

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
電気設備自災害等対策 WG（第15回）
議事次第

日時 2022年4月22日（金）10:00～12:00

場所 Microsoft Teams 会議

議題

1. 令和4年3月に発生した福島県沖地震の被害とその対応について

○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15回電気設備自然災害等対策WGを開催いたします。

事務局をしております電力安全課の田上です。本日もどうぞよろしくお願ひいたします。

今回のWGも新型コロナウイルス感染防止の観点から、Teamsによる開催となりました。委員の皆様におかれましては、御多用の中御出席をいただきまして、誠にありがとうございます。

委員の皆様の御出席の状況ですが、7人の委員の先生方のうち、青山委員と熊田委員を除く5名の委員の方に御出席いただいております。よって定足数を満たしております。また7名のオブザーバーに御出席をいただいております。

また、本日、説明者として、東北電力ネットワーク株式会社様、東北電力株式会社様、相馬共同火力発電株式会社様、株式会社JERA様、電源開発株式会社様から6名の方に御参加いただいております。

ここからの議事進行につきましては、横山座長にお願いいたします。

○横山座長　横山でございます。おはようございます。本日は、朝早くからWGに御参加いただきまして、ありがとうございます。

本日は令和4年3月に発生しました福島県沖地震の被害につきまして、いろいろ概要と対応について御議論いただくということになっております。どうぞよろしくお願ひいたします。

それでは、早速議事に入らせていただきたいと思います。御説明される方におかれましては、最初に一言名前を言っていただきますようお願いしたいと思います。

それでは、まず最初に、事務局より資料の確認をよろしくお願ひいたします。

○田上課長　事務局の電力安全課の田上です。それでは、資料の確認を致します。

資料につきましては、議事次第、委員等名簿に続きまして、資料1から6を御用意しております。資料につきましては、Teamsの画面上に投影いたします。審議の途中で資料が見られない場合や通信の不具合が生じた場合は、お手数ですが、Teamsのコメント欄を活用いただきましてお知らせください。

○横山座長　どうもありがとうございました。

それでは、まず議題1、令和4年3月に発生しました福島県沖地震の被害概要とその対応についてということで、資料1から6までを続けて御説明いただきまして、それからその後にとまとめて質疑の時間を取りたいと思いますので、よろしくお願ひいたします。

それでは、資料1、福島県沖地震の被害状況と当WGにおける検討のポイントということで、事務局より御説明をお願いいたします。

○田上課長　事務局の電力安全課の田上です。よろしくお願いいたします。

資料1、「福島県沖地震の被害状況と当WGにおける検討のポイント」について説明をさせていただきます。

まず1ページです。「令和4年福島県沖地震の概要」です。今年3月16日23時36分に最大震度6強の地震が福島県沖で発生しました。この地震の影響によりまして、運転中の11ヵ所14基の火力発電所、25ヵ所の水力発電所が停止いたしまして、東京電力及び東北電力管内で周波数低下リレー、いわゆる「UFR」が発動いたしまして、最大で220万戸の停電が発生いたしました。東京電力管内は3月17日2時52分、東北電力管内は3月17日21時41分に復旧しています。

スライド右側ですが、地震の影響で停止した火力発電所や被害が発生した送変電設備を示しております。震源地に近いところに多く集中しているようにも見えます。

続いて、2ページでございます。「送変電設備の被害概要」です。送電線の被災状況につきましては、ジャンパー線の跳ね上がりや碍子が壊れるなどの被害が発生しています。送電線の被害は東北電力管内のみとなっています。詳細につきましては、東北電力ネットワーク様から御説明があります。また、変電所の被災状況につきましては、主変圧器の破損により東北電力ネットワークの西仙台変電所で火災が発生しています。他の変電所における事故は、主変圧器の破損やコンデンサーの破損、避雷器や断路器が折損してしまったことが原因となっています。

続いて3ページでございます。「火力発電所の発電停止・被害状況」です。会議の冒頭、（令和4年福島県沖地震により）11ヵ所14基の火力発電所が停止したことを申し上げました。東北電力の原町1号機では、二次過熱器管やガードリング管の変形、揚炭機の損傷、相馬共同火力の新地発電所でも、揚炭機の破損やスタッカー、リクレーマーの損壊が発生しています。

その下、相馬石炭・バイオマス発電所におきましては、1号ボイラーの火炉本体や後部の煙道を接合する側壁管に損傷がございました。

次の4ページ、東北電力の新仙台3-1号は、翌日の朝に再並列したのですが、その後タービンバイパス弁の不動作により停止しました。

また、JERAの広野火力6号機では、主変圧器の絶縁油の空気抜き配管の損傷や絶縁

油漏れがありました。

また、地震の後、電源開発の磯子新1号機でリンカコンベアのベルトチェーンの外れ、摩耗や新2号では主要変圧器のタップ巻きのリード線が損傷し、停止しています。

後ほど、それぞれの発電事業者から被害の状況や対策について、御説明を頂きたいと思っています。

それに当たって、「今回WGにおきます御議論いただきたいポイント」です。被害の概要と対応に関して事務局から4つ検討のポイントを御提案しています。なお、3月の地震後には需給逼迫が起りましたが、需給逼迫に関しては、エネ庁の審議会にて検討を行っております。本WGでは需給逼迫は主な議論の対象ではないのですが、設備の健全性や復旧に対する妥当性、設備の規制制度の妥当性などについて御議論いただきたいと思っています。

(1) 電気設備の健全性確保の妥当性等ということで、まず現行の技術基準に照らして設備の耐震性は十分であったか、これまでの地震の教訓は生かされていたのか、また今回の地震から得られる教訓は何か、などでございます。

前回の第14回のWGの参考資料であります、5ページで昨年2月に発生した福島県沖地震の際には、設備の耐震性は概ね確保されていたという評価をしています。今回設備の健全性の確保について、耐震性がどうだったかも併せて御意見を頂きたいと思っています。

2点目、電気設備被害等に対する復旧迅速化策の妥当性でございます。こちらも前回14回のWGで対策として予備品の保有や災害時の相互応援体制の充実を再発防止として御意見を頂きました。こうした再発防止が今回ちゃんと機能していたのか、また今回の地震から得られる教訓は何か等。しっかりプラクティスを踏まえて今後どうしていくかを御議論いただきたいと思います。

3点目、電気設備の規制制度の妥当性等についても御意見頂きたいと思っています。後でまた説明いたしますが、現行の火力発電設備の技術基準で要求される耐震基準が妥当なものかといった点でございます。国会などでも御意見、質疑がございましたが、浜通りで2年連続で震度6クラスの地震が続いている中で、一般的な地震動は震度5を想定しているのですが、もっと引き上げるべきではないか、といった御意見を頂いています。耐震性の確保に当たって工夫すべき点があるのかも御意見いただきたいと思います。

また、災害時の情報発信の在り方でございます。特に停電情報の発信、一般送配電事業者からは、停電や復旧見込みについて概ね1時間ごとに情報発信していただいておりますが、

今回復旧に関する情報が国民向けになかなか発信されていなかったのではないかと、という指摘もございます。これをどのように捉えて、今後改善していくべきかについて御意見いただきたいと思います。

続いて6ページでございます。「各電気設備の耐震性区分と確保すべき耐震性」でございます。耐震基準につきましては、平成7年の阪神・淡路大震災の際に電気設備についても設備の耐震区分及び確保すべき耐震性を整理しています。耐震性区分Ⅰ、一旦機能を喪失してしまった場合に人命に重大な影響を与える可能性のある設備、例えば、ダムやLNGタンクなどですが、こちらについては一般的な地震動に際し、それぞれの設備の機能に重大な支障を生じないことや高レベルの地震動に対しても人命に重大な影響を与えないことを求めています。

また、耐震性区分Ⅱ、耐震性区分Ⅰ以外の設備、例えば発電所の建屋や煙突、ボイラーや附属設備、変電設備や架空・地中配電設備といった設備については、一般的な地震動に際して機能に重大な支障が生じないこと、高レベルの地震動に際して著しい供給支障が生じないよう、代替性の確保や多重化などによって総合的にシステムの機能が確保されることを求めています。

「一般的な地震動」というのは、下の赤い矢印のところですが、供用期間中に1回から2回発生する確率を持つ地震動、高レベルの地震動については直下型地震や海溝型の巨大地震に起因する高レベルの地震動という整理になっています。この考え方については、東日本大震災の後の検討や電気設備自然災害WGの平成26年の中間報告でもこの考え方を踏襲しています。

具体的に火力発電設備の技術基準でどのような規定になっているのかが7ページでございます。発電用火力設備に関する技術基準では、ボイラー・タービンなどの火力発電設備に対して一般的な地震動による設備・機器の損壊を起因とした著しい供給支障を生じさせないように耐震性を要求しています。太字で書いていますが、火力の技術基準省令では、「地震力による損壊により一般送配電事業者又は配電事業者の電気の供給に著しい支障を及ぼすことがないように耐震性を有するものでなければならない」と。技術基準の解釈では、「一般的な地震動に対して、機器の破損により発電所の復旧に著しい影響を与えることを防止する」と書かれています。

電気設備を含めて、重要インフラの耐震基準の状況を整理してみました。火力発電の耐震基準については、他の重要インフラ、例えば都市ガス設備や水道、鉄道設備と同様に、

ベースは国の「防災基本計画」の構造物・施設等の耐震性の確保の考え方に沿ってそれぞれ設定されています。したがって、火力発電設備や電気設備などが緩いというわけではございません。

9ページが令和3年5月の中央防災会議で決定された防災基本計画の中にあります構造物・施設等の耐震性の確保についての基本的な考え方です。先ほど申し上げましたように、下線を引いていますが、供用期間中に1～2度程度発生する確率を持つ一般的な地震動と発生確率は低いが、直下型地震などに起因する更に高レベルの地震動を共に考慮すると。一般的な地震動に際しては、機能に重大な支障を生じず、かつ高レベルの地震動に際しても人命に重大な影響を与えないことを基本的な目標として設計するとなっています。

続いて10ページ、地震から約1週間後に東電管内と東北電力管内の需給逼迫の状況でございます。エネ庁の審議会で御報告があったものでございます。

11ページ、最近の地震活動の推移ということで、日本列島の地震活動は、多い時期と少ない時期があり、現在も活動幅の範囲内ではないかと。東日本大震災を経験した東北地方は、近年でも他地域に比べて地震活動が活発になっています。日本はどこでも強い揺れを伴う地震が発生しやすい地域。こうした地震の状況を踏まえて、耐震の基準についてどのように考えていくかということかと思っています。

12ページでございます。国民に対して迅速かつ正確な情報発信ということで、第17回の電安小委の資料ですが、大規模な停電が起こったときに、住民の皆様が不安になってしまったということで、そうした懸念を払拭するために有効な情報発信をするということで、迅速性や発信頻度、発信内容などについて御議論いただきました。それを踏まえて、主に一般送配電事業者では、ホームページやSNSなども使いながら、停電の戸数や復旧見通し、また被害状況なども発信していただいています。こうした取組などについて、発電事業者においてもどのように被害状況とか復旧見込みを発信していくかについて御議論いただきたいと思っています。

事務局からの説明は以上になります。

○横山座長 どうもありがとうございました。それでは、続きまして資料2、福島県沖地震における設備被害と対応状況についての資料でございます。東北電力ネットワーク株式会社の数藤さんから御説明を頂くことになっております。数藤さん、どうぞよろしくお願いいたします。

○数藤東北電力ネットワーク株式会社電力システム部課長 どうぞよろしくお願いいた

します。東北電力ネットワークの数藤と申します。

それでは、説明を始めさせていただきます。福島県沖地震における設備被害と対応状況についてでございます。

まずは福島県沖地震の総括でございます。2022年3月16日に福島県沖を震源とする最大震度6強の地震が発生しております。

震度の分布ですが、今回の地震では宮城県と福島県の広い範囲で震度6の強い揺れが観測されております。

東北電力ネットワークでは、地震発生と同時に第2非常体制を自動発令し、東北電力と東北電力ネットワーク両社が一体体制で復旧対応に当たりました。

福島県を中心に延べ約16万2,000戸の停電が発生しましたが、翌日、3月17日21時41分に供給支障を解消しております。

比較しますと、東日本大震災では94%の供給支障の解消までに約8日間程度かかっておりますので、今回の供給支障解消は迅速な対応であったと考えております。

次に、停電戸数の推移でございます。地震発生直後、23時50分に最大停電戸数15万8,370戸で停電が発生しております。その後、3月17日21時41分には全ての供給支障を解消し、約22時間で供給支障を解消しております。

その間にプレリリースやツイッター、ラジオのスポットCMなどあらゆるメディアを用いまして、地域の皆様へ情報を発信しております。

それでは、ネットワーク設備の被害状況です。主な設備被害については、地震の影響により主に宮城県南、福島中通り、浜通りを中心に震度5強以上の箇所でネットワーク設備に被害を受けました。変電、送電並びに通信設備の被害は全て震度5強以上の地域で発生しております。

それでは、西仙台変電所6号主要変圧器の設備被害状況についてです。西仙台変電所所在地付近では震度6弱を観測しており、この揺れで一次側白相のがい管が破損し、地絡放電が発生し、気化した絶縁油に引火したことにより火災が発生したものと推定しております。

白相がい管の火災発生と同時にがい管が飛散し、一次側赤相のがい管も破損したと考えております。北西からの風により一次側赤相及び三次側方向へ延焼が広がったと考えております。その後、消防による消火活動によりまして、翌日4時48分に鎮火を確認しております。

それでは、西仙台変電所6号主要変圧器損傷の原因と再発防止対策について御説明いたします。6号主要変圧器の火災の発端となった一次側白相ブッシングの破損メカニズムについて御説明いたします。

破損したブッシングは、センタークランプ方式と呼ばれる構造で、頭部の締めつけばねにより中心導体、がい管、取付けフランジ等のブッシング構成部品を一体に締めつける構造となっております。

今回の地震動によりがい管が過度に口開きし、がい管下部の一部に過大な応力が加わったことで、ブッシングの縦方向に亀裂が入り、がい管が破損したと推定しております。がい管の破損により中心の導体が下方向へ脱落し、中心導体からブッシング取付けフランジへ地絡放電が発生し、気化した絶縁油に引火し、白相ブッシングの火災が発生したと考えられます。

弊社では、センタークランプ方式ブッシングの耐震対策、過度な口開き防止としまして、がい管と取付けフランジを外側から締めつけるずれ止め金具を設置しておりました。推定ではございますが、過去の地震によりずれ止め金具が若干ずれた状態となり、今回の地震動による口開きで事故相である白相のがい管に取り付けたずれ止め金具のずれが進展して金具が外れ、これにより過度な口開きが発生したものと推定しております。

このため再発防止対策としましては2つの対策を検討しております。1つ目は、震度5弱以上を観測した変電所における臨時巡視では、ずれ止め金具の取付け位置を確認する。2つ目は、変圧器の普通点検項目に金具ずれ、ボルト緩みの有無などのずれ止め金具の状態確認を追加するというものでございます。

それでは、過去の地震被害を踏まえた変電設備の対策状況について御説明いたします。変電設備については、度重なる地震の経験から設備の補強や地震動による設備の被害防止、軽量で衝撃に強い素材を採用するなどの対策を積み重ねてきております。

ブッシングのがい管ずれ防止対策としましては、先ほどのずれ防止金具の設置をしております。また、軽量で衝撃に強い素材としまして、エポキシブッシングの表面にシリコンゴムを直接成型したダイレクトモールドやポリマーなどの軽量の素材を採用しております。

また、架台の補強としまして、すじかいの挿入による補強をしております。

右側の写真は、15万4,000キロボルト断路器の架台のすじかいによる補強の状況です。そして、下の写真は、東日本大震災後の津波浸水対策の機器の嵩上げの状況です。参考までにお示ししております。

次に、過去の地震災害を踏まえた送電設備の対策状況のハード面です。送電設備については、東日本大震災において地震動によりジャンパー線を支持するがいしが折損しており、対策として両回線停止の回避とがいし破片落下による公衆災害防止の観点から、支持がいし設置箇所には弾性により地震動を吸収するポリマー支持がいしの採用や地震動が加わった際にロックピンが破断し、線路直角方向にも可動するようにした免震金具を導入しております。

次に、送電設備のソフト面の対策です。これまでの経験を生かし、地震の震度情報から予防巡視箇所が必要な線路箇所を抽出し、関係者に情報を提供する予防巡視箇所情報提供システムを開発し、運用しております。また、スマートフォンやドローンを活用し、設備被害状況を撮影し、復旧計画を早期に策定しております。

次に、配電設備の対策状況です。配電部門では、2004年の中越地震や東日本大震災、2019年の台風19号などの幾多の自然災害を経験し、ノウハウや技術力を積み上げております。それらの災害から得られた教訓を基に、災害への対応体制を強化してまいりました。

設備の耐震性向上として、VCT用耐震懸垂金具により計器用変成器であるVCTが配電柱の腕金から抜け落ちない対策、ハンガ装柱によるつり下げ構造により、柱上変圧器が落下傾斜しにくい構造としております。また、樹脂製ネカを設置し、配電柱の転倒や傾斜を防止し、空輪対応型低圧応急用電源車を離島や山間部の復旧用電源車として導入しております。

ソフト面では、位置情報共有チャットアプリを導入し、電源車の稼働状況状態管理、非常災害時の業務支援を行っております。そして配電部門では、各応援隊につきまして消防や自衛隊を参考に自律して復旧を行う自律型復旧体制を構築しております。

災害予備品等の配備、活用についてであります。今後想定される大規模地震等の自然災害を想定し、ブッシングやがいし損壊などの設備被害が発生した際に速やかな復旧を図るため、災害復旧資材を配備しております。災害復旧資材については、従来から配備していましたが、東日本大震災を受け、被災地域が広範囲になることも考慮し、使用の拡大や配備数量の増加により強化しております。

さらには各ネットワーク会社と保有する資機材等を融通する協定書を締結して、災害に備えております。

次のページ、別紙に被害状況写真を参考までに載せております。左側が変電設備、中ほどが送電設備、右側が配電設備となっております。

以上が福島県沖地震におけるネットワーク設備被害と対応状況についての報告になります。引き続き過去の自然災害から得られた教訓を反映したハード面、そしてソフト面による対策を行い、安定供給の確保に努めてまいります。ありがとうございました。

○横山座長 どうもありがとうございました。それでは、続きまして資料の3、福島県沖地震で停止した主要な発電所の被害状況についてということで、本日は東北電力株式会社の古沢さん、村里さんから御説明を頂くことになっております。どうぞよろしくお願いたします。

○古沢東北電力株式会社発電カンパニー火力部課長 よろしくお願いたします。東北電力の古沢と申します。それでは、福島県沖地震で停止した主要な発電所の被害状況について御説明いたします。

続きまして目次なのですが、こちらは飛ばさせていただきます、次のページに行きます。まず、震源地近傍の発電所の状況について御説明していきます。まず、福島県内の原町火力発電所におきましては、震度6弱を記録いたしまして、1号機はタービン軸振動大により自動停止いたしました。停止後確認した結果、ボイラーの内部配管に一部変形が確認されましたが、その後水圧試験を行った結果、漏洩などの異常が確認されませんでしたので、現在配管の支持装置などの補修工事を実施しておりまして、5月10日頃には復旧できる見通しとなっております。

また、2号機につきましては、定期点検のため停止しておりましたが、ボイラーの内部の配管に損傷や変形が確認されております。したがって、この定期点検の期間内で補修を実施いたしまして、この定期点検を当初計画よりも約10日ほど延長する予定となっております。

また、宮城県内の仙台火力4号機につきましては、震度6弱を記録いたしまして、こちらも予防保全点検のため停止しておりました。被害としましては、蒸気タービン軸受台のグラウト部に亀裂が入るなどの被害がありましたが、予防保全点検内で補修を実施いたしまして、プラントを起動させたのですが、残念ながら試運転のときに蒸気タービンの軸受箱の摺動性の不良が確認されましたので、再度停止いたしまして、現在蒸気タービンの分解点検を行っているところであります。

また、新仙台火力につきましては、3-1号、3-2号ともにタービン軸振動大により自動停止いたしました。ただし、地震による被害はなかったため、翌日の3月17日に再起動を行っております。しかし、3-1号につきましては、起動過程において中圧タービン

バイパス弁の動作不良が発生いたしまして、ユニットを停止して当該弁の分解点検を行った上で、3月25日に復旧しております。

さらに、その下の水力発電所の状況ですが、荒川発電所で震度6弱を記録いたしました。この荒川発電所は、水車発電機の細密点検を行っており、停止中でありましたが、水槽からの漏水が確認されております。

そして次は位置関係なのですがすけれども、こちらは飛ばさせていただきます、早速原町火力の被害状況について説明していきたいと思っております。この原町火力は、去年の地震と異なりまして、想定外に被害を受けましたのがこの表の一番下の揚炭機であります。この揚炭機は全部で4台設置されているのですが、そのうちのNo.2からNo.4の3台について脚部の変形、それからレールからの脱輪が確認されております。さらにNo.1の揚炭機につきましては、レールの変形が確認されました。したがって、まずは被害の比較的軽度であるNo.1とNo.2の揚炭機を優先的に復旧するといった方針で今修理を進めております。

そして、原町火力発電所の今後の復旧の見通しについてですが、1号機については4月7日に水圧試験を行いまして異常がなかったため、今補修工事を行っており、5月10日頃には復旧できる見通しです。また2号機については、点検期間中に損傷したボイラーの配管などを修理しまして、7月13日には復旧できる予定となっております。そして一番下の揚炭機につきましては、まず初めに大型クレーン船で被害の大きかったNo.3とNo.4の揚炭機を一時的に別の場所に移してから、No.1とNo.2の揚炭機を優先的に修理していくといったような工程となっております。

そして続きまして、具体的な被害状況といたしましては、まずはこの写真は1号機のボイラーの炉内の写真になります。こちらを見てもお分かりのとおり配管が非常に大きく変形している状況でありました。

そしてこちらの写真は、配管支持装置であります油圧防振器が破断している状況の写真となります。

こちらが揚炭機の被害状況になるのですが、左側の写真を御覧いただきまして、この写真でいう左側の足が完全にレールから脱輪しているという状況でありまして、揚炭機全体が右側に寄せられたということで、右側の足が非常に大きく傾いている状況となりました。

揚炭機につきましては、上部の構造体についても健全性を確認する必要があったので、確認のためにドローンを飛ばしまして、亀裂や変形などが無いことを確認しております。

続きまして、仙台火力4号機の状況について説明いたします。仙台火力4号機は、予防

保全点検のため停止しておりましたが、第3軸受台のグラウト部に亀裂が入っていたということで補修を行っております。そして立ち上げて試運転を行ったのですが、そのときに蒸気タービンの第4軸受箱の摺動性不良が確認されまして、再度発電を停止しております。そして現在、補修を実施している状況であります。

こちらの写真は、第3軸受台のグラウト部の割れの写真になります。左側の写真が今回の地震でありまして、右側の写真が昨年地震により発生した割れになります。どちらもほぼ同じような割れが発生したという状況でありました。

続きまして、試運転時に確認された蒸気タービンの第4軸受箱の摺動性不良についてですが、下の図を御覧いただきまして、蒸気タービンは内部に蒸気が入ってくることによって、回転しているローターと静止している車室側とがそれぞれで熱により伸びが生じてきます。そのうち車室側の伸びについては、図面の中の第3軸受箱が固定点となりまして、図面の右側に伸びていくといったような形になります。つまり、第4軸受箱がその伸びにより右側にスライドしていくという形になります。しかし、今回、第4軸受箱の摺動面が固着していたといったことと、赤丸で示すセンタリングビームと呼ばれるものが変形していたため、第4軸受箱がスライドしないということになりまして、車室の伸びが拘束されたという現象が発生しております。

それに伴いまして、現在、蒸気タービンを分解して、第4軸受箱の底の部分になります摺動面の修理やセンタリングビームの取替えなどを行っているところであります。

そして、こちらがエンクロージャー換気ファンの写真になるのですが、昨年の地震で右下の写真のとおり、ファンが全て転倒するといった大きな被害を受けました。これに伴いまして、昨年、転倒しないように対策を行ったわけですが、今回は残念ながら分解点検中ということで、ファンは取り外された状態でありました。ただし、転倒防止などの措置をしっかりと行っていましたので、転倒被害などは発生しておりません。

続きまして、新仙台火力の3-1号の状況についてお話しさせていただきます。新仙台火力3-1号につきましては、地震によりましてタービン軸振動大で自動停止したのですが、被害状況がなかったということで、翌日に再起動を行っております。しかし、中圧タービンバイパス弁が開閉不良が発生したため、同日中に停止して補修を行った状況であります。

中圧タービンバイパス弁の不具合の状況といたしましては、弁を分解したときに写真の②と③を見ていただいて、スケールによる摺動傷が非常に多くついていたといったことも

ありますので、開閉不良を起こした原因はスケールのかみ込みにより発生したものと推定しております。ということで、そのほかには弁の構成部品などについて変形が確認されておられませんので、地震による影響はなかったものと考えております。

そして続きまして、水力発電所についてですが、最寄りの観測地点で震度5弱以上を観測しました69の発電所で臨時の点検を行っております。その点検結果、荒川発電所において水槽からの漏水が確認されております。

なお、今回の点検におきましては、道路状況や巡視路の状況から全ての設備が目視点検できる状況でありましたので、ドローンによる点検は行っておりませんでした。

そして、こちらが荒川発電所の状況で、水槽の脇の部分から漏水しているといった状況でありました。

次に、過去の地震との比較ということで、2011年に発生した東日本大震災と昨年の福島県沖地震、そして今回の地震において、地震の大きさや被害の状況、さらにはそれぞれの地震を受けての対策についてまとめた表になります。こちらの表は、原町火力の状況になります。

まず、東日本大震災におきましては、やはり津波被害が甚大でありまして、このような被害を受けているのですが、地震被害となりますとどの地震においてもボイラー内部の配管に損傷や変形が見られたといった同じような被害が発生しております。

さらに、地表面の最大加速度を御覧いただきますと、今回の地震が最も大きく、このため今回は揚炭機にまで被害が広がったのではないかと考えております。

そして、対策についてですが、東日本大震災のときは津波被害が非常に甚大でありましたので、防潮堤の設置や燃料タンクを高台に移すといった津波対策をメインで行ってまいりました。そして、昨年の地震を受けまして、今回の地震には間に合わなかったのですが、ボイラーの耐震対策を計画しておりまして、1号機についてはボイラー内部配管の位置の改良、それから2号機についてはボイラーの防振装置の追設などを計画しております。

さらにソフト面につきましては、被害を受けた設備に対しての点検や補修記録をアップデートしております。

そして、こちらが仙台火力の状況になります。仙台火力も原町火力と同様に、地震被害としてはどの地震においても同じような被害が発生しております。ただし、地表面の加速度を御覧いただきますと、今回の地震が最も小さいということと、予防保全点検でプラントが停止したということもあって、比較的軽度な被害にとどまっているのかと感じており

ます。

さらに、対策につきましては、ハード面においてエンクロージャー換気ファンの地震対策を行っておりますし、ソフト面におきましては原町火力と同様、点検、修理の記録のアップデートを行っております。

そしてまとめといたしまして、まずは前回地震を受けての対策とその効果を御覧いただきたいと思っております。

まず1つ目の地震被害設備の点検・補修記録の整備を行うことによって、やはり効果といたしましては損傷部位をいち早く想定することができて、点検範囲の絞り込み、それから資材の先行調達を実施することができました。また、さらに外観の状況と各部の計測を外部から行うことによって、開放点検を行わなくても被害状況を見極めることができ、復旧期間を短縮することができたのではないかと考えております。

また、ボイラー設備の耐震対策につきましては計画中であったのですが、これを行うことによりまして設備被害を低減することが可能となりまして、復旧期間をさらに短縮できるのではないかと期待しております。

また最後に、エンクロージャー換気ファンの地震対策につきましては、今回は残念ながらファンが取り外されていた状況でありましたので、効果を検証することはできなかったのですが、設計どおりであれば転倒はしなかったものと想定しております。

また、その下の耐震性に関わる自己評価を御覧いただきまして、どのプラントにおきましても、ボイラーやタービンなど主要な電気工作物は損壊しておりませんでしたので、技術基準で求めています耐震性については十分確保できているものと判断しております。

また、一番下の部分を御覧いただきまして、新仙台火力3-1号で地震被害がなかったにもかかわらず、弁の開閉不良のため発電を停止しなければならないという事態が発生いたしました。今後は、点検周期の見直しを行うなどの対策を行いまして、さらにほかのプラントにおきましても運転管理をしっかりと行って、安定供給に万全を期していきたいと考えております。

最後に、情報発信につきましてですが、これまでの実績としましては、地震が発生した翌日には当社ホームページ、ツイッターにおいて複数回、発電設備の状況について情報発信をしております。さらに、その後も復旧の見通しが立った時点で、さらには運転を再開したときなど、適宜情報発信に努めてまいりました。ということで、今後も継続して必要なタイミングで情報発信をしていきたいと考えております。

以上で福島県沖地震で停止した主要な発電所の被害状況について報告を終わります。

○横山座長 どうもありがとうございました。それでは、続きまして資料4に行きたいと思えます。3.16福島県沖地震による新地発電所の被害状況についてということで、本日は相馬共同火力発電株式会社の田鹿さんから御説明を頂くことになっております。田鹿さん、どうぞよろしく願いいたします。

○田鹿相馬共同火力発電株式会社新地発電所副所長 相馬共同火力発電株式会社の田鹿でございます。では、早速御報告させていただきます。本日は貴重なお時間を頂きまして、ありがとうございます。

まず、きょうの目次になります。大項目で1番目に地震発生の概要を述べさせていただきます。大きい2番で設備の被害状況、復旧方針、最後にまとめという流れで御報告させていただきます。

地震発生の概要になります。弊社の新地発電所ですけれども、発電設備は定格が1,000メガワット（100万キロワット）、燃料石炭を2基保有しております。

弊社の場合は表の下に新地発電所地震計とありますが、発電所の中に地震計を2つ設けております。1つがボイラーの1階にあるものとタービンフロアと言われる建屋の2階にあるものになります。

この地震データは、左から東日本大震災、真ん中が昨年2月の福島県沖、一番右側が今回の地震のデータを載せております。今回発電所の加速度で見ますと、過去の地震よりも非常に大きな加速度が見られております。ボイラーの1階で言いますと、昨年の加速度に比べて約1.29倍の572ガル、タービンフロアの2階の部分に関しましては、昨年の1.23倍の1,058ガルという今回は昨年より増して非常に強い地震が来たということが言えるかと思えます。

次のスライドが先ほど説明した新地発電所の地震計、ボイラーの1階とタービン2階それぞれを方向別に比較したものになります。左側のグラフがボイラー1階、右側がタービン2階になります。グラフ中の緑の棒線が東日本大震災になります。青の線が昨年、赤が今回ということで、グラフの左から東西方向の最大ガル数、真ん中が南北方向の最大ガル数、一番右側が上下方向のガル数を示しております。

右側のグラフのタービン2階の地震計のデータを見ていただくと、昨年もタービン軸受台変形という損傷が起きていますけれども、その東西方向加速度が507ガルになっておりますが、今回はさらに大きい800を超える加速度になっておりまして、同じようにタービ

ン軸受台の変形というのが生じたことを確認しております。

また、東西に限らず全方向、東西南北上下、いずれも今回の地震は過去の地震よりも大きい加速度の地震があったということが分かっております。

続きまして、地震発生時の設備の状況についてお話しいたします。まず1号機は、定格出力の1,000メガワットで運転中でした。地震が来まして、タービンの振動大によるインターロックが働きまして、自動停止をしております。2号機につきましては、補修作業を3月12日からやっておりましたので、運転はしておりません。人的被害はありませんでした。

続いて設備の被害状況ですけれども、ボイラー、タービン、発電機、揚炭機という4区分に分けて、次のページから具体的に説明させていただきます。

まずボイラー設備になります。ボイラー設備の被害状況の前に、実はボイラーの構造について少し補足させていただきます。ボイラーと言われる構造物は、地面から基礎の上に建っているものではなくて、周りを鉄骨で構成されていまして、その鉄骨の上部からつり下がっているという構造物になっております。新地発電所のボイラーの高さは約80メートルを有しております。

このボイラーの損傷箇所になりますけれども、左側がボイラーの鳥瞰図を描いたものになります。赤枠で囲んでいる部分が損傷を受けている箇所です。これはボイラーの炉内、内側から見た写真が右側の上部の写真になります。赤枠で囲んだところ、火炉前壁と表記している上に一直線に水平方向に破断されている状況が見られるかと思っておりますけれども、ボイラーの火炉前壁にある配管が全て破損しているという状況でございました。破損した箇所はボイラーの高い部分にありますので、この点検は、従来ですと足場を組んで見ていくということになるのですが、今回早期に点検するということもありまして、ドローンを炉内に入れまして、炉内でドローンを飛ばして、中の損傷状況を早期に確認した状況でございます。

下の写真に移ります。これはボイラーの外側の写真になります。ボイラーの外側は、外装板と言われる金属の板で囲まれていまして、それが外側に破損している状況ということが見て取れるかと思っております。

続きまして、タービン設備になります。弊社の場合は、タービンの軸方向が東西方向に設置されております。先ほど東北電力さんからの御説明で、第3軸受台というタービンを動かさないようにする固定点の説明がありましたが、弊社の場合、その固定点の変形してし

まったという事例になります。右側に拡大写真を設けておりますが、水色の台が第3軸受台で、ここが固定点なのですけれども、東西方向の揺れが強かったので、本来垂直に青線のようにいなければいけないところなのですが、地震の力で軸受台そのものが赤線のように変形したということが今回の被害になっております。これは昨年の2.13の地震でも同様な被害に遭っている場所になります。

続きまして、発電機になります。これは1号の発電機になりますけれども、地震当時は運転しておりましたので、回転しておりました。地震の揺れによって回転する部分が周りの油切というものに接触して接触痕、白い筋のようなものが御覧いただけるかと思えます。昨年の地震も同様にこの被害は起きております。

続きまして、揚炭機になります。先ほど東北電力さんからも御説明ありましたが、揚炭機の役割としましては、バースに石炭船が接岸されて、その石炭船から石炭を荷揚げする。この写真で言いますと搔取部というところを石炭船の中に入れて、そこから石炭をかき上げてくるという設備になります。物としましては非常に大きくて、高さが43メートルぐらいで、全長で80メートルぐらいあるという設備になっております。

これが弊社の地震直後の揚炭機の損傷状況になるのですけれども、写真には入っていないのですが、一番左側にNo.1の揚炭機がありまして、順番にNo.2の揚炭機、間にバイオマス荷揚げする。これは揚炭機とは全く別な構造なのですけれども、バイオマスアンローダーがありまして、奥にNo.3、No.4の揚炭機がございます。写真を御覧いただけますように、No.3とNo.4の揚炭機が大きく損壊したという今回の被害になっております。

今御説明した内容を少しまとめさせていただいているのがこのスライドです。左側が東日本大震災、真ん中が昨年地震、一番右側が今回の地震。昨年の地震と比較して、新たに被害が大きかったものというのは赤字にしております。まずボイラーの前壁の管列が一直線状に破断しているというのが昨年確認されなかった被害になります。あともう1つは、揚炭機のNo.3と4の大きく損壊している写真をお見せしましたけれども、その損壊が今回新たに発生している被害になっております。

続きまして、復旧方針になりますけれども、現段階ですといつまでにといつまでまだ見通せていないというのが実情でございまして、その中でも復旧方針としましては、まず発電設備、1号、2号は早期に復旧を目指すよう今取り組んでおります。具体的に詳細点検を早期に進めておりまして、1号、2号の中でもどちらを優先して注力していくかというところを判断して、今後復旧させていくという方針にしております。

揚炭設備につきましては、損壊していない手前側にありましたNo.1と2の揚炭機をまず復旧させて、石炭を受け入れられる状態にしていくということで今作業を進めているところでございます。この辺の見通しをなるべく早く立てるよう今進めているところでございます。

最後、まとめになります。今回の地震というのは昨年の地震に比べて非常に大きな地震を観測して、加速度としては発電所としまして過去最大の加速度でありました。運転していた1号機は、タービン振動大にて安全に自動停止しております。過去の地震で被害として見られなかったものとして、1号ボイラーの上部の前の部分にあります水冷壁管が破損、あとNo.3、4の揚炭機の破損が発生しております。今発電設備の早期復旧を目指して詳細点検を進めているという状況になっております。

最後、参考までに弊社の震災後の情報発信になりますけれども、震災が起きた翌日にまず当社のホームページに発電設備が停止したことを掲載しております。同日にプレスリリースと発電情報公開システムへの掲載を行っております。今後は復旧見通しが判明した場合、さらには発電を再開した場合というも適宜情報発信を速やかに行っていく予定にしております。

相馬共同火力からは以上になります。

○横山座長 どうもありがとうございました。それでは、続きまして資料の5に参りたいと思います。福島県沖地震による発電設備への影響についてということで、本日は株式会社JERAの泉さんから御説明を頂くことになっております。泉さん、どうぞよろしくお願いいたします。

○泉株式会社JERA O&M・エンジニアリング統括部運営部運営総括ユニット長 株式会社JERAの泉と申します。それでは、始めさせていただきます。

まずは本日、このような場を頂きまして、ありがとうございます。弊社の福島県沖地震による発電設備の影響についてということで御説明申し上げます。

全体としましては、まず受けた影響・点検・復旧状況・過去の地震との比較と情報発信についてという内容で御説明申し上げます。

まず運転への影響になります。地震前ですが、いわゆる東京エリアの運転状況ですが、アベイラブルなユニットが合計65台あり、その中で49台運転中、停止中が16台といったところでした。

実際に被害を受けたものが記載のとおり福島県の広野火力5・6号機ということで、石

炭の燃料で60万キロワット2基分、1,200メガワットがタービン振動大でトリップしております。

その他の発電所につきましては、揺れはしたものの特に大きな影響はなく、予備停止をしておりましたユニットについては、全台最短並列指令ということで起動のうえ、電気の供給を開始しております。

実際東京エリアで3月22日に需給逼迫がございましたので、こちらも記載させていただいております。まず増出力といたしまして、定格出力プラスアルファの最大限の出力、合計260メガワット、26万5,000キロワット分を送出しております。

あとは補修計画が3連休にございまして、そこを使って補修停止をしようとしていたところもあったのですが、実際に需給逼迫という状況でもありましたので、送配電事業者さん等とも協調して、御覧の火力については補修計画を見送って、別の時期に設定するといったところで、ここで171万2,000キロワット、1,700メガワット確保しております。

あとは全発電所について巡視点検強化、作業延期ということで行っているという状況でございます。

続きまして、被害を受けた広野火力発電所の点検・復旧状況について御説明いたします。まず5号機につきましては、特に起動に影響するような大きな損傷はございませんでしたので、点検して健全性を確認した上で3月18日に復旧してございます。今回6号機について主変圧器という発電機から送電線に送る際に変圧する設備が屋外に設置されているのですけれども、そこが損傷を受けまして復旧が4月6日となりました。

この主変圧器でございますが、絶縁油が中に満たされているのですけれども、空気抜き配管の一部が破断しており、ここから絶縁油が漏れ出たものになります。

ユニットの停止要因はタービン振動大でトリップしたのですが、この変圧器は直接内部損傷もなくユニット停止後の油が循環していく過程で油が流出したといったところです。

復旧方法ですが、空気抜き配管というのは油充填の際に使う配管でして、通常運転中は使いません。今回復旧に際しましては最短復旧を目指すということで、まず仮復旧ということからパチ当てで修理し、漏れ出ないような対応をしております。

また、こちらの内部の絶縁油につきましては最短となる取引先から調達し、通常1ヵ月かかると言われているところを2週間で対応しております。

今回全体としましては、変圧器の倒壊や内部破損ではなく附属的な配管でもあり、被害としては最小限と捉えてございます。

弊社の耐震対策に対する自己評価という意味でも、今回主要電気工作物の破損は認められていないといったところから、耐震性については確保できていると考えております。

広野火力での耐震対策といったところにつきましては、今一般的に公表されている内閣府から示されているような被害想定を使って、耐震性能が満足しているかといったものを適宜確認している状況です。その中で計画的に対応しているところがまだ一部ございまして、例えばボイラーの附属設備、脱硫設備とか石炭設備の一部ということでベルトコンベアの支持鉄骨の耐震対策などは計画的に順次やっております。今回そちらについて大きな損傷は認められませんでした。

過去の地震に関しては各事業者さんから御説明のとおり、我々も東日本大震災、それから昨年の地震、今回の地震ということで比較してございます。

発電所の感震計も1・2号という古い休止している設備側と今回5・6号側ということで、これは海側になるのですけれども、2ヵ所比較しております。御覧のとおり同じ地震でもガル数が場所によって違うといったのが特徴的かなといったところですが、基本的に全てタービン振動大でトリップしているといったところになるのですけれども、東日本大震災の際は広野火力線2Lの損壊がありました。去年は特に大きな損壊はなかったといったところで復旧しておりますが、東日本大震災の際は主に津波による影響だったということで、これだけ長期になったものの今回につきましては約3週間で復旧できたと考えております。

いわゆる情報発信なのですけれども、J E R Aが発電事業を継承して3年になりますが、今回、事の重大性も鑑み都度5回ホームページで情報発信しております。

あとは先ほど各事業者さんからもお話があった発電情報公開システムについても、同様に我々も対応しているといった状況でございます。

J E R Aからは以上になります。ありがとうございました。

○横山座長　　どうもありがとうございました。それでは、続きまして資料6、2022年3月16日福島県沖地震発生後の磯子新1号機、新2号機不具合状況についてということで、電源開発株式会社の諸岡さんから御説明をお願いしたいと思います。諸岡さん、よろしくお願いいたします。

○諸岡電源開発株式会社火力エネルギー一部事業推進室長　　電源開発・諸岡でございます。それでは、電源開発から磯子新1号機、新2号機の不具合状況につきまして御説明させていただきます。

こちらが磯子の新1号機、新2号機でございます。所在地は神奈川県でございます。発電事業者は電源開発でございます。設置者としてはグループ会社のJ-POWERジェネレーションサービス株式会社が発電所の運営を行っております。

新1号機、新2号機共に出力は60万キロワットで、燃料は石炭となっております。運開は記載のとおりで、新1号が約20年、新2号機で約13年経過しております。下にございますように、新1号機が右側、新2号機が左側となっております。

こちらが磯子での時系列になっております。まず地震が発生しまして、その後磯子では震度3でございましたけれども、地震発生後に設備のパトロールを行いまして、新1号機、新2号機ともに異常なしを確認しております。その後、出力は共に60万キロワットにて運転を継続しておりました。

その後、新1号機、左側でございますけれども、約1日経過した3月17日で水封式クリンカコンベヤというボイラーの下部にありますクリンカコンベアがトリップいたしました。状況としましては、出力が60万キロワットにて運転継続中にコンベアの中でスクレーパという設備の外れを確認いたしまして、そこで運転継続を試みるということで、スクレーパを取り外して再起動を試みたところ、再びトリップが発生したということで、クリンカコンベアの内部に異常があるものと判断しまして、新1号機を停止することにさせていただきました。19日1時10分に停止しております。その後、現状の確認をしまして、必要な補修を行いまして、3月23日の21時の時点で60万キロワットに到達して復旧をしております。

右側が新2号機ということでございまして、こちらは地震発生から約3日経過した3月20日の朝8時32分でございますけれども、主変・発電機比率差動継電器という保護装置が動作しまして、新2号機はトリップしております。こちら後ほど御説明させていただきますが、損傷が見られてございまして、現在も運転停止中ということで、製造メーカーの工場へ機器を搬出する準備を行っているところでございます。

それでは、新1号機、新2号機の順で不具合状況について御説明させていただきます。

こちらが新1号機でございます。先ほど申し上げたとおり、地震発生後、設備のパトロールを行って異常なしを確認しておりました。その後、これまでの経験から地震発生後にはクリンカの落下量が多くなるかもしれないということから、クリンカの落下量の増加に備えまして、一時的に水封式クリンカコンベアの運転速度を低速から高速に上げまして、設備の健全性確保の観点からこういう運用を行いまして、そのまま出力60万キロワットで

運転を継続していたというところでございます。

その後、約1日経過した時点で水封式クリンカコンベヤ、ボイラーの下部に設置しております設備でございますけれども、コンベヤがトリップしております。この原因は、こちらにコンベヤを駆動するためのスプロケット、歯車のようなものがあるのですが、スプロケットの不回転という原因で停止しております。

点検をした結果でございますが、右側の写真でクリンカをかき出していくための板なのでございますけれども、スクレーパの傾き、外れが見られたと。それから、チェーンカップリングといたしまして、チェーンをつなぎとめるカップリングがあるのですが、こちらの外れを1カ所確認しております。このカップリングは、真ん中にセンターロックピンというピンを打ち込みまして嵌合させているという構造なのですが、外れの状況を確認しますと、このピンがなく、嵌合していないという状況を確認しております。

それから、機器、コンベヤとしてはこういう方向でボイラーの炉内にありますクリンカを炉外に搬出していくという動作をするのですが、こちらにテンションプーリというプーリがございます、この傾きを確認しているということと、リターンプーリ、ボイラーの中から外に出てもう一度中に戻ってくるためのリターンプーリ、これは滑車のようなものなのですが、こちらのプーリの摺動部に摩耗が見られたということでございます。

チェーンとしましては、こちらにございますように右と左2本あるということと、センターロックピンがありますチェーンカップリングというのは、右左それぞれ11個ずつついておりまして、チェーンを連結しているという構造になっております。

続きまして、不具合の推定原因でございますけれども、先ほど御説明申し上げましたセンターロックピンの挿入部に腐食が発生して、緩みが生じたと。続きまして、リターンプーリの摺動部が経年的に摩耗したことで、プーリ溝部とチェーンカップリングが接触しまして、先端部が摩耗によって減肉したと。この減肉したところに運転中に一部落下してきたボイラーチューブのプロテクターであったり、クリンカのかみ込みによって乗り上げが生じまして変形して、テンションプーリの傾きがカップリングにねじれの力を加えた想定しておりまして、結果的にセンターロックピンが外れて、チェーンが片側1本だけで回るという状態になりまして、駆動用スプロケットの不回転トリップに至ったと考えてございます。

下に絵がございますけれども、リターンプーリの摺動部の経年的な摩耗ということで、右下から左上に向かってチェーンが動いていくところで、プーリの摺動部が摩耗して、チ

チェーンカップリングと接触するということが起きたのであろうと。それによってチェーンカップリングの摩耗が進んでいったということ、併せてテンションプーリの傾きによってねじれの力が生じたであろうということ、それによってチェーンカップリングは、嵌合が外れたものを右側に描いておりますけれども、チェーンの進行方向についてはぎざぎざで見えております嵌合、こちらは健全であったところが、先ほどの減肉、変形、ねじれによって紙面で言いますと奥行き手前方向に横ずれしたことによって、チェーンカップリングが外れたのであろうと考えてございます。

こちらのクリンカコンベアと申しますと、昨年9月のWGにおきまして、常陸那珂さんで乾式クリンカコンベアの事象が御説明されておりました。推定原因としては、建設時の施工不良という推定をされておられまして、箇所としてはモーターの力を伝えるボルトの緩みということで、今回磯子で言いますと駆動用のスプロケットに当たるところになりますけれども、今回弊社での新1号機で発生した事象は、チェーンカップリングの外れということで、発生箇所が異なるとなっております。

今後の対応につきましては、新1号機は運開以降20年になりますけれども、設備の健全性確保の観点から、部品等の定期的な全数取替えの補修を行っております、かつ復旧の迅速化の観点から予備品等の交換を行いまして、今回復旧してございます。

今回のチェーンカップリングの嵌合外れという事象は、運転開始から20年たっておりますけれども、今回が初めての事象ということでございまして、今後は推定原因を踏まえて以下の対応を図ってまいりたいということを考えてございます。

まず1つ目、チェーンカップリングはこれまでも目視点検等は行っておりましたけれども、新たに設備を一時的に止めまして、打診によって健全性を確認していくと。それから、センターロックピンやチェーンカップリングについては、材質を変更していくと。3つ目がプーリの交換周期をより早めるということを考えております。

今回新1号機の事象については、地震後に著しい多量のクリンカ増加という現象は確認しておりませんが、今後の対応に記載の内容につきましては、地震に伴うクリンカ増にも資する対策と考えておりまして、しっかりと対応してまいりたいと考えてございます。

こちらは新1号機の図になりますけれども、先ほどの御説明にもございましたが、ボイラー、同じく鉄骨の構造で上からつり下げている構造になっておりまして、新1号機は地上から高さで約100メートルのボイラーになっております。吹き出しでボイラーチューブ

のプロテクターがどういうものかということで、ボイラーのチューブを摩耗から保護するためのプロテクターを一部に設置しているということと、今回水封式クリンカコンベアというのはボイラーの下部にございまして、下部に落下してきたクリンカを炉外に排出するという設備になっております。

続きまして、新2号機の保護装置の動作によるトリップについて御説明いたします。新2号機につきましても、地震発生後に設備のパトロールを行いまして、異常なしを確認して、60万キロワットで運転を継続しておりました。その約3日後になりますけれども、保護装置の動作によって設備が停止したということになっております。

現状の点検結果でございますが、絶縁抵抗等を計測したところ、先ほどJ E R Aさんの御説明にもありましたけれども、主変圧器以外の部分は問題ないのですが、主変圧器において絶縁抵抗がないということを確認しております。

それから、後ほど図で御説明いたしますタップ巻き線のリード線部分の損傷が確認されております。

下に写真がございまして、こちらは主変圧器でございまして、前面に見えるのは冷却ファンになりますが、この奥に主変圧器の本体がございまして、

現在も停止中の新2号機でございまして、現在現地で確認できる範囲におきまして点検を行っているところでございまして、内部の点検結果ということで、1つ目がリード線部分の損傷で、こちら短絡の可能性を考えております。右側に写真を掲載しておりますけれども、この中で写真の下のところになりますが、U相下部タップ巻き線からのリード線の損傷ということで、右側の図にU、V、W相とありまして、U相の下部のところから左に線が出ておりますが、こちらがリード線と呼んでいるところでございまして、損傷している。これは短絡の可能性があると考えております。

それから、①の2つ目、カーボンの飛散を確認ということで、絶縁物の炭化したものが飛散しているということで、写真の上側になりますけれども、カーボンが付着している状況を確認しております。

こちらの設備はまだ発電所にある状態です。今後製造メーカー工場に搬出していくという段階でございまして、推定原因、今後の対応のところで、主変圧器内部で異常発生が推測されておりますので、それをメーカー工場に搬出しまして、地震との関係を含めて、かつどうして短絡電流が流れたのかということも含めまして、不具合発生に至る推定原因の究明を行ってまいりたいと考えております。

現時点の不具合の状況を前提とした復旧工程は、現在9月末を見込んでおりますけれども、引き続き原因究明に努めてまいりたいと考えております。

最後でございますが、弊社が行いました情報発信というところで、適正な電力取引についての指針に基づきまして、JEPX、日本卸電力取引所さんが設定されておられます発電情報公開システムへの登録の実績をお示ししております。左が新1号機でございます、クリンカコンベアのトリップで内部で異常ありの判断を行った後、速やかにシステムに登録して、出力の低下、それから停止判断して停止の登録を行っております。その後、補修終了後に再び登録して復旧をしているということ。右側の新2号機は、8時32分にユニットトリップしておりますけれども、停止後、停止の日時についての登録、それから現時点の9月30日の復旧予定についても判断した時点で登録を行っているという状況でございます。

弊社からの御説明は以上でございます。ありがとうございました。

○横山座長 どうもありがとうございました。時間どおり皆さん御説明の御協力いただきまして、ありがとうございました。

それでは、ただいまの各事業者さんからの御説明、そして最初に事務局からもこのWGにおける検討のポイントというところについて御説明いただきましたが、皆さんから御質問、御意見がありましたらお願いしたいと思います。

最初、事務局からチャット機能ということで御説明があったのですが、私の画面を見ているとチャット機能が今回表れていないみたいで、挙手機能はあるのですが、皆さん、チャット機能は出ていますか。今回チャット機能がないみたいなのですが、事務局、チャット機能が私のほうで見えないみたいなので、挙手機能または声を上げていただければ御指名いたしますので、どうぞよろしくをお願いしたいと思います。

それでは、委員の皆さん、オブザーバーの皆さんからぜひ御意見を頂きたいと思います。よろしく願いいたします。声を上げていただいても結構です。挙手機能でもこちら参加者名簿で見っておりますので。いかがでしょうか。小島先生、よろしく願いいたします。

○小島委員 今回、検討のポイントというところで幾つか挙げられておりますけれども、復旧の迅速化の妥当性というところにつきましましては、今回御説明いただきまして今までの被害の状況と今回で結構似ているところがありまして、それに対しまして復旧手順で妥当なものできているのではないかという印象を受けました。

それに伴い復旧の見込みとかもすぐに公開されまして、設備としての災害時の復旧状況、

復旧見込みについての公開については、ある程度適切にされているのではないかとというのが私の印象でございます。

一方で、恐らく事務方から提案されている災害時の情報が届いていないというのは、電気を受け取る需要家側から見ますと、必ずしも設備の復旧がそのまま需給バランスの復旧に直結するとは限らない場合がある。送電系統の問題といったのがあると思います。そういうこともありますので、このWGとしては設備としての復旧の情報についてはある程度十分なことがされているけれども、需要家側への公開に関しましては、送電の業者でかなり調整していただかないと難しいのではないかとというのが私の印象でございます。

私の意見として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。大変貴重な御意見だと思いました。事務局からいかがでしょうか。

○田上課長 電力安全課の田上です。

今回、発電事業者様からかなり情報を出していただいていたというところは今回改めて分かりました。小島委員から御指摘がありましたように、キロワットが足りないとかアワーが足りないといったときに、需要家にちゃんと届いていないという点はありますので、本日の御意見を踏まえて、一送ともよく相談しながら考えていきたいと思えます。

以上です。

○横山座長 どうもありがとうございました。恐らく私も小島先生の御意見に非常に賛同するところでありまして、発電所の故障・復旧状況というのは、いわゆる J E P X の発電情報公開システムで適切に公開されていて、一般の電気を使っておられる需要家さんにとっては、停電がいつ復旧するかという停電の情報は一般送配電事業者さんからしっかりと出されているわけで、当然発電所の情報、送電線の事故も含めてやられていると私も理解しておりますので、統合的に停電の情報から需要家さんは多分把握されるのだろうと思っておりますので、その辺り事務局でよく整理していただければと思えました。ありがとうございました。

それでは、ほかに委員、オブザーバーの皆さんからありましたらお願いしたいと思えます。それでは、松井先生、山田先生の順番で行きたいと思えます。まず、松井先生、よろしくお願ひいたします。

○松井委員 一つ一つの説明を分かりやすくまとめていただけて、どうもありがとうございました。

まず、私の印象としては、極めて問題となるような被害というのはなかったように思いますけれども、ただ全体として発電施設であるとか送配電施設の全体のシステムの複雑さゆえの被害発生みたいなものはあるという印象を受けました。

どういうことかと言うと、いろいろな部品や設備が統合されてシステムが形成されていますので、そのうちどこかに損傷が発生すると、機能が果たせなくなるということになるわけです。そういう場合には地震であるとか自然災害のレベルが高くなるにしたがって、やはりある程度の件数の不具合は出てきてしまうのではないかと。それは確率的にある程度許容しなくてはいけないとも考えられると思います。

その場合、全体として自然災害のレベルの大きさに応じて、どのぐらいの被害が発生するかということのをせつかく情報収集システムが立ち上がってきたわけですから、情報の蓄積をして、どの程度の確率で被害が発生してくるのかと。一件一件の原因は違うところにあるのだけれども、総合的に考えると何らかの被害がこのぐらいの確率で発生するという日本国内における安全保障的な意味も含めた形での被害の把握に結びつけていかれたらなとまず思いました、それが1つです。

あと2つぐらいあるのですが、個別の被害を見ていくと、変形を許容できないために、被害が発生しているという例が幾つか散見されたように思います。去年の地震のときにも同様のことがあったので、やはり発電設備は例えば配管の直線が非常に長いものがあったり、張力によって部材が力を受けるという場合には、結構張力は大きな力でダイレクトに伝わるので、固定状況とか変形を許容できるようにしておかないと、局部的に大きな力になってしまう可能性があるということがありますので、全体としてもそういった変形許容の対策というか考慮がなされているかということが重要だったのではないかと。

それから、揚炭機については、原因は今回の地震とは全く違うのですけれども、以前にも松浦発電所でギャロッピングによる被害が見られましたが、そのときにやはり今回と同じようにマストトップにおける被害の形態だったのです。そういう意味では、恐らく揚炭機、マストトップの部分の応力が大きくなるのではないかと推察できるので、もし可能であればこの事例は水平展開して、マストトップの健全性や応力のレベル、部材の体力に対して設計応力が何%ぐらい出るのか。安全率みたいなものですが、そういったことをチェックすることが必要かなと思いました。

最後に、地震のレベルが上がっているのではないかと、発生件数が増えているのではないかと問題にも事務局は言及されていましたが、一般的には地震の発生確率

とか、例えば供用期間中の発生頻度を評価する場合には、ポアソンモデルで各事象は独立と考えて評価するのが一般的なのですが、やはり大きな地震が発生した後は、余震が発生して、通常よりもある程度のレベルの地震が発生しやすくなるということがございますので、その辺りに対する配慮をどのように考えていくのかということは課題の1つ。全体の設計や安全性のレベルを余震の確率が上がったようなところでは、例えば復旧に対して速やかに対応できる状況を普段よりも念入りに準備しておくといったこと。さらにもう一步進んだような設計とか補強というところに反映させることもあるかもしれませんけれども、そういったことにつなげていくという発想もあるのではないかと思います。

幾つかコメントさせていただきましたが、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。変形許容についてのお話、それから対策、揚炭機のマストトップの応力の問題、地震のレベルについての今後の対応ということを取りました。またほかの委員の皆さんからも同じようなコメントがあるかもしれませんので、委員の方の御意見を頂いてから各事業者さん、また事務局からお答えいただければと思います。

それでは、続きまして山田委員からお願いいたします。

○山田委員 ありがとうございます。山田です。大変詳細な説明、どうもありがとうございました。

今の松井委員の指摘と少し重複する部分もあるのですが、今回、地震活動に関して2011年の東北地震の後に地震活動が上がっているというのは間違いなことだと思いますし、残念ながら例えば今後10年間と考えたときに、また震度6レベルの地震が発生する可能性は非常に高いと私は考えています。

今回いろいろ過去の地震の被害と比較が非常に詳細にされていて、とても分かりやすかったですけれども、毎回同じ場所が被害を受けている事例とかもあったと思うので、そのときに次の震度6が近々10年以内に起こる可能性はかなり高いと考えたときに、もう一回全く同じ部材で補強するべきなのか、あるいは新しい補強方法を考えるべきなのかというのは少し検討したほうがいいのかと思います。

今既に完成しているものをわざわざ補強するということまでは必要ないかなと個人的には思うのですが、今までの経験上、この震度レベルになったらこの部分は壊れるのだということが分かっているときに、次も同じレベルの地震が起こる可能性が高いという今現在の状況において、特に東北のエリアなのですが、耐震対策をどうするべきかとい

うことは少し検討したほうがいいのかと私は思いました。それが1点目になります。

もう1つは、最後の事例、磯子の不具合の話なのですが、これに関してかなり地震動が小さかったにもかかわらず、このような被害が発生してしまったというのはかなり問題なのではないかと個人的には思います。関係があったにしろないにしろ、もし関係がないのだったら何もないときにこういう被害が発生したということでそれも問題ですし、地震動が小さかったのに被害が発生したということであればそれも問題だと思うのですが、特に不具合があった部分を全数取替えとかをこれまでもしてきたのか、これからするという事なのか分からないのですが、壊れた部分に対してこれまでどれぐらい使ってきたのかということをお伺いしたいのです。前回取り替えたのはいつごろであったかということをお伺いしたくて、特にこういった非常に小さいレベルの地震動で被害が出るということは問題であると思うので、今後の対策をぜひお願いしたいと思います。

以上になります。

○横山座長 どうもありがとうございました。共通のコメントもありましたが、2つ目は電発さんへの個別の御質問がありましたので、電発さんからお答えがございましたら諸岡さんからお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。

○諸岡電源開発株式会社火力エネルギー一部事業推進室長 御質問ありがとうございます。部品の全数取替えというのは、これまでも実施してきております。2年に一回の頻度で部品の全数取替え等を行ってきておりましたけれども、先ほど先生から御指摘のありましたとおり、小さい震度に対して被害が起こってしまっているということがございますので、単純に部品を取り替えていくということだけではなくて、今回目視に加えて新たに打診ということでございますが、2年おきの取替えを待つのではなくて、週に1回とかそれぐらいの頻度で運転しながら設備を一時的に止めて、打診によって健全性を確認するという行為を増やそうとしているのです。打診の確認であったりそもそもの材質の変更であったり、交換周期をもう少し早めるべきと判断できる箇所を早めるということで考えてございます。

ですので御質問に対しては、前回の取替えからは2年間の取替え周期ということでございまして、これに甘んじることなくさらなる対策を増やしていくということで考えてございます。

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。共通部分につきましては、田中先生の御質問の後にまたコメントをいただこうと思いますので、次は田中先生からどうぞよろしく

お願いいたします。

○田中委員 電気通信大学の田中でございます。私、リスクマネジメントが専門なので、大枠の中で質問があります。

最初のポイントの中で、(1)に健全性の確保の妥当性を見るという観点があったのですが、その中にこれまでの地震の教訓は生かされていたかとか、設備の耐震性は十分であったかというところがあって、私はすごく大事なところだと思っています。

今回、皆さんの会社でどういう被害があって、それに対してどういう対策を取られたか非常に丁寧に説明していただいたのですが、それらの被害が想定された中で起こっているのか、あるいは想定外のことがさらに起こってしまったのかといった観点はすごく大事になってくると思うのです。

最初に東北電力ネットワークさんが設備被害の一覧表を作っていて非常に分かりやすく、資料2の3ページにまとめがありますが、この中で例えばこういう破損は想定していたのだけれども、例えば7台とか二十何台とかそんなにあるとは思わなかったというものもあるだろうし、こういうところが破損するというのは予想外だった、想定外だった、今まで過去に経験もないし、こんなことが起こったのかというのものもあるかもしれません。

一覧表にしてしまうと、それが全部一緒になってしまうので、重要度みたいなものが分からないのです。専門家が見れば分かるのだと思うのですけれども、こういう問題に対処していくときには、すごくベテランの人もいらっしゃるし、若手の人もいると思うのです。そういう意味では、こういう中で、被害があったけれどもこれは今までなかった初めての被害であるなど、一番大事なのは想定外なのか想定内なのかだと思っています。

だとすると、例えば右側に列を作って、これは想定外である、これは想定内であるとか、これは想定内だけれどもこんなに規模が大きいとは思わなかったなど、評価みたいなものができると、まさに健全性確保の今まで自分たちが考えてきたものがこういう観点が抜けていたのだねということにつながるのかなと思います。できればそういった表を作っていたらいいかと思うのですけれども、可能かどうかということをお聞きしたいのが1点。

それとすごく関連しているのですけれども、過去の地震との比較をうまくまとめてくれた会社さんも幾つかあって、例えば東北電力さんも過去の地震との比較、例えば18ページ、19ページあたりできれいにまとめていただいて、ほかの会社の方もありました。例えば先ほども説明がありましたけれども、東日本大震災でボイラー内部配管の一部損傷、変形が

あって、それがまた去年の地震でも同じようなことがありましたといったときに、例えば表を見ると言葉が全部一緒なのですが、実は東日本大震災でこういうことが起こって、その後こういう対策をしました、今度は同じボイラーなのだけれども、違う形で起こりましたとか、内容が違うのか、あるいは内容が全く同じことがまた再発したのか、その間に対策を取ってあるものと取っていないものがあると思うのです。

ある会社は、早期復旧を目指すために同じような素材で復旧させたけれども、また起きてしまいましたみたいなことがありました。先ほどの山田先生の質問とも絡むかなと思うのですが、そういうときに再発防止はしていなかったのだけれども、復旧を目指して早くやった結果、また同じことが起きてしまったという話なのか、東日本大震災でこういうことが起きて、こういう対策を取りました、それが不十分だったのでまた同じことが起きたのか。対策が取れたのでそれは起きなかったのだけれども、違う理由、あるいは違う現象が起きてしまったのかというのがこの表の中でもし見られると非常にこの表が効果があると思うのです。

過去の地震でこういうことが起こりました、それに対してこういう対策を取りましたとありますが、その対策が下書いてあるのが私は残念だと思います。前回の地震を受けての対策が書いてあるのだけれども、この対策が上のどこの部分の対策に対応しているのかがもう少し分かりやすくなっていると、この対策は不十分だったのか、この対策は効果があって今回はなかったねというのが分かりやすくなってくると思うのです。

だからその辺、この比較表を工夫していただくと、前回の地震に対して取った対策の効果、評価にもつながる可能性があると思うので、そうすると今回のポイントの妥当性を議論しやすくなると思うのです。もし可能であればそういった情報を出していただきたいとすごく感じました。

以上です。

○横山座長　　どうもありがとうございました。それでは、委員の皆さんから御意見を頂きましたので、事業者の皆さんからコメントを頂きたいと思います。まとめますと、松井先生から変形についての対策、それから揚炭機のマストトップの応用、松井先生、山田先生からも頂きました地震活動が活発化し、地震レベルが上昇しているのではないかとということで、この辺に対する対策、補強の考え方、田中先生から頂きました想定内、想定外の被害という評価の新たな視点、過去の対策について不十分だったのか、対策以外での事故、被害なのかというところの見せ方の可能性の御意見を頂いたと思いますので、もし事業者

の皆さんからコメントございましたらお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。事業者さん、手を挙げていただければ御指名いたしますので、御回答、コメントできるところからお願いできればと思います。いかがでしょうか。それでは、東北電力ネットワークの数藤さんからお願いいたします。

○数藤東北電力ネットワーク株式会社電力システム部課長 東北電力ネットワークの数藤でございます。御質問いただき大変ありがとうございます。弊社からこれまでの地震対策を踏まえた設備の対策状況について若干触れさせていただきたいと思います。

7ページ目を御覧いただきたいと思います。今回の設備被害について、想定内であったか、想定外であったかということで御質問がございました。今回のネットワーク設備の被害は、地震の規模から判断しますと、おおむね想定内であったと弊社では考えております。

送電設備の被害状況ですけれども、参考に東日本大震災と設備被害の比較をしており、送電設備では支持がいしの破損が大きな設備被害となっております。こちらについては、東日本大震災では19基破損していましたが、今回の地震では各種対策を講じた結果、2基に収まっているということでございます。このようなことから、これまでの幾多の地震被害を受けた経験から対策を講じて、その対策の効果が上がってきていると考えております。

一方で、今回の西仙台変電所のMT6の地震による火災は、事前にずれ止め金具の対策を講じていたものの、その後の点検が十分にできておらず、これがMT6の火災につながってしまったということは、運用面の対策に課題があったと考えております。こちらは、地震発生後の点検項目を追加するなどの再発防止対策を徹底してまいりまして、今後の災害に備えていきたいと考えております。こちらが今回の地震で得られた大きな教訓であったと考えております。

東北電力ネットワークからは以上になります。

○横山座長 どうもありがとうございました。それでは、続きまして東北電力の古沢さんからよろしく願いいたします。

○古沢東北電力株式会社発電カンパニー火力部課長 古沢です。

それでは、スライドの18ページ、例えば原町火力についてなのですが、まさに先ほど御指摘いただいたとおり、東日本大震災、去年の地震、今回の地震全てボイラー内部配管の一部損傷、変形と同じ文字が書いてあるのです。基本的には同じところが同じようにやられていたという状況なのですが、東日本大震災はとにかく早く復旧するというこ

にしまして、同じように対策は行わずに復旧いたしました。

昨年の地震を受けて、やはりこれはボイラーで何らかの対策を行わなければならないだろうということで、下に対策を記載していたのですが、ボイラーの耐震工事を実は計画していました。ただ、今回の地震には間に合わなかったわけなのですけれども、それぞれ例えば1号ではボイラーの内部配管が衝突によって変形することが分かりましたので、衝突によっても変形しないように配管の位置を改造しましょうとか、2号機についてはボイラーの揺れが火炉側と後伝部側で違う揺れになるということが分かってきて、それを防ぐための防振装置をつけましょうといった形で設備のアップデートを図っていくというのと、もう1つソフト面での点検と補修の記録を整備することによって、はっきりとは言えないのですが、東日本大震災、そして昨年の地震、今回の地震、だんだんと復旧期間を短く抑えることができているのではないかと考えています。

さらに20ページを御覧いただきたいと思うのですが、仙台火力の対策なのですけれども、一番下のエンクロージャー換気ファンの地震対策については、まさに変形を許容するという考えの対策を取っております。対策の3つ目に伸縮継手の伸縮量の向上と拘束力の低減ということで、わざと拘束力を低減させてやって、地震によって動いても設備に被害が及ばないような対策を取っているといた面で、こういった観点からも対策を行いまして、これに関しては残念ながら今回ファンを取り外した状態であったので効果を確認することはできなかったのですが、対策を行って設備的なアップデートも行っているという状況であります。

東北は以上です。

○横山座長 どうもありがとうございました。それでは、事業者さんでなければ、事務局からコメントを頂ければと思いますが、いかがでしょうか。

○田上課長 電力安全課の田上です。委員の先生方、事業者の皆様から貴重なコメント等ありがとうございました。

まず、松井委員から御指摘がありました揚炭機のマストトップの事故の話は、関係者の皆さんとも御相談ですが、事故の状況とか原因等については、しっかり水平展開を図っていきたいと思いますので、やり方については事務局で考えてみたいと思います。

また、松井委員や山田委員から御指摘がありましたが、地震活動の影響と対策、補強の考え方については、もう少し事務局で整理したいと思います。耐震基準までどうするかというところは踏み込んで書いたのですけれども、本日御示唆いただきましたので、もう少し

し整理していきたいと思えます。

あと想定外、想定内とか過去の対策の評価については、東北電力ネットワークさんと東北電力様から補足説明がありました、事務局でもまた事業者と御相談してみたいと思えます。

事務局から以上でございます。

○横山座長 どうもありがとうございました。それでは、ほかに全体通しまして御意見、御質問等ありましたらお願いしたいと思えますが、よろしいでしょうか。尾崎さんから手が挙がっておりますので、どうぞよろしくお願ひいたします。

○尾崎オブザーバー 気象庁の尾崎でございます。時間もあれですので手短に。

私も礫子の震度3で被害が出ていたというのも山田先生と同様に気になったところで、震度3の地震はしょっちゅうあるので、そのときには被害がなく、今回は被害があったというのが特徴的な気もしたもので、気象庁は震度を発表していますけれども、それ以外に長周期地震動の情報をホームページで公開しておりまして、今回震度3ですが、マグニチュードが大きかった関係で、長周期地震動も少し出ていたところがあるので、そういったところとの被害との関係も考慮されると見えてくることもあるのかなと思えてコメント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。その辺り電発さんでも参考にして、引き続き調査を進めていただければと思えます。諸岡さん、何かコメントございますか。

○諸岡電源開発株式会社火力エネルギー部事業推進室長 御指摘ありがとうございます。御指摘のとおり、今回加速度としては小さかったのですが、私どもとしても比較的長周期、我々のデータとしては周期1～2秒で1センチ程度の変位が4分くらい継続したというところを把握しておりまして、長周期の揺れと設備被害の影響も引き続き注視していく必要があると考えております。

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、皆さんからたくさんの貴重な御意見を頂きまして、ありがとうございました。御意見に基づきまして、事務局でも先ほど御説明ありましたように、引き続き御検討よろしくお願ひしたいと思えます。どうもありがとうございました。

私の不手際で10分ほどオーバーしましたけれども、本日の議題は以上になります。

それでは、最後に事務局から御連絡事項がありましたらお願いしたいと思います。

○田上課長　皆さん、長時間にわたりまして御議論いただきまして、ありがとうございました。次回の委員会の日程につきましては、座長とも御相談の上、後日調整させていただきます。また、今回の議事録につきましては、委員の皆様にご確認いただきました後、後日経済産業省のホームページに掲載いたします。

本日、活発に御議論いただきまして、大変ありがとうございました。事務局からは以上になります。

○横山座長　どうもありがとうございました。

それでは、以上をもちまして本日のWGを終了したいと思います。皆さん、どうもありがとうございました。

——了——

問い合わせ先：

経済産業省産業保安グループ電力安全課

電話：03-3501-1742