

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2回)

議事録

日時 2019年11月14日(木) 10:00～12:00

場所 経済産業省別館 944各省庁共用会議室

議題

1. 台風15号における鉄塔・電柱の損壊事故の原因調査について
2. 損壊事故を踏まえた今後の対策の方向性について
3. 討議

議事内容

○田上課長 それでは、定刻となりましたので、ただいまから、第2回鉄塔及び電柱の損壊事故調査検討ワーキンググループを開催いたします。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。

事務局をしております電力安全課長の田上です。よろしくお願いいたします。

委員の皆様のお出席の状況ですが、友清先生が少し遅れられておりますが、定足数の方は満たしております。本日、欠席は熊田先生と中村先生でございまして、コメントは別途いただいておりますので、後ほど説明いたします。

初めに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、あるいはオブザーバーの皆様方、お忙しいところお集まりいただきまして、ありがとうございます。

第2回の鉄塔及び電柱の損壊事故調査検討ワーキンググループの開催に当たりまして、一言ご挨拶申し上げます。

前回行いました第1回ワーキンググループにおきましては、鉄塔・電柱の損壊等の事故原因の調査を行いまして、現行の技術基準の妥当性の検討、あるいは今後の対策の検討の進め方について、さまざまな観点から貴重なご意見をお出しいただきました。

それから、先日の日曜日、10日におきましては、横山座長を初めといたしまして委員

の皆様方に鉄塔が倒壊した現場に行っていただきまして、現地調査を行っていただいたということでございます。

本日のワーキンググループにおきましては、まず現地調査の結果、あるいは東京電力パワーグリッドによります事故の原因調査の進捗状況を受けまして、さらに深掘りする点はないかといったことにつきまして、事故の原因究明に向けて引き続きご議論をいただければと思います。

また、事故の原因究明については引き続き行ってまいりますけれども、事故に至ったと考えられる事象を踏まえまして、日本鉄塔協会様、送電線建設技術研究会様、コンクリートパイプ・ポール協会の皆様方から、協会の状況あるいは対策の検討につきまして課題をお示しいただきまして、今後の対策の方向性についてご議論いただければと思っております。

今後の予定といたしましては、本日のワーキンググループでの議論を踏まえながらですが、引き続き事故の原因究明の作業を進めてまいりますとともに、次回のワーキンググループではこれまでの議論を整理いたしまして、中間取りまとめといったものを行いたいと考えております。

本日は、どうぞ忌憚ないご意見を賜ればと思います。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。引き続き傍聴の方は可能でございますので、御着席いただければと思います。

ここからの議事進行は、横山先生をお願いいたします。

○横山座長　　皆さん、おはようございます。本日もお忙しいところをご参加いただきまして、ありがとうございます。

本日も、たくさんの資料がございますので、効率的に進めてまいりたいと思いますので、よろしく願いいたします。

それでは、まず事務局から、資料の確認をお願いいたします。

○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 iPad で御覧いただけるようにしておりますが、資料を見られない場合、端末の操作について御不明な点がある場合は、議事進行中でも事務局までお知らせください。

お手元の端末に、本日使用いたします会議資料が表示されているか御確認いただければ

と思います。

議事次第、委員名簿に続きまして、資料1、現地調査結果の概要、資料2といたしまして、東京電力の資料、資料3、4、5-1、5-2、5-3、コンクリートポールの関係で動画ファイルが2つほど、5-3動画ファイル1、動画ファイル2というのが載っているかと思います。あと資料6、7-1、7-2ということになります。

不備がありましたら、事務局までお申し付けください。

1. 台風15号における鉄塔・電柱の損壊事故の原因調査について

○横山座長 資料のほう、よろしゅうございましょうか。

それでは、どうもありがとうございました。

それでは、議事に入りたいと思います。

本日は、議事次第にございますように、議題は2つでございます。

議題1は、事務局、東京電力パワーグリッド様、それから気象庁より、それぞれ御説明いただき、ここで一度討議の時間をとりたいと思います。

議題2の方は、電気事業連合会、日本鉄塔協会、送電線建設技術研究会、コンクリートパイル・ポール協会、事務局より、それぞれ御説明をいただきまして、その後また討議の時間をとりたいと思います。

それでは、議題1につきまして、事務局の方からまず御説明をお願いいたします。

○田上課長 それでは、資料1「現地調査結果の概要」を御覧いただければと思います。

先ほど冒頭、河本より発言がありましたが、今週の日曜日、横山先生、石川委員、木本委員、熊田委員、松井委員に御参加いただきまして、台風15号で倒壊した鉄塔の現場確認や保全・復旧工事を行っていらっしゃる東京電力パワーグリッドなどへのヒアリング調査など、現地調査に行っていました。

2ページ目以降で内容を御説明いたします。まず2ページを御覧いただければと思います。現場の写真でございます。木内線の鉄塔の倒壊現場を調査させていただき、今回、倒壊した鉄塔や送電線は既に除去されていたのですが、東京電力や関東産業保安監督部から、倒壊したときの現場の写真を基に御説明いただき、当時の状況をお伺いいたしました。現地視察の結果、局地的に強い風が吹いた可能性が考えられ、また鉄塔の基礎部分の施工状況についても話をお伺いしました。

3ページを御覧ください。鉄塔の倒壊事故の概要でございます。

9月9日2時55分頃に木内線の鉄塔2基が倒壊いたしまして、内房線の小糸川線、木内線の系統がルートダウンいたしまして、11万軒の停電が発生しました。左側の図がドローンで撮影したものでございます。右側の地図は、倒壊した鉄塔の地図です。倒壊した鉄塔の向きですが、上が北ですが、北北西の方に向いている状況でした。

4ページを御覧ください。鉄塔事故の概要ということで、倒壊した鉄塔は1972年に建設されまして、建設当初から6回線の送電線が共架されていた状況です。

設備設計は、風速40m/sの風に耐えられるような形になっておりました。

5ページを御覧ください。東京電力より経産省へ保安規程を届出いただいております、その中で、5年に1回巡視・点検を行うこととされており、保安規程に基づき巡視点検が行われていたことを確認いたしました。

6ページを御覧ください。倒壊時の様子を御覧いただきます。78番・79番の鉄塔は、山の頂上付近に谷を挟むような形で敷設されており、谷の部分は鉄塔の北北西に向かって大規模に樹木が倒れておりました。

左上を御覧いただきますと、下の方で盛り下がっているところがちょうど谷の部分になっており、その右左に78番と79番の鉄塔がある状況になっています。

右側の写真が79番の鉄塔周辺の森林の様子でございまして、杉の木の上の方が強い風が吹いたのではないかと推察される状況です。

7ページ、鉄塔の基礎部分でございます。基礎部分の事故時の写真を確認いたしまして、脚の部分から折れていることを確認しております。こうした状況を踏まえ、先生方から、鉄塔の設計の内容を確認すべき、局地的に風速が上がったのではないかと、といった御指摘をいただいております。詳細は、資料に記載のとおりです。

9ページ、電柱の損壊状況です。第1回WGでは、倒壊した電柱が1,996本あったと説明させていただきましたが、この1,996本の電柱がどこで損壊したかをマッピングしたものがこちらになりまして、ちょうど台風15号の進路の東側の山林部に損壊した電柱が集中していたということが、お分かりになるかと思えます。また、どのように損壊したのかについては東京電力で調べていただいております。

1,996本の被害原因について、そのうち1,579本については、写真や図面、改修管理表、あとは現場の作業員の方から報告を受けて、事故原因を概ね確定させてはいますが、残り417本については、周辺の状況や一部住民の方へのインタビューなどをもとに原因を推定している状況です。

3-2は、どのように確認をしていたのかというところでございます。図面・写真で確認しているところが11ページのスライド、12ページが東京電力の方の改修管理表のデータでございます。

13ページが、現場で推定しているもので、こちらは傾斜があった電柱について、下のほう、屋根の破損があって、その屋根の残骸があった。それに基づいて、恐らく電柱に屋根が衝突したのではないかという推定をしている状況です。

また、14ページを御覧いただければと思います。電柱についても、東京電力で保安規程に基づき巡視・点検を行うことになっております。

台風による被害を受ける前に、電柱の巡視・点検の結果、6本にひび割れがあることが判明し、これらについては取替えが予定されているところでしたが、必要な補強工事は行われておりました。

また、委員からの御指摘につきましては、15ページ、記録の保存や共有の方法、損壊の原因について御指摘をいただいていたところですが、事務局からは、以上になります。

○横山座長　　ありがとうございました。

それでは、資料2の御説明を東京電力の方から、よろしく願いいたします。

○東京電力パワーグリッド（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2に基づきまして、鉄塔及び電柱の被害状況及び被害発生原因についてということで、御報告申し上げます。

今、田上課長様の方からも既に御報告いただいた、重複することは省略というか、スキップする形で御説明します。

まず1つ目としましては、電柱でございます。おめくりいただきまして、次のページ、2ページでございます。

これは前回御報告した資料でございますが、合計1,996本が損壊いたしましたが、下のところに倒木・建物、あるいは飛来物、地盤の影響等によるものということで整理して、基本的にはすべて二次被害というふうに判定しているということでございます。

おめくりいただきまして、3ページ。これは先ほどの資料にもございましたように、1,996本のうち1,579本は、それぞれ資料あるいは写真等々によりまして判明して、明確になっているものでございます。417本については、その後に現地を調査したり、一部地域の方のインタビューなども含めまして、推定、確定したということでございます。

続きまして、4ページでございますが、設備形成の考え方でございます。

表を御覧いただきますと、法令、要は電気設備の技術基準の解釈等でございますが、それに付随するというか、それと基本的に同じもので社内規程を整理しています。

まず電柱そのものの材料についての電気基準については、終局荷重というか、ひび割れの荷重が基準値に対して2倍以上の裕度を持つ、安全率2以上のものをつくるということでございます。

これについては基本的に社内規程も同じものでございまして、これについて型式試験を行うことによりまして、その基準を満たしていることを確認しているということでございます。

また、設計段階におきましては、電柱の強度というところで、59条でございますが、40mの風圧荷重に耐えるように強度を有するというところでございます。基本的に材料の方で安全率2を持っておりますので、仕上がりとして2以上の安全率を確保しているということになります。

また、基礎のところ——電柱強度の59条の2つ目のところでございますが、15m以下の電柱については、根入れ深さは全長の1/6を敷設するというところで、これによりまして基礎角強度を確保しているということ、第60条の方について、荷重があったときの安全率2ということでございますが、これについては、A種コンクリート柱については上記の限りでないということ、59条側の方の1/6根入れするというところで担保しているということでございます。基本的には社会規程についても同じような考え方で設定しておりまして、当然のごとく、電気設備技術基準を満足するような社内基準を設定して、材料あるいは設計を行っているところでございます。

続きまして、全体の保全というところでございますが、5ページでございます。

保安規程に基づきまして、巡視実施ということで、電柱の劣化度合いに応じまして点検を実施しているということでございます。まず巡視といいますのは、保安規程上では、5年に1回、配電設備全般について巡視する。巡視というのは、下の絵に描いておりますが、基本的には人間が外観を点検して、目視あるいは双眼鏡みたいなものを使いながら健全性を確認するというところでございます。

次のページで御説明しますが、そのうち劣化が少しあるものについては点検というところに移行しますが、これについては左の写真にあります。電柱に昇柱などをした上で、ゲージを使ってひびの長さとか、そういうものを測定するというところをやっているということでございます。

おめくりいただきまして、6ページでございます。今申し上げました巡視・点検の流れを描いたものでございますが、基本的には先ほど申し上げましたように、巡視というのは5年に1回行うということでございます。その際に、かなり折損しているもの、屈曲しているもの、ひび割れの箇所から錆の流れ出しがあるようなものについては、速やかに対応というか、建て替える、あるいは補強するということをやっています。

また、一部軽微なひび割れであり、公衆災害、設備事故の恐れがないものについては、2年以内に初回点検を実施する。ここで初回の点検に移行します。上記の2つに該当しないものは、また5年に一度の巡視という流れの中でやっているところでございます。

点検というものにつきましては、初回は、今申し上げましたように2年ということでございますが、点検をやる中で、点検を継続するものの中で、幅が0.2mm未満の横ひび割れについては、3年又は5年——これは設置されている施設状況等によりまして——の周期で点検を実施するというところでございます。継続的に点検するというところでございます。

一方、0.2mm以上の横ひび割れがあるものについては、1年又は3年の期間で電柱の建て替え。これにつきましても、その施設状況によりまして建て替えるということです。もちろん建て替えまでの間については、金属製の補強板などを取り付けて補強しているということでございます。

7ページが、今回損壊した電柱の保全の履歴ということでございます。申し上げました1,996本については、先ほど田上課長からの御説明がありました、巡視はしっかり5年に1回やられています。その中で点検に移行したものは81本ございました。さらに、81本のうち建て替えに移行した、すなわち0.2mm以上の横ひび割れがあるようなものについては6本ございました。6本につきましては、すべて補強板による補強済みということでございます。

直近の点検——AからFまでの6本でございますが——から3年以内ということでございまして、直近が2016年9月からで、この9月のものについては、2019年9月に建て替える計画をしていたということでございます。基本的に3年から1年という中で、点検をした上で建て替えをするということを決めたものについては、しっかり守られていたということで、保安規程に基づいて保全が適切に実施されたというふうに、私どもは判断しています。

続きまして、8ページでございます。前回もこれに似たようなものをお示しましたが、施設年別、経年別の電柱の損壊率、すなわち当社の中の全電柱について、今回損壊した電

柱の割合をプロットしたものでございます。左側で1本しか倒れていないところの1955年については、1個ということでグラフからは除外しているところでございます。

この中で、それほど抜き出たものはないですが、1973年～1974年あるいは2017年～2019年のところについては、0.05%で少し大きめでございますが、これは右の上のところを御覧いただきましてわかりますように、同一地域に——電柱は、新しいところをつくりますと、何本か電柱をそこに設置いたしますので、どうしても同じ時期に、同じ地域に設置されるということで、いわゆる倒木の被害などが大きかった箇所が、たまたまというか、1973年、1974年にそこに設置されたということで、私どもとしてはそういう確認もとれておりますので、この中で、経年によって何か電柱の損壊が多く発生したところについては、発生していなかったと考えているところでございます。

9ページでございますが、前回のこのワーキングでも少し御質問があったところでございます。電柱の撤去したものが、錆等がもともとあって、それが脆弱性があったのではないかとこのところについて、すべてではないですけれども、61本折損した電柱があった中で——その中で、鉄筋が破断したものは31本ございました。左の下の2つがそのサンプルでございます。右側が劣化サンプルということで、これは今回のものではございませんが、実際に錆が進行して、劣化が進行しますと、断面積が減少してくる、あるいは膨らんでくるという事象がございます。これは調査いたしましたのが、実際に撤去してから1カ月ぐらい、気中に置いておりましたので、若干赤茶になっておりますが、これはよく確認いたしますと、表面の錆ということでございまして、もともと錆が多くあったということではないということで、基本的には今回調査した中では、錆が発生して強度が低下したということはないというふうに判断したところでございます。

続きまして、10ページ、これは参考ということで、1つのシミュレーションというか、計算をしたということでございますが、前回のこのワーキングの中でも、倒木が起こって電柱が損壊するのかというところをシミュレーションしたものでございますが、これは風速30mのところ、50cmぐらいの径のあるものを1本、あるいは3本倒したときにどうなるか、強度からみてモーメントがどうかということを計算しております。

1本ですと、そもそも樹木は、樹木の自重と、それに受風面積が増えるというところを合計したものでございます。これともともと電力設備に起因したモーメントを足したものが、合計の地際に発生するモーメントでございますが、1本ですと破壊モーメントは下回っておりますが、3本であるとすると破壊モーメントを超える、設計値を超えるということ

で、だからといって3本あったところが必ず超えるとかそういうことではないですが、木が倒れてくると当然自重と受風面積が増えて、風圧モーメントが大きく働いてくるということでございます。

続きまして、11 ページ。これにつきましても、前回ワーキングで御指摘があったところで、段落ち部——段落ち部というのは、左に電柱をモデル化したものがありますが、これは地上部が10mぐらい出ているものというふうに御覧いただければと思います。上にいくと少し細くなりまして、中に入っている太い線が鉄筋でございますが、鉄筋が途中からは、上部になりますと少なくなっているということでございます。ここでいうと、6mのところから鉄筋の数が少なくなっています。このあたりに、通信線などがあるので、このあたりが弱くなっているのではないかというご意見がございます。

実際に33本——12m-350kgf 柱を調査した結果、33本折損しておりまして、そのどこの場所で折損したかというのが右下の表でございますが、一番多いのは地際というか、下側のところでございます。それと同じぐらいの規模で、段落ち部あるいは段落ち部のあたりで起きているということです。

一方で、右上のグラフは、10mの部分、上のところに力を加えたときに、基準破断モーメントというのが、青い直線で、右下がりの線で書いておりますが、計算した結果の電柱の計算破断モーメントでみますと、確かに段落ち部で少し安全率が下がりますが、実際には地際の安全率の方が低いということでございます。いずれにしましても安全率2以上は確保しているということで、これは1つのシミュレーションということで、ご意見をいただければと思っています。

続きまして、12 ページ以降は鉄塔でございます。13 ページは、先ほど資料1の方で御説明いただいておりますので、省略いたしまして、14 ページでございますが、これは先ほどございましたように、71年に工事計画を届出いたしまして、72年7月に使用前検査を合格いたしましたという写真でございます。

鉄塔設計の概要、15 ページでございますが、すべての鉄塔は、電気設備の技術基準に基づいて設計されているということで、これは当然のことです。ただ、1991年に西日本で発生した鉄塔倒壊に鑑みまして、1992年（平成4年）以降は、地域・地形に応じた電技の安全率を高めて設計しているということでございます。

今回の該当する鉄塔につきましては、1972年に建設したところでございますので、基本的には電技の設計の基準に基づいてやったということでございます。下の左の方は、電

技のことが書いてございますが、高温季、風圧 40m/s ということ、また低温季では、6 mm ぐらいの着氷があったときに、高温季の 1/2 の風圧を考慮しているということでございます。

それに対して、鉄塔については降伏点に対して 1.5 の安全率、基礎については 2.0 の安全率を確保するというのが電技でございますので、基本的にはこれに基づいて設計したというものでございます。

その後、特殊地形ということで、平成 4 年以降、幾つか追加しましたけれども、その都度、こういうものが出たときにはバックチェックをやっておりますが、ここに 3 つ書いてございます。

1 つ目は山岳部の特殊箇所、これは 800m 以上というところでございます。このエリアの鉄塔については、150～160m ということで、該当しなかったということでございます。

2 つ目が、海岸から 4 km 以内ということでございます。これについては 10km ということでございますので、バックチェックをいたしました、今回倒壊した鉄塔はこれに該当しなかったというのが実態でございます。

16 ページでございますが、電技で設計いたしましたけれども、今回改めて設計に十分性があったかどうかというのを倒壊後に検討いたしました、基本的に鉄塔最小裕度、あるいは基礎の安全率——最小裕度というのは、1.5 の安全率をフォローした上でのそれに対するの裕度ということでございますが、電技に基づく条件を満足しているということで、技術基準上、設計当時において問題ないと判断しております。

続きまして、保全の状況ということで、17 ページ、巡視・点検の概要でございます。

まず送電線の巡視・点検は、保安規程によりまして、頻度・項目を定めているところでございます。

巡視というのは、年 1 回以上、外観目視により実施しているということでございます。

また、点検のうち電線・支持物は、外観点検により 5 年に 1 回実施。

また、がいしについては、下の表にございますように、取付時期あるいは大きさによって、30 年とか、20 年という頻度でやっているところでございます。

18 ページは、これも先ほどご紹介いただきましたけれども、巡視の着眼点に基づき実施とか、巡視のところもありますし、点検時の着眼点というところもございますが、これは最後の 24 ページ、25 ページに、着眼点についての内容を書いておりますので、後ほど御覧いただければというところでございます。

続きまして、19 ページが、事故原因というか、実際に倒壊した鉄塔がどうだったかというところで、まず材料の試験結果ということで、鉄塔倒壊した座屈損傷が生じた部材の材料試験を実施いたしました。これが下のところで、No.78、No.79 のそれぞれの箇所のところでございますが、規格値というのが降伏点、引張強さについて、規格値を指定しておりますが、基本的にはこれを上回るレベルにすべてのところがあったということで、現時点においても規格値を満足していたのではないかと私どもとしては判断しております。

続きまして、20 ページでございますが、倒壊鉄塔の基礎の掘削調査結果ということでございます。

これは左側が基礎全体の絵でございますが、この中に、右側にポンチ絵が書いてありますが、鉄筋というか、鋼が入っておりますが、いかり材というのが底辺のところにつながっているところ、コンクリートの中ということでございます。これは基本的には土中内の基礎コンクリートのいかり材には損傷が確認されなかったということと、あと基礎の周辺の地盤に大きな変化はなくて、基礎が大きく動いたという形跡もありませんでした。

ということから、今回は基礎そのものが何か倒壊に至る原因があったというふうには考えていないところでございます。

続きまして、21 ページでございますが、今、まだ調査をしているところでございます。後ほど、今、調査しているところを、どういうことでやっているかというところは御報告いたしますが、今、検証内容と再発防止策をつくって、11 月中には経済産業省様に報告を予定しております。

22 ページにいただきますと、これは検討委員会の設置状況ということで、社内の検討委員会でございますが、社外の有識者 3 名の方にもご参加いただきまして、最終の全体の取りまとめは 12 月でございますが、大きなところについては 11 月中に取りまとめて、先ほど申し上げましたように、経済産業省様の方に御報告申し上げたいと思います。

23 ページが最後でございます。検討項目とスケジュールでございますが、大きく分けますと、事故状況の把握、事故原因の解明、再発防止対策の確立という 3 つでございます。

まず事故状況の把握については、気象がどうだったか、事故の概要とか、設備の被害とといったものでございます。あと先ほど申し上げたように保守管理、鉄塔の設計状況はどうだったかということの確認をしております。

事故原因の解明につきましては、気象モデルとか、そういったものを使いまして、倒壊鉄塔付近の風速の推計をやっておりまして、それに伴ってどういう応力が加わったかとい

うこと、それによって鉄塔のどの部分が一番弱点になって、どの部分がどういうふうに倒れたかというところを、今、まさにシミュレーションをやっている最中でございます。大変申しわけありません、本日は御報告できなくて申しわけないですが、次回にはそのあたりをしっかりと整理した形で御報告申し上げたいと考えております。

私の説明は、以上でございます。

○横山座長 ありがとうございます。

それでは、引き続きまして、資料3の御説明を、気象庁の佐藤さんの方からお願いいたします。

○気象庁（佐藤） 気象庁の佐藤でございます。

今年の台風15号と19号を簡単に振り返りまして、あと地球温暖化が進んだ場合の台風は、将来、どうなるかということについて、簡単に説明いたします。

次のページ、台風15号についてです。これは9月9日の3時前に三浦半島を通過して、その後東京湾を進んで、9月9日の5時前に千葉市付近に上陸したという台風でございます。非常に多くの地点で観測史上1位の風速を記録したという台風で、風が特徴的な台風でございました。

2ページ目を御覧ください。上に7日から9日までの期間最大風速、その下が最大瞬間風速、一番下が降水量の期間合計値ですが、上の最大風速、真ん中の最大瞬間風速をみても、台風の進路の右側、いわゆる危険半円という言い方もするのですが、台風の移動速度＋風速が乗っかって、台風の進行方向右側が強くなるという特徴がよく出ているところがございます。

上の方の神津島というのは、台風が通っていったところで、中心付近で強くなったところでみていただくと、千葉県が非常に多いということでございまして、最大風速も千葉市で35.9m、最大瞬間風速で千葉市57.5mという記録を出しております。

表の右側に、風速計の高さがございます。気象庁の観測地点によって、観測環境によって、設置している高さが違うので、ここは風速計の高さが上になるほど強くなる特性があることはご了解いただいて、みていただければと思います。

15号の特徴は、三浦半島を通過して、東京湾を通過して、千葉に上陸した後も、千葉上陸後3時間ぐらいは勢力が衰えずに、強いまま通っていったということで、千葉県で非常に強く風が続いたというのが大きな特徴でございます。

次のページが、台風19号です。大体同じようなコースを通ったものでございますが、こ

ちらの方は非常に大型でというのが特徴で、また雨の方が非常に多かったということで、多くの都県で大雨の特別警報を出したというものでございます。

これは10月12日の19時前に伊豆半島に上陸したということでございます。

次のページを御覧ください。こちらは上の方に雨量をつけたのは、雨が多かったのが特徴というところで、真ん中が最大風速、下が最大瞬間風速となっております。

この台風の特徴は、台風の強さは、ヘクトパスカル、中心気圧は同じぐらいだったのですが、台風の中心付近のみ風が強いというのが特徴で、表でみますと、大田区の羽田空港で最大風速34.8mということで、中心付近のみが強くて、その周りについてはそれほど強い風が吹かなかったというのが特徴でございます。

次の5ページ目ですが、台風のこれまでの変化と将来予測ということですが、これまでの気象庁の統計によりますと、台風の発生数、また日本への接近数、強いとか、猛烈なとか、強い以上の台風の発生数とか、発生割合には、長期的な変化傾向は特にみられません。左下の折れ線グラフをみてわかるとおり、長期的に増加傾向はみられないような状況でございます。

ただ、一方、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の地球温暖化予測の第5次評価報告書によりますと、世界全体では個々の熱帯低気圧の最大風速、降水量は増加する可能性が高いというのが示されております。また、北西太平洋では強い台風が増える可能性がどちらかといえば高いということが示されておまして、このまま地球温暖化が続くと、このような台風の傾向が出てくることが予測されております。

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、議題1の討議に先立ちまして、本日ご欠席の熊田委員と中村委員からコメントをいただいておりますので、資料7-1、7-2につきまして、事務局の方からお願いいたします。

○田上課長　　資料7-1、熊田委員の方のコメントを御紹介します。熊田委員から、電柱に関してコメントをいただいております。

内容としては、一般的な電柱が、電線から受けるテンションと風速40m/sの風から受けるテンションでは、どちらが大きいのかという点。

2つ目は、恒常的にテンションがかかり続けて折損に至った場合と、車の衝突のように突如の外力によって折損に至った場合とでは、壊れ方が違うのではないかと。こうした場合

の違いは判別できるのか、といった御指摘がございます。

続いて、資料7-2でございます。中村委員から、鉄塔と電柱についてコメントをいただいております。

鉄塔に関しましては、1点目として、設計が許容応力度法で行われており、鉄塔が有する耐力の性能が現状では把握できていない。材料の非線形によって大変形解析によって設計上想定した荷重分布で、耐力や破壊の順序などを確認する必要があるのではないか。

2点目としては、部材同士の接合部が破断していないか確認する必要があるのではないか。

電柱につきましては、破断位置の整理と、段落とし部との位置関係について確認する必要があるのではないか。

鋼材が破断している場合、破断面の状況を確認する必要があるのではないか。

二次被害で損壊する場合、どの程度の荷重が生じたら損壊するのか確認するべきではないか、といったコメントをいただいております。

こちらにつきましては、引き続き、東京電力における原因究明で参考にしていただければと思います。事務局からは、以上です。

○横山座長　　ありがとうございました。

それでは、まず議題1の台風15号における鉄塔・電柱の損壊事故の原因調査についてということで、ご議論いただきたいと思います。

御発言がある方は、ネームプレートをこのように立てていただきますと、御指名いたしますので、よろしく願いいたします。

それでは、よろしく願いいたします。

○松井委員　　先ほど中村委員のコメントがありましたけれども、今回、風の影響から始まって、電柱の場合はコンクリートポール、鉄塔の場合は鉄塔本体、そしてそれに架かっている配電線及び送電線、そういったもの全体が風に対してどういうふうに反応するか、応答するかというふうに申しますが、そういう評価。そして、最後に構造物の耐力評価、いろいろなプロセスを経て、最大荷重が決まっていくということになると思います。

そのあたりが、例えば電柱の場合であれば、地上付近に設置されておるものですから、地上付近の風の乱れが大きい傾向があるとか、そういったようなことを考えていかななくてはいけないと思います。

今までの設計方法という点では、瞬間的に作用する大きな荷重を評価しているだけだっ

たのですが、台風の強い風の状況であるとか、そういう実態をどれだけ反映した設計方法になっているのか、また被害自体が、台風の実態とどういうふうに対応した被害があらわれているのかといったようなことを、丁寧にみていく必要が少しあるのかなど。現地調査を踏まえても、いろいろ感じました。

その際、石川委員の方から現地調査で御質問が出たのですが、海岸線付近で強い風が吹く場合には、飛来物があまり発生しないような場所で強い風が吹くような場所もある。そういう場所で、電柱がどうであったか。もし被害がなければ、風自体の一次的な作用の影響は少なかったということも考えられますので、そのあたりの調査等を東京電力の方ではしていただけるのかどうかといったようなことも、すごく重要だと思いました。

○横山座長 ありがとうございました。

それでは、ちょっと御質問がありましたので、東京電力の塩川さんの方から何かコメントがありましたらお願いします。

○東京電力パワーグリッド（塩川） 先生が今御指摘のところでございますが、電柱について、鉄塔についても、今回の電技のところにつきましては、どちらかという風の流れということは考慮しないで、基本的に 40m についての荷重ということでやっていきます。電柱については、現在もそういうやり方でやっておりますので、どのくらいのことになると、結局、さっきの倒木の受風面積とか、自重とか、静的な荷重で耐力がどのくらいあるかというところをやっています。

鉄塔については、風向の流れみたいなものも考慮するようなこともやっていますし、今、私どもがシミュレーションしているところについては、シミュレーションそのものが、もう少し動的な解析をやったときと合致するかどうかについても評価して、基本的には先生、ご承知のとおり、ガスト係数を使って、大きな最大瞬間風速みたいなものを考慮した形で、今、設計の方は検討しているということでございまして、検証の方もそういうあたりをしっかりと検証してまいりたいと思っています。

あと海岸線の部分のところについては、先ほど事務局様の方からお示しいただいた、資料 1 の 9 ページのところにはマップ的には書いていますが、すみません、海岸線は比較的少ないといえるかどうかというのは、もう少ししっかりみた上で、定義をどうするか。海岸線の近くでも家屋があるところもございまして、全く砂浜みたいなところと家屋があるところとか、家屋がありますと、屋根とか家屋が倒壊したものがくっついたという、今回、1,996 本の判別、切り分けたところについて、もうちょっと地域特性というか、海岸から

の距離とか、そういうものは整理させていただきたいと思います。これはできると思いますので。

○横山座長　　どうも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　　同じく現地調査結果の概要の9ページのところで、電柱の損壊状況として、千葉県にほぼ台風に沿ったような形で被害が出ているのですが、こういった湾に直接台風が入ってくるような場合は、すなわち、上陸せずに、湾に直接入ってくるような地域の右側というのは、要注意箇所というふうに認識してもよろしいでしょうか。台風自体がどういふふうになるのかというのが少し気になったところです。伊勢湾とか、中心は海を通るのだけれども、風が強いところが陸上にあるという台風は結構あるかと思います。そういった場合に、被害がかなり大きくなるのかどうか、そういった傾向があるのかどうかというのを教えていただければと思いました。

○横山座長　　もし何かコメントがありましたら、佐藤さん。

○気象庁（佐藤）　　台風はそもそも、コースにもよりますが、基本的に海の上を通るときは、摩擦とかもあまり少ないので、台風が衰えずに近づくという特徴はありますので、おっしゃったような危険性は一般的にいえると思っています。

○石川委員　　91年の台風の時も、ほぼ九州の西側を上陸せずに進んだ台風かと思っています。リング台風ですね。そういった場合も被害が結構出たので、台風の進路がたまたまそういうふうになると、結構大きな被害になるという傾向はあるのかなとちょっと感じていました。

以上です。

○田上課長　　前回、去年の台風21号のときに、大阪湾を通過して、和歌山県の東側がかなり被害を受けたということがございます。過去の事象からみても、そういうことが言える可能性もあると思います。

○石川委員　　今後、何らかの対応をするという場合の1つの着眼点になると思いましたので、質問させていただきました。

○横山座長　　ありがとうございました。

松井委員、お願いします。

○松井委員　　今のお話に関連してなのですが、台風自体が通常北上するにつれて徐々に減衰していく傾向にあるかと思いますが、今回の台風15号自体の性質として、関東地方に接

近して、三浦半島を通過した付近の性質として、何か特殊な性質を示したかとか、そういったようなことは、気象庁では把握されていませんか。

ちょっと私が聞き及んだところによると、中心気圧が若干、接近した地点で1回減衰しかかって、さらに強くなったのではないかという話もあるのですけれども。

○気象庁（佐藤） 今、解析しているところでは、だんだん衰えてきたのですけれども、1回衰えて強くなったというのは、気象研究所の解析したところでは、上陸が5時ごろですけれども、2時半から4時頃にかけて台風の南側の中心付近の、目の壁雲というのですが、強い積乱雲の発達が見られたというものはあるので、そういった特殊な場合だった気もするのですが、そういった上陸の手前で少し雲が発達したというような研究結果はありません。

○松井委員 その位置は、具体的には。

○気象庁（佐藤） 2時半から4時なので、東京湾のあたり。三浦半島が3時前ですから、三浦半島を通過する直前から東京湾に入るぐらいのところだと思います。

○松井委員 そうすると、これは木本先生のご専門だと思いますけれども、壁雲の位置と被害が出ている範囲の関係とか、そういったようなことはみていくことはできるわけですね、気象研究所等のご研究として。

○気象庁（佐藤） 参考にはなると思います。

○横山座長 木本先生、お願いいたします。

○木本委員 電柱と鉄塔について、東京電力の方から御報告があって、電柱がたくさん倒れたのだけれども、風そのものというよりは、二次被害の方が多かった。それを防ぐにはどうしたらいいかというのを考えなくてはいけないのですが、私は気象ですので、風によって直接倒れたわけではないということですが、鉄塔の方はまだ原因はわからないけれども、谷の地形やなんかもあって、周りの状況からみても、かなりの突風が吹いた可能性がある。

この間のときに発言したのとかなりダブるのではないかと思います。一番上の例では、40m/sという数字が出ておって、その数値について10分平均であるとか、何mの高さであるということは、明示的には書かれていない。ところが、風は場所によって、時刻によって大きく変動するので、業界の方々が民間何とかというんでしたっけ、割と細かく対策というか、準備の仕方を自主的に定めておられて、端的にいうと安全率という名前と呼ばれるあれで、突風率であるとか、10分/最大瞬間風速であるとか、高さであるとか、設置場

所の状況に安全率を掛けた形で設計をしているということなので、特にリンゴ台風以降、それをきちっとやるようにこれまでしてきたというので、電柱の倒壊はそれほど目だって多くはないということで、良いとは思っています。

ただ、私は、40mという風速数値が、気象庁でいいますと、一番強いカテゴリーの台風は猛烈な台風、その次は非常に強い、3番目が強いというカテゴリーで、10分平均40m/sというのは、3番目の強さで既にあらわれておかしくない数値なのです。それがそのまま上陸するかどうかまた別なのですが。

去年の21、24、今年は15、19ですか、どれも上陸時は40mという気象庁の最大風速、10分平均で上陸している。気象庁の資料にもありましたように、経年変化には特段の傾向はないというのは、それはそのとおりだと思いますから、去年、今年の実例を取り上げて、殊さら誇張することは避けたいとは思っていますが、これまた気象庁の御報告でありましたとおり、温暖化すれば、強い台風の割合が増える可能性が指摘されております。その可能性がないという判断はほとんどなくて、曖昧は残るといっても、どの程度自信を持っていえるかにまだ不確定性があるということで、どちらかといえば強い台風は増えると考えなくてはならないということ自体には、間違いがないと思います。

気象庁は、温暖化が進めばという仮定でおっしゃいましたが、このまま数十年温暖化が進むのはほぼ間違いのないことです。ということは、台風が増えて、風速の強いのも襲ってくるということを考えますと、上から3番目のカテゴリー——もちろん、普通の台風に比べる少し強いやつのことですが、上から3番目が来ると増えちゃうのを基準にするというのは、国民の皆さんもご心配になるのではないかと考えます。

ですが、数値を上げたら、何もかも解決するかというと、そんなことはなくて、むしろ事実上は、業界の皆さんの安全率を考慮するということで、相当賄われているというのが実態ではないかと思えます。ですから、そのことを国民の皆さんにお伝えするような、要するに今回被害があつて、何か対策を考えました、国民の皆さんにどういうメッセージを届けるかというときに、数値を上げればメッセージは簡単かもしれないけれども、それではコストのこともあるし、今まで安全率を考えてきたことは何だったのだということにもなりかねませんので、そのあたりお伝えする方策を考えていかなくてはならないのかなと思えます。

そのベースには、今回のような強い台風は、これからはより頻度が増える傾向であるというのは、はっきりと認識しなくてはならないのではないかと思います。

すみません、長くなって申しわけありません、というふうに思いました。

○横山座長 どうもありがとうございます。

また後ほど、各社さんの耐風設計について詳しくご紹介いただきまして、そこでまたご議論をさせていただければと思います。

○田上課長 木本先生からいただいた御指摘について、今後、技術基準や民間規程とどのように組み合わせ、メッセージとして出していくかは、次の議題2でも御議論いただきたいと思います。

○横山座長 松井委員、お願いいたします。

○松井委員 追加で、質問させていただきます。

鉄塔に関してなのですが、今回、78、79の設計状態と強度の関係で、余裕がどのくらいあるかということをお示しいただいたのですが、もしできましたらその隣の、大丈夫であったというか、倒壊しなかったものについても評価できないか。そのあたりをぜひやっていただくと、今回の鉄塔倒壊の原因が、例えば地形の影響が顕著であったかどうかとか、そういったようなことが切り分けできるのではないかという気がいたします。いかがでしょうか。

○横山座長 塩川さん、お願いします。

○東京電力パワーグリッド（塩川） 今回の松井先生の御質問は、設計で何とかなったというよりは、倒壊に至ったときの、今、シミュレーションをやっている中で、倒壊したところだけではなくて、ほかのところにはどういう荷重がかかっている、それが設計に対してのどういうレベルだったかというところの御指摘だと思いますけれども。

全部というわけにはいきませんが、両端、77と80というところについては、シミュレーションの中でも——逆にいうと、シミュレーションモデルをする上において、そこも必要になってまいりましたので、そのあたりは含めて御報告させていただければと思っております。

○横山座長 友清委員、お願いいたします。

○友清委員 今回のシミュレーションに関して質問したいのですが、鉄塔を4基、モデル化して、送電線のついた状態で解析をされるのですか。

○東京電力パワーグリッド（塩川） そのとおりでございます。送電線も、6回線ございましたので、18本プラス、木内線も2本ございましたので、20本のモデルをした上で、解析しているところでございます。

○友清委員 基本的な中身に関してはそういった係数を使って、静的なところがメインになるのかなとお聞きしたのですが、動的な解析に関しましても検討されるのですか。

○東京電力パワーグリッド（塩川） 基本は静的な解析、ただ風の乱れみたいなもの、ガスト係数等々は考慮しておりますが、それがどのくらい正しいかというか、一部動的な解析をして、静的な解析とどのくらい誤差があるかというのを確認してやっていく解析です。動的解析は非常に時間がかかって、手間もかかるということでもありますので、要は静的解析の妥当性を検証するという意味で、動的解析をやらせていただいております。

○友清委員 昔聞いた話では、送電線の震動による張力の変動みたいなものも意外と影響が大きいということを聞いたような記憶がありますので、動的解析の方の結果も関心を持っています。よろしくをお願いします。

○東京電力パワーグリッド（塩川） はい。かしこまりました。

2. 損壊事故を踏まえた今後の対策の方向性について

○横山座長 ありがとうございます。

それでは、よろしゅうございましょうか。

それでは、次の議題の2の方に進めさせていただきたいと思います。

議題2の方は、電気事業連合会さんの方から、まず資料4の御説明をお願いいたします。

○電気事業連合会（稲月） 電気事業連合会でございます。

私の方から、電力各社の耐風設計に関する取り組みについて御説明いたします。

資料の2スライドでございますが、先ほど先生方の方からも意見が出ておりました、民間比較について簡単に解説しております。

電力会社におきましては、当然ながら、電気事業法や施行令、その下に電気設備の技術基準等が定められておりまして、その技術的要件を満たす具体例としまして解釈等が規定されているということでございます。各社これらの法律の規程内容とともに、それらに基づきます民間規格における推奨事項とか、過去の設備被害などの事例を踏まえて、風速の個別設定などを社内ルールとして決めているというような体系になってございます。

次のスライドを御覧ください。まず民間規格のうち、架空送電規程および配電規程に関する御説明でございます。これらは日本電気協会において定められている規格でございます。この規格については、日本電気技術規格委員会、通称J E S Cと呼ばれる委員会において評価、承認されているものでございます。位置づけとしましては、技術基準や解釈

の規定の内容を解説するとともに、必要な事項を補足・補完しているものでございます。これによって、より具体的かつきめ細やかな対応を図っているという位置づけでございます。

具体的な記述内容を四角囲みの中に書いておりますけれども、架空送電規程では、例えば強い局地風の吹く地域や半島部などの地形条件から、強風が著しく収束する特殊な地域に設置する鉄塔については、個別設計することというようなことを記載しています。

また、配電規程においては、同様に地域の地形や気象記録に基づき、設計風速を強めること、あるいは電柱の連続倒壊防止対策を講じることという規定がございます。

次のスライドを御覧ください。もう1つの民間規格として、電気学会の電気規格調査会の標準規格、通称 J E C と呼んでおりますけれども、これがございます。J E C -127 が鉄塔の設計標準を定めたものでございまして、1926年に制定されまして、その後の鉄塔の大型化等の動向や最新の知見等を反映して改定が進められているところでございます。

具体的な内容につきましては、四角囲みの中でございますが、例えばということで、台風の上陸回数が多い地域や局地的に風速が増加する恐れがある地域では、基準風速を増加させることを定めているということで、ちょっと字が小そうございますが、例えばということで、室戸岬では 41.5m/s とか、枕崎では 48.8m/s などといった規制をしているところでございます。

次の5スライドでございまして、これが各社の取り組みの詳細でございまして、鉄塔の耐風設計に関しまして、電力各社では技術基準の 40m/s をベースとしつつ、場所や規模等に応じて基準風速を個別設定している事例がございますということでございます。

例えば、表の中ですが、沖縄電力では全エリアで 60m/s 、九州電力では J E C -127 では1993年の台風13号での設備被害を踏まえまして、大隈半島の北部で 45m/s 、南部では 50m/s というような規定でございまして、四国電力では同じく J E C -127 を参考に、室戸岬で 50m/s 、足摺岬で 45m/s といった規定でございまして。

これ以外の地域につきましては、その下の全国と書いているところでございますが、例えば超高压送電線につきましては、1979年に改定した J E C -127 に基づきまして、地域別の基準風速を設定することとしています。その下、1991年の台風19号、リンゴ台風の被害を踏まえて、架空送電規程に記述を追加しております。これに先ほど東京電力様の方からも御説明がありましたけれども、強風が局地的に強められる特殊箇所の記載を追加して

ございますが、その該当する地域については、風速の増速効果などを反映して、地点別に設定するというふうな取り組みを行っているところでございます。

次のスライドを御覧ください。今御説明しました、特殊地域の事例ということでございます。規程には、海岸周辺の特殊箇所とか、岬・島嶼部の特殊箇所などの留意すべき地形ということについて記載がございまして、各社ではこれを踏まえて具体的地点を抽出し、地形に基づく気流シミュレーションなどを実施して改定しているということで、真ん中の写真が具体例ということでございまして、これは岬のような絵でございまして、右側が南でございまして、南に海があって、こちらから風が増速するという箇所を抽出したという事例でございまして。

次のスライドを御覧ください。7スライドでございまして、これがマップに落としたものでございまして、青線で囲んだところが、JECが基準風速を個別設定した地域で、緑線で囲んだ場所が特殊箇所として抽出して対策を講じた箇所ということでございまして、こういうチェックをして対策を講じているというところでございます。

続いて、8スライドでございまして。次が電柱の設計に関する各社の対応でございまして。

各社では、配電規程に基づきまして、電柱の連続倒壊防止のための支線とか支柱を設置するとともに、過去の台風被害を踏まえて基準風速を個別に設定しているという対策でございまして。

表にありますとおり、中国電力、九州電力、沖縄電力では、個別設定をしている地域がございまして。

次の9スライドでございまして。今申しました連続倒壊防止対策の御説明でございまして。沖縄電力の事例でございまして、沖縄電力では2003年の台風14号によりまして、電柱の連続倒壊が発生した宮古島について、基準風速を50m/sに設定するとともに、沖縄エリア全体で支線とか支柱による連続倒壊防止対策を講じているところでございまして。

右下の図がございましてけれども、沖縄電力では振留支線や支柱を4径間以内に設置するというので、配電規程に定めている推奨する径間よりも短めに頻度を多くして設置しているところでございまして。

そうはしているのですけれども、真ん中の写真がございまして、強風時の飛来物による倒壊防止は根本的に防ぐことは難しいということでございまして、写真の真ん中に書いてありますけれども、支柱を設置することによって、何とか連続倒壊だけは防ぐことができているということで、これによって停電の早期復旧が図られているということでございまして。

す。

最後、10 スライドでございます。これは前回のワーキングにおきまして、熊田先生からコメントがありました件について検討した結果でございます。

先生から、四角囲みにありますが、民間の自主基準などの整備・改定を行った後に設置された鉄塔とか、その前に設置されたものの間の事故率の有意差はないかという御指摘がございました。

グラフがありますけれども、これは昨年、2018年の台風21号、24号、そして今年の台風15号で、最大瞬間風速が40m/sを超過した都府県に存在する鉄塔を建設年別に並べたものということでございます。

左側のグラフが瞬間最大風速40～50m/sの都府県のエリアを抽出した場合で、延べ6万2,000基、このエリアには存在するというので、これに対して倒壊事例なしということでございます。

右のグラフが、瞬間最大風速50m/s超過の都府県エリアの場合でございます、延べ1万8,000基でございますが、これに対して倒壊が今回の千葉の2基のみということでございます。

熊田先生の御指摘の中にもございましたが、事故数が少なく、有意な統計になかなか得ないのかなというのが、我々の所感でございます。

御説明は、以上でございます。

○横山座長 ありがとうございました。

それでは、続きまして資料5-1の説明を、日本鉄塔協会の丸山さんの方からお願いいたします。

○日本鉄塔協会（丸山） 日本鉄塔協会の丸山でございます。資料に沿って御説明させていただきます。

今回、事務局の方から、鉄塔協会の状況と、それを踏まえた今回の基準の改定によって、鉄塔業界にどのような影響が考えられるかというご下問がございましたので、そんなスタンス業界の紹介と、あと今までの議論、あるいは今後の議論によって、基準がどう変わるかというのが重要であることは承知をしておりますけれども、風速の基準が変わる、少し上がるという前提でつくっておりますので、その辺をご了承いただければと思います。

では、資料に沿って説明させていただきます。2番でございます。

日本鉄塔協会の概要でございますが、鉄塔メーカーというのは、日本中で特に送電鉄塔

をつくっていますのは、12社でございます。うち一部上場の会社は1社で、いわば中小企業の集まりになっております。この12社以外にボルトメーカーとか、ナットメーカーも鉄塔協会の会員になっておりまして、今、合わせて18社が会員となっております。

鉄塔というのは、構造の特殊性がございまして、よく二転びといいまして、通常の構造物は垂直に建てたものをこちに倒すというのがあるのですが、鉄塔の場合は建てたものを倒して、最後、内側に倒すということをやっています。要するに、タワー全体としてこういうふうな形になるために、そういう構造をとっております。そういう面では、構造物としては特殊な構造なのかなと思います。

また、主にはアングル材が多いのですけれども、アングル材も低い熱、冷寒といいますか、低い熱では急角度に曲げられないので、それをバーナーで温めて曲げるとか、火づくり加工という特殊な工程もございますので、なかなか新規参入が難しい業界なのかなと思っております。

3にいきます。鉄塔メーカーの責務といいますか、私ども鉄塔メーカーは、日本の電力設備、あるいは送電線のシンボルともいえる鉄塔について、それを電力会社さんと協力しながらそれを守っていくということが、我々の使命だと思っております。

具体的には、今回、ちょっとありましたけれども、大災害が起きた場合も、技術的な解析の協力、あるいは規格・基準等への参画、あるいは鉄塔技術の普及等の技術啓蒙活動などもやっております。

鉄塔メーカーは、これは多くの製造メーカーが共通する課題だと思います。高齢化の問題、あるいは3Kの問題、人がなかなか集まらないとか、給与の関係、あるいはそれに起因する技術継承の問題、あるいは若手の技術者がなかなか集まらないという問題。

6番へいきます。鉄塔の製造設備を維持する関係において、先行き不透明感というのがございまして、なかなか設備投資が難しいということ。後で出てまいりますけれども、大きな荷重になりますと鋼管の鉄塔を使うわけでございますが、そういうものについて、一時すごく大量に出たものが、今、減っていますので、そういうものが過剰設備になっているという問題もございます。

7番へまいりまして、年度ごとの生産量が、電力の設備投資計画もいろいろな状況で変わります。特に送電線の場合はいろいろな事情に左右されることがございますので、なかなか計画が立ちにくいところがありますが、私どもなりにいろいろな情報を収集して、な

るべく電力のニーズに合わせるような形でやっているところがございます。

8 番でございます。鉄塔というのは、先ほどもいいましたように手作業によるところも結構ありまして、その面では、労務費の単価が、建設省の労働者の単価等が上がっている中で、なかなか上がっていかないという問題もございます。

それなりにNC化とか、IT化を進めておるのですが、これ以上のコスト削減はなかなか難しいのかなと思います。

また、鉄塔の値段は、半分か半分ちょっとがもともと鋼材の値段でございます。そういう面で、大きなコストダウンは、加工の部分だけでも限りがあるというところがございます。

鉄塔というのは、例えば10基鉄塔を受注した場合、10基全部違うとっていいかと思えます。日本の鉄塔は24万基とか、25万基といわれておりますけれども、個別に考えてみると、ほとんどの型が個別に異なっているという状況がございます。地点に合わせた個別の生産になっているところがございます。

10番へまいります。技術基準改定の場合の影響といいますか、課題ということですが、これは大きくいえば、設計のプログラムは、電力の委託に基づいて設計をしているところですが、プログラムの改定と、あと実際の製造過程と荷重が変わることによって、部材も大きくなったり、鉄塔が重くなる、ケースによっては鉄塔が高くなるということも考えられます。鉄塔のコストの増加が課題かなと思っております。

アングルの鉄塔等は、大きくなりますと鋼管を使うわけですが、荷重が大きくなることによって鋼管鉄塔が増えた場合の、鋼管の材料手配がなかなか難しいところがございます。そうすると、納期が従来よりも若干かかるという問題があるのかなと思っております。

11番へ参ります。先ほどいいましたプログラムの関係でございます。新しいプログラムを開発していかなければいけない、それなりの時間がかかるのかなと思います。それに伴う設計技術者の教育も出てまいります。

先ほどちょっと触れました、材料手配の関係です。大型化することによって、アングルがパイプになる。今、JISのアングル材は、250-35というサイズ、アングルの幅が250mm、厚さが35mmというのが最大のサイズでございますが、これを超えるような鉄塔が出てきた場合はパイプ鉄塔になりますが、その場合の材料の手配とか、そういう問題が出てまいります。

パイプ鉄塔になりますと、工作といいますか、加工が溶接になりますので、その溶接に伴って、いろいろな手間がかかってくるということでございます。

今申し上げましたことをまとめますと、コスト面の課題としてはプログラムとか、材料費、加工費、あるいはいろいろな製作に伴う手間といいますか、作業量が増えてくるということがいえるかと思えます。

14番を飛ばしまして、15番のスライドは、過去の鉄塔の受注実績でございます。ご参考までにつけさせていただきました。平成4～5年頃は30万t近くあったものが、今、4万tないし5万tで推移しております。という現在状況で、青い部分が実は鋼管鉄塔でありますけれども、平成4～5年頃は鋼管鉄塔が多かったのが、今はかなり減ってきているという状況もでございます。ご参考までということで、つけさせていただきました。

16番へまいります。鉄塔の製作の流れですが、2段がけにしてありますが、上の段は電力の方で行う部分でございます。下の段が私ども鉄塔メーカーが行うところですが、受注しますと、その段階で電力が行った設計図一式をいただきます。その設計図一式に基づいて、実際に鉄塔をつくるための細かい詳細な設計をいたします。それに基づいて材料を手配する、あるいは実際に鉄塔を加工するための図面をつくって、実際の切断・加工、あるいは仮組みといたしまして、実際に鉄塔を組み立てるとか、横向きにして鉄塔を組んでみるとか、あるいはそれがオーケーになれば、亜鉛メッキの溶接——ごめんなさい。ここは組立・溶接ですね。仮組みをして、最終的にメッキして、あるいは必要があれば塗装、例えば紅白の航空塗装等があれば、そういうものを塗装して、電力の方にお納めするというのが、鉄塔の製作の大ざっぱな流れでございます。

以上、雑駁ですけれども、協会としての現状と、基準が変わった場合の影響等について、概略御説明させていただきました。

以上です。

○横山座長　　どうもありがとうございました。

それでは、5の資料につきまして、送電線建設技術研究会の渡邊さんの方から、御説明をお願いいたします。

○送電線建設技術研究会（渡邊）　　送電線研究会の渡邊と申します。スライドに基づいて御説明させていただきます。

まず、1ページ目、開いていただきたいと思えます。送電線建設技術研究会の概要を示しております。会員の構成というところをみていただくとわかるように、送電線の工事業

を営む法人の団体です。電力会社からお仕事をいただいて建設する会社の集団ということで、24～25万基の鉄塔すべて我々の会社で建設してきました。

ただ、建設業ということになると、「ゼネコン」との比較という話が出てきますが比べるとかなり違います。送電鉄塔が300mとか500mごとに1基ずつあること、若しくは山の中で鉄塔を建てるのが主な業務となりゼネコンが土地を平らにして大きな建物をつくることと比べ斜めの土地は斜めのまま、点々と鉄塔を建て送電線で結ぶ、特殊な建設業です。その部分では、ゼネコンがこの業界に入ってくることはありません。会員107社が、約6割が100名以下中小の企業で成り立っております。ですから、107社ありますが、小さな工事業界です。

そして、我々がこういうところでお話しさせていただくのは、たぶん24～25万基の鉄塔をつくった送電工事業界が現在どのような課題をかかえているかということをお話ししろということだと思います。最大の課題は、電気（高所作業員）の減少、施工力不足であり、ここあたりが、今、我々の悩みのもとで少子高齢化ということで、当然ながら3K職場には人が入らないということになり、この部分が一番の課題です。

この直営の電気並びに協力班——協力班というのは、平たい言い方をしますと、下請の会社です。その電気。トータル5,000人から6,000人おります。ちなみに、直営電気というのは、会員会社に直接雇用されているということで、常時サラリーマンのとして働いている。これを1としますと、協力班の電気はその3倍ぐらいおり、一緒に送電線工事を進めている状況です。

続きまして、その流れの中で、1つデータをもとにして説明させていただきます。これにつきましては、申しわけございませんが、社内のデータをそのまま持ち込んだもので、見づらい部分がありますが、ご容赦願いたいと思います。

「計画工事量」は電力会社の送電部門からいただいた鉄塔の計画工事量並びに架線の計画工事量を集約したものです。ちなみに、受注額については、あくまでも想定です。実績をもとにして、計画工事量から試算した想定値です。

ご案内のとおり、40～50年たった鉄塔が多くなり。加えて、東北の大震災以降、地域連携の送電線をつくるということで、工事量は増えているというが、ここにみてとれる状況です。

次に、今度は「施工力」といわれております、高所作業員の数です。全国で約五千数百人おります。このような形で、どのくらいの者が働けるのだということを絶えず確認して

います。これは年に1回、統計調査ということで、電工のお名前と誕生日をもとに、すべて個体データで確認しているという状況です。このような形で、年々少なくなっているという状況です。平均年齢が上がっているということは、新しい人が入ってこないということになっています。新しい人の確認は、次のスライドです。

新規採用者の状況は、年間で約400人ぐらいが精いっぱいです。しかしながら、この400人、3年後には約半分がやめております。これにつきましては、最後のスライドに載せていますが、厚生労働省の労働のデータは、3年後にどのぐらいやめるかというデータをとっておりますので、それと比較する意味で出していますが、大体50%というのは、一般の建設業も同程度と聞いております。ですから、年間、新規入植者200人が精いっぱいという状況でございます。

次のページは、ポンチ絵で恐縮ですが、こういう状況を鑑みて、電力会社にはこのような形で合理化並びに設計の簡素化などをしていただきながら、我々は少ない人間をこれ以上少なくしないために、幾つかの努力をしているという状況です。この部分は、今話題となっている働き方改革と関連しており、私どもはかなり厳しい状況であり、3年後、4年後、しっかりした結果が出せるかということについては、かなり難しいと考えています。すなわち、現状、どこの業界も同じかも知れませんが、施工力の確保を一生懸命進めているのですが、なかなか進んでいない状況で、今のところ人が少なくなる部分は個々の能力を確保する、若しくはそこに書きましたとおり、海外労働力の導入を考慮して、少しずつ道筋をつくっているという状況です。

雑駁な説明で恐縮ですが、送電工事業界の課題は、そのような状況ですので、ご理解のほどよろしくお願いいたします。

以上です。

○横山座長　　どうもありがとうございました。

それでは、資料5-3の説明をコンクリートパイル・ポール協会の小寺さんからお願いいたします。

○コンクリートパイル・ポール協会（小寺）　それでは、コンクリートパイル協会の小寺です。よろしく申し上げます。

今日は、コンクリートポールの概要ということで、間に動画を2つ挟みながら御説明いたします。

まず、5-3の方のパワポの資料で御説明いたしまして、途中、動画のところは動画ファイルのほうへ移らせていただくように、ご案内を私の方からさせていただきます。

では、資料のほうへ移ります。表紙をめくっていただいて、まずコンクリートパイル・ポール協会ですけれども、設立は1956年にコンクリートのポールとパイルを供給するメーカーの任意団体として発足しております。その後、コンクリートパイルの方の施工技術を主に扱う団体ができまして、今年の2019年にこの両団体が合併しまして、今のコンクリートパイル・ポール協会として発足しております。

事業目的につきましては、コンクリートパイル・ポールの製造、品質、設計及び施工に関する調査研究、普及啓発等を行うということになっております。

一番下のところですが、会社数は、正会員社で39社、うちコンクリートポールの製造会社は15社となっております。

では、次のページをお願いします。次は、全国のコンクリートポールの需要の推移です。これは横軸が年度になっていますが、平成元年から現在までのものをプロットしております。これをみますと、平成元年からしばらくは需要として100万t程度ありました。それが今現在は、半減してございまして、50万程度といったようなレベルになっております。

次は、コンクリートポールの構造ですが、絵の左側に写真があるのですが、これはポールを輪切りにしたようなところの断面の写真になります。実はポールは中が中空になってございまして、ドーナツ状の断面になっております。

右側がポールを縦に割ったような絵になっているのですが、上を末口といって、下を元口といいますけれども、末口が細くて、元口が太いといったような構造です。それと中に鉄筋が配置されております。これは漫画的になっておりますけれども、1つは緊張鋼材と呼ばれる、ポール全長にわたって配置されている鋼材、それと非緊張鋼材と呼ばれる、部分的に配置されている鋼材、それとそれを取り囲むように、その絵では黄色になっていますが、らせん筋というものが、絵が途中抜けていますけれども、全長に配置されているような構造で、これが基本的な構造になっております。

次のページをお願いします。コンクリートポールの特徴は、いわゆるプレストレストコンクリートといったような構造形式を使っております。コンクリートというのは圧縮には強いのですが、引っ張りには弱いということで、一般的には圧縮1とすれば、その1/10ぐらいが引っ張り強度だということで、引っ張りには弱いのです。そこを補うために、プレストレストコンクリートという技術を応用してポールをつくっております。

白いところに絵がありますけれども、これはコンクリートの棒状のものでもいいですし、板状のものでもいいのですが、横倒しにして、梁のような形で置いたときに、真ん中に荷重をかけます。そうすると、下に青い線で圧縮とか、引っ張りと書いてあるのですが、部材の上側には圧縮される力、下側には引っ張りが作用するといったような形に、外力からこのような応力が出てきます。

先ほどいいましたように、コンクリートは圧縮には強いのですが、引っ張りには弱いということで、このままですと、たぶん引っ張りの方で割れてしまうということで、ここを改善するのがプレストレスの技術になります。

下に同じような絵が3つ並んでいるのですが、今いった荷重によるコンクリートの内部の応力状態を示したのが、一番右の絵になります。このままでは、先ほどいいましたように引っ張り側でひび割れが入ってしまいますので、そこにプレストレスという真ん中に赤い、左右から押したような矢印がついているのですが、このような力を入れることで、あらかじめ圧縮の力を入れてあげる。そうしますと、外から荷重がかかっても、左の絵の緑色の模式のように、上の圧縮は青の模式に比べて大きくなるのですが、下の引っ張り側の応力が抑制できるといったようなことを利用しております。

次は、コンクリートポールの種類ということで、コンクリートポールの種類については、JISのA5373という規格の中で定められております。そこでは、赤囲みにあるような形で、まずポールの全長が14m、末口径が19、先端の細くなっている側の直径が19cm。

あと、ひび割れ荷重というのが出てくるのですが、これは後で試験のところでも御説明いたしますが、ポールの下の部分、この絵でいう下の部分を固定しておいて、横に荷重をかけていくのですけれども、そのときの試験の荷重になります。この数字の3つの組み合わせで、製品が規定されております。

ちなみに、電力様向けの主力製品というのは、全長としては10mから16m、ひび割れ試験荷重としては3.5kNから15.0kNといったようなものになっております。

次は、コンクリートポールの種類ですけれども、この絵は当協会の会員社の日本コンクリート工業のホームページから持ってきておりますけれども、表の数字がごちゃごちゃしていて、拡大してもみづらいなのですが、ここでいいたいのは、ポールというのは規格製品になっておりまして、種類が多くございます。その中で、電力様向けとして、ここでは10種類程度のポールを示しております。

次は、コンクリートポールの製品設計例ということで、左側にポールが立ったような絵

がありまして、上に黄色い枠で、末口が 25cm、下が荷重作用点となっているのですが、先ほどいったひび割れ試験荷重をこの位置にかけると、ポールを曲がります。ポールが曲がると、そこに曲げモーメントが発生します。それをポールの高さと曲げモーメントの強さを示したのが、横のグラフになります。

横軸が曲げモーメントになるのですが、ここで規格上の荷重を載荷したときに、紫色の三角形のようなモーメントになりまして、頂部ではモーメントが小さいのですが、いわゆるポールという地際部分になるとだんだん大きくなっていくという形になります。

このところから鉄筋を配筋設計していくのですが、配筋図というのが一番右側に出ています。先ほどいいましたように、緊張鋼材と呼ばれるものがプレストレスを入れるための鋼材になるのですが、これをまず全長に配置します。これを配置したことによる製品の耐力線というのが、青の線の、一番上から出ているところです。一番上から出ているのが、緊張鋼材による耐力線。

そうすると、紫の線と青い線がクロスしてしまって、性能を満足しないので、途中で非緊張鋼材を配筋していきます。これを配筋することで、階段状に製品の耐力が増加していくということで、最終的に紫色の線を上回るような耐力線が描けるような製品設計をしております。

次に、コンクリートポールの製造方法ということで、別のファイルのほうへ飛んでいただきたいのですが、2つありまして、製造方法はダイジェスト版になっていまして、1分程度ですが、非常に速く場面が動きます。それとDVDをピックアップしたもので、一部コマ送りみたいになってみづらい部分があるかと思いますが、ご容赦ください。私の方でコメントを少しさせていただきますので、よろしくをお願いします。

では、よろしいでしょうか。5-3の動画ファイル1、よろしいでしょうか、立ち上げてください。

〔動画ファイル1参照〕

まず鉄筋かご、先ほどいった緊張鋼材、非緊張鋼材、らせん筋を組み合わせた鉄筋かごというものをつくりまして、それを型枠の中へ入れます。型枠が2つ割になっていまして、鉄筋かごを入れた後、型枠を閉めるといったような形です。

その後、緊張鋼材をジャッキによって緊張します。その後、緊張を保持したまま、中にコンクリートポンプでコンクリートを入れる。その後、遠心成型機に載せまして、型枠ごと回して、遠心力によってコンクリートを型枠内部に貼りつけて成形します。

その後、蒸気養生槽という釜にいれまして、一晩養生しまして、翌日、型枠から脱型するといったようなのが一連の流れになっております。

遠心成型という特殊な技術を使っていますがプレキャスト製品の中でも、ポールとパイプ、あとヒューム管程度で、非常に特殊な製造設備及びノウハウを使って製造しているということになります。

それでは、動画の左上の DONE というところを押していただくと戻るかと思うので、またパワポのほうへ戻っていただきたいと思います。

次は、ポールの試験方法ということですが、先ほどいいましたように、実際のポールの使用状態を想定して、下側（元口側）を把持しておいて、上側（末口側）に荷重をかけるといったような形になっております。

次のページですが、判定基準としては、ひび割れ試験荷重をかけたときに、ひび割れ幅が一定値以下であることとか、あとはひび割れ試験荷重の2倍をかけたときに壊れないといったようなことが要求性能の基準としております。

では、また次に動画にいきます。5－3の動画ファイル2をよろしくお願ひします。

〔動画ファイル2参照〕

ポールを地上に寝かせまして試験を行います。頂部（末口側）をワイヤーで引っ張るような形で行っております。この後、徐々に荷重をかけていくのですが、ひび割れ試験荷重で一定のひび割れ幅以下であることを確認して、その後、破壊にもっていくといったようなこととなります。

この場面は、人がかがんで何かみているのですが、ひび割れ幅をみております。顕微鏡に似たようなもので拡大しながらみます。この後、ポール破壊させます。右上に地際のところの映像が映るのですが、最後はコンクリートが圧縮破壊するような形で最終形を迎えます。

では、よろしければまた本文のほうへお戻りいただいて、次のページへいきますが、ポールの規格類ということで、先ほど申し上げましたように、基本的には J I S の規格に準拠しているということと、あと配電規程に準拠しております。

以上で、御説明を終わります。

○横山座長　　ありがとうございました。

それでは、資料6の説明を事務局からお願いいたします。

○田上課長　　資料6を御覧ください。時間が押していますので、簡潔にやります。

1 ページ、技術基準における風速 40m/s の考え方でございます。こちらは先ほど電事連から御説明がありましたように、10 分間平均とは、民間規程、電気学会規程、いわゆる J E C に基づいております。

2 ページを御覧ください。これまでの調査状況を踏まえて、こういった事象が起こったかということと、対策の方向性としてこういうのが言えるのではないかをまとめたものでございます。

1 点目、今回、鉄塔が倒壊したところは、特殊な地形によって、局所的な強風が吹いた可能性を考えております。

その対策の方向性としては、これまで台風が頻発しているエリアでは、基準風速を個別に設定したり、特殊な地形において強風設計をしているところですが、これまで想定していなかったエリアについても、基準風速についても考えていくということがあり得るのではないかと。ここは、②と③につきましては、特殊な地形を想定した形でシミュレーションをしていくべきではないか、ということです。

その下、鉄塔と送電線への風荷重の増加ということで、今回倒壊した鉄塔には6 回線の送電線が乗っており、これで風荷重が増加したのではないかと、との指摘があります。そうしたことを踏まえまして、鉄塔・送電線全体で風荷重をしっかりと評価していくと、回線が今後増強するとか、張替えするときについても適切に評価をしていく。また、倒壊を想定してはいけないのですが、迂回ルートの確保とか、仮鉄柱の設置といったところがあり得るのではないかと、ということです。

3 ページ、先ほどの(1)の特殊な地形のところ、局地風に対する対応をまとめたものでございます。

4 ページ、これは他の制度で地域風速を適応しているものを御紹介しております。洋上風力については、基準風速を建設省の告示、市町村別の基準風速を用いるといった形にしており、国土交通省の告示に定められる市町村ごとの基準風速に準拠しており、それを踏まえて洋上風力などの耐風圧が設定されている状況です。

6 ページが、台風による強風で局地的に強められる特殊箇所の事例を集めたものです。

続いて、6 ページは、鉄塔と送電線全体の風荷重の算出、部材の耐力の確認ということで、J I S 基準でどうなっているかということでございます。

7 ページ、こうした風荷重について、鉄塔と送電線を踏まえ、どのように風荷重を評価しているかというものです。

8 ページ、迂回ルートの確保ということで、今回、東京電力等は迂回ルートを確保されて、翌日 10 日には仮復旧をやっていただいたところです。

9 ページが、こちらは電柱でございまして、今回、二次被害が多かったということでございますが、それぞれ倒木や建物の倒壊、看板等の飛来物、地盤の影響、その他ということで、整理させていただいています。樹木の管理強化とか、トタン屋根、大型の看板とか、ビニールハウスの飛散防止といった対策をどうしていくか。

また、地盤の影響のところは、根かせやコンクリートによる根固めといったところをどうしていくか。

また、その他、風の影響につきましては、支線の設置や過去の台風被害を踏まえ、基準風速をどのように個別に設定していくのが良いのかを書かせていただいております。

あと 10 ページ以降は参考資料でございます。

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。

議題 2 の議論に入る前に、欠席の中村委員から議題 2 についてコメントをいただいておりますので、それにつきまして、事務局の方からご紹介をお願いいたします。

○田上課長 中村委員のコメントですが、資料 7-2 の下側を御覧いただければと思います。鉄塔と電柱、それぞれについてコメントをいただいています。

鉄塔について、設計の方は作用・抵抗の両者からの検討が必要なので、鉄塔の耐力などの抵抗力を把握した上で、作用側の議論をすべきではないか。

作用・抵抗に加えて安全率の設定が重要であるため、作用側の問題か、安全率で対処した方が望ましいか、問題を整理すべき。

電柱については、風が原因で独立した電柱が倒壊していないのであれば、電柱については風速を上げる議論は慎重に行うべきではないか。

二次被害が主たる原因であれば、飛来物の恐れが高い地域は受圧面積を大きく考えたり、安全率を上げる対応、倒木の可能性が高い地域では安全率を上げるといった対応が設計の段階からあり得るので、そういった観点で検討すべきではないかといったことでございます。

○横山座長 どうもありがとうございました。

それでは、委員の皆さんからご意見をいただきたいと思います。

木本先生、お願いします。

○木本委員　　まず最初、すごく雑駁な質問ですが、先ほど鉄塔協会さんとか、送電線とか、コンクリートポールの仕事をしていらっしゃる方からコメントがあって、業界が大変だというお話を伺ったのですけれども、何か基準を変えるのは、我々がもっと大変になるみたいな印象を受けたのですが、ものすごく雑駁な質問で、万が一基準が変わったりしたら、発注が増えていいような気もするのですが、そんなことはないですか。ものすごくやわらかい質問ですので。

○横山座長　　では、丸山さんから。

○日本鉄塔協会（丸山）　　ここで申し上げたのは、基準が変わることによって、例えば鉄塔が大きくなるとか、重くなるということがありますので、それによって鉄塔の値段といたしますか、コストが上がるということを申し上げたつもりなのですが、そういう面では、我々としては設計書どおりに物をつくるというのが仕事でございますので、基準が上がる、下がるについては、ある意味ニュートラルとっていいのかなと思います。

○木本委員　　これも質問というか、意見になってしまうかもしれませんが、電事連さんとか、経済産業省さんの御説明で、リンゴ台風をもとにして、これは民間と呼んでいいのですか、J E C——用語がよくわからない。特殊箇所のガイドラインがあって、そういう場所では40m以上に特殊事情を考慮して設計をしている、対策をしているのだというお話だったかと思いますが、私の印象では、特殊箇所というのは、役所がそんな細かいところまで指導しないけれども、事業者さんが自主的に特殊箇所のガイドラインをこしらえて、そのガイドラインを参照にして、自主的にここでは対策をとろうと。要するに、気がつきませんでしたということがあり得る感じのシステムのように聞こえるのですが。要するに、何かの事故が起こったときに、「ちゃんとやっていたのか」「いや、ガイドラインを参照したんです。ここはそうじゃないと思ってました」みたいな感じに。やわらか過ぎてもうしわけないですけれども。特殊箇所の定義が非常に曖昧な感じがいたしますが、そうではないですか。

○横山座長　　それでは、稲月さんの方から何かコメントがありましたら。

○電気事業連合会（稲月）　　先生が御指摘のとおり、資料の方でも特殊箇所の定義を書いてあるページ、例えば我々の資料4でありましたら、6スライドに書いてあるのですけれども、海岸周辺の特殊箇所というのはこんなイメージですというのが書いてあるのですが、これは1991年の台風被害があった箇所がこんなところでしたということで、そういった事例をもとに記述しているということなので、ここをどう広げていくかというのは、各

社マターということもございます。例えば下の例で書いていますけれども、岬とか島嶼部のうち、基本的には南西から南だけでいいのですが、そこを南東の風まで広げましょうというようなところについては、各社が自主的に選んでいるというようなところがございます。そこは幅広めにどこまで読むかというのは、言い換え実態等は地域の事情に基づいて判断しているというところがございます。

○木本委員　ありがとうございます。過去事例に基づくというのはもちろんいいと思うのですが、過去事例はものすごく少ないので、それだけだとちょっと足りないような印象を持ちました。

それから、経産省さんの資料で、風力発電でしたっけ、地域性を考慮した基準があるという参考資料がございましたが、そのときに地図はよかったのだけれども、文言では都道府県別にと書いてあって、風なんかそうですけれども、千葉県たつて風の強いところも弱いところもいっぱいあるわけで、府県の違いというよりは条件の違いの方が大きいような気がしましたので、これは僕の誤解かもしれませんが、都道府県別に千葉だから40mで、神奈川は30mだという、そんなことではないですよ。確認したい。

○田上課長　事務局の資料6の方の4ページの資料だと思いますが、こちらは市町村別になっており、千葉県でも南の房総半島では、比較的強い風を想定しています。

○木本委員　同じ場所でも、風を受けやすい鉄塔と、それほど気にしなくてもいいのってあるのではないかと、ちらっと思ったものですから。ただの感想です。

○田上課長　そういう御指摘は認識をしており、これは今、建築基準法の考え方をご紹介したものです。

○横山座長　ありがとうございました。

それでは、松井委員、お願いいたします。

○松井委員　先ほど鉄塔の施工と前段階としての設計のお話を伺ったのですが、電力会社からの発注形態として、どういう設計条件を与えられて、どういうところから設計を始めるのかということについて伺いたいのですが、実際に物自体をつくるプロセスにおいて。例えば、具体的にいうと、この場所は風が強いから、設計風速をこのくらいにしてくださいという条件なのか、それともそちらの方でそれを判断されるのか。

○日本鉄塔協会（丸山）　例えば、送電線をつくる場所でございますとか、あるいは評価とか、いろいろありますけれども、その地点に基づくいろいろな設計条件、例えば鉄塔を建てる間隔とか、もろもろありますので、そういうものについて基本的設計条件を定め

てもらうのは、実は電力会社さんでございます。私どもは、こういう形の鉄塔をこういう荷重条件でつくった場合に、個々の部材の太さがどうなる、全体で重さがどうなる、基礎に与える反力、荷重がどうなるというところを、我々鉄塔メーカーの方が電力会社さんの依頼に基づいて設計しているという部分でございます。基本設計の方は、ある意味で電力会社さんの方でやっていただいているという感じでございます。

○松井委員　そのときに建設地点の調査、例えば地盤の調査であるとか、地形の調査、それは条件として与えられて、例えば地耐力はこのぐらいあるとか、地盤反力はこのぐらい持てそうだとか、そういうこともわかって設計するのですか。

○日本鉄塔協会（丸山）　基礎につきましては、基礎設計——これは電力に説明してもらった方がいいと思いますが、基礎設計というのは私どもではやっておりません。電力の方で基礎の設計をしております。ただ、基礎を設計するための、鉄塔からどういう力が地面にかかるんだと、その力を出すところまでは私どもでやりますが、その先に、例えばその地盤条件に基づいて、どういう形の基礎にするというのは、それは電力のほうと、あとは基礎を設計する部門あるいは会社もございしますが、そういうところが行っているということでございます。

○横山座長　何か塩川さんの方でコメントはありますか。——はい。

それでは、石川委員、お願いいたします。

○石川委員　資料6の2ページのところで、対策の方向性——今回の被害の調査の結果にもよるのかもしれませんが、地形の影響という話になったときに、91年のときはああいう形で整理されてはいましたが、今回、10kmぐらいの中で、標高もそんなに高くないというような地域について今後何らかのケアをするとすると、かなりの類似のような地形はあるような気がしています。そのような場合に、何でもかんでも地形の影響によるという話になりかねないというのを懸念してしまして。どちらかと例えばいうと、こういう議論は、いろいろやっても漏れが出たりとか、いろいろなアンノーンなところがかなり出てくる、リスク的な話になってくるかなと思いますので、耐震設計のレベル2の方の、例えば人命に影響を及ぼさないとか、電力の場合だと広範囲で長時間の供給支障を起こさないような対策をちゃんとしているという、そういう別の視点もあっていいのかなと思いました。

○横山座長　貴重なコメントをありがとうございました。

ほかにいかがでしょうか。松井委員、お願いします。

○松井委員 一番最初に質問した内容と重複するのですが、先ほど伺って、実際の鉄塔を設計する場合には、その設計業務をちゃんと計算するために、あまり複雑過ぎる条件ではできないので、統括的に設計したりすることになると思うのですが、設計体系とか荷重によって、どういう設計をしなくてはいけないという体系をつくる時点においては、動的な効果であるとか、地形の影響によって、どのぐらい風速にアンノウンなファクターが入り込む余地があるのかといった少し慎重な議論をして、そして全体として安全な設計体系をつくり上げて、それが過度に煩雑にならないようにするような工夫もしなくてはいけないというふうに、今、流れを聞いて感じました。

以上です。

○横山座長 どうもありがとうございました。

ほかにいかがでしょうか。友清委員、お願いいたします。

○友清委員 今の設計体系とか、設計基準のお話を総合してなのですが、今ある J E C の方で、いろいろ風速マップを作ったり、いろいろな検討をされていたような印象なのですけれども、それが実際に各電力事業者さんのところに行くときに、それを取り入れてもいいという、そこは自分で選べるというか、各会社さんの方で判断をされている曖昧さというのが、何か議論がふんわりしてしまう要因のような気がしないでもないですが、その辺の各社の判断はどのように行われているのでしょうか。

○横山座長 まず、稲月さんの方でコメントをお願いします。

○電気事業連合会（稲月） 各社の判断ということで、ちょっと説明が不足していたかと思いますが、我々の資料の 5 スライドでございますが、J E C は、御指摘のとおり、1965 年の改定とか、1979 年の改定がございますが、そういった改定が行われますと、それ以降の新設する鉄塔につきましては、その基準に基づいてつくっているところがございますので、その辺の曖昧さはあまりないのかなというのが実感でございます。

○横山座長 事務局から何か……。

○田上課長 電事連からの御説明にありましたように、技術基準の解釈などでも、民間規程を引用してしまして、それに従っていただくところは、基準上明確にしているのですが、そのこの具体の数字や特殊地形など、そういうところまでどうなっているかまで、当方でも全て把握しきれているわけではございません。

○横山座長 ありがとうございます。

ほかにご意見ございますでしょうか。——よろしゅうございましょうか。

それでは、今後の対策の方向性について、非常に難しい課題ではございますが、皆さんからたくさんご意見をいただきましたので、それに基づいて検討を進めていただきたいと思います。事務局の方から何かトータルとして、コメントはありますでしょうか。

○田上課長　　ありがとうございました。石川先生はじめ、先生方から多数のコメントをいただきましたので、そのコメントを踏まえて、対策の方向性を考えていきたいと思いません。

また、本日は、先生方からコメントをいただく時間が少し短くなってしまいましたので、他にお気づきの点がございましたら、今日・明日ぐらいまでに事務局までお寄せ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。

それでは、今後の予定につきまして、事務局の方からお願いいたします。

○田上課長　　今後の予定ですが、冒頭、河本から発言がございましたように、本日の議論を踏まえながら、引き続き事故の原因究明を進めてまいります。今月中に一旦議論を取りまとめて、中間取りまとめをさせていただきたいと思いません。

具体的な日程につきましては、横山座長や先生方のスケジュールを踏まえて、また御相談したいと思いません。

○横山座長　　どうもありがとうございました。

それでは、本日は活発にご議論いただきまして、ありがとうございました。

これにて本日の会議を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——