

産業構造審議会保安分科会電力安全小委員会風力発電設備構造強度ワーキンググループ

(第5回) 一議事録

日時：平成25年11月26日（火曜日）14時～16時

場所：経済産業省別館3階310各省庁共用会議室

議題：

1. 太鼓山風力発電事故について（報告・審議）
2. ウインドパーク笠取風力発電所事故について（報告・審議）
3. 苫前グリーンヒルウインドパーク事故について（報告・審議）
4. 今般の再発防止対策について（審議）
5. その他（今後のスケジュール他）

## 議事内容

○渡邊電力安全課長　それでは、定刻にまだちょっと時間はございますけれども、座長初め各委員の方もお集まりということでございますので、ただいまから第5回風力発電設備構造強度ワーキンググループを開催いたします。

本日は、座長初め各委員、オブザーバーの方々におかれましてはご多用の中ご出席いただきまして、まことにありがとうございます。また、ちょっと会場が狭いところございまして窮屈感がございますが、ご容赦いただければと思います。

本日は、説明者として事業者側から京都府、JFEエンジニアリング株式会社、株式会社シーテック、株式会社日本製鋼所、株式会社ユーラスエナジージャパン、シーメンス・ジャパン株式会社、一般社団法人日本風力発電協会にご参加いただいております。

それでは、初めに、私、電力安全課長の渡邊でございますけれども、よろしくお願いたします。事務局の人事異動がございまして、前電力安全課長でございました村上のほう、6月28日付で大臣官房審議官・産業保安担当に着任しております。よろしくお願申し上げます。

それでは、村上審議官から一言ご挨拶を申し上げます。

○村上審議官　産業保安担当審議官の村上でございます。どうぞよろしくお願申し上げます。

本日は、委員の皆様には本当にお忙しい中お集まりいただきまして、ありがとうございます。電力安全課長時代から引き続き、よろしくお願いを申し上げます。

本日は、風力発電所の事故に関する審議でございます。ナセルまたは風車、こういったものが落下する事故というものが、皆さんご承知のとおり、3月から約半年の間に3回連続で起きたということでございます。こうした問題につきまして、やはり国民の安全・安心というものを脅かすものであり、また、風力業界の健全な発展に支障を与えかねない問題であると考えております。

従いまして、これらについて事業者、業界の皆様には、一生懸命取り組んでいただいて、二度とこういう事故を起こさないという固い決意のもと、さまざまな対策を講じていただく必要があると考えております。また、国としても、こういった問題について、再発しに

くいような形でしっかりした再発防止策をまとめなければいけないと考えております。

本日は、3件の事故を中心にご議論いただくわけですが、委員の皆様からはご忌憚のない意見をいただきまして、実りあるワーキングにしていいただければと考えております。よろしくお願い申し上げます。

○渡邊電力安全課長　　ありがとうございました。

続きまして、配付資料の確認をいたします。

お手元に、議事次第の次に配付一覧とございますけれども、資料1から資料4－5までございます。2、3、4はそれぞれ枝番のついた資料もございます。配付資料に不備等ございましたら、いつでも結構でございますので、お知らせいただければと思います。よろしく申し上げます。

それでは、以降の進行を勝呂座長をお願いいたします。よろしくお願いいたします。

○勝呂座長　　今ご紹介にあずかりました、座長を仰せつかっております勝呂と申します。

それでは、早速議事に入りたいと思います。

まず、資料1について京都府及び事務局から説明をいただいて、その後、あわせて質疑応答ということにしたいと思います。

では、まず資料1に基づいて京都府から、太鼓山風力発電所事故についてという資料がありますので、これで説明をしていただきたいと思います。本日は、時間が限られておりますので、説明時間は、大変なのですけれども10分ということで厳守させていただきたいと思いますので、よろしく申し上げます。

○京都府　　京都の太鼓山風力発電所の事業者であります、私、京都府の文化環境部の中川と申します。また、JFEエンジニアリングの牧原発電部長と2人でご説明させていただきます。よろしくお願いいたします。座って失礼させていただきます。

京都の太鼓山風力発電所3号機ナセル落下事故に関する報告でございます。

まず、太鼓山の風力発電所の落下事故等の概要でございます。場所につきましては、1の項目で挙げております京都府の北部、日本海側に面しております与謝郡伊根町の太鼓山というところの尾根筋に6基の風力発電をもっております。位置図につきましては、図1-1のほう、それと航空写真で風車の配列を入れております。1号機から5号機の方が、おおむね南から北方向といった位置関係でございます。

風力発電設備の概要でございますけれども、風車につきましては、オランダ・ラガウェイ社製のものです。外形図等につきましては、図1-2のほうに載せております。

定格出力は750キロワット、ローターの直径は50.5メートル、取り付けハブ位置は地上50メートルでございます。

事故の概要でございますけれども、事故発生につきましては、3月12日19時32分に運転停止ということになっております。あくまでも遠方監視でございますので推定でございます。翌日9時42分、現地にてナセルの落下を確認しております。現地での事故状況につきましては、写真1-1ということでお示しをさせていただいております。落下した風車の状況、破断したタワートップの状況をお示しさせていただいております。

次に、2. 事故状況について説明をさせていただきます。当日、3月12日の風速の状況でございますけれども、最大風速で申しますと15メートルから20メートル、おおむね南西の風ということで順調な発電をしていたという状況でございます。事故発生直前の状況につきましては、(2)ということでお示しをしておりますけれども、定格750に対して発電出力は600強、回転数も約26回転ということで、順調な発電状況の中で事故が発生したという状況でございます。

ナセルとタワーの破損状況でございますけれども、写真でお示ししているとおり、タワートップの風車のナセルの接続部、タワートップのフランジ下部でシェルが破断をしたという状況でございます。

次に、右のほうに移っていただきまして、写真2-1から2-2につきましては、落下したナセル、それとタワーの上部を切断して回収したものでございます。そのときの破断状況をお示しさせていただいております。

タワーの破断部の状況でございますけれども、破断面の円周方向の状況を確認したところ、図2-4のほうにお示しをしておりますけれども、ちょうどナセルの下側から上をみた状況でみております。ナンバーにつきましては、フランジで接合しておりますボルトのナンバーをあらわしております。おおむねの位置につきましては、ボルトのNo.1でこれからご説明をさせていただきたいと思っております。

図2-4のほうにお示しをしておりますけれども、ボルトのNo.13から23の範囲、亀裂につきましてはフランジの下端が最も近いところで、溶接止端部のところで発生したという状況になっております。おおむね同じ範囲において、ボルトの緩みあるいは折損といったものが確認をされております。

このようなことから、ボルトNo.13から23の範囲でまず疲労亀裂が進行し、その後、疲労破断から延性破断に変化をして、さらに円周方向に進展、最終的にはナセル、ブレードが

落下したというふうに推定されております。図2-5のほうにその状況、上がボルトのナンバー、縦がフランジからの距離、寸法でございます。以上が事故の説明でございます。

1枚めくっていただきまして、今度は事故原因の究明ということで、それぞれの調査状況につきましてご説明をさせていただきます。まず、タワー破断面の詳細な調査の結果でございます。まず、疲労破断の状況ということで、タワートップボルトNo.13から23の範囲内の破断面の組織観察、SEMの観察の結果、次のことが確認されております。

まず、応力集中部である内面側の溶接止端部から亀裂が発生し、破面組織に変形がなく破断している。その状況につきましては、写真3-1のほうにお示しをしております。また、亀裂発生後、応力の変動により破断面が繰り返し開閉して、押しつぶされた跡がある。写真3-2でございます。SEM観察により、疲労破面に特徴的なストライエーションが観察されているといったことから、タワートップフランジ溶接部の疲労破断であるというふうに確認をしております。

次に、延性破断の状況についてであります。先ほど申しましたNo.13から23以外の範囲の組織観察、SEM観察の結果から、次のことが確認されております。まず、断面組織の変形がみられる。写真3-7のほうにお示しをしております。また、破断時の変形方向、これが伸長ディンプルによって確認ができております。写真3-8でございます。そういったことから、この部分についてはタワーの延性破断と考えられるというふうにみております。

全体といたしましては、破面のSEM観察などから、タワートップの溶接止端部内面側に亀裂が発生し、その後、疲労破断から延性破断に変化をし、円周方向に進展、最終的には全周破断に至ったというふうに考えております。

次に、事故を起こした3号機のタワートップのボルトの調査の結果でございます。タワートップボルトの折損とこれらの点検の履歴ということでご説明をします。太鼓山風力発電所におきましては、表3-1にお示ししておりますけれども、3号機で、事故時を含めまして3度のボルト折損が確認をされております。最初のボルト折損が確認されて以降、平成20年6月が第1回目ですけれども、それ以降の定検につきましては、表3-2にお示ししておりますように、タワートップボルトの定期点検の内容ということでございますけれども、合いマークによる目視確認から、さらに年2回、タワートップボルト全数、10%ですけれども、6本のトルク確認を実施しております。また、平成24年2月には、定期点検後約2カ月、平成25年3月、これは事故時ですけれども、定期点検3カ月後と

ということでタワートップのボルトの折損が確認されたということでございます。

それでは、右のほうに移っていただきまして、タワートップボルト亀裂部のSEM観察及び破面のマクロ観察の結果でございます。お示ししているとおおり、タワートップボルトについても、疲労破壊ということでの疲労が起こっているということが確認をされております。

調査の結果でございますけれども、トルクチェックあるいは合いマークによる目視点検につきましては、緩みについての確認はできるということでございますけれども、ボルトの亀裂については確認ができなかったということでございます。

次に、風の評価につきましてご説明をさせていただきます。まず、各号機における平均風速と乱流強度の状況でございます。風車設置地点と避雷鉄塔、先ほど説明いたしました5号機の近くに避雷鉄塔ということで設置をしております。その風力のデータでございます。平均風速と乱流強度をLESモデルを用い、3次元非定常解析によって解析を進めております。ハブ高さにおきます無次元風速のベクトル、それと実地形の風速と平坦地形上の風速比のコンターの結果ということで、図3-1と図3-2にお示しをしております。少し見難いのですけれども、前のほうに風車が4つ、すぐぱっとわかると思うのですが、少し離れてあるのが6号機、もう一つ手前に風車の5号機と鉄塔がございます。少し見難くて申しわけございません。これにつきましては、風向につきましては西側からの風ということで、この領域図でいいますと右下から左上に吹いているという状況でございます。

図3-2、これも白黒で非常に見難くて申しわけないのですけれども、色の濃いところが、風の加速、増速しているといった状況が確認できているところでございます。太鼓山につきましては、西側に崖地形ということでございまして、この影響によって、風車地点における増速が確認されているという状況でございます。

全体の調査結果の状況でございますけれども、風車全6基の平均風速と乱流強度の調査の結果でございます。各号機の年平均風速につきましては6.5～7.26ということで、風車の国際基準（IEC）、今回は+2ということでございますけれども、この値よりやや低くなっております。また、風向偏角は各号機による違いはほとんどみられておりません。また、ハブ高さ50メートルにおきます吹き上げ角の状況でございますけれども、これについても、ほぼIECの規定の範囲内におさまっております。ただ、西方向に一部高い値ということでございます。

風速別の風方向の乱流強度につきましても、各号機に大きな違いはみられておりません。ただ、乱流強度につきましても、I E Cの値におさまっておるのでございますけれども、風直角方向の乱入強度、あるいは鉛直方向の乱流強度につきましてもI E Cの値を上回っており、特に先ほど申しました西方向からの風について、大きな乱れがあるということが確認をされております。

そういった内容をグラフのほうでお示しをしております。6基のそれぞれの値を入れておりますけれども、少しわかりにくくて申しわけございません。おおむねの分布状況ということでご確認いただけたらと思います。

次に、3枚目に移っていただきまして、風車の支持物でありますタワー構造解析の結果についてでございます。まず、先ほど申しましたように、タワーの破断、あるいは3号機につきましてもこれまでボルトの折損等が確認されているということでございますので、ボルト折損時におけるタワートップ、特に溶接部への影響を明らかにする必要があるということで、F E Mによる解析を実施しております。その結果でございます。当該風車につきましては、ローター側に重心位置があるということで、その対面側、背面側でございますけれども、そちら側のタワートップボルトに引っ張り応力が作用しているという状況でございます。

また、ボルトの折損によって、タワートップの溶接部の引っ張り応力が著しく増大するということが確認をされております。この応力集中によりまして疲労が蓄積、短時間でのタワー破断に至ったものというふうに推測をしております。図3-6のほうに、風車の全景あるいは構造概要、F E Mのモデルということでの図面を入れさせていただいております。

右側のほうに、ボルト折損がない場合の応力度と、下のほうにボルト17本を折損させた、開放させたときの応力度の分布を入れさせております。大きな引っ張り応力が作用しているという状況であります。

次に、(5) タワー損傷部の疲労寿命の検討結果でございます。当該3号機につきましては、平成23年12月14日の定期点検の後、平成24年2月4日に17本のタワートップボルトの折損が発見されております。また、平成24年12月22日の定期点検の後、ナセルの脱落事故が発生をいたしました。このときもボルト14本の折損、あるいは緩み、これは事故後の調査の結果でございますけれども、確認をされております。ボルトの折損の期間は、合計約5カ月、130日という状況でございました。

これらのボルトの折損を考慮したタワーの疲労寿命を評価し、タワーに疲労亀裂が短期間に発生する可能性を調査いたしました。ボルト折損は冬季に発生していることや、風況調査の結果から、冬季は風がほぼ西から吹いているといったことから、西風時のタワーの疲労寿命を評価しております。

その評価結果につきましては、その下の表のほうにまとめて表示をさせていただいております。ケース1につきましては、ボルトが正常、IECの標準的な風況ということで、疲労寿命につきましては27年といった結果になっております。それに対しましてケース2、ケース3でございますけれども、ケース3につきましては、現地の風の状況を考慮し、ボルトの17本の折損を条件としたものということで、疲労寿命の結果は0.25年、約3カ月といった状況の結果になっております。

調査の結果のまとめでございますけれども、IECの標準乱流モデルにより評価された風車タワー溶接部の疲労寿命は、設計疲労寿命の20年より長く、現地の乱れを考慮しても、設計寿命内に風車タワー溶接部が疲労損傷には至らなかった。一方、ボルトが折損した場合には、応力集中によりタワー損傷部に過大な応力が発生し、その結果、タワー損傷部の疲労寿命は、ボルト正常時の100分の1程度に短くなった。ボルト折損時におけるタワー損傷部の疲労寿命はボルト折損の期間とほぼ一致したことから、当該事故風車のタワーの損傷はボルトの折損により引き起こされたことと推定されます。

最後に、事故原因のまとめということでご説明をします。右側でございます。タワーの破断面調査、タワートップボルトの調査、風の評価、構造解析、風応答解析から、事故原因は以下のとおりでございます。タワートップフランジの溶接止端部近傍の内部で疲労亀裂が発生、疲労破断から延性破断に変化して円周方向に進展。最終的に全周破断に至り、ナセルが落下した。また、タワートップボルトの調査により、多数のボルトの折損状態であったことが確認されております。

2点目としまして、風の評価、構造解析及び疲労寿命評価の結果から、タワートップボルト17本折損時にはタワー溶接部にボルト正常時の約3.2倍、スラスト力が50キロニュートンの場合ですけれども、引っ張り応力が作用し、約3カ月で疲労損傷に至る結果を得た。ボルト折損時の疲労寿命はボルト破損の期間とほぼ一致したことから、当該事故風車のタワーの損傷はボルトの折損により引き起こされたことと推定された。

以上が事故原因のまとめでございます。

次に、再発防止策につきましてご報告させていただきます。今回の事故原因の解明結果

より、タワートップボルトの折損が事故の原因であることから、ボルトの亀裂を早期に検知し、ボルトの維持管理に重点を置いた再発防止策を策定いたしました。

まず1点目といたしましては、点検方法の見直しでございます。ボルトの亀裂の早期発見ということで、これまでの点検に加えて、超音波探傷試験が非常に有効かつまた確実であるということがわかりましたので、ボルトの健全性を確認するため、通常の打音あるいは目視点検等に加えまして、超音波探傷試験を点検項目に追加し、安全を期していきたいというふうに考えております。超音波探傷試験での確認方法につきましては、図5のほうにお示しをしております。なお、運転再開後は、3カ月をめどに実施をし、安全の経過確認をしたいというふうに考えております。

(2)のほうでございますけれども、それに伴うマニュアルの整備ということでございます。超音波探傷試験のマニュアル整備、あるいは亀裂を発見したときのボルトの取りかえといったものについてのマニュアルを整備したところでございます。

最後に、まとめをさせていただきます。今回のナセル、ブレード落下事故に関する原因究明では、風応答解析、各種解析を実施するとともに、タワー及びタワートップボルトの破面調査、破面SEM観察を行った結果、ボルト折損によりタワー溶接部への引っ張り応力が著しく増大し、溶接止端部近傍の内面で疲労亀裂が発生し、ナセルが落下したことが明らかになった。現在の定期点検の内容ではボルトの亀裂を発見することができなかったため、ボルトの折損から最終的にタワーが破断する事態となった。

これらの事故原因を鑑み、タワートップボルトの亀裂を早期発見するため、超音波探傷に加えて定期点検の実施、施工管理、施工マニュアルの整備による再発防止対策を策定させていただきました。

なお、他号機につきましては疲労亀裂がないことを確認いたしておりますので、今後は再発防止対策を確実に実行するとともに、風力発電所の安全管理・運転に努めていく所存でございますので、よろしくご審議をお願いいたします。

○勝呂座長　　どうもありがとうございました。

それでは、ここで一旦質疑にしたいと思います。まず、ご不明な点、ご質問等がありましたら、よろしくお願ひします。――よろしいですか。

どうぞ。

○奥田委員　　国総研の奥田です。わからないところがあったので教えていただきたいのですが、今回の原因が、ボルトの疲労による破断が被害発生最初のきっかけであると理

解しました。被害発生前にボルトの疲労破断が発見されたのが平成24年2月で、疲労破断を起こすのに約3カ月、つまり数カ月程度で疲労破断を起こしたということになります。それ以前の定期検査では、ボルトの破断があったのかもしれないけれども確認されていなかったということでしょうか。平成13年運転開始ですから、10年間は定期検査をされていたと思うのですが、そのときにはボルトの破断ということはなかったということなのですか。

○京都府 資料3-1のほうに、ボルトのこれまでの状況をお示しさせていただいております。3号風車につきましては、平成13年11月から運用、発電を開始しております。平成20年6月にボルトの脱落を確認したというのが、初めてボルトに損傷があったということを確認したときでございます。約7年間。

○奥田委員 そうしますと、その7年の間もボルトは破断しなかったと。けれども、その後は数カ月でボルトが破断したという事実と考えていいですか。どうしてそのボルトが7年間は破断なくて、その後の交換したボルトが3カ月か数カ月程度で破断したのかというのがよく理解できなかったのですが。

○京都府 この表につきましては、それぞれボルトが脱落という状況の中で、全数点検をしたという状況の中で折損。これはボルトがフランジ面についている状態で確認されたようなところですが、そういった状態で、それぞれのネジ部での亀裂、あるいは首下での亀裂といった状況が確認された状況でございます。基本的にはトップフランジボルトにつきましては、ここにある状況の中で7年後、あるいは定期点検、例えば24年2月ですと23年12月14日に定期点検をやっておるのですけれども、そのときには、例えば締めつけトルクの確認というものも含めてやっておりますけれども、全く亀裂等あるいは異常というものについて確認はできなかったという状況でございます。

○石原委員 今の説明は多分理解されません。ページからいうと3ページのところで、「点検方法等の見直し」という項目がありまして、そこにボルトの亀裂、をみつけることができなかった理由を示していると思われまして、これでよろしいかどうかを確認させていただきたいのですが。定期点検では、ボルトに緩みがあるかについて合いマークでチェックすることと、トルクをチェックすることです。実際亀裂が入っているかどうかは、このマニュアルではわからないということで今まで問題があったというふうに理解してよろしいですか。

○京都府 それで結構でございます。

○石原委員　したがって、定検のとき問題がないということは、あくまで緩みのないこととトルクがちゃんとマニュアルを満たしていることだけであって、実際そのときは既に亀裂が入っていることもあり得るといふふうに理解してよろしいですか。

○京都府　そのように理解していただいて結構です。

○石原委員　わかりました。ありがとうございます。

○奥田委員　もう一度お願いします。私の理解でございますけど、これまでの定期点検では、ボルトの緩みは確認しているのだけれども、既に疲労により破断が進展していたボルトが幾つもあって、ボルトを交換したのも、明らかに脱落しているとか、そういうのでわかったものだけを交換していたという、そういう理解で良いですか。つまり、ほかにもそういう破断が進展しているボルトがあったのだけれども、それを交換しなかったから、という理解でいいですか。これは誤解ですか。

○京都府　ご説明させていただきます。まず、20年6月でございますけれども、そこに書かれておりますように、損傷が確認されたボルトについては6本でございます。それ以外に反対方向、ちょうど主方向、西側に位置するボルト、それと反対方向、東側なのですけれども、そういったところにも緩みが確認されたというのが20年6月の状況でございます。当然、折損あるいは亀裂が確認されたボルトに加えて緩みが発生したボルト、あるいは緩みの発生した対角上にあるボルト関係についても、一応全てこのときに交換をさせていただきます。また、24年2月4日につきましては17本の損傷が確認されておるのですけれども、このときも脱落したものと、それ以外にトルク確認等によって確認がされたものといったものでございます。取りかえにつきましては、周辺のネジも含めて取りかえを行ったという状況でございました。

以上でございます。

○勝呂座長　ちょっとわかりにくいのですが、例えば今の表3-2の右側の上のほうに、14年から16年までは680ニュートンメートルでトルクを確認していて、17年から20年の間は合いマークだけですよね。ということは、この辺は、本当は故障しているやつが含まれていた可能性というのはあるのですか。

○京都府　そうです。サービスマニュアルのほうは、初期運転のときのトルク確認である程度順調に、点検結果が問題なければ合いマーク確認で、目視確認で終わるといったところだったのですけれども、合いマークにつきましては、ボルトの頭とフランジ部にマーキングをしておりますので、その位置で仮に折損がボルトの中で発生した場合は確認でき

ていないという可能性はあります。

○勝呂座長　ほかに。どうぞ。

○奥田委員　これはトップのリングのところのボルトなのですが、ほかの部分のリングのところのボルトは、こういう問題はなかったと理解していいですか。

○京都府　タワートップ部のフランジ以外での問題はございませんでした。

○勝呂座長　ほかにはよろしいですか。ちょっと時間がないので、次に行かせていただいて、最終的にまた全体でご質問があればということで。

次に、資料2-1と2-2でシーテックさんから、ウインドパーク笠取の事故報告書と再発防止策の実施についてということで説明をお願いします。ちょっと延びていますので、10分間でよろしくをお願いします。

○株式会社シーテック　三重県の青山高原のところで風力事業をやらせていただいています株式会社シーテックの伊藤と申します。メーカーの日本製鋼所の吉田と、今回の事象についてご説明をさせていただきます。すみませんが、座って説明させていただきます。

資料でございますが、A3の2-1とA4の横の2-2がございます。2-1のほうは非常に文字が多うございますので、2-2の資料で簡潔にご説明をさせていただきたいと思えます。

まず、2-1でございますが、ウインドパーク笠取のサイトの概要だけ簡単にご説明させていただきます。三重県の津市と伊賀市の行政界のところにございまして、19基建ててございます。3万8,000キロです。19基ございますので、1期工事と2期工事に分けてございまして、1期工事というのが1号機から10号機、2期工事というのが11号機から19号機という形で、今回CK-19というものが、ナセルが脱落をしております。風車設備でございますが、風車は株式会社日本製鋼所さんの2,000キロワットの風車でございます。

2-2の資料でご説明をさせていただきますが、まず事故時の気象状況。ページ数が右の下に書いてございますが、ないところもございますので、ちょっとご了承をお願いします。まず、1ページのところですけれども、事故時の気象状況でございますが、4月6日より発達した低気圧に見舞われておりまして、ウインドパーク笠取においては、4月7日の未明より風速20メートルを超える風が吹いておりました。CK-19号機においては、16時27分に最大瞬間風速42メートルを記録しておりまして、事故によるデータ消失直前の平均風速は27.9メートルを記録してございます。

事故の状況でございますけれども、発電機、ナセル、ブレードがタワーから脱落をしております。ナセルとタワーを接続するボルトは、108本が破断をしております。タワー高さ65メートルですけれども、中央付近で約5度程度屈曲をしております。ブレードですけれども、3枚全てが原形をとどめておらず、一部はタワーに巻きついた状態という状況でございます。それについては、2ページに写真と、3ページにそのときの時間の経過が書いてございます。

4ページのところで事故原因というものがございしますが、こちらで事故原因のほうをご説明させていただきます。まず1つ目として、ピッチモーターブレーキを構成するスプラインというものがあるのですが、後ろのほうの9ページと10ページに、このピッチモーターブレーキのスプラインのところが写真と絵で描いてございます。このスプラインが不適切な材料で製造されていたと。実際はアルミ合金で製作をされておりました。ということで、スプラインがアルミ合金ということで、軟らかいということで異常摩耗が発生をしております。3枚のブレードとも、ピッチ角を保持するブレーキ力が規定の5分の1以下に低下をしております。なぜブレーキ力が低下したかということは、10ページの絵をみていただくとわかるのですが、スプラインが摩耗したことによって、その摩耗粉が、ブレーキライニングというものがあるのですけれども、可動板と固定板の間にこの摩耗粉が入ったという形で、ブレーキがすべるような格好になったという形でブレーキ力が低下しております。これによってフェザリング状態を保持できなくなりまして、3枚のブレードが同時に風を受ける位置になり、ローターの過回転が発生しております。通常は19回転でございますが、脱落する寸前は58回転、約3倍の過回転が発生しております。

2つ目として、ローターの過回転により大きくブレードが変形しております。これは7ページのところに模擬の絵を描いてございますが、ブレードが非常に大きくたわんでおります。これがたわんだことによって、タワーにブレードが接触をしております。ナセルとタワーを結合するボルトに設計荷重を超える剪断応力と引っ張り応力が作用したことにより、ボルトが破断しております。そしてナセルが脱落をしていると。このとき、ボルトですけれども、剪断応力によるものが108本中の3分の2、引っ張り応力によるものが3分の1ございました。このナセルの脱落というものは、A3の3枚目の左上のほう、参照になりますけれども、SEM解析等させていただきました結果、ストライエーション、要は疲労断面のようなもの、うろこ状になっているものではなくて、金属疲労によるボルトの剪断ではなかったということがわかっております。

3つ目として、過回転が発生した場合に風車を停止するための機能として安全回路、セーフティチェーンというものが設けられていましたが、ピッチモーターブレーキが正常に働いているというのが大前提でございます。ですので、今回このピッチモーターブレーキに異常があった場合には、このセーフティ回路というものが機能できずに、過回転防止機能として不十分であったということが事故の原因となっております。

それに対して、事故の再発防止策というものでございますが、数ページめくっていただくと、8ページのところに一覧表、再発防止対策のまとめ（1／2）というものがございます。まず1つ目として、根本原因としてピッチモーターブレーキを構成するスプラインが不適切な材料で製造され、異常摩耗が発生したということがございます。ですので、これの対策として、1つ目、スプラインの材質をアルミ合金より耐摩耗性能がすぐれるステンレスに変更しております。これについては、1号機から10号機については1工区、11号機から19号機が2工区なのですが、メーカーが違うということで今回、アルミ合金性のものを使っているのは2工区のみという形で、11から18号機に対して適用させていただいております。

これについては、アルミ合金からステンレスにかえたものについて、材質変更にあったものは100万回の繰り返し評価試験をさせていただいております。耐摩耗性能は、アルミ合金に比べて約7倍に向上するというを確認しております。この後、300万回まで試験をやらせていただいておりますが、約220万回のところでほぼ摩耗がサチっているという状況でございましたので、100万回と220万回のところの摩耗性能がほとんど変わらなかったと。そこから、220万回以上ほとんど摩耗が進まなかったということでございますので、300万回で一応打ち切りをさせていただいております。

2つ目として、点検周期の見直しとマニュアルの修正ということで、これは1号機から18号機全てに適用させていただいております。ピッチモーターブレーキの点検周期というものが今まで3年に1回というものでございましたが、これを6カ月の定期点検ごとに行うという形で、6カ月に1回に見直させていただいております。そして、ブレーキのギャップのギャップ量が規定値内であるかということを確認させていただいております。

あと、3ページぐらいめくっていただくと11ページ、まとめの2／2というものがございます。根本原因の2つ目、ピッチモーターブレーキの保持力の低下を事前に検出する機能がなかったという形で、ブレーキにチェック機能をつけるという形をとらせていただいております。ピッチモーターブレーキ保持力のチェック機能を追加。これは1号機から1

8号機、18台全てに適用させていただいております。ピッチモーターブレーキの保持力が正常であることを確認するために、自動的にブレード1枚ごとにモーターに所定のトルクをかけ、モーターが動かないことを確認させていただいております。

また、低気圧通過前、後などのあらかじめ強風が予想されるときには、適宜手動にて実施し、ブレーキ保持力が正常であることを確認させていただくという対策をつくっております。

3つ目、過回転発生時の風車停止機能として安全回路が設けられていましたが、ピッチモーターブレーキに異常がある場合には機能できず、過回転防止機能として不十分であったということに対しては、回転数制御によるローター過回転防止機能の追加というものを、1号機から18号機に適用させていただいております。

風車がフェザリング状態で待機している、これであれば回転はいたしません。にもかかわらずローター回転数が許容回転数、3回転を超えた場合には、コンバーター制御により発電機をモーター駆動させ、ローター回転数を抑えるように自動制御をする。これは発電機を逆の扱いで電気を供給してやって、誘導電動機というような格好で反対にモーターを回してやるという形で、3回転に回ったものに対して、それを抑えるというような仕組みでございます。それについては14ページに描いてございますので、これはみていただければと思います。

最後の15ページでございますが、再発防止対策の実施状況という形で、今回この再発防止策を策定させていただいて、7月21日をもって運転開始をさせていただいております。この再発防止策の実施状況でございますが、まず1-1として、スプラインの材質を耐摩耗性がすぐれるステンレスに変更。これにつきましては、4月7日に事故が起きておりますが、4月27日までに全てのアルミ製のスプラインをステンレス製に変えております。摩耗性の検証のため、13号機の3軸のスプラインを10月15日に取り外しをさせていただいて調査を行っておりますが、摩耗は確認されずに良好であったという結果が出ております。

2つ目、点検周期の見直しと定期点検マニュアルの修正。これは、5月31日までに点検周期及びマニュアルの修正を実施しております。修正したマニュアルに基づき、定期点検を10月中旬から実施させていただいております。

対策2、ピッチモーターブレーキ保持力のチェック機能を追加。これは、6月末までにピッチモーターブレーキの保持力を定期的にチェックするためのプログラムの導入を完了

させていただいています。週1回の頻度及び台風、低気圧の通過の前後に実施をさせていただいております。今現在、ピッチモーターブレーキは正常に動作するということを確認しております。

3つ目として、回転数制御によるローター過回転防止機能の追加ということで、これは6月末までにローター過回転防止機能のプログラムの導入を完了しております。現時点で風車がフェザリング状態で待機中に3回転を超えるという事象はございませんので、この機能が起動したという実績はございませんが、一応シミュレーションというか実際に模擬的にやって、試験上問題ないということがわかっておりますので、問題はないかなと思っております。

以上をもって、再発防止対策が正常に機能しているということが、7月21日から約3カ月半でございますけれども、わかってございます。私どもシーテックは、今回の事故の教訓を生かし、さらなる安全の向上に努め、社会から安心・信頼される事業運営を目指していきたいと思っております。今後とも当社事業に対するご理解とご協力を賜りますよう、よろしくお願いいたします。ありがとうございました。

○勝呂座長 どうもありがとうございました。

では、今の説明にご意見、ご質問等あったらお願いをします。――よろしいですか。

どうぞ。

○奥田委員 この対策は、私は非常にいいことだと思っておりますが、これはあくまでも今回事故を起こした笠取のCK-1から18に対する対策ですか。それとも、ほかの風車とかにもこういうのを活用される予定なのでしょうか。

○株式会社シーテック 私ども、ほかのメーカー製のものをもってございますが、仕組みがちょっと違うものですから、そこには適用できるものとできないものがございます。こういった点検修理のマニュアルとかそういったものはできるのですが、このピッチモーターブレーキの検出をする機能というものについては、ほかの風車に私どもとしては適用できないものですから、これは適用させていただいておりません。

○勝呂座長 よろしいですか。

○奥田委員 はい。

○勝呂座長 ほかにご質問は。――よろしいですか。何か気づきの点とか。

私、ちょっと個人的なあれなのですが、この事故は実は過速度、いわゆるオーバースピードをすごくして、風車は私の考えでいうと、絶対にオーバースピードをさせては

いけないという機械だと思っているのですね。そういう面で、ここでの対策としてはこれ  
でということになると思うのですけれども、これはシーテックさんだけではなくてほか  
の全メーカーともなのですけれども、オーバースピードを絶対させないという覚悟をぜひ  
強くもっていただきたいというのを一言いいたかったのですね。よろしくお願いします。

ほかによろしいですか。どうぞ。

○青木委員 資料2-2のほうの4枚目で、これをみると、タワーの脚部も結構損傷し  
ているような絵になっているのですが、タワーの脚部は健全なのですか。何をいいた  
いかというと、基礎はそのまま使って、またここに建てる予定なのですか。

○株式会社シーテック 基礎でございますが、来週、津市さんの建築主事さんのほうに  
ご相談に上がらせていただくつもりでございますが、今のところ、基礎とチューブアンカー  
については健全性の確認というものの、いろんな試験をさせていただいたところ、問題はな  
いという結果が出ております。FEM解析とか、コンクリートの中をмонで内視鏡を入れ  
たりとか、今のチューブアンカーの高さ、レベルですね、あとPCDの間隔、そういった  
ものも全部確認をさせていただいたところ、建設当時とほとんど変わりがないと。建設の  
ときの設置±2ミリとか、そういった基準の中に全ておさまっておりますので、そう  
いったデータ等を来週おもちして、建築主事さんのほうにご相談をさせていただいて、この  
基礎が本当に利用できるかというものは、またその後確認をしていきたいと思っております。

○青木委員 検討されているということですか。

○株式会社シーテック はい、そうです。

○青木委員 わかりました。ありがとうございました。

○勝呂座長 それでは、ちょっと時間がないので、また後でもご質問があればと思いま  
すので、次に行きたいと思えます。

次は3-1と2で、ユーラスエナジージャパンさんから、苫前グリーンヒルウインドパ  
ーク事故報告書ということで説明をお願いします。繰り返すようではございますけれども、時間が迫  
られていますので、10分以内でということをお願いします。

○株式会社ユーラスエナジージャパン ユーラスエナジージャパンの榊原と申します。  
お隣は、風車メーカーでシーメンス・ジャパンの青木でございます。

時間の関係もございますので、概略版のほうの資料3-2のほうでご説明をいたしたい  
と思えます。

まず、苫前のサイトの概要でございますけれども、当初は計画出力が20メガワットということで、1999年11月に運開したサイトでございます。風車メーカー、当時はボナスエナジー、現シーメンスでございます。計画出力は、特徴的なのですけれども、1,000と200の大発、小発の極数切りかえ方式というタイプを採用しております。

事故の概要でございますけれども、発生した日時は9月5日の4時44分ごろということでございまして、状況は図3に示すとおり、主軸が破断しまして、ローターハブ（ブレード3枚含む）が落下したということでございます。

2章、事故状況でございますけれども、当日の気象状況については、せいぜい風は8.7メートル程度ということでありまして、特に台風とか雷とかそういったものは発生しておりませんでした。（2）で風車の状況でございますけれども、風速回転数、出力等々特筆すべき異常というものはみられておらず、過回転等はなく、そのまま下へ落下したというふうに考えております。アラームログとしましては、オーバースピードVCUという、いわゆる過回転を示唆するようなエラーメッセージは出ていたのですけれども、これについては制御計のセンサーが破断しまして、B接点のほうに戻りましたことでエラーを発報したものであるというふうに考えてございまして、過回転の様相はみられておりません。

（3）で風車の破損状況でございますけれども、図4のほうが落ちた側、ハブ側でございます。こちらのほう、現地を確認した結果、専門家の先生にもみていただいたのですが、典型的な疲労破壊の様相ということでございました。また、亀裂の発生起点というふうに思われる箇所は、図4をみて、3カ所はあるというふうに現地のほうで判断されました。

一方で、折れた反対側のほうのナセルについては、図5に示すとおりでございますけれども、こちらのほうはローターカバーが落下した衝撃等によって、本来下にあるべきカバーが逆に上のほうに行ってしまったために、主軸そのものは、この時点では半分程度にしかみえなかったわけなのですが、調査の結果、主軸の直径は本来530ミリあるところ、510しかない。また主軸の周りは、本来はリングがないのですが、20ミリ幅のリングがあった。主軸段付き部の曲率半径Rについては、本来10ミリのところ1ミリ程度であった。また、設計上で溝があるはずなのですが、溝はないということは、この現地調査の断面で確認されております。また、ナセル等の状況については、ローターハブ落下に伴いまして、へこみ等、またすき間がないというような状況もみられました。

ブレードについては3枚とも落下してございまして、ブレードの損傷とかFRPの飛散物

の損傷等もございました。ただ、過回転に至っておりませんので、飛散物の範囲については、タワーからせいぜいブレードの半径内というような状況でございました。タワーには一部へこみがありますが、それ以外の傷はなく、基礎にも特に異常はみられませんでした。

その次、第3章のほうの主軸の概要でございます。本来の原設計については、図-6及び図-7のようになっておりまして、軸受けの入る部分とその先に段付き部がございますが、そこは応力が集中しますので、 $R=10$ の曲率の加工がなされております。また、当該主軸の材質はFe510の規格品でありまして、低炭素鋼であるということがわかっております。

(2)、ここでは主軸の履歴を整理したものでございます。運開当初から約12年間は、7号機のほうでこの軸は使われておりました。その後、2011年12月に軸受けの焼付きが発生しまして、主軸と軸受けを交換することになりました。交換した後に、国内の修理業者のほうに持ち込みまして修理をしておりまして、その後、予備品ということで保管されたわけなのですが、この修理の段階で原設計と異なる修理がなされたということでございます。その後、当該主軸は予備として置かれていたわけなのですが、2010年5月に11号機のほうで軸受け破損が発生しまして、当該予備品と交換されました。その後1年3カ月運転をした後に、9月5日にローター一部が落下したというような経緯でございます。

ここで、どのような修理をしたかということでございますけれども、焼付きを起こした主軸を国内業者のほうに運び込んだときには、本来530ミリあるところ526ミリで、原設計よりも小さくなっていったということはわかっています。ということから、機械旋盤によりまして直径200ミリ程度旋削しまして、そこに厚さ10ミリのスリーブを焼きはめしております。また、曲率半径Rの加工はなされておらず、図-8、図-9で示すように直角であったというふうなことになっております。

めくっていただきまして、以上の状況を踏まえまして原因調査をいたしております。4章のほうで主軸破断面の調査でございまして、マイクロ스코プ、顕微鏡等で破断面の確認をしております。図-10のほうには、落ちたハブ側のほうの主軸破断面を示しております。ここでは領域1番、2番というふうに書いてあるのですが、領域1番のほうでは、亀裂1、2、3というような典型的な疲労破壊特徴のビーチマークと呼ばれるものが確認されております。領域2番は凹凸が激しく、こちらのほうが最終破断面というふうに推定されました。また、亀裂の1番、2番、3番には、いわゆる疲労亀裂発生する際

に出てくるステップとか破断面の傾きというような典型的な特徴も確認されております。

ナセル側についても、ほぼ同様にそういったステップとか破断面の傾きというものが確認されております。当該主軸については焼付きの経緯がございました関係から、焼付きの原因というものが考えられたわけなのですけれども、今回調査を行った結果、ステップと傾き、両方とも確認されております。焼付きのときに起こったのであれば、10ミリの旋削のときに削られてなくなっているはずのものが、今回あるというふうなことでございますので、やはりこれは加工によるのが原因であろうというふうな推測をしました。

これらの調査結果をまとめますと、主軸は疲労破壊により破断したということでありませう。亀裂は4カ所から発生しております。亀裂は全て、加工不良による応力集中によるものということでございます。レプリカを採取しましてレーザー顕微鏡で観察をした結果、R部、幾らかは残っていたのですが、実測の結果、1.72ということが確認されております。

右のほうに行きまして第5章のほうは、定量解析を行っております。まず最初は、段付き部のほうの応力解析ということでございまして、原設計のR10とR1、2、3をまず解析しまして、実測したR1.72の応力集中係数というものを求めました。その結果、R部のほうの円周方向にはやはり応力集中があるということが確認されまして、R1.72の場合には原設計に対して応力集中係数は1.8倍。よってこの結果から、初期進展の亀裂の深さを推定しますと、約2ミリというふうに推定されました。

(2)で亀裂発生評価を行っております。繰り返しを与えまして、S-N曲線のほうから判定をしております。原設計のR10の場合には、20年間の運転でも疲労亀裂は発生しないというふうな評価になったのですが、R1.72の場合には数カ月の運転で疲労破壊に至るとということが確認されております。

(3)で亀裂進展の寿命評価を行っております。(1)、(2)で求めた指数を用いまして計算をいたしましたところ、運転を開始してから1年から2年程度で破断に至るという結果になりました。実際は取りかえてから462日で破断に至っておりますので、解析のほうとほぼ一致しているという結果でございます。

ということで、これらの結果をまとめますと、第6章のほうに記載のとおり、疲労破壊により破断しておりまして、それは修理が不適切な加工をしたためということがわかっております。

3ページのほうに移らせていただきます。こちらのほうでは、同型風車が何基かあるも

のですから、同型風車の健全性を確認するために超音波検査を実施しております。この検査については、風車メーカーさんのほうで主軸だけの状態、そして模擬的な傷をつけた状態でまず試しにやってみて、傷が検知できるということを確認した上でやったわけなのですが、実際ナセルの上に乗った状態の主軸をやっておりまして、ということは、軸受けがついている状態なわけです。軸受けがついているので、軸だけでやるのに比べて感度は少し悪かったという点もあるのですけれども、結果について整理をしますと、6基については明確な判定が難しいというふうな結果になっております。そのため、1基については主軸を地上におろしまして、精度の高い追加調査を実施する予定です。5基については、非破壊検査を定期的の実施することが推奨されております。

また、これとは別に、25基の同型機器のうち4基を抽出しまして、主軸を大地におろしまして浸透探傷と磁粉探傷を行っております。その結果、3基については問題なかったわけなのですが、1基のみ、平行方向に長さ12ミリの傷が確認されています。これは応力集中による傷とは90度逆の方向でありますので、応力集中によるものとは考えられず、ひっかき傷であろうというような見解をもっているのですが、現在、引き続き当該軸については調査中でございます。

8番、再発防止対策でございますけれども、事故の原因にかかわったものは主軸の不適切な修理ということでございましたので、これについて弊社のほうでは、重要部位に関する修理方針を徹底しまして、原設計の変更となる修理は行わないということを通達しております。2番目で、重要部位に関する修理部品の使用方針の徹底ということで、原則としては純正品を使用するということを通達しております。また主要設備については、発注時の仕様書作成と、社内のほうに購買組織を設けましたので、そちらのほうでの審査、検収の徹底ということを通達しております。

今回の事故のきっかけは、主軸軸受けの焼付きにあったわけなのですが、そちらのほうを防止するため、主軸軸受けのほうに温度センサー等センサーを設置しまして、センサーを動作させることによりまして風車をとめるということを考えております。また、主軸管理手順についても見直す予定でございます。

また、それとは別に弊社のほうでは、設備状態の見える化ということでカルテをつくることを考えていたりとか、従業員の技術・技能向上のために研修の中身についても見直すことを考えております。

以上のような再発防止対策を早期に実施をさせていただきまして、安全・安定な操業を

続けていくよう努力いたしたいというふうに思っております。ご清聴ありがとうございます。

○勝呂座長 どうもありがとうございました。

それでは、今のご説明に対して、質問、ご意見等ありましたらお願いします。

どうぞ。

○若尾委員 今ご説明いただいた資料で2ページの6のところ、指示が不十分であったために加工不良とあるのですが、指示が不十分であったということは具体的にどういうことだったのか、もう少しご説明いただいてもよろしいですか。

○株式会社ユーラスエナジージャパン 今回、主軸のほうで焼付きを起こしたわけで、修理しようというふうになったのですけれども、弊社のほうからその会社に対しては、まず見積もりを要求しました。見積もりが返ってきたところで、その中にはスリーブの加工というものは実は入っていたのです。それをもって、うちのほうでは特段気にすることはなく、そのまま注文書を発行したというふうなことでございまして、要は当社の不十分というのは、指示そのものをしてなかったというふうにとってもらえればいかと思います。必要な指示、例えばRをつけなきゃならないとか、そういった必要な指示というものをきちんとしていなかったということが反省点だと認識しております。

○若尾委員 わかりました。ありがとうございます。

○勝呂座長 ほかに。——よろしいですか。

それでは、次に、発電協会さんからの説明ということでお願いをします。資料4-3です。風力発電所の公衆安全対策ということでお願いいたします。

○日本風力発電協会 一般社団法人日本風力発電協会の副代表理事の塚脇でございます。隣におりますのが松島でございます。

本日は、私どもの再発防止にかかわる提案をさせていただくのに先立ちまして、私どもの業界から3件連続、ことしに入りましてナセル等の落下事故を起こしまして、皆様にご心配をおかけいたしましたこと、大変申しわけなく思っております。大変申しわけございませんでした。それでは、座らせていただきます。

私どものペーパーは、資料4-3というものをごらんになっていただければと思っております。

まず最初に、本題に入る前でございますけれども、このペーパーをつくるに際しまして、本件、私どもの業界としては非常に深刻に受けとめております。そのために、私どもの業

界というのは内外のメーカー並びに日本の風力発電事業を行っている事業者の大多数、建設会社、エンジニアリング会社、メンテナンス会社、さらにはコンサルティング会社というのが200数十社集まってできておりますが、4日から5日間、最後は有志だけになったのですけれども、半日を約1週間、集中討議をいたしました。それぞれの立場からそれぞれの話をしていただきまして、まとめられるものをまとめようということでまとめさせていただいております。

先ほどからの3社の発表にもございますように、風力発電業界の特徴といたしますのが、スタートいたしましたのが我が国では1990年代でございます。現在2013年でございます、1999年に輸入された風車、あるいは2010年代の国産及び海外の最新の風車では、技術水準が全く異なっておるということでありましたり、事業者によって100何十本、あるいは数百本をメンテナンスあるいは所有している事業者もいれば、1本だけをもってメンテナンスについても丸投げをしているというような事業者もおりまして、なかなか平均値というのが出しにくい業界ではございます。その中で、できるだけ全てに網羅できるような方法をとるというふうに考えたのが、これから説明するところでございます。

まず、1番の速やかに実施することが可能な対策というのは、これは全ての風車に対して直ちに行うべきであるということでございます。1. (1) サイト適合性評価の適切な運用、これは今後風車を建てていくというような場合に、FITのおかげもございまして、かなり風力発電事業に新しい参入者も出てきておりますが、その人たちがサイトの適合性評価と。風が吹いていればいいというものではなくて、その吹いている風の質をどういうふうにとらまえるか。それによってIEC設計基準等を前提とした適切な地点調査に基づく評価を行って、地点特性に適合した風車仕様を採用しなくてはならないと。これは過去1990年代、2000年代の前半に我々の業界が経験したことでございまして、このあたりにこのぐらいの風車を建てればいだろうという程度の予測で建てた風車は、ことごとく風の力により故障が頻発するというような結果になっております。ですから、まず入り口のところでそういうふうな厳格な基準を設けて運用をしようということが1つ。

それから、(2) 日常点検の充実・標準化・経年劣化対策、これは当然のことといえは全く当然のことございまして、このようなことをこの場で私がいわないといけないということについては遺憾に思っておりますが、先ほど申しましたように、事業者によってレベルの差が余りにもある業界でございますので、これを徹底しよう。当たり前のことを徹底するというところでございます。

タワートップフランジについては、通常運転状態であれば設置より10年経過後、サイトの風況等によっては設置者の判断において、10年経過前においても非破壊検査を確実に実施する。このような検査も事業者の中には自分たちでやっているところもございますので、それについてどの時点でやるかというのは、設計寿命の20年の半分を目安にしてやっていただくということでございます。

それから、メインシャフトについては、シャフト着脱時に非破壊検査を実施していただく。これも当然のことかと思っております。

風車メーカーは風車に対して、先ほど勝呂さんのほうからもございましたけれども、過回転というようなことがないような風車停止系のフェイルセーフ機能を実装していただく。これを確実にしていただく。設置者は、実装した機能の定期的な試験を実施して、これが機能することを確認するということをさせていただきたいと。

また、ボルト類の予防保全のために、ボルト折損時には当該箇所の点検及び交換を適正に実施する。

ボルト類につきましても、予防保全のために2年に1度、あるいは3年に1度、全ボルトを交換するというふうなことをやっている事業者もいますので、できるだけそういうトップランナーに追いつくような形で自主的にやっていこうと。

JWPAにて経年劣化対策のためのガイドラインを策定して設置者に周知し、レベルの向上を目指そうというふうに考えております。

(3) メインシャフト補修時には、必要に応じて工事計画届出書を提出していただく。メインシャフトの補修というのは、これは機械の根幹にかかわるところでございますので、勝手にやってもいいものではないのでございますけれども、今のところ勝手にやることをとめることができない状況でございますので、これにつきましては、工事届出書を提出する場合には強度計算等が必要になりますので、その時点で歯どめがかかるであろうということで、これを出していただくということでございます。

さらに、(4) 随時運転監視。SCADAシステム等によりまして、風力発電機というのは、通常であれば24時間監視ができるものでございます。エラーメッセージ等で、故障が出たら所有者あるいはメンテナンス事業者へ連絡が行くようになっているのですが、これが有効に活用されているかというような点から、常時運転監視をきちんと活用するという形で考えております。

以上の4項目につきましては、業界としまして直ちに協会の会員全てに徹底をしていた

だこうということで整理させていただきました。

2番目に、早期実施に向けて検討すべき対策ということで、こちらは直ちにというわけではないのですが、可及的速やかに、(1) 業界内の情報共有。これまでは事故情報を共有するということにつきましては、自分たちの弱みをライバルにみせると。特にメーカーさんなどもそうなのですけれども、というのがございまして、共有するというカルチャーが業界内になかなかございませんでした。これにつきましては、重大な事故につきましては情報を共有して類似事故を防止すると。防止しなければこの業界がなくなるのだというような危機感をもってこれに取り組みたいというふうに考えております。

設置者、風車メーカー、メンテナンス事業者のノウハウ管理の目的から、現状は技術情報の共有が進んでいないが、公衆安全に問題を及ぼす事故に関しては、設置者、メーカー、メンテナンス事業者で情報を共有しようと。

裏をめぐっていただきまして(2)、これはJWPA、私どもの協会の中に公衆波及事故調査委員会を常設しようと考えております。このような重大事故が起こったときに、果たして当事者だけの総括でいいのかと。これは業界の生死を握るような話になるものですから、業界として取り組みたいと。事故の真相と対策を専門的に調査・解析を行って、これは我々の協会の政策部会長と技術部会長が取り仕切ると。必要に応じて学識経験者の支援を受けるということで、先ほど申しました情報の共有にもつながるところでございまして、何が起こったのか、どうすればそれが防ぎ得るのかということについて、水平展開するためにこういうものを設置しようと思っております。

(3) 風車の正しい設置、正しい運用下での落下に対する風車メーカーの設計上の担保。これは風車メーカーさんに対して協会として要請していこう、要望するというところでございます。適切な地点調査に基づき、その地点に適合した風車が選定されていることが前提とはなりますが、適切な運用、保守が実施され、風車メーカーの推奨しない改造が行われていないと。これも全て当然のことでございます。当然のことが当然のごとく行われていた場合については、重大事故につながる可能性がある事象について、風車メーカーと設置者間で協働し、対策を講じる。

設置者は、異常時には速やかな停止措置を講じる。速やかな停止措置が講じられるような風車にするということは、メーカーさんの責任であるというふうに考えております。

風車メーカー以外による修理実施時における設置者、知見を有するコンサルタント、性

能認証機関等による構造や安全性に関する十分な検討を行うことが前提です。これは全て、風車メーカーがフェイルセーフであるというものをやるときの前提条件として整理させていただきましたが、当たり前のことばかりでございまして、このような当たり前のことが行われた場合、風車が壊れないということを風車メーカーには、覚悟といたしますか、これも当たり前なのですけれども、当たり前のことをいっていただかないといけません。これを何らかの形で表明していただこうと。

(4) 風車の過回転防止機構の機能確認並びに点検。風車メーカーは、風車の確実な過回転防止機構を具備する。風車の過回転防止機構については、定期的な機能確認、点検を実施する。過回転防止機構は停電時にも確実に動作し、風車を安全な状態に保持し得ること。この3番目が一番大事でございまして、通電している状況では風車はコントロールできている状況でございますので、危険はさほどございせんが、停電時、全く通電していない状況であっても風車の羽根が過回転しない、動かないというような機能を風車側にもたせていただきたい。このあたりのところを、今すぐということではないのですけれども、できるだけ早く風車メーカーさんにはやっていただきたいと。

さらに3のところでございますが、今後のさらなる安全性向上に向けた対策といたしましては、技術開発動向次第ではございますけれども、CMS (Condition Monitoring System) 等のセンサー導入を推進していこうと考えております。これは世界でも最先端のメンテナンス技術に通ずるところでございまして、振動の揺れを評価して異常を察知する。目視あるいは現地での点検のはるか前に異常の兆候を察知するということにつながるものでございまして、これを我々協会としましては、日本のメンテナンスモデルの一つのあり方だと考えておりますので、この技術分野において収斂していこうと思っております。

4. JWP A、我々の協会からの提案事項でございますが、(1) 設置者自身で情報収集や適合性の検討ができない場合は、設置者にかわり、サイト適合性やメンテナンス情報の合理性を確認・評価する独立機関の設置を提案しよう。これはどういうことかと申しますと、先ほど申しましたように、新規参入者がこれからも相次いでくるとおられます。1本だけの風車を持ちたいというような人たちが、その風車の運営・設置に当たって、確実に安全である、あるいは確実にそれがいろいろな意味で事故を起こさないというようなことをその人が確認できないのに建ててしまえる状況に今ありますので、それをきちんと確認・評価するような独立機関の設置を提案したいと思っております。場合によっては、JWP Aがその任を負わせていただいてもいいかというふうに自分では考えております。

さらに（２）、これは既に現在起こっていることですが、長期停止。停止から３カ月以上修理に着手する体制が整えられていない、もしくは３カ月以上修繕計画が策定されていない風車に対する国からの勧告の提案でございます。風車を既に所有している事業者の中にも、どうしていいのかわからず放置しているというようなケースがあるかと思われまます。そのような風車に対しては、私ども協会が民・民の立場で何とかしなさいといっても、それは強制力をなかなかもてませんので、何らかの形で国からの勧告をしていただけないかと。長期間停止している風車に対しては、修理に速やかに着手しなさいというようにしていただければ、それに対して我々が協会としてお手伝いすることはできると思っております。

設置者の管理下で計画的に実施している風車については、勧告に対して、現状・停止計画・運転再開予定等を設置者が回答する。これはどういうことかと申しますと、３カ月以上、風車のメンテナンスあるいは故障している風車を放置することがございます。これはなぜかといいますと、その風車の周辺の土地が農地でありましたりして、農作物の収穫が終わるまでは重機の搬入はやめてくれというような指示が、地主あるいは地元の自治体からあることがございます。そうなった場合には、半年後の修繕にせざるを得ないということもございますので、停止している中でも、その停止が計画的に停止をされて、完全にコントロールされているということであればいいのですけれども、それがされていないで長期停止しているような場合については、速やかに手を打たなければ、また重大事故につながる可能性があると考えております。

例といたしましては、モニュメントとして残っている風車というのが全国に何件かございます。これは風力発電機として発電をしているものではなく、モニュメントとして大型風車を残しているというところでございます。こうなると、センサリングも何もされておりませんし、ボルトの増し締めあるいは定期点検等も事業者のようにやっていると見えませんので、これらについては速やかなる撤去。これも民間の資産でございますので、一民間一般社団法人の風力発電協会が撤去しなさいといえるものではございませんので、このあたりにつきましても、ぜひ撤去の勧告を国としてやっていただけるような仕組みをご審議いただければというふうに考えております。

最後になりましたけれども、本当に私どもの業界、本件を深刻に受けとめておりまして、200数十社知恵を絞って、まず今のようなことを相談いたしました。これから風力発電というのは我が国にとっても重大な産業になるというふうに自覚しておりますので、より

安全な運転、皆様公衆の安全を脅かすようなことのないような形での成長をしていきたいと考えておりますので、ぜひご指導のほどよろしく願いいたします。

以上です。

○勝呂座長 どうもありがとうございました。

各種の提案を今いただきましたけれども、何かご意見等がありましたらお願いします。  
——よろしいですか。

はい。

○石原委員 大変すばらしいというか、恐らくここで考えられるほぼ全てのことが網羅されている。2点質問があるのですが、1番目は、速やかに実施する内容の中にある、新規に設置する風車のサイト適合性評価というのは、具体的にどういうふうにされるのかを教えてくださいということと、もう一つは3番目のところ、メインシャフトの修理とおっしゃっていますが、私の理解は、今回の事故を考えますと、風車のメインシャフトが切れると当然ながらナセルは落ちますが、実タワーのボルトが壊れると同じことが起こります。観点が違うのですが、支持物の観点からいうと、ボルトや溶接の亀裂が発生したときは、やはり工事計画届を出し直すというか、事故につながる非常に重大な問題だと理解しているので、その辺についてはどういうふう考えているのでしょうか。

○日本風力発電協会 まず、サイト適合性評価の適切な運用でございますが、私ども風力発電事業を行い始めました1990年代と現在では風況のシミュレーション技術が大きく異なっておりまして、当時は、風速はどのぐらいの風がどの方角から吹くかという程度のシミュレーションだったのですが、今はどの方向から、上から下から横から、乱流がどのようになっているかというところまでのシミュレーションがきちっと出るようになっておりますので、それを風車メーカーに提示をして、風車メーカーの風車が、その風が20年間吹き抜ける場所であったとしても安全性が担保できるということの上で風車メーカーには売っていただくという形を考えております。

今までそうでなかったのかといわれると、私たち、これを本業にしている人間は当然のこととやっておるのですけれども、必ずしもそうではないところがあったのではないかと思います。であるがゆえによって、こういう事故が起こることでもございますので、ここを、まず入りを徹底的に厳しくしようということでございます。例えば山岳の7メートルと海際の7メートルでは当然風の質が異なっておりまして、同じ7メートルに耐える風車であっても、石原先生はよくご存じですけれども、求められるものが違います

ので、どこの7メートルではどこの風車というふうにきちんと選定をしていただくというのが大事だろうということでございます。

もう一つの、メインシャフトの補修だけではなくて、例えばタワーのフランジのつなぐ部分、タワートップフランジのボルトの交換とかにつきましても、確かにおっしゃるとおりかもしれません。それはちょっと私どもの議論で出てこなかったところでございます。

○石原委員　ありがとうございます。

○勝呂座長　実は後の資料に、事務局の添付してくれた中にそのあたりも入っておりますので、ほかに質問——どうぞ。

○若尾委員　1点だけ教えていただきたいのですが、1番が速やかにで、2番が早期ということで、3番はもう少し先の話かなというイメージでお伺いしていたのですけれども、基本的に今回のような事故の防止という意味では、自動的なモニタリングというのは非常に重要で有効かなと思うのですが、ここで書いてあるようなものは、実用化までの時間、スパンというのは大体どれくらいのイメージで考えられているのか、教えていただきたいと思います。

○日本風力発電協会　もう既にコンディションモニタリングシステムにつきましても、NTNさんでありますとかベアリングメーカーさんが一部実験をしたりしております。どの部分にどういうセンサーをつけて、何をはかれば疲労破壊でありますとか故障の兆候を得ることができるのかということについて、いろんなセンサーをいろんなところにつけながら今実証している段階です。ですから、こういう形でやりなさいというのをいうまでの間の実証に、恐らく1年ないし2年は少なくともかかるだろうと思っておりまして、その後、それを有効にした商品のような形でCMSを導入していく。3年とか5年とかのスパンになろうかと思いますが、恐らく将来的には、10年後の風車は、こういうCMSが中心になったメンテナンスをするのではないかと思います。

○若尾委員　非常に有効で最適化されたこういうものが実現すればすばらしいと思います。

○勝呂座長　ありがとうございました。

ほかによろしいですか。——それでは、資料4-1と4-2に戻って、今回の事故、太鼓山、笠取、風車の落下事故を踏まえたときの設置者と風車メーカーに対するアンケート調査の結果と概要、それから、苫前のグリーンヒルウインドパークの風車の落下事故を踏まえた全国の風力発電所における状況確認ということで、事務局のほうで調査をしたもの

がありますので、それを説明していただいて、引き続いて4-4のほうに、中間報告という形なのですけれども、一応案として事務局のほうがとりまとめておりますので、あわせて説明のほうをお願いします。

○中村補佐　それでは、事務局のほうからご説明申し上げます。

今、3件の事故について実施者の方々からご説明がありましたので、内容はもうおわかりでございますけれども、経済産業省としましては、事故の直後に事業者さんに対して緊急の点検を要請いたしましたり、調査をしていただいたりしております。同種の事故の発生を防ぐという観点から、どういった具体的な措置をしなければならないかということで、ただいまご提案いただきました日本風力発電協会さんのご協力を得まして、安全対策の取り組みの状況に関してアンケート調査を行いました。

7月10日付で行ったわけですけれども、この時期というのは、太鼓山の事故に関しては原因調査の最中、ウインドパーク笠取につきましては最終報告が提出されたその後という時期になってございます。国内の主要な設置者10社と風車メーカー9社の方々からご回答をいただきました。そのアンケート調査につきましては、事故の調査状況を踏まえてこちらが質問をつくりまして、それについては自由に回答を書いていただくと、自由記述の形で回答を得ました。それを、こちらで類型できるものについてはまとめて整理したものでございます。自由に書いていただいておりますので、1つの事業者さんからたくさんの意見、回答がありますので、一つ一つの項目に対しては複数の回答を許すような形のアンケートにしてございます。

それから、選んだ業者さんにつきましては、昨年末の時点で、比較的大手さんといえますか、たくさんの風車を抱えていらっしゃる、あるいはたくさんの販売実績をもっている企業さんから選んでございます。中には、ほかの企業さんから事業を承継している、あるいは販売とメンテナンスだけを行っているというような企業さんも中には含まれております。

調査の結果の概要ですが、事故を受けましてどういった対応をされているかと取り組み状況を伺ったところ、一部事故原因究明中でありましたけれども、事故調査の進捗状況に対して非常に高い関心をもたられていらっしゃいまして、事故発生の原因となったであろう部位についての点検を重点的に実施する、あるいは既にそういったことをしていらっしゃるのところについては、さらに強化するというような検討をしているというようなご回答をいただいております。

太鼓山の事故に関するほうにつきましては、風況の厳しさによってタワートップフランジ周りの金属疲労、あるいはナセルとタワートップフランジを接続するボルトの折損ということで先ほどもご報告ありましたけれども、そういった事象が確認されております。そのために、風車の選定の際に現地環境条件、接続ボルトの折損といったところにつきまして注目して、重点的に質問をさせていただきました。

それに対しましていただいたご回答を簡単にまとめますと、設置者が風車を選ぶ段階において、風況等の環境条件、要求スペック、そういったものをメーカーさんとすり合わせをよくして情報共有を図って配慮しているという回答でございましたけれども、一部気流の乱れの大きいサイトにおきましては、タワーとナセルをつなぐ接続ボルトで頻繁に破断や緩みがあったという回答も得られております。そういったところでは、発見されたら速やかに対処をしているということも付言されておりました。

笠取のほうの事故に関しましては、これは過回転ということでございましたけれども、ブレードのピッチ制御にかかわる不具合、そういったものが過回転を招いているということで、安全上重要な部分であるブレーキ部材の摩耗であるとか管理値外れといった不具合の発生状況、それから過回転を防止する機能の確保ということに着目して調査をいたしました。

そうすると、ピッチモーターブレーキの制御に係る安全上の不具合というものは生じていないという回答が大多数でございました。一部の事業者さんにおいて、不具合の発生という回答がございましたけれども、これらについてはアラームによって風車の停止を行って、部品交換を速やかに行っていると。それから、予防保全の対策として有効な知見を得たときには、ほかのサイトに対して水平展開を図っているというような回答が得られております。

それから、安全上重要な機能についてはどう考えていますかと、そういったことを伺っているわけですが、基本的には、笠取のときのメーカーさんと違う風車を運用しているところにつきましては、機能が違う、システムが違うということで、特に同じような取り組みは不要としている回答もあったのでございますが、過回転の防止ということに関しては、制御機能を多重化することが有効であるという回答が得られております。

その後、各質問に対する回答がついてございますけれども、時間もありませんので、これにつきましては割愛させていただきます。

資料4-2のほうに引き続き移らせていただきます。苫前のグリーンヒルウインドパー

クでの事故を踏まえた調査ということで、全国の事業者さんに対しまして、ローターの主軸と軸受けに関するトラブルについて調査をして、評価をして答えていただくという取り組みをいたしました。

質問としましては、軸受けの主軸が焼付きを起こしたことがありましたか、それから、主軸に対して傷がついたりしたときに、その補修の仕方がメーカーの推奨の形でないような補修をしたものがございますか、基本的にはその2点を聞いたわけですが、主軸に焼付きを起こしたことがあるというのが2基、報告がございました。主軸に対してメーカーが推奨する修理ではない形の修理を行ったものについては、4基あるという回答を得ております。

これが全てであるかないかは別といたしまして、この報告に対して簡単にご報告いたしますと、軸受けが焼付けを起こしたものがあるというものに対しましては、いずれもボナナス社のものだったわけですが、軸受けの焼付きが発生していると。これにつきましては、1基は補修することなく軸廃棄と、そういう形で更新されておりました。もう1基につきましては、焼付きの発生の後、苫前のもと同様に、主軸の一部を削りまして修理を行って運転をしておりましたけれども、今回の事故発生を受けて直ちに運転を停止して、主軸を新品なものにかえるという取り組みがなされております。

それから、主軸に対してメーカー推奨以外の修理を行っているというものが4基あると申し上げましたけれども、そのうちの1つは、先ほど軸受けに焼付きを起こしたものであることではありますが、それ以外のものについて3つ、裏側になりますけれども、非常に浅い傷ですが、傷を研磨して、応力集中をなくすためと思われませんが、曲率半径Rの処理をした上で溶射によって修理をしていた。そういった修理を行った後に非破壊検査を実施したり、定期点検のときに異常がないことを確認して、現在も異常なく運用しているというような状況がございました。

以上でございます。

○勝呂座長　　ありがとうございました。

それでは、今のところで何か特別に意見がございますか。

今のアンケートと報告を踏まえて、今後の対応策として資料4-4と4-5、太鼓山風力発電所、ウインドパーク笠取風力発電所、苫前風力発電所事故を踏まえた今後の再発防止対策ということで事務局のほうで資料を準備しておりますので、4-4と4-5をあわせて説明していただいて、全体でまた意見をというふうにしたいと思っておりますので、お願い

します。

○飯田補佐　それでは、太鼓山風力発電所、ウインドパーク笠取風力発電所、苫前グリーンヒルウインドパーク事故を踏まえた今後の再発防止対策等ということで、この3つの事故の報告が一通りこの時点でそろったということもあり、この報告を受けた形で、国としての考えというものを中間報告書という形でまとめさせていただければと思ひまして用意をさせていただきました。お手元に資料4-4、資料4-5をご用意いただければと思ひます。

まず、資料4-4は本体ということでございまして、最初の1ページ目の1の「はじめに」のところの途中の真ん中のパラのところなのですが、今般、3基の事故につきましては、その原因にもよるが、事故が発生した発電用風力設備と同じ製造事業者のものだけでなく、ほかの製造事業者のものを使用している事業者にもかかわる事象であると考えられる。このため、風力発電業界において、先ほども対策をご発表いただきましたけれども、こうした同種の事故の発生を予防すべく、今般の事故調査の内容を十分踏まえた、一層の安全確保に向けた実効性を有する自主的な取り組みの策定が検討されており、こうした風力発電業界における自主的かつ具体的な取り組みの策定及び実施が強く期待される。国におきましても、事業者における自主的な取り組み状況を確認するとともに、必要な対策を講じることが必要であるというイントロになっておりまして、次のⅡ.のところ、これまで3つの事故について事業者の方々からご説明いただいたような原因、事業者の皆様方の対策というものを記載させていただいておりまして、それらを踏まえて、ページでいきますと7ページ、Ⅲ. 今後の再発防止対策等についてということで、実際に国として考える対策のところをまとめているところでございます。

ここの「一方で」のところの記載部分をごらんいただければと思うのですが、この事故が発生したメーカー製の風車を使用しているほかの事業者での安全確認の状況についてですが、こちら、先般の太鼓山事故、笠取の事故、今回の苫前の事故の中間報告を受けた段階で、同じメーカーの風車を使用しているほかの事業者の方々に、同じような事故の現象なりが起きていないかどうかということをお聞きしておりますし、先ほど私ども事務局のほうからご説明させていただきましたが、ほかの風車メーカーあるいは設置者の方々へのアンケート結果といったものを踏まえて、今回起きた事故というのは、同じ風車メーカーあるいは設置者のところだけということではないということでもありますので、やはり国としてもきちんと取り組んでいくということでございます。

具体的な対策のことにつきましては、1. から順に、各事故の原因なりを踏まえた対策ということで書かせていただいておりますが、こちらの資料をみるよりは、ご用意させていただいております資料4-5、こちらで概括的にご説明したいと思います。

こちら、A4、1枚横紙なのですが、上から事故ごとに並べておりまして、その右側に原因、それから、実際に事故が発生した事業者の皆様が取り組んでいる、先ほどご説明いただいた対策、それから、一番右側に少し太い枠で囲ってありますところが、国における今後の再発防止対策等ということでございます。

まず、太鼓山風力発電所における事故に対する対策というところでございますが、こちら、原因としてはタワートップにおける風車と支持物を接合するボルトのところ折損しております。また、その事故調査のご説明の中で、一部の現地風条件、乱流強度が風車のIECの規格の値を上回って厳しかったということを確認しています。こうした事象を踏まえまして、大きく2つの項目を挙げさせていただいております。

まず1つ目は、「発電用風力設備の技術基準の解釈の見直し（設置時の対策）」と書いておりますが、電気事業法に基づく発電用風力設備に関する安全基準ですけれども、この基準に対して具体的な内容を解釈という形で明確化している部分があるのですけれども、こちらに2つの事象に対する事項を入れたらどうかというふうに思っています。まず1つ目は、現地風条件（乱流）の扱いの明確化。今現在も風圧に対する構造上の安全というものが規定されており、その中で、乱流というものを考慮するというはこの解釈の中で規定されているのですけれども、「乱流」という2文字しかありません。今回の調査の中で明らかになった主方向ではない直角方向とか、あるいは鉛直方向、こういうところでの強度が少し厳しい状況であったということでありました。したがって、この既に規定されている解釈の中で「乱流」という言葉は入っているのですが、この乱流の扱い、もう少し風の直角あるいは鉛直といった3方向の扱いというものの意味合いもここでは求めていることを明確化するということが、一つの対策ではなからうかなというふうに思っております。

もう一つは、風車と支持物の接合部の扱いの明確化ということでありまして、この技術基準、風技とっておるのですが、風車というものに対する要求とそれを支持する支持物というものに対する要求と大きく2つに分かれておりまして、この2つをつなぐ部分、その部分についての要求事項ということが、今の技術基準あるいは解釈の中で明確に規定されていない。ただ実態上、皆様方は工事計画などでそういった点については考慮いただい

て、安全性を確認されているのですけれども、まずは規程類の中で、改めて接合部分のところをきちんと明確化するということが一つの対策としてあるのではないかなというふうに思っております。

もう一つの丸でございます。亀裂等発生への早期対応及び早期発見のための適切な頻度による保安点検の実施及び発見後の国への報告ということでありまして、下にポツとありますけれども、今般、本来、風車と支持物を接合しているボルトが折れるということ自体が大変問題な事象であるということでありまして、まずは、こういった、折れた、破断したというような事象が明らかになりましたら、とにかく速やかにそれを取りかえる。また、その発見が遅くなればなるほど、その周囲の部位に過剰な応力というものがかかって疲労破壊につながっていくおそれが高まるということでありまして、取りかえた後、非破壊検査などを含む詳細な保安点検というものをその後もやっていただくということであるとか、そうした取り組みにつきまして、実際に自主的な保安確保の基本的ルールである保安規程というものを事業者の皆様につくっていただいているのですけれども、この中でそうした点検ルールということを明確化していただく。それから、そうしたボルトが破断するというようなことが起きたら、国に報告いただければということを考えております。

続きまして、その下のウインドパーク笠取風力発電所の事故に対する対策でございます。事故原因につきましては、ご説明いただいたとおり、不適切な材料、摩耗しやすい材料を使っていたということで、ピッチモーターブレーキの保持力が低下したということ。それから、そのブレーキ力の健全性が過回転防止の前提であったのですが、その前提が失われたということで、過回転になってしまったという事象になっているのですけれども、それらを踏まえまして、事業者の対策という扱いの中では大きく3つあります。1つは、まずは事業者による安全上重要な部分に係る健全性の確認、材料といったものの健全性であるとか、そういったことをきちんと確認いただきたいというのが1つ。

それから、もう一つの丸ですが、こちら先ほどありました、発電用風力設備の技術基準の解釈の見直しということでありまして、2つの項目を入れさせていただいております。まず、ブレーキ保持力の健全性確保のための適切な材料の扱いというものを改めてきちんとここで明確化して、摩耗しやすい材料を使ってしまうということがないようなブレーキ保持力の健全性の確保ということに取り組んでいただきたいということ。

それから、次に風車の過回転防止です。フェイルセーフ機能の前提とするものが崩れると、もはやその機能全体が失われてしまうということになると過回転は防げませんので、

こうしたフェイルセーフ機能の扱いとして、どちらかが機能しなくなってももう一つが機能する。そうした多重化の観点というものがこの安全性の確保の観点から、やはりこの事故を踏まえると必要なのではないかなというふうに思っているところでございます。

もう一つの丸でございます。ブレーキ部品といった安全上重要な部分に係る不具合等発生の早期発見のための適切な頻度による保安点検の実施及び発見後の国への報告ということでありまして、まず、こうしたブレーキ保持力といった過回転防止機能に不具合が発生するような場合は、速やかに対応していただくということもありますし、そうした扱いを保安規程の中にきちんと点検ルールとして明確化いただくということ。また、そうしたブレーキ力の健全性が喪失するような事象が起きたのであれば、それを速やかに国に報告いただきたいというところでございます。

その下の苫前グリーンヒルウインドパークにつきましての対応でございます。こちら、過去の主軸に対して行った不適切な修理が原因ということなのですが、こちらに対する対策としましては大きく2つございます。1つは、亀裂等発生の際の適切な修理及び修理後の保安点検の実施並びに発見後の国への報告ということでありまして、まずは、きちんと適切な修理をしていただきたいということ。それから修理した後、その健全性を定期的に非破壊検査などによって確認いただきたいということ。更に、そういう扱いを保安規程の中できちんと位置づけていただきたいということでございます。

それから、風車回転軸に対する安全対策ということで、今回の事故は焼付きの発生ということよりは、発生した後の不適切な修理が原因なのですが、そもそも焼付きをさせないということにつきましては、事業者の方が考えられている観点というのは大変重要だと思いますので、センサー設置による状態監視等の適切な保安管理ルールというものの整備をぜひしていただきたいなというふうに思っているところでございます。

それから、この3つの事故以外に、その他の対策という項目がございます。直接的な今般の事故への対応というところからは少し薄まってしまっているのですが、今回、風力発電設備の安全確保という観点からの検討でございますので、3つほど入れさせていただいております。

1つ目は民間規格の規定見直しによる自主保安の促進ということでありまして、一般社団法人日本電気協会が民間規格として風力発電規程というものをおつくりになられていまして、保安点検などの扱いを含めて事業者の方々に広く使われているのですが、こうした民間規格をぜひこの事故を踏まえて見直しいただければなというふうに思っ

ざいます。

もう一つは、事故情報の共有による自主保安の促進ということで、これは先ほど風力発電協会の方からご紹介があった対策にかなり近いところではあるのですが、私どもへ事故報告というものは法令に基づいて事業者からご提出いただくのですが、こうした内容はほかの事業者の方々の事故発生の予防保全という観点からも大変重要な情報だということだと思いますので、内容を精査しつつ公表するということを考えていければと思っております。

もう一つは、取扱者以外の者に対する注意喚起の強化ということでありまして、今においても落雷などでブレードが破損するといったような事故が起きているところが残念ながらあるところをごさいます、そうしたことの扱いを適切な場所での表示とか、あるいは周知とか、そうしたことを検討いただくことも一つあるのではないかと考えております。

最後の今後の課題のところをごさいます。事故対応を専門とする新たな事故調査体制の構築ということで、今現在、委員の方々にご審議いただいている場は、もともと建築基準法から電気事業法への一本化の観点で設置した場なのですけれども、今後こうした風車が落下するといった重大な事故が発生するような場合は、やはり国に新たな事故対応専門のワーキングというものを設けまして、原因の究明、再発防止対策というものを積極的に事業者で行うものと並行して考えていく、取り組んでいくということもあるのではないかとこのように思っているところをごさいます。

雑駁でございますが、以上でございます。

○勝呂座長　　ありがとうございました。

ちょっと忙しくて済みませんが、今、資料4-5で説明していただいたのですけれども、私から1つアドバイスは、最初の太鼓山風力発電所の件に関しては、先ほどの資料4-4の9ページの一番下のほうに、ウインドパーク笠取発電所事故を踏まえた具体的な対策のちょっと上で、「なお、本報告においては、どうしてボルトが破断したのかの究極的な原因究明がなされていないため、事業者は、引き続き原因究明に取り組み、早期に国に対して報告する必要がある。」とありますが、これを是非行っていただいて、こういう対応策の形を完璧なものにしていきたいなというふうに思います。

それから、2番目のウインドパーク笠取のほうは、4-4の11ページの苫前グリーンヒルウインドパーク事故を踏まえた具体的な対策のちょうど上なのですけれども、「ピッチモータブレーキの健全性が喪失するといった過回転防止機能が喪失するような事象等が

新たに明らかになった場合は……」というところなのですけれども、ここが基本的な考え方のベースということで、ぜひ対応を考えていきたいというふうに思います。

それから、最後の苦前の件は、4-4でいうとちょうど13ページの②のところになると思いますけれども、「不適切な修理に起因するが、」というのですけれども、そもそも主軸の焼付き等の発生自体を予防するというようなことが基本的な考え方の底にあるということを理解していただいて、この件について議論をお願いしたいというふうに思います。

何かご意見、ご質問あれば。どうぞ。

○石原委員　今、勝呂座長が説明した点については、私も非常に重要だと思っています。3点申し上げます。1番目は、今回の事故調査は全ての問題が解決したわけではないと思います。既に勝呂座長のほうで説明したとおりですが、過去に発生したブレードの事故は、つい最近また発生したのです。事故が繰り返されているということは、やはり原因がまだ十分解明されていないのではないかとこのように思っているところです。

したがって、今回の資料の中には、例えばボルトが壊れたとき、あるいは亀裂が発生したとき、専門家の意見を踏まえるということが書かれているのですが、実際どういうふうに進めるのかは今後の課題です。もともと一本化の議論のときも、顧問委員会という言葉は出ているのですが、そこをぜひ真剣に考えていただき、専門家をきちんとこういった問題に対して取り込めるような形で、国のほうの関与をぜひ検討していただきたいというのが1点目です。

2点目は、13ページのところ、あるいは先ほど対策のところでは民間の規程の見直しという項目がありますが、風力発電規程という話が一応出てきました。それだけではなくて、今日風力発電協会のほうも意思表示していただきまして、例えば日常点検とか、あるいは維持管理、今回の事故の原因の一つ維持管理に関して、ぜひ業界の団体のほうで、きちんとしたマニュアルを作られることを希望いたします。

3点目は、これから業界と国との連携についてぜひお願いしたいと思います。今日の話の中に出てきた、異常を早期発見するためのCMSというか、状態監視システムというものを導入することは非常に有効です。これは風力発電協会のほうも提案されているものですが、実はこの話がNEDOのほうで、今年から3年間かけてスマートメンテナンスというプロジェクトを開始されるのです。その中で業界と国が一緒にこういった問題を取り込んでいただければと期待しています。

○勝呂座長 建設的な意見をありがとうございます。

今いわれたのは、基本的にはそのとおりなのですよね。特に、今2番目にいわれた、保守点検というか保安規程をどういうふうにするかというような形は非常に大事なところではないかと思います。

あと、1番目と3番目は、そのとおりということなのですが、保安規程のところがこの辺では余り触れられていないので、ちょっと気になったというところがあります。

それから、私が感じたのは、もう一点、これは発電協会さんに頼んでいいのかどこに頼んでいいのか、まず各事業者さんをお願いになるのでしょうかけれども、実は今度の解析をやっているときに、メーカーがつぶれて答えがわからないとか、全然わからないというのがあったのですよね。それで、風車を発注するときには、そういう図面の保全をぜひ確保してほしいということなのです。変な言い方ですけども、倒産したときにエスクローしてもらって、その図面を引き出して、自力でとか、どっか新しいメーカーを探して部品をつくってもらったり、設計条件がきちっとわかるような、例えばどこかで認証をもって受けているなら、認証をされた認証の書類一式を、当然メーカーは普通は出しませんが、メーカーと事業者の間でエスクローしていただいて、銀行か何かに預けて、故障して、なおかつメーカーがなくなったときはそこから引き出すとか、そういう形をとらないと本当の原因を探すということは非常に難しいのではないかなという気がしますので、そのあたりも考えてくれたらなというふうに思います。

ほかに。どうぞ。

○坂本委員 全体を通じて感じていたことを1つだけ述べさせていただきますと、先ほどメーカーの故障以外の方法で修理をしたという報告がありまして、ちょっと感じていたのは、ということは何かということ、設計の中身をよくわからないで補修していたということに違いないということになってくるので、非常に怖いことなのです。これを考えますと、結局のところ、風車メーカー、それと我々事業者あるいはメンテナンス会社を含めたトータルで、どういうふうにマネジメントするかということが多分問われるのだろうと思っています。

その中で、先ほど来から情報公開であるとか、国とかメーカーさん、業界とのつながりという議論がなされていると同じように、風車メーカーさんあるいは我々事業者、メンテナンス会社含めた情報の共有。先ほど座長のほうからも図面の保管みたいな話もありましたけれども、それを徹底しておかないと、恐らく同じような事態は多分これからも生じる

だろうと思っています。

以上です。

○勝呂座長　ありがとうございます。

それでは、今のいろいろな意見を踏まえて、もう一度中間報告、少し見直していただいて、それで皆さんに公表していただくということでよろしいですか。

では、一言。

○渡邊電力安全課長　この中間報告につきまして、まだ幾つか恐らくいろいろご意見あるかと思います。14ページにわたるものでございまして、細部のところ、座長のほうからご指摘をいただいた点等、本当に大事なところございまして、大変ありがとうございました。

いただいた話の中で、石原先生のほうからの、1つ目の組織、専門的な委員はアドバイスするということになるのか、ということでございますけれども、こちらのほうで、中間報告案の14ページに書かせていただき、飯田のほうからも最後にご説明がありましたように、万が一もしこういう重大な事故がまた起こったら、専門の委員会を立ち上げて、原因究明から国もちゃんと関与しますということにつきまして補足いたします。国の規制に関する基本的な姿勢は、自主保安でやっていただくということです。きょう、協会のほうも自主的にたくさんやるというメニューを出していただいて、非常にありがたいところでございますけれども、電事法の枠組みとして、かなり自主保安に負うところも多いわけでございます。したがって、設置者自ら、きっちり事故調査委員会なりつくっていただいてやっているところでございます。それを受けて、国はダブルチェックをきっちりやってきているというのがございます。

ただ、さはさりながら、これは協会のほうからもありましたし、皆さん方の認識も一緒だと思いますけれども、やはりこういうことが続くというのは、これはよろしくない重大な話ということで、そういう場合の話しを我々書かせていただいたところでございます。おそらく先生のご趣旨は、この事故解明のところに関与するだけではないような専門家のかかわりということかと思しますので、そこは別の宿題をいただいたということで考えさせていただければというふうに思っております。

また、中間報告には、民間の取り組みなりも入れさせていただいております。きょうは風力発電協会のほうから、自主的な再発防止対策に係る提案ということで出していただいたというのは、規制当局としても、本当に危機意識をもって我々の中間報告の中に書き込

みさせていただいておりますけれども、やっていただくという決意の表明でもあり、実質でもありということで、ぜひ進めていただければというふうに思っております。

その中の、当方のかかわるところで独立機関の設置や、勧告のところはさまざまについて論点があるだろうなというような気もしております。したがって、宿題と思っております。いろんな論点が出てこようかというふうに思っております。

また、センサーの導入等々、これも石原先生からも指摘ございましたように、非常に大事な話だと思います。オール経産省としての取り組みの中で非常に大事なものだろうというふうに思っております。

その他も実は幾つか申し上げたい気もするわけですが、事務局でもございますし、時間もございますので、いただいた意見、さらには、中間報告は初めてみて14ページのものについて意見をこの場でいただくというわけにはいきませんので、座長のほうからさばいていただきましたように、ぐっとみていただいて、何かあれば事務局にいただければと思います。いただいたものについて、反映させていただければというふうに思っております。ありがとうございます。

○勝呂座長　　ありがとうございました。

それでは、今の資料4-4、4-5に関する件は、そういうことで中間報告をとりまとめて周知するというような形で流れていきたいと思っております。

最後に、事務局より今後のスケジュールということなのですが、今ちょっと話が出ました風力一本化の進捗とか、そういうのとあわせて今後のスケジュールの説明をお願いします。

○飯田補佐　　私のほうから、建築基準法から電気事業法への審査の一本化ということについての扱いに係る今の進捗状況ということなのですが、現在、皆様方にとりまとめたいただきましたワーキンググループとしてのレポートを踏まえまして、電気事業法の風技及び解釈の中で、建築基準法体系化の要求事項というものを取り込むということ、今現在鋭意作業を行っているところでございます。

一方で、土木学会指針に基づく支持物の安全確認ということについての地方の産業保安監督部の職員に対する研修というものは、先月やっておりますし、また来年もやることにしております、速やかな移行ということを念頭に、来年の4月にはきちんと国土交通省と協議して、この取り組みが速やかに行えるように準備を引き続き進めていきたいというふうに思っております。ありがとうございます。

○勝呂座長　　ありがとうございました。

では、次の開催ですね。

○渡邊電力安全課長　　今後のスケジュールということでございますけれども、来年の2月ごろを次回の開催として考えております。内容につきましては、先ほど飯田のほうからございました審査の一本化の準備状況等々踏まえまして、後日またご連絡をさせていただければというふうに思っております。

また、今回の議事録につきましては、後日、経産省のホームページに掲載をさせていただければというふうに思っております。

○勝呂座長　　それでは、きょうは一応これで議論、ワーキンググループは閉会ということにしたいと思います。皆さんの活発なご議論、ありがとうございました。

きょうの事故の報告、3件をみていますと、1つは、単純にいうと風が強いところに、風況が厳しいところに設置したらという、日本で昔からいわれているような風車の設置の問題で事故がということにどうもつながるのではないかと。2番目は、これも風車では起こしてはいけないオーバースピード、過回転が出てしまったということですね。3番目は、極端なことという、割と微妙な設計があったのだなということが皆さん理解されたのではないかと思います。健全性というもの、特に保守とメンテはどうやって進めるかという示唆的なところの事故ではなかったかなというふうに感じておりますので、今後、風車の事故がなくなるようにというふうに努めていきたいと思っておりますので、皆様のご協力をお願いします。どうもありがとうございました。

——了——