

新エネルギー発電設備事故対応・構造強度WG（第14回）－議事内容

（平成30年11月26日（月）10：00～12：20 経済産業省別館9階944各省共用会議室）

○榎本補佐 おはようございます。定刻になりましたので、第14回新エネルギー・発電設備事故対応構造強度WGを開催したいと思います。本日は、ご多用中のところ出席をいただきまして、ありがとうございます。

本日、9名全ての委員の先生にご出席をいただいておりますので、WGの定足数については満たしております。

また、オブザーバーとして、日本風力発電協会の海津技術部長、日本大学理工学部電気工学科の西川教授、電力中央研究所の横山名誉研究アドバイザーにご出席をいただいております。

説明者として、淡路市、株式会社ほくだん、アドエコロジー株式会社にご出席をいただいております。

次に、配付資料の確認をいたします。配付資料、お手元の端末で見ていただくようになっております。配付資料一覧、議事次第、委員名簿、資料1、資料2－1から2－3、資料3－1、3－2でございます。資料が見られない場合や端末の操作についてご質問がある場合には、お手数ですが、事務局までお知らせください。

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

○勝呂座長 おはようございます。それでは、第14回の新エネルギー発電設備事故対応構造強度WGを開催したいと思います。朝早くからご苦労さまです。

それでは、時間もありませんので、議事に入りたいと思います。

本日の議事は、大きく、太陽光発電設備と、それから風力発電設備と2つについて審議をしたいと思います。説明をいただく際は、いつもそうですが、時間が限られていますので、簡潔にお願いしたいと思いますので、よろしくご協力をお願いします。

それではまず、太陽光の今年の夏の事故の特徴ということで、資料1について、事務局のほうから資料の説明をお願いします。

○榎本補佐 それでは、事務局よりご説明させていただきます。

まず、資料1をごらんください。パワーポイントの資料がダウンロードできていると思います。まず、今年の夏の太陽光の被害の実態ですが、大きく分けて4つのイベントがありました。平成30年7月豪雨、台風21号、北海道地震、台風24号でございます。それぞれ

の事象につきましては特徴的なことがございましたので、それをこれからご説明させていただきます。

まず、平成30年7月豪雨でございますけれども、こちらにつきましては、パネルの水没、あるいは土砂災害といった事故が特徴的でした。今まであまりこのような事象というのは報告されていなかったのですが、今回は、水没については8件、土砂崩れについては11件、合わせて19件の報告が出てきております。事故の発生箇所については特に差異があるわけではなく、パネル、パワコン（パワーコンディショナー）、その他がほぼ同じ数ということになっております。地域的には、兵庫県から愛媛県にかけて、（近畿、中国、四国地方にかけて）の被害が出ておりますけれども、同じ市内でも、水没したところ、土砂崩れが起きたところが混在し、地域的な差は特にございませんでした。

そして、ここから先、頭がオレンジ色になっているところにつきましては、今回、今まであまり聞いたことがなかった水没とか土砂崩れという事象が発生したということ踏まえまして、実際に事故報告をいただくレベルの被害が出ていない発電所も含めて、近畿、中国、四国、九州の各事業者を対象に（被害が出た地域を中心に）調査をさせていただきました。その結果、6,300件ほどの調査対象に対して5,000件ほどの答えをいただいております。うち「被害があった」という報告をいただいたのが123件、そのうち、「敷地での被害があった」という報告があったのは103件でございます。

このうち、「法面に被害」というのが57件ございました。ここでいう法面というのは、この発電所の上にある斜面でございます。下にある斜面と、パネルが置いてあるところは設置面ということで報告をいただいております。

そして、基礎に被害というのは18件、豪雨以前から問題有りというものが23件となっております。103件のうちの半分以上が法面に被害があったという報告をいただいておりますので、今回、法面が崩れて被害を受けたという発電所が過半を占めているということになります。そして、この103件のうち20%ほど、5分の1ほどが豪雨以前から何らかの問題を抱えていたというお話をいただいております。ですので、イメージとして、斜面部分というよりは、切って造成した土地に発電所を置くということに対して何らかの問題があるのでは無いかという気がしております。

うち、設備の被害につきましては、123件のうち46件ありましたが、特定の設備に偏ることではなく、パネル、架台、パワコン、ほぼ同数の被害が出ております。

まとめると、敷地被害の過半が法面被害ということで、自然地形を改変した場所におい

て被害が発生しやすいのではないかというような仮説が立てられるかもしれません。

そして、7月豪雨に関して、被害があった123件につきましては、さらにその設置環境に関する追加調査を実施しております。その中で、敷地被害があったというご連絡をいただいた89件のうち、土地の造成をしましたというところが切土で22件、盛土で20件ありまして、合計としては29件でございます。重複でご連絡いただいているのを整理しますと29件あったということでございます。

それから、まず土質調査をきちっとしましたかというクエスチョンに対しては、34件、実施しましたというご連絡をいただいている、うち16件はそれを経て対策をとりましたというご連絡をいただいております。

対策例というのをみせていただきますと、本来杭打ちでやろうと思っていたけれども、地質が悪いので置き基礎に変えたというような形で、調査されたところは、それを踏まえてきちっと対策をとられているということがわかります。

それから排水路の設置件数ですけれども、これは89件中69件も設置されていることで、非常に件数としては多かったと考えております。

一方、水没した地域については、例えばハザードマップをみていただくと、浸水想定区域というのがわかります。洪水とか津波という、もともと水に浸かりそうというふうにはハザードマップで出ている地域がどれぐらいあるのか調査しましたところ、21件中12件、つまり約6割がハザードマップ上の浸水想定区域というところで発生していたということでございます。

ここで、敷地被害に戻りますけれども、先ほどの調査でわかりますように、設置面というのはこの部分（太陽電池パネルが設置されている面）でございますので、この部分がどれぐらいの傾斜がついていますかというアンケートをとらせていただきますと、5～15度が20件、15～30度が10件、30度以上が3件ということで、30度にもなると設置するのにも相当苦勞されると思いますので、もともと件数が少ないだろうと思いますけれども、今回の89件のうちで33件が5度以上の斜度のところということでご報告いただいています。ということは、それ以外の63件は0～5度とほとんど真っ平なところに作られたということのようでございます。

それでは、今回の4つのイベントをお話ししますけれども、象徴的な事故をご紹介します。

まず、平成30年7月の豪雨ですけれども、連日の集中豪雨によって発電所構内で土砂崩れが発生して、太陽光パネル、パワコンが崩落しました。この発電所自身は、切土、盛土した土地に作られているということで、幅、長さともに50メートルにわたって崩落いたしました。

パネルにつきましては大体3分の1以上被害を受けていますし、パワコンはかなりの部分が被害を受けておるようでございます。

7月のこの場所の平均降雨量というのは167ミリであるのに対して、崩落時は、2日間で212ミリというかなりの大雨が降ったということで、大型ブロックがここ（発電所内）に施工されていたわけですが、このブロックの裏側から水が入って、これで崩落してしまったということで、ブロックが支えていた部分とブロックの崩壊に巻き込まれた部分のパネルが壊れてしまったということのようでございます。

ここにつきましては、事前にちゃんとそういう状況を踏まえた対策をしたのですけれども、それによって被害を防ぐことができなかったというのが今回のケースのようでございます。

ただし、崩落後のパネル飛散対策、複数回の台風を経験しておりますけれども、二次災害は発生していないということで、災害後につきましてはきちっと対応いただいているということでございます。

それから次、台風21号ということになりますが、この台風21号では強風とか高潮による被害が出ております。被害につきましては、長野県から兵庫県にわたりかなり広範囲に広がっておりますけれども、23件の事故報告をいただいたうち、半分(12件)が大阪府だったということになります。大阪府につきましては強風による被害が非常に大きかったということになります。

ここで今回特徴的なのは非常に猛烈な風が吹いたということで、特に大阪の沿岸部、いわゆる瀬戸内海に面しているところですね。今までと異なるパネルが被害を受ける事象が発生しております。従来はパネルと架台の接合部の強度が十分ではなくて、留めていたネジとかクリップが外れたことでパネルごと吹き飛んでいたという事例がございましたけれども、今回はネジが外れないで、パネルだけが引きちぎられるという事例、あるいは強風で、ネジは外れないのですが、パネル表面のガラス面が破損したという被害が発生しております。

それから高潮という、これも今まであまり聞いたことがない被害だったのですけれども、

これは設置場所が海岸線に近いところに来ているからということのようでございます。

事故例としては(P. 10)、例えばこれは大阪の住之江区ですけれども、倉庫の屋根に設置されていたパネルが強風によって破損、飛散しているというケースです。この写真はきちんとパネルが残っているのですけれども、実は飛んだパネルの一部はネジの部分が残っていて、パネルそのものだけが引きちぎられて飛んでいくというような事故が発生しています。

また、ガラス表面が破損した後、内部の樹脂部分が何らかの原因で発火して、消火器による消火を行っております。太陽光パネルはあまり火事とは関係ないというイメージがありましたけれども、今回こういう事例が発生しているということをご報告させていただきます。

これにつきましては、設計速度を大幅に超過したということが原因と推定されています。復旧に当たっては風圧対策をきちんと行うということです。ここは沿岸の埠頭に近いところの物流倉庫の上だったということで、沿岸部に設置するときには、安全率に十分な裕度をみるなど慎重な設計が必要ではないかと考えております。

今回、設計上の最大風速は34メートルに設定されておりましたけれども、この近くにある例の関西国際空港では最大瞬間風速60メートル以上吹いたということですので、ここも決して低いスピードではなかったと考えております。

それから(P. 12)、これも同じ大阪の沿岸部でございます。ここでは、全然パネルが飛んでいないのですけれども、バタバタと強い風であおられたことによってガラスの表面にひびが入ってしまいました。あるいは、この敷地や隣接地では、いわゆる砂利敷きの道があったわけですけれども、その砂利が当たってパネルが破損するというので、これも約3分の1のパネルが破損しております。

ここにつきましても、強風によってパネルの耐荷重仕様値を超える外部圧力が生じて、パネルのガラスが割れたと推定されております。加えて、構内外の砂利が飛散してパネルに衝突しております。

今後は、耐風圧性能を向上させたパネルへの交換を予定しているということでございます。また、アスファルト舗装等により砂利の飛散も防止したいということです。

ここにつきましては、もちろん設置された当時の技術基準に適合したパネルになっているわけですが、大阪の沿岸部、いわゆる内海であるので、比較的、風に対する意識というものがなかったのかもしれないですけれども、台風が来てしまえば、目の前にある海はも

う鏡のようなものだと考えていただいて、今回は地表面粗度区分Ⅲということで全体的な設計がされていたようではございますけれども、今回、10月の（電技解釈の）改正では、このエリアは恐らくⅡ、あるいはⅠを適用しなければいけない場所だと思いますので、風に対する意識というのをちょっと上げていただいたほうがいいかなと考えております。

それからもう一つ(P. 14)、これは大阪狭山市で起きた事例ですけれども、水上に設置された太陽光のフロートがまくれ上がってしまいました。今までこういう事例というのはなかったわけではないのですけれども、今まで実はまくれ上がった全てが一番外側のフロートに太陽電池パネルを設置しておりました。これは設置してしまうとパネルの下部に風を巻き込んでしまって、巻き上がる起点になるということで、これをやらないというのがセオリーです、今まではそれを破っていたところがまくれ上がったのですが、今回はちゃんと一番外側のフロートにパネルを設置していないケースでもまくれ上がったということで、ちょっと驚いております。

原因究明をしていただいたところ、これは全体的には最大風速60メートルに耐える設計であったということですが、アンカーとボルトを接続するこの部分につきましては、最大風速30～40メートルしか耐えられない設計だったと。今回、この大阪狭山市の最大瞬間風速は、38.1メートルということだったのですが、現場については、水の上ということも考えると、最大瞬間風速が40メートルを超えていた可能性があるということで、アンカーとフロートを接続するボルトの設計強度を超えた可能性があるということでございます。

今後の復旧に関しては、フロートとアンカーを接続するボルト、これは空洞が入っているプラスチック製だそうですが、この中に金属製の芯を入れて、設備全体が最大風速60メートルに耐えるような形で強化すると聞いております。

以上2つが非常に大きな被害を出しておりますけれども、北海道胆振東部地震、いわゆるブラックアウトという現象が起きた非常に大きな事故でございましたけれども、太陽光に関しては事故件数が少なく、3件のみでございました。

北海道内における、FIT法に基づく認定を受けている発電所というのは5,000カ所以上ございますので、その中で3件というのは比較的少ないほうだったのではないかなと思っております。このイベントにつきましては、従来型のパネルが吹き飛んだとか、パワコンが地絡で壊れたとか、そういう事故でございました。

それから、平成30年台風24号に伴う事故の特徴です。これは静岡県と愛知県で3件発生しておりますけれども、いずれも強風によって、パネル、パワコンといったものが壊れた

という、いわゆる従来型の事故でございました。

現在、今年起きた事象、4つございましたけれども、それぞれから出てくる被害の分析ということをお勘案してみますと、敷地被害を伴う発電設備の被害、法面とか設置面（これは切土、盛土した場所）について被害が出ているということ。それから、浸水したことによって発電設備が被害を受けているということ。それから、沿岸部を中心にパネル自体が破損してしまっているということ。それから、これは従来型ですが、パネルの破損、支持物の損壊といった事例が発生しております。

これにつきまして、それぞれ今後どうということをしていくのかということ、これは事務局が一応たたき台という形でお示しをさせていただこうと思っております。浸水による発電設備の被害ということに関しては、浸水した発電設備に接近することの危険性について、国民の皆さまに対する注意喚起というのを、今までも大雨のときにやっておりますけれども、それを今後も継続してやっていきたいと思っております。

それから、浸水可能性のある地域への発電設備の設置に関して、これは設置者に対して一定の対策、例えばパワコンなどを高いところに配置することを求めることを検討したい。太陽光パネルを支える架台の途中にパワコンを設置しているケースが多いということで、浸水被害があるとパワコンが一番先に、壊れてしまうという現状のようでございます。

それから、パネル自体の破損ということ、（耐風圧の問題ですけれども、）これはパネルについても設置場所の耐風圧を十分考慮したものを選定するように設置者の方に対して求めることを検討してはどうかと考えています。

それから、敷地被害に伴う発電設備の被害ということですが、斜面とか土地改変された場所における発電設備の設置に係る技術基準というものを検討する必要があるのかなと考えております。

一方で、従来型のパネルの飛散、支持物の損壊ということに関しては、最後にご報告しますけれども、平成30年10月1日、（前回の委員会でもご審議いただきましたけれども、）電技解釈が変更されておまして、それによって、これはもう対応がとれていると考えております。まず、パネルと架台をつなぐ部分というのは支持物であるということをお明記しておりますし、支持物を構成する各部材の応力度が、その部材の許容応力度以下となるように規定しておりますので、パネルの飛散、支持物の損壊というのは電技解釈を満たしていないと判断できますので、こういう事故が起これば電技解釈以外で強度が説明できますか、できなければ電技そのものを満たしていないのではないですかというお話ができる

ような状態になったと考えております。

以上、ちょっと駆け足でございましたけれども、ことしの夏の太陽光発電設備の事故の特徴、そして今後の対策についてのたたき台をお示しいたしました。よろしく願いいたします。

○勝呂座長 ありがとうございます。

それでは、ただいまの報告ですけれども、ご質問等があったらお願いします。

○若尾委員

早稲田大学の若尾でございます。

今のご説明をお伺いしますと、これまでの過去の想定のもとに適切に対応はしていて、対策を講じていたのにもかかわらず残念ながら事故に至ったということが多く発生しているということかと思えます。今回その理由を、強風であったり豪雨であったり、異常気象なので特別な場合だったと言えるかということ、今後このような気象状況がふえる可能性というのは少なくないと思われま。今日ご説明いただいたような沿岸部の風況が極めて強くなる可能性がある場所ですとか、あるいは急な斜面の改変ですとか、ある意味、特別な設置場所に関しては今回の教訓を活かすように、何らかの対応はせざるを得ないとは感じます。

自然エネルギーの普及に向けて経済的な合理性とのバランスも当然考える必要がありますけれども、やはり特別な設置場所に関しては、今回の教訓を活かす対応をせざるを得ないだろうというのが印象です。是非ご検討いただければと思います。

○勝呂座長 ありがとうございます。事務局から何かありますか。いいですか。

ほかに。

○西川オブザーバー オブザーバーの日本大学の西川でございます。

今日のご説明の中で、最後の対策のほうで、耐風圧を想定してパネルを選定されるという話ですけれども、今日のご説明の中でもありましたが、実際、風圧とか風速とか、そこら辺で決まってくるけれども、風速、今のパネルの試験方法のときは、耐風圧の試験というのは基本的に面全体で一様に受けるような試験をされています。それに対して今回の、一部が、固定部分がちぎれているとかそういう話になってきますと、現在の試験基準ではちょっと評価は難しいのではないかと。例えば今の方法でやると、60メートルもちますよといっても、実際に固定するときには、点で固定してしまうと、実際にその点のところに加わる荷重というのは変わってきますので、それは、試験は通りました、ですけれども、

実際のことと違いますという話になってくるので、そうすると、耐風圧をアップしたパネルの選定というものだけではちょっと不十分かなという気もいたします。

では対策としてはどうすればいいか。1つは、私は、試験方法の見直しというのがあったほうがいいのではないかと。想定されるような固定方法での状態で試験をやれば、そっちのほうがいいのかなという気はちょっといたしました。

あとは、若尾委員がいわれたように、風速の話ですけれども、従来のやつは再現期間50年に1回の風速でやっているのですけれども、それをもっと上げるのかどうか。異常気象がふえるから、例えば100年に1回にするのかとか、そういった話もありますけれども、ただ、コストとのトレードオフがありますので、そこは十分な検討が必要かと思えます。

以上です。

○勝呂座長 ありがとうございます。どうぞ。

○横山オブザーバー 横山です。

上から3番目に書いてある敷地被害に伴う発電設備の被害ということで、主に法面ですけれども、法面・設置面の、これは発電設備側の強度を強くするというだけでしょいか。それとも、今までであった植生に対する影響とか、工事による植生に対する影響まで含めているのでしょうか。

○勝呂座長 では事務局のほうから。

○榎本補佐 技術基準に関してこれから検討しなければいけないのですけれども、設置面そのものというのは、基本的には、そこに発電所をつくるのが禁止されていない場所に建っていると思っております。ただ、その土地がどういう地質の場所で、設置面の工事をしているかということは、今まで基本的には考えていない部分であるのですけれども、今回の事象を考えると、まずは機械の部分で、出来ることを考えたいところではあるのですけれども、その発電所を設置する地面の強度等ということに関しても、次のステップとしては考えないと、いけないのかなとは思ってはおります。

ただ、基本的には「発電設備の技術基準」ですので、我々としては、設置面から上の部分、いわゆる機械の部分についてももう少しできないかということをもまずは考えるのだろうと考えております。

○勝呂座長 ありがとうございます。

ちょっと私のほうからもいっていいですかね。ちょっと気になったのは、最後の19ページに「今後の対策を検討する（たたき台）」と書いてありますけれども、もう少し具体的に

こういうところとかこういうところ、例えばさつき横山アドバイザーの話もありましたけれども、今の回答も、機械面、いわゆる電気設備のところという形の特定になっているのだけれども、全体をみると、例えば川の流れ、浸水の起きやすいところに設置するというのはどういう基準ですとか、そういうのもあわせて、全体をちょっとみて考えないともまずくないかなあという気がちょっとしたのですけれども、その辺はどのようにお考えですか。

○榎本補佐　ありがとうございます。

今年の夏までは、いわゆる平成27年の九州を襲った台風15号による被害というところから始まって、やはり風に対する備えが足りないということでJIS C 8955が改定され、それに合わせて電技解釈を改定するという方向で進んできたのですけれども、ご指摘いただいたように、今年の夏の事象をみると、機械だけの対策で本当にいいのかというところは確かに疑問符であるところはあると思います。

ただ、どうしても気をつけなければいけないのは、土地を利用する法律というのは、土地の利用の仕方、その用途等を定めた（つまり、開発行為を定めた）法律が別途ありますので、そういう法律と二重規制にならないようにというところを注意しながら、我々としても、支持物というものは基本的に地面にきちっとついているから支持物だということ。あるいは、今後は、地面そのものも力学的には設備の一部だと捉えなければいけないかもしれないという事例が出てきましたので、ここは慎重に、機械だけではない部分に、どこまでどういう形で広げられるかは検討させていただきたいと思っております。

○勝呂座長　よろしく申し上げます。それでは、ほかに何か。

○安田委員　京都大学の安田です。

質問は2点あるのですけれども、最初の質問は、先ほどの横山先生とか勝呂座長がおっしゃった質問と比較的似ていると思います。

例えば、問題になっております19ページの敷地被害に伴う発電設備の被害ですけれども、このあたりが社会的にかなり大きく問題視されて、メディアやネットでも取り上げられているかと思えます。一口に被害といった場合に、発電所が受ける被害という点と、それから、発電所が第三者、特に周辺住民の方々に、あるいは周辺環境に及ぼす可能性のある被害と2通り見方があると思うのですね。特に敷地の被害というのは、本当に発電所があるなしにかかわらず、敷地に被害があつて、発電所の設備が被害を受けたというケースと、発電所があるがゆえに被害が発生した、あるいは拡大した可能性があるのと、これは切り

分けて考えないといけない。簡単にぱっとみてわかるものではありませんけれども、これは今後継続的に調査が必要で、そういう点で、先ほど勝呂座長がおっしゃっていたように、他省庁との、他法令との整合性というのが重要になってくると思います。

もちろん、二重規制はあってはいけませんけれども、電技の中でできるものというのは、先ほど榎本様がおっしゃったように、建っている電気設備だけでございますので、ほかの点から公衆安全のリスクを下げる方法がないかというのも、難しいご調整だと思いますけれども、今後継続的にやっていただければなと考えております。というのが1点。

あと、長くなってしまいますが、2つ目、簡単にですけれども、今回は調査の対象というのが50キロワット以上ということで、これは法令に基づく事故点検、事故報告ですけれども、やはり社会問題になっているのが、50キロワット未満のものももしかしたら多いのではないかと。ただし、データもわからないので、そういう点では疑心暗鬼状態になっておりますので、50キロワット未満に対して今後どのように取り組むかというのを、概略、方向性をお示しいただければと思います。

○勝呂座長 質問ありがとうございます。それでは、事務局から。

○榎本補佐 ありがとうございます。

まず、敷地被害のほうは、まさにお話のとおり、発電所があったから起きたことなのか、なくても起きたことなのかということであれば、なくてもということに関しては、我々もどうしようもないと捉えておりますので、あったことによって起きたということに関して、ただ、今まさにおっしゃっていただいたとおり、電技でできることは設備についてだけです。地面との関係どうするかというのはちょっと考えなければいけないと思います。

もともと電気事業法自身が非常に大きな発電所を建てる前提で作られていたので、そういうところは事業者さんが十分にご配慮いただいているという前提で恐らく法律ができているのだろうと思っております。

あともう一つは50キロワット未満の話、非常に我々も頭が痛いところでございまして、50キロワット未満でも、2つに大きく分けまして、家屋に設置されているものと、野立てといわれるような独立した太陽光発電設備の設置形態。恐らく後者のほうが問題は大きいだろうと思っておりますけれども、ことしの10月に総合エネルギー調査会の下部の小委員会（注・省エネルギー・新エネルギー分科会／電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会）の中でもこれは非常に問題になっておりまし

て、電気事業法上は50キロワット未満というのは、残念ながら、報告徴収という、立入検査の準備に必要な情報を得るための一番最初のステップができないということになっておりますけれども、F I T法では、F I Tを受けているということイコール事業者だとみなしていて、F I T法では報告徴収も立入検査もできるということですので、F I T法サイドと情報交換をしながら、できるべきことは何かということを考えていきたいと思っております。

○安田委員 ありがとうございます。

○勝呂座長 どうぞ。

○奥田委員 建築研究所の奥田です。

19ページのところで少しご質問したいと思います。まず、敷地の被害で、前のほうの資料で法面が崩れてという被害が結構あったということですが、その法面自体というのはどのぐらいの斜度であったのかという情報はもっておられるでしょうか。あるいは、法面は崩れないような何か対応、対策をとられていたのか、全く、本当に切った状態で立ったのかとか、そこら辺について、もし調べておられるのだったら教えていただければと思います。

それからあと、風による被害で、メガソーラーのそういうパネルの被害が報告されたのですが、その被害の発生箇所というのは何か特徴があったのか、それとも、ほとんど全面にわたって被害が発生したのかどうかというのをちょっと教えていただきたいなと思いました。

あと1点、対応として、地表面粗度区分を現在はⅢで設計していたのだけれども、これをⅡもしくはⅠにしますという案をご提案されたのですが、私もそれは進めるべきだと思うのですが、ただ、粗度区分自体がもともと、もっと高層のほうの、いわゆる超高層の建物とかの設計のために風荷重がどのようになっているかということで、上空の風を観測したりとかいうことで決められているような事情があります。実際にこのパネルが設置されている地表面付近というのはほとんど、私どもでもあまりデータがないところで、本来はここについてもっと研究すべきだと思うのですが、特にこういう海のそばとか、開けたところでの地表面付近の風の性状というのですか、そういうのについてのご研究を進めていただけるとありがたいかなと思います。最後はコメントです。

○勝呂座長 ありがとうございます。今のコメントに何かありますか。

○榎本補佐 まず、法面の斜度ということですが、申しわけありません。今回の

調査では、設置面については斜度を調査したのですが、法面については特に調査しておりません、ここについては今手元にデータがないという状況でございます。確かに斜度が、法面の斜度によっても崩れやすさというのは変わってくると思いますので、これは次の機会をみて調査をしたいと思っております。

それから、パネルの被害に関して、粗度区分の話、ありがとうございます。これは今回、平成30年10月の（電技解釈の）改定によって（引用されている）J I Sが変わったということで、今まで、Ⅲを使うことが多かった地域の一部が粗度区分Ⅱを使わなければいけないことになったというご紹介だったのですけれども、粗度区分の考え方そのものが実は高いところの風を中心にということを今伺いましたので、その前提も含めて考えてまいりたいと思います。

ただ、風の研究そのものを電気事業法の執行の中でやるものかどうかというのもありまして、どういう研究が必要かという事を踏まえて対応させていただければと思っております。

○勝呂座長　ありがとうございます。ほかによろしいですか。

それでは、多分、今の電気事業法とほかの法律との兼ね合いとか、二重規制とか、いろんな問題が絡んでくると思いますけれども、本件について、今までの事務局のほうの説明、それから、今のご議論等で以降対策を進めていただくということできたいと思いますけれども、よろしいでしょうか。

○青木委員　中に風速ってたくさん出ているのですけれども、設計する風速はある時間の平均で、最大と違うので、ここはきちんと書き分けていただきたい。例えば15ページの風速約60m/sと書いているのは最大瞬間風速のことをいっていると思うのです。事故の原因のところですね。2番目のボツは、設計で使うのは平均風速なので、比べるものが最大と平均がよくわかるように書き分けていただきたいと。すみません。

○勝呂座長　ありがとうございます。よろしいですね。

それでは、本日いただいた意見を踏まえて事務局でしっかり対策等検討をお願いしたいと思っております。よろしく申し上げます。

それでは、2番目の議題に移らせていただきたいと思っております。最近の風力発電設備における事故の原因検証についてということで、まず資料2-1について、事務局のほうから説明をお願いします。

○榎本補佐　そうしましたら、資料2-1に基づきまして、ことしの夏に起きた風力発

電設備の事故に関してご報告させていただきます。

まず、ことしの夏は4件の事故がございました。1番目が台風20号による事故で、この後ご発表いただきますけれども、淡路市の北淡震災記念公園にある風力発電設備が倒壊したということでございます。

それから、2番目が台風21号。先ほど太陽光発電所でも大きな被害があったとご報告をさせていただきましたが、同じ頃に、和歌山県日高郡の日の岬というところに設置されている日の岬ウインドパーク風力発電所で1基、座屈事故が起きております。これもこの後ご報告をいただきます。

それから、3番目としましては台風21号の被害で、同じ和歌山県日高郡で、白馬ウインドファームという20基あるウインドファームのうち1基でブレードが1枚折損しております。

それから、4番目としまして、台風24号で、静岡県磐田市にある磐田ウインドファームで、ナセルの下部にある大物の機械を出し入れするためのクレーンハッチ、このハッチが外れて落下するという事故が起きております。幸い、落ちた場所が何も使っていない土地と、あと太陽光発電所の中に落ちたということで、人損被害は出ていないのですけれども、一步間違えればということでしたので、今回ご報告させていただきます。

今日は、このうちの1番目と2番目につきまして、事業者さんから、現在の事故原因の究明状況についてご説明いただくことにしております。

そして、前回WGでご審議をいただきました本荘港の落雷におけるブレードの折損事故につきましては、時間の関係で次回に回させていただこうと思っております。

それでは、この後、淡路市の北淡震災記念公園の風力発電所の倒壊事故について、資料2-2の説明を株式会社ほくだんさん、淡路市さんのほうからお願いしたいと思っております。

○説明者（大浅田） 失礼します。株式会社ほくだんの大浅田と申します。

本日は、淡路市北淡震災記念公園風力発電設備における倒壊事故について報告させていただきます。

弊社は、淡路市の指定管理制度によって、平成7年に発生した兵庫県南部地震で出現した野島断層をありのままに保存し、地震のすさまじさと脅威を後世に伝える目的で、淡路市が平成10年に設置した北淡震災記念公園の維持管理運営を行っております。

本件の風力発電設備は同公園内に設置しております。弊社はこの維持管理についても行

っており、本件設備の電気事業法上の設置者として、一義的には事故報告を行う責任があります。しかしながら、日常点検や通常の修理を超える範囲については、淡路市と協議して実施するということになっております。

今回の事故対応については、施設の所有者である淡路市が主体的に実施するということになりました。そのため、今回は淡路市北淡震災記念公園風力発電設備倒壊事故に関する専門家会議の事務局ともなっている淡路市から事故報告を行いますので、よろしくお願いいたします。

○説明者（長濱） 自席で着座のまま説明させていただきます。

最初に、皆さん、おはようございます。兵庫県淡路市でございます。私は淡路市の副市長、長濱泰之です。よろしくお願いいたします。

淡路市は、平成17年4月1日に5つの町が合併した市であります。淡路島北部のほうで津名町、淡路町、北淡町、一宮町、東浦町、この5つの町が合併した市であります。

風車倒壊の場所は、淡路島北部、旧北淡町であり、阪神淡路大震災で、県下で6,434人、それから、淡路島内3市で59名、淡路市で55人の犠牲者を出してしまいました。旧北淡町では39名。その後、区画整理事業で大きな事業をやっております。

その旧北淡町では、この未曾有の災害を忘れてはいけないと、平成10年に野島断層保存館を建設し、来館者には自然エネルギーの大切さを伝えるとともに、平成14年には、震災復興を記念しまして、本件風車を設置いたしました。

しかしながら、16年後の今年、台風20号により、残念なことに倒壊という事態を迎えました。倒壊原因については、専門家委員会、オブザーバー等の精査結果をWGに報告していく中で明らかにされると思いますが、淡路市といたしましては、今回の事故が日本全体の風車事故防止につながり、公共施設の維持管理に対する一つの警鐘と捉えております。

構造強度WGの皆様方におかれましては、本日慎重なご審議をお願いし、淡路市を代表してのご挨拶とさせていただきます。重ねて本日はよろしくお願いいたします。

それでは、説明資料の中身を読みながら説明させてもらいたいと思います。

まず、今回の報告ペーパーが3枚ございまして、3項目ございます。1番目、「設備概要と事故概要」、2番目、「事故調査状況」、3番目、「今後の調査方針とスケジュール」であります。

まず、1番目の1-1「設備概要」でございますが、今、パワーポイントで出ております淡路市の旧北淡町でございます。兵庫県淡路市小倉というところであります。運転開始

は平成14年4月であります。

1-2としましては、「風力発電設備概要（単機）」でありまして、型式は三菱重工製MWT-S600、出力は600キロワット、回転数は10～34rpmでございます。ローター直径は45メートル、取付位置、地上からセンターまで37メートルでございます。

1-3としまして「事故概要」でございますが、推定時刻、2018年8月23日、夜中から未明であります。現時点では事故発生時刻の特定はできておりません。

図1-2、これはその当時のドローンで撮影した状態であります。

発見時刻は翌日の8月24日6時15分ごろ。付近を散歩している住民が発見して通報。

倒壊状況でありますけれども、北北東（真北から約14度東寄り）に向けてタワー全体が倒伏しております。ローターヘッドが地面に激突。2枚のブレードは先端付近が折損し飛散、1枚のブレードはシェルが桁部分から分離し飛散。基礎は、ペDESTAL部・フーチング部が分離し、主鉄筋が破断しております。

（写真）これがフーチング部の主鉄筋の状態であります。

（写真）これが今の状況、主鉄筋のところであります。

このときに、8月31日、経産省の現地調査では、鉄筋の腐食とかそういうものは確認されなかったということでございます。

図1-6、先ほどみた、ペDESTAL部が破断面、ここが写真で見えている部分であります。ここが破断したということであります。

図1-8、これが、ローターヘッドが地面に激突した状態であります。

図1-3、これが上から先ほどの写真を見たものですが、構内柱が2本ありまして、今、点滅しているところが、ブレードが構内柱に当たって折損、折れております。このようにブレードによって電柱が切断されております。

もう一つは向かい側のほうですね。点滅しております構内柱②。これがブレードが飛んでいって、構内柱が倒れて、右側にある関電柱のところに倒伏という、今こういう状態になっております。要するに、構内柱①がブレードにより切断され、別の構内柱②、1本倒伏したということであります。

次に、8月23日、22時57分から22時58分に関西電力からの配電が停止。同日23時36分に、ケイ・オプティコムに光ケーブルLANアラーム通信の発報がございました。

4番目に「事故発生時の運転状況」であります。稼働状況といたしましては、平成29年5月21日に電力変換装置が故障。運転停止。平成29年9月に風車を廃止する方向で市は決

定いたしました。運転を再開することなく、今回の事故が発生いたしました。

制御データ等ではありますが、風車倒壊時には、データ保存用のサーバパソコンが起動されておらず、事故当時における風車の制御、風況に関するデータはありません。本件におきまして一番大きな問題と市は認識をしております。

次に、2の「事故調査状況」ではありますが、1番目に、基礎部の使用材料の調査をいたしました。

(写真) これはペDESTAL部の方と下部の方のコンクリートを採取した写真でございます。各々3本ずつを、圧縮試験、鉄筋についても3本を引張試験をかけております。

(写真) これが鉄筋の引張試験状況であります。

次に試験結果ではありますが、ペDESTAL部の方で、設計された基準強度が21N/mm²でありますけれども、2つとも設計基準強度をクリアしております。ペDESTAL部で平均が45N/mm²、フーチング部で28.3N/mm²であります。

鉄筋におきましても、降伏点、引張強さにおきましても、引張強さが490N/mm²でありますけれども、全てクリアしていて、平均が約550N/mm²の強度を確認しております。

試験の結果、使用材料は所定の強度を有していることが確認されました。また、現地調査においても、露出した鉄筋に、せん断力が働いた様子や、腐食と疲労破壊の痕跡も発見できませんでした。鉄筋はタワー基部の最大耐力を超える荷重がタワーに作用したため、破断したと推察されております。

次のページをお願いしたいと思います。2-2でありますけれども、これはローターが倒れたときにナセル部分を調査しないとわからないということで、これをクレーンで吊って別のところに置いて、10月29日から10月30日、2日間にかけて、このナセルとタワーの分離をして調査いたしました。

(写真) これがブレードの様子であります。上と一番下は同じやつで、芯棒だけ残って、両側のセルが飛んでしまったという状況であります。

図2-5、これがナセルの断面図であります。

制御ユニットは本体の転倒、配管外れがあつて、系統内の残圧は確認できませんでした。0でありました。

次に、ヨーの駆動ブレーキの状態であります。左側にあるのがブレーキパットであります。この部分におきましても、ヨーブレーキが滑ったとかそういう形状は確認できませんでした。

次に、油圧シリンダーの出代^{でしろ}の計測をいたしました。ピッチ制御は油圧ブレード式であります。油圧出代の計測によりまして、調査時点ではファイン状態にあったと。シリンダー出代が、ファイン角で50ミリ、フェザー角では344ミリですが、計測では72ミリでした。地面との激突により、油圧シリンダーは座屈し、支持構造物は変形しておりました。計測されました出代は地面との衝突で縮んでいるため、風車倒壊前の値については不明であります。

ただ、計測により、調査時点ではファイン状態に近い状態であったということでありませぬ。

次に、ヨー駆動装置の状態であります。2台のヨーモータに内蔵されている機械ブレーキは各々ブレーキの拘束の状態が保たれており、モータブレーキは正常な状態であった。ヨーピニオンの歯欠けがあり、欠けた歯は相手側のギアにかみ込んで回転（歯車ギア比により東側に18.1～21.7度のずれ）が生じていた。ナセルと地面の衝突による衝撃力で歯が欠け、ナセルが停止角度まで回転したものと推定されています。

ナセルの方位角であります。ヨーポテンションメーターからの信号をナセル方位角に換算した結果は、真北から24.6度東寄りでありました。ピニオンの欠けを考慮すると、ナセルが向いていた方位角は、真北から、2.9～6.5度東寄り。

図2-6、これが今の図面であります。真北から2.9～6.5度東寄りということでありませぬ。

次に、2-3「風向・風速の調査」であります。当サイトにおける風向・風速のデータは、残念ながら残されておられません。当サイト近傍には、図2-7に示すとおり、4カ所で風況の計測が行われており、その4カ所の観測地を調査した結果、関電エネルギーソリューションと気象庁（郡家）のデータを比較に使用しました。関電エネルギーソリューションのサイトには6基の風車がありますが、他の風車と観測値がかけ離れている風車、ヨー追従していない風車は除外し、3基の風車を比較の対象といたしました。

図2-8、図2-9、水色は気象庁の値をプロットしたものであります。その他の関電エネルギーソリューションの値のほうが、連続性が非常に高いということが表で出ております。

次は、台風は、当サイトに23日22時30分から23時にかけて最接近。23時時点では、台風中心との距離は約32キロメートル。23時時点、台風勢力は975ヘクトパスカル。気象庁の郡家地域の日最大瞬間風速は、28.6m/s（3秒平均、22:14）、風速は22時から24時にかけて東

から南南西に風向が変化しております。関電エネルギーソリューションでは、最大瞬間風速58m/sであります。

次に、最後の3、「今後の調査方針とスケジュール」であります。1番目に「これまでの調査状況」を報告いたします。

淡路市北淡震災記念公園風力発電設備倒壊事故に関する専門家会議設置要綱（平成30年淡路市告示第18号）を平成30年10月23日施行しております。

それから、平成30年11月11日に、「淡路市北淡震災記念公園風力発電設備倒壊事故に関する専門家会議第1回」を実施しました。

風車の倒壊原因を明らかにするため、平成30年8月31日に事故風車の基礎とタワーの接合部の調査を実施し、平成30年10月29～30日に事故風車のナセル・ブレードの現地調査を実施しました。

鉄筋とコンクリートの強度を確認するため、平成30年9月18～19日に試験材を採取し、平成30年9月27日に試験を実施しております。

次に3-2「今後の事故調査の方針」であります。

- ・ 事故時における風向・風速の評価
- ・ 事故時に風車に作用する風荷重の評価
- ・ 事故風車の接合部における耐力の評価
- ・ 事故原因の解明と再発防止策の検討

最後に「今後の事故調査のスケジュール（案）」を下の方に示しております。

専門家会議は1回開催しておりますけれども、あと3回ぐらいでまとまりがみえるのかなあとということで、これはあくまで淡路市が目標としている月日なので、ひょっとすればもっともっと長い時間がかかるかもわかりません。

以上、この風車が今年8月に倒壊しまして、我々淡路市としても、普通の一般行政マンですので、風車については非常に知見が浅いものですが、2カ月間、オブザーバー、経産省、いろんな方に教えていただいて今日の説明に至ったわけですので、ひとつお手やわらかにお願いしたいと思います。

以上であります。

○勝呂座長　　どうも説明ありがとうございました。

それでは、今の説明等でご質問等あったらよろしくをお願いします。

○横山オブザーバー　　風車の運転状況というのはどのようになっているのですか。台風

が来る前にとめているのですか。

○説明者（長濱） 先ほどご説明しましたように、1－4、稼働状況ということで、平成29年5月21日には運転を停止しております。

○横山オブザーバー とまっている風車なのですね。すみません。

○勝呂座長 ほかによろしいですか。

○安田委員 京都大学の安田です。

横山先生がまず一番最初に重要なご指摘をされていたと思いますが、今回、図1－4みたいに基礎部がこういうむき出しになった形で画像が報道とかネットでもありましたので、このあたりが非常に大きな問題点であるかのようにいろいろ取り沙汰されていますけれども、横山先生がご指摘いただいたように、今回の問題というのは、事故時に運転停止で電源が供給されていなかったという点が一番問題であるかのように思います。

淡路市様のお話を聞いて、お手やわらかにお願いしますとおっしゃられますけれども、非常に私は憤りを感じておりまして、人ごとみたいに思われます。淡路市様は最初から、風力発電を設置されたということで風力の大きな貢献をされていると思いますが、今回の事故で、風力発電は危ないとか、日本に要らないとか、そういったうわさが出るほど風力発電に大きなブレーキを及ぼす可能性もあります。なぜこのような事故が起こったかということに関して、オーナーの方、所有者の方、それから運用者の方、これは所有者責任になりますので、ぜひ真剣にお考えください。

で、一番問題点なのは運転停止ですね。指摘させていただきましても、風技で、風力発電の技術設備の設置基準第5条で、「安全かつ自動的に停止するような措置」とありまして、風技解釈でも同じく第5章に、「常用電源が停止した場合においても、非常用電源の保持等により風車が制御可能な状態が確保できるような措置」ということが掲げられています。ですので、この風車を制御可能な状態に確保できるような措置ができていたかどうかというのが問題ですし、運転停止して、事故時にも給電がされていなかったら、それから、制御可能な状態になっていなかったとしたら、それは誰が意思決定して、どうしてそういう状態になったのか、ここが一番の調査の対象ではないかと思います。この件に関して、淡路市様、それからほくだん様、どうお考えでしょうか。

○説明者（大浅田） 株式会社ほくだんの大浅田です。

電源として、電力変換装置が故障という形で、電源が故障している状態の中で、制御されていない状況で電源が切られていたという形ですけれども、電源入れは私でしたのです

けれども、電源切れるときには単独運転防止装置という非常がおりて自動的に切れている状態になって、電源が切れていたという状況になっております。ですので、当時、私としては、その電源を常に供給しないといけないという認識をしていなかったもので、風車は事故で故障でとまっているべきという形の認識しかなかったもので、電源を入れることなく、そのままにしてしまっていたという状況にあります。

○勝呂座長 要するに、今の回答は、何か故障が発生したと。そうしたら、安全のことを考えないで、そのままずっとほっぽったままにしておいたということですかね。

○安田委員 すみません。私のほうから発言させていただきます。風車を制御可能な状態に確保できない状態がもし故障等により発生した場合は、それは速やかに可能な状態に戻さなければいけないわけですね。事業者の責任として。そのあたりは、淡路市さんはいかがお考えでしょうか。

○説明者（長濱） この状態を受けまして、先ほど説明させていただきましたけれども、維持管理と電気の販売料金を比較して、議会のほうに説明しますと、もう単機では採算がとれないし、震災復興で今まで置いてきたけれども、役割を済ませたのではないかということで、市としては、この9月に、お金はかかりますけれども、すぐはできませんでしたが、撤去の方向で市の方針としては出しておりました。

以上であります。

○横山オブザーバー 私、ちょっと混乱したのですけれども、1-4の「事故発生時の運転状況」の上に、周辺の事象として、関西電力からの配電が停止とか、ケイ・オプティコムに光ケーブルの通信のアラームが出たと。そういう電源が生きているとか通信が正常な状態であれば何らかの動作が入る状態になっているのですか。停止は停止でも。それとも、これは関係ないけれども、ただ、こういうのが書いてあるということですか。そこで私、混乱したのですけれども。

○説明者（大浅田） 風車の設備ではなくて、停電、倒壊時間の何時かというところの、詳しく知るために資料として。

○横山オブザーバー わかりました。参考意見だということですね。

○説明者（大浅田） そうです。

○横山オブザーバー 淡路島って、多分、ケーブル連系ですよ。神戸側になるのかな。だから、向こうのほうで一時停電、ちょっとしたのです。台風による。だから、風車のほうの動作に余り関係ないと思っていいのです。

○説明者（大浅田） 施設内のセミナーハウスというところの横に風力発電設備がありますので、セミナーハウスの停電時点が、この22時57分から22時58分に関西電力からの停電が起こったと。

○横山オブザーバー 私の主要な質問は、この周辺の事象という、関西電力とか関西の通信会社のほうの動作が何らかの影響を、風車の運転には影響は与えていないのですね。

○説明者（大浅田） はい。

○説明者（長濱） あくまでこの時間は風車が倒れた時間の参考値を求めるためにこれを示したものです。

○勝呂座長 ほかにどうぞ。

○安田委員 先ほどの副市長様のお話ですと、平成29年9月に風車を廃止する方向で市は決定とありますけれども、その後、常用電源がちゃんと通じていたかどうか、それから、風車を制御可能な状態に保持する努力をしていたかというところが問題です。風車の発電はとまっていたとしても、安全面として風車の制御が可能な状態にならなければいけない。特に平成29年9月というのは昨年ですけれども、昨年の9月、10月はやはり台風シーズンです。それから11カ月たって、ことしの7月ぐらいから非常に大きな台風が既に何回もやってきております。その間に、常用電源、それから風車を制御可能な状態にする努力をどのようにされていたかということ再度お聞きしたいと思います。

○説明者（大浅田） 株式会社ほくだんです。

先ほど申しあげましたように、電源入っているべきところということの認識がなかったものですから、電源は切れたままの状態にありました。ただ、2回ほど、夏ごろだったと思いますけれども、風車が勝手に回り出したので、私どもとしては、故障停止していることが通常だと。故障しているのではという考えのもと、動くことはおかしいということで、電源を入れて非常停止をさせて風車をとめるという動作は2回行いました。切ることはなく、そのまま放っておくといいますか、そのままの状態で入れたままにしておったのですけれども、いつの間にか防止装置が働いたのか何かで、電源は事故当時は入っていなかったという状況です。

○安田委員 すみません。私ばかりが質問して。もう一回確認しますと、図1-3のブレードの飛散と倒壊状況をみますと、図1-2でも結構ですけれども、ブレード面を前にして、要するに前のめり、頭から、顔から突っ込んでいるのですよね。通常、アップウインドですので、本来正常な風向を向いていて、それでも耐え切れずに倒れたとしたら、後

ろから、要するにブレード面を後ろにして、後ろに倒れるわけですよ。なぜ頭から突っ込んで倒れているのか。これは非常に問題があるように思います。事故調査をもう少し詳細にしなければいけませんけれども、これはヨー制御ができていないために非常に不自然な状況で発生したと、あるいはヨー制御がきちんとできていれば解決された可能性があるとも推測されます。まだ現段階では推測ですけども。

つまり、風技解釈にあるように、電源が停止した状態においても風車を制御可能な状態に確保できていなければ非常に大きな事故が発生する可能性は高いです。そのあたりをもう一度所有者である淡路市様にお聞きしたいのですけれども、その認識がおりだったかどうかということをお聞きしたいと思います。

○説明者（長濱） 認識といいましても、我々、余りにも、今思えば風車に対しての知識がなさ過ぎたと。例えばこの風車については風速60m/sまで耐えられると、そういう数字上だけで、風車が過回転とか、横から受けたとか、ファイン状態で受けたとか、そういうことは全く、見識がないというと恥ずかしい話ですが、そういうことも予測しなかった。それともう一つは、専門家に相談もかけていなかった。こういうところで、テレビの取材でもお答えしたのですが、行政としては油断をしておったと。油断で済むかどうかはわかりませんが、私としては精いっぱい答えだったのですけれども、あのときに、今回説明したように、風向、風速、それだけでもわかっておればという、いまだにそういう思いがあります。ですから、電源装置とかそういうのは、機械がとまっておってもその分だけきちっとはかっておれば原因究明に大きく役立ったのではないかとすることは非常に、先ほどいいましたように、自分としても悔やんでおります。

以上です。

○勝呂座長 わかりました。ありがとうございます。ほかにどうぞ。

○西尾委員 「今後の事故調査の方針」というところで少し詳しくお聞きしたいのですけれども、専門家会議というのは1回開催されているようですけれども、どのような専門家が集まっておられるのかということと、あと、年度内で荷重の算定とか耐力の評価とかいろいろやられるということですが、このスケジュールは適切なものか。あと、先ほど事故原因の調査について非常に厳しいご指摘もありましたけれども、どのような報告内容となることを見越して、この年度内に調査を終えようとされているのか、というところを教えていただければと思います。

○説明者（長濱） まず専門家会議のメンバーでございますけれども、東京大学の石原

孟先生、社会基盤とかそういうことでお願いをしております。また座長もお願いをしております。それから、この1枚目のペDESTAL部の転倒しておりますコンクリート応力に対して、京都大学の西山先生のほうにチェックをお願いしております。それから、風車の部分については、足利大学の永尾特任教授のほうにお願いしております。

この工程表ですが、先ほども説明させていただきましたけれども、これはあくまで市としての希望であって、専門家会議がどのように進んでいくか、まだよくわかりません。今回も11日にしたとき、かなり進んだのかなあとと思ったのですけれども、再度チェックすると、これはあくまで推定だから報告はできないということで、かなり戻ってしまった形跡があります。

ただ、一応委員会では、先ほども指摘がありましたけれども、倒れているのが北側に倒れていると、後ろ側から受けているということで、風向、風速の評価、それと風荷重、あとは耐力ということ。それと、我々が一番気をつけなければいかんのは再発防止策の検討ですね。我々市としてのこういうしっかりしたマニュアルを、どこかにあるのかもわかりませんが、我々としてはそれを意識していなかったということで、とめるとき、それから廃止、それからいろんな故障したときの手順とかそういうものがはっきりしなかった。今後こういうものが専門家委員会で整理できたらなあと思っております。

以上です。

○勝呂座長　ありがとうございます。よろしいですか。

○海津オブザーバー　海津と申します。

今の段階でわかることを教えていただきたいのですが、風車が倒壊したときの直前の状態ですが、図2-6をみておりますが、ここに書いてあることから考えると、ここに書いてある方向で、ヨーの制御がされてないで、ヨーはその位置でとまっていて、それで、ブレードはファインになっていて、あとはブレードの回転に対する制御とかブレーキとか、そのとめている機能というのは、そのとき、このブレードの回転に対してストップしていたかどうかということはこれに書いていないのですけれども、その状態というのはどうなっていたかというところを教えていただきたいのです。

○説明者（武内）　主に制御、倒壊直前における制御のお話だったと思うのですが、まず、先ほどほかの委員の方からもお話あったように、当時の風向に対して、ヨー追従はしておりませんでした。背面から、ダウンウインドの方向で、本来受けるべきアップウインドではなくて、ダウンウインドの方向から風を受けていたことは事実です。

もう一点、ピッチ制御に関して、これはあくまで倒壊直前、誰もみた者はいなく、翌朝
通行人が発見したような状態です。ブレードがどういう角度を向いていたというのは、
倒壊直前ではわかっておりません。

ただ、倒壊後の10月29日、30日の調査で、その時点では油圧シリンダー方式のピッチ制
御をしておりますので、その出代を計測すればファインに近い角度ということが倒壊後
に計測された状態で、これについては、先ほど当市の副市長がちょっとお話ししたとおり、
ナセルが地面に突っ込んだ衝撃でシリンダーが縮んだということも考えられますので、倒
壊直前には必ずしもファインであったのではなくて、倒壊の衝撃でファインにブレードが
ひっくり返ったのではないかなあということもあって、現時点では確定できていない状況
であります。今後調査を続けていきたいと考えております。

○海津オブザーバー 3つ目の、風車の回転に対するストップの機能が働いていたのか、
ブレーキが効いていたのかというところはどうでしょう。

○説明者（武内） 当機のブレードのピッチ制御については。

○海津オブザーバー 回転です。

○説明者（武内） ブレードの回転の制御については、回転自体をとめるブレーキ制御
はなく、羽根をフェザーにして風を受けない形にすることで、要は空力によるブレーキ
制御になっておりますので、そのようなブレーキは施していません。点検用にブレードが
動かないようにする、点検するときのために、メンテナンスのためにブレードをフェザー
にしてとめるというスイッチはあるのですけれども、運転の中でブレードを回転しないよ
うにブレーキをかけるようなシステムは、当機については搭載されておりました。
よろしいでしょうか。

○勝呂座長 どうぞ。

○弘津委員 電力中央研究所の弘津です。

先ほど安田委員がおっしゃった管理面の話ですね。マニュアルがあったのかなかったの
かとか、その辺の原因追究もあわせてお願いしたいと思います。

それとともに、今日本で同じような状況の風車がないのか。廃止が決まっているけれど
も、それが管理されていない状況があると同じようなことが起きると思います。その辺の
調査をしていただくと、今回の水平展開として役立つのではないかと思いますので、ぜひ
よろしく願いいたします。

○勝呂座長 ご意見ありがとうございます。今のいったとおりのことでちょっと調査を

進めていただきたいと思います。

それから、私から1点だけ。これもちょっと気になっていることですが、実はこの風車の倒壊した写真とかをみていて、例えば宮古島、それから六ヶ所村というのとつながっていて、ペデスタルの上のほうからみんな転げているような状況ですね。風車のタワーのほうの例えば断面、二次モーメントとか断面係数と比較すると、コンクリートのペデスタルの中の下、コンクリートの固まりと上とをつなぐ鉄筋の量がすごい少なくて、だから、ここの断面二次モーメントと上のタワーの断面二次モーメントとか、それから、アンカーフレームの断面二次モーメントと比較すると極端に少ないのではないかという気がちょっとするのです。

これは昔の宮古とか、それから六ヶ所するときもそうですけれども、あれをみていたときに、何かほかの理由がついて、それで、下はこれでいいのだと。だけど、例えば上が振動が大きくなったとかなんとかで故障したんだよという形の説明で何となく納得していたのですが、今、僕反省しているのは、あのころから考えると、こういうコンクリート構造物で上に励振源になっているような機械ってあるかなあと考えたときに、風車というのは上で振動をずうっとさせるような機械になっているわけですよ。それなのに、アンカーの鉄筋の太さとか、大きさと強度の強さとタワーなんかに要求される強度というのは極端に違い過ぎるのではないかと思って、その辺も次の調査報告のときにあわせて、現状の設計基準というのが本当に耐震強度として成り立っているのかというのを報告していただけたらと思います。

ほかに、建設とか土木系の先生でご意見があったらお願いしたいのですが。

○青木委員　　これ、壊れ方をみると、鉄筋もきちんと伸びているし、所定の想定した耐力はちゃんと出ていると思うのですよね。ただ、一番弱いところが、おっしゃられるようにここだったと。全体を通して、ここを多分強くすると、次、風車が折れるとか、そういう壊れ方がかなりトピックとか、インパクトがあって、基準には適合しているのだけれども、壊し方までは法律で決まっていないので、そこは設計者の裁量になってくるわけです。これは一本棒なので、どこかが塑性化するとばたんと倒れるのは全部一緒なので、壊し方というのはやはりちょっと基準の中で望ましいみたいな形で、壊し方はこれがよさそうだというのは決めたほうがいいと思います。

○勝呂座長　　さっきの弘津委員の質問でもあったのですが、ほかのものへの展開とか、従来の風車がずうっとほとんど同じ基準で多分つくられていると思うのですよね。

それで、今の例えば制御を全然しないで置いておいたらとか、それから、前の六ヶ所の風車の事故のものとかみていると、壊れるときは、ところが、座屈で壊れているのもさっきの例であるので、どこが本当に弱いかというのはちょっとわからないのですけれども、今いったような目でみないといけないのではないかなという気がちょっとしたので、次のものにどうやってフィードバックするかと考えたときにはそこのところを考えておかないといけないのではないかなと思ったので、ちょっと意見とさせていただきたいと思います。

ほかに何かございますか。

○説明者（長濱） 今、勝呂先生がおっしゃったのは、このコンクリート応力に対する鉄筋の適正とかそういうことを、バランスがとれているかどうかとかいう精査のことをおっしゃられたのですかね。

○勝呂座長 （首肯）

○説明者（長濱） 現地踏査のときでも、設計上は鉄筋量、主鉄筋はオーケーだと。ところが、鉄筋コンクリート指針とかそういうものをみると、断面積についてはちょっと不足しておると。計算上もっていますけれども、そういう指摘は受けております。しかし、それは設計者の考え方であって、平成14年に建設されたときにしっかりしたそのマニュアルがまだ確立できていなかったということで、それは一応チェックはさせていただきたいと思います。

以上です。

○勝呂座長 ありがとうございます。では、今を含めて、ほかに。

○安田委員 今のご議論を私なりに解釈しまして、今後の事故調査の方針に関して少し要望させていただきたいと思います。

先ほど弘津委員からも管理面に関する調査ということでしたので、さらにそれに加えて申し上げますと、今回の事故は技術的な問題ではなくて、運用、それからヒューマンファクターの問題がかなり疑われます。最終結論は慎重にしていただければと思いますが。ということは、技術面に関する評価が、3-2で、ポツの3番目が全部技術の評価ですけれども、4番目にちょっとうっすら出てくる程度ですけれども、調査の内容に関してはそういう管理面とかヒューマンファクターに関する調査をもっとしていただきたいと思いません。

特に今までのご報告でいうと、昨年5月21日にIGBTが故障して運転停止とありますので、それ以降の一般的な技術情報だけでなく、事故情報がどのように運用者と所有

者で共有されていたのか。それから、マニュアルは存在していたのか。あったとして、そのマニュアルの内容をどの程度まで、どの部署の方がどれほど理解してどういう実行をしていたのか。それから、リスクに関しての技術の共有ですね。

ヒューマンエラーだったとしても、特定の個人の云々ではなくて、組織全体の構造的な問題の可能性がありますし、もしそういう結論になるとしたら、それこそがほかの事業者様への今後の事故防止の重要な情報になると思うのです。多くの自治体様が、正直いって、お困りになっているのですよね。なかなか予算もつかない、意思決定も、議会とかも含むとなかなか難しいという状況は十分理解しておりますけれども、そういう中で、それでもやはり重大事故を起こさないようにするにはどうしたらよいかという形で、責任者の追及ではなくて、似たようなお困りの方が今後防止をするにはどうしたらいいかという観点から、管理的な、ヒューマンファクター的なご調査を詳しく、詳しくお願いできればと思っております。

○勝呂座長 ありがとうございます。よろしいですか。

それでは、時間もありませんので、今のいろんなご意見と、今までの報告と、それから、今後継続して結論を出していただくのに今の意見なんかを反映していただきたいと思います。よろしく願います。どうもありがとうございました。

○榎本補佐 今日是非常にたくさんのご意見を頂戴いたしましたので、淡路さんのほうとも事業調査の中でいろいろと進めてまいりたいと思っております。

○勝呂座長 それでは、次の報告に移りたいと思います。次は、日の岬ウインドパーク風力発電所の倒壊事故についてということで、準備をお願いします。

(日の岬ウインドパーク関係者着席)

○説明者(大柿) それでは、日の岬ウインドパーク風力発電所の倒壊事故についてご説明申し上げます。

私は、発電事業者でありますアドエコロジー株式会社の大柿と申します。よろしくお願いいたします。

あと、説明補助者として、設計者である安藤・間(清水)、それから、風車の輸入代理店であり、またメンテナンスオペレーターをお願いしております日立パワーソリューションズ(宮永)、それから、風のシミュレーションについては泉創建エンジニアリング(岡田)様に補助者として同席させていただいております。

それでは、お手元のパソコンと、あとはスクリーンに同じものを映したいと思っております。

ただ、一部、補足資料がございますので、スクリーンにしか表示できないものもあります。そのときはお知らせしますので、よろしくお願いいたします。

それでは、目次ということで、全体としてはⅠからⅨまで、概要から現在までの調査結果についてということでまとめてございます。現時点ではまだ原因究明中でございますので、本日は中間報告という形になろうかと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

それでは、お手元、3ページになりますが、「風力発電所の概要」ということで、和歌山県の日高郡日高町にありまして、場所としては日の岬という岬、次のページに地図がございましたが、そこに設置しているもので、型式としてはドイツのエネルコン社の製品で、E-82 E1という1基の単独のものでございます。

ローター直径は82メートル、地上高さが78メートル、出力が1,990キロワットということで、IECのクラスとしてはクラスⅡでございます。製造は2010年、運転開始が2010年9月ということで、3秒平均でいうと59.5m/s、10分平均でいいますと42.5m/sに対応するクラスⅡということでございます。

めくっていただいて、資料の4ページでございます。今ご説明した日の岬ということで、和歌山市と田辺市の間あたりに位置する岬の突端で、下の写真が一番わかると思っておりますが、岬の突端で、現在折れた風車が真ん中にありまして、右端が日の岬の灯台で、みている方向は西側から東へ臨んでおりまして、東側には崖と山を抱えているという状況でございます。上の写真は事故前の風車の設置状況でございます。

続きまして5ページでございます。事故の概要についてご説明申し上げます。2018年9月4日、台風21号で、7時20分ごろ、風速18 m/s以上だとセクターマネジメントによって発電を停止するというので、この状態でフェザリングの状態に管理しておりました。

これは過去の故障からベアリングに負荷をかけないようにということで、基本的には18 m/s、停止して稼働まで時間かかりますので、18m/sまで50キロワット、100キロワット程度で風車を運転するというのでセクターマネジメントを実施しておりました。

10時ごろでございますが、当該風車のSCADA (Supervisory Control And Data acquisition: スキャダ) データで風速41.5m/s、10分平均を記録しております。

10時半ごろですが、地域一帯が停電になりまして、SCADAデータの記録が不能となりました。停電に際しては以下の動作を実施ということで、ヨー制御として停止直前の風向(東南東102度)を向いて停止。これはSCADAデータによるものでございます。

2番目、ピッチについては、バッテリー電源による独立ピッチ制御で、ピッチ角度92度

を確保、フェザリングの状態であります。

3 番目、ブレーキ。ピッチ及びヨーのブレーキは無励磁作動型の電磁ブレーキであり、コイルスプリングにてブレーキをロック。なお、その後のどの程度まで保持力があるかは現在メーカーに確認中でございます。

12時過ぎでございますが、台風21号が徳島県に上陸しまして、この後、事故が発生したものと現在推測しております。風車の西側を台風が通過したということでございます。

発見については記載していないのですが、翌日5日に海上保安庁が船で沿岸を巡視していたときにまず第一発見されまして、日高町に通報されました。私どもは陸上で行くしかないで、陸上へ行く公道が翌々日の6日まで通ることができませんでしたので、6日のお昼2時ぐらいに発見という事実でございます。

続きまして、めくっていただいて「事故の概要（2/2）」ということで、先ほどの停電時のブレードピッチの動作フロー図が左手にございます。停電が起きますと風車ヨー制御の停止になりまして、同時にピッチ動作の電源をバッテリーに切りかえるということで、また縦の線へいきまして、ピッチブレーキをばねで解除して、モーター動作して、ピッチ角度92度にする。さらにピッチモーターを停止し、ピッチブレーキ動作、ばね動作で動作いたしまして、ブレードピッチ92度で固定するというので、フェザリングを停止し、その状況を維持するという形になっております。

右の写真3枚ですが、ドローンで撮った写真でございます。左上が、ナセルが地上に激突し、ブレード3枚がついた状態で落下した影響で近くに飛散している状況でございます。

右の写真でございますが、地上から約37メートル付近で折れている状況で、右側に崖、山を抱えている状況。

下の写真ですが、真上からみた状況でございますが、下の写真でオレンジの矢印が左端にあると思いますが、これが北の方向でございます。

(パワーポイント)

次、補足資料でございますが、お手元にはございませんので、スクリーンのほうをみていただくと、今の前ページのドローンで撮影した写真を平面図化したものでございます。これで東西南北の方向を入れたり、またナセルの方向を赤く、102度というところで停止して、停電時に停止していたということで、102度ということでナセルの向きを表示してございます。

左側ですが、倒木が顕著にみられる範囲が一部現地で確認されております。

このような状態で、上からみた平面図の分析図でございます。

続きまして資料7ページ、ここから「近傍の風速・風向調査」ということで、先ほどいろいろご指摘もあったようですが、停電が起きますと、補助電力がございません。ですので、事故当時の風向・風速データがありませんので、近傍のデータを収集し、原因調査の一つとしております。

近傍のデータというのは、そこの地図にございますように、川辺の観測所、御坊の消防本部、日高広域消防本部ということで、10キロ前後離れたところでございまして、川辺の観測所では10分平均42.2m/s、南東の風、それから、御坊の消防本部では、10分平均は最大で50.0メートルということで、南南西の風。それから、日高の広域消防本部では52.9m/s、南風ということで、それぞれ記載の時刻で発生しております。標高としては7メートルから15メートル程度という標高の観測地でございます。

右のデータ表でございますけれども、赤色が日の岬の風車のSCADAデータ。ですから、10時半の停電時にこのデータは切れております。右側にありますが、破線が方向、向き、360度に対して右の基準がございまして、それで、それぞれの向きを破線で表示しております。水色でございますが、①の川辺の測候所、青色が御坊市の消防本部、黄色が日高広域消防本部、グレーが、京都大学の白浜にあります観測所のデータも採取させていただきました。

最大瞬間風速は、12時20分ぐらいに川辺で最大瞬間風速を記録しているということでございます。

続きまして8ページ目、「原因分析フロー」ということで、今後も含めた原因分析に向けてということで、台風通過2時間前から停電にてSCADAデータがないため、検討に当たっては以下のフローにより進める。本報告は、下記の①と②を算出した段階であり、引き続き原因調査を継続いたします。

①事故発生時の台風21号モデルによる風速解析ということで、台風21号による台風モデルを用いて、上空の風速と風向を求め、地形形状を考慮の上、ハブ高さで時系列の風速、風向の10分平均を求めます。

②タワー破損の構造解析ということで、風向4ケース選びまして、2007年度版の土木学会の指針に基づき、座屈の風速を逆算にて求めます。

③破損現物の調査による品質確認（溶接、ブレーキ力）ということで、現地解体ですが、現在作業中で、12月初旬から半ばには着手できるところでございまして、並行して、回収

した部材の破損状況から風車実機の性能に問題がなかったかを確認する。

④メーカー（エネルコン社）による解析他ということで、日立パワーソリューションズ・メーカーによる倒壊時の応答解析などによる検証を進めるということで、原因分析を進めたいと思っております。

続きまして9ページ。「台風パラメータに基づく風速の推定（1/4）＜解析手法の概要＞」でございます。台風モデルによる風速の推定フローということで、台風パラメータ、台風の経路図から、気象官署の記録から、上空の風向、風速を求めて、仮定の平坦地形の風向・風速ということで、MASCOT（Microclimate Analysis System for Complex Terrain：風況予測モデル）による解析を行って、実地形上のハブの高さでの10分間平均の風速を求めるといって行っております。

右の図は台風21号の経路図でございます。赤丸印が日の岬でございますが、日の岬の西側を通過しております。

続きまして10ページ、同じく台風パラメータに基づく推定ということで、解析モデル、それから、平均風速の割増係数についてここで記載してございます。

続きまして、近傍の先ほどいったアメダスの観測データに基づく、今度は推定ということです。アメダスの観測地を風向、風速別に用いてハブ高さの風速を測定しております。ですから、停止前のSCADAデータとの比較等に用いるためにこの辺の整理をいたしました。

右の表で、赤線が $a \times U_{met}$ という推定値で、青線が $\pm 2\sigma$ のぶれがあるという推定値のラインでございます。

この結果が次の12ページでございますが、風速の推定値の推定結果ということで、平均風速、時系列の推定結果ということで、近傍のアメダスの川辺についても風速の推定を実施し、推定手法の妥当性を確認。日の岬の11時10分までの推定風速が極端に低いのは、東寄りの風で地形の影響を受け平均風速の割増係数が小さいため。最大風速が生じる12時付近の風向は南寄りであり、東寄りの風向の推定精度悪いことが最大風速の推定に及ぼす影響は小さいと考えるということで、下記の平均風速の推定の結果の表でございます。

記載にありますように、10分平均の推定結果ということで、台風モデルから推定したハブ高さの最大風速期待値は52.2m/sでございました。10分平均風速は推定 U_T を中心に分布し、正規分布と仮定するとその標準偏差は σ_a で、 $0.1U_T$ とされるということでございます。推定のばらつき範囲を $\pm 2\sigma_a$ （信頼区間幅：95%）とすると、41.8～62.6m/sとなります。

次に、アメダスの川辺の観測値から推定した風速は53.2m/sということで、これについても±2σを考慮いたしますと、48.5～57.9m/sの10分間平均の風速が吹いたのではないかと推定結果がここに示されております。

続きまして倒壊風速の推定ということで、構造上、今度は解析した結果でございます。ブレードはピッチアウトしてありまして、ローターはフリー、ヨー制御は外部電源の停電により制御不能状態として固定された状態といたしました。タワーに生じる応力は短期許容応力度に達した時点を倒壊と位置づけた。ナセルの向きは下記の4ケースということで、横風、風向きより33度、風向正面、風向きより45度という4方向でございます。

算定結果でございますが、横風については、設計風速は63.9m/s、座屈としては36.9メートル、風向正面の場合は178.74m/secで、33度の場合は82.94m/s、風向45度の場合は74.26m/sということで、座屈高さはいずれも36.9メートルでございます。

めくっていただきますと、4ケースの応力の分布図と応力度比の分布図ということで4ケース掲載いたしました。左側にタワー高さがありますが、40メートルよりちょっと下のあたり、これが36.9メートルに値しますが、このところが応力分布上マックスになっているということ。それから、応力度の分布についても同じように、そこがマックスになっているということで、この14ページはケース1、横風でございます。

続きまして、今度は正面ということで、これも応力度と応力度比の分布図ということで、この図表からも、40メートルのちょっと下あたりでマックスになるということでございます。

続きまして16ページでございますが、33度の場合も同じく36.9メートルがマックスになるという結果。それから、45度の場合も、17ページでございますが、同様に、36.9メートルがマックスになるという計算結果でございました。

続きまして、映像ということでドローンによる座屈の状況の確認を、一帯付近、全て観測データとして写真等によることで採取いたしました。写真の記載がございますように、G L 31.384部分にフランジがございます。ここから座屈したと思われる折れ点というのでしょかね、一部鋼材が折れているのですが、この部分が36.987（メートル）ということでドローンによる計測ができます。この長さが5.603（メートル）という高さになります。

地上高さはこれにより36.98メートルということで、この部分は板厚が30ミリから26ミリに下がる変化点でございます。この5.603（メートル）というのと、右のタワーの各セクション図ですが、赤いマーキングしてあるのが折れた箇所、フランジからの高さが5,450

(ミリ) ということで、これを単純に計算だけで引きますと、溶接点というか、変化点から約15センチ上のあたりで折れているとみられるということでございます。

(パワーポイント)

続きまして次ページですが、これもまた皆さんの手元資料にございません。スクリーンにあります、このタワーは、先ほどの図面、18ページにありますように、フランジで4カ所接合されておりまして、4分割で輸入された、工場より搬入されたもので、フランジごとに接続してタワーを立てたということで、これがタワーの部材の搬入状況でございます。

続きまして19ページですが、引き続きドローンによる座屈の状況ということで、右のフランジ間の部材を、溶接箇所としては7カ所あるということで、それをフランジから一番左上と、①②③④⑤という溶接位置が拡大写真から確認できまして、このような座屈の状況になっております。それぞれ方向を変えて、それぞれの座屈状況から溶接箇所がわかるような位置を示してみました。

続きまして20ページでございますが、「風車タワー製造に関する記録点検状況」ということで、風車タワーの製造メーカーでございますが、株式会社東国ということで、国土交通大臣の認定書を取得しております。これは次ページで詳しくご説明いたします。

製造したタワーの種類としては、日本国内向けエネルコン社製のタワー全数でございます。鋼材の品質管理はミルシートで、全て合格。

溶接の管理でございますが、非破壊試験（UT）が全て合格、それから、鋼材を含む製造の品質体制については現在確認中でございます。溶接員の資格及び認証については、先週末届きまして、溶接箇所を行った者からその資格が全て確認できました。

製品の管理でございますが、製造メーカーの検査証明書ということで、原材料、溶接部非破壊検査から検査結果等は全て合格でございます。

未点検箇所の調査及びタワー折損部については実機点検を実施する予定でございます。

(パワーポイント)

次に、スクリーンをみていただきたいのですが、これが大臣認定の溶接の認定書でございます。鉄骨製作工場において溶接した鉄骨の溶接部についての認定書ということで、国土交通大臣の認定をいただいている工場でございます。

続きまして21ページ、「風車タワー製造に関する記録点検状況」ということで、実機の確認として今後行う予定でございます。解体に伴い行うということで、風車確認ということ

で、現地にて、ヨーモーター、ピッチモーター健全性の確認、ヨー、ピッチの滑りがないかを確認したいと思います。それからナセルの向き、タワーラダーの位置を確認し、実機ナセルの向きの特定をいたしたいと思います。

2番目、タワー折損部の確認ということで、外観の目視確認から板厚の確認、部材の引張試験ということで、テストピースを取り出して部材の損傷の近傍と離れた部位から部材を切り出して比較する。次に部材の元素分析ということで、ミルシートの整合確認。それから、走査型電子顕微鏡による外観確認、元素分析ということで行う予定でございます。

最終ページでございますが、現在までの中間の時点でございますが、結果としては、フロー①による推定風速は52.2m/sで、偏差が2σとしても41.8~62.6m/sと算出されました。フロー②による座屈耐力風速は、タワーに対して影響が大きいと考えられる横風の場合の計算値としては63.09m/sで、これは10分平均になります。推定風速は座屈耐力風速を下回っております。

タワー折損の位置は、実測未済であります、ドローン計測とフロー②での計算結果は一致している。ここは板厚が変化するというので、30ミリから26ミリに下がる変化点であり、耐力的にも一番弱い箇所である。なお、フランジでの損傷は生じておりません。

タワー製造に関する記録点検を実施した結果、製品の製造・品質上問題はなかったと認識しております。

今後、解体作業、12月中旬着手と並行して、フロー③の現物調査を実施することで風車の製品面に問題がなかったことを確認するとともに、本風車データを保有しているエネルギー社の協力を得て、より詳細な解析等を進めて、本件原因の特定作業を進めたいと思います。

以上でございます。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。

ただいまのご説明に関してご意見、ご質問等あったらお願いいたします。

○青木委員 この風車は、もともとは稀（使用年限中に数度は受けると思われる強さの台風）で、許容応力度設計。極稀（使用年限中に1度受けるか受けないぐらいの強さの台風）はやっていないですね。

○説明者（大柿） はい。

○青木委員 まず、ミルシートで信じるというのはちょっとやめていただきたい。ちゃんと試験片をとって、機械的性質と化学成分は本当にミルシートのとおりかどうかという

のを確認していただきたい。

それから、この資料で確認したいのですが、7ページの、さっきもいいましたけれども、風速って、最大瞬間風速がこの値なのですか。それとも10分平均の風速がこの値。これはどっちですか。

○説明者（大柿） 10分平均です。

○青木委員 そうすると、これが基準風速みたいなもので、結構大きいですよ。この10分がおかしいというほう？ この10分というのが間違い？ 7ページの。

○説明者（岡田） これは実際最大の瞬間風速になります。その10分の中のですかね。

○青木委員 10分の中。10分と書くと、平均と誰もが思うのですけれども、これは最大瞬間風速のことということですね。

○説明者（岡田） はい、そうです。

○青木委員 わかりました。

もう一つは、ページでいうと、 2σ のところという、12ページ。これで信頼強度の95%を目指すというのだったら、中央値でなくて、右の大きいほうをみるのではないですか。

○説明者（岡田） こちらはそもそも台風パラメータで推定する風速に推定誤差があるとされていて、そういうばらつきを考えると、推定値としては40~62 (m/s) の間にあるのではないかということで、このばらつきを示させていただきました。

○青木委員 ですよ。それで95%ぐらいの信頼を得ようとする、最大の62.6 (m/s)。

○説明者（岡田） まであった可能性があるということです。

○青木委員 あと、風の時刻歴応答解析をやっているのですか。これからやるのですか。

○説明者（岡田） これからですね。

○青木委員 ではこれは土木学会の指針を参考に逆算して、耐え得る風速を求めたというこの理解でいいですか。

○説明者（岡田） はい。2007年版。

○青木委員 ありがとうございます。

○勝呂座長 ありがとうございます。どうぞ。

○西尾委員 19ページのあたりの写真のところですけども、ちょっと聞き逃したかもしれないですが、フランジの部分は溶接接合ですか、ボルト接合ですか。

○説明者（大柿） ボルトです。

○西尾委員 フランジのところには損傷はないということだったのでですけども、その

4つの写真のうち右上の写真でフランジのところに局部座屈のようなものがうつっているように、この写真を見る限りではみえて、ボルト接合だとすると、照査されるときにフランジ接合部の局所的な応力状態にも留意されたほうがよいと思いました。

○説明者（大柿） ありがとうございます。

○勝呂座長 ありがとうございます。ほかによろしいですか。

○奥田委員 最後の22ページのところで、先ほど青木さんからもちょっとご指摘あったのですが、10分間平均風速なのか、あるいは瞬間値なのかがよくわからなかったのですが、ここの1ポツ目の3行目で、計算値が10分間平均風速では63m/sという数値が出ていますのでけれども、そうすると、例えば瞬間値をこれの約1.5倍と考えられるのですが、90m/sを超えていると考えていいのですか。先ほどの十何ページのところも、私もよくわからなかったのですが、推定風速でいっている52.2m/sというのは瞬間値ですよ。

○説明者（岡田） こちらは10分間風速で52 (m/s) です。最後のまとめのところの風速も、63m/sというのは、耐力上逆算して10分間平均に戻すと63m/sということで、奥田先生おっしゃるように、瞬間としてはもっと高い風速とは思いますがけれども、こちらは何とも情報がないのでわかりません。

○奥田委員 90m/sぐらいまでは耐えるタワーだったと。

○説明者（岡田） ええ、一応タワーに関していうとそういうことになります。RNA (Rotor Nacelle Assembly) とか、いろいろあると思いますけれども。

○勝呂座長 タワーに関しては、瞬間最大風速で90m/sぐらい耐えられるのですか。

そのところ、整理したデータをきちんと出してもらわないといけないと思うのですが、例えば、今、風技に入っている部分は土木学会の指針とほとんど同じですが、あのやり方でいうと、いわゆる稀とか、極稀がありますよね。IECだと、例えばこれ、クラスIIですよ。クラスIIという、 V_{e50} が59.5m/sの設計になっているはずなので、 V_{e50} ですよ。だから、50年再現周期の瞬間最大風速3秒間の数値としていうと59.5m/sになっていて、それで、 V_{ref} だと、つまり(だから)10分間平均だと42.5m/sの風車になっている。そうすると、例えばこれ、63.09m/sで、クラスIIのものの風車であったとすれば、何でここはクラスIIの風車を設置したのかというのを一回僕は聞きたいなと思ったのです。

それと、さっきの運転後の管理でなくて、建設前の管理としてどういう形でこの風車を選んだのかというのをちょっとお聞きしたいのが1点と、それから、さっきの風のことに

関しては、順番にわかりやすい説明を、今日はちょっと無理かもしれないですけども、次回にでもやっていただけたらと思います。

どうぞ。

○青木委員 現設計が極稀の検討を行っていないので、稀の1.6倍が大体極稀なので、その1.6倍に対してどういう挙動になるのかもついでにあわせて検討してほしいと思います。

○勝呂座長 どうぞ。

○安田委員 安田です。短く2点質問させてください。

1つは、5ページの事故概要のところ、SCADAデータがとれていなかったということですけども、SCADAデータの保管場所というのはどこにあるのか。つまり、風車の中にあるのか、あるいは発電所内の別の設備にあるのか、あるいは遠隔地にあるのか。そして、外部電源が供給されなかった場合、例えばUPS（Uninterruptible Power Supply：無停電電源装置）とかSCADAデータのバックアップはどのような体制になっていたというのをお聞かせください。それが1点目です。

2点目は、先ほどの淡路市さんの風車の倒壊と似ているのですけれども、7ページの資料によると、ヨーを停止したのは大体百十何度ですよね。ということは東南東であったはずなので、もしそれがそのままだとすると、6ページの写真に戻っていただいて、風車が本当に風に正対してそのままヨーがとまっていたとしたら、座屈したときに、ブレード面をみて左側に首が倒れるのではないかと思うのですね。ところが、これは右側に倒れているということは、これはそのままぱっと起き上がらせると西のほうを向いている可能性があるんで、これから調査が入ると思うのですけれども、実際に倒壊したときのヨーの向きがどうだったかというのはいま一度ご確認いただければと思います。それが2点目です。

○説明者（大柿） ご指摘のように、ヨーの向きについては、今後、解体と並行しながら、ヨーの状態がどっちを向いていたのか、例えばギアが壊れてぐるっと衝撃で回ってしまったのかは今後調べますので、お待ちください。

○説明者（宮永） SCADAのほうになります。まず、SCADAのほうは風車の中に、SCADAというか、コントロールユニットがございまして、そこにデータがございまして、通常ですと、それは外部からアクセスして見ていくような形になります。今回ですと、停電したことによりまして風車が全て停止してしまったということで、SCADAのほうのデータもそこで停電したタイミングで終わってしまったというところがございます。

非常用バッテリーにつきましては、風車のシステム上、バックアップするような機能と
いうか、保護回路等はございません。SCADAのUPSというのがございまして、それ
はあくまでもSCADAを、普通のパソコンですので、正常に停止させるためにある程度
のSCADA用のUPSというのはございますが、それはあくまでもパソコンを保護する
ためでございます、風車をそれ以降といいますか、停電以降もヨー制御ですとかピッチ
制御ですとかを継続させるようなシステムは保持しておりません。

○勝呂座長 よろしいですか。

○安田委員 わかりました。

○勝呂座長 ちょっと1点だけ。この風速、いろんなところではかっていますけれども、
風速はかったところの風速計の高さというのはどれぐらいの高さなのですか。というのは、
ウインドシアを考えたりすると相当違う可能性も出てくるのではないかという気がちょっ
としたので。例えばアメダスなんか、結構低いですよ。

○説明者(大柿) 7ページの左上の表でございますが、ちょっと記載がありませんが、
川辺の観測所のアメダスでございますが、これは地上9.4メートルでございます。御坊の消
防本部については7メートル、日高の広域消防本部については15メートルという記載のと
おりでございます。

○勝呂座長 あと、風車は80メートルぐらいあったですよ。あと、グラウンドレベルも
ほかと比べると結構高いわけでしょう。だから、このデータからいくと相当速い、高風速
が吹いていたのではないかという感じがすごいするのですけれども、それで、さっきの座
屈の検討と合わせると、逆の言い方でいうと、では何でクラスⅡなのという気がすごいあ
るのですよね。最初の設置のときに、風況観測、それからいろんな風況を解析するという
ことをして、例えばこのところでクラスⅡを置けると、置いたらいいよというふうに決
めたのはどこに出ているのかなあというのはちょっと気になっているのですけどね。

○説明者(大柿) すみません。ちょっと現在の関係者ではわかりませんので、宿題と
して回答したいと思います。

○勝呂座長 そうしたら、もうちょっと時間がオーバーしているので、司会が悪くてす
みませんが、ほかにご質問がなければ、一応これはまた継続であると報告していただくとい
うことで進めたいと思いますが、よろしいでしょうか。

それでは、どうも今日はありがとうございました。時間がちょっと迫っていますので、
あとの件もあわせて、最後に事務局のほうから、議題(3)について。

○榎本補佐 資料2-2の淡路市さんのほうで1つだけ確認させてください。今、淡路市さん自身のお見立てということで結構ですけれども、事故原因が基礎の部分にあると8月ごろはいつておったのですけれども、そこだけではなくて、電気が入ってコントロールされていなかったという風車に関してもその事故原因をつくったのではないかということ、それは何か想定されておりますか。

○説明者（長濱） いろんな原因が今のところあるのですが、あくまで、今、推定ということで、専門家委員会でいろんな検討をしていただいておりますので、調査中ということとでひとつご了承願いたいと思います。

○榎本補佐 わかりました。ありがとうございます。

そうしましたら、資料3について。

○覚道課長 この議論としては恐らくそういうことではないかと私は理解しています。いろいろご説明があったのですが、今日のここでの質疑などを踏まえると、必ずしも基礎だけではなくて、上の部分の影響もあったというのが一つの可能性として今日ここで議論されたということで、したがって、そういうところも含めて引き続き淡路市さんのほうで検証していただくと、そういうことで進めるということによろしいでしょうか。

○勝呂座長、各委員 （首肯）

○榎本補佐 失礼しました。そうしたら、資料3ですけれども、時間の関係で詳細は割愛させていただきます。

資料3-1は、いわゆるブラックアウトと言われた北海道の事例を期に、政府のほうで今、重要インフラの緊急点検というのをやっております。11月中に発表するというのですが、とりまとめに向けて電力関係でも進めております。もちろん、火力設備、送配電設備も対象になっておりますが、その中で太陽電池と風力についても対象になっておりまして、その進捗状況、またとりまとめの状況についてご報告させていただいております。

それから、資料3-2は電気設備の技術基準の解釈の一部改正。第12回の1月のときにご審議いただいた内容につきまして、ようやく10月1日付で改正・公表に至りましたので、そちらのほうの技術的なご報告でございます。

それから、次回の日程につきましては、また調整させていただいて、年度内には開催したいと思っております。

また、今回の議事録につきましては、後日、経済産業省のホームページに掲載させていただきます。

○勝呂座長　　ちょっと議事進行が拙くて時間が延びましたけれども、本日は皆様の活発なご議論いただきましてありがとうございました。

今日の会議は以上をもちまして終了したいと思います。どうもありがとうございました。

——了——