

特定原子力施設監視・評価検討会

第25回会合

議事録

日時：平成26年7月23日（水）10:00～12:37

場所：原子力規制委員会 13階 会議室A

出席者

担当委員

更田豊志 原子力規制委員会委員

外部専門家（五十音順）

阿部弘亨 東北大学金属材料研究所 教授

橘高義典 首都大学東京大学院都市環境科学研究科 教授

高木郁二 京都大学大学院工学研究科 教授

角山茂章 会津大学 教育研究特別顧問

林 康裕 京都大学大学院工学研究科 教授

山本章夫 名古屋大学大学院工学研究科 教授

渡邊 明 福島大学大学院共生システム理工学研究科 特任教授

原子力規制庁

平野雅司 技術総括審議官

山本哲也 審議官

佐藤 暁 東京電力福島第一原子力発電所事故対策統括調整官

金城慎司 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室長

小坂淳彦 地域原子力規制総括調整官（福島担当）

持丸康和 安全管理調査官（汚染水担当）

熊谷直樹 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室 管理官補佐

大慈弥麻里亜 監視情報課 課長補佐

松下一徳 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室 係長

谷村嘉彦 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室 安全審査官

## オブザーバー 福島県

高坂 潔 福島県原子力専門員

## オブザーバー 資源エネルギー庁

新川達也 原子力発電所事故収束対応室 室長

菅野洸史 原子力発電所事故収束対応室 課長補佐

## 東京電力（株）

姉川尚史 原子力・立地本部長

松本 純 福島第一廃炉推進カンパニー プロジェクト計画部長

伊藤大輔 福島第一廃炉推進カンパニー 福島第一原子力発電所 ユニット所長

石川博之 福島第一廃炉推進カンパニー プロジェクト計画部 部長

都築 進 福島第一廃炉推進カンパニー 土木・建設設備グループマネージャー

味沢慎吾 福島第一廃炉推進カンパニー 土木・建設設備グループ

渡邊史紀 本店技術総括部 技術開発センター 熱流動技術グループ スペシャリスト

伊藤雅人 福島第一廃炉推進カンパニー 電気・機械設備グループ 課長

徳森律朗 福島第一廃炉推進カンパニー 燃料対策グループ 課長

中村紀吉 福島第一廃炉推進カンパニー プロジェクト計画部 部長

白木洋也 福島第一廃炉推進カンパニー 放射線・環境グループマネージャー

## 鹿島建設（株）

高木賢二 技術研究所 先端・メカトロニクスグループ グループ長

## 議事

○更田委員 それでは、定刻になりましたので、特定原子力施設監視・評価検討会の第25回会合を開催いたします。

本日、有識者の方では、井口先生、大津留先生、東先生から御欠席という御連絡をいただいています。

議事次第を御覧ください。本日の議題は、まずは前回から続いている2、3号機前の海水配管トレンチの止水工事の進捗、計画について。前回、凍らないという話でしたけども、これに対して対策が考えられて、計画されているかどうか。それから、その他となりますけども、二つ目の議題として、1号機建屋のカバーの解体・ガレキ撤去時にダストが飛んだ、その抑制対策と、それを監視している状態、それから今後の作業に関するダストの

抑制対策等についてが二つ目の議題になります。その他の議題がありますけども、主にこの二つという形になります。

東京電力、まだちょっと遅れてくる人が、姉川さんと松本さんは遅れてくるのですね。

○伊藤(大) (東電) はい。申し訳ございません。

○更田委員 それでは、早速ですけども、まず資料は、資料1、2、資料3-1、3-2、参考資料1、2という形になります。過不足があればお知らせをください。

早速ですけど、議論に入ります。

資料1の2、3号機海水配管トレンチ建屋接続部止水工事の進捗状況について、東京電力から説明してください。

○石川 (東電) それでは、廃炉推進カンパニー、プロジェクト計画部の石川の方から御説明させていただきます。

資料1を御覧ください。2、3号機海水配管トレンチ建屋接続部止水工事の進捗状況についてということでございます。

1ページを御覧ください。目次でございまして。全体進捗状況、それから凍結の状況、それから3番としまして、前回の特定原子力施設監視・評価検討会のほうでコメントをいただきました熱量の収支計算、簡易の熱量収支計算によるパラメータスタディ、これによりまして追加対策の検討・実施状況、その他、2号機の開削ダクトの凍結状況等の順番で御説明させていただきます。

2ページを御覧ください。これは前回と同様ですが、2号機については、立坑A、開削ダクトとも凍結運転中、3号機についてはまだ作業中でございます。

3ページを御覧ください。今、実施しています立坑Aのところをもう一度御紹介させていただきます。手前のこの部分が平面図でございます。手前側が2号機のタービン建屋でございます。これは平面的に切ったもので、ここが断面でございます。断面とすると、高さが4.5m、幅が5.7mのトレンチがございます。ここに配管が3本、それから右上、左上にケーブルレイが設置されてございます。今現在はここの青い色と赤い色で示したところに、パッカーと呼ばれるもので凍結管を入れながら、ここで凍結をしてございます。ここの断面、ちょっと矢視がずれているのですが、このB-B断面を切ったところがこちらの右の図にございます。地上部約10m～5.5m下のところにあるダクトでございます。このダクトのところの部分に、今、パッカーが設置されてございます。この立坑の部分につきましては、この下に「立坑」と書いてある部分につきましては、約10m下までトンネル立ての筒になってござい

ます。それから、こちらにつきましては、ペントハウスということで、震災前はここから人が入りまして、ここではしごを使っておりて、トンネルの点検をしていたというようなペントハウスがある、このような構造になってございます。

4ページを御覧ください。前回お示しした温度計のグラフでございます。4月28日から1か月置きに最新の7月21日ということで載せてございますが、前回同様、先ほど申し上げましたこの断面図、A-A断面の右上、左上にありますケーブルトレイの部分、それからその下にパッカーが設置されていない右下の部分につきまして、凍結が進んでいないというような状況がまだ見受けられます。

5ページを御覧ください。前回、流向・流速の結果を7月2日の赤い部分について御報告しましたが、今回、7月8日と7月9日の分を御報告いたします。7月8日の部分につきましては、こちらの右の箱のところに書いてありますけども、T2という孔から流向・流速計を7月8日に落とし込みまして、この部分で流向・流速をはかってございます。この部分につきましては、こちらのチャートで行きますと、この南東側に向いているということでございます。7月9日につきましては、前回、7月2日で御報告したところと同様の位置で、流向・流速をこのK3という孔から流向・流速計を落として測ってございます。それが青いチャートになっていまして、やや東から南のチャートになってございます。

一連で言えますのが、この結果なのですが、一番上の箱でございます。この7月8日と7月9日は、ポンプが停止していたときということで、タービン建屋の水位が上昇しているということで、建屋からトレンチの方向、概ね西から東への方向が見受けられます。タービン建屋のポンプ稼働時にはトレンチから建屋の方向の水流が発生しており、流向は概ね整合していると考えられます。

次に、前回、御指摘を受けました熱量収支計算の概要について御説明します。まず一つ目としまして、現状プラントの冷却能力の確認、それから二つ目としまして、系全体の水流の影響の確認、それから三つ目としまして、簡易の熱量収支計算によるパラメータスタディということを実施してございます。

7ページを御覧ください。まず一つ目でございます。システム全体の冷凍機の容量の確認ということで、左側の箱の中に、水温20℃と凍結管ピッチ0.8m、ブライン温度-40℃と、このような条件で、再度、凍結工事に必要な冷凍機の容量を決めるための負荷計算を用いて、現在の冷凍機の容量が十分であるかというようなことを確認してございます。その結果が緑色のグラフで描いてあるとおり、150kWのものを今現在使用しています。現在、現

場で使用しているものは右側下の青い斜線でございます、十分余裕があるというふうに言えます。

それから、二つ目としまして、冷媒の流量の増加を行いました。右下の表を御覧ください。6月13日～7月15日ということで、冷媒の量は582リットル/分、温度差は0.9℃、仕事量31.3kWと、このようなデータがありましたが、7月16日に送りポンプを追加しまして、冷媒の流量を増加させて仕事量の変化を確認してございます。7月16日では、冷媒流量が752リットル/分、温度差が0.63℃、仕事量が28.1kWと。流量が1.3倍になったものの、凍結管の送りと戻りの温度差が減少し、仕事量は31.3kWと、21.8kWと、ほぼ変わらない結果でございます。除熱される立坑A側の熱の移動量には限界があるということがここでわかってございます。

次に、8ページを御覧ください。熱量収支計算で、系全体の水流の影響の確認をしてございます。水流がある状況下で、未凍結部の冷却水温を熱収支計算、3次元の詳細熱流動解析と冷凍機の仕事量の評価にて算出してございます。

未凍結部、右側の平面図でございます。パッカーが設置してあるところはグレーで、閉塞部と書いてありますが、その右側の入口、出口と書いてあるところ、未凍結部、この部分の評価してございます。この部分につきましては、閉塞部分につきましては凍結壁が形成されると考えて、凍結壁、表面温度0℃での熱を考慮してございます。

未凍結部につきましては、凍結管(管周囲については凍結と想定して、表面温度0℃)ということで伝熱を考慮してございます。この左下にエネルギーバランス式がございます。

次へ行きます、9ページでございます。この結果でございます。真ん中にある箱の中に、水位のデータから、流量それから流速を求めてございます。解析の条件としまして、左側にあります入口の水温15℃、それから流速0.32cm/min、流量0.00016m<sup>3</sup>/s、資料流量0.1kg/sというようなデータで解析をした結果、3次元の解析の結果に基づく熱伝達係数を使用した場合につきましては、入口、出口の差が、15℃に対して7.9℃、冷凍機の仕事量の評価した凍結管1本当たりの除熱量の評価に基づく値でいきますと、15℃が3.9℃ということで、残された未凍結分の水温、現状では7.9℃、3.9℃ということで、0℃まで低下することはできないというような評価でございます。

右側のグラフを御覧ください。一方で、水流量の変化で検討してございます。ここに書いてございますのは流速の変化でございます。流速を変化した場合には、およそ0.15cm/min以下であると水温は0℃以下になるというような、このような評価が二つ出てきまして、温

度関係、それから流速関係がきいているということでございます。

10ページでございます。熱量の収支計算によるパラメータスタディを実施してございます。2本の凍結管に一定流量が生じている場合に、凍結面における熱収支のバランスから凍結管周囲の氷の発生状況を計算するためのモデルを構築してございます。繰り返し計算をして、凍結開始から氷の厚さの変化を計算してございます。初期流量、それから水温、凍結管の間隔、それから除熱量をパラメータとして、氷の厚さがどのように変化していくかを比較してございます。

モデルの概念でございます。下の左の図を御覧ください。凍結管がございまして、下側に流速がございまして、右側に行くと、氷が成長していきまして流速が速くなっていくと、こういうようなモデルを構築してございます。

11ページを御覧ください。現在の立坑Aの条件の基本ケース、水温15℃、先ほど箱の中にありました初期流速0.32cm/min、それから凍結間隔80cmとして、初期水温、それから初期流速をパラメータとして変化をさせた場合の氷の変化を比較しました。このとき、凍結間隔の半分の長さに達すると閉塞というようなことを意味してございます。

左側のグラフ1番でございます。水温を下げた場合ということで、青色が基本ケースで水温が15℃の場合でございます。この場合ですと30cmで終わってしまっていて、40cmまで届かないということになります。ケース2、10℃、ケース3、5℃になっていきまして、赤、緑ということで、凍結間隔の半分の40cmに近づいていくということになります。簡易モデルのために、最終的に流速が無限大となるために、40cmぎりぎりのところまで行かないというモデル上の限界がありますが、このような傾向が示されたと思います。

現状の水温から低下させると、氷の厚さは増加していき、水温5℃ではほぼ氷がつながり止水壁ができる結果になります。

対策工とすると、氷やドライアイスが投入が考えられ、滞留水に加えて、建屋から流入してくる水の温度を下げる必要があるというような結果でございます。

11ページの右側のグラフでございます。初期流速を下げた場合ということで、基本流速、初期流速0.32cm/min、これは青でございます。これを半分の0.16cm、それから10分の1の0.03cmに変化した場合でございます。これにつきましても、流速が遅くなるほど、40cm凍結間隔の半分に近づいていくというような傾向でございます。流速を抑制すれば凍結は促進される。ただし、大きな効果を期待するには、流速を限りなくゼロに近づける必要があるということでございます。

12ページを御覧ください。次に、凍結間隔を狭めた場合ということでございます。3番の左の図でございます。今現在、凍結間隔を80cmにしておりますが、ケース2、ケース3ということで、これを60cm、40cmというところで間隔を短くした場合でございます。これにつきましても、基本ケースにつきましては40cm、ケース2につきましては60cmの半分の30cm、ケース3につきましては40cmの半分の20cmに近づくというようなこととなりますが、これにつきましても、やはり凍結間隔を短くすると閉塞されるということで、対策工とすると、測温管を凍結管に変更すること等で、凍結間隔を狭めることが考えられるという結果でございます。

次に、4番のところでございます。除熱量を上げた場合ということで、先ほど申し上げましたが、今現在の冷媒を少し多くするということのトライをしてみました。ケース2、ケース3とも、グラフ上はあまり変わらず、右上に拡大であります。初期のときだけ、若干変わるというようなデータでございまして、凍結の促進の効果はあまりないというような結果でございます。

13ページでございます。その複数のパラメータをあわせて、改善をさせた場合の氷の厚さの変化を比較してございます。その結果、一つのパラメータを大きく変化させる場合と比較して、複数のパラメータを少しずつ変化させることで、同等の効果が見込める結果になってございます。

左のグラフの5番でございます。初期流速と水温を低下させる場合ということでございます。基本ケースでございます。初期流速0.32cm/minで水温が15℃、ケース2としまして、初期流速を半分の0.16、ケース3とすると基本ケースの3分の1の0.11、水温につきましては、基本ケース15℃に対して、ケース2は5℃下げた10℃、ケース3につきましては、基本ケースから約半分の8℃というような結果のグラフでございます。緑のケース3の流速を3分の1にして、水温を約半分に下げると。そうすると、40cmに近づいていくというような結果でございます。

同じく右側の6番につきましては、初期流速と水温と凍結管の間隔の変更を行うということでございます。基本ケースは初期流速0.32cm/min、水温15℃、凍結間隔80cmを、ケース2として、半分の0.16cm/min、水温を10℃、それから凍結管を60cm、ケース3につきましては、初期流速を0.16cm/min、水温を10℃、凍結間隔を40cmというような間隔で計算をしたところ、ケース3の初期流速を落とす、それから水温を下げる、凍結間隔を半分にするというような結果で閉塞するよう見込まれると思います。

パラメータスタディのまとめとしまして、初期流速の抑制と水温の低下をさせた場合の凍結促進の効果は大きいと見込まれます。実際の対策工の選定におきましては、これらの結果を踏まえて選定していくことを基本としますが、モデルの不確実性・現場の施工性、工程も考慮する必要があると考えてございます。

次に、前回でも御指示のありました実証実験と現場の差異ということでまとめてございます。実証実験では、閉空間での試験であり、建屋水位の変動に伴うわずかな水流、系外からの伝熱、それから凍結部背部の立坑の存在などが十分に模擬していなかったことが挙げられます。

14ページの右側の表、実証実験の現地条件との比較ということで、赤い字で書いてありますけども、水量が少なかった。それから三つ目のポチとして、建屋の水位変化に伴う流水が再現されていなかった。それから支障物ということで、配管なりケーブルトレイは模擬しているのですが、配管の支持架台、それからケーブル等は模擬していなかった。こういうことが実証実験と現場での差異ということでございます。

それから、15ページでございます。前回御指摘もありましたパッカーの熱伝導率でございます。パッカーに入っている充填材につきましては、セメントベントナイトが充填されてございます。この配合に基づきまして熱伝導率を求めてございます。結果としまして、パッカーの充填材の熱伝導率は、セメントベントナイトの重量比と熱伝導率から1.1と推定されてございます。この値は水の約2倍、氷の約半分となっております。

それから、パッカーを入れる袋でございますが、ナイロン製で、熱伝導率が $0.2\text{W/m}\cdot\text{K}$ ということで、厚さが約 $2\text{mm}$ ということで、ナイロンの伝達率は引くが、厚さが $2\text{mm}$ 程度で薄く、パッカー全体の熱伝導率への影響は小さいと考えてございます。

次に、16ページでございます。先ほどのパラメータスタディの結果から、追加対策工の検討をしてございます。大きく三つ、左側に青と緑と黄色でございます。冷却能力を向上すること、それから滞留水を冷却すること、それから水流の抑制をすることということで、対策案を考えてございます。冷却能力の向上で行きますと、一番上に、躯体外側への冷却管を追加すること、それから内側に冷却すること、それから冷媒の変更、滞留水では、氷の投入等を考えてございます。それから水流の抑制については、追加パッカー、グラウトの間詰め、このようなことを考えてございます。

17ページにつきまして、冷却能力の向上につきまして、一つずつ、このようなやり方、効果、施工性、懸案事項等を書かせていただいております。



18ページにつきましては、滞留水の冷却ということで、氷、ドライアイスの投入、それからペントハウス側への凍結管の挿入、それから気化した液体窒素の躯体への封入等を検討してございます。

19ページでございます。19ページにつきましては、水流の抑制ということで、ケーブルトレイ下に、今、入っていないところに追加のパッカーを設置すること、それからタービン建屋とパッカーの間の部分につきましてはグラウトをする、このようなことを考えてございます。

20ページでございます。ここまでの対策の評価でございます。左の冷却能力の向上ということで、一番上の外側への凍結管の設置ということで、ここにつきましては、躯体外側の凍結管設置につきましては、削孔位置での支障も少ないため、外部への冷却放熱の防止の観点から、実施するというようにしてございます。

それから二つ目でございます。二つ目の躯体の内側への凍結管の設置ですが、新たに追加する躯体の断面が欠損するということがございまして、二つ目の丸の現在の測温管を凍結管に変えるということで、このような準備をしてございます。それから、今現在、先ほど御説明したとおり、冷媒の流量の変化を今現在継続してございます。

それから、二つ目の滞留水の冷却でございます。氷の投入、それからドライアイスの投入につきましては、直接、水を下げるということで、これにつきましては実施したいと考えてございます。

それから、水流の抑制につきましては、追加パッカー、グラウトの間詰めということで、現在検討を進めてございます。

21ページでございます。21ページがこの手順でございます。まず、STEP Iということで、凍結の促進、冷却水の冷却につきましては、①としまして、氷・ドライアイスの投入、これにつきましては、もう準備が完了してございます。凍結管のスリーブのすき間から投入していくということでございます。

それから、二つ目の冷却能力の向上ということで、右側の図面に丸で示した部分の今現在の測温管を、S1、S2、S3、S4につきましては凍結管に変えるということで、凍結管を19本から23本、測温管につきましては6本から2本になるので、ここにつきましては、測温管の追加を含めて、今現在、検討してございます。

それから、三つ目としまして、平面図の両サイドに水色の丸で描いてありますけども、躯体の外側への凍結管を準備してございます。

STEP IIとしまして、水流の抑制ということで、右側の青い丸のところにありますS8というところにつきまして、追加のパッカーを設置するということを検討してございます。ここにつきましては、凍結管を設置しまして、測温管を入れたパッカーをこのところに設置したらということで、凍結管が23本から22本になるのですが、測温管については2本から3本に増えるということを検討してございます。最後に⑤としまして、間詰め材料ということで、右側の図面の緑色の部分につきまして、間詰めグラウト材を材料・施工方法ともに検討してございます。

22ページでございます。この検討の工程でございます。まずSTEP Iということで、氷、ドライアイスの投入ということで、試験の投入を明日以降、実施したいと思っております。ここにつきましては、今現在、氷の供給先等の準備をしているところで、どこから入れたらいいとか、どれぐらいの量が入るかというような部分につきましては、試験投入をしてございます。

②の測温管から凍結管への変更ということにつきましても、同じく今週末に実施したいと思っております。それ以降、凍結運転にしていくと。

それから、③の躯体外側につきましては、ここは狭隘な部分でございまして、並行作業ができませんので、この測温管から凍結管の工事が終わりましたら、架台の設置をしまして、外側の冷却の管を削孔するというような準備で、8月上旬を目指してございます。

STEP IIにつきましては、追加パッカーにつきましては8月の中旬、それから間詰めにつきましては8月の下旬を工程的に目指してございます。

23ページでございます。まず訂正をさせていただきたいと思っております。①の部分で「K3(観測孔φ250)」とありますが、これは外径をちょっと書いてしまいまして、実際、氷が入られる部分につきましては「158mm」でございます。申し訳ございません。158mmと訂正をお願いしたいと思います。

まず、氷・ドライアイスの手順につきましては、24日～26日の間に試験の施工をしたいと思っております。ここにつきましても「50mm未満のキューブ状」とあるのですが、氷の供給先と相談した結果、イメージとして、こぶし大の氷を2t連続投入するというようなことでございます。こういうような氷を入れて、それからS1～S6、緑の部分でございまして、この部分につきましては、ドライアイスは比重が重いので下に行くということで、ドライアイスの試験施工も実施したいと思っております。ひし形に描いてありますK2というところからカメラを挿入して、ドライアイスや氷の状況を確認していきたいというふうに思っ

てございます。

②としまして、試験施工を踏まえた本格投入ということで、氷につきましては1日10t～20t、それからドライアイスにつきましては1日約1tの調達が可能ということで、この辺につきましては、試験施工を踏まえながら、投入の場所、それから量を判断していきたいと思っております。

24ページでございます。24ページにつきましては、測温管の変更ということで、先ほど申しあげましたS1～S4を変更するというところでございます。この辺の手順につきましては同様なので、ちょっと割愛させていただきます。

25ページでございます。これはSTEP IIでございます。右側のA-A断面を御覧ください。ここの右側の端っこの部分で、青で斜線を引いてある部分、追加パッカーとありますが、ここはケーブルトレイで、今現在、パッカーの入っていない部分でございます。この部分につきましては、左側に追加パッカーの設置状況とありますが、保護管をケーブルトレイの下まで入れて、パッカーが切れないような手当てをしまして、測温管付きパッカーを入れて、この中で膨らませたいというようなことを考えてございます。

26ページ、そこでできましたパッカーで壁ができて、間詰めの投入というようなステップでございます。

以上が、立坑Aの状況と対策でございます。

27ページは、開削ダクトの部分の凍結状況でございます。

28ページがモザイクのグラフになってございます。これにつきましても、左上の括弧書きに書いてありますけど、一部低下が遅れている箇所も見られますので、内部の確認や流向・流速については、速やかに調査していきたいと思っております。

それから、29ページが3号の立坑A、30ページが3号の立坑Dということで、今現在の掘削状況を示してございます。

それから、31ページでございます。31ページは、先回の評価検討会の中で配管トレンチの状況ということの御指摘がありましたので、つくってきた資料でございます。2、3号機間の海水配管トレンチの中には、プラントの運転に必要な冷却水を供給する配管を敷設してございます。配管につきましては、原子炉の熱除去や機器の除熱を行うRHRS、DGSW系があり、建屋内の熱交換機に供給した後、放水口(CW配管)まで敷設されてございます。震災以降、万一の配管からの汚染水の系外流出を防止するため、O. P. +4. 0m盤にある配管の閉止を実施してございます。これが右の写真でございます。右の写真が閉塞前、下の写真が閉

塞後ということで、フランジを打ってございます。場所につきましては、断面図の真ん中辺りに赤い閉止位置というところで示してございます。

32ページが、この配管がどのような建屋の中に入っているかということレベル的に表したものでございます。先ほど閉止を打ちました閉止フランジというものが右側の4m盤ということで、海水系ポンプのところまでとまっていると。しかしながら、赤のハッチングで囲われている部分につきましては、配管内に水が滞留している可能性があるという範囲を示してございます。

次、33ページでございます。この水の水質でございます。震災時、2号機と3号機は運転中であったことから、配管内には系統に応じ、海水またはろ過水が存在しており、現在も残留しているものと考えております。

0. P. +4. 0m盤の配管の閉止の際に流出水を測定し、その水質は $10^{-3}\text{Bq}/\text{cm}^3$ オーダーであり、建屋滞留水( $10^{4\sim 5}\text{Bq}/\text{cm}^3$ )と比べて十分小さいことから、汚染水は混入していないというふうに推定してございます。

それから最後、34ページでございます。34ページにつきましては、配管の劣化等でございます。この海水配管トレンチにつきましては、震災以降海水に浸水してございますが、海水による炭素鋼の腐食速度は小さく、また、当該配管は安全系の冷却水配管であり、安全設計上十分な強度を有しており、劣化の損傷はないと考えてございます。

また、屋外の0. P. +4. 0m盤の位置におきまして、配管の閉塞していること、また、建屋滞留水の位置の関係から系外への流出はないと考えてございます。

それから、万が一配管が損傷した場合でも、下の表のとおり、トレンチ外部への汚染水の拡散の影響は考えにくいと思っております。

長くなりましたが、資料1の説明を終わらせていただきます。

以上です。

○更田委員 ポイントがたくさんあるので、少しまづ絞って、2号機の立坑Aについての議論をしていきたいと思っております。

3ページを見せてください。これ、前回は議論した話ですけども、今、凍結管が入っている冷媒の入口温度と出口温度の差を考えると、冷媒そのものを変えてしまわない限りは、流速をちょっとやそっと上げたところで、これ自身の凍結能力、冷却能力が変わってくるわけではないだろうから、今の体系でここへ流す冷媒をどうこうしたところで、大した効果は見込めないと。ただ、この部分への熱の流れ込みを防ぐために、外に凍結管を

打って、逆の方向ですけど、いわゆるヒートロス逆ですけども、熱の流れ込みを少しでも防ぐために周りに凍結管を打とうと。これは準備中であると。

それから、主流側というか、こちら側の立坑部にさらに凍結管を打って、この凍結管の層を厚くしていくのは、この上のケーブルダクト、配管ダクト等々の構造物の関係から、もう、なかなか難しいと。それであれば、ちょっと言いかけたのですが、主流側の温度をなるべく下げてやって、顕熱分をなるべく下げてやって、そして、ここが凍りやすくしようということで、ドライアイス、それから氷を投入しよう。投入するときに、ペントハウス側も検討はしているけれども、今のところ、K3というこの辺りですか、ここからアイスキューブとドライアイスを入れていって、そもそもここに滞留している水の温度を下げる事ができれば、凍りやすくなって来るだろうと。

それから、この部分、ケーブルトレイの下部分に空いている空隙部があって、ここをなかなか凍らすというのは難しいということなので、凍結パッカーではないものの、冷却パッカーではないものの、パッカーをここへ入れて膨らませて、この部分を塞いでやろうと。さらに、グラウチングをしよう。

規制委員会、規制庁が今、懸念をしているのは、このケーブルトレイ部の越流、この部分もきちんと凍らすことができるかどうか。それから、この配管があるんですけども、この配管ごと、配管の中身も、中に水があって凍ってくれば別ですけども、このここに氷の面ができて、この配管が水みちになってしまわないかどうかという懸念があって。ある意味、これ、凍らすことが成功したとしても、この配管は潰すなり埋めるなりなんなりして、これが水みちにならないようにしないといけないというところに懸念を持っています。

ただ、このパッカー付きの冷却管を3列、4列と立坑部にしていくことは、上の構造上難しい以上は、今の冷却面に対して主流側の温度を少しでも下げれば、ある意味、プリミティブな方向だけど、氷・ドライアイス投入してやればどうかと。

ただ、立坑部での鉛直方向の滞留は生まれるので、当然冷たいのは下へ下がっていったしまうので、連続的に氷等を投入する。ただ、氷は浮かんでくれて、ドライアイスは沈んでくれるだろうから、うまくそこら辺の配合があるのかなというところで。

これは、規制庁のほうも東電とのヒアリングを続けていますけれども、今のところ、打てるべきことを何でもやっているのかと。ただ、将来的には、このペントハウス側からも氷なりドライアイスの投入ということ。さらには、立坑部、こちら側にでも冷却管を入れ

て、それは凍らすためのものではないけれども、滞留水全体の温度を少しでも下げるためにという方策はあるのでしょうか。それについては検討中、ただ、今のところ、STEP I、STEP IIに現れていないところを見ると、すぐにやろうというわけではなくて、まずは氷の投入やパッカーやクラウチングをやってみて、だめだったら次のステップということなのだろうというふうに理解をしているところです。

氷の投入というのは、これ、もう氷の投入や、それからこの周囲のもの、たしか端のほうは8月のお盆前ぐらいからは凍結運転、冷却運転を始めるということなので、方策として考えられているものの効果はそんなに時間がかからないで出るはず。お盆ぐらいには結果が見えてくるのではないかとというふうに考えているところです。

ちょっと繰り返しになりましたけども、まとめると、なかなかこの部分に新たな凍結管を入れていくということはできないということを前提に考えると、氷で主流側の温度を下げようという方策が基本的にポイントであろうということです。

規制庁、何かありますか。

御質問、御意見があれば。

高木先生。

○高木教授 計算をされていますけど、その前提となることについて、ちょっと伺いたいのです。8ページで、熱量の収支計算というふうに書いているのですが、これは収支をとっているということは、入れた熱がそのまま取られていくということだと思のですが、入れる熱というのを定数にしているのでしょうか。というのは、この式を見ていると、熱伝導率が入っていないので、例えば氷が分厚くなると熱抵抗が増えて、その分、放熱量がどうしても減ってしまうという、そういう効果が入っていないように思うのですが、それはちょっと私の考え違いかもしれませんけど、そののところ、まず教えてもらえませんか。

○渡邊（東電） お答えします。技術開発センターの渡邊と申します。

今の御質問ですけれども、この熱収支計算は、まず顕熱がとれるところまでを見ようということを主眼としておりまして。ですので、熱源としましては、流れにより流れ込んでくる流体の熱量というものを評価しております。凍った後の伝熱ですとか、氷の成長、そういうものは、ここでは考慮していないということになります。

○高木教授 そうすると、氷が成長すると、どんどん熱が伝わりにくくなって、外側ほど凍りにくくなるというような、そういうようなことは考えていないということでしょうか。

○渡邊（東電） はい。ここのところでは、凍結管の周囲はある程度想定——氷結して氷層が存在するけれども、それを成長もしくは融解といったことは考えておらず、その残った水の部分のエネルギーバランスを考えて、それが0℃まで到達するか。しないとすれば何℃で安定するかと、そういう評価を行っております。

○高木教授 実際にどういうパラメータがきくのかはよくわからないのですが、そういう凍結管から熱がどのくらい伝わるかというのをまず押さえないと、果たして周辺で凍るかどうかが評価できないような気がするのですが、それはどうでしょう。

○渡邊（東電） こちらの8ページの式なのですが、左側のやや下のほう、「 $Q_{c1}$ 」と書いてあるのですが、ここの項の下のものに「 $Q_{rod} \times n_{rod}$ 」というものが書いてあります。ここで入れています $Q_{rod}$ は、先ほどの7ページで評価された凍結管の仕事量から評価した実測と言える凍結管の仕事量を入れているということになります。ただ、実際は、ここでは凍結管の周囲は凍っているということになっておりますので、物理的には、その氷の表層の維持と、それプラス、表層の部分は0℃ですので、その0℃と、まだ凍っていない水の間伝熱を考えると、そういうバランスになっております。

○高木教授 今の御説明の $Q_{rod}$ が時間とともにどうか、氷の厚みとともにだんだん少なくなっていくのではないですかという質問なのですが、それはどうでしょう。

○渡邊（東電） これは熱流束ではございませんで、凍結管に流れる熱量全体そのものになっておりますので、これは不変です。

○高木教授 質問するほうも、どうもうまく質問できないのですが。熱の放散ということ考えた場合に、もともとの凍結管があつて、最終的に地面があつて、そのところまでの熱の放散を考えると、その間にいろいろパラメータがあるのですが、基本的にその熱伝導率、熱伝達係数、そういうものが当然入ってきて、それをどういうふうにして解くかという、普通に考えるとそういう考え方をすると思うのですが。ここのところでは、放散量をもう与えてしまって、そこからスタートして、周辺で凍るかどうかがという、そういう検討をしているわけですね。その与える放散量が正しいのかということについては、何か検証されているのですか。例えば、この実験値があるから、もうこれをもって、これがずっと同じ値であると、正しいというふうな、そういう考え方をしているのでしょうか。

というのは、熱伝導が、結局、もしきいてくるとしたら、今後、例えばパッカーを使うのが果たしていいのかどうかということにもつながるような気がするのです。先ほどの熱伝導率の値を見ると、パッカーよりも氷の熱伝導率のほうがいいので、熱の放散という意

味では、伝わり方という意味では、もう何もしないで凍らせたほうが、もしかしたらいいという結果になるかもしれない。それはどこか間違っているかもしれませんが。そういうのがちゃんとわかるような、通して熱がどういうふうに伝わるかというような、そういう説明をまずしていただかないと、この周辺で凍るかどうかだけのことにこだわると、ちょっと全体が見えないような気がするのですが。

○渡邊（東電） ここで計算しておりますのは、あくまで未凍結の部分の水のエネルギーバランスを評価しているということになります。繰り返しになりますが、その境界条件としては、凍結面を考えておまして、ここの温度は $0^{\circ}\text{C}$ であると。そこに対する伝熱を考えていると。

凍結した中の部分の伝熱あるいは放散、そういったものについては、ここでは評価しておりませんで、むしろその次のページの10ページ以降になると思います。

○味沢（東電） スライド10について、若干補足させていただきますと、こちらについては、まさに今おっしゃったような氷の凍結管の周囲に氷が成長してきまして、その氷の表面で、流れてくる水と、それから氷との間での熱のやりとりが行われまして、それによって流れてくる水に奪われていく熱の量と、それから凍結管から入ってくる熱の量のバランスによって、氷が成長するか、あるいは溶けていくかということについての計算を行っています。

そこでは、ちょっとモデルの概念図にあります真ん中の「 $\rho_i \cdot L$ 」と「 $\delta \varepsilon$ 」と「 $\delta t$ 」というところがありますけども、そこの中で「 $\alpha_i$ 」という数字で、凍結面の熱伝達率がございまして、こちらについて、ここについても一応変数として扱っておりまして、初期流速であるとか、その氷の成長によって、熱伝達の伝わり方がだんだん伝わりにくくなっていくとかいうことを一応関数として入れながら、繰り返し計算を行って、成長するスピードというものを、一応結果を確認をしているということ。

若干8ページのもの、こちらの10ページのものでは、8ページは全体を見えていますけども、こちらはどちらかというと、微小の部分について氷の成長度合いを確認しているという、ちょっとモデルの違うものを二つ並べたものでございます。

○高木教授 この10ページの式は、確かにその氷から水への熱伝達というのは考えていますけども、このところで、 $W$ ですか、除熱量というのが、これがどういう関数で与えられているかというのはわかるのですが、氷が厚くなるに従って、この $W$ というのは少なくなるか、そういうことも考えているのでしょうか。



○味沢（東電） はい。おっしゃるとおりに、氷が厚くなってくると、Wについても伝わりにくくなりますので、小さくなっていくというようなことを考えております。

○高木教授 それを考えるとときに熱伝導率というのは、ここのパラメータとして入っていないのですが、それは別途、何かほかに式があるというふうに理解していいでしょうか。

○味沢（東電） 熱伝導率( $\alpha_i$ )等につきましても、こちらの式にちょっと書いておりませんが、別途式がございまして、レイノルズ数であるとか、ヌセルト数または流速等の式を用いまして計算を行っております。

○高木教授 今、流体の話をしているのではなくて、固体の熱伝導のことを聞いているのですが。

○更田委員 ヌセルト数というのは熱伝達率そのものですから、無次元熱伝達率で。今、高木先生の質問は熱伝導率に関するもので、そこでレイノルズ数が出てくるというのはぶっ飛びですよ、それ。

○渡邊（東電） 失礼しました。おっしゃるとおりでして、凍結管、除熱量のほうにはヌセルト数は入っておりませんで、通常の熱伝導計算を行っておりますので熱伝導率は、氷の熱伝導率が入っております。

ヌセルト数が関連しますのは、ここでは $\alpha_i$ 、熱伝達率のほうで、ちょっとそこは訂正いたします。すみません。

○更田委員 ちょっと8ページに戻してもらえますか。いずれにしろ、あまりこの計算というのは、大もとが冷凍機の仕事量等々から除熱を置いていたり、それからこの8ページの図にしても、コントロールボリュームが、どのコントロールボリュームに対してバランスを見ているのかが表されていないので、ちょっと理解しづらいところもあるのですが。流れによる流出入に関しても「 $T_{in}$ 」、「 $T_{out}$ 」と書かれているけれど、この $T_{in}$ 、 $T_{out}$ というのは実測値を使っている。どういう仮定を置いていますか。また、そもそも $T_{out}$ はどうやってわかるのですか。

○渡邊（東電）  $T_{in}$ ですけれども、これは現在実測されております水温の15°Cを採用しております。 $T_{out}$ については、ここで定常状態を仮定して、そのエネルギーバランスの結果から出る値そのものになりまして、その式が並んでおりますけれども、上から二つ目の「 $T_{out} = T_{in} -$ 」何とかと、ここで計算して、計算値そのものになります。

○更田委員  $T_{out}$ が決まるのは、冷却している部分を通過している間の水に対する熱伝達で決まるわけじゃないですか。

○渡邊（東電）　そうです。

○更田委員　一方、熱伝達率は流速の関数でもあって、だから、ヌセルト数が出てくるわけだけど。だけど、流速だって変動をしているし、非常に小さな温度差での熱伝達だから、そもそも熱流速そのものがそんなに大きなものではないので。こう言ってしまうとけんもほろろなのだけども、こういう計算をやってみただし、こういう計算もできますだけど、この計算に基づいて何がどうという話では全くないと私は思っています。

そもそも前回は申し上げたけど、こういう計算をやってみて、ぎりぎりこれで凍ります、凍らないですというような議論をするつもりは全くなくて、十分余裕のある対策をとってくださいということなので、あまりもうこれ以上、計算の話、すみません、高木先生、ただ、あまり詰めても仕方がないというのがこちらの見解なのですけども。

渡邊先生、どうぞ。

○渡邊教授　前、計算のお願いをした建前、ちょっと計算結果、ありがとうございますというお礼を申し上げておきたいと思いますが。ただ、この前、7ページを見ますと、仕事量を結構上げて、仕事量があまり上がらないということを見ると、結局、がらがん冷やしてもだめだという話がまず1点ですね。

それから、5ページのところで、これ、ちょっと私はわからなかったのですが、建屋のくみ上げによって流速が変わるということは、基本的には、この立坑の中の水というのは、建屋の冷却している部分と、ある意味で一体化しているというふうに理解をされているのかどうかという、これ、ちょっと一番確認したいことなのですが、いかがでしょうか。

○松本（東電）　最初の御質問の部分で、がらがん冷やしてもだめという結論だという部分に関しましては、凍結管を増やして伝熱面積をとることによって、全体をがらがん冷やすということは効果があり得るのかなと。

○渡邊教授　それはかなり、今までの流れの中ではね。私、それ結論で申し上げようと思っていたのですが、冷却するという、先ほど高木先生からあった計算の結果もそうすけども、結局、氷をつくってしまうと、氷と、やっぱり凍結する物体の温度差が小さくなってくると。そうすると、結局、幾らがらがん流しても意味がなくて、逆に言うと、面積をいかに減らすかということですから、冷却管をどんどん詰めていかないと凍土壁ができないというのが結論かなというふうに思っています。

ただ、もう一つ、この計算の中に一この計算をどうこうするつもりはありません。先ほど委員長のほうからお話がありましたように、 $Q_{e1}$ 、 $Q_p$ の話の中で、この建屋との関係って

どういうふうに関連していますか。流速変動していますけども、どういうふう立坑の中がなっているのかということをもっとお答えいただけませんか。

○松本（東電） 5ページで、三つのケースで、場所が違うものも含めて、流向・流速を一つのグラフにするというむちゃな描き方をしております、大変申し訳ございません。例えば赤いものを見ていただきますと、建屋の水位が下降時ということになってございます。これは建屋にたまって来る水をポンプで抜いて、セシウムの処理、除去装置のほうへ送り込むということを間欠的にやっております。それをやっている間は建屋の水位が下がってまいります。建屋の水位が下がってくる時には、建屋とこの海水配管トレンチがある程度連動していると我々は見ておりますけれども。

○渡邊教授 わかりました。連動しているということで。

○松本（東電） はい。

○渡邊教授 わかりました。その答えで結構です。

そうすると、例えばこの熱量計算のときのこの計算というのは、そういういわば建屋の冷却水の効果みたいなものはきちんと入っているのでしょうか。ちょっとその冷却する、これから投入するという氷の問題とか、それからドライアイスの問題も含めて、その量の計算、凍るまで入れればいいのかというふうに、非常に雑に言えば、そういう結果になるのかもしれませんが、やはりちゃんとどの程度のもを準備して、どの程度やるのか。それから、一度凍らせればいいのかという問題ではなくて、やっぱりそれを継続的に凍らせておかなきゃいけないわけですね。

そういう問題を考えたときに、やっぱりあの計算というのは重要で、きちんとやっぱりある程度、その見通しを立てるという意味では、その辺のところも含めてきちんと計算しておく必要があるのではないかというふうに思っていますので。問題がなければいいのですが、その辺はいかがですか。

○味沢（東電） お答えいたします。おっしゃるとおりで、まず建屋のほうから立坑のほうに水がコンスタントに流れてくるという状況でございますので、こちらの氷を、流れてくる15℃の水をできる限り下げるという意味では、例えば0℃まで下げるということを考えますと、1日約5.4tの水を投入し続けなければいけないというような結果になります。

それと、加えて、もともと立坑の中にある水、大体どこから立坑と考えるかによりまして、そちらについても15℃から0℃に下げるということで、初期については、例えば5日間で、例えば計算上ですけども、0℃に下げるということであれば、1日当たり10tぐら

い、5日間ぐらい集中投入をしております、6日後以降は流れてくる水を冷やすための5.4tを追加していくと。そのようなことで、何とかその水温を下げっていくというようなことを今のところ計画しております。

○渡邊教授 ありがとうございます。もう1点だけ、ちょっと質問させてほしいのですが。そうすると、例えば流速の問題でこの計算をすると、全部0.1cm/minという形の流速が観測されているわけですが、その意味では、今回計算した値から比べるとかなり小さくて、凍結する可能性が十分あるというふうに、このデータからは見られるのですが。問題は、例えば10ページにあるような、凍結管を今度は狭めたり、凍結をしたときにこの流速が速くなるという可能性はかなり出てくるのではないかと思うのですね。この辺の見積もりはできているのでしょうか。

○味沢（東電） 御指摘のとおり、ちょっと10ページのモデルで行きますと、まさに狭まっていけば流速が上がってしまいますので、凍りにくくなってくるという現象でございます。そちらについて、なかなか定量的に御説明さしあげるのは難しいのですが、文献等の考え方では、基本的に流速が上がっていきまると流路が狭まりますので、流路の抵抗が増しまして、速度としては狭まった分だけ流速が上がるということじゃなくて、流速もある程度一定に落ちついてくると。そうすると、凍結管から投入される除熱量に対して、あまり抵抗によって上がっていかない流速とのバランスによって、最終的には凍るだろうということを考えております。

○渡邊教授 凍るか、凍らないかは、やってみなきゃわからないという問題があるかもしれませんが、その辺の想定を十分考えた上でいろんな実験をやっていただければというふうに思います。特に凍結管が増やせない部分についてどうするかという問題。一旦凍らせればそれで済むという問題ではありませんし、特に建屋との関係からすると、冷却水が含んでいるということになると、すぐ溶け出して穴があくという、こういう現象が起こりますので、その辺も含めて十分な対応をお願いしたいということです。

以上です。

○更田委員 今の渡邊先生の関連で言うと、グラウチングというか、間詰め材を最後は入れるわけだけでも、凍結で止水ができるようになってから間詰め材になるのか、それとも、かなり氷の壁で、間隙は残っているけれども、かなり詰まってきたのでというところで詰め物を投入するのか、その辺りは今の時点で判断はできていますか。

○伊藤（大）（東電） お答えします。福島第一からやって来ました伊藤と申します。

完全に凍結ができなくても、間詰め材を入れることによって、そこに流れ込ませて、鋭意固めるということはあると思っております。完全に凍結ができなくても、そういうことは既に試験等もしておりますので、可能というふうに思っております。

以上です。

○更田委員 今、計算にこだわるわけではないのですが、間隙が狭くなってくると、同じヘッドがかかっているならば流速が上がってしまうけれども、流動抵抗もその分大きくなるしという話だけでも。そこで完全な凍結を、それを目指すよりも、ある程度間隙が小さいというふうに見られたら、そこで間詰め材を投入してしまって、それと相まって一旦止めることができれば、間詰め材を入れれば、今度は凍結する側だってスタグネントになって、凍りやすくなるだろうということもあるのです。

ある段階でこの間詰め材の投入という判断をしなきゃならないのだろうけれども、そのときの指標を何をとするのかというのが、そのときにまた少し悩ましいのかなというふうに思いますけれども。

○伊藤（大）（東電） お答えします。22ページの工程表を御覧ください。この工程表で、凍結管の交換をし、ドライアイス・氷の投入の試験をし、本格的な投入が始まるのが7月の終わり、28日ぐらいをイメージしておりますが、そのころから全面的な氷・ドライアイスの投入と、測温管を凍結管に変えたことの効果を確認して出してみたいと思います。ここから概ね2週間程度で、8月の中ぐらいで見通しを立てて、追加パッカーと間詰め材が必要になってくるかどうかの判断をしてみたいと思います。

以上です。

○更田委員 あまり計算にこだわらずにとっていて、ちょっと矛盾するのですが、10ページのこれ、流速がある状態での計算をしているし、かなり——これは何が聞きたいかという、温度境界層の厚さってどのぐらいになっているのですか。

○渡邊（東電） 直接この評価ではないのですが、凍結管、単管について、CFDで評価しておりまして、温度境界層はせいぜい10mm以下、数mmという計算結果を得ております。

○更田委員 もし流速にそう変化がないのだったら、氷の間隔が数mmのところまで近づいてきてくれれば凍りそうだと、ごくざっくりした議論ですけれども。成長して行って、それでもなお温度境界層の厚さが数mmだったら、そこら辺まで近づいてきてくれれば行きそうだとということだと思っております。どのくらい冷やせるかという、流速との兼ね合いで言ったら、その温度境界層の厚さが非常に指標としてはいいのではないかと思います。

あまり計算を深追いしたくないですが、こういう議論をし出すと、私たちはどうしてもこういう議論をしてしまう傾向がありますが。

今日、説明があったように、長い時間をかけて、上部の構造をどうこうして、立坑にまで凍結管を入れてだとかというような対策をとるといっても、それは非常に時間のかかることでもありますし、忘れてはならないのは、作業環境が非常に厳しいので、作業員の方の置かれる状況等々を踏まえると、抜本対策として、半年かけて、1年かけてやりますというような作業のものではないです。そういう意味では、ある種、ちょっとプリミティブに聞こえるところはあるけれども、主流側の温度を下げてやることで効果が期待できるのではないかと思います。

これはもう規制委員会、規制庁のほうとしては、とにかくすぐやってくださいと。お盆のころには朗報が聞かれるといいなという、そういう姿勢になっています、もう既に。ただ、ちょっと東京電力にお答えいただきたいのは、配管部分が水みちにならないかということですけど、これについては何か対策を考えていますか。

○伊藤(大)(東電) お答えします。水みちにならないというふうに思っておりますが、説明にもさせていただきましたが、31ページにあるように、閉塞を4m盤のほうでしていることとともに、配管は非常に強度を高く設計してある配管でございますので、配管が破れているというようなことは非常に考えにくいということで、配管が熱の流れの道になるというようなことは比較的考えなくてもよいのではないかなと思っております。

以上です。

○更田委員 31ページで、ここで閉止をしているのでということなのですが、これ、ずっとこう行っているわけですね。ここにこの配管、このまま、途中で何か穴でもあけば、そこが一気に水みちになりますよね。破断だとか、開口部がなければということなのですが。

これ、やはりここ、凍ったときに、この水平方向の配管に対して対策を打ってほしいと思うのですけれども、潰してしまうなり、何かということはできないかと思うのですが、それは今のところ、まだ何も考えてはいないですか。

○伊藤(大)(東電) お答えします。結論から言うと、考えていないということになるのですが、タービン建屋側も立坑側も、非常に高汚染の廃液が入っておりますので、手出しができないというのが実情でございます。

○更田委員 そうすると、汚染水は、この管の中の状況を今つかんでいますか。

○伊藤（雅）（東電） ちょっと補足いたしますけども、管の中は、供給側の配管、ポンプのほうも全て停止してしまっていて、そこの供給側のところのスプールを外してございますので、まずは一旦、もう全て圧が逃げた状態になっていて、ある意味、死に水状態になっていると。圧がかかっていない状態になって、閉止フランジのほうを打ってございますので、水としたら、そのまま滞留、配管の中を滞留しているのです。

そちらのほうは32ページのほうにございますけども、こういった形で、一旦ポンプのところのフランジのほうを外しまして、水を抜いた状態になっていて、このままで停滞してございますので、内部の状況としまして、ちょっと実際に確認しているわけではございませんけども、1回水を抜いた段階としましては、こういった状態になっているだろうというふうに考えてございます。

○更田委員 今、中は何になっているのですか、この配管の中は。

○伊藤（雅）（東電） 中は、33ページのほうにございますけども、こちらの一例として、この2号のRHRS、残留熱除去系のほうのものを書いてございますけども、こちらの1万8,000ppmということで、こちら海水系配管ですので、海水のほうが入っている状態になっているということでございます。

○更田委員 建屋滞留水に比べれば十分低いということなので、もともとの循環水がそのまま滞留していると、そういう理解でいいですか。

○伊藤（雅）（東電） そうですね、取水側からポンプアップして供給した海水がそのまま……。

○更田委員 海水がそのままである。

○伊藤（雅）（東電） 管の中に残っているとというふうに考えてございます。

○更田委員 31ページですけども、結局、この配管がここに両側で止水はされているけれども、配管がそこにあることをどう思うかなんですね。気持ち悪いといえば気持ち悪いので、何か手は打てないかということなのですが、作業環境を考えると、ということなのですが、このトレンチからの水抜きがうまくいった後に、何か手立てをとということになるのだろーと思っておりますけども、私の言っているのもそういう意味なのですが。滞留水がある間にそこへ潜って行って潰してこいと、そんな話ができるわけがないので、滞留水を抜いた後は、そのまま置くのではなくて、今度は中の水をやっぱり改めて抜いて埋めると、そういう作業になると考えていいですか。

○松本（東電） その点も検討してまいりたいと思います。31ページでフランジを打って

いる外側のところがあります。ここは事故後にフランジを打つという作業をしておりますので、ここの水位レベルを考えた上で、もう一度フランジを外して、中に例えば何かを突っ込んで、中の水を抜いた上で、そこからグラウト充填をすとか、そういったことは十分考えられると思いますので、検討してまいりたいと思います。

○更田委員 基本的にトレンチを埋めるときに、同時にこの水平配管についても手だてがなされると、そういう理解でいいですか。

○松本（東電） 時期は、全く同時ということは少しお約束が難しいところはあるかもしれませんが、遅滞なく手を打ってまいりたいと思います。

○更田委員 この今日の対策、繰り返しますけども、規制委員会、規制庁の立場は、とにかく早くやってくださいという話になっていますので、今、伺おうと思ったのですが、高坂さん、県のほうで。

○高坂専門員 今、いろいろ対策を聞いたのですが、前回あったように、何があっても、がちがちに凍らせるような対策をとることということを期待してきたのですが、とてもそういう状況にないのですけども。

今の話では、氷を入れて水温を下げるとか、それから凍結管の本数を増やすとか、流れを止めるという話をされていましたが、また、冷凍、計算もエネルギーのバランス計算だとか、そういう容量の計算だけなのでわからないのですけども、例えば凍結管がガス管を使っているのですけど、本当にこれでよかったのかとか、もっと伝熱の良いもの、例えば銅系のものを使うとか、あるいはフィン付きを使うとか、そういう抜本的なことを本当は対策として、まだこれから続くので、やる必要があるのではないかなと思います。

いろいろと対策をとっていただきたいのですが、凍結管の本数を増やすということは、ぜひ早目にやっていただかないといけない。ピッチをもっと細く入れるとか、スペースの問題があるのですが、冷凍能力を抜本的に増やすという対策が十分見えないというのが一つです。

それから、特に先ほど配管の話もごさいますけど、ケーブルトレイがあって、配管も残っているのです、今の対策で本当にその部分がきちんと凍るかというのは非常に心配でありますので、これらの使っていない設備であれば、非常に施工上難しさはあると思うのですが、邪魔になっているトレイを取り除くとか、小さな配管であれば潰して脇に寄せるとか、何かできる対策はないのでしょうかということが二つ目です。

それから、もう一つ、水の流れの影響があるというのであれば、先ほど先生からも出て



いましたけど、スケジュールでは間詰め材をするというのが、22ページですか、間詰め材の投入というのが、STEP IIで、実施が遅いのですけども、もし流れを止めることの効果が非常にあるというなら、これの順序を逆にして、先に実施するとか、そういうことも検討すべきじゃないかと思うのですけども、いかがでしょうか。

○更田委員 一つ目、二つ目の点について、まずこちらの立場もあります、スタンスがあるので、まずちょっとお答えしますけど、3ページをもう1回見せてください。確かに高坂さんのおっしゃるように、抜本的な、がちんがちんに凍らせるとなると、まず構造的に可能であったら、ここに凍結管をもっと密に打つ。フィンを立てるというのは、フィンを立てても、フィンが氷で埋まっちゃったら同じことなので、あまり効果が見込めるとは思えないのですけども、凍結管の間隔を非常に細かくする。

それから、繰り返しになりますけど、立坑部にも、立坑部の底までとは言わないまでも、これの倍ぐらいの長さで隣にいっぱい打ってやればということなのですが。これは。私たちが東京電力から受けている説明から言うと、上部の構造上持たないと。抜本策でこちら辺のものをどかせてやって、それからもうケーブルトレイだって、ある意味、水に突っ込んで何か切りに行くだの何だのと対策はあるだろうとは思いますが、それは作業環境から考えて、とてもできないと。

じゃあ、私たちがここでしなきゃならない判断というのは、十分、例えば1年待ちますから、こちら辺のところを、上部構造を強化して、凍結管を密に打てるように工事をしてくださいという判断をするか、とりあえず氷を突っ込んで、凍ってくればという判断をするかで、今のところ、私たちは後者の判断をとっているところです。

なぜ凍結管を密にできないか、あるいは、立坑部がいかに難しいかというのは、まだちょっと聞いていなかったもので、その点については、東京電力から説明をしてもらいます。3番目の点も含めて、東京電力から回答してください。

○伊藤（大）（東電） お答えさせていただきます。まず、3ページの図、B-B断面のほうを御覧ください。この立坑部並びにペントハウス部に凍結管を増やそうといたしますと、まずその上にあるケーブルダクト、配管ダクトの重みが、この10mから約5m分の重みがかかっておりますので、この荷重を支える、躯体として支えなければいけませんので、あまり孔をあけると躯体上が持たなくなるということで、なかなか孔があけづらいということ。及びこのケーブルダクト、配管ダクト、この中のものを除去するなりをしてから作業をしなきゃいけないので、作業に相当の時間がかかるということから、新たな凍結管を削孔して

つけるということは短期間ではできないということから、既にある孔をいかに有効に利用するかということを考えました。

その結果として、21ページを御覧ください。可能な限り、凍結管の本数を増やす。解析で得られたできる限り凍結管の間隔を40cmにしたいと。二つのことを考えまして、断面図の赤丸のついてますS1、S3、S4、S2を凍結管に変えることによって、隣との間隔が、凍っていないところの間隔が40cmになりますので、まず40cmのことはこれで達成できるかなと思いました。

次の御質問のところでございますが、トレイにつきましては、我々、今、地上の10m盤から地下5mより低いところにあるトレンチに手を出せる手段としては、ドリリングによる孔あけということしか今のところはありませんので、まずテーブルトレイの上からドリルで孔をあけて。多分、孔をあけている姿は、直接目視はしていませんけども、鉄板をカッターで、コンクリートを切るようなカッターであけるわけですから、バリが出たり、何か随分変な格好にあいていると思うのですが、そういったようなものを、今のところ、どかすという手段はないので、そこにリングといいますか、スリーブをかませて、そのスリーブでパッカーが破れないように対策をして、下にパッカーをおろすというところまでは、今、考えております。

3番目の御質問でございますが、水の流れの影響を考えるならば、先に詰め物をしないかということでございますけども、先に詰め物をしてしまいますと、それが中で固まってしまうと、それ以後の別の対策がとりづらくなってしまいますので、まずは凍結能力を上げることによって、まず凍らせられることにチャレンジをし、それでも凍らないか、また、間が詰まってきても、まだ残りがあるかというようなところを詰め物で詰めるというやり方を考えました。

以上でございます。

○高坂専門員 理解いたしました。それでは流れの影響についてはタービン建屋の滞留水の排水のくみ上げとか、移送とかこの期間は控えるとか、そういう運転調整をするということですか。

○伊藤(大)(東電) お答えいたします。今、何もしないと地下水がタービン建屋の中に流入してきますので、水位は上昇しております。これを地下水位と建屋の滞留水の水位が逆転しないように、定期的にポンプでくみ出して汚染水処理をしているということをやっておりますので、タービン建屋と立坑の水位、ほぼイコールでございますが、水位として

は、上昇、下降を数日間のピッチで、今、繰り返している状況でございます。

その水位変動をできるだけ抑えるべく、水位が上がった時点から下げるときにポンプの台数を少なくしたり、送り先を遠くしたりすることによって圧損を調整しまして、できるだけ移送スピードを抑えて、対流水の流れを少しでも抑えるという運転をしたいと思いません。

以上です。

○更田委員 角山先生。

○角山特別顧問 先ほど来の議論で、凍るようにいろいろ、結局、冷却や何かをやるということですが、確かに私も川崎の実験を見ていて、あまり論理的というよりは、凍らないと、そこにさらにパッカーを入れたり、冷却管、外回りも入れたりとか、そういうアプローチをやっているなというのが正直な印象だったので、やはり同じようなことが起こっているかなと思っているのですが。

今、例えば40cmという数字のお話が出たのですが、その信頼度を考えるのに簡易評価でおやりになっていますが、CFDでもある程度相変化の評価ができると思うのですが、そういうことで、要するに、ヘトロな環境をどの程度対応できていけそうか、そういう評価はなさっているのでしょうか。

○渡邊（東電） お答えします。CFDということですが、今、凍結現象をシミュレーションするモデルは検討中です。ただ、何分これをやるにも、かなり計算時間も要しますので、まずはそれ以前のこういった手計算的評価で、まず検討しているという状況です。

○角山特別顧問 まずということですが、もともとCFDぐらいの相変化の準備はしておくべきだったのではないかなという、川崎で実験を始めたときから考えると、その準備をしておくべきだったかなと私は思うのです。御返事いただかなくても結構ですが、そういう点では時間をロスしたかなと思うのです。

○山本教授 ちょっと細かい話ではなくて、今回のような、何というのですか、手戻りをできるだけ少なくするためにという観点からの質問とコメントでもよろしいでしょうか。

東京電力に1点伺いたいのは、今回のこの問題に関しては、いわゆる冷凍という、ちょっと特殊な分野に関する知識が多分相当必要だったと思うのですが、そういう観点から、その方面の方のアドバイスをどういう形で聞いて、どういう形で取り入れたのかというのは、もう一度教えていただけますか。

○石川（東電） 今現在、凍結という位置づけで行きますと、プロフェッショナルという

か、そういうようなオーソリティーのメンバーにつきまして、なかなか社内でもいないのが実情でございます。いろんなアイデアの中でこういう凍結ということが生まれまして、先ほどのB-B断面でも見ていただければあれなのですけども、立坑のすぐ直近で壁をつくらなきゃいけないということで、あそこに矢板とかそういうのが打てないということで、凍結ということで。我々の社内の中のダムであるとか、その地下工事をやるメンバーのアドバイス、それと施工会社、コンサルタント、そういうようなところのアドバイスを受けながら実施してきたというのが実情でございます。

○山本教授 どうもありがとうございました。ここから先は規制庁のほうにお願いしたいことなのですが、この福島第一に関しては、いわゆる我々が従来思っている、いわゆる原子力安全の中核の技術じゃないところで結構、重要な話がいろいろあって、どうもそのところで、今回のような手戻りが結構発生しているという、そういう印象を持っています。

そういう意味では、ちょっと審査のあり方を少しシステムティックに、新しい視点を加味したほうがいいかなと思うところがありまして。例えば、先ほどの東京電力のお答えでは、いわゆる世間全般で見ると、冷凍の専門家というのはそれなりにいると思うのですけれども、特にそういうアドバイスは聞かれていないということでしたし、多分、規制庁のほうでもそういう意見は聞いていなかったのじゃないかなというふうに思います。

先ほど申しましたように、我々が持っている原子力安全の中核以外のところで、やはりどうしてもカバーできないところがあると思いますし、この福島第一の案件に関しては、非常に広い知識が必要だというふうにずっと言われているのですけれども、やっぱりそれがあまりうまく結集できていないという、いまだにそういう印象です。したがって、今回のようなことをできるだけ防ぐために、そのある特殊な分野に関して工事なりなんなりするときは、やはりそちらの方面の専門家の御意見を伺うような仕組みをつくっておく必要があるのじゃないかなというふうに思います。御検討いただければと思います。

○更田委員 誠におっしゃるとおりで、スポット的にその分野の方をというのは考えてはいますけれども、ただ、この海水配管トレンチの中の滞留水を凍結させるといった分野の専門家というのと、いわゆる冷凍・凍結の専門家というものは重なるものではないので、そもそもぴったりの専門家というのは、基本的には伝熱や流動の専門家がということで、基本的にはここにおられるメンバーと、言葉は悪いですけど、似たりよったりになるのじゃないかなというところもあります。ぴたっとした専門という。

それから、汚染水対策に関しては、汚染水処理も含めて、これは資源エネルギー庁のほうで細かくワーキンググループ等を編成して、汚染水処理であるとか、凍土壁等々に関しても専門家の方を集めて、いわゆる計画を進める側の検討というのは、資源エネルギー庁事務局のもとで進められていて、そこはそこで、適宜ふさわしい専門家の方が参加をしておられる。

規制する側としては、これはやはり実施計画全体ということで、ある種、ゼネラルな集まりがこの監視・評価検討会ですが。ただ、凍土壁の検討のときには、4名ほど地盤関係の専門家にも加わっていただきましたけども、今後とも——実を言うと、冷凍の専門家はいないかと、凍結の専門家はいないかというのを探しましたのですけれども、スケールが全然違って、これだけ大きなスケールのところを凍結させるというのは、なかなかぴったり専門家がいるというわけではないので。御趣旨は誠にごもっともだと思いますので、そういうふうに努めたいと思います。なかなか実現できない部分があるのは御理解いただければと思います。

橘高先生、どうぞ。

○橘高教授 ちょっと関連しますけれど、この件に関しても、凍土壁に関しても、なかなか技術的に経験がないということで、非常に経験のある蓄積のある、例えばコンクリート系ですとか、そういったものがやはり私は適当ではないかということで、再三申し上げているのですけど。この件に関しても、当初の目的はトレンチを充填するということですよ。

当初の東京電力の計画では、そのようなグラウト材を詰めるということだったと思うのですが、それがいつの間にか、汚染水を除去しなきゃならないということになって、その除去をするためには何か止めないといかんという話になっていると思うのですが、最終的な目的は、この31ページにある、トレンチを充填するということによろしいのですよね。

○更田委員 はい。

○橘高教授 今、汚染水がありますけれど、ここに水中不分離のコンクリートですとか、セメント系のものですとか、充填する技術というのは、もうこれはありますから、当然この配管も埋まりますので。これ、私、前回も申し上げたと思うのですが、その辺の検討もしていただけないですかということは申し上げたのですけど。

これを充填することによって、私はこれは凍結しないと思っているのですけど、立坑に

水があるから。対流が必ずおきますから、10mの高さの水があるので。それを充填していけば、水深も多少下がって、水の対流の高さも減れば、多少、熱の逃げが少なくなるので、凍結はするかなとも思うので。このトレンチ内にある充填材を、水中不分離のものはありますから、充填していくというのは一つの方法だと思うのです。立坑、今、四つぐらいあるのですけど、一つぐらいそういうことをやってもいいかなというのは非常に感じていました。

それ、前日も私申し上げたと思うのですが、その辺の検討はされているかどうかというのを再度。

○石川（東電） お答えします。橘高先生の前回の御発言もありますが、その前から、今現在、フライアッシュとセメント、それから流動化の数十m水中でもセルフベリングできるような材料につきましては、今現在、開発してございます。三、四十mは今現在行くのですが、今現在、立坑同士が70mというような距離がございますので、その部分について、70m分動くかというようなところの実証実験を今後詰めていきたいというふうに思っております。

○橘高教授 ということは、それをある程度、実証実験を進めるという形でこの計画の中に入っていると。

○石川（東電） もともとが立坑とかに配管なりがありまして、コンクリートとかで打設するというような、当初、そういうような計画もありましたが、1回コンクリートを打設してしまって、そこでコンクリートが固まってしまうと、次のステップで失敗が許されないので、今現在は凍結。その中で、入れる材料とすると、その配管なりがたくさんございますので、それに密着する、充填をする材料を今開発していると、そういうような状況でございます。

○橘高教授 いずれにしても、この汚染水を取り除いたとしても、結局、充填はするわけですね、最終的には。するのですか。

○石川（東電） そのとおりです。

○橘高教授 ということは、同じことかなと思うのですが、私、汚染水があっても十分充填できる技術はあると思います。同じことですからね。というふうな気もするのですけどね。

○更田委員 汚染水ごと傾いてしまうということをしたくないというのも、一つの、タービン建屋との間の流通のある状況でしたくないという……。

○橘高教授 水中不分離というのは下から固まってきますから、汚染水とは全くこれは混ざりませんので、その辺は全然心配する必要はないです。

○更田委員 大丈夫ですか。

○橘高教授 はい。非常に粘性が高いですから。表面張力もあるので、混ざるとはまず、ゼロとは言いませんけれど。

○更田委員 ただ、水平部が長いというところはちょっと難しいと思います。

○橘高教授 それが70mって、ちょっと問題かもしれないですけどね。

○更田委員 姉川さん。

○姉川（東電） 山本先生の御指摘と、今の橘高先生のことについて、お答えしたいと思うのですが。山本先生の御指摘は、福島第一を預かる者として大変責任を感じているところであります。御存じのように、初めての作業がある、初めの知見に対して取り組まなければいけないという状況はありますけれど、それをこの3年間の反省を含めて、4月からいろんな知見を持った人間を集めたプロジェクトチームというのをつくって、それぞれの課題に取り組んでいるわけです。

トレンチは、先生方の意見も伺っていると、ちょっとそれぞれで異なっているのかなということを感じて、土木系で行くべきだとか、熱流動で行くべきだという具合に。これは我々としては、両方の人間を十分に投入して、もう少しスピードアップするべきだったということは、山本先生の御指摘どおりですので、今後、複数の知見を同時にしなきゃいけないときには、マネジメントをやる立場の者として、それは改善するように努めます。

ただ、今、凍結かグラウトのようなものかということなのですが、もちろん最終的には、凍らなかった場合のことも考えなければいけないので、フォールバックというか、コンテインジェンシープランとして、プランB、プランCはあるわけで、そのことを考えていないわけではありません。ただ、このトレンチの中の汚染水は、タービン建屋よりも高濃度になっております。取り扱いには注意しなければいけない。ここを抜くことが第一段階目のリスクを大きく下げるのに寄与すると思っておりますが、そのためにこの水をとっちらかしてしまうようなことがあってはならないと思っておりますので、少し手間はかかりますが、完全に壁を築いて、水を抜いて、確実にそこを封じてしまうと、詰め物をしてしまうという手段がとれば、これに勝る封止の方法はないと思っておりますので、それに期待しているわけです。

土木系、熱・水理系はあるのですが、これは別に言い訳をしているわけじゃないの

ですけど、現場の作業の環境というのがありますので、このところは、単に熱屋を持ってくれば、いいアイデアが出るというわけでもないです。こうしたいと思っていることが全部可能になるわけではないです。

そういうこともある中で、角山先生がおっしゃられましたけど、もっと前にわかるべきだったじゃないかと。ただ、これも実際、中に流量計を挿し込んでみて、どれぐらいの水の行き来があるかというのをはかってみないことには、壁と配管の間は別にざる抜けになっているわけではありませんで、そのギャップがどれぐらいで、どれぐらいの水位変動で流れているのかと見ないことには、これが凍結に対してどれぐらいのインパクトを持つかというのはわからないわけです。

そういう意味では、一つ一つ測定して、前進していつているのだと思います。スピードが遅いことについては、上げて、東京電力のマネジメントのほうで適切なリソースを適切なタイミングで十分に投入していくということが少し遅きに失しておりますので、私のほうで改めたいと思います。

○更田委員 次の件も、もう一つ、議題があるので、そろそろこの件に関してはと思うのですが、22ページ、ちょっとまとめですが、この計画、なるべく方針が固まった以上は早く進めてほしいというところですが、気になるのは追加パッカーの設置。これ、断面で見えているところの紙面で言うと、右の下のほうのところ、追加パッカーですけど、これが比較的にかかかってしまって、お盆ごろに切削、孔をあけて内部確認ということなのですが、これはほかの作業との取り合いで、この時期になっているのじゃないかと思われるのですが、これは前倒しできないものなのですか。

○姉川（東電） これは私からお答えします。これ、私が遅らせました。それは、これ、止水すればいいだけの話ではなくて、水を抜いた後に壁が持ちこたえてもらわないと困ります。このパッカー、最初のパッカーとは違う構造で、中に凍結管は入っていません。要するに、土のうを積み上げましたというだけの状態になります。めでたく凍って水を抜き始めて、それがどれぐらいの時間、凍結したまま持ってくれるかという状態のときに、一つの弱みになると思っていますので、これをなくして、氷柱で固まってしまうと、そちらのほうが確実性は高いと思っていますので、ステップワイズに進むべきだという観点で、ここを最初から投入するのは少し慎重にやろうという考えでございます。

○更田委員 そうであれば、今日の最初の説明が、そういう説明であってほしかった。この部分はなかなか凍らないので、凍結ではないけど、追加パッカーを置きますという説



明をして、これは何で遅いのだと言われると、できればこれなしで凍らせたいのですという  
と、議論の効率が悪いので、頭からそういう説明にしてもらいたい。

凍結パッカーではないというところなので、基本的にそれは姉川さんの言うとおりでろ  
うとは思いますが。土のうを詰めたのと変わらないから。そうすると、様子を見るべきマイ  
ルストーンはどこでやってくるかというところ、この躯体の外側というのは、ある意味、二  
次的な対策なので、どこかで効果があるのが見られるかというところ、測温管を凍結管に変更、  
それから氷を入れる、ドライアイスを入れるというところで、やはりこの辺りに1回、様子  
が見られるだろうということ。御迷惑でしょうけど、お盆の真最中か、お盆の直後辺り  
にもう一回、この場で確認をしたいと思います。ちょうどお盆明けぐらいにやろうと思  
います。

ほかに、この点、特にありますでしょうか。

阿部先生。

○阿部教授 これから施工する凍結管、3号機とかのところ、意見を言わせていただきたい  
のですが。凍結管の設置が、今、現状でされているものは四角格子状に設置されていま  
すね。そのため大きなすき間ができてしまっていて、その中に測温管を入れたりとい  
うことをしているのですが、(これでは効率が低い。)ところが、3号機のほうの施工の状  
況というところか、計画なのか、ちょっとわかりませんが、30ページの絵を見ている  
と、相当なすき間があいてしまっていて、こういうところで凍結効率が下がってしま  
う可能性があるというふうに思います。

そういう意味では、機械工学的に言えば三角格子、細密に充填——並べるとい  
う意味ですけれども、三角格子で並べていく工夫をしていただいで、できるだけ効  
率をかせいでいただくということをしていただけたらと思います。

それから、あともう1点、意見がありまして、先ほどの検討の中で見ていると、前  
回もコメントがあったところですが、冷媒の温度差、入口温度と出口温度の温度差  
がわずかしかなくて、7ページを見ていると、大体1℃ぐらいしかありません。こ  
れは、結局、冷凍機そのものがほとんど水に対して仕事をしていないのではない  
かというふうに思ってしまうわけで、そういう意味で、何が原因なのかとい  
うことを少し考えてみると、パッカーのほうに問題がありそうな気がします。  
多分パッカーと充填材との間できちんとした熱伝達できていないということ  
です。

パッカーはセメントベントナイトということですが、この中に、例えばこれが

ちりと固まったコンクリートなのであればうまくいかないかもしれないけれど、逆の発想で、粒状のものをに入れてしまう。つまり、土でいいわけですけど、土のうの形にしてしまって、その土のうのすき間に水がしみ込むようにして、これを凍らせれば、冷凍効率はさらに上がるのじゃないかなと思うのです。

これまで、パッカーが、ほとんどブラックボックスのように説明されていなかったのですけれども、工夫をお願いしたいと思います。

○石川（東電） 3号機等につきましては、その配置、それからパッカーの材料、凍結管のそういうようなものにつきましては、今の御指摘のとおり、また、検討させていただきたいと思います。

○更田委員 あとは、今、立坑のほうのタービン建屋側のほうの話をしていましたけども、ほかの部分に関しても。これ、ほかの部分も凍結管をより稠密に打てるところもあるだろうし、同様の理由で打てないところもあるだろうし、それから、3列、4列と増やせるところもあるだろうし、増やせないところもあるでしょうけど。前回も申し上げましたけども、今はとにかくこの2号機、立坑へのところの水位を見て、それでほかのところを考えていくということになると思います。

それでは、以上で、海水配管トレンチの建屋の接続部止水工事の進捗について、改めて申し上げますけども、これについてはお盆明けにでも、また確認をしていくこととなります。

二つ目が、ダストの飛散があった事例に対して、その後、抑制対策等々について説明をしてもらいます。

それでは、東京電力から。

○中村（東電） 福島第一廃炉推進カンパニーの中村でございます。

資料2で御説明いたします。こちらは昨年8月に免震重要棟の前でダスト濃度上昇という事象がございました。これを踏まえまして、現在、計画しております1号機の建屋カバーの解体・ガレキ撤去時のダスト飛散抑制対策、それから放射性物質濃度の監視についてまとめましたので、御説明いたします。

1ページは目次になっておりまして、前半は昨年の事象、それから後半のほうで、それを踏まえた対策を御説明いたします。

3ページを御覧ください。こちら、昨年8月12日に発生しました状況を示してございます。こちら、昨年8月12日の12時半頃、免震重要棟前に設置してございます連続ダストモニタで、

高高の警報が発生してございます。その後、13時頃、構内一斉放送をかけまして、マスク着用の指示、それから、この時点で免震重要棟の前にミスト噴霧装置というのがございました。真夏でしたので、涼をとるためということでミストを噴霧していたというものですけれども、こちらが原因ではないかというような疑いもありましたので、水道水の使用の禁止ですとか、ミストの使用の停止などを行ってございます。それと並行しまして、右上にございますが、13時8分頃、免震重要棟発のバスに乗車していた社員、協力企業の方のうち10名が身体汚染を確認されてございます。こちらの方々につきましては、除染の後、退域しまして、WBCを受検して、内部被ばくの影響がないということを確認してございます。

ここで、その下に水の分析結果がございまして、疑わしいと思われましたミスト発生装置等ですけれども、結果的には、ガンマ、全ベータともにNDでした。ちなみに、免震棟前のダストサンプリング結果は、左下にございますように、Cs-134で $10^{-7}$ オーダー、137で $10^{-6}$ オーダーという値が検出されてございます。それで、前後しますが、夕方の時点でマスク着用の指示を解除して、水道水の使用禁止も解除してございます。この時点では原因が特定できていなかったというのが実際のところでございます。

続きまして、4ページに、19日に同様の事象が発生していますので、こちらを御説明します。19日の10時頃、やはりこちらにも免震重要棟前の連続ダストモニタで、最初、高警報、その後、高高警報を発報してございます。この時点でマスク着用の指示を実施してございます。並行しまして、右側にございますように、10時20分頃、同じくバスに乗車した協力企業の方3名のうち2名が身体汚染を確認されてございます。こちらの方についても、WBCの結果、被ばくの影響はないということを確認してございます。それから、免震棟前のダストサンプリング結果ですが、左下にございますように、Cs-134、137ともに、 $10^{-4}$ Bq/cm<sup>3</sup>オーダーの値が検出されてございます。

この原因につきまして、その後、構内で行っている作業ですとか、他の原因はないかということ进行调查しました結果、12日並びに19日に免震重要棟の風上、ちょうど南東、南南東方向で実施されていまして、ダストを舞い上がらせる可能性のある作業としまして、「3号機の原子炉建屋上部ガレキ撤去作業」だろうということをご抽出してございます。こちらの作業につきましては、8月20日以降、中断いたしました。

続きまして、5ページでございまして、3号機のオペフロ上のガレキ撤去を行っていたのですが、この12日、19日に何をやっていたかというものをこちらでお示ししてございます。両方の絵がオペレーティングフロアの平面図でございまして、左側にグレーの箱の口の字の

ものと、日にちが書いてございますが、こちら、オペフロの上に天井クレーンガーダが落ちていまして、こちらを切断して撤去するという作業を行ってございました。それで、①～⑤の各部位について、7月30日ですとか、8月12日にこの撤去を行ってございました。8月12日は、ちょうどウェルカバーの海側の部分の③、⑤というガーダを撤去している作業でございました。

それから、右側でございますが、13日以降、右側にありますこの緑の斜線をしているところですが、この部分について、A～Fまでございますけれども、ガレキの集積・撤去というのを行ってございまして、8月19日にはちょうどウェルカバーの海側の部分、こちらのガレキの集積・撤去を行っていたというものでございます。

こちらにつきましては、飛散抑制剤を作業の着手前に散布はしておったのですけれども、それからその下にちょうどクレーンガーダがありまして、その下に隠れている部分というのが、8月12日の時点で露出されたと。それから、8月19日の時点でも、その辺りのガレキの撤去をしていたということもございまして、この辺りの部分に高濃度の粉じんなどが混じっていて、飛散した結果、先ほど申し上げたようなダストモニタが上昇するというような事象が発生したというふうに判断してございます。

続きまして、6ページでございます。こちらは今の事象を踏まえまして、対応しました再発防止対策でございます。まず飛散防止剤の散布方法を見直すということで、2点ございます。1点目は、作業の開始前ということで、あるエリアに作業に入るぞというときには、その開始段階だけに飛散防止剤を散布しておったのですけれども、以降は、毎日、作業の開始前並びに作業終了後にガレキ撤去作業をする範囲に飛散防止剤を散布すると。それとあわせて、天井クレーンのガーダの下にも、まだ風雨にさらされていないというような状態もあったということもありますので、そこについても飛散防止剤を散布するという方法に変更いたしました。

それから、飛散防止剤の散布濃度も、従前は飛散防止剤を100倍に薄めて使っていたのですけれども、これについては10倍に希釈するというので、濃い目に変えたということでございます。これ以降、ダストモニタの警報は発報していないということで、具体的には、7ページのグラフを御覧ください。

こちら、横軸が日付になっていまして、10月6日～10月20日、縦軸がモニタ指示値で、紺の線がモニタ指示値を示してございます。こちらの図の中に、スパイク状のピークが出ているのですけれども、これについては、右上にちょっと解説を載せておりますけれども、

連続ダストモニタは2時間ごとに20分間、バックグラウンドを測定し、その後、バックグラウンドの測定終了から計数を開始すると。ただ、その約10分間の間は集じん量が少ないこともありまして、こういったスパイク状のピークが発生するというような特性がございます。これについては機械的な特徴ということで、本質的な問題ではないというふうに判断しまして、警報判定には使用していないというものでございます。

ですので、こちらのグラフで御覧いただきたいのは、下のほう、 $1.0 \times 10^{-5}$ のちょっと上の辺りにありますけれども、棒グラフが連なっている部分、この辺りを御覧いただければと思います。それから、オペフロ上のガレキ撤去作業は、8月20日に中断した後、クレーンの故障等もありまして、作業を再開したのが10月8日になってございます。それから11日までの4日間ほどで大物ガレキ撤去作業は終了してございます。その間を含めまして、その前後と比較しましても、下の棒グラフのところが大きく変動していないという辺りが御確認いただけるかと思えます。

続きまして、8ページでございます。先ほどの8月の事象以降、構内の放射性物質濃度の監視体制の強化ということで、3号機のオペフロ上並びに3号機の近傍であります1、2号機の法面の部分にダストモニタを設置してございます。

続きまして、9ページでございます。こちら、「毎月発表しております追加的放出量」と、それから今回の「3号機ダスト上昇を考慮した推定値」について整理したものでございます。毎月実施しております追加的放出量は、昨年8月は、1号、2号、3号がこういった数字で、これの合計値が0.04億Bq/時、この数値の変動等を考慮しまして、合計では0.1億Bq/時と評価してございます。これによります年間の被ばく量は0.03mSv/年と評価してございます。

続きまして、10ページでございます。こちらが「3号機ダスト上昇を考慮した推定値」でございます。ここでは、免震重要棟の前でダスト濃度が上昇したということで、その数字を用いまして、このときの放出率としまして、2,800億Bq/時という数字を仮定してございます。これがダストモニタのデータを見まして、4時間程度の放出が続いたと。これによりますと、毎月公表しています0.1億Bq/時が31日×24時間で744時間ですけれどもこれを掛けたものよりも、2,800億Bq/時が4時間通じて放出していたというほうが、数字のほうが大きいというような結果になります。

この毎月の追加的放出量につきましては、年間の被ばく評価に用いておりますので、こうしたような一時的に発生した事象に対しましては、個別に評価を行って、今後、報告していきたいと考えてございます。

なお、今後につきましては、毎月実施しています追加的放出量を評価するに当たりましては、敷地内に設置してありますダストモニタでデータに変化がないかを確認しますとともに、ダストモニタの設置台数を増加することを検討してございます。

続きまして、11ページでございます。こちらが敷地境界線量への影響ということで、8月19日にモニタリングポストNo.2、こちらは風下になりますけれども、こちらがどういうデータであったかというトレンドを示しましたのが左下の図でございます。ちょうど8月19日の10時頃、左下の図の拡大が右下にございますけれども、5,250nG/hから5,300弱ぐらいまで、ぴゅっと上がっているというような傾向が見られました。ここでは、その差としまして50nG/h程度でございますけれども、これが4時間継続したとしまして、200nG/hということで、毎月実施しております追加的放出量による被ばくに対して、有意な数値ではないというふうに考えてございます。

続きまして、12ページ以降、ただいまの事象を踏まえまして1号機の計画について御説明します。

13ページは、昨年夏に公表しております廃炉に向けた中長期ロードマップの1号機の計画でございます。現状、プラン①、②、③のいずれにするかという検討をしておりますけれども、いずれにつきましても、建屋カバーを解体してガレキ撤去が必要であるというふうに考えてございます。そうすることによって、早期にプール燃料を取り出していくと。その後、燃料デブリの取り出しにつなげていきたいと考えているところでございます。

続きまして、14ページでございます。こちらが現状と、それからその後の写真、それからカバーをかける前に撮った写真を示してございます。カバーにつきましては、2011年の10月に放射性物質の飛散抑制を目的として設置したものでございますが、中のガレキ等は手を触れてございませんので、このようなガレキが現状も堆積していると考えてございます。

それから、こちらにつきましては、屋根スラブが全体的にそのままの形で下のほうに落ちているのではないかというふうに考えていまして、オペフロの上、クレーンやFHMがありますけれども、その上を覆うような形で屋根スラブが落下しているというふうに考えてございます。こちらに対しまして、ガレキ撤去作業時にどういった対策をとるかというものを示しましたのが15ページ以降でございます。

15ページには、3号機の縦軸になっていますが、事象の発生前、事象の発生後、それから1号機でどういった対策をとるかというものを比較してございます。この赤い部分につつま

しては、今回、新たに1号機でとろうとしている対策でございます。

こちらの具体的な内容につきまして、16ページ以降、御説明いたします。まず、16ページでございますけれども、ガレキ撤去作業範囲での対策としまして、1号機の欄を御覧ください。作業開始前につきましては、まずその当日、この辺りを作業するぞという辺りにつきまして、飛散防止剤を散布するというを行うと。さらに、圧砕ですとか、あるいは破断等、切断等、ダスト等が舞い上がる可能性が高い部分につきましては、さらに作業の直前にも飛散防止剤をまいてやると。それから、作業中にも水をまくのとあわせて、局所排風機で粉じん等を吸引するというようなことを考えてございます。こちらは町場でよくビルの解体工事などで水をまきながらやっていますけれども、それと同様な考え方で、水をまきながら作業を行うということを現在検討してございます。それから、作業終了後につきましても、飛散防止剤を散布した上で終了するという対策を考えてございます。

続きまして、17ページでございます。こちらは、そのガレキ撤去作業の範囲以外、オペフロ全体に対する対策というもので、ここでも幾つかの対策を考えてございます。まず1点目が、飛散防止剤ということで、こちらにつきましても、作業エリア以外のところについても飛散防止剤を散布してやると。月に1回程度、散布してやろうということを考えてございます。こちらにつきましては、一度散布しますと、1カ月程度、固着性があるということを確認してございます。

それから、風の流入を抑制するために、オペフロ周辺に防風シートを設置する。それから、建屋の中の縦方向の風の流れなどを抑制するために、3階の機器ハッチの開口部に、バルーンと申しまして、風船状の素材を使いまして閉塞を行っております。

それから、作業時の散水だけではなくて、緊急時、あるいは一日、あるいは数日に一度程度、間欠的に散水するような設備の設置を計画しているところでございます。

続きまして、18ページでございます。こちらが監視体制ということで、昨年の3号機の事象以降、構内ダストモニタを1カ所増やしましたのと、あと今回、1号で行いますので、1号のオペフロの上にダストモニタを設置すると。それから、1号の北側の旧厚生棟の前、こちらにもダストモニタを設置すると。こういったもので監視をしていきたいというふうに考えてございます。

それで、その実際の監視の運用につきましては、19ページでございます。作業を開始しまして、先ほど18ページで示しましたオペフロ、あるいは原子炉建屋近傍のダストモニタ、あるいは構内ダストモニタ、あるいは周辺のモニタリングポスト、こういったものの警報

があるかないかということを確認していくと。そして、もしこちらで警報があった場合には、作業を中断して、飛散防止剤の散布にまず取りかかるということ。

それから、モニタリングポストの数値の上昇、あるいは構内ダストモニタの警報が発報した場合には、通報区分に従いまして、関係箇所にお知らせするという対策をとっていきたいと考えてございます。飛散防止剤をまいた後は、これはもうまき続けるということの基本として考えてございます。

なお、ここで得られた情報ですとか、作業の進捗などにつきましては、現在も自治体の皆様等から情報を開示してほしいというような御意見もいただいておりますので、ホームページ等を活用しまして、情報発信する方向で検討をしているところでございます。

20ページ以降、参考ですが、ちょっと簡単に御紹介させていただければと思います。

20ページからが、飛散防止剤の効果はどの程度なのかということで、簡単な試験を行ってございます。こちらは風を吹かせたときにどの程度飛ぶかという試験を行ってございまして、右上にありますような筒状のところ、左側に排気ファンがありまして、試験体があって、右のほうに粉じん計があると。ここで、飛散防止剤がある場合、ない場合について、風速を5m～25m/sまで増加させていって、どの程度飛んだかということを確認してございます。

中段が、飛散防止剤散布なしの場合ですと、この場合ですと、風速10mで約2割が飛散すると。風速15m/s以上になると、100%以上飛散するという結果でした。

一方で、飛散防止剤散布の場合には、20m/sまでは飛散が確認されず、25m/sで約0.1%程度の飛散というものが確認されてございます。

それから、21ページでございまして、こちらは屋上の屋根スラブのところにルーフブロックというものが乗ってございまして、これがそのままの形でオペフロの上に落ちていると考えてございます。こちら、固体ですので、これ自体持ち上げる分には粉じんが飛ぶというようなことはないんですが、こちらを切断したり、圧砕したりしますと、粉じんが飛ぶ可能性がありますので、こちらに対して上から鉄球を落として、粉じんがどれぐらい舞い上がるか。それに対して、飛散防止剤がある場合、どの程度の効果があるかということについて簡単に試験を行った結果でございまして、その結果が右下でございまして、飛散防止剤なしの場合に比べて、飛散防止剤あり、②の場合ですが、6,000～200ということで、30分の1程度の抑制効果があるということを確認してございます。

今申し上げています飛散防止剤と申しますのが、今考えていますのは、水性塗料などで



用いられています有機系の溶剤を考えてございます。こちらはアスベストの飛散対策などに用いられている一般的な材料でございます。

続きまして、22ページでございます。ダストが舞い上がったときに緊急散水を行う、あるいは作業中、常時散水を行うということを申しましたけれども、その散水による効果がどれぐらいなのかという試験を行った結果がこちらでございます。ここでは、左下にありますような3.6m×3.5m×1.8mの部屋をつくりまして、この中にルーフブロックを砕いたもの、それから砂などの粉じんを拡散させて、そこにミストを噴射したときに、どの程度、粉じんの濃度が変わるのかという測定をしてございます。その結果が中段でございます、ルーフブロックの微粉の場合には、散布前ですと49mg/m<sup>3</sup>ということで、もともとに対して散布後は0.44ということ。下がそれぞれ書いてありますが、全体的には100分の1～200分の1、300分の1程度に抑制できるという効果を確認してございます。

それから、最後になりますけれども、23ページ以降、ガレキ撤去に先立ちまして、建屋カバーの解体を計画してございます。建屋カバーの解体に当たりまして、24、25ページに示してございますように、飛散防止剤の散布、それからオペフロに流入する風量の低減、それからガレキ・ダストの吸引、それと散水設備の設置を現在計画して準備を進めているところでございます。

26ページには、飛散防止剤の散布というのをもう少し具体的に示したイメージがございませけれども、各ステップ、屋根パネルをまず外す前に散布してあげる。それから屋根パネルを1枚外したら散布すると、そういったステップ・バイ・ステップで慎重に作業を進めていきたいと考えてございます。

説明は以上でございます。

○更田委員 昨年8月のダストの状況、ダスト発生の状況と、それに対して対策、今後、作業を行うのは1号機ということで、観測の状況等は18ページ、1号機で行うので、ダストモニタがこの近傍3カ所で囲んでいて、構内がこれで囲んでいて、あとはモニタリングポストと。ただ、これ、海側はわからないということですね。

それから、対策に関しては説明がありましたけど、飛散防止剤、それから噴霧等々をやると。言い換えると、これはむしろ過去の作業のときに、飛散防止剤は作業前にまいてはいたものの、もっと細やかな対策が必要であったということであろうと思います。

これから1号機での作業を進めるに当たってですけれども、御質問、御意見があれば、追加の対策等があれば。

渡邊先生、どうぞ。

○渡邊教授 まず、ちょっと御質問をしたいのですが、今日、御報告をいただいた3ページ～4ページに関わって、8月12日、19日の作業が書かれています。それで、その理由として、5ページにガレキ撤去の手順が書いてありますけれども、その12日、19日で、特別実は何かたくさん出るという、そのガレキ撤去って、1回、ずっと行われているわけですが、18、19でこういう出たという、ここのその作業は一体何なのかということ、ちょっともう一度、御説明いただけませんか。

○中村（東電） お答えいたします。こちらのまず12日でございますけれども、5ページの左側の図にございますように、グレーの部分が天井クレーンのガードでございます。これの切断と撤去というのを7月30日以降行っておりまして、8月12日には、ちょうどこの③、それから⑤というものを切断して撤去するという作業を行ってございました。

それで、もともとその3号機が震災後から上がつつうの状態でしたので、風雨にさらされていたりとか、それから飛散防止剤をまいていたりということもありまして、周辺のところは、それによって固着したり飛んだりしていたのかと思っているんですけども、ちょうどこのクレーンガードの下に隠れていた部分については、このクレーンガードを撤去することによって露出したと考えてございまして、その下に何か高濃度のものがあつたのではないかというふうに推定してございます。

○渡邊教授 すみません、中身までよくわからなかったのですが、ただ、私、2点。一つは、今回問題になっている飛散というのは、敷地境界ではかれるようなものではないのではないか。これは粒径の問題と、それから排出温度の問題で、実は、少なくとも今日、東電さんが出してくれた敷地境界で出した線量よりも、福島県なんかではかっているデータのほうが高線量率になっているという。こういう現実を踏まえると、敷地境界だけでやる、そのF1以外の環境汚染の実態を見るというのは無理だというのが、8月19日の実態ではないかというふうに私は思います。

その点から言うと、前にも実はこれ、お話をしたのですが、ガレキ撤去の際には、作業でいろいろ検討するときに、今日の作業がどちらの風向で、どのくらいの風速が吹いているのかということを検討した上で作業というのはできないのでしょうかという話はいたしましたけれども、それがもしできないということで、始まったらもうどんどんやらなきゃいけないのだということであれば、確かに、いわば今回、飛散防止剤をやるというのは効果的なのもかもしれませんけれども、飛散防止剤をやっても、例えばかなり高温の状態ある

いは非常に微細な粒子の場合には、かなり上空に舞います。

今回、私ども、観測している丸森では $6 \times 10^{-10} \text{Bq/m}^3$ ぐらいが出ますので、今日、御報告いただいた敷地境界での値、これ、見ますと、一番濃度が高くて19日のところで、Cs-137ですけど、 $5.8 \times 10^{-4} \text{Bq/m}^3$ ですから $580 \text{Bq/m}^3$ ぐらい出たと。拡散実験をすると、大体大きいときで $10^{-4} \sim 10^{-6}$ ぐらいになりますから、ほぼ1桁、2桁ぐらい、ちょっと少なく出ているという、こういう結果になっています。

ですから、その問題も含めて、もちろん拡散って、御承知のとおり日本の大気状態で2桁や3桁多くなったり小さくなったりすることはあるのですが、この日だけ、実は丸森の観測では、2012年の末から観測が始まって、一番濃度の高い状態が出ているという異常さを持っています。その辺をやっぱり今回のガレキ撤去、もし原因がガレキ撤去にあるのであれば、ガレキ撤去のその作業のやり方ということを中心に相当検討していただきたいというふうに思いますし。

それからモニタリングについても、モニタリングのあり方というのは、本当にその敷地境界だけでいいのかという問題ですね。これは規制庁のほうにもお願いをしたいのですが、規制庁が環境省に入ったということで、環境省の管轄であれば、まさにプロがいっぱいいるような気がするのですね、汚染、排出については。ですから、そういう意味で、これは特定施設なので、敷地境界にかかわらず、環境をちゃんと見るという意味で、周辺でのいわば大気の計測というものを展開してほしいというふうに思います。2点です。

○更田委員 後で渡邊先生がお尋ねになった点について、この監視・評価検討会はプラントでの作業に対する規制に関して御議論いただいていますけども、敷地外でのモニタリングについて、ちょっと山本審議官のほうから説明をします。

○山本審議官 御報告いたしますが、本件に関しましては、既に報道等がありましたように、福島県の南相馬の辺りで米の濃度が基準を少し、 $100 \text{Bq}$ を超えるというような事象が見つかった。これは農林水産省のほうの調査の結果でございます。それで、そういう状況を踏まえて、福島県のほうで、モニタリングに対する強化といったことをいろいろ御検討中でございます。それで、私ども規制庁のほうでは、こういうモニタリングに関します交付金というのを持ってございます。これは県に対する、自治体に対する交付金でございますけども。

この交付金を活用いたしまして、恐らく県内の発電所の近くではないかと思われませんが、ダストサンプリングを新たに設置すると、こういったことの御検討をされておりますので、

それに対して財政面、こういう交付金によりまして支援をさせていただいて、今、渡邊先生がおっしゃいましたような監視体制の強化といったことについても、私どもも支援をしていきたいなというふうに考えているところでございます。

○更田委員 渡邊先生の質問、この点だけではないので、東京電力のほうから回答があれば、どうぞ。

○中村（東電） 1点目の前段の質問につきまして、御指摘のとおりだと思ってございまして、昨年、こういった事象が発生したという事実も踏まえまして、強化、特に入念にやっていきたいと思ってございます。それも、先ほど申し上げましたようなハードの対策だけではなくて、当社の職員、それから実際に工事する工事会社の方々、その辺りまで含めて問題意識を持ってやっていくように、その辺の仕組みづくりも今検討しているところでございます。

○渡邊教授 敷地境界の中でダストエリアをちゃんと設けるといのは大変いいことですし、作業員の被ばくをちゃんと監視をするという意味でも、大変重要なことだというふうに思います。

ただ、先ほど申し上げましたように、例えば周辺に飛散をするという現状を考えると、今のダストサンプリングとか、あるいは、今、移動しながらはかるという地上付近での計測だけではなくて、もうちょっと敷地境界の周辺で高いところで実ははかるということをちょっと考えていただけないだろうか。

要するに、ここから割と比較的、いつも線量評価で使っている拡散式で、着地濃度が敷地境界付近だという場合には、これで済むのですけども、今回の事象というのはそれで済まないということを示している現象ですので、ちょっとその辺のところ。

これ、作業が遅れるとか、どんどんいわば廃炉作業に影響するということを申し上げているわけではないのですが、やっぱり周辺環境という意味からすると、そういうことを敷地境界の高いところで測定をするということをやっていただくと、ある程度、こういう事象に対して、事業者として説明がつくようなことができるのではないかというふうに思いますので、御検討いただきたいというふうに思います。

○白木（東電） 廃炉推進カンパニーの放射線・環境の白木と申します。

従前より、渡邊先生にはそのような御指導をいただいております。今回は、先ほど御説明したように、ダストサンプリングを強化するというを考えておりますので、今、先生からいただいた御意見を踏まえて、どこで、どのようなサンプリングをしたらいい

かということを考えていきたいと思います。ありがとうございます。

○更田委員 高坂さん、どうぞ。

○高坂専門員 今、モニタリングの強化とかいうのは非常に重要なことなので、県のほうでも先ほど話がありましたけど、ダストサンプリングの強化とか、そういうことも検討して、東京電力だけじゃなくて、県側でもきちんと見て行こうとしております。

それで、一つ、現地調査のときも申し上げたのですが、モニタリングとか、ダストをサンプリングしてよく調べるというのは事後の処理なのですよね。そういう意味で、ここに、17ページにありますように、飛散防止対策を十分に、3号機のときよりは強化してやっていただくというのは、最低限やっていただきたいのですけど。

風向きによって、南相馬の米との因果関係は明確になっておりませんが、ダストの舞い上がりとか、広がって影響が出ると困るので、風向きとか、風の強さのことも考慮していただきたい。19ページに流れ図がありますが、オペフロ上で云々でモニタリングの警報が出た場合は、作業を中断するとおっしゃっているのですが、これ以外にも、強風だとか、それから風向きで非常に陸側に影響が出てしまう恐れがある場合には、自主的に作業を停止・抑制するとか、そういうことも考慮していただけないかという話を現地調査のときに申し上げたのですが、その辺はいかがなのでしょう。

○中村（東電） 現地調査のときにも御意見を伺っているのは承知してございます。こちらにつきましても、風の強さにつきましては、クレーンの作業上ということもありますけれども、それだけではなくて、周辺に対する影響も踏まえた上で、しきい値などを考えていきたいというふうに思っているところでございます。

○更田委員 角山先生、どうぞ。

○角山特別顧問 5月かな、福島県として、イリノイの緊急センターを見に行ったのですが、あそこはサイト内も事前に、要するに、スタックの周りをリモートでモニタしていて、やはり福島県としても、敷地境界というのではなくて、今、渡邊先生の御意見があったように、もっと近傍できちっと県民の安全をモニタするという仕組みが必要かなと私は思ったので、ちょっとその点、発言いたしました。

○更田委員 1点、私のほうから質問があるのですが、10ページで、3号機ダスト上昇を考慮した推定値ということで、この「当該事象」という書き方をしていますが、免震重要棟前でダスト濃度が上がったということで、この事象で放出された量というのを2,800(億Bq/時)から4時間で、大体ざっくり1TBqと見積もっているのですが、この評価

って、一体どうこちらは考えたらいいか。

すごく保守的に見て、この値ですと言っているのか、これがベストエスティメイトですと言っているのか、それによってちょっと受け止め方も違ってくるのですが。東京電力としては、どういうつもりでというとあれですけど、どういう意味を持たせてこの数値を示しておられるのか、説明してもらえますか。

○白木（東電） お答えいたします。まず、評価のやり方を簡単に御説明いたしますと、4ページに記載されております、左側の下にあります免震棟前ダストサンプリング結果と、この濃度をまず用いてございます。この濃度に値する濃度が出るように、3号機の、これは非常にここが保守的なところなのでございますが、1点、要するに、ある点から、この放射エネルギーがある1時間当たり一定の数字が出たら、この濃度になるという繰り返し計算をやっているものでございます。

したがって、実態上はガレキの除去とかですから、非常に広い面積から出ているという状況が現実かと思いますので、ここのところはかなり保守的な評価になっているということです。時間についても、これ、免震棟前のダスト濃度の警報が鳴っていた時間を丸めて4時間ということにしておりますので、よく見るとずっと鳴りっ放しということではございませんで、この時間もある一定の保守性があるということを考えています。

今回お出ししたのは、やはり先ほどから各先生方からありましたように、何らかの放出は、やっぱり出ているということに関して、一定の保守的な評価ではありますが、この試算をして、結果を御報告したという位置づけでございます。

○更田委員 わからなくはないのだけれど、「一定の保守性」という言葉で全てを丸め込まれては困って、保守的ならいいということは全くないのですよ、むしろ。保守的だからいいのですと言われてしまうと、事態を見誤ることもあるし。何の対策にどれだけ重点的に資源を投入すればいいのか。一体——要するに、正しく怖がることが重要なのに、この値には一定の保守性というけれども、等方的に半球状に放出してということ考えたわけでもないだろうし、作業時間に対してだって、今、保守性があると言われた。

ですから、難しいのはわかるのだけれども、例えばこの2,800(億Bq/時)×4時間で、大体ざっくり1TBqですよ。こういった数字を表すときには、これは一体どのぐらいの保守性、どんなに悪く見積もってもこの程度ですという意味でこの値を出しているのか、今、私たちのわかっている情報でベストな評価を行ったら、この値なのですかというのか、ここははっきり、これは別にこのダストに限らないですけども。

保守的に見積もっておけばいいというふうに数字で出されてしまうと、これは規制上もそうであるし、あらゆる意味で情報を把握して事態を理解するという意味でもそうですけれども、こういった放出量等を表示する際には明確に、なかなか苦しいところではあるとは思いますが、悪く見積もっても、大目に見積もってもこの程度であるのか、そこら辺ははっきりした説明を添えて、こういった数字を示すように心がけてもらいたいと思います。

これは、今、繰り返しになりますけど、大目に見積もってこうという評価でいいですか。  
○白木（東電） 申し訳ありません。今、更田委員が言ったとおり、多く見積もってもというような数字でございます。

○林教授 すみません、ちょっと教えてください。飛散防止剤を噴霧して、風を吹かせて、飛散するのが20ページに書いてありますけども、ちょっとメカニズムが、塗膜をつくるのか、ちゃんと内部まで固まっているのかというところで。塗膜であれば、それをまた作業中に壊してしまえば、また飛散が出ると思うのですが、それを水の噴霧で止めるというふうな格好なのかなとも思うのですが、その辺のメカニズムと、その辺、こういう実験をやるときに、1回壊して、風を吹かせてみるみたいなことはやられたのかどうかというのは、ちょっと確認をお願いします。

○中村（東電） お答えいたします。先生の御指摘のとおりで、塗膜を、この飛散防止剤をまいて、水性のペイントと申し上げましたけども、水性のペイントと同じですので、乾くと固まると。ただ、そこを傷つければ壊れていきますので、実際にそれをまいた後でも、カッターの刃で、大型のカッターですけども、これで傷つけたりすると、当然破碎して舞い上がるという可能性はあると思ってございます。

それもございますので、今考えてございますのは、先ほど申し上げましたように、作業の直前にやっていくということと、それから、舞い上がったものに対して、落とすという意味合いもあって、散水をしながら作業を進めていくという計画で考えてございます。

それから、二つ目の御質問の、これを粉碎した状態でやったのかというものについては、こちらの20ページの一つ目、ルーフブロックの粉体というものは、そのルーフブロック自体を砕いたものをやった状態にして、それに対して飛散防止剤のあり、なしをやったものだけです。ですので、この飛散防止剤を噴霧した後で砕いた状態のものについては、やってはございません。

○林教授 できれば作業の手順、効率のこともあるかと思えますけども、かなり固まった

ガレキを作業で壊してしまうような場合、もしくは、先ほどもクレーンガードを取り除いたときに下から出てくるような場合とか、そういうときも、できるだけちょっとこういう固着するような飛散防止剤の散布は要所要所で、これの計画とは関係なく、実施していただければなというふうに思います。

○中村（東電） 御指摘ありがとうございます。今いただいた御意見を踏まえて、施工計画なども綿密に立てていきたいと考えております。

○山本審議官 ほかはいかがでしょうか。

○高木教授 ちょっと直接は関係ない話になるのですが、敷地境界で年間1mSvという縛りがかかることになります。これは積算でという意味だと思いますので、瞬間ではありませんから、1年間のトータルが1mSv/年になるという、そういう規制なわけですね。そうすると、水であるとか、あるいは外部線量であるとかと同様に、こういう空気中の濃度というのも、当然その計算、評価に入ってくるはずなのです。そのときに、全部厳しいところの値をとってしまうのか、それとも、きめ細やかに空気中の濃度だったらモニタリングして、適切な値を拾っていくのかというようなことをどうするかということ、多分、規制委員会のほうが先にこういう評価でということを示しておかないと、東電のほうもちょっとやりにくいのではないかと思いますので、いかがでしょう。

○山本審議官 基本は年間の評価はするわけでありましてけれども、その時々々の状況、つまり、ベストエスティメイトを評価して行って、それを積み上げて、トータルで評価をするというのが基本的な考え方です。ですから、その瞬間値がずっと続くというのではなくて、瞬間が起きたときには、その起きたときの被ばく線量の積算値を考慮して、それ以外のところは、当然発生しなければ小さい値になりますから、それを合算して評価をしていくという格好になるかと思います。

○高木教授 ということは、その空気中濃度にしても、その場所によって当然変わってくると。その場所での評価をして、その場所で超えていないことを確認するというような形になるわけですね。

○山本審議官 はい。現在、東京電力でやってもらっているのは、毎月ごとに一つの区切りを設けて評価をしてもらっています。これは、今おっしゃったような気体系のもの、液体系のもの、固体系からのもの、こういうものを全て合算しております。それは一つの全体の数値を積算して、平均化して計算をするという形をとってございますので、御指摘のような形になっているかと思っております。



○高木教授 そうすると、先ほど更田委員がおっしゃったような、2,800億Bq/時、全部で1Tですか、こういうのがベストエスティメイトであるかどうかというのは、今のお話ではちょっとよくわからなかったのですが、こういう場合はどう評価されるのですか。この1Tというのを規制庁としては、もう1Tとして受け止めて、それで評価した結果を認めるのかということになるのですが。

○山本審議官 この2,800億Bq/時の妥当性は、個々にまた判断する必要があると思います。ただ、こういう作業時、一時的に起きたものについても、もちろんベストエスティメイトの中で評価はしていきますから、トータルとしてどうかという中での妥当性の基準値に対してどうかということでの評価、判断をしていくことになるかと思っております。

こういうある意味で、事故とは言いませんけど、そういう一時的なものの取り扱いをトータルとしては見るわけですが、その考え方は、やはり個別にもちょっとよく考えていかなくちゃいけないかなというふうには思っております。

○更田委員 先ほどの数値がベストエスティメイトか、保守的な値かという話と、それから、敷地境界線上における1mSv/年、これに関しては明らかに、それこそ一定の保守的な値をもとにやっている。ただし、例えば液体廃棄物や気体廃棄物について、ピーク値をそのまま365日とってというような扱いをしているわけではなくて、当然今の280億という話があれば、それは4時間ということであれば、それは織り込んでいくけれども、それは保守的な値として評価されたものであるということを受け止めて、その中で1mSv/年の敷地境界線上の・・・というのは、これ、ほかにもこの1mSv/年という規制の中にも、大きな保守性が入っていて、これは2Lの水をそのまま飲むというような仮定が入っていますので、保守性に保守性を重ねているところではあるけれども、その1mSv/年の規制の中で考える上であれば、今回のような事象は、先ほどの280億Bq/時×4時間というような値を織り込んでということになると思います。

ただ、これ、もっと普遍的な言い方をすると、通常時の規制と事故時の規制をどう考えるかという話で、これはその都度、委員会のほうとして決めの問題ではあると思っています。1mSv/年の規制というのは、いわゆる通常の状態に対する規制ということですので、これは一般論としての考え方の適用はできるだろうと思っています。

角山先生、どうぞ。

○角山特別顧問 先ほどの飛散の問題なのですが、たしか今年の初めごろに県と議論したときに、1Fとして避難計画をどういうふうに考えるかという議論は少しして、多分規制庁

に何か質問等をしたかとは思いますが、今、先ほど、やはり避難計画の議論がありますが、1Fの避難計画というのはほかと同じようであるのかどうかについて、御意見をぜひお聞きしたいと思います。

○山本審議官 福島第一は、御案内のとおり、事故が発生したものでございますので、通常の発電所と同じような感覚での避難計画をつくるというのは、あまり合理的ではないと思っております。それで、私どもの規制委員会では、防災に関しては対策指針というのをつくっております。これは通常のプラントにおいて、どういう防災計画をつくるべきかと、その科学的、技術的な観点から指針という形でまとめております。

福島第一にも記載はあるのですが、ただ、福島第一は、先ほど申しましたように、ほかとは異なる状況でありますので、その状況に応じたものとして考えていくという形になっておまして、まだちょっと具体的なものは指針として決まっているわけじゃございません。これはもちろん早く考え方を整理して、指針として示していかなければいけないと、こういう必要性は当然あるのだというふうに思っております。ただ、そういう意味では、まだちょっと検討中ということでございます。

今、県のほうでは、暫定的に以前の避難された市町村を対象に、結局、今、暫定的にお作りいただいておりますので、その状態が常にいいというわけでは当然ありませんから、今の福島の抱えているリスクをきちっと評価した上で、技術的な観点から指針というものを見直しいただきたいというふうに考えております。

○角山特別顧問 こういう飛散ということだと、頻度が、ほかよりその発生頻度が高目になると思うので、現実的な避難計画を準備しておく必要があるのかな、即、大規模というのではなくて、現実に対応できる形での実施可能性の高い避難計画とか、そういうものがあれば、住民は納得しやすいと思うので、ぜひ御検討のほどよろしく申し上げます。

○更田委員 少し山本審議官の説明に補足をしますけれども、プラントの置かれている状態は、発電所と、それから事故後の福島第一原子力発電所では著しく異なりますけれども、防災対策の目的としては、その人を守るという観点からしては全く同じであって、福島であるからこうであるというような考え方をとるのではなくて、一般の施設と同じように、人が守れるような防災計画というのは必要であろうと。

ただ、今の災害対策指針では、プラントの状態であるとか、それから周辺の線量率等々に応じて、防護策についての判断をすることになってはいますが、プラントの状態の捉え方が、福島第一原子力発電所では著しく異なると。ですから、EALというトリガーを置

いていますけども、これは基本的にはPAZに対する即時の対応等々に対する指標になるものですが、これに関しては、やはり今の1Fの状況を捉えて、改めてきめ細かなレベルの設定が必要でしょうし、OILについても、もう空間線量率がある程度高くなってしまっているところに対して、その増分として捉えるのか、あるいは絶対値として捉えるべきか、これは意思決定の問題ですけれども、十分な検討が必要であろうと思っています。

防災に関わる実施計画は県のほうでお考えになりますけども、規制委員会、規制庁としては、特にこの福島第一原子力発電所に関しては、きちんと関与をして、適切な災害対策がとられることができるように。これは少しフライングですけども、その上では、今、プラントのデコミの作業に伴う危険性について、ずっと議論をしていますけども、今後、再び地震に襲われたとき、再び津波に襲われたときのリスクの把握についても、これは具体的には来月ぐらいから検討を始めますけども、これも年内にきちんと方向が出せるようにというふうに考えておりますので、大変重要な御指摘をいただいたと思いますので、私たちも、これについてはきちんと取り組みたいと考えております。

少し時間を過ぎてしまいました。このダストに関しては、作業に関してきちんと対策を考えた上で進めてもらいたいと思います。

それから、資料3-1、3-2が、これは東京電力のほうで準備をされていますけれども、説明は1F室の金城室長のほうから手短に行います。

○金城室長 それでは、既に申請をもらっている案件ですが、こちらのほうで審査の状況も含めながら御説明させていただきます。

まず、資料3-1ですけども、今、取り出した使用済燃料を一旦持っている共用プールの中のラックの取替について申請が来ております。概要につきましては、この資料の3ページ目がございまして、見ていただければと思います。通常、使用済燃料を貯蔵するラック、この中に図がありますが、燃料集合体をそのまま入れるといったものでございまして、今、申請が来ているラックは、収納量がちょっと減りますが、念頭に置いているのは、破損した燃料を収納缶に入れて、安全に貯蔵するためのラックということでございまして。こちらのほうは、もう既に我々のほう、面談を3回ぐらいやっておりますので、そう遠くない時期に結論を出したいというふうに準備を進めております。

続きまして、資料3-2ですけども、3号機使用済燃料プールからの燃料取り出しに関してでございます。4号機の燃料取り出しは、今クレーンの点検中で止まっておりますけれども、着々と進んでおり、その状況の1ページ目、2ページ目ございまして、4号機とは形は異なり

ますけれども、同様にカバーをかけて、取扱設備をつけてということでございます。この取り出しカバーにつきましては、既に実施計画の認可は出ていますけれども、その中で用いる具体的な機器等についての申請が出てきております。

1ページ目を御覧いただけますでしょうか。ここに燃料の大体の取り出しの工程が書いてありますけれども、今回申請が来ているのは、①のところにありますような、燃料を取り扱う燃料取扱機で、あと、その横にあります黄色いこのクレーン、あとは、当然この燃料を入れる移送容器というものがございますけれども、こういったものの申請が出てきております。

あと、全体、これにカバーをかけて、先ほどの飛散防止等が、ある意味、防ぐための抜本策にもなるかと思えますけれども、カバーをかけてやりますけれども、そのカバーをかけた中のエリアの放射性物質の監視などのためのエリアモニタの設置などについて申請が来ております。こちらのほうも、申請以降、二度ほど面談を行ってございまして、審査を進めておりますので、こちらのほうも、特に燃料輸送容器などは早急の工事に入ることが必要かと思えますので、早急に結論を出すよう、今、審査を進めているところでございます。

以上でございます。

○更田委員 これは資料を後ほど御覧いただいて、特に御指摘があれば、また規制庁のほうへお伝えいただければと思えますけれども、特に御質問、御意見があれば。

高坂さん。

○高坂専門員 3号機の燃料取り出しの審査を進めていただいているのですが、4号機の取り出しのときにも議論になったのですが、この構内用輸送容器については、今回は3号機用に建屋の制約とか、取扱機の容量の問題から、入る燃料体数が少ない新たな輸送容器を、新しく設計とか調達する様ですが、これの落下時の強度の評価とか、落下試験とか、従来だといろいろそういうことをやった上で採用していましたが、その辺のところはどんなふうに審査では取り扱ったのでしょうか。

○金城室長 4号機のところで、やはりその落下等は議論になりました。そういったところはしっかりと確認していきたいというふうに考えております。

あとは、4号機と違いますのは、やはり線量が高くて、作業員が入ってというよりは、遠隔操作でやることになっておりますので、そういった意味でも、そこは慎重に確認をしていきたいというふうに考えております。

○高坂専門員 すみません、それで、そのときに高所からの落下時の評価については、従

来ですと、実験とか、実証試験とかとの兼ね合いも含めて検討していましたが、新しい輸送容器については、その辺はどういう取り扱いになっているのですか。

○山本審議官 その点については、既存の容器の実績、もちろん今回は収容体数が7体しかありませんので、大分小型化されるという格好になりますので、そういう設計上の違いを考慮して、既に行われている実証試験との兼ね合いといたしますか、その連続性、関係性を審査の中で見ていきたいというふうに考えています。

○高坂専門員 その辺は解析とかで、従来の実証された範囲で十分安全性が確認できるかというやり方をしているということで、特に新たにどこかで先に製作して、実際に落とししてみて、大丈夫だというような評価はしないということでしょうか。

○山本審議官 御指摘のとおりでありまして、既存のものの実証データから評価をしてみると、そういうやり方であろうかと思えます。

○高坂専門員 その辺の内容は、実施計画書の中には十分な記載されているということですか。

○金城室長 そういったところも含めて、実施計画の記述の十分性などについては、今、確認中でございますので、それは結論が出ましたら、しっかりとまた説明をしたいというふうに考えております。

○高坂専門員 わかりました。

○更田委員 よろしいでしょうか。

それでは、本日、用意をした議論は以上なのですが、全体にわたって、特に御質問、御意見があれば。

次回のこの監視・評価検討会ですが、今のところ、伺っている御都合等々を考えると、8月20日、水曜日の午後が第1候補で。ただし、これは東京電力の作業の進捗もありますので、ちょうどその頃、凍る、凍らないの境目ですということであれば、少し遅らせて、8月25日、月曜日の午後、これが第2候補ですけれども。場合によっては、お盆の真最中というのも、かえって集まりがいいようではありますので、また改めて御連絡をいたしますので、その際は御協力をいただきたいと思います。

それでは、本日の特定原子力施設監視・評価検討会を終了いたします。ありがとうございました。