

産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会

令和元年台風15号における鉄塔及び電柱の損壊事故調査検討ワーキンググループ

(第4回)

議事録

日時 2019年12月17日(金) 10:00～12:00

場所 経済産業省別館 312各省庁共用会議室

議題

1. 台風15号における鉄塔及び電柱の損壊事故の原因調査、今後の対応について
2. 中間報告書(案)について
3. 討議

○田上課長 定刻となりましたので、ただ今から、第4回「令和元年台風15号における鉄塔及び電柱の損壊事故調査検討WG」を開催いたします。

本日は、年末の御多用の中、御出席いただきまして、誠にありがとうございます。

事務局の電力安全課の田上です。どうぞよろしく申し上げます。

本日の委員の皆様様の御出席状況でございますが、7名中5名の委員に御出席いただいておりますので、定足数を満たしております。

開会に当たりまして、産業保安担当審議官の河本より御挨拶申し上げます。

○河本産業保安担当審議官 皆さん、おはようございます。産業保安担当審議官の河本でございます。

本日は横山座長を初めといたしまして、委員の皆様方、オブザーバーの皆様方、お忙しいところをお集まりいただきましてありがとうございます。第4回のWGの開催に当たりまして、一言御挨拶を申し上げます。

まず御報告ですけれども、前回、お諮りいたしました中間整理の案につきましては、皆様からの御意見を踏まえて、「案」をとった形で12月4月に公表させていただきました。中間整理の公表に当たりましては、皆様方に多大なる御協力をいただきまして、ありがとうございました。

また、本日のWGでございますけれども、その中間整理における対応の方向性を踏まえまして、鉄塔と電柱の技術基準の見直し等につきまして御議論をいただきたいと考えております。それから、議題の2にございますが、中間整理を踏まえた形で、中間報告書の案

というものを作成させていただいております。中間報告書の案につきましては、本日の議論を反映させていただいた上で、パブリックコメントもさせていただきまして、広く国民の皆様方から御意見を伺いたいと考えております。

今後でございますけれども、このWGでは、皆様の御議論を踏まえまして、引き続き、技術基準の見直し等について具体的な案の検討を進めまして、できる限り迅速に実行に移してまいります。委員の皆様方におかれましては、本日も忌憚のない御意見を賜りたいと考えておりますので、どうぞよろしく願いいたします。

○田上課長　　プレスの方の冒頭撮影はここまでとさせていただきます。引き続き、傍聴は可能ですので、御着席ください。

これからの議事進行は横山座長をお願いいたします。

○横山座長　　皆様おはようございます。本日も御議論をよろしく願いいたします。

それでは資料の確認からお願いいたします。

○田上課長　　配付資料の確認をいたします。配付資料はお手元のi P a dで御覧いただけます。今日は報告書（案）についても御審議いただく予定ですので、先生方のところには、紙ベースのものも御用意させていただいております。資料1から3、資料4-1、4-2で、本日御欠席の熊田先生と中村先生からのコメント、委員名簿と議事次第になっております。落丁やi P a dが御覧になれないということがございましたら、事務局までお申しつけください。

○横山座長　　ありがとうございました。

それでは、議事次第に従いまして進めたいと思います。

本日は、議題は2つでございます。台風15号における鉄塔及び電柱の損壊事故の原因調査、今後の対応について、そして中間報告書（案）についてということでございます。

まず議題1ですが、東京電力パワーグリッド様と事務局よりそれぞれ御説明いただき、その後に討議をしたいと思っております。

それでは資料1の御説明を塩川様からお願いいたします。

1. 台風15号における鉄塔及び電柱の損壊事故の原因調査、今後の対応について

○東京電力P G（塩川）　　東京電力パワーグリッドの塩川でございます。

それでは、資料1に基づきまして、「鉄塔及び電柱の被害発生原因及び再発防止について」ということで御説明いたします。

資料1 ページ、最初は電柱からでございます。2 ページからが本文でございます。前回の委員会で、沿岸部で風通しがいいところですので、そのあたりについての電柱の損壊率が、その他のエリアと比べてどういう分布があるか、風による影響がかなり強いところと比較的少ないところの比較をしてはどうかというような御指示をいただきましたので、このあたりを整理したのが2 ページでございます。

沿岸部で、海岸線から約200mのエリアについて、風圧と電柱の折損率の関係を評価するために、風の影響を直接受けやすいと考えられます田、農地、荒地、公園緑地、河川湖沼等のエリアについての折損率を比較いたしました。真ん中に表がございますが、沿岸部ににつきましては折損数が5本、この沿岸部に敷設されているのは3,025本。一方、千葉県全域においては375本が折損し、全体の量は34万4,000基程度。これを比較しますと、沿岸部については折損率0.17%、全体で見ますと0.11%ということで、両エリアともかなり低いということと、この中では余り大きな差はなかったのではないかと、私どもは判断しているところでございます。

このように、風が強い沿岸部で折損率が低いことから、電柱損壊の原因は飛来物や倒木などの二次被害であると、私どもとしては考えているところでございます。

3 ページに行きまして、これまで第2回、第3回WGで御報告させていただいたものに加えて、今、御報告申し上げたことも含めますと、第2回では現地調査を含めて損壊原因の調査を行いました。これについては倒木・建物の損壊や飛来物などによる二次被害であることを確認したということ。設備形成、電柱の巡視・点検については、電気設備の技術基準、あるいは保安規程に基づいて適切に実施されていたこと。また、損壊した電柱につきましては、特定の年代に集中した特異性がないこと。あるいは鉄筋が破断した電柱について調べましたが、鉄筋の錆により強度が低下したものはなかった。第3回においては、沿岸部で損壊した電柱につきましては、その周辺については損壊していないものもあるということで、しっかりしたものもあった。そして、先ほど御報告したように、両方を比較した結果、全体として折損率は非常に低く、有意な差はなかったと判断いたしました。

このことから、私どもとしましては、電柱については倒木・建物の損壊や飛来物、地盤の影響による二次被害であると判断しているところでございます。

4 ページが再発防止策でございます。今申し上げましたように、二次被害が中心と私ども、考えておりますので、1点目としては、地方自治体との計画伐採に向けた協議ということで、倒木未然防止に向けた計画伐採の取り組みについて協議をしまいたいと考え

ております。

2 点目としましては、飛来物の飛散防止のPRということで、台風襲来シーズン前にテレビやラジオなどのマスメディアを通じた注意喚起について協力依頼する。あるいは、台風襲来が予測されるときにはその都度、弊社のSNSですとかホームページを活用して注意喚起を実施したいと考えております。

5 ページからが鉄塔でございます。本文は6 ページからでございますが、6 から9 ページにつきましては、第3回のWGで御報告した内容でございますので、ざっと御説明させていただきます。

6 ページは経過ということで、倒壊したNo.78、79号は東西に分布しているということで南方の風を非常に受けやすく、6 回線の鉄塔であったということ。

7 ページにつきましては、このような原因を究明するために、左下にあるような気象シミュレーション、またその地域の倒壊したエリアを詳細に地形なども模擬した形で気流シミュレーションをした結果、南南東の風におきまして、No.77、78鉄塔付近に顕著な風の増速が確認できたということでございます。なお、右下の気流シミュレーションの結果にあるように、これは6 kmのところまでシミュレーションしているのですが、7 kmまで領域を拡大した解析におきまして、上記と同じ結果が得られたということを追加しております。

8 ページでございます。現地の風速の推定結果ということで、約6 km風上でございます丘のところまで風が増速され、さらに鉄塔No.78の手前の急斜面でさらに増速したものと推定いたします。

9 ページは、鉄塔に加わったであろう応力と、実録の降伏点の結果でございます。左下のよう、No.78鉄塔におきましては、南南東の風において下部の支柱材応力が降伏点を上回り、座屈が発生した可能性が高いと考えております。なお、No.79については降伏点以下ということでございます。

続きまして10ページでございます。以上の結果を踏まえまして、原因調査のまとめとしましては、このように考えました。

1 点目でございます。気圧傾度の大きい台風が東京湾を通過し、千葉県におきまして著しい強風が発生したということでございます。2 点目、気象・気流シミュレーションを行い、現地風速を推定した結果、東西ルートとなる木内線No.77、78におきまして、南南東の風上地形の影響で風の著しい増速を確認いたしました。そして、先ほど御説明しましたように、推定風速を用いて等価静的手法で解析した結果、No.78鉄塔におきまして降伏点を上

回る部材応力が発生。一方でNo.79については余力があるということを確認しました。

以上に加えまして、このページの下にございますように、設計・建設・保守面につきましては、電気事業法、電気設備の技術基準、保安規程に基づきまして、適切性を確認しております。ということから、今回の倒壊はNo.77～78区間におきまして著しい強い風が作用したことによりまして、No.78鉄塔の応力が降伏点を上回り部材が座屈し、その後、No.79鉄塔を引き倒しながら倒壊したものと結論づけいたしました。

続きまして、11ページでございます。このような結果から、弊社としての再発防止の案でございます。今回の事例は、勢力を維持したまま台風が海上を通過した際に、右側危険半円の最大施衡風速半径（25km程度）に入り、台風の強い風を受けやすい東西ルートの送電線であったということ。上記の送電線におきまして、同種再発防止を実施する特殊箇所を以下のとおりといたしたいと考えました。

台風の主風向となる風上側 8 km以内に傾斜度0.2程度以上かつ標高差200m以上の山等があって、かつ直近に傾斜度0.2程度以上かつ標高差50m以上の急斜面の頂部付近である箇所ということでございます。当該箇所につきましては、弊社としましては早急に鉄塔強度について調査をした上で、問題があれば、必要な補強工事などの対策を実施したいと考えているところでございます。

前回委員会等で御説明した気象シミュレーション、気流シミュレーションの内容について、少し補足させていただきますのが、12ページ以降でございます。

12ページ、気象シミュレーションにつきましては、気象庁のMSMデータをもとに広域的な風を三次元解析しまして、9月8日21時～9月9日12時のその地域を代表する風速・風向を解析、掲載しております。具体的な計算領域としましては、関東圏をカバーする840km四方のところ、垂直につきましては16.5km、水平方向については格子間隔1 km、鉛直方向については45層ということで設定いたしました。使用モデルはアメリカの大気研究センターが開発いたしましたWRF-ARWのバージョン3.7.1でございます。地形データについては標高50mメッシュ、粗度については100mメッシュ。計算データとしては風速、気温、湿度、気圧、雲を全格子点で計算するという。初期値については先ほどのMSMデータをこの境界面のところに入れることによって、実際にやっているということでございます。計算時間等につきましては、そこに記載のとおりでございます。

なお、13ページに今回の気象シミュレーションの結果と、気象庁のウインドプロファイラの、千葉県におきましては勝浦の地域がございますので、これにつきましては上が風速、

下が風向、横軸が高度ということで掲載いたしました。これは10分の平均値ということでございますが、ちょうど倒壊しました3時前後につきましてはデータが欠測したということでございますので、その前後の2時40分、3時20分のデータでございますけれども、かなりよく一致しているということで、この気象シミュレーション結果について、一定の信頼性があるのではないかと、私どもとしては判断いたしております。

続きまして、気流シミュレーションにつきましてが14ページでございます。これは詳細な三次元地形データを入力いたしまして、局所的な地形起伏が風況に与える影響を評価する——前回ご質問がありました気温の勾配はなかなか考慮できていないということでございますが、これをもとに、風の増減速を計算するというところでございます。計算領域につきましては、6km四方と、上空については10km、水平メッシュ25m、鉛直は地上100mまでは10m、徐々に間隔を広げるということ。地形データについては、標高については25mメッシュ、粗度については100mメッシュということ。それに基づきまして計算をして、全格子点の風速3成分と乱れの強さがアウトプットとして出てくるものでございます。

15ページが気流シミュレーション結果の、実際に倒木がその周辺でどう起きたかということと比較したのが15ページの右側でございます。白くなっているところが倒木があったところでございます。ちょっとみにくいですが、かなり増速がされたところについては白いところが出ているということで、このシミュレーションについても一定の信頼性があるのではないかと、私どもとしては判断いたしました。

16ページにつきましては、これは前回も御説明したもので、各鉄塔におけます瞬間風速的なものでございます。

続きまして17ページ、最後でございますが、類型地形の抽出につきまして、先ほど類型地形を申し上げたときに、今回のところでは約6km程度のところに、下にございますように、標高差225m、傾斜度0.2、直近のところでは標高差88m、0.24ということで、このような条件を満たす①②のような箇所を特殊地形として設定いたしたいというのが私どもの判断でございます。

御説明は以上でございます。

○横山座長 どうもありがとうございます。

では、資料2の御説明を事務局からお願いいたします。

○田上課長 それでは、資料2「個別論点について」を御覧ください。

2ページを御覧ください。本日、委員の皆様にご議論いただきたい点でございます。3

回目のWGでは、東京電力PGから御報告のありました今回の鉄塔の損壊事故の原因調査を踏まえ、現行の技術基準の適切性、対応の方向性などについて、中間整理を行っていただきました。今回は、前回まで検討中でありました論点、また今回新たに出てきた論点について御議論いただきたいと思います。

本日御議論いただきたい点は、鉄塔と電柱の両方でございます。まず、鉄塔については、前回、技術基準に関して、3点の見直しについて御提案申し上げました。1点目が、現行の基準風速を維持し、10分間平均を明確化すること。2点目といたしまして、地域の実情を踏まえた基準風速（地域風速）を適用すること。また今回、新たに判明いたしました特殊箇所を考慮することに加え、センサーの設置やさまざまな気象データの収集について検討してはどうか御提案申し上げました。

電柱に関しましては、技術基準の見直しについては、損壊原因の更なる究明、鉄塔に関する技術基準の見直しの方向性も踏まえ、結論を得る、と中間整理でまとめていただいたのですが、中間整理以降に検討した結果を改めて御議論いただきたいと思います。

3ページを御覧ください。これは先般の12月5日の電力レジリエンスWGに提出した資料でございます。鉄塔は技術基準の見直し、また鉄塔の総点検による状況の把握と今後の更新に向けた計画の策定について記載されており、こちらについてはまた後で説明をいたします。

5ページ、鉄塔でございます。地域の実情を踏まえた基準風速の設定を御覧ください。地域風速を技術基準に適用していくために、地域ごとに基準風速を設定していくこととなりますが、その検討に当たりましては、左側に書かせていただいておりますように、設定する地域の粒度を市町村別にするのか、メッシュをどの程度の範囲とするのか、鉄塔ごとにするのか。また、再現期間についても、50年でとるのか、リスクを見込み100年とするのか。データの集計数に加え、計測の高さ、建築基準法では10mでございますし、今の技術基準では15mになっておりますが、計測の高さをどうするか。風速の風圧荷重への変換係数について、安全率を採用するのか、ガスト影響係数を採用するのか。また、このデータの更新頻度をどのように考えるかといった点についても、今後しっかり議論していく必要があるかと思っております。こうした議論に当たっては、最新の知見や、先生方のお持ちの技術などを適切に反映していくことが必要かと考えております。

続いて6ページを御覧ください。風速の荷重変換に関する係数です。改めてもう一度考え方を整理いたしますと、現行の電気事業法に基づく技術基準では、基準風速は40m/s（10

分間平均) に設定いたしまして、これを風圧荷重に換算しております。突風などによる瞬間的な応力の影響につきましては、安全率1.5ということで高く設定して、突風にも対応するという考え方を採用しております。

一方で、建築基準法では、基準風速として地域別の風速を採用いたしまして、突風による影響につきましてはガスト影響係数、下のオレンジのところです。高さ40mのところであれば1.8～2.3を採用いたしまして、これは前回、先生方から御指摘がありましたように、技術基準に地域風速を取り入れる場合には、こうした安全率とガスト影響係数、両方を適用すると安全に見過ぎてしまうところもありますので、きちんと整理をする必要があるかと考えております。

続いて7ページ、鉄塔事故を踏まえた特殊箇所でございます。先ほど東京電力P Gから、事故原因の要因となりました地形の分析等々について御説明がありました。台風によって、強い風が風上側にある標高の高い丘で増幅されまして、送電線の手前の急斜面でさらに増幅したという推定です。この地形については、現行の民間規程でも特殊箇所として類型化をされていないため、今回、新たに判明いたしました特殊箇所についても、適切に類型化・定義化していく必要があると考えております。

続いて9ページを御覧ください。今回の特殊箇所については、新たに判明したものですので、既存の鉄塔の設計では考慮されていないわけでありますから、全国の電力会社の鉄塔について、今回新しく判明した特殊箇所と同様のものがないかどうかを改めて確認をしていただいて、鉄塔の強度に問題があれば必要な改修工事などの対策をお願いできないかと。したがって、特殊箇所について類型化・定義化に向けた作業をきちんと行いまして、経済産業省から各電力会社に対して、総点検をさせていただきたいと考えております。

10ページが、局地風に対する対応についてということで、これは前回までのWGで御紹介させていただいてきたものでございます。台風がよく襲来する沖縄・九州・四国などでは、地域ごとの風速を技術基準より高く設定されており、地形的な影響についてはJEACの規程で、架空送電規程に基づきまして特殊箇所を考慮するといった規定がございます。

今回、特殊箇所をしっかりと確認し、改修をお願いしていきたいと考えておりますが、それでは、鉄塔の強度を高めるための方策として、どういったものがあるかを事務局でまとめたものが11ページ以降になります。総点検の結果、鉄塔の補強が必要となった場合、鉄塔の建て替えとなってくると、送電停止となり、供給信頼度が下がってしまうことや、費用や用地の確保といった課題もありますので、短期間で比較的成本の安い補強も含めて

検討していつてはということでございます。

鉄塔の補強方法としては、支柱材の部分取り替えや補強、複材の補強、支線による補強する方法もございますし、あと基礎部の補強や地盤の補強という方法もございます。

それぞれ、鉄塔の強度対策として、事務局で調べたものを御紹介したいと思います。12ページは建て替え工法の事例でございます、鉄塔そのものを建て替える場合、隣地に用地を確保し、新しく鉄塔を建設する工法や、右側のように既設の鉄塔を包み込むようにして新しい鉄塔を建てると工法もございます。

続いて13ページ、支柱材の取り替え・補強ということで、鉄塔を構成する主要な部材である支柱材の一部の取り替え、これは簡単なものであれば一日、二日でできるということでございます。また右側は、支柱材を補強するために支柱材に鎧のようなものを被せて、表面積を増やして、強度を高める工法がございます。

14ページも支柱材の補強のやり方で、アングル材で使える工法や、右側は複材といわれる補強の工法がございます。

15ページも複材の補強の事例で、右側は支線を張る工法です。紙の方は御覧になりにくいかもしれませんが、iPadで御覧いただくと、赤枠で囲ったところに白い線が見えるかと思えます。そこが全て支線でございます。

16ページは基礎の部分の補強や地盤の改良に関する工法でございます。

様々御紹介させていただきましたが、こうしたやり方をうまく組み合わせ、鉄塔の補強・改修を行うことが可能と考えております。

それでは、今般の鉄塔の倒壊事故に対し、どのような工法が使えた可能性があるかといったものでございますが、今回の木内線のNo.78鉄塔においては、支柱材の補強で1.3倍から1.4倍ぐらい、補強できたのではないかと考えられますので、こうした取組も参考にさせていただければと思います。

18ページからはセンサーによる風況・風向の把握でございます。こちらにつきましては、全ての鉄塔にセンサーをつける話ではなくて、やはり今回の鉄塔の倒壊事故や自然災害が頻発化してきている訳でございますので、気象状況に関する情報をしっかり把握し、自然災害の防災に役立てる観点も大事になってくるかと思えます。

特に、20ページからは気象観測所では測定し切れない箇所の風況、風速をとっている事例を御紹介しております。21ページは九州電力の事例でございます。

電力会社以外の、鉄道や橋梁でも風速計を使っているところもございます。

23ページは建築物や風力発電でございます。

様々申し上げましたが、今回、特殊箇所を考慮した鉄塔の設計や改修をしていくには、やはり既存の気象情報が存在しない場合に、周辺の気象情報の収集とか活用が重要になってきますので、こうしたところを中心にセンサーなどを設置していったらどうかというところが、事務局からの提案でございます。

続いて、25ページから電柱の損壊原因の更なる究明でございます。

先ほど東京電力P Gから電柱の折損・倒壊の原因について、全て二次被害という報告がございました。前回、事務局から、折損・倒壊の原因を特定できなかった20本について、東京電力P Gに改めて調査のお願いをしております。今回、東京電力P Gの追加調査で、現地での調査や周辺住民の方からの聞き取り調査によって、20本のうち18本については原因が特定されたということでございます。

一方で、28ページを御覧いただきますと、残り2本については、依然としてまだ原因が特定できていないというところですので、引き続き調査を継続したいと考えております。

最後、電柱に関する技術基準の見直しについてでございます。

中間整理では、電柱の技術基準の見直しについては、損壊原因の究明や鉄塔に関する技術基準の見直しの方向性等も踏まえ、結論を得る、ことになっていたかと思っております。今回、台風15号による電柱の損壊事故が広範囲にわたったということ、また鉄塔に関する技術基準の見直しの方向性、地域風速の適用といったことや、台風が頻繁に襲来する地域では、電力会社でいろいろな取組をされていることですので、電柱に関する技術基準についても以下の3点を検討してはどうかというのが事務局からの提案でございます。

1点目としては、鉄塔と同様に、鉄柱についても地域別の基準風速、地域風速を適用してはどうか。2点目としては、電柱の中で特に損壊率が高い木柱の安全率についてコンクリート柱並みに引き上げてはどうか。3点目といたしまして、今回、連鎖倒壊が200本、全体の1割で発生いたしましたので、鉄塔については規定されている連鎖倒壊防止に関して、電柱についても技術基準で適用してはどうか、という提案でございます。

以下、詳細を御説明いたします。

31ページ、電柱の技術基準の見直しでございます。今回、電柱には大きく、コンクリート・鉄柱・木柱の3種類がございまして、現在、電力会社で使われているのはコンクリート柱、これがシェアとしては96%、鉄柱が3%で木柱が1%程度になっております。鉄柱は、ここに書いておりますが、コンクリート柱の搬入・施設が難しい場所で利用されてお

りまして、鉄柱に対するニーズは少なくないところがございます。木柱については既に生産は行われていないと伺っており、1950年代まで主に使われていたということで、古くなってきております。

32ページを御覧ください。電柱の技術基準の見直しにつきまして、鉄柱については、鉄塔と鉄柱、違いが見えづらいというところもございますので、鉄柱についても地域風速の適用を検討してはどうか。鉄塔と鉄柱、やはり構造物の特徴や風速の設定方法とか風圧荷重の計算方法についても留意していく必要があるかと思えます。

2点目として、コンクリート柱と鉄柱の損壊率です。下の表を御覧いただきますと、コンクリート柱は約0.03%、鉄柱も約0.03%ですが、木柱は0.3%と、10倍の差がございます。コンクリート柱の安全率は2.0で、鉄柱は1.5、木柱は1.3～1.5ということで、木柱についてはコンクリート柱並みの2.0に引き上げ、損壊事故の防止に向けた安全対策の底上げを図ってはどうかというのが事務局からの提案でございます。

33ページは諸外国での電柱の設計風速について紹介させていただいております。諸外国には木柱も多く存在しておりますが、安全率についてはコンクリート柱や鉄柱よりも高く設定している事例が多くございます。

最後、34ページからが連鎖倒壊の防止でございます。今回、台風15号の倒壊事故でも、倒木、飛来物の影響によって、他の電柱を引っ張り、連鎖的に倒壊した事象が約200本ございました。これは全体の1割になります。また昨年の台風21号、24号でも連鎖倒壊が発生しております。電力会社では、連鎖倒壊を防止するために、民間の配電規程に基づき支線の設置を既に行っていますが、今回の損壊現場では設置されていない箇所もございました。また、鉄塔の方では連鎖倒壊防止に関する規程もございますので、電柱についても連鎖倒壊防止の規程を技術基準に規定してはどうかというのが提案でございます。

35ページは、連鎖倒壊防止対策や基準風速の設定というところで、電柱について、各電力会社で対策をされているものを改めて御紹介したものでございます。

事務局からは以上でございます。

○横山座長　　どうもありがとうございました。

それでは、討議に先立ちまして、本日、熊田委員、中村委員が御欠席ですが、コメントをいただいておりますので、事務局より御紹介をお願いしたいと思います。

○田上課長　　資料4-1と4-2を御覧ください。

資料4-1が熊田先生から頂いているコメントでございます。センサーの設置について、

コメントを頂いております。鉄塔周辺の風況・風向把握用のセンサーの設置については、寿命と効果を考慮して、センサーの設置期間を設定するべきではないか。鉄塔の寿命に匹敵する恒常的なセンサーシステムを設置する必要はない。5年程度のデータの蓄積で有意義なデータがとれるのではないか、ということでございます。

また、中村先生からのコメントです。鉄塔と電柱で合計3つ頂いております。再発防止の地形的な範囲は、風況シミュレーションの仮定と整合をとって決定していく必要がある。部材の補強を行う場合は、力の分配の変化や強度増加に伴う基礎への影響に注意する必要がある。電柱につきましては、鉄柱に対し、鉄塔と同様に地域基準風速を導入する場合は、コンクリート柱や木柱と作用力や重要度の相違の有無を事前に検討するのが望ましい、といったコメントをいただいています。

事務局からは以上でございます。

○横山座長　　どうもありがとうございました。

それでは、ただ今の御説明に関しまして、委員の皆様から御意見、御質問がありましたら、お願いしたいと思います。松井委員、お願いいたします。

○松井委員　　東京電力パワーグリッド様から、電柱及び鉄塔の被害要因についての御説明をいただきまして、それを受けて、事務局の方で個別論点ということでまとめていただきました。

まず電柱の折損ですけれども、一番最初のスライドでございます。これは折損率を沿岸部と、そういう場所でないところで比較してみてもどうかというような、このWGでの意見が出た上での検討をしていただいたということだと思います。結果として、沿岸部は5本だけだという、サンプル数が非常に限られたのですけれども、このWGでの議論としては、沿岸部で飛来物等がない状況で余り被害が出ていなければ、飛来物や倒木の影響が主要因だったというようなことが妥当だろうということでこの検証をお願いしたと思うのです。折損率からいうと、千葉県全域が0.11、それに対して、沿岸部では0.17ということで、若干ではあるのですが、大きな数値が出てしまっている。これをどのように解釈するかということについての御意見を伺いたいのです。

○東京電力P G（塩川）　　まずは今、御指摘いただきましたように、かなり本数が少ない。両方を比べるとというか、両方がそもそもかなり低い数字であるということが1つ。もう1つは、仮に私どもの0.11というのが、二項分布的なものをとったときに計算いたしますと、0.17を超える、以上になるところは約24%ぐらいでございますので、そういう意味

では特異な範囲を超えていない。4回あると1回ぐらいは——地理的なものは0.11だとしても、0.17というものは、あるいはそれ以上というのが24%ぐらいの確率で発生するということからすると、有意なというか、0.17というのはそれほど大きな特異性がないと判断したということでございます。

ただ、いずれにしましても、かなり本数が少ないので、統計上に載ってくるのかどうかという問題もあろうかと思いますが、一応、そういう分析はいたした上で、このような表現をさせていただいております。

○松井委員 わかりました。どうもありがとうございます。

御趣旨はわかったのですが、この書き方で、4番目の箇条書きの項目ですけれども、括弧内の文言です。「電柱折損の支配的な要因は風ではなかったと考えられる」、これは語弊があるかと思います。飛来物であっても、倒木であっても、風由来で発生しているものですから、風ではないというのはちょっと語弊があるかなと。もう少し丁寧に、例えば、風なのだけれども、風速だけではない何らかの要因があったのではないかとか、そういう書き方をしないと、これはかなり正確性を欠く表現だと思います。

○東京電力P G（塩川） わかりました。御指摘のとおり、書き過ぎというか、この辺の表現については修正を考えたいと思います。どうもありがとうございました。

○横山座長 それでは木本委員、お願いします。

○木本委員 比較的、技術的な細かいことになると思いますが、2点ほど御質問させていただきます。

鉄柱の話です。東京電力パワーグリッド様の資料の9ページに、No.78とNo.79の応力というのがあります。私はこういう計算は余り得意ではないのですが、ごく簡単な素人質問で、No.78とNo.79で、応力の横軸の座標軸は少し違って、No.79の方が大きいのです。どうして違うのですかということです。No.79の方が大きそうにみえて、強そうに見える。それで、弱い方が倒れたと。それでもいいのだけれども、赤い線は計算したものなのですよ。これも強くなるのですか。

○東京電力P G（塩川） ちょっとわかりにくいのですが、8ページの右側のところに薄くNo.77、No.78、No.79という絵が描いてございます。No.77とNo.78は非常に距離が短い。一方でNo.79については両側の送電線の距離が長いというか、隣までの距離が長いので、そもそも電線等に吹く風に加わる荷重が大きいということと、あわせて鉄塔の高さが、これは地形的なもので、地面からの距離を確保するためということもあって、鉄塔の高さも違い

ますので、そもそも自分自身の重さも大きい。それをもとに安全率1.5の設計をしますと、これだけの降伏点というか、耐荷重力をもったような鉄塔になる。そういう意味では、鉄塔1基ごとに、この横軸の設計応力というのは変わってきているということでございます。

○木本委員 状況によって全部違ってくるということですね。

もう1つ、簡単な質問です。気象シミュレーションと気流シミュレーションというのがある、気流シミュレーションは現地近くの細かい風のシミュレーションだということなのですが、南南東の風向に限り、風が強められたというのは、これからのことを考えるときに割と大事なことだと思うのです。そのほかの風向とどれぐらいの差があったかというグラフをお示しいただいていないので、どの程度に考えればいいのか。多分、定性的には地形に対して直角に当たるような風向で強くなったということだと思うのですけれども、それが2倍も3倍も違うのか、それとも1割、2割ぐらいのものなのかということについて、何か材料がありましたら、教えていただきたいのです。

○東京電力PG（塩川） 南南東の風が増速されたというところにつきましては、基本的には南南東の方向の地形的な影響があるということで、それ以外の方角については、今回、私どもで判断した特殊地形というところには該当するような丘、増速される傾向がないということでございます。それで、直接的な、何倍になったということをお示しした資料はないのですけれども、前回のWGの参考資料の、たしか22ページのところに、その角度を10.5度ずつぐらい変えまして、それによって、この木内線のNo.78鉄塔の付近で増速される、されないというのをシミュレーションしたものを参考資料としてお示ししてございます。それをみますと、やはり増速というのは南南東の方角からのものだけで、それ以外のところについては、何倍という数値は提示しておりませんが、増速が起きている、起きていないというところについて御説明させていただきました。済みません、前回の委員会のときの資料です。基本的に、事故点からみたときの風上の方角によって地形が異なるということで、今回のような増速が起こるのは、6kmぐらいのところでは丘があって増速されているということでございます。

○木本委員 わかりました。

もう1つだけ、ごく単純なことなのですが、14ページの気流シミュレーションについて、気温勾配を考慮していないというのを今回、入れていただきました。この気温勾配というのは、気温の鉛直勾配、水平勾配、気温の熱力学の方程式を計算していないという意味のことですよね。

○東京電力P G（塩川）　　そういうことです。

○木本委員　　それで、増速が起こるためには、鉛直の密度勾配をそもそも与えていないと増速が計算されないと思うので、それについては与えていると。だけれども、計算のときには熱力学式は計算していないと理解してよろしいですか。

○東京電力P G（塩川）　　はい、そのとおりです。

○横山座長　　ありがとうございました。それでは石川委員、お願いします。

○石川委員　　最初の沿岸部の調査の結果について、少しだけ教えていただきたいと思います。折損数5本というのは、これは下の写真にもあるとおり、周辺の飛来物などの影響というような形で、風だけというよりは、二次的な被害と考えてよろしいでしょうか。

○東京電力P G（塩川）　　5本につきましては、2ページの左側、田ですとか荒地とか、比較的平地というか、平面で建物などがいないところについて、損壊したのが5基ということで、その原因について、もともと私どもの調査では全部二次被害と考えておりますので、これは海の家が壊れて折損したということですが、5基は全て、こういったような建築物等が飛来して倒壊したと、私どもとしては考えているところでございます。

○石川委員　　ということは、風の強い沿岸部でも、風そのものによつての折損はないと、そのようにも理解できるのですけれども、ということは、相対的に風の弱い内陸部も、恐らく風そのものの折損はほとんどないだろうと、間接的に示しているとも考えられますが、そういった理解でよろしいでしょうか。

○東京電力P G（塩川）　　ここでは、基本的には1,996本一本一本について折損の原因を調べていますので、海岸部でないので、それ以外のところでないということよりも、ここでは、沿岸部については、相対的に、より風が強くなるだろうというところを調べてみたということで、それが全体の本数のうち、どのくらい損壊したかということで、それが沿岸部以外も含めた全体の割合として有意に高くないということから、風の――松井先生の話もあるので、どのように表現したらいいか、風だけで倒れたというものではないという形になろうと、ここでは表現させていただいているところでございます。

○石川委員　　わかりました。基本的に沿岸部が風そのものではないのであれば、恐らく内陸部も、風そのものによる折損とは考えにくいだろうと理解しました。

○横山座長　　友清委員、お願いします。

○友清委員　　11枚目、鉄塔の再発の防止策に関してお尋ねしたいのですけれども、今回の事例に関しましては、台風の最大旋衡風速半径25kmということで、比較的小規模という

か、コンパクトな台風だったと思うのですが、それを基準にして、対抗策の場所が風上側8 km以内になっているのかどうか。台風の大きさと検討すべき地形の領域の関係がどのようになっているのかということと、あと、このスライドではなくて、もう少し後ろのスライドで、2つの地形の大きな山と小さな山の説明がありましたけれども、その間にも高めの、標高差が100ちょっとあるような地形がありますが、この間の地形に関してはどのように考えて、この後、対策をしていくのかということをお教えください。

○東京電力P G（塩川）　　まず11ページの、25kmというところについて、今回の台風15号というのは、先生御指摘のようにコンパクトで、だからこそ、逆にいうと気圧傾度が非常に弱くて、強風が発生したというところでございます。その中で、最大旋衡風速半径というのは約23kmから25kmということでございますので、このところで、そもそも強風、特に危険半円といわれている右側に入ったというところで、ここを一つの対象として考えたいということと、一方で、特殊地形については、25kmとは特別に関係性がなく、気流シミュレーションの結果として、6 kmと直近の傾度ということで今回設定しましたので、25 kmというのは、今回の旋衡風速半径が23kmであったというところで、それはやはり、かなり気圧傾度が高くなっていて、強風が発生するのではないかとこのところで設定したということがございます。

また、17ページのところで、おっしゃるように、途中途中に丘などもあるわけですが、今回、この中では全部お示ししておりませんが、これは6 kmを中心に検索しております。例えば4 kmぐらいのところに入力を入れますと、それほど加速しない、増速しないということがありまして、これは確かに赤が下に降りている状況が出ておりますが、これも途中の、やはり6 kmのところでは風が収束するといいますか、上空から風が集まってきて、最後のところで勾配が出てきた。ここに最終的な影響が出て風速が強まったところの、特に大きな要因の2つが6 kmと直前ということで、今回このような風速のところといたしました。また、余りこの数を増やしていくと、多分、該当する箇所がなくなってしまう。今後、特殊地形としていろいろ対策を打っていく上において、余り絞り込んでしまうと、かえって対策にならなくなってしまうという悩ましいところもありまして、まとめて申し上げますと、やはり増速の影響度が大きいところがこの2カ所であったということと、あとは、これ以上絞ってしまうと、対策の水平展開ということで考えたときに、その範囲が、極端なことをいうとなくなってしまうようなことがあった場合に、そこまで絞り込まなくても、やはり影響の大きいところをもって特殊地形と設定した方がいいのではないかとこののが

私どもの案でございます。

○友清委員 地形に関して、この後の議論に移っていくのかもしれませんが、類型化をするときに、2つの地形がどのくらい離れているかとか、その間に何かあるかというのは場所によって違うと思いますので、もう少しきちっとシミュレーションをするなり、風洞実験をするなり、何らかの検証が必要だと感じています。

今回の事例に関しましては、この結果であるということは納得しております。

○東京電力P G（塩川） 追加というか、今の本質的なところで、確かにどういう類型化をするかというのはかなり難しいところがあるのと、あと、今回、8 km以内でと設定したところにつきましては、8 km以上離れてしまいますと、例えば20km前に南南東だった風が、鉄塔まで南南東で来ることが多分ない。そうすると、鉄塔への影響を与える、どこの地形をみるかと考えると、8 kmぐらいが一番広いところということで判断しています。いずれにしても、先生御指摘のとおり、いろいろな検討が必要だと思っております。

○横山座長 松井委員、お願いします。

○松井委員 鉄塔についてなのですけども、これは鉄塔の被害に関する分析としてはかなり妥当なところに行っていると、私も思います。ただ、それをどういう再発防止策に結びつけるかというようなところはかなり慎重にというか、これから重要なところではないかと思えます。この鉄塔の被害要因がわかった上で、基準風速、それから鉄塔自体の耐力、風に対する鉄塔の応答、そういった要因に分けて考えますと、まず地形の類型化については、二次元的な地形で判別しようとしているのですが、このシミュレーションにおいて、三次元的な効果とか、そういったようなものがなかったかどうか。逆にいえば、類型化して提案された、このような二次元的な条件、風の向きに対して鉛直断面で二次元的に地形を考えるというようなイメージで地形を類型化されているのですが、この条件で、それなりの風速の増速率が見込めるのかどうか。そういったようなところは、例えば建築学会の荷重指針等では、尾根状地形であるとか斜面の増速率であるとか、そういうものも提案されていますし、電気学会等、民間基準の方でもそういうデータベース等の整備は進んでいると思うので、その辺を確認する必要があるのではないかというところですよ。

それから、鉄塔の軸力が最大値になった評価について、これは動的な応答等をいろいろ実施して、最近の技術的な成果も盛り込んで検討されたわけですけども、これをただ単に地形の類型化による風速の増速率だけでカバーすることができるのかということについては、例えばその他の条件です。現在の技術基準で、風速だけを増加させて荷重を求めた

場合で、こういった最大荷重のフォローができるのかどうかといったようなことを経た上で御説明いただいた方が、説得力があるのではないかという印象を受けました。

まだあるのですが、以上のようなところ、いかがでしょうか。

○東京電力P G（塩川） おっしゃるように類型化につきましては、御指摘のように建築学会であるとか電気学会等の知見を参考にした上で整理、考えていく必要があると思っております。

また、今の特殊地形のところで増速のものを、先ほどの基準風速のアップというような形でやるのか、そこがどのようにできるかということについては、一方で、どこまでみるかということも——今回のように、実際に壊れた材料の強度を調べてみると、尤度みないなものもありますので、加える荷重だけをどんどん高くするだけではなくて、資材とか部材とか、そういうところの尤度とかのバランスをとった上で、どういうレベルで設計するのがいいのかというのは課題だと思っております、少しずつ勉強しながら対応してまいりたいと考えております。

ただ、やはり今回のような特殊地形はできるだけ早くやりたいと思っておりますので、ある程度、そのところは決めた上でできるところから手をつけていって、包括的なものについては中長期的な課題というような整理もあろうかと思っております。これは経済産業省の方考え方によると思っております。

○田上課長 特殊地形につきましては、東京電力P Gから御提案いただいたものを参考に、事務局の方で検討し、電気学会や建築学会等の知見も踏まえて、次回WGにおいて御提案させていただきたいと思っております。

○松井委員 どうもありがとうございます。そういうことを考えて、事務局提案の方にはガスト影響係数等についても考慮すべきだろうという提案が入っていますので、これはきちんとされているなと感じました。

それともう1つですが、補強についてです。補強について、耐力を上げるというような方向で考えられているのですけれども、鉄塔は、前回のワーキングでも申しましたように、不静定次数の低い構造物で、1本の部材がやられると全体が崩壊形に至るというような性質があるのです。そういう意味で、建築物とかは、例えば二段階の照査をしていて、通常の使用で問題がないか、それともう1つ、究極的なとか、かなり大きな荷重で人命を損なわないかというような判断をして、人命を損なわないような評価の場合には、ある程度部材の損傷も許す、ただし、全体が崩壊しないとか、そういったような条件をつけます。

鉄塔の場合はまた構造システムが違いますし、これは電力を供給する上でのシステムの一部であって、構造物に対する要求性能とか信頼性というのも、システム全体で電力を供給する上で、例えばネットワークであるとかバックアップシステムを考えた上で、どの程度要求するかということになると思いますので、どういった設計が必要かということについて、またその補強によって何がプラスアルファされるのか。それを上回った場合には、やはり今回と同じように倒伏するのか、それともある程度、傾くけれども、倒伏には至らないとか、そういう評価も可能になると思うのです。

例えば建築物にブレースを入れる場合には、圧縮で壊れるようなブレースの場合には、常に逆方向に引っ張りで、それに対抗するようなブレースが入っています。最終的には、圧縮で大きなものを壊すような設計をしないように気をつけて、靱性というか、耐力に達した後もある程度粘り強い構造となるような工夫がされているのですけれども、そういったような工夫ができるのかどうかという、かなり高度な水準の設計の要求になるのかもしれませんが、将来的にはそういうことも補強の観点に入れることも一つの案かと感じました。

○田上課長 御指摘ありがとうございます。鉄塔の補強に関しては、いろいろな補強の方法や新しい技術も出てきておりますので、事務局でしっかりと調査していきたいと思えます。

○横山座長 それでは、石田さんから何かありましたらお願いいたします。

○石田オブザーバー 鉄塔協会の石田でございます。

松井先生のおっしゃっていることに関して、やはり鉄塔というのは不静定次数が低いというのは御指摘のとおりでございます。今、事務局の方でまとめられているのは、基本的に強度をアップするような形で、風が増えたときに、もつような形で対策をするという形になっております。

靱性という意味でいいますと、これはなかなか難しいところで、実際のところは、規格に対して実強度というのはかなり高くなっておりので、ある程度の能力はあるとは思いますが、鉄塔はトラス構造ですので曲げ系である建築物みたいに靱性をもって対応させるというのはなかなか難しいかなと考えております。ですから、どうしても強度的にアップさせるというような形の補強しかないかなと、現状のような形になっているかと思えます。

○横山座長 どうもありがとうございました。それでは木本委員、お願いします。

○木本委員 比較的簡単な確認と質問をしたいのですが、個別論点の資料の方に行って

もよろしいですか。

最初は2ページ目です。確認したいのですが、特殊な地形による突風、10分間平均が50mで最大瞬間が70m吹いたと書いてありますが、これは吹いたと推定されるですよ。

○田上課長　　そうです。

○木本委員　　それは特殊な地形によるものである、したがって、40mの基準を見直すというよりは、特殊な地形に合わせた対策をとった方がよい、そういうメッセージが、パブリックコメントを通じて、国民の皆さんに伝わるといことと理解してよろしいですか。

○田上課長　　鉄塔の設計時には、技術基準の40m/sを満たしていたというところがございます。今回の場合は、木本先生のおっしゃるように、特殊な地形で風が増幅されたというところで、最大瞬間で70m、10分間平均でも50mの風が吹いたと推定されるわけでございます。基本的には、40mを維持するということではありますが、一方で台風がよく襲来するところは、やはり風速も見直した方がいいのではないかとということで、新しく②のところに、地域ごとの基準風速という考え方も取入れたらどうかと提案させていただいたところです。

○木本委員　　僕は方針に異論を唱えているのではなくて、国民の皆さんに御意見を求めるときに、50吹いたとわかっているのだったら上げろよという感じの短絡的な反応をむげに引き起こさないようにという観点で御確認しました。

もう1つは、割と単純な質問なのですが、同じ資料の5ページに地域風速の設定について考えるのだという方針を述べられていて、それは構わないのですけれども、ただ、読み方が、地域というと、海岸と山とか、千葉県と埼玉県みたいなのを想定させて、これまた国民の皆さんに伝わったときに、それよりは風向と地形の関係とか、設置場所の特殊性とか、もう少し局地的な様相で強風が生じるということの方が大事なのではないかと。ですから、千葉県南部では50mにして、北部では40mにするとか、そんな単純なものではないように思うので、地域で設定するといってしまうと、そんな簡単に決めてしまうのかという感じがいたしますので、大まかな指導方針としては、その状況に合わせて考慮してください。例えば、大ざっぱにいうと地域かもしれないけれども、細かいところは地形とかを考慮してというニュアンスが伝わりませんと、地域だけで風速が決まるようにメッセージが伝わってしまうと、ちょっとあれかなと思いました。

○田上課長　　おっしゃるとおり、基本は40m/s、台風のよく襲来する地域は地域ごとの風速ということかと。個別の鉄塔についても、特殊箇所を考慮していただきたいと考えておりますので、その辺、よく伝えるように工夫をしたいと思っております。

○横山座長　　パワーポイントの5ページも、設定する地域の粒度をどのように表現するかというのは課題として挙げてございますので、今後また検討させていただきたいと思えます。

それでは友清委員、お願いします。

○友清委員　　木本先生のお話に関連してなのですけれども、現行基準40mを維持で、それプラス地域風速と特殊地形があるという、その関係性が伝わりにくいというのが問題なのかなと思うので、基準風速40mで設計をしますが、地域風速が40mを上回ったら対策をするのかとか、そういう手順のようなものはっきりさせた方がよろしいのではないかという気がします。今の段階の①②③という書き方ですと、結局どれで何が決まっているのかがよくわからないというような印象をもちました。これはコメントです。

もう一点、地域風速を設定するというお話に関しましては、特に反対というわけではないのですけれども、5ページ目のスライドで、検討が必要な項目案のところに計測高さ(10m、15m、等)と書いてありますけれども、この計測高さというのは、基準風速の基準高さという意味でしょうか。

○辻井課長補佐　　はい。

○友清委員　　計測高さという言葉ではちょっと伝わりづらいのかなと思います。

それから、風圧荷重への変換係数に関しましては、安全率とガスト影響係数のお話が次のスライドにもありますけれども、安全率というのは、主に材料側の観点でのお話であって、ガスト影響係数というのは、どちらかという構造物の応答に関するお話かと思えますので、ここはきちっと切り分けないと、数字でみると1.5から2程度の同じような数字になってしまいますので、混同してしまうのではないかという気がいたします。ですので、今後、議論する際には、安全率とガスト影響係数に関しては、どういう定義でこれが決まっているのかというところからきちっと調べた上で検討していった方がいいのではないかと思います。

○横山座長　　どうもありがとうございます。それでは佐藤様からお願いいたします。

○佐藤オブザーバー　　気象庁でございます。コメントですが、この資料2の24ページのところです。気象庁のアメダスの観測地点の図に木内線の鉄塔をプロットして、既存の気象情報が存在しないところでもこういうセンサーをつけて観測することが有効となる可能性と書いていただいております。アメダスも全国網羅的に設置はしていますのですけれども、やはり設置地点に限りがありまして、そういう地点以外の観測点を使わせていただくとい

うことは、一般論として、我々としてもありがたいと思っているところがございます。実際に使うということになりますと、我々、観測環境とか観測精度、検定に合格した測器を使って観測したものについては利用するという面はありますけれども、一般論としては、こういうデータを気象庁としても活用させていただけるとありがたいですし、ほかの研究機関の方も、こういった顕著な気象現象の解析に当たって、気象庁以外のデータも幅広くあると、皆さんに有効に使っていただけるのではないかと思いました。コメントでございます。

○横山座長　　どうもありがとうございました。先ほどと関係することで友清委員、お願いします。

○友清委員　　今の気象観測に関してのコメントを追加させていただきたいのですけれども、センサー等の設置を考えているということで、どういった風速計をつけたらいいとか、コスト的などころの検討もされているようなのですが、先ほど気象庁の方からコメントがありましたように、つける測器には、データを公表する場合は気象庁の検定が必要になってきます。しかも、その検定は何年ごとという決まりがございますので、更新の頻度とか、そういうメンテナンスのことも考えてコストの計算をされた方がいいということと、あと、風配型プロペラ式、超音波式ということで、それぞれ特徴が、いいところ、悪いところがあると思うのですけれども、例えば鉄塔の頂部などに設置する場合には、非常に風が強くなる場合がございますので、耐風速、何m/sまで測定できるのかとか、そういったところの観点も一応調べておかないと、強い風が吹き過ぎて壊れてしまったとか、観測できなかったとかいうことになりますと問題になりますので、そういうセンサーをつける場合には、そういったところも御検討された方がいいと思います。

○横山座長　　それでは、センサーに関しまして、稲月さんからお願いします。

○電気事業連合会（稲月）　　電気事業連合会でございます。風速計、センサー等の御質問が出ております。少しだけ補足をさせていただきますと、経済産業省の資料2の19とか20ページあたりに事例が出ていますけれども、平成3年の台風以降、鉄塔にも風速計をつけてきた事例がございます。先ほど気象庁からございましたけれども、この辺のつけているものについては検定をとっておりませんので、データとしての精度を維持できているかという、そこまでの満足度は今はないというのが問題でありますし、さらに19スライドの、先ほど友清先生が読んでいただいた表の下に※で小さく書いてありますが、こういった鉄塔につきましては電源もないといったことで、計測環境として鉄塔がいいのかどうか

というのは悩ましいところも実際ございます。そういう意味で、今後、風速計をつけるに当たりまして、目的です。何のデータをとりたいのかといったところを見極めながら、特殊地形をまず見極めて、とりたいというところに鉄塔がたまたまあれば、鉄塔につけるということもございましょうけれども、違う手法の方が最適であれば、別の観測手法を考えた方がよい可能性もあるということで、この辺についてはまた詳細を検討いただければと思っております。よろしく願いいたします。

○横山座長　　ありがとうございます。それでは木本委員、お願いします。

○木本委員　　今の御議論で、個人的な感想ですが、気象庁は、検定を通った信頼できるデータが欲しい、それは自分たちが使うためです。ですけれども、その前に、高いものを建てているのだから、測らないより測っている方がよい、こちらの方が優先すると思います。そして、高いより安い方がいい。単純に考えていただいて、できる範囲で測りながら、安全性を考慮しながら事業を進めていただくというのが最優先ではないかと思えます。

その上で、検定を通った測器を使えるのであればいいけれども、気象庁の使うデータというのは、平らなところで、10mの高さで測ったデータとして使うわけですから、今の場合は非常に特殊な地形があつて、局地的な風が吹くかもしれない可能性について測ろうというわけですから、そもそも目的が違いますので、私個人は、そんなに厳密に、検定を通らないと絶対測ってはいけないみたいに考える必要はないと感じております。某電話会社が何年か前に多数のセンサーを自前の電柱に配置して、研究では、そのデータが非常に役に立ったという結果を聞いたことがございますが、検定のコストかどうかは私、知りませんが、コストがかかるので中止せざるを得なくなったというような事例もございますので、多少のコストがかかるから中止、若しくはやらないよりは、できるところからでもいいから、鉄塔全部にちゃんとしたものをつけろというあれではなくて、測れるところから測ったらいいのではないかと、個人的には思います。

○横山座長　　ありがとうございます。それでは石川委員、お願いします。

○石川委員　　今のセンサーの話ですけれども、24ページ、平成4年の後の話でも、一応、風向・風速の分布等の観測を行い、信頼性の高い局地風対策設計のための基礎資料を整備するといったような方針が示されております。今回のセンサーの設置というのは、どういった目的で設置するかというのが少し曖昧だと思つていまして、今、検定を通る、通らないの議論もありますけれども、何のために測るかということに依じて、数も、精度もあると思います。例えば当該地点で入り口と出口と2点測って、相対的に風が強くなって、

その間もどうなるかという、そういう測り方もあって、その場合は、今回の特殊地形の原因、あるいはメカニズムを評価するという目的になるでしょうし、地域別の風速を設定するに当たっての面的な補完の情報としてとるのであれば、それなりの数が必要になるでしょうしというところで、目的というのをまずははっきりさせておいた方がいいと思いました。

○横山座長 ありがとうございます。何かございますか。

○田上課長 センサーに関しては、まずは今回、特殊地形という箇所に関して、東京電力PGに御提案いただき、全国の他に出てくる箇所も想定されますので、そういったところで本当に風速がどうなのかについて、これも平成4年のときの報告書の記載なども踏まえて、検討していきたいと考えております。

○石川委員 承知しました。

5ページの基準風速の設定のところなのですが、こちらは基準風速をどう定義するかということと、どうメンテナンスするかということが、この中に含まれているように思います。再現期間とか計測高さ、これは例えば風速の定義高さとか、そういう意味合いだと理解しています。この中でデータ集計数というのは、具体的には、例えば年最大風速を何年分収集するとか、そういう意味合いでよろしいですか。

○辻井課長補佐 そういったイメージと、あとはどのくらいの期間のデータを持ってくるか、何年前まで分析するかというところを検討したいと思います。

○石川委員 局地統計に基づいて、台風とか、あるいは強風の発生する頻度に基づく基準風速を定めるということですね。

それから更新頻度というのは、例えば地球温暖化みたいな話で、徐々に気候が変わってきているというようなところをイメージされて、例えば10年に1回、最新の情報を踏まえてアップデートしましょうとか、そういうイメージですか。例えばどのくらいの間隔を考慮されているのかというところを教えてください。

○田上課長 更新頻度のところは、先生方の御意見も伺いたと思います。現在、電気学会での検討では、更新頻度は5年と伺っておりますし、10年になると結構長いかなという印象もございます。5年というのは、作業は多くなるのですが、やはり最新の知見を踏まえたというところを今後しっかりお示ししていけないと考えると、5年というのものもあるかとは思っています。

○石川委員 わかりました。いずれにしろパブコメにも出すということですので、その

あたり、少し丁寧に書いておいてもいいのかなど。基準風速の定義の話と、それを今後、どうメンテナンスしていくかというような話だと思っておりますので、よろしく申し上げます。

○横山座長 ありがとうございます。そのほかにいかがでしょうか。では村上さん、どうぞ。

○村上オブザーバー 総務省の村上でございます。大変お世話になっております。

1つ教えてください。資料2の30ページの電柱の技術基準の見直しのところで、上から2つ目、「鉄塔に関する技術基準の見直しの方向性、台風が頻繁に襲来する地域の電力会社の取り組み等に鑑み、電柱の技術基準についても、今後の台風等による被害を低減することが可能ではないか」ということで、下の矢印に、「鉄塔と同様に、鉄柱にも地域別の基準風速を適用」と書いてあるのですが、これは電柱ではなく鉄柱ということでいいのでしょうか。

○田上課長 鉄柱です。

○村上オブザーバー 電柱のうちコンクリート柱や木柱は、もう既に基準が適用されているということでしょうか。

○田上課長 鉄塔と鉄柱と比べた際、部材も同じですし、後はどのように分かりやすく示していくかということかと思えます。コンクリート柱は安全率が2と、比較的高めに設定されております。鉄柱は1.5で、これは鉄塔と同じになっていますが、そういったところを踏まえ、鉄塔と鉄柱の違いをどうみるかについて、まずは鉄塔と同じように、鉄柱についても地域風速を入れてはどうかという御提案です。

○村上オブザーバー 鉄柱は鉄塔と同じような部材を使っているという観点からなのですね。

木柱は安全率が1.3~1.5と書いているのですけれども、鉄柱だけ、基準風速を適用するというので、木柱は関係ないということですか。

○田上課長 木柱は安全率を引き上げるということ、また木柱はほぼ生産されていないということで、事実上は今後、対策をしっかりとっていくということになれば、コンクリート柱で対策をしていただくか、コンクリート柱が持ち込めない鉄柱でしか持ち込めない場所については、その地域に応じた形でしっかりといただくという考え方かと思えます。

○村上オブザーバー わかりました。ありがとうございます。

○横山座長 どうもありがとうございました。石川委員、お願いします。

○石川委員 30ページ、31ページの議論なのですが、コンクリート柱は40のまま、鉄柱は地域別風速になったときに、その説明の仕方というのは少し難しくなるのかなど危惧したのですが、そのあたり、いかがでしょうか。

○田上課長 説明が難しいところもありますので、丁寧に説明できるよう工夫します。

○石川委員 少しこのあたりも丁寧に議論するのがいいのかなと思っています。

それから安全率の違いで、鉄塔の方の1.5というか、技術基準の荷重としての考え方としては、風速40という数字しか出てこないですけれども、実際は異常時の荷重とか断線の荷重とか、いろいろな荷重をみた上での仕上がりになってきているはずなので、鉄柱と鉄塔の設計の考え方の違いをよく確認された上で適用を考えられるのがいいのかなと。

それから、コンクリート柱は安全率を2ととっていますけれども、この値の意味として、これは私の勝手な想像ですけれども、強度側の定義に違いに加え、背が低いから変動の成分が大きくなって、ばらつきが大きくなるから大き目にとっているのだとか、あるいは施工性として、かっちり真っ直ぐ鉛直に建ててというのは難しいだろうから、多少たわんでいたり、電線を張るのにも張力が少し前後で違ったり、そういったアンノウンなところをうまく安全率でカバーするというところの2なのかもしれないので、そのあたりも含めて、鉄柱としてどうあるべきかというのは、少し議論した方がいいと思います。

○横山座長 どうもありがとうございました。ほかによろしゅうございますか。友清委員、お願いいたします。

○友清委員 今の電柱の安全率の話なのですが、木柱の安全率を引き上げるということ自体には特に異論はないのですが、もう古いもので、既存のものしかない、新しく建てるわけではないものだと思うのです。安全率を引き上げるというのは、具体的にどういった対応を考えているのでしょうか。

○田上課長 木柱の安全率の引上げということは、事実上、木柱はもう立たなくなるというメッセージになってくるかと思います。

○友清委員 わかりました。

○横山座長 よろしゅうございましょうか。

それでは、たくさん御意見をいただきまして、ありがとうございました。東京電力の方にも幾つかコメントが出ましたので、次回に向けて引き続き御検討いただいて、また御報告いただければと思います。ありがとうございました。

それでは、次の議題でございます。中間報告書（案）の御説明でございます。よろしく
お願いいたします。

2. 中間報告書（案）について

○田上課長　それでは、議題の2番目です。中間報告書の案ということで、駆け足で説明
します。

2ページ、第1章、台風15号、鉄塔及び電柱の損壊事故の概要ということで、台風15号
の概要を書かせていただいています。

3ページでは、今回の台風の最大風速、10分間平均と最大瞬間風速を書かせていただい
ております。

4ページ、近年、台風は非常に強くなってきているのではないかと、という御指摘もござ
いますので、IPCCの報告を記載させていただいております。

5ページ、今回の鉄塔及び電柱の倒壊事故の概要ということで、最初に鉄塔の倒壊事故
の概要を書かせていただいています。鉄塔2基が倒壊する事故が発生し、11万軒の停電が
発生した。また、鉄塔の建設時期は1972年で、電気設備に関する技術基準を定める省令、
いわゆる技術基準に基づき設計されていた。回線は6回線で、いずれも北北西の方向に倒
壊したということでございます。

6ページから、電柱の損壊事故の概要でございます。1,996本の電柱が折損・倒壊・傾斜
したということで、次の7ページを御覧いただくとお分かりになりますように、被害の多
くは台風の進路の東側の山林部に集中したわけでございます。

8ページは、東京電力PGから頂いた損壊現場の状況でございます。

9ページは、鉄塔及び電柱の事故原因についてでございます。原因調査について、設計、
巡視・点検、損壊状況・メカニズムについて、先生方に様々な観点から御議論いただきま
した。設計、巡視・点検、損壊状況・メカニズムについて説明を書かせていただいております。

21ページのところで、それまでに記載したものをまとめております。倒壊した2基の鉄
塔は、電事法に基づく検査に合格しており、巡視・点検の記録を確認した結果、強度も満
たしておりました。また、過去5年の巡視・点検では異常はなかったということです。ま
た、その下のところ、気象・気流シミュレーションを行って、現地風速を推定した結果、
木内線のNo.77、No.78において南南東の風上地形の影響で著しい増速があったと推定したお

ります。以上を踏まえて、木内線No.78鉄塔は著しく増加した風によって応力が降伏点を上回って部材が座屈し、その後、No.79を引き倒しながら倒壊したという推定です。

22ページは関東産業保安監督部の立入検査の状況でございます。

23ページ、電柱の損壊事故の原因調査について、こちらも設計、巡視・点検、損壊状況・メカニズムについて記載させていただいています。23ページが設計、25ページが巡視・点検、事故の原因などを記載させていただいておりまして、1,579本についてはほぼ二次被害だったということが確認されております。

26ページ、20本の電柱については、現存するエビデンスでは原因が確認できていないところでございましたが、本日、20本のうち18本についてはほぼ二次被害だったという報告でしたので、ここは修正したいと思います。

続いて29ページは、沿岸部の電柱の損壊率の評価を記載させていただいていますが、本日、御議論いただきましたので、そこも修正したいと思います。

30ページから事故の原因調査ということで、分析の結果をいろいろ記載させていただいております。

32ページは現地調査の概要でございます。

34ページから、東京電力PGにおける事故の原因調査の状況についても参考までに記載をさせていただいております。

41ページから技術基準の適切性に関して、現在の技術基準の内容と解釈を書かせていただいております。

42ページは1回目のときに御説明いたしました技術基準の変遷です。

44ページから、技術基準の40mの考え方でございます。

45ページ、局地風に対する対応を書かせていただいております。

47ページ、国内外の技術基準、風速のマップを書かせていただいております。

51ページ、今後の対策というところで技術基準の適切性、対応の方向性です。毎回申し上げますが、鉄塔については技術基準の基準風速40m/sを維持するとともに、10分間平均を明確化すること、地域の実情を踏まえた基準風速を適用すること、特殊箇所について、今回の類型を追加するといった形にできればと思います。適用に当たってのいろいろな課題について、(3)に書いております。本日、先生方から御意見を頂きましたので、必要な修正を行いたいと思います。

続いて、53ページから鉄塔の強度対策を書かせていただいております。

センサーについては、57ページから書いておりますが、もう少し趣旨が明確化されるようにとの御指摘がございましたので、追記させていただきます。

62ページから、電柱の技術基準の適切性ということで、まずは二次被害対策をしっかりやるというところと、あと技術基準の見直しの方向性も、本日、先生方から多くのコメントを頂いておりますので、必要な修正をし、お示ししたいと思います。

駆け足になりましたが、以上でございます。本日は、先生方に御覧いただいたばかりですので、明日ぐらいまでに追加でコメントをいただければ、ありがたく存じます。

○横山座長　　どうもありがとうございました。

先ほどの論点のところの議論でもかなり御意見をいただきまして、先ほど田上さんから話がありましたように、この中間報告書(案)、また修正をさせていただきたいと思えます。その論点以外で中間報告書(案)に御意見がありましたら、お願いしたいと思います。

木本委員、お願いいたします。

○木本委員　　全般的には、特に異論はございません。細かいところでも、いろいろ配慮していただいて、表現等にもそんなに異論はないのですけれども、今回の事例で、山が段々となっているところに風が吹くと、てっぺんで強くなる。だから、そのせいで倒れたのだということでもいいのですけれども、それぐらいのことは予想できていなかったのかという、シミュレーションして初めてそうだったとわかったみたいな感じに聞こえてしまうよりは、台風の進路とコンパクトさ、いろいろな条件が重なって実現し、かつ余り竜巻等の乱れない、割と一様な風が地形に直接直角に当たるような形になったので、別に予想していなかったわけではないのだけれども、基準をほんの少し上回る形の突風が吹いて、基準を満たしてはいたのだけれども、少しそれがオーバーしたために倒れてしまったと。隣のものも引きずって倒れてしまったという、すごく柔らかない発言で申しわけないのですけれども、今回、初めて気がついたというより、そういうことまで、今後は踏み込んで対策をする必要があるということを再認識したので、対策をとることにしたというニュアンスがもうちょっと出てもいいと感じました。どこをどう直せばいいかはちょっとわからないのですけれども。

それで、その結果の対策として地域風速を設定するというのだけれども、国民の立場に立っていうと、それだったら、地域風速よりは、今回、40mもぎりぎり出たか、出ないかぐらいで、基準の40はそれほど悪い数字ではない。だけれども、特殊地形で、条件が3つも4つも重なって起こったわけなのだから、そういう場合には安全率とか突風率とか、そん

なような感じで考慮しているものを見直さなくてもいいのかというように、素人考えではなると思うのです。もちろん、そのことは書いてあるのです。書いてありますから、報告書をきちんと読めばわかるのだけれども、例えば新聞に書いていただくときなどに、安全率、突風率、設置条件等をきちっと考慮した対策を電力会社に指示したと、そういうメッセージが出た方がいいのではないかというように、済みません、情緒的な意見で申しわけありませんが、そのように感じました。

○横山座長 どうもありがとうございました。事務局、何かございますか。

○田上課長 今後、国民の方からいろいろな御意見をいただきたいというところもありますので、表現はもう少し工夫をしたいと思います。事務局で一案考えてみますので、また先生たちに御覧いただければと思います。

○横山座長 どうもありがとうございました。そのほかに何かございますでしょうか。論点のところたくさん御意見をいただきましたので、中間報告書（案）につきましては余り御意見はございませんでしょうか。ありがとうございました。

それでは、本日いただいた中間報告書（案）は修正をさせていただいた上でパブコメにかけさせていただきたいと思いますが、先ほど田上さんからありましたように、読んで、文章の表現上の問題とかでコメントがありましたら、明日までにお送りいただきたいと思っています。

その修正案につきましては……。

○田上課長 修正案は、今日、論点のところ相当御意見をいただきましたので、改めて先生方に御確認いただいてから、パブコメにかけさせていただきたいと思います。明日ぐらいまでにコメントを頂戴し、木曜日目途で改めて事務局から修正案をお送りしたいと思っています。

○横山座長 皆さんに確認していただき、最終的には座長に一任していただきまして、パブリックコメントにかけさせていただくということでよろしゅうございましょうか。

（「異議なし」の声あり）

それでは、大変お忙しいところ、申しわけありませんが、コメントは明日までにいただき、またその後、修正案を委員の皆様にお送りしますので、それを最終的に御確認いただくということにさせていただきます。どうもありがとうございました。

それでは、全体を通して何か御意見はございますでしょうか。どうぞ。

○木本委員 1つだけ。さっきセンサーをつけるという話のときに、必ずしも検定を通

したきちっとしたものばかりを考えなくてもいいと、その意見は別に変わらないのですが、ただ、気象庁の立場からすると、せっかくつけるのだったら、ちゃんとしたものもあっていいという、そのお考えもあると思います。ですので、全部を簡便なものであるということではなくて、気象庁ともコラボレーションをして、局地風速に関する新しい資料もとれるような形の、少し信頼性の高いものの可能性も考えるということがあってもよろしいのかなと。

そのときに、地球温暖化で、また強い台風が来てというけれども、この強さの台風というのは何十年に一回ぐらいしか来ませんので、その場合は、やはり気象庁のおっしゃるように、長い期間、信頼性のある、継続してとれるデータというのが大事になってくると思いますので、そういう観点の見方もあるかなと。

それからもう1つですが、鉄塔があるのだから鉄塔につければいい、簡単だからそうすればいいと思うのですけれども、ただ今回のように、鉄塔から離れたところでも測っていないと、状況をきちっと把握できないというような場合もあると思いますので、余り単純に鉄塔10本当たり1つ風速計をつけろとか、そういうことではなくて、実効の上がるようなことを、鉄塔を建てている会社もそうだし、気象庁とも連絡をとって、進めていただくようにお願いしたいと思います。

○横山座長 どうもありがとうございました。

○田上課長 御指摘の点は関係者とよく相談をしていきたいと思います。

○横山座長 ほかに全体を通して御意見ございますでしょうか。よろしゅうございますでしょうか。

それでは、次回の連絡事項をお願いいたします。

○田上課長 次回のWGの日程につきましては、また座長とも御相談の上、調整させていただきますが、本日、御議論いただきました報告書（案）につきましては、明日までにコメントをいただいて、1月の中旬ぐらいまでパブリックコメントにかけさせていただいて、その後もう一回、WGを開催させていただければと思います。

また、今日の議事録につきましては、先生方の確認を得た後、経産省のホームページに掲載をいたします。

○横山座長 どうもありがとうございました。

それでは、本日は活発に御議論いただきまして、ありがとうございました。これにて終わりにしたいと思います。

—了—