製造時におけるシェル接着不良 対策 <ol style="list-style-type: none"> ①全機のプレートを交換 ②製造工程における品質管理状況の確認 ③受入時にUT検査、内外の目視点検の実施
	12月18日	電気事故報告受理日(最終)	
2010(H22)	3月10日	建築完了検査日	
	6月04日	使用前安全管理審査(適合)	
2011(H23)	8月27日	風力発電規程(改訂) JEAC 5005-2011	

2. 当該風車が準拠する法律・規格など

風力発電機全体の準拠法: 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令(風技)



風力発電機: GE1. 5sle

ナセル・ハブ・ブレード

の準拠規格: IEC61400-1

SECOND EDITION

設計: GE Energy GmbH

製造: ナセル

GE社

ハブ

GE社

ブレード

LM社

タワー・基礎の準拠法: 建築基準法

設計者: 一般 (株)きんでん一級建築士事務所

タワー (株)きんでん一級建築士事務所

基礎 青木あすなる建設株式会社

製造: タワー 韓国 東国製鋼

高力ボルト 阪急鉄工(株)

施工: 基礎 青木あすなる建設(株)

組立・試験 (株)きんでん

3. 型式認証 (Type certificate) の取得状況

GE 1.5sle の認証取得状況は下表の通り

	設計評価 (Design Assessment)	型式認証 (Type Certificate)
1.5sle 50Hz	取得	取得
1.5sle 60Hz	取得	

型式認証 (Type Certificate)

1.5sle 50Hz: 型式認証を取得

1.5sle 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

1.5sle 50Hz/60Hzのコンポーネントの違いは電源周波数の相違による機器のみが該当

- ①増速機
- ②発電機
- ③モータ・ギア類
- ④照明器具

3. 型式認証 (Type certificate) の取得状況

Type Certificate

Germanischer Lloyd
WindEnergie GmbH

GL Wind Type Certificate No.: **TZ 005A-2005**

We hereby certify that the wind turbine

GE 1.5sle 50 Hz

designed and manufactured by GE Energy GmbH
Holsterfeld 16
48499 Salzbögen
Germany

with hub height 61.4m and rotor blade LM 37.3p2 (vg) has been assessed by Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH concerning the system design, the prototype testing and the manufacturer's quality system.

The Type Certificate is based on the indicated documents as follows:

WT 00-012A-2005 Statement of Compliance for the Design Assessment dated 05th July 2005

WT 01-002A-2005 Statement of Compliance for the Prototype Testing dated 30th June 2005

WT 07-001A-2005 Statement of Compliance for the Quality Management System dated 30th June 2005-00-30

Normative references:

Dutch Prestandaard NVN 11400-0 "Wind Turbines – Part 0: Criteria for type certification" "Technical Criteria", First Edition, April 1999

Germanischer Lloyd „Regulations for the Certification of Wind Energy Conversion Systems“, 1999 Edition.

Changes of the system design or the manufacturer's quality system are to be approved by Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, otherwise this Type Certificate loses its validity.

This Type Certificate is valid until 06th July 2007, if the validity of the certificates for the Quality Management system (as indicated in WT 07-001A-2005) is maintained and extended.

Hamburg, 05th July 2005
Woeb/Wlac

Germanischer Lloyd
WindEnergie

Chr. Nath
I.V. M. Woebbing

Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH
Steindamm 9
20459 Hamburg
Germany

By DASP German Accreditation System for Testing
accredited Certification Body for products.
The accreditation is valid for the fields of certification
listed in the certificate.

DASP-DE 3443.00

The latest edition of the "General Terms and Conditions of Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH" is applicable. German law applies.

Statement of Compliance

Germanischer Lloyd
WindEnergie GmbH

GL Wind Statement No.: **WT 00-012A-2005**

This Statement of Compliance for the Design Assessment of the Wind Turbine

GE 1.5sle 50 Hz

is issued to GE Energy GmbH
Holsterfeld 16
48499 Salzbögen
Germany

This Statement of Compliance attests the compliance with below mentioned normative references concerning the design. The Design Assessment is based on the calculations and fabrication drawings listed in the relevant Certification Reports referenced below and the characteristic data given in the attached Annex.

The Certification Reports 517278, Rev. 1 and 652042, Rev. 1 for the tower have been issued by TÜV Industrie Service GmbH based on the loads according to Certification Report 72507, Rev. 1.

Certification Report numbers and titles:

72507, Rev. 1	dated 12.05.2005	Load Assumptions according to NVN 11400-0 Class IIA, Hub Heights 61.4m and 85.0m
72507-2	dated 04.07.2005	Safety System and Manuals
72507-3	dated 16.06.2005	Rotor Blade LM 37.3p2
72507-4	dated 05.07.2005	Machinery Components
517278, Rev. 1	dated 29.06.2005	Tubular Steel Tower, Hub Height 61.4m to 85.0m (Supplement for Report No. 517278)
652042, Rev. 1	dated 29.06.2005	Tubular Steel Tower, Hub Height 61.4m to 85.0m (Personnel Safety)
72507-5	dated 30.06.2005	Electrical Equipment
72507-6	dated 17.06.2005	Electrical Equipment

Normative references:

Dutch Prestandaard NVN 11400-0 "Wind Turbines – Part 0: Criteria for type certification" "Technical Criteria" First Edition, April 1999

Germanischer Lloyd „Regulations for the Certification of Wind Energy Conversion Systems“, 1999 Edition.

Changes in design are to be approved by Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, otherwise this statement loses its validity. Fabrication surveillance is not part of the Statement of Compliance for the Design Assessment.

By DASP German Accreditation System for Testing
accredited Certification Body for products.
The accreditation is valid for the fields of certification
listed in the certificate.

DASP-DE 3443.00

The latest edition of the "General Terms and Conditions of Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH" is applicable. German law applies.

Statement of Compliance

Germanischer Lloyd

GL Wind Statement No.: **WT 00-025A-2005, Rev. 1**

This Statement of Compliance for the Design Assessment of the Wind Turbine

GE 1.5sle 60 Hz

is issued to GE Energy GmbH
Holsterfeld 16
48499 Salzbögen
Germany

This Statement of Compliance attests the compliance with below mentioned normative references concerning the design. The Design Assessment is based on the calculations and fabrication drawings listed in the relevant Certification Reports referenced below and the characteristic data given in the attached Annex.

The Certification Report 517278, Rev. 1 for the tower has been issued by TÜV Industrie Service GmbH based on the loads according to Certification Report 72128-1 and 72183-1.

Certification Report numbers and titles:

72128-1	dated 19.01.2005	Load Assumptions acc. to IEC 61400-1 Class S, Rotor Blade GE 37c, Hub Height 61.4 m and 85.0 m
72183-1	dated 20.12.2005	Load Assumptions acc. to IEC 61400-1 Class S, Rotor Blades LM 37.3p2, Hub Height 61.4 m and 85.0 m
72100-1	dated 14.01.2005	Load Assumptions acc. to IEC 61400-1 Class S, Rotor Blade GE 37c, Hub Height 64.7 m
72184-1	dated 07.01.2005	Load Assumptions acc. to IEC 61400-1 Class S, Rotor Blade LM 37.3p2, Hub Height 64.7 m
72570-1, Rev. 2	dated 31.01.2006	Fatigue and Extreme Load Envelope for the Machinery and the Blade LM 37.3p2
72670-2	dated 23.12.2005	Safety System and Manuals
72128-3	dated 31.10.2005	Rotor Blade GE 37c
72183-3	dated 16.12.2005	Rotor Blades LM 37.3p2
72100-3	dated 31.10.2005	Rotor Blade GE 37c
72184-3	dated 31.03.2005	Rotor Blade LM 37.3p2
72183-4, Rev. 2	dated 05.07.2006	Machinery Components
517278, Rev. 1	dated 29.06.2005	Tubular Steel Tower (MTS), Hub Height 61.4m to 85.0m
72100-5	dated 12.09.2005	Tubular Steel Tower (unique), Hub Height 64.7 m
72184-5	dated 12.09.2005	Tubular Steel Tower (unique), Hub Height 64.7 m
72183-6	dated 23.12.2005	Electrical Equipment
72570-8	dated 23.12.2005	Commissioning

By DASP German Accreditation System for Testing
accredited Certification Body for products.
The accreditation is valid for the fields of certification
listed in the certificate.

DASP-DE 3443.00

The latest edition of the "General Terms and Conditions of Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH" is applicable. German law applies.

Type Certificate

GL Wind Type Certificate No.: **TZ 005A-2005**

We hereby certify that the wind turbine

GE 1.5sle 50 Hz

Statement of Compliance

GL Wind Statement No.: **WT 00-012A-2005**

This Statement of Compliance for the Design Assessment of the Wind Turbine

GE 1.5sle 50 Hz

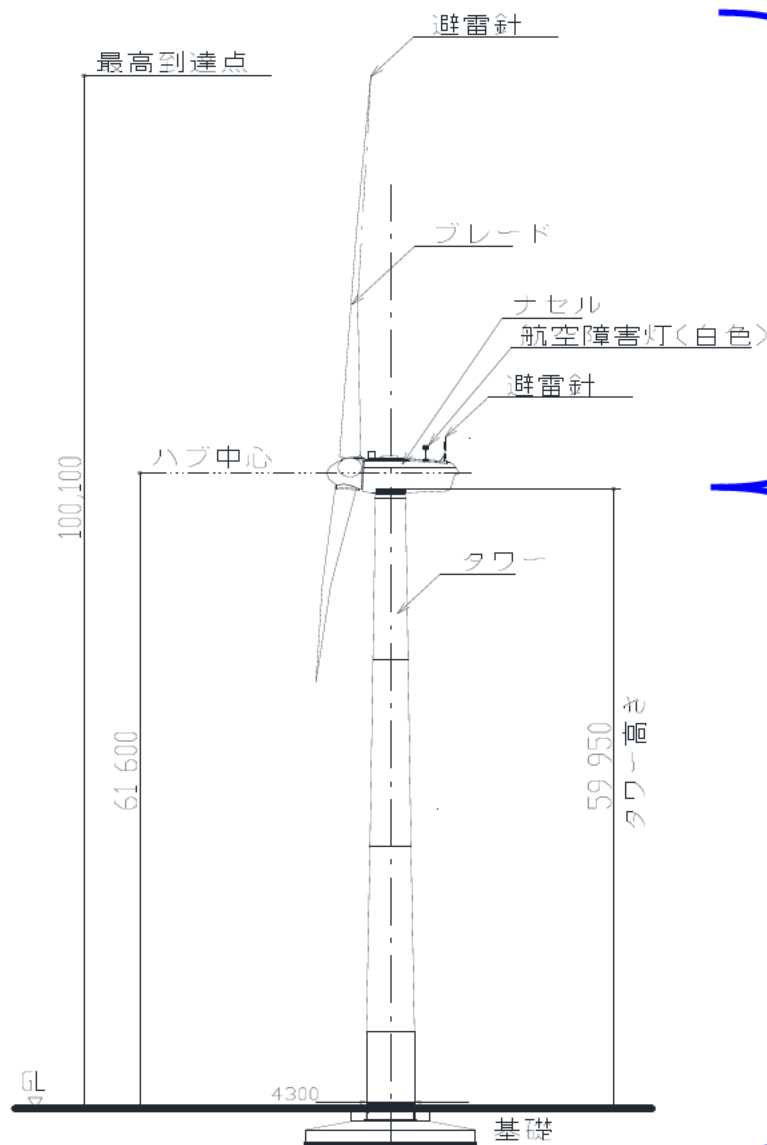
Statement of Compliance

GL Wind Statement No.: **WT 00-025A-2005, Rev. 1**

This Statement of Compliance for the Design Assessment of the Wind Turbine

GE 1.5sle 60 Hz

4. 当該風車の耐風速



ナセル・ハブ・ブレード

設計上の耐風速: $V_{e50}=55\text{m/s}$ (3秒平均)

*全方向から、風を受けても安全上問題の無い風速値となっている。

ナセル・ハブ・ブレードの耐風速は、現在、確認中。

タワー・アンカーリング・基礎

設計風速: 62.4m/s (10分平均)

地形的要因などを考慮して、
 $V_0=34\text{m/s}$ を増速させた風速

*構造計算上、タワー・アンカーリング・基礎の耐風速を検証した。

- ・タワー 約 80m/s (正対)、約 66m/s (横風)
- ・アンカーリング 約 77m/s (正対)、約 66m/s (横風)
- ・基礎 約 75m/s (正対)、約 65m/s (横風)

風に正対する場合は、 75m/s (10分平均)に耐えることが可能。

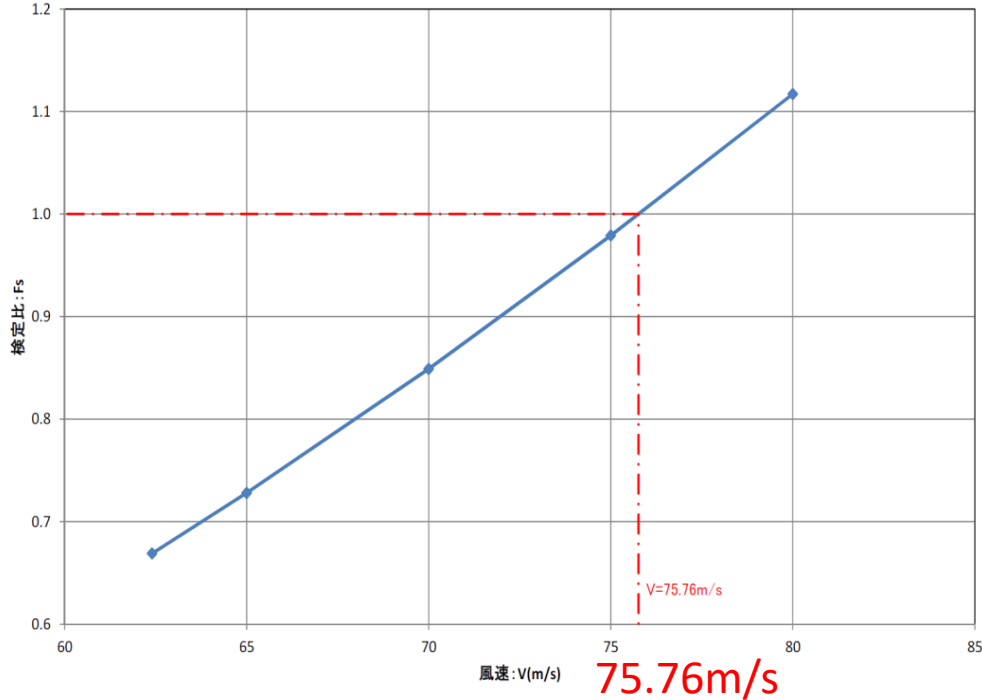
5. 基礎の耐力

基礎のコンクリートに発生する引抜きせん断力の照査

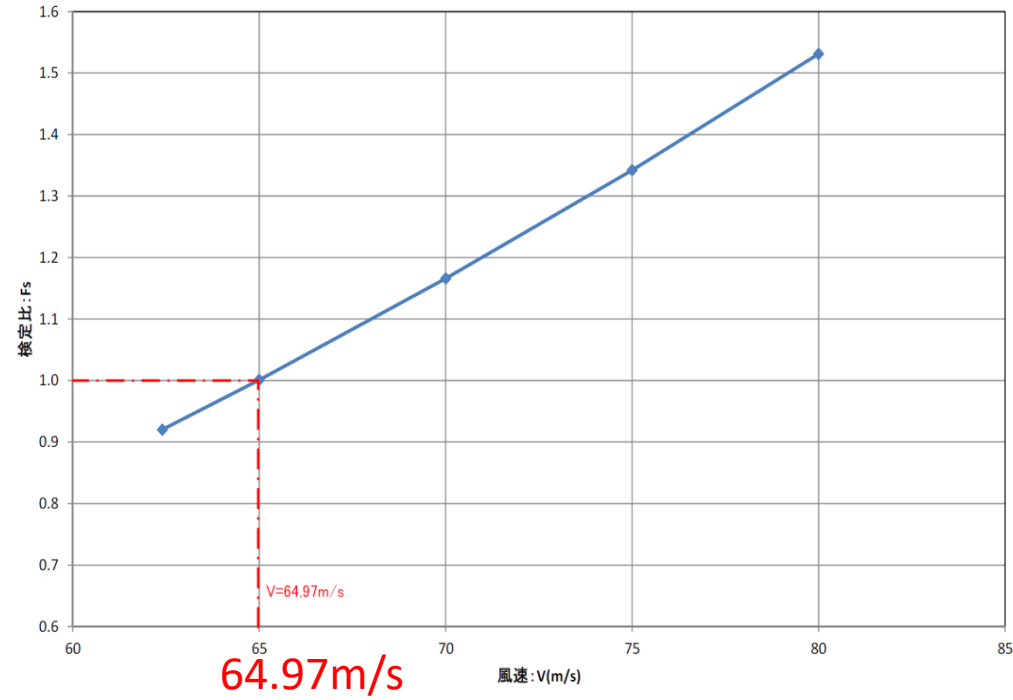
今回、タワー・アンカーリング・基礎のうち、耐風速が最も低くなる基礎の応力照査の状況を以下に示す。

- ・風車が風に正対する場合は、風速75m/s以上の引抜き耐力を有する。
- ・風車が風を横から受ける場合は、風速65m/s以下で引抜き耐力が超過する。

引抜きせん断耐力(風に正対する場合)

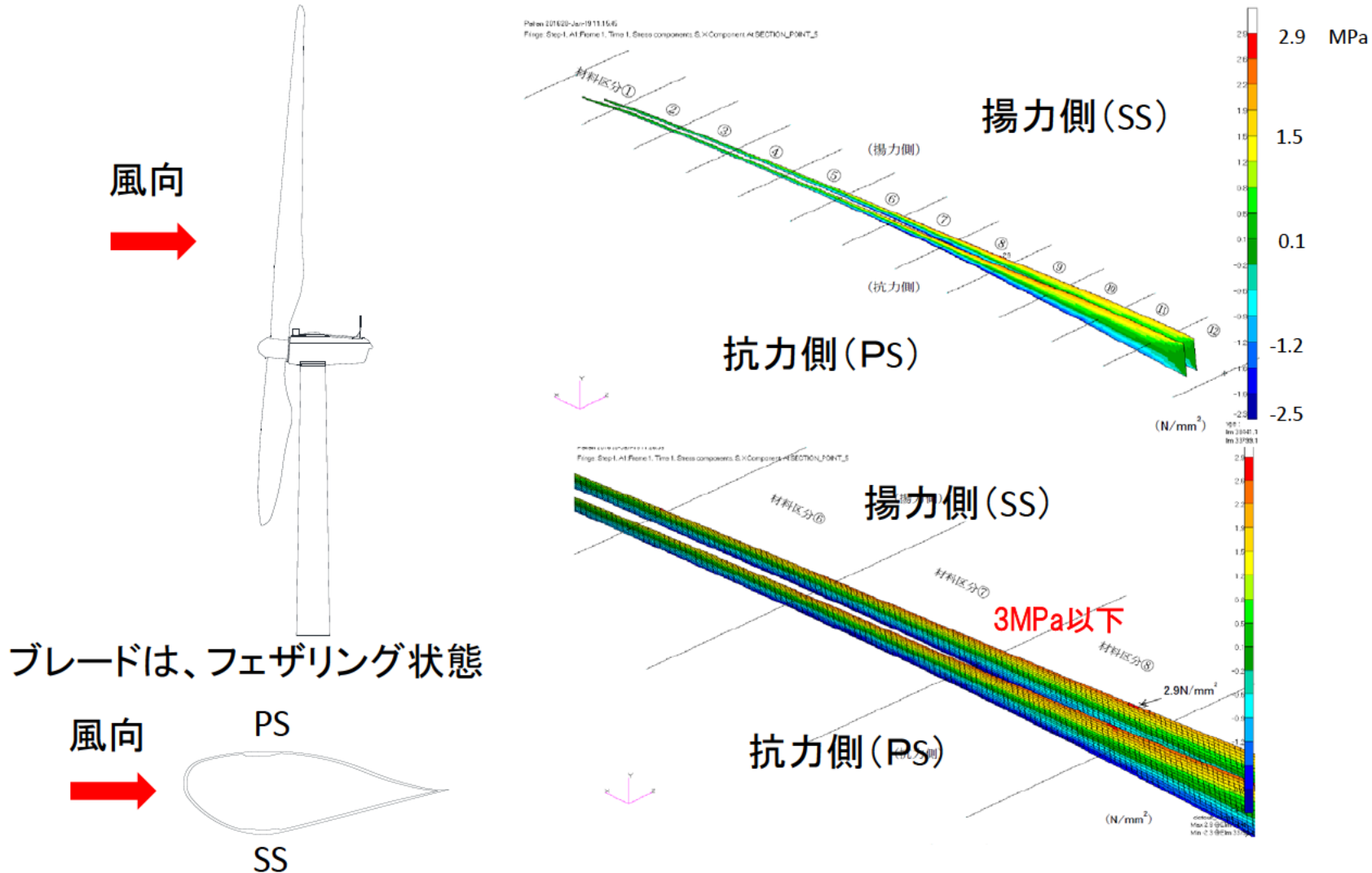


引抜きせん断耐力(風を横から受ける場合)



6. 風車が風に正対する場合のブレード応力

風車が風速70m/sの一樣流に正対する場合のブレードに発生する応力を求めた。
風に正対する場合、抗力側、揚力側も3MPaとなり材料強度に比べ小さい応力となっている。



7. 風車の破損状況

風車No.	風向計	ヨ-制御		⇒	ピッチシステム	ロータ二次 ブレーキシステム	⇒	ヨ- 誤旋回数	⇒	ブレード
		停止	誤旋回							
3号機	損傷	停止	—	⇒	—	異常	⇒	0	⇒	異常なし
5号機	損傷	—	誤旋回	⇒	異常	異常	⇒	1回未満	⇒	異常なし
6号機	損傷	—	誤旋回	⇒	—	—	⇒	1回未満	⇒	異常なし
8号機	損傷	—	誤旋回	⇒	異常	—	⇒	1回未満	⇒	異常なし
10号機	損傷	—	誤旋回	⇒	異常	—	⇒	2回未満	⇒	* 異常なし
11号機	損傷	停止	—	⇒	—	—	⇒	0	⇒	異常なし
13号機	損傷	—	誤旋回	⇒	—	—	⇒	2回未満	⇒	異常なし
14号機	損傷	—	誤旋回	⇒	異常	—	⇒	3回未満	⇒	異常なし
17号機	損傷	—	誤旋回	⇒	異常	異常	⇒	5回	⇒	折損
19号機	損傷	—	誤旋回	⇒	異常	異常	⇒	2回未満	⇒	異常なし
20号機	損傷	停止	—	⇒	—	—	⇒	0	⇒	異常なし
7号機	軽微な損傷	追随	—	⇒	—	—	⇒	0	⇒	異常なし

* UT検査異常→解体の結果異常なし

8. 17号機のブレード破損状況

17号機のNo.1ブレードは、現地確認の結果、破断面が斜めになっており、曲げとねじりを同時に受けて破断したものと推測される。

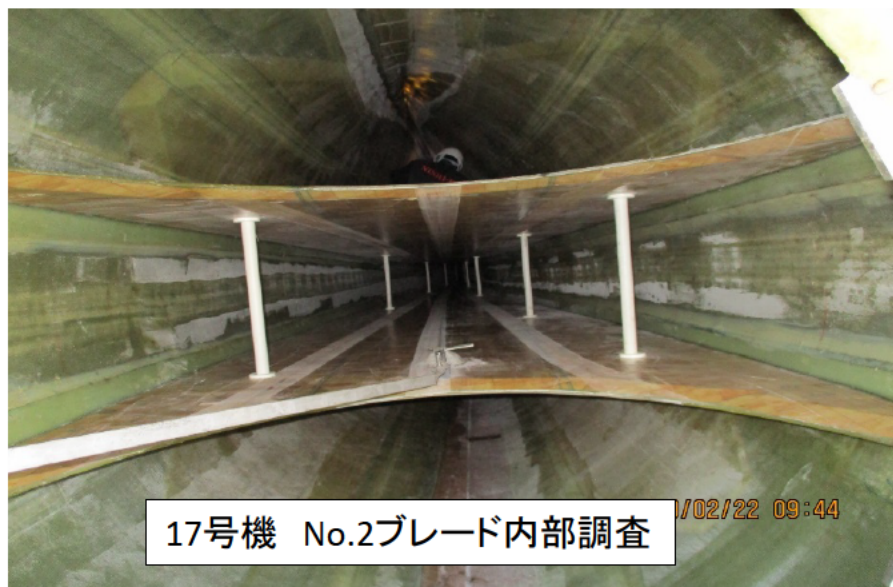


9. 17号機その他ブレードと10号機のブレード解体調査

17号機のNo.2とNo.3ブレードについて内部点検を実施したが、桁とシェルの接合部の異常や桁の白化現象は発見されなかった。

10号機においても、UT検査で異常が発見されたブレードを解体し、状況確認を行ったが、接着部に僅かな空隙はあったが、接着面は確保されており異常は認められなかった。

UT検査では、この空隙部分を接着部の損傷と判断した可能性が高い。



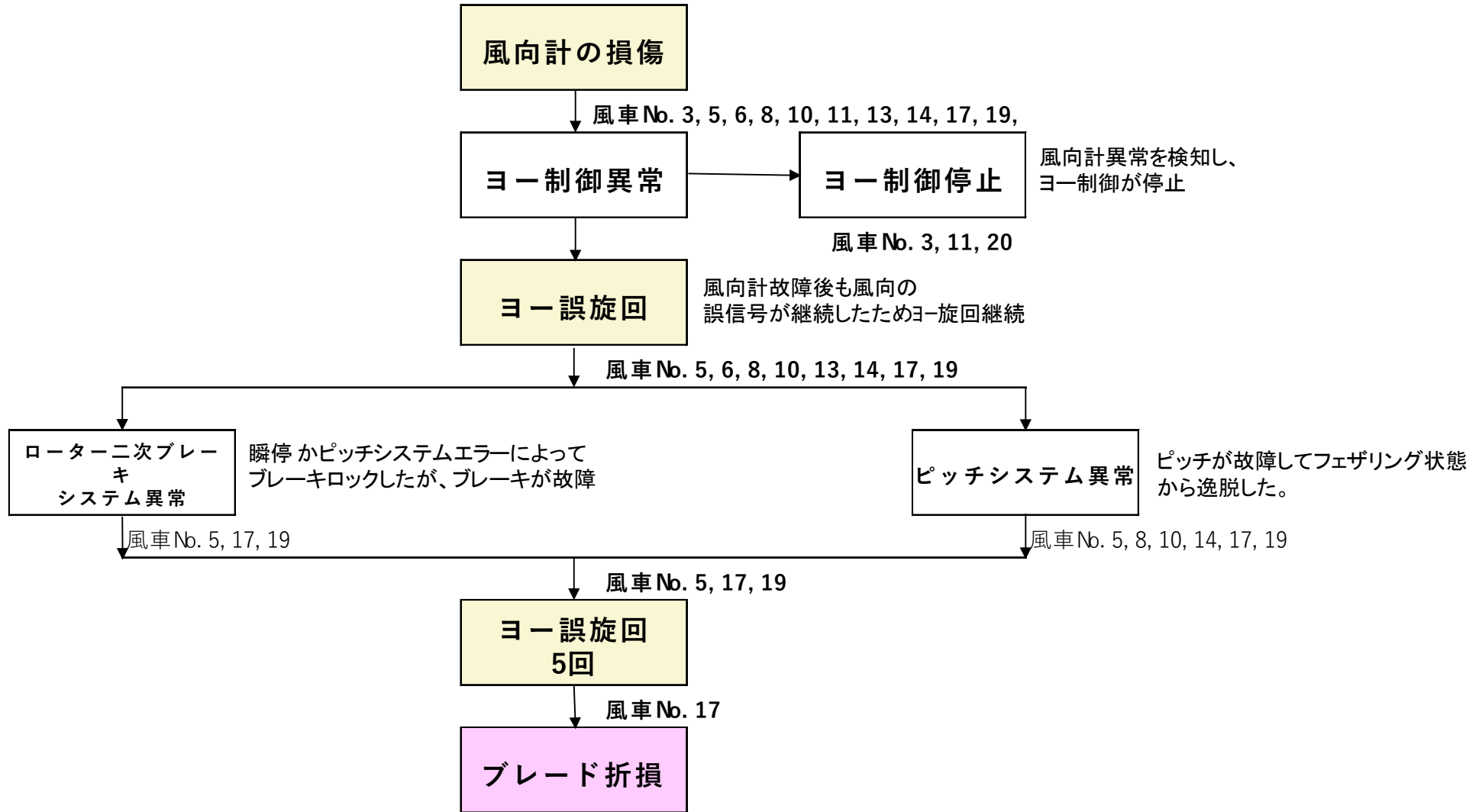
このことより、ブレードの折損は、桁とシェルの接合部から発生したものではないと推測される。



10号機 No.3ブレード接着部解体調査

10. 各風車の破損状況と分析

風向計の損傷からブレード折損までの過程



11. 風向計の台風強度

風向計、風速計ともに風洞試験によって80m/sまで耐風速が確認されている

