

# 設備健全性、耐震安全性に関する小委員会（第19回）

## 1 出席者

### <委員>

阿部 和久	新潟大学自然科学系教授
岡崎 正和	長岡技術科学大学工学部教授
北村 正晴	東北大学名誉教授
黒田光太郎	名古屋大学大学院工学研究科教授
斉藤 徹哉	三菱重工業株式会社神戸造船所原子力工作部次長
鈴木 元衛	日本原子力研究開発機構燃料安全評価研究グループ研究主幹
橋爪 秀利	東北大学大学院工学研究科教授

### <東京電力>

山下 和彦	原子力設備管理部新潟県中越沖地震対策センター所長
村野 兼司	同センター機器耐震技術グループマネージャー
菊地 利喜郎	同センター建築耐震グループマネージャー
末広 俊夫	同センター土木耐震グループ課長
清浦 英明	同センター機器耐震技術グループ
高木 愛夫	技術開発研究所材料技術センター構造材料技術グループマネージャー
磯貝 智彦	柏崎刈羽原子力発電所技術総括部長

### <新潟県（事務局）>

熊倉 健	原子力安全広報監
------	----------

### <柏崎市>

名塚 仁	市民生活部防災・原子力課長代理
------	-----------------

### <刈羽村>

武本 純	総務課長
山崎 雅宏	同課主査

## 2 日時

平成21年4月23日（木） 13:30～16:15（マスコミ公開で実施）

## 3 場所

新潟自治労会館 601, 602会議室

## 4 議題

- 1) 各号機の点検・解析の進捗状況について
- 2) 委員ご質問への回答
- 3) 1号機設備健全性に係る点検状況について
- 4) その他

## 5 資料

- 1) 配布資料
  - ・ 設備小委19-1 各号機の点検・進捗状況について
  - ・ 設備小委19-2-1 委員ご質問への回答（その1）－7号機原子炉冷却材再循環ポンプモーターケーシング耐震安全性評価に関する補足説明－
  - ・ 設備小委19-2-2 委員ご質問への回答（その2）－プラント全体の機能試験（起動工程）について－
  - ・ 設備小委19-2-3 委員ご質問への回答（その3）－6号機非常用取水路耐震安全性評価に関する補足説明－
  - ・ 設備小委19-3 1号機点検状況について
- 2) 参考資料
  - ・ PVP-Vol.364, Seismic Engineering-1998(ASME 1998)p.347-353  
"VIBRATION CHARACTERISTICS AND CONTROL FOR SLEEVE SET-ON TYPE VERTICAL PUMP"
  - ・ 原子炉再循環ポンプストレッチチューブ概略図

## 6 今回の議事の進め方

<説明>

- 1) 東京電力から、各号機の点検・進捗状況について報告してもらう。
- 2) 委員ご質問への回答について、以下の3つに分けて、東京電力から回答する。
  - ① 7号機の再循環ポンプモーターケーシング耐震安全性評価に関する補足説明
  - ② プラント全体の機能試験（起動工程）について
  - ③ 6号機非常用取水路耐震安全性評価に関する補足説明
- 3) 東京電力から、「1号機設備健全性に係る点検状況について」説明する。

## 7 議題説明の前に（前回の確認）

（北村委員長）

それでは議事を進めさせていただきます。前回ご欠席の委員もいましたので、議事録お読みになっていれば伝わっていると思いますが、確認として2つ申し上げたいと思います。

私、今まで自由にお話いただいて、時間延長をあまり気にしないで議事を進めてまいりましたが、今回から定刻4時を1つの目安にして進めたいと思いますので、よろしくご協力下さい。そうは言っても、4時で問答無用に（議論を）打ち切るのではなくて、5分か10分程度の延長はあり得るかと思いますが、その辺りを目安にしたいと思います。ご協力下さい。

それからもう1つ、前回、かなり議事の纏め方と、それからもっと遡った小委員会での議事と各回の議事との認識のバラツキ等色々な問題が出て、私から、会の終わりには、今日、どういうことが議論されて了解されたかの纏めをし、進めさせていただくとお話ししました。そして、ご了解いただいたと思っております。

ということで、時間の問題と纏めをするとの2点を、前回欠席された委員の方、とりわけご理解をいただき、ご協力をお願いしたいと思います。

早速議題に入ります。議題1「各号機の点検・解析の進捗について」、東京電力説明して下さい。

## 8 質疑概要等

### 1) 各号機の点検・解析の進捗状況について

○ 東京電力説明（設備小委19-1）

<説明要旨>

前回から大きな進捗はない。

（北村委員長）

ただ今のご報告につきまして、ご質問等ありましたらお願い致します。

では、進捗状況ということですので、よろしければ次の議題に進ませていただきます。次に沢山の回答がございますので、ここで色々な議論が出るかと思えます。議題の2番目、委員ご質問への回答ですが、先ほど事務局から紹介ありましたように、3つのテーマに大きく分けて、テーマごとに東京電力から回答をしてもらい、そしてご議論いただきたいと思えます。最初が何回か話題になっている7号機の原子炉冷却材再循環ポンプモーターケーシングの耐震安全性評価、これに関する補足説明をいただきたいと思えます。この中に、今日ご欠席の小岩委員ご質問への回答も含まれております。小岩委員からは、今回回答を受けることについて了解をいただいておりますので、小岩委員へは、当然のことながら事務局でしっかりと回答を纏めてお送りいただくと、それから、他の委員のご質問、それに対する回答も含めて全体をご報告いただくことで事務局よろしいですか。今日は出席率が良く、他の委員全員出席いただき有難うございます。それでは、設備小委資料の19-2-1を参照しながら東京電力、お願い致します。

## 2) 委員ご質問への回答について (その1)

### ○ 東京電力説明 (設備小委19-2-1)

<説明要旨>

( ) 内には、質問された委員名を掲載

ア モーターケーシングの概形寸法 (黒田委員、小岩委員)

省略

イ 当該設備の評価方法 (小岩委員)

① 地震応答荷重の算出

当該ポンプを4質点でモデル化し、東西、南北及び鉛直の各方向について地震応答解析を実施し、地震応答荷重を求める。

② 応力の算出

①で求めた地震応答荷重から、ケーシングに発生する応力を算出する。

③ ②の応力と評価基準値の比較

評価基準値は、当該ケーシングが原子炉圧力容器付属構造物であることから、原子炉圧力容器に適用される基準と同じ基準を適用し、算出する。

・ 今回、当該ケーシングの座屈評価に用いた軸圧縮応力は、力学の式を用いて算出しており、FEM (有限要素法) は使用してない。ちなみに、FEMは一次応力の算出に用いている。

※ 一次応力の算出方法

イで求めた地震荷重等を用い、FEMにより算出する。

ウ 振動 (固有) モードについて (阿部委員)

当該ポンプは原子炉建屋との連成モデルで評価しており、卓越している固有モードは、モデル全体では5次である。

エ 評価基準値算出式のB値に含まれる安全係数について (鈴木委員)

安全係数の設定根拠は不明であるが、理論式と比較し、評価基準値算出式には、かなりの裕度が含まれている。

オ FEMにおける溶接線の考慮について (岡崎委員)

溶接線及びその周辺では、母材と物性値は異なるが、一次応力算定においては、各金属の物性値を用いて解析している。

(北村委員長)

資料19-2-1を参照してご説明いただいたと思えます。最初に、質問をいただいた委員の方から、質問された真意と回答に対するご認識、ご意見をいただけますか。小岩委員ご欠席ですので、岡崎委員から。

(岡崎委員)

詳細な説明をいただいて、何となく分かった様な気がします。確認したいのですが、全部で計算は2種類あり、1つはFEMを用いて細かい計算をした、それともう1つは、単純な力学の公式で近似評価したと。そう考えてよろしいですか。

(東京電力：村野GM)

結構です。

(岡崎委員)

そうしますと、近似式、例えば $\sigma_0 = V/A + M/Z$ 、この式によって、どこの部分の応力を計算したことになるのですか、(ケーシング) 付け根の部分に近いところですか。

(東京電力：村野GM)

p. 12の式のご質問と考えてよろしいですか。

(岡崎委員)

そうです。

(東京電力：村野GM)

AとZは、形状に応じた値を計算しているわけですが、VとMは、p. 11の式で求まるVssとMssを用いています。

(北村委員長)

どの場所ですか、とのご質問ですが。

(東京電力：村野GM)

失礼しました。どの場所かといいますと、p. 17に示します赤枠の中の評価をしたとご理解いただければと思います。それを拡大しますと、同ページの右にあります赤枠のところ、この $\sigma_1$ に相当する応力を、簡易的に保守側に求めたことになると考えております。

(岡崎委員)

もう1つの質問は、(力学の公式で) 計算した値183MPaとFEMによって求めた幾つかの値、それらの関係はどうなっているのか。これが、次の質問です。

(東京電力：村野GM)

FEMで求めた値は、本日の資料にはございませので、前回資料(設備小委18-2 p. 7)の一部引用でございますが、上が耐震安全性評価のSsで求めた値を、減衰定数3%と1%で分けて記載したものです。例として、3%での値をご覧いただきたいと思いますが、183MPaの値が、簡易評価式で求めた値です。それから下の「(121MPa)」、これがFEMによる評価になっております。ご覧いただいている通り、FEMの方が詳細評価できることから、小さい値が得られています。そのため、簡易式で計算したものは、保守側に評価できていることを前回ご説明しました。

(岡崎委員)

もう1つ。細かいことかもしれませんが、分かったら教えて欲しい。簡易式には、いわゆる設計のノウハウに当たる部分があるとのこと。それはよくわかりますが、これを加味したとしても、十分余裕のある計算結果だと考えてよろしいですか。もっとも、FEM計算結果にはそのようなノウハウがどこまで加味されているのか分かりませんが。

(東京電力：村野GM)

この形状に基づく断面積、断面係数は、形状に基づくものですので、FEMであろうと、簡易式であろうと同じ寸法を使っていますので、簡易式の方が保守的であるとの結論は変わらないです。

(岡崎委員)

もう1つは、p.15に書いてある質問回答で、溶接部は母材部と違う物性を使って評価していると考えてよろしいですか。

(東京電力：村野GM)

結構です。

(岡崎委員)

分かりました。どうも有難うございました。

(北村委員長)

岡崎委員、質問したことについては、お答えいただいたとのことによろしいですね。

(黒田委員)

溶接部について、お尋ねします。今回、p. 6 図6に、モーターケーシングの構造図で寸法を入れていただいた。溶接部分は、どれ位の寸法になるのですか。例えば、肉厚2.6cmに対して、全部が溶接の熱影響部と考えた方がよろしいわけですか。

(東京電力：村野GM)

寸法のご質問と理解させていただきます。板厚との意味からしますと、溶接部は2.6cmです。内側は内部の構造物との取り合いがありますし、外側は供用期間中検査を行いますので、自主検査を行うために滑らかに、精度良く仕上げています。寸法は一律2.6cmです。それから、熱影響部との意味では、一般にそれ程広くなくて、寸法の、例えば、旧告示、規格の値を参考にしますと、 $2.5\sqrt{(r/t)}$ 位の幅が熱影響部と定義されています。

(黒田委員)

そうしますと、これも素人の質問になるのですが、このモーターケーシングは溶接した部分だけで、この圧力容器に繋がっているのですか。

(東京電力：村野GM)

構造評価の場合は、保守的にここの溶接部で取り付いているとして評価します。ただ、下端にサポートがついています。それは圧力容器と繋がっている形になってはいますが、剛な結合よりは少しルーズな結合になっております。

(黒田委員)

では、溶接部分にこの1個あたりの重さである約7tがかかっている、圧力容器全体には、これが10個ぶら下がっている。それがモーターケーシングだと理解してよろしいですか。

(東京電力：村野GM)

7t位のものが、溶接部を介してぶら下がっていると評価します。

(橋爪委員)

FEMの応力解析、p. 17 軸圧縮応力の算出方法のところですが、この図で、軸圧縮応力が最大になるのは、ここの赤枠で囲ってある部分、計算で最大値が出るのはこの部分ですか。

(東京電力：村野GM)

ここの赤枠で囲まれた部分、先程紹介しました様に、若干溶接部の物性を変えていますので、若干バラツキはございますが、そこの部分を選んでいきます。

(橋爪委員)

わかりました。先程、簡易計算で軸圧縮応力を算出した時の断面係数についての質問がございました。計算では、この部分の断面係数を使っている（とのことによろしいですか）、要するに心配だったのは、最大値ではないところで、簡易計算とFEMの値を比較しても意味がないと思ったのです。先程出てきた断面係数ZやAは、最大値のそこの部分の値を基本的に使っていると（とのことによろしいですか）。

(東京電力：村野GM)

そうです。

(橋爪委員)

わかりました。そうしますと、FEMで計算すると、かなり単純な計算結果と差が出ますよね。その原因が、モードとしては非常に簡単な圧縮と曲げしかないのも、それ程ズレるのかな、という気がするの

で、どの様な部分でFEMと簡易計算で差が出るのかを、簡単にご説明いただけますか。

(東京電力：村野GM)

FEMモデルを組みますので、正確に応力分布を評価することが1つあると思います。もう1つ、実際にはモーターケーシングは、内容物がありまして、そこにケーシングの蓋がついているわけです。圧力容器なので約7MPaの圧力がかかっています。ここはツウツウになって（圧力容器と繋がって）いますから、蓋や側面に全て垂直に圧力がかかります。底部（蓋）にかかる（下向きの）内圧が、実際にはモーターケーシングがぶら下がっている部分には引張応力として作用しますので、そういった部分もFEMでは算入されますので、値が下がるかと思えます。

(橋爪委員)

内圧の評価（影響）は、手計算で断面積を比較すればすぐ出るわけです。180MPaと120MPaでは60MPa位ズレるわけですね。それで、内圧が7MPaですね。内圧で10倍まではズレないのではないかと、それで応力が緩和されるとの感じはしないのですが。

(東京電力：村野GM)

確かにそれだけの評価ではありませので、p. 12の式、これは軸力と曲げモーメントを単純に足し合わせている効果もあるかと考えております。実際には、このM/Zが161MPaとの大きな値になっておりますので、これが大きく効いていると思っております。

(橋爪委員)

面積で、60×60を支える部分、その内径が26mmの30.6だから、10倍位になりますね。蓋で受けている荷重が、溶接部分（の肉厚面積）に全部かかると考えれば10倍位になりますね。

(東京電力：村野GM)

そこにかかる...

(橋爪委員)

わかりました。私の勘違いです。了解しました。以上です。

(北村委員長)

今のご質問は、FEMと簡易計算法でいつも出てくる話ですが、その値（評価基準値と応答値）に近い箇所を、もう少し具体的に説明して欲しいとの趣旨の質問だったわけです。

(東京電力：村野GM)

黒田委員のご質問に対する補足であります。溶接部で重量を支えているとの話をしましたが、中にストレッチチューブという部材が入ってございまして、それで、このポンプのディフューザーをノズルに取り付けている構造になっております。

(北村委員長)

分かりにくいので何か適当な資料はないですか。大事なポイントなので、ここは、しっかり説明してもらいたい。

(東京電力：村野GM)

(原子炉再循環ポンプの構造図<sup>1)</sup>を示して、)これがポンプのディフューザーになっておりまして、これがインペラですが、ディフューザーを圧力容器のノズルの上に置く形にして固定しますが、固定する部材として円筒状の容器を、その上端部をここに引っ掛けて下端をここで締め上げ、上のディフューザーを固定する構造になっています。ですので、圧力容器とモーターケーシングの締結との意味では、溶接部とストレッチチューブで繋がっている構造にはなりますので、溶接部だけではなくて他の部材もあるとの補足説明でございまして。

1) 小委員会では詳細な構造図を示しましたが、ノウハウに関わるため、概略図を載せています。  
[http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML\\_Article/090423\\_19-sankou1\(tube\).pdf](http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/090423_19-sankou1(tube).pdf) を参照願います。

(北村委員長)  
ただ、解析上は...

(東京電力：村野GM)  
これ(ストレッチチューブ)を考慮せずに。

(北村委員長)  
(解析では)敢えて考慮せずに、溶接部だけでみていると。実際に物としては、そこにチューブが入っているとご説明されたわけですね。

(東京電力：村野GM)  
これで重量を支えている効果もあります。

(北村委員長)  
でも、評価上はそれは脇に置いておいて。

(東京電力：村野GM)  
実際の構造物としてはこういったもの(があること)は、はっきりしておいた方が...

(北村委員長)  
とのことです。

(黒田委員)  
計算には今回入れないわけですが、どれ位の割合でモーターケーシングを支えていますか。溶接部と今の部分とではどれ位の割合になるのですか。

(東京電力：村野GM)  
評価上は溶接部で支えていることにしていますので、割合(を答えること)は難しいです。

(黒田委員)  
そこだけではなくて、ご説明されたのは、その部分は半分位担っている、1割位担っている、どれ位の割合を担っているかを質問しているのですが。

(東京電力：村野GM)  
重量を支えるとの意味では、溶接部で支えていまして、どちらかと言うとノズル部分を締め付けていますので、下にケーシングが落下しない様に、実際にはこれで担保していますが、それは計算には入れていません。割合については、すみませんが手持ちがありません。

(東京電力・山下所長)  
補足させていただきます。7tを断面積で引っ張るとの計算をしますと、 $0.3\text{kg}/\text{mm}^2$ です。その力はとても小さいですが、このストレッチチューブは、そこを圧縮することになっていますから、その意味から、ストレッチチューブでケーシング全体を支えるといった要素は勿論ございます。全体としては、彼が説明したとおり、このストレッチチューブは、ここからここまでしかないわけですから、ストレッチチューブとケーシングのこの部分の足した効果で全体を支えているので、次回、圧縮応力はどの位で、引張応力はどの位かをご紹介させていただきます。

(北村委員長)  
いつも保守的にやっていると思うと、その辺りの説明が飛んでしまいます。要するに「解析はこの様に行っています」と「現実に物はこの様になっています」と。で、そこを説明したら黒田委員の質問は、「それが何割か負担しているのだったら、どの程度負担しているのか、そこもできたら明らかにして欲しい。」との話です。原子力の安全解析は、いつも保守的、保守的に見ているので、もう、これは(説明しなくても)いいのではないかと述べてしまう部分があるのは、今までの議論でご理解いただけていると思いますが、ある種の定量的評価が欲しいとの意味と解釈させていただきます。それは、それ程大

変な話ではない、できるだろうと思いますが、宿題がまた少し残りました。でも、明らかにすることがご希望なので、よろしいですか、関連して続き（の質問等ありましたら）。

（鈴木委員）

p. 14、軸圧縮の実験と理論式との比較で、座屈の限界圧縮応力の式が載っております。これを見ますと、 $\sigma_{cr-allow}$ が、この実験データよりも更に小さくなっている。そこにまた安全係数がかかっているため、B値が1桁近くこの実験値の包絡線よりも小さくなっています。考え方によっては、非常に保守的で、大丈夫であるとも見えますが、この実験値を包絡したら0.06で、別な所で余裕を持たせた係数が0.125と倍近くある。これは、座屈は構造敏感性と言いますか、形状敏感性があると言いますか、場合場合によって、大きくバラツキがあるので、そこでは安全率を見込んだ方が、合理的であるという理解でよろしいですか。

（東電：村野GM）

座屈の実験値は、一般にバラツキがあることは、ご指摘のとおりでありまして、JEAGのデータはその実験値のバラツキを示しているものと考えた時に、その下限値をとって式を作っていますので、バラツキも考えた上で、1桁位の余裕があるのでないかとの趣旨で今回紹介させていただきました。

（鈴木委員）

それから、p. 15ですが、一次応力算出のご説明の所で、二次元の円筒モデルと仰ったように記憶しているのですが、二次元の円筒モデルで一次応力を算出されたのですか。前々回、円筒モデルではなくて、二次元の板状モデルだったとの説明を受けたような記憶があるのですが。

（東電：村野GM）

言い間違えていたら失礼だったと思いますが、軸対称モデルとご理解いただければと思います。

（鈴木委員）

軸対称モデルですね。

（東電：村野GM）

そうです。

（鈴木委員）

要するに円筒モデルですよ。

（東電：村野GM）

このモデルで、(p. 15の) 紙面の面外方向の応力を算出できる機能を持った汎用コードを使っているとご理解頂ければと思っています。

（鈴木委員）

それは、前々回の説明と違いますよ。前々回は、この紙面に垂直に、板が一枚ずっと伸びている二次元モデルだと、その板に対して曲げをかけて、生じた曲げモーメントを含め、圧縮軸応力を評価したと仰ったのではないですか。

（東電：村野GM）

その説明に誤解を生じていたら、申し訳ありません。これは軸対称モデルになっておりまして、イメージとしては、このページの右半分の様な構造物を評価するためのモデルとしております。

（鈴木委員）

そうしますと、p. 16で、「膜+曲げ」を評価したと書いてあります。これは、その円筒モデルで「膜応力+曲げ」を評価した訳ですか。

（東電：村野GM）

そうです。



(鈴木委員)

そうしますと、曲げ応力をどの様にして評価したのですか。全体が先細になる（傾斜がかっている）形状になるという事ですか。

(橋爪委員)

前回、私が質問としたと同じ...

(鈴木委員)

もしも、中心軸が、どちらか左右に動くような変形モードを仮定したのだったら、二次元でなくて三次元になりますよね。軸対称では解けない。軸対称で曲げを考慮すれば、その円筒部分が傾斜がかかった様な変形を与えないといけないですよね。その様にされているのですか。

(東京電力：村野GM)

ご質問の趣旨は、曲げをどの様にモデルに入力しているかということですか。

(鈴木委員)

そうです。

(東京電力：村野GM)

非常に難しいご質問ですが、イメージとしては、例えば、配管に曲げがこのモデルに加わるような、具体的には、本来、配管であれば、ここ（p. 15のモデル）で言いますと、下の方に配管が繋がっていると仮定して、仮想した先に横方向に力が加われば、評価したい所には曲げが加わってくるかと思いますが、それと等価な操作を、このモデルに、単に、ここにある方向に力をかけているのではなく、曲げが生じるように入力しています。

(鈴木委員)

軸対称円筒モデルでその様な操作をしている。

(東京電力：村野GM)

そうです。

(橋爪委員)

周方向を、フーリエ級数等で分解して、ということですか。

(東京電力：村野GM)

周方向につきましては、フックの法則を使って計算することになるかと思います。

(橋爪委員)

軸対称でこの様に動くとは、イメージが非常にわきにくいのです。前回伺った時は、円筒部分を板にして評価しているから弱くなり過ぎるので、平面にして平面ひずみモデルで計算したとの説明をされたように記憶しています。

(東京電力：村野GM)

そこはそのとおりです。平面ひずみモデルとの理解でよろしいかと思います。

(北村委員長)

委員お二方の質問に対する答えが整合してこないのです。整理してお答え頂きたい。軸対称（モデル）に曲げをどの様に加えるのか、これが簡単に言えばご質問の趣旨ですよね。軸対称でどの様に曲げを入力するののかとの話で、橋爪委員は板みたいにして考えたのではないのかと、そう理解したと。

(鈴木委員)

前々回、橋爪委員の質問に対しては、板を曲げてやりました。ですから、その分だけ更に保守的にな

っていますとのご説明でしたよね。

(東京電力：清浦)

申し訳ありません。東京電力の清浦と申しますが、このFEMは正確に言いますと、軸対称FEMモデルです。どの様に曲げを入れているかと言いますと、まず、ここ（ケーシング下端）の先端に垂直力を入力します。それだと、ただ引っ張るだけになってしまうので、計算機には、この周方向に荷重分布をさせる様なコマンドを入れます。実際には、ここに軸力を入れるのですが、ここから分布するように（力）入れてやる、それを以て曲げを再現している。その様な方法で曲げを入力します。

(橋爪委員)

フーリエ級数で分解している。

(東京電力：清浦)

そう言う事です。

(橋爪委員)

その様に説明して頂けると（良かった）。軸対称問題を解く時には、その様にやりますから。前回の説明とは違うと言うことですね。

(東京電力：清浦)

単語の使い方を少し（誤ったかと）。すみません。

(北村委員長)

（話しが）混乱している様なので。また、これも宿題になってしまいますが、軸対称モデルで、どの様に曲げを考慮しているかが（評価の）根幹で、二次元の板として評価したとの説明がかつてあり、それで今のご説明です。まだ良く話しが統一された形で聞こえてこないのです。

(東京電力：清浦)

すいません。そう言う意味ではこれが、...

(北村委員長)

今のが、最終的な説明ですか。

(東京電力：清浦)

今のが、最終的な説明です。

(北村委員長)

との事です。質問された鈴木委員と橋爪委員、このご説明で如何ですか。

(鈴木委員)

これだったら分かりますが。

(橋爪委員)

私もそれならば全く問題ないと思います。

(北村委員長)

専門の委員がわかったと仰っていただいているので、それで結構ですが、説明の資料は、もう1回分かり易く作って、この様なことだったと、説明の内容が少し明確でなくて時間がかかりましたとのことで、次回、理解のために出してくださいと思います。ご専門の委員は、もう了解されたのですが、必ずしも明らかでない、良く分からなかったとの話もあると思うので、工夫した資料を出して下さい。議題にはしません。理解を深めるために、追加で資料を出して頂ければと思います。他の委員ご質問ありませんか。

(橋爪委員)

今回、色々評価した結果は、何回か見せていただきました。いつも問題になる、応答値と評価基準値の差が非常に小さいことが、そもそもの議論の発端だったと思います。要するに、座屈（の評価基準値）に対する応答値が一番厳しいものの、座屈に関しては、曲げが主体となって座屈が起きるとはとても考えられない状態になっているので、むしろ委員から出る質問は、本当に溶接部等、その様なところは大丈夫なのですかというのが（聞きたいところで）、多分黒田委員も同じ話ですよ。ですから、そちら（溶接部にかかる曲げ応力）の議論をするときには、その議論をすべきであって、そもそもの発端は（評価基準値に応答値が）近いから心配だった。207MPaが裕度のない基準値であって、圧縮応力が本当に全部（軸圧縮応力）で190MPa位かかるとなると、初期不整があったら大丈夫なのかと、安心の観点から不安になって質問をするのは当然だと思います。今回までの話で、そこは、少なくとも私は明確になったと思って、むしろ溶接部分で大丈夫ですか、そちらをしっかりと確認した方が良い気がします。数値がギリギリだとの議論は、今回の説明で非常に明らかになったので、他の委員の方が、これで了解したとのことであれば、（これは終わりにして良いのでは）。モーターケーシングの評価部位（方法）は、何（箇所）種類もあるわけですよ、軸圧縮力で評価する場合と、溶接部の曲げを評価する場合と、その基準が一緒になって、混乱した様な議論になってしまっているの、そこをしっかりと分けて、技術的に議論ができる様にさせていただければ、と思ったので提案させていただきました。

(北村委員長)

ご提案の主旨は、毎回出てくる195MPaと207MPa、それが近い、遠いとの議論は、FEMの計算結果が前回出た段階で（決着が付いていて）、それ（値が近いの）は、簡易計算で評価した段階での見かけ上近い値ですから、もう少し詳細に計算すれば余裕は十分あるので、その問題については一応クリアしたと考えさせていただきたいのご提案ですね。

(橋爪委員)

そのとおりです。

(北村委員長)

他の委員の方がいかがですか。

(橋爪委員)

議論するのであれば、p. 16、こちらの方です。今問題になっているの（溶接部の評価）は、許容応力は400MPaとなっていますが、値については問題ないと。ただ、溶接部分なので、念には念を入れましょうとのことだと思います。

(北村委員長)

宿題宿題と言っていると大変ですが、今の説明について両委員は理解されましたが、分かる様な資料は後で出して下さい。それから、いわゆる余裕の話については、少なくとも座屈の問題については数値的に見ても問題ないと考えられるとの確認でございます。前回から、確認しなければいけないので、今の橋爪委員のご意見に対して、異論、違った考え方があれば、ご発言いただきたいと思います。

(阿部委員)

以前に1度お聞きしましたが、円筒を一軸方向に一樣に押し込んだ時の座屈、これについては今の様な議論で良いかと思えます。ただ、先程から（議論）あるように、むしろ曲げモーメントが先行する様な荷重条件になっていますので、曲げモーメントが作用した下での円筒の局部座屈の可能性の有無について、それを最初から私は聞いていたのですが、それについては、以前、保守性があるから大丈夫であるとの回答だったかと思えます。それ（局部座屈）も含めて、本当に保守性があるものだと、客観的にそちらで確認できていれば、それについては問題ないと思っておりますが、いかがですか。

(北村委員長)

ご回答下さい。質問の意味わかりますか。

(東京電力：清浦)

曲げによる座屈ですが、実際には、曲げと圧縮が同時にかかる現象ですが、今までご説明申し上げて

いましたとおり、これ自身は座屈を想定した評価になっていますが、前回、前々回以前に、一度曲げと圧縮が同時にかかったときの座屈評価の例を、あまりはつきりではないのですが、示しています。それは、(実際の曲げ応力/許容曲げ応力分) + (実際の圧縮応力/許容圧縮応力) < 1 であれば良いとの、曲げ座屈の評価基準がありまして、それに則った評価も以前(設備小委16-5-2 p. 6) お示したことがございました。それを今回のSsで確認したところ、1に対して0.65で余裕がありましたとの説明を以前させていただきました。

(阿部委員)

分かりました。もう1つですが、荷重条件については、下端部で軸方向に応力を分布させることにより曲げを発生させているとの先程の説明だったと思います。そうしますと、構造物全体とすると、いわゆる純曲げに圧縮がかかったような応力状態だと思いますが、実際の振動下においては、先程の図にもあった様に、おそらく上端の埋め込み端が、一番曲げモーメントが大きくなって、下の方は理論上はモーメント「ゼロ」の状態だと思います。そうしますと、おそらく結果的には、一様に曲げをかけた条件の方が厳しくなるかと思いますが、このことも含めて評価しても、今回はこの程度でなので、問題ないとの解釈でよろしいですか。

(東京電力：村野GM)

その通りの解釈で結構です。

(北村委員長)

阿部委員よろしいですか。

(阿部委員)

結構です。

(北村委員長)

他に(ありませんか)。

(黒田委員)

今日の説明にも、減衰定数は3%だと、何回か出てきました。前回の報告、設備小委18-2 p. 5のグラフで、3%の妥当性を説明されたかと思います。その図が出ている論文を、今日参考資料として持ってきてまいりまして、お配りしています。この論文は、1998年6月に、サンディエゴで開催された国際会議のプロシーディングスに載っている論文と思われる。そして、その論文は、東芝と中部電力の研究者によって発表されているものであります。前回、建設時には試験で得られた下限値を採用しているとの説明をされましたが、1998年にこの論文が出ている時に、7号機は建設中で、設計はそれ以前だと思えます。その時点で3%を採用したのは、何か他にしっかりと実験をしたのか、何か根拠があるのか気がなって、この論文を一応参考資料として今日は出しているわけです。建設時に3%、Ssの評価で1%だと言われたのですが、この論文を基に3%と出されていますが、例えば、国際会議のプロシーディングスの論文1本で、規制(規則)に繋がっていく様な、権威あるものとして認められるのだろうか、その様なことを含めて、これを説明していただけないでしょうかと思います。

(北村委員長)

この論文も含めて、3%の根拠はどこからきているのですか。この論文(が根拠)と言われると、それは時系列的におかしくないですかとのご指摘ですね。東京電力よろしいですか。ご説明下さい。

(東京電力：村野GM)

ABWRにつきましては、我々6号機、7号機で対応したわけですが、それは海外で運転実績のあるものを、国の第三次改良標準化で確認していたものを、我々は取り込んできている歴史があります。それはかなり昔から、色々なデータを取っている歴史があり、減衰定数についても、このデータだけではなく、幾つかデータを取っておりますが、例えば、昭和60年、原子力学会に投稿しているようなデータもございまして、ご提示いただいた論文、それから前回我々が示した論文と同じような傾向のデータが取れてございます。それで、建設時にはこの様なデータから判断して、設計を行ってございます。

なお、耐震安全性評価は、最近、国へ提出しましたが、新しいデータとして、この論文を引き合いに

出して紹介させていただきました。

(北村委員長)

実験的には、昭和60年と言われましたか。

(東京電力：村野GM)

実験はもう少し前で、論文の投稿が（昭和）60年です。

(北村委員長)

その辺りも、時間的な混乱を生じさせる元になるので、むしろこの様なデータは、もっと前からあったのですね。改良標準化との関連で入ってきたとは、先行して、ABWRではない世界で、ポンプについてはこの様なデータがあったとのことですか。

(東京電力：村野GM)

改良標準化は国でやられており、その中で様々な確証や実証等が行われています。我々としても、電力の共同研究でデータを採取してきておりまして、その中のデータの1つと位置づけています。昭和56年から、改良標準化そのものの開発が行われております。

(北村委員長)

電力共通研究としてやっていたのですか。

(東京電力：村野GM)

そうです。

(北村委員長)

他にございませんか。

ポンプモーターケーシング、小岩委員に対しての回答は、郵送する他ないのですが、ご出席の委員、それからこの他の方々についてはご議論いただいたとすることにさせていただいてよろしいですか。特にご異議は無いとこのことで進めさせていただきます。有難うございます。

次に話題が変わりますが、プラント全体の機能試験（起動工程）とのことで、これは黒田委員からのご質問だと思いますが、関連した趣旨の質問が、鈴木委員からも以前に出された様に思いますので、合わせてご説明下さい。設備小委19-2-2で説明下さい。お願い致します。

### 3) 委員ご質問への回答について（その2）

#### ○ 東京電力説明（設備小委19-2-2）

<説明要旨>

#### ○ 起動曲線について（黒田委員）

- ・ 長期（12ヶ月以上）停止後に起動したプラントの回数は、18回
- ・ その具体的な例として、以下の2つを紹介
  - ① 柏崎刈羽2号機 … 定格出力後に停止せず（シュラウド及び再循環系配管のひび割れ）
  - ② 福島第二3号機 … 定格出力後に停止（原子炉再循環ポンプが損傷。高線量区域であり、補修したポンプからの漏水等、不具合ないことを確認するため）
- ・ 今回は、プラントにおける地震影響の有無と運転状態を確認することが目的であり、通常よりも詳しく点検する。
  - ① 原子炉圧力が定格の約半分に到達した時点での格納容器内点検
  - ② 定格出力到達前の約20、50%で安定期間を確保し、プラント全体の運転状態を確認

(北村委員長)

黒田委員から、どうぞ。

(黒田委員)

今のご説明で、例えばp. 3～5のグラフは、横軸が同じ縮尺で取っており、今回は長期間かけて起動試験を行うとのご説明だったと思いますが、福島第二3号機の場合、100%に一旦到達した後に、一旦原子炉を停止して機器点検を行われているわけですが、このようなことの必要性は、今回無いのですか。p. 5のグラフを見る限りは停止しない。ただ、起動時には何度も停止をされて、長時間それぞれ200日をかけて起動試験を行われている。そのことを考えると、今回の地震の影響をどう評価するかにも関わるのかも知れませんが、途中で停止も含むような、起動試験は考えられないのですか。

(東京電力：山下所長)

この小委員会で、以前、少し違う趣旨だったかと思いますが、同様のご指摘がございました。建設時の起動試験、何回も停めています。一定の過渡事象を実際に起こさせて、プラントがキチンと反応するかどうかを見るため、つまりそのための制御定数がキチンと設定できているか確認しています。長期間かけて、制御定数をそれぞれ調整するのが目的でございます。従って、このように何回も停止をさせます。一方で、私も今回7号機で起動させることにつきましては、勿論、地元のご了解をいただいた後のステップですが、何れにしましても先程申し上げました3つの目的がございます。1つは蒸気を起こさないと、例えば主蒸気配管等、漏洩が無いことを確認できない機器の点検。それから、蒸気を起こさないと回せないタービンがあります。それから、タービンを回して駆動させるポンプもでございます。その系統試験があります。それから、プラント全体の機能試験でございまして、この起動、建設時の状態と今の状態の何処が違うかと申しますと、建設時は制御定数が固まっておりますので、これについては建設時の調整した結果ですが、その後、制御定数を特に変えておりませんから、特に過渡状態にして、プラントの反応を見る必要はないわけでございます。一方で、機械につきましては、既に分解点検、蒸気発生前の点検を行っておりますから、その設備の健全性は確認済みですし、系統としても確認済みです。その意味においては、プラント全体を構成する機械については、既に健全性が確認されておりますから、それについての追加的な点検の必要はないと思っております。先程ご指摘の福島第二3号機の例でございますが、ご説明致しましたように、漏洩の痕跡が無いかどうかを、100%到達の後に確認するため、線量が高いですから、停止させ、確認しているわけですが、我々は、それと同等のことをプラントを止めなくて蒸気が実際に流れている状態で、長時間保持しながら確認します。そこが決定的な違いだと思います。むしろ我々の目的は、地震を受けたプラントが、実際に蒸気が通っている状態の時に、健全かどうかを運転しながら確認しますので、先日来、色々ご質問ございましたが、敢えてプラントを停める必要はない。勿論、何かあれば原因究明のためにプラントを停めることは、かなりの確率であり得ると思っております。それとこれとは別の問題と考えております。

(北村委員長)

よろしいですか。他の委員の方どうぞ。

(橋爪委員)

今回の地震で、不具合箇所を直したことによって、システムとしてのパラメータは変わっていないとの理解でよろしいですね。

(東京電力：山下所長)

仰るとおりでございます。

(橋爪委員)

そうしますと、例えば6号機を作ってから7号機、6号機と7号機ではそれ程違わないのに、何故7号機の起動(は時間)がかかるのだろうか、同じものを作っておけば、(システムは)ほぼ同じですよ。多少の違いがあるならば、今回の鍛えた(変更した)部分によって、パラメータが変わっている可能性が否定できないのか、そこについてのご意見をお願いします。

(北村委員長)

橋爪委員の質問、僕が理解できなかったのだが。

(橋爪委員)

要するに、システムの色々な制御定数があるので、当然、最初の起動時は、建設時で色々な状態に応じたパラメータを決めていく、それは分かりました。それは一生ものであり、変わらないとなった場合、

完全に装置を取り替えた時に、多少仕様が違うものを置いたとすれば、それが変わる可能性が出てくるが、それは無いと。同じ物を基本的に使うとなつて、6号機と7号機を比較した場合、もし同じ物であつて、6号機ができていなければ、7号機の建設時のパラメータは全部分かっていると思うので、何で時間がかかるのだろうかとの強い疑問が...

(北村委員長)

p. 6のグラフは、7号機ですが、6号機が先行して経験あるのではないかとの話ですね。

(東京電力：山下所長)

今のお話、何種類か回答があるのですが、一番決定的な違いを申し上げますと、6号機と7号機のプラントメーカーの分担が違います。6号機は、原子炉側が東芝で、タービンが日立です。7号機はその逆です。そうしますと、ポンプ製造メーカーが違いますから、制御定数等、ツインプラントであっても違いますので、6号機で上手くいったから、その制御定数を7号機に必ずしもそのまま当てはめられません。ご指摘のとおり、同様の設計で似通っているものについては、勿論、その都度、その都度起動試験項目から、合理的に減らせるものは減らしますが、基本的にはどの試験も、どこを目標に、何を評価するか決まっていますから、それに対しては一定の時間がかかるので、柏崎刈羽（原子力発電所）の場合は、大体、燃料装荷を始めてから10ヶ月かけて、制御定数を決めます。この時にはこの制御定数をと、順を追って決めていきますから、そこは省略できないとご理解いただければと思います。

(橋爪委員)

分かりました。

(北村委員長)

この問題について、他の委員どうぞ。

(鈴木委員)

専門外で良く分からないのですが、p. 4、途中で10日間の検査期間を挟んでいます。一旦時間をかけて、ゆっくり止めて「ゼロ」出力にして、それからまた10日後に起動しています。10日間位で再起動できるものなのですか。

(東京電力：山下所長)

それは可能でございます。原子炉の可燃性毒物の特性等が影響あるのではないかとのご指摘かと思いますが、それについては計算に入れて立ち上げますので、問題は無いです。

(北村委員長)

他にございますか。

このご質問については、ご回答いただいたとのことと進めさせていただきたいと思ひます。よろしいですね。

3番目のご質問です。これは6号機の非常用取水路の耐震安全性評価について、このご質問は、阿部委員から出たかと思ひますが、これについてご回答いただきたいと思ひます。お願いします。

#### 4) 委員ご質問への回答について (その3)

##### ○ 東京電力説明 (設備小委19-2-3)

<説明要旨>

○ 地盤構造の検討と解析方法について (阿部委員)

- ・ A-A断面、B-B断面の地質構造は、細かく分かっているが、同じ安田層である。
- ・ 取水路軸 (縦断) 方向について、地盤が異なることで、軸方向に、構造的に問題となる応力が生じないように、ブロック分割し、その間に耐震ジョイントを設けている。
- ・ 耐震安全性評価方法は、7号機と同じである。

(北村委員長)

阿部委員、いかがですか。

(阿部委員)

説明有難うございました。そうしますと、まず1つは、西山層とその上の地盤構造が大きく異なっており、基本的には剛性がかなり違うとのことですのでよろしいですね。なので、各断面で別々に見て、下から一次元の波動を入れて、その断面に波動を入射させて応答解析をしましたとの説明かと思います。p. 5の上の図を見ますと、これは長手方向の断面になるかと思いますが、C断面の近くのところ、西山層が露出している形になっているかと思いますが、一般的に、この様な地盤構造のところだと、西山層の右端に下から波動が入ったとしても、非実体波、表面波が発生して、それがB断面、A断面の方に伝播する。おそらく、一般的には、その様な表面波が出てくるかと思いますが、B断面、A断面で切った断面で、真下から波動を入れた時には、回折波の影響は考慮できなくなるかと思いますが、いかがでしょうか。

(東京電力：末広課長)

今、ご指摘いただいたことをp. 9に(示してあります)、縦断方向に相当する構造物の断面、断面といいますが平面図と縦断面、つまり縦断方向の構造に対する影響があるかないかの観点から、構造物としては、西山層と西山層が露出しているところから表面波的に発生する波が取水路の軸方向に伝播する影響があるとすると、この様なジョイントを設けることで、構造物に対する影響を無くすとの考えで、この様なジョイントを設けた形で、構造物をこま切れにしておりますので、波動の伝播としては委員仰る通り、この様な地表面での表面波的な波動が発生するかもしれませんが、構造物に与える影響を考えますと、それを無視できるように細かく切っています。設計の観点から、その様に扱っています。表面波が発生するかどうかは、一応検討していますが、表面付近の安田層の $V_s$ (せん断波速度)は大体200~300m/s程度ですので、それとその下の基盤層の西山層の $V_s$ が500~700m/s位ですが、そのコントラストから、この構造物にそれほど影響を与えるような短波長の波が発生しないと、地中構造物の指針等で考慮すべきものについてチェックはしていますが、それほど影響の無いように、このピンクの線の様に、大体15m間隔で切っていますが、それ位の範囲で切っておれば軸(縦断)方向は影響無いと考えております。

(阿部委員)

例えば、レイリー波ですと、(非常用取水路の)縦方向断面の内部で、変位波が出てきますので、縦断方向に縁を切れれば、おそらく個々に振舞うことになろうかと思いますが、例えばラブ波が入った時には、横断面内でせん断の作用が入ってくるかと思いますが、それも含めて大丈夫なのですか。

(東京電力：末広課長)

前々回のご説明では、そこまでのご説明は控えましたが、耐震安全性評価の報告書には、その様なことも検討した参考資料等載せてあります。その結果、殆ど応力的な問題は無かったと計算しております。

(阿部委員)

わかりました。

(北村委員長)

實際上、阿部委員ご指摘の現象は、物理現象としては起こり得るが、その大きさは障害にならないとの評価が得られているとのご説明ですか。

(東京電力：末広課長)

そうです。

(北村委員長)

有難うございます。他の委員いかがですか。

それでは、委員の先生方のご質問への回答、大きく3種類の質問に対してご説明いただきました。以上で、この問題についてはご了解いただけたと。若干、次回補足資料を出して下さいとの問題は残っていますが...

先に進ませていただきます。1号機の設備健全性について、設備小委19-3、説明をお願いします。



## 5) 1号機の設備健全性に係る点検状況について

### ○ 東京電力説明（設備小委19-3）

#### <説明要旨>

- ・ 現時点において、基本点検は約6割終了
- ・ 1号機は他号機と異なり、地震発生時は定期検査中で、原子炉压力容器は解放されており、炉内構造物及び燃料が取り出された状況であった。
- ・ 1号機特有のものとしては、地震により、機能に影響が生じたと判断した106機器のうち、86機器が消火水の流入が原因であったこと。なお、流入水対策としては、消火系配管の地上化で対応済み。
- ・ PLR配管及びシュラウドのひび割れ深さについては、地震後の進展は確認されなかった。
- ・ これまで、原子炉安全上重要な機器については、浸水が原因となるもの以外に、地震による異常は確認されていない。

（北村委員長）

多岐に渡る説明でしたが、大きく分けると地震の直接的影響と浸水の影響と、それから経年劣化と、大きくその3つで良かったですか。

（東京電力：村野GM）

点検の状況と経年劣化の状況と大きく2つに分けて、経年劣化の状況の中には幾つかの原因に分けて紹介させていただきました。

（北村委員長）

とのことです。ご質疑、ご討論お願いいたします。

（鈴木委員）

p. 2 お願いします。細かい質問になりますが、今回、定期点検中で使用済み燃料がプールに入っていました。この燃料で、一番燃焼が進んだ集合体のバーンアップはどれ位ですか。

（東京電力：村野GM）

手元に数字ございませんので、確認をさせていただきたい。

（鈴木委員）

それで、細かい質問ですが、燃料プールに置いてあって地震動を受ける場合と、炉心に集合体として入っていた時に振動を受けるのと、どちらの振動が大きいですか。プールに置いてあった方が、ルーズに置いてあるような気もしますが、そうでもないですか。

（東京電力：村野GM）

炉心にある場合は、下端を炉心支持板の上の燃料支持金具で支えて、上端は格子状のもので4体まとめて支えています。使用済み燃料プールにある場合は、使用済み燃料貯蔵用ラックと呼ばれる構造物がございます。それは角管状の中に燃料集合体1本1本を格納しております。よって、（使用済み燃料プールにある場合は、）上端を支えていない状況が、炉内にある時と異なるかと思えます。例えば、解析のその地点での震度等を確認すれば分かるかと思えますが、手元に数字ございませんので確認させて下さい。

（鈴木委員）

分かりました。

（北村委員長）

鈴木委員、バーンアップについてのご質問はどういう関連でのご質問ですか。

（鈴木委員）

バーンアップが、一定程度以上進みますと、被覆管がそれだけ延性が低下するので、その影響は無い

ものかと思えました。

(北村委員長)

要するに、プールの中で、例えば燃料集合体同士が衝突しないことが大事ですね。

(鈴木委員)

支持されていれば大丈夫です。

(北村委員長)

この問題は大丈夫だろうかのご質問だったと。

(東京電力：村野GM)

数字的なものは確認させていただきますが、実際、燃料プールの中の燃料集合体そのものはファイバースコープ等使って、チャンネルボックスが周りにありますのでそれを取り外して、被覆管の状況等も確認しておりますので、報告書としてはそれをまとめていきたいとは思っております。

(北村委員長)

基本的にはこれも古い原子炉だから、一番バーンアップするのは、一般的には、4サイクルなら4サイクル位に炉心にあったものが一番バーンアップすると、大まかなこと位答えられるのでは。

(東京電力：村野GM)

他のプラントと同様4サイクル程度の炉内滞在期間だと。

(鈴木委員)

分かりました。それで結構です。

(北村委員長)

その様なことで、よろしいですね。

(齊藤委員)

経年劣化事象、PLR配管についてですが、先程もご説明あった様に、長さについてはクリーピング波や、45度斜角法によって、バラツキが20mm位あるので、実測値もある程度のバラツキはありますが、深さは1サイクルの運転後も、地震前後とも同じ様な、非常に近い値ですが、このバラツキは、前にもご質問したかもしれませんが、どの程度あるのか、これは同じ手法・装置で測定しているのか、または同じ人が判定しているのかについて確認させていただきたい。

(東京電力：磯貝部長)

すみません、検査員が同じ、装置が同じかどうかは、手元に資料がないので、次回合わせて回答させていただければと思います。

(齊藤委員)

装置については、シリアルNo.が同じということではなく、同じシステムを使っていたかどうか回答いただきたい。

(東京電力：山下所長)

基本的には、パフォーマンスデモンストレーションという資格制度がございまして、その資格を持った方が同じ手順で測定することを基本としています。彼（東京電力：磯貝部長）が説明した様に、必ずしも同じ人間かどうか分かりませんが、超音波探傷は、一定のルールに従った実力を持った方が測定している。しかも、それをクロスチェックする活動をしてございます。詳細は次回ご説明します。

(北村委員長)

要するに、この（長さの）値が違ってブレている様に見えるが、これがどれ位有意なのかについて、測定の不確かさとの関連で説明していただければ良いです。ただ、この値だけ出てくると何か随分バラ

ツキがあると思われまますので。斉藤委員のご質問、これで良いですか。

(斉藤委員)

(SCCき裂の) 深さの値から、バラツキが非常に小さくて、進展ないことは分かりますが、長さに比べたらバラツキの割合が非常に小さいので、実際、(き裂) 深さの有意なバラツキがどの位あるのかを確認したかっただけです。

(東京電力：山下所長)

深さの誤差については、パフォーマンスデモンストレーションで4mm以上の誤差があってはいけない。それから、平均として3.2mm以内に必ず取まるとの精度を要求されていますので、その中に取まるような実力を持った測定員が計っています。だから、バラツキはその程度の幅以内でございませう。長さは、検出が目的ですので、深さの測定とは少し違います。これについては、有意な差ではないと(東京電力：) 村野が説明したと思いますが、これ位の測定誤差まあります。むしろ、深さが問題であると認識してございませう。

(北村委員長)

だから、そのことを、実データ、参照データを添えて説明いただかないと。値だけ見せていただいでの説明だと理解し難いとの主旨かと思ひます。どうぞ鈴木委員。

(鈴木委員)

今の論点に関連して質問させていただきます。SCCき裂の深さや長さですので、地震動のような短期的に集中するような負荷では、そもそもき裂が大きくなるような性格のものではないと、前にもご説明ありましたが、念のためにその長さや深さの変化を測定したとのお考えですか。

(東京電力：村野GM)

ご指摘のとおり、3号機の例で、実際にSCCが地震前から発生した箇所を切り出してきて、それを割ってみてSCC以外の状態の割れがあるかを確認して、この場でもご確認いただいでございませうが、そういった状況から地震による進展は考えにくい。1度、計算でも、地震の影響は非常に小さいものであることを、解析で確認してみたいと思ひます。ご指摘のとおりです。

(北村委員長)

どうぞ、岡崎委員。

(岡崎委員)

別に今のところに、こだわっているつもりはないのですが、質問です。今回の地震によってSCCのき裂が進展したとはあまり思ひていない。むしろ、元々あった残留応力分布が変わったことはないのですか。要するに、p.31の説明を読みますと、高周波誘導加熱を施工し、残留応力除去して、圧縮方向に持って行ったとある。これは、逆に言うと圧縮方向に持って行った分は、自己平衡のためどこかに引張応力が残っていることになるかと思ひます。その分布は変わってないのかご確認をお願いしたい。

(北村委員長)

具体的には、応力分布が変わっているかどうかを、何らかの手段で確認できないかとのご質問ですか。

(岡崎委員)

もしくは、元のままであるならば、何ら問題ないですが。

(橋爪委員)

よろしいですか。今のことについて、p.6 地震応答解の真ん中あたりに「裕度が比較的少ない 対象機器なし」と書いてありますが、これの意味は、塑性変形、降伏応力に達する部位は全くなかったとの意味で書かれている(のではないですか)。

(東京電力：村野GM)

これは判定基準として、規格のⅢ<sub>A</sub>Sと、降伏応力をベースとした許容値を、今回7号機と同様に設定

しまして、それと比較したときに、今現在、この数の解析が終わっていますが、判定基準を超えた機器はありません。

(橋爪委員)

今の質問に対しても、基準値はかなり厳しく作ってあるので、それを越えてないことは、前回までの議論で、降伏応力を実際は越えていません、が結論であったと思います。そうしますと、降伏応力越えるような応力が出ていなければ、弾性変形の範囲であれば、応力分布が変わることは、まず考えられないとの結論になるのでは(ないですか)。

(東京電力：村野GM)

PLR配管については、解析を進めているところでありますが、見込みとしてはⅢ<sub>A</sub>Sを越えないレベルにあると考えております。今の橋爪先生のお考えで言えば、ご指摘のとおりかと思っております。

(北村委員長)

これで、岡崎委員のご質問にも結果的に答えていると(なりますか)。

(岡崎委員)

そうしますと、別の観点から、p.21 純水タンクの面外変形について。あれは、元々、計算で予測できる事象だったのですか。それについて、他の事象も含めて教えて下さい。

(東京電力：村野GM)

予測可能かとは思いますが、この事象ですが、タンクの中腹に変形が出ていますが、タンクそのものは、下が板厚が厚く、上に行くとも薄くなる構造となっています。地震力を測定値から仮定して入力できたとすれば、曲げモーメントの分布と板厚の変化を考えれば、比率毎に変形が出るのではないかと思います。

(岡崎委員)

今、それは確認途上だということですね。

(阿部委員)

今の議論に関係してですが、中間の部分、これは座屈と見ていいのですか。

(東京電力：村野GM)

座屈とは考えておりません。変形と考えております。

(阿部委員)

そうしますと何による変形なのですか。

(東京電力：村野GM)

曲げモーメントによるものかと考えております。

(阿部委員)

曲げモーメントが作用したことで、塑性変形をしたのですか。  
構造物全体としての曲げモーメントは理解できますが、(タンクは)多分薄い構造ですよ。

(東京電力：村野GM)

そうです。

(阿部委員)

そうしますと、そこに作用する曲げモーメントが、この様な局部変形を起こさせることは、どう解釈するのですか。

(東京電力：高木GM)

東京電力の高木でございます。少し補足させていただきます。この純水タンク、他のタンクでも同

じ変形が出ているものもごございます。これを解析しましたところ、大きな曲げモーメントとともに、内容物の変動によって応力が発生しております。それから、このタンクの場合、板厚が一定ではございません。上に行くとも薄くなっております。この変形も、(板厚が)薄くなっているところの応力により生じております。

(阿部委員)

もう一度確認ですが、曲げモーメントは何によって発生する曲げモーメントなのか。

(東京電力：高木GM)

1つは地震動によって生じるものがごございますが、あとは内容物の変動による圧力変動と申しますか、その様なことでも生じております。

(阿部委員)

つまり、地震動が入ったときに、例えばマス(質量)が入っているので、水平方向にせん断を受けますよね。せん断を受けるとたわみが出る。たわみが出るとそれで曲げモーメントが発生する、その類の曲げモーメントなのか。

(東京電力：高木GM)

基部については、曲げモーメントが大きくなりまして、別のタンクでは基部の象足座屈が生じております。

(阿部委員)

これと同じような事例は他のタンクでも認められるのですか。

(東京電力：磯貝部長)

以前紹介させていただきましたが、No.3 濾過水タンク、これは底の方が象の足状になってき裂が発生した例がございます。そちらの解析結果をご紹介させていただいた例もございます。

(阿部委員)

それは座屈ですよ。この様な事例は他には(ありませんか)。

(東京電力：磯貝部長)

すいません。これ以外に濾過水タンクのNo.1, 2がありまして、そちらも上の方は同じような変形を、上部の方に波を打った様な痕跡が出たものがございます。同様な事象です。

(阿部委員)

それで、当然それらは補修されたと思いますが、同様の構造物で被害はなかったが、補修はしたとの事例が特にないですか。

(東京電力：磯貝部長)

今ほど言いました、濾過水タンクのNo.1, 2につきましては、現在これから作り替え、いわゆる取り替えとのことで、現在計画を立ててございます。

(阿部委員)

分かりました。そうしますと、被害の有無にかかわらず、今後適宜その様なものについては、対策をとっていくとのことでよろしいですか。

(東京電力：村野GM)

基本的には耐震クラスが低い設備になりますので、損傷を受けたら基本的には元の姿に戻すことを我々の方針としています。ただし、水の入ったタンク類は火災が起きた時に、消火用の水を貯めておくとの観点で、今回地震で3号機の変圧器、火災が起きて消火活動が滞ったとのことでございますので、強いものに変えていくとの方針をとりまして、今までJISで作っていたものを、消防法ベースの震度を考えて立て替えるとの方針で計画しておりますので、この消火系配管に供給するタンク類については強

くしていきますが、他のものは壊れてなければ継続使用しますし、壊れているものは原型に復旧することを方針にしています。

(阿部委員)

分かりました。

(北村委員長)

他に、どうぞ。

(鈴木委員)

橋爪委員から質問ありましたが、p. 6に「裕度が比較的少ない、対象機器なし」と、それから不適合があっても軽微な事象で、原子炉安全に影響を及ぼすものはなかったとの記述があります。そうしますと、原子炉一次系や建屋そのものにしろ、損傷はなかったとのことですよ。1号機の場合は、非常に地震動自体が大きかったのだが、裕度の大きな設計をしてあったので、かなり損傷が少ない状態が維持できたというご説明でした。p. 14を見ますと、ここに、地震の影響により、機器の機能に影響を及ぼすと考えられる不適合とありますが、例えば、2番目、残留熱除去海水ポンプ電動機が仮置き中だから転倒したと書いてあります。確かに定期点検中だからこうなった、その様にしか考えられないのですが、他の物は、もし定期点検中ではなくて運転中だったらどうなったのでしょうか。運転中だったら同じ様に不適合が生じたり、或いはそこからまた大きなトラブルが生じる可能性はなかったのですか。

(東京電力：村野GM)

今、例示を頂きましたが、残留熱除去系海水ポンプにつきましては、安全上重要な設備に分類をされますので、今回の調査で解析的評価を行う予定でございます。(安全上重要な設備なので、)耐震クラスが高くなります。この設備そのものは運転中であつたと仮定しても、問題がないレベルになっているのではないかと想定をしています。特にボルト類は、ポンプの振動等がないように強固に設計されていますので、基本的には応力値もそれ程高くないものと考えております。

(鈴木委員)

質問の趣旨は、p. 14～15に、リストアップされている事は、先ず1つは、一次配管系や原子炉建屋ではなくて、個別の機器に損傷があつたことを示していると解釈できると、もう1つは、その残留熱海水ポンプが点検中で仮置き中だったから転倒したのであって、もし、1号機が運転中だったらこの様な不適合は生じなかったのかとの質問です。それで、続いて言えば他の機器についても、同様のことが言えるのですかと、逆に運転中だったら、この様な不適合は起こらなかったのか、或いは起こったのかという質問です。

(東京電力：村野GM)

失礼しました。まず、ご指摘の海水ポンプにつきましては、運転中は必ず待機状態若しくは運転状態になっていますので、地震が起こったとしても損傷はなかった設備に分類されると想像します。実際には、解析したり、(地震を)受けてみないとわかりません。それから、低圧タービンは、ここに書いてあるような不適合は、他の号機にも見られました。ただし、運転していた号機、例えば7号機は、羽根、動翼と静翼が擦ってそこで溝ができた等、その様な事例が見られています。これは運転中と停止中で明らかに違いが見られる部位だと思います。それから、表の下側にある10番のように、屋外の設備で耐震クラスが低い、基礎ボルトが折損するような事象、これは多分運転中であつても起こつたと思いますし、その下の変圧器のズレや、次のページ(p. 19)のセラミックフィルタ破損、運転状態と同じような状態で置かれていたものは、同様の不適合が起こつたと想像ができるかと思います。それは幾つかの例でございますが、その様な兆候で...

(鈴木委員)

ですから、主要な一次系、或いは原子炉建屋の主要なものは健全であつた。若干この様なリストアップされているような物に不適合が生じた。不適合は運転中であつても生じるかもしれないが、それは原子炉の安全に大きな影響を及ぼすようなものではないと、考えて良いのですか。

(東京電力：村野GM)

そのように考えてよろしいかと思えます。まだ点検途中でございますので、最終的な段階で言えるかどうかは保証出来ませぬが、今の段階では、その様にご理解でよろしいかと思えます。

(北村委員長)

よろしいですか。どうぞ。

(黒田委員)

同じように運転中であつたらとのことでご質問したいのですが、1号機の場合には、浸水したことが大きな問題であつたと思えます。そうしますと、浸水が起こるようなことが運転中に起こっていたら、これはどのようなことになつたのですか。それでも異常は全く生じなかつたと言えるのですか。

(東京電力：村野GM)

p. 8 をご覧いただければと思えますが、説明の中でも申しましたが、原子炉複合建屋の最地下階に溜まり水ができました。この1つ内側の建屋に原子炉建屋、いわゆる安全上重要な設備が設置してある棟がございます。この複合建屋と原子炉建屋は、壁で明確に仕切られておりますので、原子炉建屋の方には、この水は行かなかつたので、そう考えると、浸水によって何か運転していたとしても異常が起つたとは考えにくい状況かと思えます。

(黒田委員)

この様な配管の破損は、他でも起こり得ると思えます。現実には、1号機が、一番最初、古い号機であつたから、配管が壊れてしまつたのですか。

(東京電力：磯貝部長)

1度、現場をご覧になつていただいたかと思えますが、特に安全上重要な機器系統につきましては、系統分離との発想がございまして、必ずA系、B系分離して、しかも部屋単位で区切れるようになっております。例えば高圧炉心系のポンプ等につきましても、それぞれ別の部屋に、しかも仮にどこかの配管が破断したとしても、片系が必ず健全であるよう、親密性、独立性を求められる設計になっておりますので、全部の系統が1度で駄目になってしまうことはありません。それから、先程(東京電力：)村野がいいましたように、今回の事象は原子炉建屋の周囲の付属棟ですので、言ってみれば一つの壁があつて、更にそれぞれの機器が置かれてる所を、部屋単位で区切りなさいとの指針上の要求に則つた設計になっているので、安全上の直ちに問題となる状況にはないと考えてございます。

(北村委員長)

今、お答えが二つあつて、前半は正に、この水漏れが原子炉の建屋の中の重要機器に及んでいることではないですと、これが答えの1。それから、答えその2が、今度は逆に建屋の中の配管の何処かが漏つたとしても、重要な物は独立性を保つた形で配置されて、それぞれが密閉された構造になっているから流れて行く事はないでしょうと。どこか一系統は水没することもあるかも知れない。でもそれは、多重に及ぶことは無いだろう。これが今のお答えだと翻訳させて頂いて宜しいですか。とのことだそうです。他の観点から、今日は、後半時間がかかりました。沢山ご議論頂いたのですが、1号機、この話題に関して他にご質問があれば。

(鈴木委員)

はい。

(北村委員長)

どうぞ。

(鈴木委員)

先程の質問に追加させて下さい。p. 14, 15に、不適合がリストアップされていますが、これは例えば発電機にしろ所内変圧器、高起動変圧器等々に少しずつ不具合があることは、耐震性が不足していたとのことなのですか。それとも逆にあれだけ揺らされれば、多少はこうなるとのニュアンスなのですか。

(東京電力：村野GM)

後者のご理解だと思えます。

(鈴木委員)

今後も同様な機器を使うとお考えになっている訳ですね。

(東京電力：村野GM)

必要な修理を行いますが、変圧器につきましては、3号機で火災があった事例もございますので、若干強化対策をします。具体的には不等沈下を防止する、ダクトがショートしたときに防止できる構造にする等、そういったことを幾つか行います。それから評価時の入力加速度を、従来の1.5倍にします。

(北村委員長)

宜しいですか。大体約束した4時で、3つ目の議題まで消化しましたが。どうぞ。

(橋爪委員)

すいません。最後の方で、傾いたものをジャッキアップするとありましたよね。

(東京電力：村野GM)

p. 23、補助ボイラーですか。

(橋爪委員)

これは後で、新しい基準に対しての耐震安全評価が出てくると思えますが、この様な状態で揺らしても大丈夫なのですか。これだけ見ても何をどの様にやるのか分からなくて、今回はこれで、良いということでしょうか、将来的な話だと思えますが、次の新しいSsに対しての耐震安全評価ですか。これはどういった(状態での評価となりますか)。

(東京電力：村野GM)

耐震安全性評価を行う機器は、原子炉安全に関わる機器を対象としておりまして、これが地震によって損傷しても原子炉に重要な影響を及ぼさない設備であり、耐震クラスは低い設備になりますので、耐震安全性評価は行いません。修理方法としては、ボイラー上部が汽水胴、下部が水胴で、途中をバーナーで熱して蒸気を上のドラムに貯めるとの構造になっています。全体をこの様なコンクリート基礎の上に乗せて基礎ボルトで止めているとの構造な物ですから一旦基礎ボルトのナットを外してここでジャッキアップをしてシムを挟んで水平にする修理を行いました。

(橋爪委員)

その後はまたボルトを締めるのですか。

(東京電力：村野GM)

もう1回基礎ボルトを締め直します。

(橋爪委員)

分かりました。

## 6) その他

(北村委員長)

よろしいですか。3つ議題が終わりました。

その他議題ですが、前回からお約束しているように、簡単にまとめておきたいと思えますが、今日の場合、まとめと言うよりも、各議題について、特に委員からのご質問について、説明いただいて、それぞれについてはご了承いただいたと、了解させていただきたいと思えます。よろしくお願い致します。

その他議題として、実は黒田委員から、事前にご発言要求ありますので、暫時時間をいただきたいと思えます。

(黒田委員)

それでは、短い時間で提案しますのでよろしくお願い致します。県民の皆さんへの安全安心に係る問題



で、できたら一番最初に発言させて欲しかったのですが、4時を回ってしまいました。それで前回18回の小委員会の後、4月11日に柏崎刈羽原子力発電所で火災事故があって、これは中越沖地震後9回目に当たることで、13日には、泉田知事が21日に予定されていた県議会全員協議会を延期したいと話され、その後、東電への指示文書が渡され、それに対する回答が昨日行われていると新聞報道にあるかと思えます。その様な状況で、泉田知事は報告書をよく読んで、これは運転再開のことだと思いますが、了承するかどうかを決めたいと話したと言われております。中越沖地震後に何回か火災が起きたことに関して、県だけで判断することで良いのだろうか。むしろ、中越沖地震後に国でも、中越沖地震における原子力施設に関する自衛消防及び情報連絡・提供に関するWGが作られ、現実には6回会合が行われ、昨年2月27日まで活動が続いていたようです。まだ、このWGは残っているのではないかと思います。この様な場があるならば、新潟県から、この火災に対しての問題は、原子力発電所の事故の多くが沢山の機器を管理する人間に起因するようなことでもあるのですから、国のWGで地震後の火災問題について議論することを提案されてはいかがかと思えます。そこで、県のお考えなりを伺わせていただければと思います。

(北村委員長)

問題提起ですが、小委員会の議題(に該当する)かどうかが、もう1つあると思いますが。ご発言、ご要望ですので、現在の県の立場だけご説明いただければと思いますが、何かありますか。

(熊倉原子力安全広報監)

確認ですが、この小委員会の委員としてよりは、黒田先生個人としてとのご意見なのですか。

(黒田委員)

小委員会の委員としてです。私は、この委員会は国に対しての要望を取りあげるところでもあると、設置理由に述べられていたと思います。その意味では、この様な問題、どこでも扱うことができないならば、この小委員会で考えて構わないのではないかと私は思います。

(熊倉原子力安全広報監)

わかりました。まず、この小委員会について、設立の要綱にございますとおり、設備健全性、耐震安全性に関する事項について専門的な検討、県への技術的な助言、指導をいただくとして設置されたものでございますので、火災についてとなりますと、小委員会の趣旨と異なるかと(思います)。それがまず1点でございます。それと、火事、火災の関係について若干経過を説明させていただきます。昨日、県へも東京電力から防火対策について報告がございました。この防火対策の報告につきましては、一義的には防火を管轄しているのは、消防になりますので、柏崎市消防で、まずは内容について確認をいただいて、妥当なものであるとの評価をいただいております。もう1つは、9件目の火災を受けて、保安院からも、緊急に原因究明と対策を行いなさいとの指示が出ておまして、それに基づいて、東京電力から保安院へ報告があって、保安院からも、昨日、妥当なものであるとの評価をいただいた。合わせて、私ども県からも、東京電力の報告について、これまた別途消防について見識を有する識者のご意見をいただきながら、その報告書の内容を確認させていただいたところです。この有識者の皆様からも、今回の再発防止策については「十分妥当なものである」との評価をいただいた上で、本日、知事が、この防火対策については妥当なものと了解すると判断を示された、との経過になってございますので、県単独でどうこうではないことを、まずはご承知おきいただきたいと思います。以上でございます。

(北村委員長)

との説明です。多分、黒田委員のご提案の趣旨は、もし、委員の皆さん同意するのであれば、「ここから、国でもっとこの様なことをやれ」と意見表明するのも、あっても良いのではないかとのお考え方だと思いますが、それに対して、一応、国も既にその意味では、先程ご指摘のWGではないですが、保安院としては当然目配りしているで、国が何も見ていない訳ではない。これが今の事務局からのお答えだと思います。これは、各委員の方、もし黒田委員のご提案に対して賛同するご意見もあれば、それは議論になりますが、この委員会の議題として取り入れるべきかどうかに対して、もし別のご意見があればご発言いただきたいと思います。

(橋爪委員)

火災が起きることに対しては「しっかりして下さい」と言いたいのですが、この場で聞いても...

はっきり言って私は完全に専門外ですし、専門のところで、しっかりと議論するのであれば、ここは設備の耐震安全性等、そういったことを議論する場であるので、この委員会からは、私、委員としては、この件に関しては必要ないのではないかと思います。

(北村委員長)

他の委員の方、何かご発言ありますか。

(岡崎委員)

私も同じ意見です。

(北村委員長)

阿部委員、いかがですか。

(阿部委員)

私も同じ意見です。

(北村委員長)

鈴木委員、どうぞ。

(鈴木委員)

設備健全性、原子炉本体、原子炉建屋、その様な発電所の本体に関連した項目に十分時間を割いた方が良いのではないかと考えます。

(北村委員長)

最後に斉藤委員いかがでしょうか。

(斉藤委員)

この委員会で取り上げるものではないのではないかと思います。

(北村委員長)

ご出席の委員の皆様は以上のようなご意見でございます。ただ、それはそれとして、黒田委員も仰ったし、橋爪委員も仰ったように、火災が起こるのは、安全上非常に気になることは当然のことです。それについては東京電力、是非、体制を見直して、そのことを現に防止するような形で徹底した再発防止策を取って欲しい。これは皆さん変わらない、当然のご意見だろうと思います。

以上ですが、他にご発言、ご意見ございますか。よろしければ、私から事務局にマイクをお返しして、次回の確認だけして下さい。

(熊倉原子力安全広報監)

有難うございました。それでは次回、この小委員会ですが、5月12日、午後1時30分から自治会館2階の201会議室で行いたいと思いますので、よろしくお願い致します。それでは本日の設備、耐震小委員会はこれにて閉会とさせていただきます。大変どうも有難うございました。

以上