

風車ブレードの点検・補修指針について



2020年12月15日

一般社団法人 日本風力発電協会

<http://jwpa.jp>

1. 指針策定の経緯・目的

経緯

- 定期事業者検査制度施行の2017年4月以降も依然として風車ブレードの事故が発生している。
- 定検解釈では、風車の定期事業者検査において、「検査方法及び判定基準は、メーカー技術資料等に基づいて設定する」とされているが、風車の停止判断を行うブレードの具体的な損傷程度については、代表的な事業者へのアンケート調査において、ブレード構造の違いに起因すると考えられる複数の考え方があることが明らかとなった。
- JWPAとして、風力発電の主力電源化のためには、安全安心の向上は重要な検討課題の一つであり、一旦損傷に至れば公衆への影響もあり得るブレードについて、より適切な点検・補修のあり方を考えていく必要があると認識。



目的

- ブレードの維持管理に起因する事故を防止するため、ブレードの点検・補修に関する具体的な考え方を設定することにより、JWPAの自主ガイドラインとして指針の策定を行う。

2. 検討体制・状況

- JWPAに「ブレード点検・補修指針作成タスクフォース」を立ち上げ、7月以降月に1回の頻度で指針策定に向けた議論・調整を実施。

【タスクフォース構成】（25社・団体、35名）

- ・統括：梅崎副代表理事（ユーラスエナジー）
- ・リーダー：松信技術部会長（戸田建設）
- ・メンバー：発電事業者 7社
（日本風力開発、J-power、ユーラスエナジー、コスモエコパワー、
ジャパンリニューアブルエナジー、きんでん、日立パワーソリューションズ）
- メーカー 7社
（Vestas、GE、Siemens-Gamesa、MHI-Vestas、三菱重工、
日立製作所、駒井ハルテック）
- メンテ会社 5社
（イオスエンジニアリング、特殊高所技術、北拓、ジェイウインドサービス、
SG WIND JAPAN）
- ・オブザーバー：5団体
（電力安全課、海上技術安全研究所、SOMPOリスクマネジメント、
発電設備技術検査協会、日本電気協会）

- 全体概要素案を作成し、最も重要な「点検結果の判定」に関して概ね内容を確定。

3. 検討のポイント

問題点

- 依然として風車ブレードの事故が発生。
【2020年1月に発生した事故】
 - 本来計画していた時期に補修が実施されなかった。
 - 補修期限の延長判断に対し、判定結果が適切に確認・管理されていなかった。
 - 構造強度に影響のある損傷であるにもかかわらず、停止とする判断基準となっていなかった。
- 風車の停止判断を行う損傷程度について複数の考え方がある。
 - 定検解釈では「検査方法及び判定基準は、メーカー技術資料等に基づいて設定する」とされているのみ。

対応方針

ポイント②: 記録類の確認・整備・管理

- 点検記録への補修時期・前回設定内容の変更理由の明記
- 点検記録の責任ある立場の管理者による確認

ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

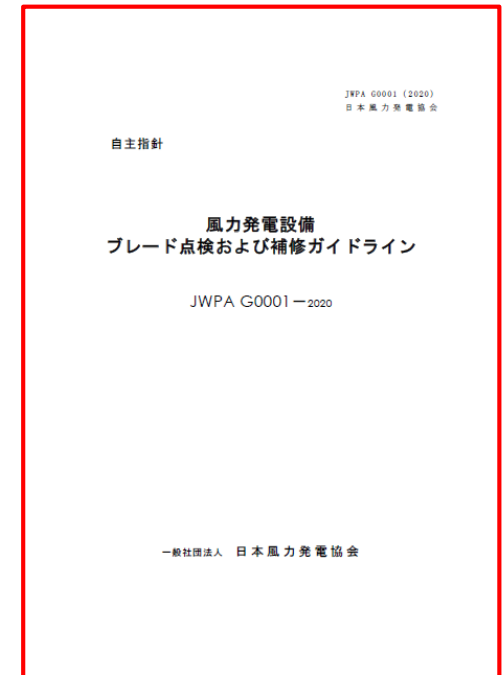
- 構造上の安全が確保されていない場合は保安停止することを明記
- 注意を要する状態、技術的判断に関するメーカー等との対応フローを整理、判定事例集を整備

4. 制定方針

- JWPAとして、自主的にガイドラインを制定し、広く業界内での活用を図る。
- 定期事業者検査制度施行時(2017年4月)に制定された定期点検指針のブレードに関する該当箇所を具体的に解説する記載とする。

区分	電気事業法	政・省令	国の解釈・内規	民間規格等		
定期安全管理検査	55条第1項	・検査の対象電気工作物	省令 ^{※1} 94条	対象電気工作物		
		・検査の時期	省令 ^{※1} 94条の2	検査の時期		
		・検査の実施	省令 ^{※1} 94条の3	検査の方法	定検解釈 ^{※3}	風力発電設備の定期点検指針(日本電気協会)
		・検査結果の記録・保存	省令 ^{※1} 94条の4 94条の8	検査結果の記録事項 保存期間		
	55条第2項	・技術基準適合性確認義務 ⇒事業用電気工作物の 維持(法第39条第1項)	発電用風力設備に関する技術基準を定める省令	発電用風力設備の技術基準の解釈について	土木学会指針 ^{※4} IEC61400 JISC1400	
	定期安全管理審査	55条第4項	・審査受審義務 ・審査実施者	省令 ^{※1} 94条の5 省令 ^{※1} 94条の5 の2, 政令 ^{※2} 27条 省令 ^{※1} 94条の6	審査の時期 権限の委任 審査申請	風力発電設備の定期安全管理審査の手引き(登録安全管理審査機関)
55条第5項			・審査項目 組織, 方法, 工程	省令 ^{※1} 94条の7	審査項目 協力事業者, 記録, 教育訓練	
55条第6項		・審査結果の通知 ・評定, 評定結果の通知	省令 ^{※1} 94条の7	審査結果の通知内容		
67条		・登録				
登録安全管理審査機関	69条	・登録の基準 審査員の資格要件 審査の区分	省令 ^{※1} 108条	審査機関登録の申請		
	71条	・安全管理審査の義務	省令 ^{※1} 110条	審査の方法		

+ 自主的にJWPAガイドラインを制定



※1 電気事業法施行規則
 ※2 電気事業法施行令
 ※3 電気事業法施行規則第94条の3第1項第1号及び第2号に定める定期事業者検査の方法の解釈
 ※4 土木学会「風力発電設備支持物構造設計指針・同解説[2010年版]」

5. 目次構成

- 第1章 総則（目的、適用範囲、用語の定義）
 - 第2章 点検と判定
 - 2-1 共通事項
（検査実施上の前提、対象部位、点検の事前準備、
点検結果の記録・管理）
 - 2-2 点検方法（ブレード：表面・接地システム・内部・翼根部）
 - 2-3 点検結果の判定
 - ・判定基準に関する考え方
 - ・保安停止とする基準
 - ・一般的に注意を要する状態
 - ・判定に対する措置
 - 第3章 補修
 - 3-1 共通事項（補修準拠規格、補修プロセスの記録）
 - 3-2 補修方法
 - 3-3 応急処置
 - 参考資料（点検結果による判定及び補修事例、記録の書式例（点検・補修））
-
- ```
graph TD; subgraph Content; C2_1[2-1 共通事項]; C2_2[2-2 点検方法]; C2_3[2-3 点検結果の判定]; C3_1[3-1 共通事項]; C3_2[3-2 補修方法]; C3_3[3-3 応急処置]; end; C2_3 --- P1[ポイント①]; C2_1 --- P2[ポイント②]; C3_1 --- P2;
```



- **ポイント①**: 判定基準・措置に関する考え方の設定
- **ポイント②**: 記録類の確認・整備・管理

## 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

- 各メーカー風車全般に共通的に適用でき、安全性を確実に担保できることを前提とした考え方を設定する。

### 【TFにおける議論】

風車構造・仕様は多様であり、保安停止等に関する基準を一律に定量的な設定は不可。



上記踏まえ、個々のブレードに合わせた技術的な判定を確実にを行うために…

以下4つの組み合わせにより設定する。

- A) 保安停止とする基準をまず性能規定的に定める。
- B) 保安停止の可能性のある状態として、一般的に注意を要する状態を列挙。
- C) 具体的な判定事例(保安停止・計画的補修・経過観察の3つに分類)を参考資料に示す。  
(ブレードの状態に対する判定のイメージを掴みやすくする)
- A) 個々のブレードに合わせた技術的な判定を具体的かつ確実に  
行うため対応フロー例を示す。  
(各サイトについて個別に対応方法を整理)

## 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

### A) 保安停止とする基準

- 風技第4条に定める構造上の安全が確保されておらず、ブレード折損等により公共の安全確保に支障が生じる可能性のある状態では、当該風車を保安停止すること(構造上の安全が確保されるまで運転しない。)
- また、構造上の安全が確保されていることを前提として、運転を継続することができ、計画的に適切な時期に補修、または経過観察とすることができる。

### B) 一般的に注意を要する状態

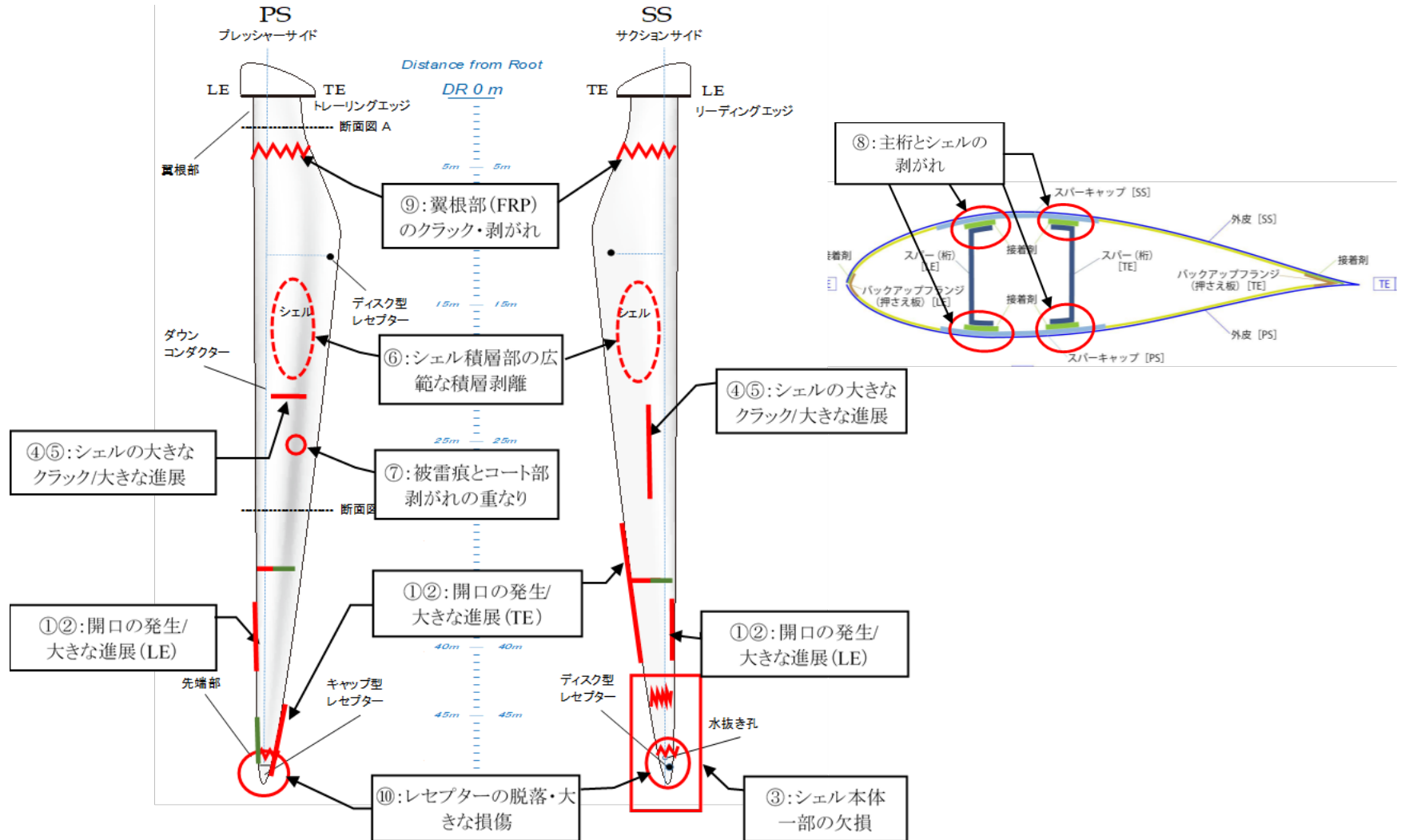
- TFメンバーからの意見を集約し、以下状態を列挙。

| 部位    |                                     | 注意が必要な状態                           |
|-------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 表面    | LE・TE                               | ① 開口が発生している場合                      |
|       |                                     | ② 前回点検で確認されたLEの開口長さが大きく進展している場合    |
|       | シェル                                 | ③ ブレード本体の一部が欠損している場合               |
|       |                                     | ④ 大きなクラックがある場合                     |
|       |                                     | ⑤ 前回点検に確認されたシェルのクラック長さが大きく進展している場合 |
|       |                                     | ⑥ シェル積層部に広範な積層剥離がある場合              |
|       |                                     | ⑦ 落雷痕がコート部剥がれと重なっている場合             |
| 内部    | ⑧ 主桁とシェルの剥がれがある場合                   |                                    |
| 翼根部   | ⑨ 翼根部 (FRP) にクラックや剥がれがある場合          |                                    |
| レセプター | ⑩ レセプター脱落を伴う、または脱落が予測される、大きな損傷がある場合 |                                    |



# 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

## B) 一般的に注意を要する状態



## 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

### C) 判定事例(参考資料)

- TFメンバーから提供を受けたこれまでの判定事例について、保安停止を要する状態(赤)、運転継続可能で計画的に補修を行う状態(黄)、経過観察とする状態(青)の3段階に分類し、3つの状態を概ねイメージできるよう整理。



(リーディングエッジ部の開口)

保安停止(赤)



(リーディングエッジ部のエロージョン)

計画的補修(黄)



(リーディングエッジ部の保護テープのみ剥がれ)

経過観察(青)

判定事例の一例

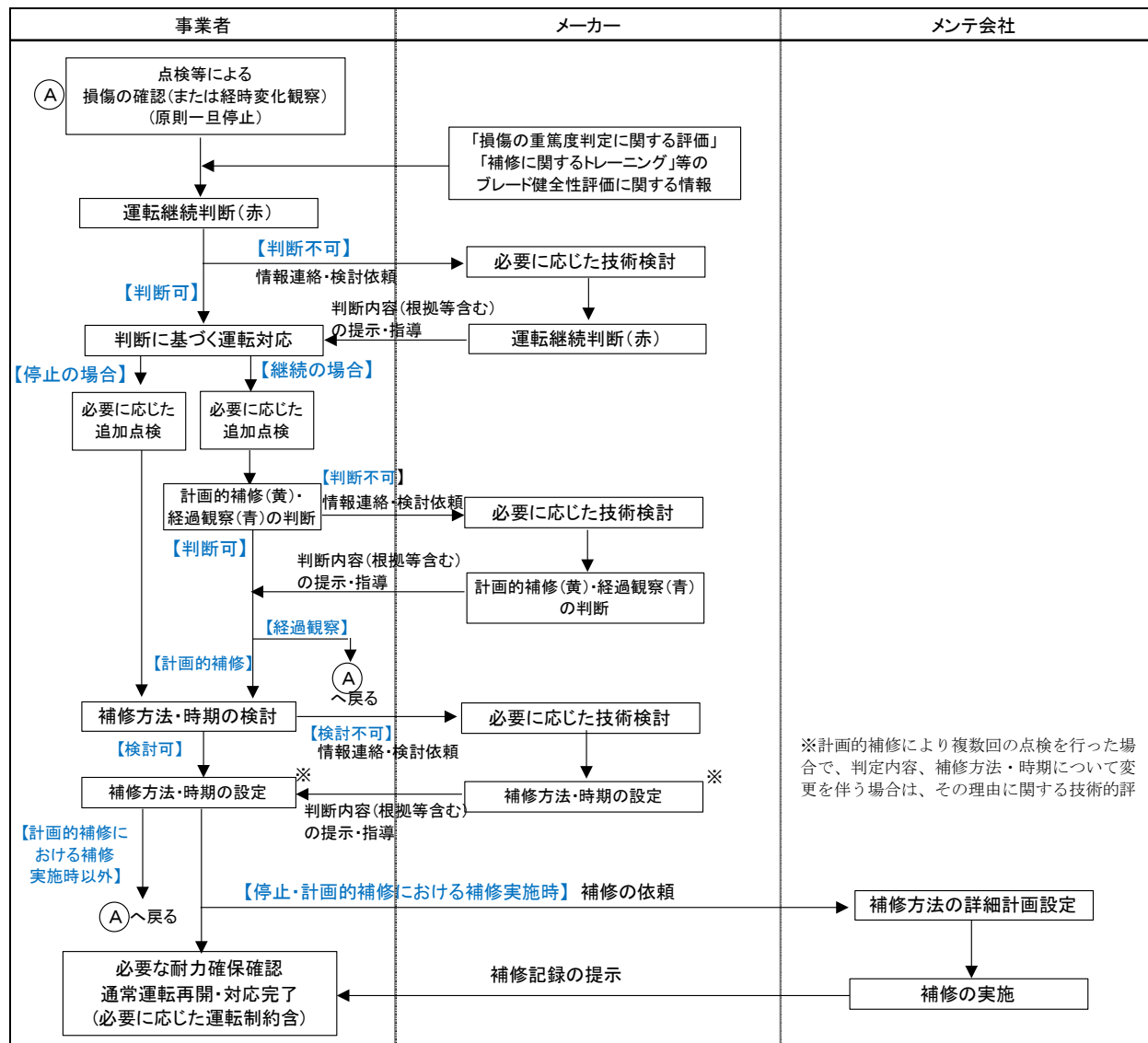
## 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

### D) 技術的な判定を具体的かつ確実にを行うための対応フロー

- 風車のブレードが設計不適合の状態となった場合は、当該ブレードの設計裕度や残存寿命を推定し、当該ブレードの補修までの間に折損や部材が飛散しないような対策を講じることが必要。また必要に応じて、風車運転の制約および適切な補強、当該ブレードの経過観察の強化等の策を講じることが必要。
- 上記の具体的対応に関しては、メーカー技術基準等による判定が必要であり、技術的な対応（保安停止・計画的補修・経過観察の判定、補修方法・時期の設定）を確実にを行うため、風車のメンテナンスにおけるメーカー・メンテ会社の関わりに応じて、以下の対応フローを参考に、予め具体的に対応方法を整理する。
- **メーカー・メンテ会社による技術検討・判断を行う場合、事業者はその内容を尊重した対応を行う。**

# 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

## D) 技術的な判定を具体的かつ確実にを行うための対応フロー例



(事業者: 点検等実施、メーカー: 点検結果の判定、補修方法・時期の設定に関する支援、メンテ会社: 補修作業実施の対応フロー例)

## 7. ポイント②: 記録類の確認・整備・管理

- 構造安全性に関わる評価を設存中にわたり確実にを行うため、以下に関する記録類を整備する。
  - 製造記録: 製造工場名、製造ロットNo等
  - 点検結果: 実施日・実施者・点検方法・点検結果(写真・図示含む)・結果の判定(根拠、補修時期、前回内容の変更理由含む)・対応処置(応急処置・補修)の設定等
  - 補修プロセス: 実施日・実施者・使用材料・温度湿度管理等

(+ 参考資料に記録フォーマット例を提示)

### 【点検記録】

- ・点検日
- ・実施日
- ・実施者
- ・点検方法
- ・点検結果(写真・図示含む)
- ・結果の判定  
(根拠、補修時期、前回内容の変更理由含む)
- ・対応処置(応急処置・補修)の設定…

### 【補修記録】

- ・補修プロセス
- ・実施日
- ・実施者
- ・使用材料
- ・温度湿度管理…

- 記録については、長期スパンでの対応が必要となる可能性があることから、適切に管理を行う。記録の保存期間としては、ブレード現存中とすることが望ましい。
- 点検結果の記録については、責任ある立場の管理者が内容を確認し、チェックを行うものとする。