

大飯3号機加圧器スプレイライン配管溶接部における  
有意な指示に係る公開会合（第1回）

原子力規制庁

（注：この議事録の発言内容については、発言者のチェックを受けたものではありません。）

大飯3号機加圧器スプレイライン配管溶接部における  
有意な指示に係る公開会合（第1回）  
議事録

1. 日時

令和2年9月11日（金） 14:00～16:08

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室B・C・D

3. 出席者

原子力規制庁職員

金子 修一 長官官房 審議官  
杉本 孝信 安全規制管理官（専門検査担当）  
高須 洋司 専門検査部門 統括監視指導官  
滝吉 幸嗣 専門検査部門 企画調査官  
森田 憲二 専門検査部門 主任原子力専門検査官  
小野 達也 実用炉監視部門 上級原子炉解析専門官  
河野 克己 システム安全研究部門 主任技術研究調査官

関西電力株式会社

決得 恭弘 原子力事業本部 原子力発電部門 原子力発電部長  
日下 浩作 原子力事業本部 原子力発電部門 原子力保全担当部長  
高田 泰和 原子力事業本部 原子力発電部門 保全計画グループ マネジャー  
寺地 巧 原子力事業本部 原子力発電部門 保全計画グループ リーダー  
松永 直志 原子力事業本部 原子力発電部門 保全計画グループ リーダー  
土肥 伸樹 大飯発電所 副所長

三菱重工業株式会社

堤 一也 総合研究所 原子力センター 副センター長

#### 4. 議 題

(1) 大飯発電所3号機加圧器スプレイライン配管溶接部における有意な指示について

#### 5. 配布資料

資料1-1 2020年9月8日面談資料(抜粋)

資料1-2 大飯発電所3号機 加圧器スプレイライン配管溶接部における有意な指示  
について

#### 6. 議事録

○金子審議官 それでは、定刻になりましたので、大飯3号機加圧器スプレイライン配管溶接部における有意な指示に係る公開会合を開始いたします。

本日は急な会合の開催にもかかわらず関西電力にも御対応いただき、大変ありがとうございます。御協力に感謝申し上げます。

実は既に一昨日の原子力規制委員会の会合で事案の概要というのは共有をされておりますけれども、私からその時点での簡単な把握されている状況について、それからそこまでの経緯について簡単にお話をした上で、その後の認識共有、あるいは論点の整理というのを進めていきたいというふうに思っております。

本件、まず8月17日、超音波探傷検査のための測定を関西電力のほうで行われ、その後8月31日に供用期間中検査ということで、測定結果の判定が行われてございます。その結果について合格の基準の外に出る可能性があるということで、私どもの検査官にも情報が共有をされた。そこで認知をされたような形になってございます。

その後、9月1日に詳細な2段階目の検査ということで、関西電力のほうで追加の検査を実施をされて、有意な指示がどのようなものであるのかということの具体的な把握、あるいは、その傷といったようなものがどのような性格のものであるのかといったことについての推定などを行っておられます。

今日お手元にお配りをしております資料1-1にその概略をお示しをしておりますので、まずちょっと御覧をいただいて、そこからさらに進展のある部分は、また関西電力のほうから補足をいただければというふうに思っております。

資料1-1のページで申し上げますと2ページとページのついた図のある資料を御覧ください。

超音波探傷検査によりまして、亀裂の有無が疑われた部分というのは、ちょっと小さな図ですけれども、左側にあります1次系の配管、これはRCPポンプのところから圧力容器のほうに水が流れていく途中から、加圧器スプレイラインと、青い水色の線で書いてあります配管が枝分かれをして、そこの枝分かれをする根元に近い部分の溶接部の近くということでございます。

それを拡大したものが右側に書いてございます。溶接金属と書いてある部分が溶接部分そのものでありますけれども、管台というのが1次系配管に近い部分ですから、下のほうと言ったらいいでしょうか、エルボと書いてあるほうが上側のほうに、スプレイラインのほうの、水の流れて言うとは下流側になるというような形でございます。濃い青い線で指示部と書いたものが、亀裂の存在が示された部分ということで、深さ方向の深さが4.6mm、亀裂自体は少し斜めに通っているということで、今、伺っている範囲ですと、ちょうど溶接金属の下流側のところから溶接金属の一番先端の部分を通して、反対側の溶接部のほうに沿って曲がった形で通っているというような形でございます。ここまでが観測をした事実ということで伺っている範囲です。それから、この絵には直接描いてございませんけれども、この管の丸い方向で見ますと、丸い方向の長さが67mmということで聞いてございます。

どのような性状のものであるかというのは、なかなか超音波探傷検査だけでは確定ができない性格のものではございますけれども、今のところ関西電力のほうでは、もともとの加工の応力が残っている場所だ。それから溶接の熱影響部でもあるということで、強加工SCCと呼ばれる応力腐食割れの亀裂ではないかということで推定をされているという状況と聞いてございます。

この亀裂が今後どのように進展していってしまうのか、どのようなスピードで、あるいはどのような形で。それからそれが進展していったときに、どのように健全性が維持できるのかというようなことについての評価を、この時点まででもされておられます。これが資料1-1で申し上げますと、一番最後のページ、3ページ目にフローチャートがありまして、今、欠陥の評価の第1段階、第2段階というような形で申し上げた測定と、実際の評価。この評価の内容は既にもう大分変わっておられるかもしれませんが、またこの後少し御説明をいただければと思っております。

これを一昨日の原子力規制委員会の際に、委員会でも情報共有をさせていただいたときに、これまでのPWRの配管の亀裂という意味では、こういう場所でSCCが起きるといった類例

があまりないということもありまして、しっかりと分析あるいは把握評価をしなければいけないだろう。それも世の中の皆さんにも見える形でということで、この公開会合をさせていただいているような経緯になってございます。

その日の夕方に、実は関西電力の経営陣と原子力規制委員会のメンバーとの意見交換の場がありまして、その際にも少し話題になりましたけれども、基本的には今関西電力としては、今の評価を前提にした上で、今の定検が終了してからワンサイクル運転をされて、そのワンサイクル運転の後に、当該部分については交換をするというような運転計画を前提に考えておられるというふうに聞いておりますので、この会合の中での評価もそれを前提に基本的には話をさせていただいて、あまり細かな、今まで10年の評価とかいろいろなことがされておりますけれども、それを詰めていてもあまり意味がないと思いますので、基本的にはそのような運転計画というのが安全の面で可能であるのかどうかという観点から、しっかりと検証をするというのを中心の論点に据えていきたいと思います。

そのためにも、先ほど申し上げました、具体的に事実関係として、この亀裂がどういう状況にあるのかどうか。それから、それがどのような性格、先ほどの強加工SCCというような評価でいいのかどうか。それを前提にした場合にどのように進展なりというのが進んでいくのかというようなことが主な論点ですが、特に進展評価のところを中心になると思いますので、その辺りについて規制庁の職員からの疑問や検証の論点についてやり取りをしていければということでございます。

今日は今見ていただいた8日の面談資料というのが、今週の火曜日のものでございますけれども、それにさらにその後の評価なり、観察の進展を踏まえた資料を御提出いただいておりますので、それに基づきまして、亀裂の把握についての具体的状況については、多分、何か新しく見つかったこと、あるいは見解の変わっていることでありますとか、そういったようなことがあればそのポイント。それから、亀裂の性格につきましても、それを裏づけるような新たな情報があるようであれば、そこら辺を中心に御説明をいただいて、その上で進展予測の部分を中心に、少し補強をしていただいたらというふうに思いますので、まず関西電力のほうから御説明をいただいて、その点について規制庁のほうからの御質問なりをさせていただくという形で進めさせていただければと思います。

進め方について、特に規制庁なり関西電力のほうから御疑問や、こういう点もというようなことがもしありましたら、最初にいただきたいと思いますが、いかがでしょうか。

○決得部長（関西電力） 関西電力の決得でございます。

本日は公開会合のお時間いただきまして、誠にありがとうございます。今方、御説明いただいたとおりでございますので、当社のほうにつきましては資料1-2、これ2分冊になっておりますけども、顛末ベースの50枚程度のものと、それを裏づける別紙ということで、二百数十ページのデータ集というふうに分かれております。こちらを用いて本日説明させていただきたいとも考えております。

主に説明は資料1-2の、この顛末ベースの52枚ものを中心に説明しまして、必要に応じてデータ集、細かいところには入っていききたいというふうに考えております。

先ほど金子審議官から御説明いただいたとおり、新たな事実とか新たにした評価を中心に本日は説明をして、効率的な議論をできるように、そこに時間をたくさん置きたいと思っておりますので、ぜひともよろしく願いいたします。

○金子審議官 ありがとうございます。

じゃあ大体フォーカスは皆さん共有できたと思いますので、最初に関西電力のほうから、もしそれぞれ御担当の方が異なれば、そういうような形でも結構ですので、御説明をお願いいたします。

○土肥副所長（関西電力） 関西電力の土肥でございます。よろしく願いいたします。

私のほうから資料1-2に基づきまして、検査関係のほう御説明させていただきます。

先ほど追加であったところを中心にとということでしたので、まず、追加になったところだけ先に御説明をさせていただきますが、検査についてはほとんど変えておりません。変わってございますのが22ページでございます。

こちらのほう、2次クリーニング法を適用すべきではないかということで、前回、御指摘をいただきました。その後、2次クリーニング波を用いて結果の追加調査、性状調査をさせていただきます。2次クリーニング波につきましては外表面から音を入れまして、底面ではね返って、そのはね返った音波が傷に当たって返ってくるということで、もともとは裏波エコーと傷を見間違えないようにということで、結果のときにBWRでは標準的に用いられている手法でございます。

その結果、22ページの図7でお示ししておりますとおり、 $0^{\circ}$  -17近辺から $0^{\circ}$  +33ちょっと超えた辺り、この辺り2次クリーニング波が返ってきてございますので、もともと射角でDAC20%指示範囲、これが亀裂長さ67mmを示してございますが、ここが亀裂の内表面の開口部と考慮しておりましたけれども、2次クリーニング波においても同様に、内表面の欠陥、立ち上がりのところを検出してございます。

追加点については以上でございます。

○決得部長（関西電力） 今のところですが、1-2の資料の1ページのところの、事象の発生の状況ということで御説明を(1)～(3)まで書いておりますけれども、前回お示しした内容からは2次クリーニングをして、同じように検証したといったと、これだけの事実でございまして、新たな傷を見つけたとか、傷の形状が変わったという情報はございませんので、引き続き原因調査のところから説明をさせていただきたいと思っております。

○日下部長（関西電力） 関西電力の日下です。よろしくお願いいたします。

2.原因の調査では、今回検出した傷に対する原因の調査を実施してございます。

まず(1)の当該部の製造及び過去の検査記録を調査した結果、建設時、前回の検査時には有意な指示はないことを確認してございます。ただし、検出限界以下のごく微小な欠陥が存在していた可能性は否定できないというふうに考えてございます。

次、2ページ目に行っていただきまして、(2)の発生原因の要因検討ですけれども、こちらではFT図に基づき、傷に対する要因の検討を実施してございます。FT図は添付5のほうに示してございます。

まずa.の振動による疲労でございますけれども、加圧器スプレイライン配管は、通常運転中に連続通水されますが、その流量は少ないため、高速流のランダム振動による疲労は考え難いというふうに考えてございます。また、当該溶接部近傍には高減圧装置はないため、これによる疲労も考え難いと判断してございます。それと、このラインの一次固有振動数はRCPのn成分とは十分離れておりますので、RCPの振動との共振による疲労も考え難いというふうに判断してございます。

次に熱疲労でございますけれども、(a)の高サイクル熱疲労ですが、当該部はキャビティフロー型、それと弁シートリーク型、また運転操作型の熱成層の対象部位のいずれにも該当いたしません。また、高低温水の合流部でもなく、温度のゆらぎの対象部位でもないことから、高サイクル熱疲労は原因として考え難いというふうに判断してございます。

次に(b)の熱過渡による疲労でございますけれども、疲労評価結果は、疲労累積係数で0.00013と十分余裕のある値になってございます。これに環境疲労評価を実施した場合でも、十分余裕のある値になっていることから、原因としては考え難いというふうに判断してございます。

次に応力腐食割れでございますけれども、(a)の酸素型応力腐食割れ（O<sub>2</sub>SCC）ですけれども、こちらは1次冷却水は溶存酸素濃度が十分低くなるよう水質管理されていること。

また、加圧器スプレイライン配管は連続通水されてございますので、閉塞滞留部ではないため、当該亀裂が $O_2$ SCCによるものとは考え難いというふうに判断してございます。

次に(b)の塩素型応力腐食割れも同様に水質管理されていること、及び連続通水されていることから、この塩素型SCCでもないというふうに考えてございます。

次、3ページ目お願いいたします。次に(c)の強加工応力腐食割れ(強加工SCC)でございますけれども、当該部はオーステナイト系ステンレス鋼でございますので、製造時にシンニング加工を実施してございます。したがって、この内表面のごく表層に300HVを超える硬化層が形成され、また溶接の影響で板厚内部も200HVを超える硬さとなっていることが想定されますので、この強加工SCCの可能性が否定できないというふうに考えてございます。

また、製造欠陥につきましては、当該部は十分な品質管理を行って施工し、建設時の非破壊検査によりますと有意な指示は確認されていないため、製造時の不具合が要因というふうには考え難いんですが、検出限界以下のごく微小な欠陥が存在していた可能性は否定できないというふうに考えてございます。

以上の結果より、今回確認された傷は、オーステナイト系ステンレス鋼製の当該エルボをシンニング加工した際に形成された硬化層に起因する強加工SCCによるものと推定してございます。

次に(3)で各種文献、国内外の運転経験を調査したところ、当該部位と同様の材料、環境、応力条件における強加工SCCの発生事例については確認されませんでした。24ページに示す添付6のように、各種研究知見やプラントによる調査結果をまとめてございます。

それでは、24ページの添付6のほうをお願いいたします。ここでいろいろ例を挙げてございまして、簡単に幾つか挙げさせていただきます。

まずA)、B)に示してございますように、1999年の美浜2号機の余剰抽出配管の冷間曲げ加工部で、高サイクル熱疲労割れを事象経験してございます。そのときにこの部位は冷間曲げ加工を使用してございますので、B)の一番下、PWRプラントの冷間曲げ加工管に対しても、強加工SCCの存在的リスクというものを認識することとなっております。

次に、以上のような認識の中で、次の25ページのC)に示すように、スペインの研究機関におきまして、BWR環境よりも低速ながらPWR環境においても強加工を施されたオーステナイト系ステンレス鋼では、粒界SCC割れが進展することが明確となっております。

このような状況を踏まえまして、D)のように国内PWRプラントでは、このD)の中ほどに

も記載してございますように、第2パラグラフの辺りを見ていただきますと、RCPBの範囲も含めまして、強加工SCCに対する予防保全対策として冷間曲げ管の取替工事を推進しているところがございます。

さらに次の26ページのF)を見ていただきますと、各種、電力の共同研究におきまして、PWR環境下における亀裂進展速度データの取得を行いまして、このPWRプラントに対する強加工SCCにより、亀裂進展に係るデータ拡充も行っているところがございます。

また、G)にも記載してございますように、美浜2号機の蒸気発生器の入口管台のセーフエンド部、これはオーステナイト系ステンレス鋼なんですけれども、におきましてこのオーステナイト結晶粒界に沿って枝分かれした最大深さ約0.9mmの割れが確認されてございます。また、セーフエンド部表面には、機械加工の影響と考えられる高い引張応力が残留していることも確認されてございます。

このようなことを踏まえまして、G)の真ん中に記載してございますが、2009年以降、PLMの技術評価に対しましても、蒸気発生器冷却材出入口管台セーフエンド部に対する評価として、評価にこの知見を反映するとともに、また、この原子力学会の原子力発電所の高経年対策実施標準の「劣化メカニズムまとめ表」で、蒸気発生器に対しましてはPWR一次系水質下でのSCCは評価すべき対象となつてございますので、本損傷モード自体は、既知のものというふうに考えてございます。

そして、この添付6の最後に、27ページのほうをお願いします。J)のほうに原子力安全システム研究所（INSS）と呼んでございますけれども、この研究所ではPWR環境下における亀裂進展試験に取り組みまして、亀裂発生を促すために表面にグラインダ加工を施した亀裂発生試験では、一部の試験片で粒界割れを生じさせるということが分かってございます。

以上のことから、PWR環境下での配管進入部分に対する強加工SCCのリスクというものは否定できないというふうに考えてございます。

それでは本文のほうに戻っていただきまして、3ページの(4)のほうをお願いいたします。

それではまず、亀裂が発生する実機において、強加工SCCの亀裂が発生及び進展することに対する検討を添付7のほうで実施してございます。

29ページのほうをお願いいたします。まず発生の評価ですけれども、強加工SCCの感受性は表層の硬さと相関があることが知られてございますので、UT指示が確認された部位の表層硬さについて評価を実施いたしました。

当該のエルボ部の材質はオーステナイト系ステンレス鋼でございまして、開先合わせのために内表面をシンニング加工してございます。このシンニング部の表層硬さにつきましては、図1に示すように、これはメーカーで実施した測定結果なんですけれども、内表面のごく表層、これはグラフの左側のほうを見ていただければと思いますけれども、表層に300HVを超える硬化層が形成されたというふうに推定してございます。

今回起こりました当該部の配管口径は4Bでございますので、図1に示す結果には含まれてございませんけれども、この開先加工法は口径によらず同じでございますので、4B配管につきましても内挿により開先加工時に300HVを超える硬化層が内表面のごく表層に形成されたものというふうに判断してございます。

この硬さレベルでPWR環境中で強加工SCCが発生することを明確に示すデータというものはございませんけれども、BWR環境下での強加工SCC発生試験の結果を図2のほうに示してございます。

次の30ページをお願いいたします。この図2ではBWR環境下では概ね硬さが300HV以上でSCCの発生が認められる結果となっております。なお、材質につきましては、ここはSUS316Lということでございまして、今回の当該部のSUS316とは異なるんですけれども、類似のオーステナイト系ステンレス鋼でございまして、試験温度につきましても288℃ということで、当該部の運転温度、約290とほぼ等しいので、参考データとしては有益というふうに考えてございます。

また、海外PWRでの加圧器ヒーターシースの実機調査結果及び試験結果より、PWR環境における強加工SCCの発生には310HV以上あるということが必須というふうな記載例もございます。

したがって、当該部は、BWR環境下ではSCCの発生の可能性があるものと考えられますけれども、PWR環境下の発生に関する知見はまだ不十分でございますので、発生の可能性を断言することはできないものの、次項に示しますようにPWR環境下でも進展するということは分かってございますので、発生についてもその可能性は否定できないものというふうに考えてございます。

また、調査の結果、表層部に検出限界以下のごく微小な傷が存在し、何らかの形で関与した可能性も否定できないというふうに考えてございます。

以下、この「なお」以下には溶接入熱による硬化層の軟化の可能性に対する考察を記載いたしまして、少し記載内容の充実を図ってございます。

それでは次、お願いいたします。次のページ、31ページからは強加工SCCの進展の評価を行ってございます。まず、この進展の感受性につきましては、板厚内の硬さと相関があることは図4にPWRで知られてございますので、図4にPWR環境下での強加工SCCの亀裂進展試験結果の一例を示してございます。

これによりますと硬さが200HV以上のレベルであれば、この赤い点線に示すようにPWR環境中でSCCの亀裂は進展することが分かると思います。一方、図5には当該部と同じ材質、サイズの配管溶接部近傍の板厚内硬さの分布を示してございます。これによれば、溶接部近傍では200HVを超える硬さが表層のみでなく板厚保内部にわたっても認められてございます。

次の32ページの一番上になりますが、したがいまして、図4及び図5から当該部において強加工SCCは進展し得るものというふうに判断してございます。

32ページの一番下にありますが、なお、図4はオーステナイト系ステンレス鋼部材に対する試験結果でございませうけれども、UTの検査結果からは溶込み溶接部をSCCが進展している可能性が示唆されてございます。

この溶接金属内のSCCの進展の可能性に関する検討結果を、次の添付資料8のほうに示してございます。33ページ、お願いいたします。一般に溶接金属は、高温割れ対策としまして数%～数十%のデルタフェライトを含んでございますので、一般的にはSCC感受性は低くなります。一方、母材ではデルタフェライトが生じにくいいため、裏波溶け込み部においてこのデルタフェライトの濃度が低下し、亀裂が進展しやすくなる可能性があるのではないかとこのように考えてございます。

下のこの二つ目のポツを見ていただきまして、溶接時に母材が溶け込む部位の状態は、この溶け込みの程度、すなわち母材と溶接金属の希釈の程度に応じて、この図の青で示した点線上付近になりますけれども、この付近に位置し、母材と溶剤の間のフェライト量となります。

したがいまして、母材と溶接金属の希釈の状況によっては、溶接金属であってもデルタフェライト量が低下し、SCCの進展が認められることの可能性を否定できないというふうに考えてございます。

次のページをお願いします。しかしながら、デルタフェライト量が低下した場合のSCCの進展に関する知見は少なく、実機の調査とその結果を踏まえた検討が必要というふうに考えてございます。

それでは、本文のほうに戻っていただきまして、3ページのほう、よろしくお願ひいたします。(4)のところのまとめですけれども、以上、添付7、8で説明してまいりましたが、当該部におきまして強加工SCCが発生、進展する可能性は否定できないというふうにまとめてございます。

次に3.の亀裂進展および破壊の評価でございますけれども。

○金子審議官 ごめんなさい。ちょっと1回ここで切らせていただいてもいいですか。少し議論の性格が変わってくると思うので。

ここままで多分、こういう点、もう少し調べることができないだろうかとか、あるいはそういう結論に至るに当たって、こういう点をどういうふうに考えるのかというようなことがきっと規制庁側からもあるんじゃないかと思っておりますので、測定そのものUTによる亀裂の把握、それから、今の実際に強加工SCCであるというふうに推定をするまでのところの点で、何か論点になり得るべきことがあれば、規制庁のほうからお願いしたいと思っておりますけど、いかがでしょうか。

お願いします。どうぞ。

○河野主任技術研究調査官 システム安全研究部門の河野と申します。

御説明いただきました、まず、資料1-1におきまして、解析の図がありまして、この間もちょっとお話させてもらったんですけれども、初層部の裏波というのは一般的にどんな配管でも4、5mmがあるのかなという認識を私は持っております、その辺は製造時のRT等で確認がされておるのでしょうか。

RT記録は欠陥なしというのは見ているんですけれども、要は実際のフィルムだったら、ちゃんと裏波というのは映っているはずですので、その辺の御確認はされているかどうか。

○土肥副所長（関西電力） 関西電力、土肥でございます。

裏波、RTの結果につきましては、再度確認してございます。

欠陥があるかないかというところで見えていまして、ちょっと寸法のところを測っていないので、もう一度見て回答させていただきたいと思っております。ただ、設計上は数mm、1、2mmというふうに見ております。

○河野主任技術研究調査官 あと、ちょうどこの部位が溶接の始点、終点に当たるとなると、やっぱり一番リスクの高い、欠陥の発生しやすい位置になるかなと。もし、ここが始点、終点になった場合、初層溶接のというような面でも、ちょっと御確認いただければというところが一つです。

○土肥副所長（関西電力） 分かりました。

○河野主任技術研究調査官 続きまして、今回発生しているのが、シンニング部のところ  
ですということでUT記録のほうからいくと、Y距離15mmですか、ということで、溶接中心  
から15mmの離れたところから打ったときに、ということは、内表面からエルボ側に1mmの  
ところに指示が示されたということになると、ちょうどボンド部になるのかね、要は強加  
工部で本当に発生しているんですかと。それによって強加工SCCなのか、溶接と母材との  
境界側の発生しているものであって、今回推定されているのが本当に妥当なのかというの  
を、ちょっとその辺を御説明いただけるとありがたいです。

○土肥副所長（関西電力） 関西電力、土肥でございます。

今回、母材から亀裂が入っているということを推定しましたのは、8ページ～12ページ  
まで、PSIと前回のISI、それから今回のデータを比較してございます。

8ページ、17で書いてございますけれども、赤枠で囲ってございますが、0° から3mmの  
ところに最大のピークがありまして、DAC20が67を超えていて、DAC100を超えているのが  
26mmございますと。

次、めくっていただいて、9ページですけれども、9ページに赤枠で囲ってございますが、  
これ、裏波部、全周わたっているので、通常であれば上流側、左に表がございましてけれど  
も、30° ピッチでデータが入ってきて、連続するエコーが返ってきますと。

今回は、下流側、空欄になってございますが、0°、30° 付近では裏波のところが返っ  
てきてございません。これから、要は、ここは手前側の傷によってさえぎられて、裏波が  
返ってこないものだというふうに解釈してございます。

10ページに、それが分かるように図化しているものですがけれども、大体、左の丸が45°  
ぐらいで、右の丸が340ぐらいだと思うんですけれども、この間、真ん中の探傷不可範囲  
は除いて裏波が返ってきているんですけれども、両端のところが返ってきていないと。

一方で、欠けているこの間は、有意な、不連続な信号は返ってきて、そこのビーム路程  
を見ると異なっているということで、ここの最後の両端のポイントのところでは不連続エコー  
と裏波部エコーが同時に確認できる、要は入れ替わる箇所が確認できているので、これ  
でもって母材から亀裂が入っているものだというふうに判断してございます。

あと、すみません、補強する形で前回のISI、11ページ、それから12ページにPSIを載せ  
ていますけれども、もちろんこのときには裏波部からのエコーが書いてきているというこ  
ろです。これらを比較して、そのように判断してございます。

以上です。

○河野主任技術研究調査官 システム安全、河野です。

10回と建設時の記録、11ページ、12ページ目の記録を見せていただきますと、Y距離が13mmということで中心線より向こう側に反射源がある。これ、一般的な裏波の反射源になるかと思うんです。

ですけれど、今回はエルボ側に反射源がありますということで、だから、それは傷なんだろうなという推測はつきます。ですけど、そこが本当、その位置がどこなのというのがちゃんと評価されているのかというのがちょっと今の御説明でもよく理解できなかったなというところなんです。

○高田マネジャー（関西電力） すみません、関西電力の高田でございます。

あともう一つ、亀裂の起点1の分析ということで、別紙のほう、分厚いほうの資料になりますけど、そちらの通しの84ページのほうを今回、新たに作製を準備しております。

そちらのほうに今回、MCP管台とエルボの取り合いのところということで、製法上、厚肉構造となるということで、テーパを加工するということでシンニングしているということなんですけれども、その形状、製品の形状であったりとか、その溶接部の形状、一般的な施工であれば、大体このぐらいのところというところを作図で示しております。

そこである①②③、そちらが先ほどから御説明しておりますYの値Xとか、Yとビーム路程のWですね、15mm、20mm。あと、③番、探触子の角度ですけど、そちら次のページにあります85ページのほうで③で示しています42.3°と、こちら探触子ごとに若干個体差あるということで総合、厳密に作図して内表面との信号の起点のところを作図いたしますと、概ねエルボ側の、いわゆる母材側と思われるところ、そちらからが起点ということでエルボ側を起点としようではないかというところを考えております。

そこに書いてありますとおり、あと、要するにビード幅ですね、概ねこのような形状の配管でありますと幅4～5mm程度と考えているということですので、4.2mmか溶接のビード幅の半分ぐらいの2mmとなると、その外側に大体2mm程度外れたところのエルボ側ということではないかというところでこういう、今回は作図でお示しさせていただいたというものでございます。

以上です。

○河野主任技術研究調査官 河野です。

こちらの詳細解析図を見た結果、納得させてもらいました。ありがとうございます。

○金子審議官 ほかに、よろしいですか。

○高須統括監視指導官 規制庁の専門検査部門、高須でございます。

今の河野の質問に続いてなんですけど、今の御説明で溶金から外にあるんじゃないかということで、Y距離が今、15mmということで、そうするとちょっと私の理解が間違っただら言ってほしいんですけど、10回の点検のときにY距離が13mmということで、2mmの差が裏波と割れの起点との差になっているということを理解すればよろしいんでしょうか。

○土肥副所長（関西電力） 関西電力、土肥でございます。

その比較の図をつけてございまして、分厚いほうの資料なんですけれども、35ページになります。35ページで、18というのが18回で測ったもの、それから、PがPSI、10が10回です。

これで返ってきている同じ角度のところから作図をすると、明らかにPと10が裏波のところから返ってきていまして、18のところを手前が先ほど解析図で御説明しましたけども、そこから返ってきているというところで、有意な差があるということでございます。

○高須統括監視指導官 規制庁、高須です。

そうすると、この絵と先ほどの84ページを比較すると、センターからの位置がかなり何かマクロ的な絵になっているんであれなのかもしれないんですけど、これはどういうふうに理解したらよろしいですか。

○土肥副所長（関西電力） 関西電力、土肥でございます。

マクロ的なという、すみません、御質問。

○高須統括監視指導官 すみません。84ページで見ると、Y距離が2mmずれたら、普通にこの斜めの線が大体2mmずれるだけなので、先ほど御説明いただいた30何ページの絵のように、エコーの指示としては、反対側の裏波をつかまえる絵にはならないんじゃないかなと思っっているんですが。

○高田マネジャー（関西電力） 関西電力、高田でございます。

Y距離と、あとビーム路程が今回は20mm、前回は35ページにありますけど21mm、若干長くなっておりますので、前方に行って、さらに奥になるということですので、その分、裏波のところ、さらに奥に路程の分でも奥に行っているという理解をしております。

○高須統括監視指導官 規制庁、高須です。

裏波のほうが、ビーム路程が長くなるというのが普通じゃないかなと思うんですけど。

○高田マネジャー（関西電力） ですので、前回及びPSIのが路程が長いですね、21mm、

今回は20mmです。

○高須統括監視指導官 分かりました。

ビーム路程の話は分かったんですが、Y距離が何度も言いますけど、84ページの絵では2mmずれると、今、点線で書かれている溶金の中には入ってこないような気がするんですが、この絵の正確性というのはどこまであるのでしょうか。

○高田マネジャー（関西電力） 関西電力の高田でございます。

こちらの作図ですね、ちょっと製作図とか、形状から起こされているものですので、実際の溶金の裏波がどれぐらいのところに形づくられているか、実際の個体差もありますので、そこは十分どの辺りというところが明確には分からない部分もありますけれども、ただ、やはり先ほど申し上げたとおり、Yの距離と路程の長さの違いということで、今回のエコーの部分と前回までの裏波の部分のところというのは、明らかに起点は違うというところで、やはりそこは前回までの裏波の信号と、今回の開口部のエコーであろうというところの位置は明らかに違うというところで、ちょっとそういう判断をしているというところでございます。

○高須統括監視指導官 分かりました。

ただ、我々も起点を、本当にここなのかというのを確認せざるを得ないので、今、大体とかということと言われると、とても我々としてはつらいので、ある程度、現場の状況も踏まえて、これが考えられる現実的なところを書いていただいて、解析をしていただきたいんですけど。

○決得部長（関西電力） 関西電力の決得でございます。

84ページのような図を正確な距離を正確に書いて、角度の話も今回は42.3ですし、前回の10回定検は43.2と角度も少し違いますので、それを正確に書いて、どこの位置だったというのを作図して御提出したいと思いますので。

○高須統括監視指導官 よろしくお願ひします。

それと、あともう一点、2次クリーニングのお話があったかと思うんですけど、本文の22ページで、これは下流側から2次クリーニングをされたという理解でよろしいですか。

○土肥副所長（関西電力） 関西電力、土肥です。

そうでございます。

○高須統括監視指導官 ありがとうございます。

それで、私がちょっと疑問に思っているところを言いますと、8ページの18回の定検時

の記録で下流側に17番で赤い線がされて、これは不連続部のエコーですという評価されています。一方で、上流側の1番を見ていただきたいんですけど、これは何も裏波部ということで評価されていると。

それで、一方で前回のデータですから、11ページですかね。その0°付近のデータを見ていただいたら、上流の裏波部のところにDACが35というふうになっています。今回は、DACが94ということで倍ぐらいエコー高さが比較して挙がっているんですね。

こうなると、裏波部と評価しているところは本当に妥当なんですかとというのは一つ。要は、陰に隠れているところに、まだ何かあるんですかと、裏が見えないものですから、上流側からなぜそういう確認をされていないんですかというのが私の質問です。

○土肥副所長（関西電力） 関西電力、土肥でございます。

我々も、もう一度見直したときに①が高いというところで、前回と比較して大体、普通、人とか、その条件によって倍、半分ふれるんですけども、少し超えているので、その辺りはちょっと確認はしたんですけども、実際の波形を見ていますと、やっぱり裏波エコー独特の崩れ方というか、幅を持った形になっているので、まずは欠陥ではないと思っています。

それから、2次クリーピングについては、乗せてはいないですけども、下流側もやっていますけども、上流側もやりました。

結局、何もエコーは返ってこなかったというところがございましたので、傷ではないということも確認できております。

以上です。

○高須統括監視指導官 規制庁、高須です。

御説明、分かりました。やったけど出なかった。ただ、私の理解としては、大体普通、人と探傷器とか、そこら辺の差で出るのは大体2デシベルぐらいというのが一般則、確かにおっしゃるように、傷の検出精度、割れの検出精度となると6デシベルぐらいおっしゃったようにあるのかもしれないですけど、一般的に人と装置の組合せでは、大体2デシベル程度というのが、要は形状から返ってくるものが、それを超えて返ってきているということは、何らかの要因があるんじゃないかというふうに考えるのが普通じゃないかなと思うんですけど、それについてこの判断が妥当かどうかということも含めて、教えていただきたい。

○金子審議官 今の点は、多分確認をされた元を一緒に見れば、そのような判断が適切な

のかどうかというのは、きっと同じ認識に立てるんじゃないかと思imasuので、そういうことで、ちょっと資料を公開できるかどうかということは別にしまして、情報共有させていただくということでいかがですか。

○高須統括監視指導官 それで結構です。

○土肥副所長（関西電力） はい。

○金子審議官 ほかに、いかがですか。

森田さん。

○森田主任原子力専門検査官 規制庁専門検査部門の森田です。

今のところの件で、1点だけ、どうしても確認。現状の亀裂の形状、寸法を正確に確認したいという意味で、ちょっと1点だけ確認したいんですけども、今回、探傷して傷を検出したところ側の話があるとおり、下流側のエルボ側のところ、作図をいただいて、図でいくと下流側に開口部があつてということで、そこで検出されてというのは理解しているんですけども、示された現在の傷のポンチ絵でいくと、それが延びて上流側のほうにちょっと斜めに立ち上がっているような形で延びていると。

私がちょっと理解できなかったのは、上流側から例えば45°で、直射では多分、出ないのかなというのは何となく理解できるんですけども、例えば1回反射でやったときに、面として大きな信号が出るんじゃないかなというのは、何となく想像できるんですけども、そういう探傷とかをやられたとか、やった結果はどうだったかというのは御説明できるでしょうか。

○土肥副所長（関西電力） 関西電力、土肥でございます。

通常であれば、上流側から1回反射、ワンスキップで返ってくるはずなので、念入りにやったんですけども、結局のところは返ってこなかったというところが結論でございます。

○金子審議官 高須さん、どうぞ。

○高須統括監視指導官 ということであれば、今の傷の推定されている、やっている範疇が本当にそうなのかどうかというのは、ちょっとまた議論をさせていただきたいなと思います。

○金子審議官 今の点も森田さんの御指摘のようなやつ生のものを見て、同じような評価に至るのかどうかというところを、まずはスタートとしてやらないといけないのではないのでしょうかね。

じゃあ、滝吉さん、お願いします。

○滝吉企画調査官 専門検査部門の滝吉です。

少し話を変えさせていただきますけれども、今回、傷が見つかったということで、FTを、フォルトツリーを用いて原因分析といいますか、原因となるようなものを潰されて、ほかの要因ではないだろうという予測の下に、強加工SCCであるというふうな推定をされているんだというふうに理解していますけれども、その後の過去の事例とかを拝見しても、基本的に今回の事案が少し特異といいますか、過去に例を見ないひび割れであるということは、それはそういう理解で正しいですか。

○寺地リーダー（関西電力） 関西電力の寺地と申します。

私、実はつい最近までINSSで15年ほどステンレス鋼のSCCの研究をやっていたという実績がございまして、このステンレス鋼のSCCそのものが例を見ないかというような趣旨では、進展のデータはかなりたくさんあると、いろんなところでデータが取られていて、メカニズムとしても生じ得るものだということが一般的なコンセンサスであろうと思っております。

ただし、材料としては、よく知られている600合金とかと比べると、SCCの発生をしにくいということが一般的な認識でございまして、ラボでの発生しにくい、一部データとして出てきているということはございますし、先ほど紹介させていただいたとおりでございますし、実機でもデータとしてはかなりレアなケースだと。

ただ、かなりレアなケースではあるんですが、報告例としては先ほど述べさせていただいたとおり、先ほどはFontevraudという国際会議で紹介されていた加圧器のヒーター資質の話が少し資料の中に入ってございましたし、そういったもの以外にも、中国でRHRラインで強加工SCCが割れるとか、そういった事例も一部、国際会議レベルでは報告されてございます。

そういう形の報告や、あと、少しくローズドのミーティングみたいなものでは、事例としては出ている件がございまして、我々としても、関西電力は起きないんだという形ではなくて、起きたときにもしっかりと対応できるようにという、そういう意図でこれまでISIをやっていて、今回こういう形で亀裂が見つかったということを考えてございますので、必ずしも起きないというふうに今までも思っていたわけではなくて、起き得るものだという、そういう注意を払っていたと、そういう事象だという認識を持ってございます。

○滝吉企画調査官 専門検査部門の滝吉です。

恐らく状況の認識はそういうものなのだろうなというふうに理解したんですけれども、FT図のほうで最終的に強加工SCCであろうと、起き得るものでであろうというふうなことで判断といたしますか、されているんですが、この後の亀裂進展、我々は先ほど金子からもありましたけど、亀裂進展の議論に行くに際して、亀裂進展の評価は強加工SCCをある種前提として評価をされているということで、そこでちょっとこの段階で伺いたいんですけれども、強加工SCCによる亀裂の進展をほかの要因で有り難い、考えがたいと評価されている要因と比較して、どちらが進展速度が速いかというような評価はされていますか。ほかのもののほうが速いものはありますかという質問です。

○日下部長（関西電力） 関西電力の日下ですけれども。

まず、高サイクルの熱疲労につきましては、ちょっとこの部位は通常流れがございますので、なかなか条件の設定というのは難しいんですけれども、仮に先ほど事例を紹介させていただきました美浜2号機の余剰抽出配管の熱疲労の条件を当てはめると、比較的にもっと速い速度で進むというふうに考えてございますので、少なくとも高サイクル熱疲労というものはないというふうに、それで言えるとは考えてございます。

あと、振動につきましては、ここに記載していることになりますけど、RCPとの強振もないので機械的な振動によるものもないというふうに考えてございます。

○滝吉企画調査官 専門検査部門の滝吉です。

すみません、起きにくいとか、構造的に想定しにくいというのは御説明のとおりだと思っておりますし、そこは理解はしているんですけど、強加工SCCと断定するに足るものが、なかなか現段階では得られないのではないかと考えていて、その中で亀裂の進展を推定するに当たって、その前段階で原因を仮定する段で、強加工SCCがある意味で言えば、最も早く亀裂が進展するというお話なのか。いや、ほかの原因のほうがより速く進展するものがある、だけど考えにくい、というお話なのかというところをちょっと補強いただきたいというお話です。

○日下部長（関西電力） 先ほど言いました高サイクル熱疲労だと、もちろん強加工SCCよりも速く進展します。ただ、何度も申し上げますように、ここは熱成層も発生しませんし、滞留部でもないのです、高サイクル熱疲労は発生しないというふうに考えてございます。

○決得部長（関西電力） 質問が多分、速さでいくと速いのはほかのここで書いている振動であるとか、高サイクル熱疲労が速いのはありますので、ここの強加工SCCが一番速くて保守的かというのと、そうではないです。

ただ、いろんな条件から考えられないといったところで排除しているだけでございまして、スピードからいきますと、もう少し速いスピードの損傷モードというのはございます。というのが回答になります。

○滝吉企画調査官 ありがとうございます。

○金子審議官 恐らく今の点は、それぞれ今回検討いただいたモードの、どれぐらい排除できる確実性があるかということと、どのぐらい考慮しなきゃいけないときに、亀裂の進展速度を評価する必要があるのかどうかというバランスの問題だと思うんですね。

ですから、今、それぞれの疲労や割れに対する評価をしていただいているものの、それぞれの速度というのがもしあるとすれば、これぐらいですというのは多分、情報として入れておいていただいて、その上で、でもそれを考えても意味がないねという評価になるのかどうかということをごきちん認識共有すればいいということだと思いますので、最初から多分、除外してしまうと議論ができなくなるということだと思いますので、そのように情報共有だけきちんとしていただいたらというふうに思います。

ほかにありますか。いいですかね。

一つだけ、私からごめんなさい。簡単に御質問なので、後で調べていただく必要があると思うんですけど、先ほど、33ページ、資料1-2の33ページのところで、溶接金属内のSCCの進展性の検討というのを御説明いただきました。組成比に応じてこのようなことがあり得ますというような御説明になっているのは理解をした上で、実際に溶接部分が、実際の溶接作業との関係で、どのように行われて、どのようなことになっているのだろうかというような推定をできるような、過去の記録のようなものがあるのかなのかというのは、今、把握しておられますか。

○決得部長（関西電力） 関西電力の決得でございます。

この部位は、実際にどのように溶接されたかという記録というのはいないんですけども、この部位のような標準的なやり方というのがございますので、まずはTIGでやってから盛っていくという手順がございまして、それはお示ししたいと考えております。

○金子審議官 そのケースだと、大体どこに実際にプロットされるのかというようなことの知見がもしおありになったら、また共有いただければと思います。

ほかによろしいですかね、ここまでのところ。

それでは、次の、すみません、ちょうどあと半分残っていますので、進展評価のところ、あるいはそれを前提といいますか、その結果としての破壊評価みたいなところについて、

また関西電力のほうから御説明いただければと思います。よろしくお願ひいたします。

○日下部長（関西電力） 関西電力の日下です。

それでは、引き続き3.の亀裂進展及び破壊の評価のほうをお願いします。3ページの下のほうになります。

この供用期間中の第一検査におきまして、有意な指示が認められましたので、クラス1配管の欠陥評価といたしまして、維持規格に従った欠陥評価を実施しました。当該部はオーステナイト系ステンレス鋼のSCCによるというふうに考えられる欠陥でございますので、第二段階の欠陥評価を実施してございます。

詳細は添付の9、35ページになりますけれども、35ページのほう、よろしくお願ひいたします。こちらのほうに、維持規格に基づきます欠陥評価の流れをお示ししてございまして、この赤枠で囲ってあるところの真ん中に第二段階の欠陥評価のフローを示してございます。

これに従いまして、次項のとおりモデル化というものを行いまして、36ページの一番下に書いてございます1.4.1、亀裂進展評価というものを実施してございます。この亀裂進展評価は、維持規格に従いまして、SCCによる亀裂進展と疲労による亀裂進展の観点で実施してございます。

次のページ、37ページに行ってくださいまして、そのうちのまず①で、亀裂進展式になりますが、評価に用いる亀裂進展式を以下のほうに示してございます。

まず一つ目が、SCCによる亀裂進展の評価式になります。PWR環境下における亀裂進展が硬度依存性を有することにつきまして、これまで幾つかの電力共同研究を実施してまいりました。これらの研究では、強加工SCCの亀裂進展速度の進展式が作成されてございまして、国際学会にて発表してございます。

今回、改めてこの式の妥当性を確認すべく他の研究の知見で取得されたデータの比較を行いまして、データの充実等を行ってございます。よって、今回の評価におきましては、より保守的な進展評価とするため、これら全てのデータを用いて速度線図を新たに設定し、亀裂進展評価を実施いたしました。具体的には、その下に三つ式を書いてございますけれども、その二つ目、ベストフィット曲線BFCと書いてあるものと、包絡曲線を用いて評価を実施してございます。次の図の1.4.1に、それぞれのカーブを示してございますけれども、この包絡曲線につきましては、全てのデータを含むカーブという形で引いてございます。

さらに、37ページの一番下のほうを見ていただきますと、過去の研究試験の結果、オレンジ色の線になりますけれども、ここでは195HV以下の硬さでは、亀裂進展が認められなかったんですけれども、保守的に亀裂進展評価を行うために195HV以下の硬さについてもベストフィット曲線、包絡曲線ともに適用してございます。

次に、38ページにb.で、疲労による亀裂進展評価の評価式を示してございます。こちらは、維持規格に規定されておりますオーステナイト系ステンレス鋼の軽水炉にある表面亀裂の疲労亀裂進展速度を用いてございます。

以降、39ページ以降に、各種条件を示してございますけれども、39ページが一番下、入力条件のほうを御確認ください。その中で、次の表1.4.3、これは40ページが一番上にありますけれども、この中で評価期間を定めてございます。評価期間につきましては、この後で述べます破壊評価が成立します10年、これはベストフィット曲線の10年及びこの包絡曲線の3.4年として計算してございます。

以降、溶接残留応力等々、いろいろな各種の入力条件を示してございまして、入力条件の一番最後、43ページ、ちょっと飛んで申し訳ございませんが、43ページのほうをお願いいたします。各種入力条件を示してございますけれども、この表1.4.5ですけれども、ここでは、亀裂進展評価で考慮する変動応力、それから過渡回数を示してございます。

なお、この過渡回数は※印を打ってございまして、ここの※印にも示していますように、包絡曲線では評価期間3.4年を用いてございますけれども、この場合でも保守的に疲労評価におきましては、ベストフィットカーブの10年と同じ回数を用いた評価を実施してございます。

その次のページに評価結果をまとめてございます。44ページの真ん中の表を御覧ください。当該亀裂の進展評価結果を示してございます。

まず、左側のベストフィットカーブの評価期間10年におきまして、評価期間末期の亀裂寸法は8.6、それから、保守性を考慮した包絡式におきまして評価期間3.4年で評価期間末期における寸法を8.6というふうに評価してございます。

次のページ、お願いいたします。45ページでございましてけれども、なお書きに記載してございますけれども、なお、このカーブと同様の評価手法を用いまして、4B配管のUTによる検出限界以下の初期欠陥を仮に想定しまして、亀裂深さが今回の4.6mmに至るまでの期間を評価した結果をここに示してございます。

この表1.4.7に示しますように、まず、ベストフィット曲線で考えますと、ベストフィ

ット曲線を三つ書いてございますけれども、初期欠陥サイズが例えば一番下の2mmのときには、欠陥深さ4.6mmに至るまでの期間が10年程度、それから、包絡曲線の場合は三つあるうちの真ん中ぐらいを見ていただきますと、初期欠陥は1.0と仮定した場合は4.6mmに至るまで6.5年程度かかるという結果になってございまして、前回のISIから今回までの運転期間約8年程度でございまして、この間でほぼ合致しているのではないかというふうに考えてございます。

それでは、本文のほうに戻っていただきまして、4ページの上のほうをお願いいたします。以上、添付を用いまして進展評価を示させていただきましたけれども、破壊評価につきましては、この4ページの二つの表にまとめてございます。

まず、上の表ですけれども、許容欠陥寸法の限界の評価としまして、評価式がベストフィット曲線の場合は、評価期間10年で深さが8.6、その8.6は、許容欠陥寸法の9.6に対しまして、小さいので判定上オーケーと、包絡曲線につきましても、同様に判定基準を満足しているというふうに考えてございます。

また、許容曲げ応力による評価につきましても、それぞれ許容応力以下ということで、判定基準として問題ないというふうに考えてございます。

なお、4ページの下の方、4の上になりますけれども、なお、1サイクル後の欠陥の大きさにつきましてはベストフィット曲線の評価では、深さ方向は5.1mmとなり、また、包絡曲線の場合では、深さ方向は約5.8mmというふうになるということを確認してございます。

次に、4.で類似箇所の点検について記載してございます。今回の有意な指示が強加工SCCによるものというふうに考えられますので、この強加工SCCの発生及び進展の基準に基づいた類似箇所の点検を実施してございます。

類似箇所の抽出につきましては、添付10のフローのほうに基づき実施いたしまして、19箇所の対象箇所を抽出してございます。この19箇所の点検の結果、これらの類似箇所に有意な指示がないということを確認してございます。

次の5ページのほうをお願いいたします。5.に推定原因（まとめ）を記載してございます。加圧器スプレイライン配管及び加圧器の設計・運用を考慮しまして、指示発生の要因として考えられる、それぞれの事情について検討を行った結果、当該部にはシンニングによる表層の硬化や、溶接による板圧内部の硬化が想定されること、および過去の事例や研究知見も踏まえまして、強加工SCCというふうに推測してございます。

また、維持規格に基づき評価期間を10年とした詳細な欠陥評価を実施した結果、評価期間の当該部位の健全性を確認いたしました。なお、保守的に評価した場合でも、3.4年の健全性を確認してございます。

今後の対応でございますけれども、まず、一つ目といたしまして、この当該箇所につきましては、次回の定期検査で取り替えるとともに、切り出した当該部の亀裂の破面のSEM観察等を実施しまして、この亀裂の発生・進展要因の分析を行い、知見との拡充を図っていきたいというふうに考えてございます。

(2)で、当該配管を取り替えるまでの間、原子炉格納容器内で漏えいを検知する特定パラメータの集中監視を行うとともに、当該部位を直接監視するカメラを新たに設置しまして、漏えいの監視強化を行ってまいります。

最後に、7.その他で、今回の定期検査で確認された配管溶接部の欠陥を評価した結果、技術基準規則に定める基準に適合していると評価されることから、実用規則第134条第3号に定める事故故障等の報告には該当しないと判断してございます。

説明は以上です。

○金子審議官 ありがとうございます。

念のため、趣旨の確認だけですが、8日の日に御説明をいただいた評価の内容との差ということで申し上げますと、ベストフィットカーブでの評価に加えて、より保守的な包絡曲線式のものを進展予測のベースとして使って、それを用いると同じレベルのものになるまでは10年かかるものが3.4年までになっているけど、3.4年間は大丈夫ですという、そういう評価になっているというところが一番大きな違いというか、追加になった部分というふうに認識すればよろしいですかね。

○決得部長（関西電力） はい。

○金子審議官 ありがとうございます。じゃあ、そういうことも前提に。

それから、評価のみならず、多分今後の対応ということで御説明をいただいたところも若干論点があるかもしれませんので、そこら辺も含めて規制庁のほうから確認事項、何かあればいただきたいと思います。

河野さん、お願いします。

○河野主任技術研究調査官 規制庁システム安全研究部門の河野です。

御説明いただきました、亀裂進展速度の件で、御説明が38ページ、資料の御説明をいただいたかと思うんですけれど、これは一般的にはK値（応力拡大係数）と亀裂進展速度で、

一般的には評価されているものに対して、硬さを入れてきていると。硬さをメインにして測っていると、進展速度を設定しているという理解をしました。

このときに使っているK値が $25\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ というふうに記載されておりまして、これ、1点、要は、応力拡大係数はこの値を使っているんですかというのが質問です。と申しますのは、44ページに、当該欠陥の応力拡大係数というのが約4.6mmとすると、四十七、八、四十六、七ぐらいの値になるかと思うに対して、ここでは25を使っているというところに対して、そのところの御説明をいただきたいなと思っております。

○寺地リーダー（関西電力） 関西電力の寺地です。

すみません、その点を説明するために分厚いほうの資料の167ページを御確認ください。こちらの167ページは、横軸を応力拡大係数、縦軸に亀裂進展速度を取った図でございまして、恐らく御質問の意図は、維持基準とかでも一般的によく見るものは横軸K値で整理しているというところがあったからだと思っております。

参考までに、最初に示したものは横軸ビッカース硬さにさせていただいているんですけど、もちろん我々もともと、こちらの亀裂進展速度を取るといった趣旨がこういった維持基準みたいなものに適用していくという部分もございましたので、K値依存性というものを取得してございます。

このK値依存性に関しては、様々なデータが取られていて、かなり高いK値にまで直線性があるというところがKの指数というような形で一般的に整理されておるものでございますので、我々もそういう形でデータを取って、亀裂進展速度の評価式のほうには、Kの指数を $K^{1.96}$ というところで換算することで亀裂進展速度を求めるということをやってございます。

○河野主任技術研究調査官 システム安全研究部門の河野です。

今回の亀裂進展評価式は、K25を使っているという硬さを使っていますよというのに対して、今、Kの……。

○寺地リーダー（関西電力） 今回の評価式の中にもK値の補正が入ってございますので、K25を使っているわけではございません。

○河野主任技術研究調査官 ではないんですか。こちらの表の中では、 $K=25\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ と書いてありますよね。

○寺地リーダー（関西電力） 資料を本文の37ページを御確認いただきたいんですけど、こちらのほうに実際に使っている評価式、公開進展式とベストフィットカーブの式という

ことを書かせていただいている、亀裂進展速度の式の中には $K^{1.96}$ というもので換算しているということがこちらのほうに記載してございます。

○河野主任技術研究調査官 1.96乗、要は25と四十幾つの違いはこの1.96乗で包含、何ていうんですか、カバーされるということですか。

○寺地リーダー（関西電力） はい。

○河野主任技術研究調査官 すみません、そののところをもう少し、後でも結構なんですけれど、どういう形で、要は25を1.96乗したら四十幾つになるということですか。そういうわけじゃないですね。

○寺地リーダー（関西電力） 一般的に例えば維持基準の中でも、 $K$ の $\beta$ 乗というような形で整理されていたり、EPRIさんが整理されている600合金の亀裂進展速度みたいなものに関しても、 $K$ の例えば2乗とかですね、そういう指数で整理できるという形で一般的に亀裂進展速度の予測が行われているものでございまして、これはあくまでも取ったデータをフィッティングする関数の一つでございまして、複数の $K$ の状態で試験をやった結果、そのやった結果をフィッティングするとき、最小二乗法でフィッティングするとき、幾らぐらいの指数がいいのかというようなところをフィッティング関数として出して、この $K$ と書いたところに25であったり45であったりという数字を入れて、最終的に亀裂進展速度を計算するという、そういった式の使い方になってございます。

○金子審議官 なので恐らく、その $K$ 値を実際に進展速度を計算するとき何が入っているのかということと、それはなぜそれに設定してあるのかということをご理解できるように教えていただきたいという、多分そういうことですね。

○河野主任技術研究調査官 そういうことです。

○金子審議官 それちょっと追加でまた御説明を、でなくても構わないと思いますけれども。はい。

○寺地リーダー（関西電力） データは今。

○金子審議官 ありますか。

○寺地リーダー（関西電力） ございますけど、すみません、行ったり来たりするんですけど、本文のほうの44ページを見ていただきたいんですが、こちら44ページの上のほうの図1.4.4というところ、こちらがですね、今後、亀裂が進展するであろう期間の亀裂の進展に伴って推定される応力拡大係数を示したものがこちらになります。

これは、弾性解析で計算機を回して、亀裂がこれぐらい走ったときには残留応力がこれ

ぐらいだから、K値がここぐらいに来るということを評価したものでございまして、この応力拡大係数を使って先ほど申したような今後の亀裂の進展、長さというものを評価しているという状況でございます。

○金子審議官 これはすみません、私の理解のために。図1.4.4の左側は、深さ方向の進展速度を出すためのK、右側のグラフは長さ方向の亀裂進展速度を出すためのKの二つがあるということですね。

○寺地リーダー（関西電力） そのとおりでございます。

○金子審議官 それで河野さん、理解できましたか。これが妥当であるかどうかというのは別にして、何をやっているかということについては多分。

○河野主任技術研究調査官 はい。

○金子審議官 ほかの点で。じゃあ、滝吉さん。

○滝吉企画調査官 すみません、専門検査部門の滝吉です。

ちょっと今のところをもう一度というか、今のというのは今のこの亀裂進展の考え方でもう少し教えていただきたいんですが、資料の37、38ページのところで言っているところなんですけど、まず最初に、電共研の結果を踏まえて38ページの図の1.4.1を作成したということなんですけど、この図の中で、どれが公開されていて、つまり学会とかで報告をされていてどれがある意味今回初公開のものなんでしょうか。

○寺地リーダー（関西電力） 関西電力の寺地です。

まず、分かりやすいのは公開進展式と書いているものですね。こちらは2010年にFontevraudという国際会議で電共研の結果を紹介したものになります。①と書いているデータがFontevraudという国際会議で紹介させていただいているものになります。

○決得部長（関西電力） ①と②ですね。

○寺地リーダー（関西電力） そうです。①と②になります。

次に行きまして、もう一つ公開されているものとしては、④ですね。④にあるものが水色で示したものでございまして、こちらはINSSで研究されたものをJournal of Nuclear Materialsという国際会議の論文として発行しているものでございまして、こちらは2012年に査読を受けた論文という形で公開されているものになります。

あとはですね、③については、追加でですね、電共研のデータを拡充しようというところで取得したものでございまして、国内の材料で290℃という比較的SCCの進展試験としては低い温度で、データ数としては多くないんですけど、そういう環境でデータを取って整

理したというものがこちらの③のもので、こちらに関しては今まで公開、正式な形でのこの公開にはなっていないという資料でございます。

もちろんこのデータが上のほうに来ているということで、入れることによって保守的な評価ができるだろうというところで、全て加えてデータを整理したというところでございます。

○滝吉企画調査官 すみません、専検部門の滝吉です。

ありがとうございました。

この図でおっしゃっているのと37ページの下のほうでおっしゃっているのは、この点線の部分もこの曲線を利用して今回の評価を行ったという理解でいいんですよね。

ちょっと併せてですね、41ページのCについて、ちょっと先ほど御説明ありましたか。ちよっともう一回御説明いただいていいですか。

○高田マネジャー（関西電力） 関西電力の高田でございます。

Cのところの硬さですね。要は今回、37ページでも御説明しております進展式ですね、進展式のほうのパラメータとしての要は硬さのパラメータですね。HVの5.67乗であったり6.45乗であったりと。硬さのパラメータがありまして、要は進展の進んでいくに従って、その硬さがやはり進展速度に影響するであろうというところがありますので、こちらの研究のほう、電共研のほうですね、硬さのちよっというところをですね、調べているというものでございます。

図のほうはですね、まず、横軸が溶接境界からの距離、あと縦軸のほうが内表面からの距離ということで、各ポイント、ポイントで硬さを取りまして、ちよっとコンター図で示しているものでございます。要は溶接境界の付近の表面付近が硬いと、200～220と若干硬くてですね、そこから離れていくに従って柔らかくなって青いところで、さらに白いところというところになっていくというところでございます。

説明のほう、本文のほうには書いておりますけれども、このデータを基にですね、実はちよっと詳細なデジタルデータは書いていないんですけども、要はその進展は内表面から配管の肉厚方向に進んでいきますので、要はその各厚さ方向の断面の硬さの分布というものを与えてやって、進展の計算をしております。それでですね、そのデータを基にやりますと、その説明の文章の3行目の後ろから書いています配管内面からまず3mm未満のところに関しては、その部分での一番高い値である209HV、要は硬いほど進展が速いので、その部分での一番高い値である209HV、要は硬いほど進展が速いので、その中で一番高い

209という数字。あと3mmから4mmの間はそこでの一番高いものを207、あと4mm以上5mm未満は192と。さらにその5mm以降はずっとどんどん下がっていく傾向にあるんですけども、その5mmの一番高いところである191として、もうあとは全て190として計算ですね、各ポイントでの硬さを与えてやって、先ほどの式に代入して進展を計算しているという、そういったところでこの値を使っているというものでございます。

以上です。

○寺地リーダー（関西電力） 少しだけ補足させてもらってよろしいですか。

○金子審議官 どうぞ。

○寺地リーダー（関西電力） 関西電力の寺地です。

分厚いほうの資料の159ページか～161ページですね、ちょっとこのコンター図だけではどういう検討をしたのかというのが恐らく分かりにくいかなと思いますので、そちらを見ていただいたらいいかなと。補足としてはですね、我々モックアップを作って実際の溶接部の硬さがどうなっているのかというのを過去に細かく評価したということがございまして、こちらのページ、細かくは説明しないんですけど、ここを見ていただければ、どういう目的で、どういう条件で測定をしたかというようところが御理解いただけるかなというふうに思います。

○滝吉企画調査官 専門検査部門の滝吉です。

確認したいことは、ちょっと本文の41ページのC. 硬さのところなんですけれども、今回の傷の進展にはこの硬さの情報を使ったということだと思んですけど、それは今現在、4.2mmの深さに進展していて、4.2からもう一度、進展が始まるとしたら、ここで言うと、つまり4mm以上5mm未満のデータから使っているという意味ですか。

○高田マネジャー（関西電力） すみません、関西電力の高田でございます。

すみません、ちょっと説明が分かりにくくて申し訳ございません。そうですね。4.6mmですので、深さ方向で4.6mmスタートで、それ以降5mm、それ以降は5mm以上はもう191という数字の一定値でやっているということでございます。

○滝吉企画調査官 すみません、専門検査部門の滝吉です。

ということは、ここでおっしゃっている3mm未満は209云々と言っていて、4mmより手前の部分というのは今回の評価では使っていないということですか。

○高田マネジャー（関西電力） 関西電力の高田でございます。

ちょっと参考というか、形であるんですけど、この資料の後ろのほう、45ページですね。

ちょっと今回、検出された欠陥深さのところの4.6mmに至る期間の評価、ちょっと試評価という形で仮にそこまでじゃあ今回のものが強加工のものであるかというところの検算みたいなものやってみようかというところやっているものがありまして、要は仮に想定する結果のサイズというものが要は検出限界未満でしたので分からないところがあるので、何個かパラメータを振ってみたというところをちょっと試算しております。

そこにありますとおり、0.5mm、1mm、2mmとありまして、そこでそのベストフィットカーブであったり包絡曲線で、今の表面からの硬さとか先ほどのところですね、K値なども入れながら計算してやると、今回のサイズに至るまでのところがそこに書いてあるような、一番遅いものでは28年で一番早いものでは3.5年というような結果が出ております。

ただ、例えば2mm、10mmですね、深さ2mmで長さ10mmのようなものと、100%見つけられるのが2.8mmですので、ほぼほぼ見つけられるんじゃないかということで、そうなるともうちょっと小さいところなのかなという、例えば包絡曲線式であれば0.5か1mmかその辺りでは6.5や10年となっていますし、ベストフィットカーブに基づいているのであれば、それより小さいところでも10年から19年の間というようになるので、その辺りの、これはですね、あくまで今回のものが強加工と考えた場合に、概ねその式の速度で進んでいるのではないかという、ある意味そういう確認というところも含めてちょっとこういうのもやっているというので、こちらではその今の1mmか5mmの表面側の硬さも使った解析もやっているというものでございます。

○寺地リーダー（関西電力） 関西電力の寺地です。

すみません、ここももう少しだけ詳しく言いたいんですけど、我々保守的な評価をしたというところがあって、この部分では2点で保守的な評価をしているというのがございます。まず一つは溶接方法ですね。溶接方法をこのモックアップの溶接については最初から最後までTIGでやっているということで、通常よりもパス数が多くなる、硬くなるということが想定される溶接の方法を使ったというところが保守的な計算の部分というものがございます。

もう一つはですね、恐らく想定されるのが板厚全部硬さを取って、その硬さを取った分、全部使うというほうがイメージされると思うんですけど、これ、私もちょっと確認させてもらったんですけど、初層部のほうが硬くなりやすいということがございまして、保守性という意味ではですね、比較的硬いところのデータをずっと外挿してやったほうが亀裂進展速度の計算には保守的な計算になるというところがございましたので、今回は特にこの

4mm～5mmまでの硬さ、その硬さがずっと続くものだろうと、柔らかくならず続く、硬いままずっと続くという、そういう形での保守性を持たせるという形でここまでの硬さをずっと使っているという、そういう計算をさせていただきます。

○滝吉企画調査官 専門検査部門の滝吉です。

ちょっとですね、ややこしいなと思っているんですが、45ページのなお書き以降に書いてある現在の、今、既に見つかっている亀裂の評価をするときと、今後の進展を予測するときで、同じような保守性を使ったモデルを使っているということだと思んですけど、それはどっちが保守側なのかって今、頭の中で少しこんがらがっているのは、今の傷というのは、ある意味リアルな進展をして、現実世界で進展をしているもので、それを保守的な評価をしたときに、おおよそこんな感じで合っていますとっていて、将来の話にそれをつなげるといったときに、どちら側が保守性を持っているのかというのはちょっとよく分からなくなってきましたね。

これは硬度の設置も、モックアップってこれも非公開のデータですかね。電共研のデータを使ってモックアップからの硬度の分布を仮定して、今までの現実の評価と今後の進展の評価というのを同じ土俵でやっているんですけど、そこをちょっと整理していただけませんか。

○寺地リーダー（関西電力） 関西電力の寺地です。

今の部分でございますが、まず先ほど2点で保守性を持たせていると言わせていただいたんですけど、二つ目の点につきましては、評価が4mm～5mm以降の亀裂の進展部分に関して硬い硬さのものがずっと続くという形での保守性になりますので、現時点、ちょうど4.6mmというところまでの亀裂の電波でございますので、そちらの保守性というところにはかかってきていなかった部分でございます。

もう一つ、最初のほうに述べたTIG溶接をずっと続けているという部分に関しましては、実機そのものも初層はTIGでかけているものでございまして、確かに初層から数パスの領域に関しては、TIG溶接になっていると、被服アーク溶接ではなくてTG溶接でモックアップをしているという部分もございますので、多少影響がある可能性というのはおっしゃられるとおりのめないのかなということを考えています。

ただ、影響としてちょっとどの程度定量的にあるのかというところまでは、現時点でちょっとデータを持ち合わせていないというのが正直なところの回答かなというふうに考えております。

○決得部長（関西電力） すみません、関西電力の決得でございます。

御質問の点は、進展評価に用いた硬さの考え方について整理して、今ちょっと空中戦で口頭での説明ばかりになっていきますので、整理してお出ししたいと思っておりますので、そこでまた御確認していただきたいと思っております。

○金子審議官 それで結構だと思うんですけど、そのときにすみません、29ページにある別の1B、3B、6B、12Bという管の種類に応じたその表層部の硬さの分布のデータ、これを4B配管について多分平均的というんでしょうか、内挿と書いていただいておりますけれども、みたいなものをお使いになっている等々の何というか連続性というんですかね。みたいなものもちょっと見ておく必要があるかなという感じがしておりますので、その辺もちょっと併せてお願いできますでしょうか。

○決得部長（関西電力） 関西電力の決得でございます。

承知いたしました。

○金子審議官 ほか。じゃあ、杉本さん。

○杉本安全規制管理官 専門検査の杉本でございます。

ちょっと基本的なところなので確認しておきたいんですけども、資料の4ページのところで、今回、保守的に包絡曲線式というのも考えてきましたというところで、評価期間が3.4年というふうに書かれている、この3.4年というのを評価した、その根拠というかですね、関西電力さんのお考えをお聞きしたいんですけども。

○決得部長（関西電力） この経緯を御説明いたしますと、もともとベストフィットカーブをつくったときにですね、ISIは10年周期ですので、10年で一旦評価をしました。応力を計算したときに、ちょうど地震の応力がぎりぎりオーケーになっているという値を見ましたので、この包絡曲線はこの深さが8.6になるというのを逆算で求めまして3.4というのを求めています。ですから、3.4年が何か意味を持っているかというのではなくて、この深さが8.6になるのを3.4としています。

我々10年と3.4年という二つの評価をしておりますけれども、我々今回御説明して、御理解いただきたいのはこの1サイクルの運転がこのデータから見ても大丈夫じゃないかといったところで、3.4年が大丈夫とか10年運転して大丈夫という話ではなくて、このデータから1サイクルは大丈夫ではないかというふうに判断しているということの説明をさせていただきたく、説明に使っております。

○杉本安全規制管理官 専門検査の杉本です。

この8.6というのを基にということですね。

○決得部長（関西電力） はい。

○杉本安全規制管理官 了解しました。

○金子審議官 ほかにいかがでしょうか。

河野さん、お願いします。

○河野主任技術研究調査官 システム安全研究部門の河野です。

すみません、ちょっと確認なんですけれど、4ページ目の表、欠陥許容寸法の限界評価の表を示していただいているんですけれど、ここの欠陥角度 $2\theta$ につきまして、この数字を入れてもらっているんですけれど、これもう一度計算し直していただきたいなといいますが、これは外面に長さ74mmの欠陥を置いたときの角度になるかなということです。今回発生しているのは内面に発生しているんだから、ちょっと計算していただければ誰でもできるかなと思います。

それによって後の評価がみんな変わってくる可能性が、要は事例規格のほうで $60^\circ$ を超えた場合にはどういう評価をするかということになるかだと思います。そのところの評価係数が変わってくるのかなと思っておりますので、ちょっとしっかりこのところは見直していただきたいなと思っています。

○決得部長（関西電力） はい。検算させていただきます。

○高田マネジャー（関西電力） 関西電力の高田でございます。

$60^\circ$ を超えるというところは理解しております、そこは事例規格のほうを用いているというところはありますので、あとはその角度ですね、長さとの関係はちょっとそこは改めて確認をしたいと思います。

以上です。

○金子審議官 今の点はいいですかね。

じゃあ、滝吉さん。

○滝吉企画調査官 専門検査部門の滝吉です。

1個話を戻しちゃって恐縮なんですけど、ちょっと先ほど引き取っていただいた件は、これまで入っている亀裂の再現の部分と今後の予測の部分とそれぞれの評価の考え方、同じラインなら同じラインでいいんですけど、ちょっとそこを整理していただいていた方がいいですか。

つまり現実をどうだ、現実の世界で起きたことをトレースすることと、今後、コンサバ

タイプに評価することってちょっと違うような気がするんですが。

○決得部長（関西電力） はい。おっしゃるとおりでございます、そのところはですね、今回の式が桁として間違っていないというのがこの45ページで0～4.6に進んだのの年数を出しておりまして、今回の式が桁としてとんでもない式を出していないかといったところの確認に使ったものでございまして、この式でもって0～4.6をフィットするという考えの下ではなくて、式の検算の意味でこのような大きな外れた桁違いの間違いをしていないかといったところの確認でやったものでございますので、おっしゃるとおり、このコンサバで見た式が実機と合うようでは少しコンサバさがなくなってまいりますので、その辺のところは整理してお答えしたいと思います。

○金子審議官 いいですかね。多分、将来に対する不確実性の部分と、振り返っているけれども計測が例えばできないので推定せざるを得ない部分とか、そういうものが持っている不確実性の部分とは違う性格のものなので、それをきちんと分けて我々も理解をしたいという、そういう趣旨だと思いますので、よろしく願いいたします。

○決得部長（関西電力） 関西電力の決得でございます。

今は45ページの表だけ載せて何の考察も何も書いていないので、その辺のところを整理したいと思います。ありがとうございます。

○金子審議官 滝吉さん、大丈夫ですかね。そういう趣旨だと思いますけど。

ほかにいかがでしょうか。

小野さん、お願いします。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁の小野です。

ちょっと話を変えまして、5ページの今後の対応のところでも1点確認させてください。

(2)に漏えいを検知する当該パラメータの集中監視という記載がございますけれども、当然、従来から監視はされているかと思うんですけども、ここで言っている集中監視というのは、具体的にどういうことを考えていますかね。

○土肥副所長（関西電力） 関西電力の土肥でございます。

まずパラメータとしては、CVサンプの水位とか、あるいは凝縮量の測定装置の水位であったりとか、あるいは露点計など、通常でも見えていますけれども、それを実際プロットをして、要はその集中監視をします。要は傾向をしっかりと見て、早く早く気づくように監視をしていくということを考えています。

○小野上級原子炉解析専門官 規制庁の小野です。

プロットさせるというのは、中央制御室のOPSですかね。あれに常時プロットさせていくという。

○土肥副所長（関西電力）　そうです。

○小野上級原子炉解析専門官　ということでよろしいですかね。

○土肥副所長（関西電力）　はい。

○小野上級原子炉解析専門官　で、それを常時、見れるような形にしておくよ。

○土肥副所長（関西電力）　そうです。

○小野上級原子炉解析専門官　あと1点。当然、運転中、漏えいの兆候とかあれば、従来からそれなりの手順書、負荷降下とか原子炉停止手順を定めておられるかと思うんですけども、今回、この状態で運転された場合、その判断に影響はありますか。

○土肥副所長（関西電力）　直接見るカメラを設置しますので、例えばホウ酸とかですね、確認できたときには、そういった停止の話もですね、当然考慮して考えることになると思います。

○小野上級原子炉解析専門官　規制庁の小野です。

分かりました。ありがとうございます。

○金子審議官　今の点は、考慮をする要素が増えるということでしょうか。

○土肥副所長（関西電力）　はい、そういうことでございます。

○金子審議官　ありがとうございます。

河野さん。

○河野主任技術研究調査官　システム安全研究部門の河野です。

今の話にちょっと関連するんですけど、この配管、ステンレス鋼のSCCということで、今回LBBが成立するのかもしれないのか。しないとなると、今回漏れるということになると、その小LOCAを検討しなきゃいけないのかとかですね、その辺は電力さんのほうでどういふふうにお考えになっているか、教えていただくとありがたいです。

○寺地リーダー（関西電力）　関西電力の寺地です。

LBBについては成立するということを確認してございます。先ほども破壊評価を中で実施しているという説明をさせていただいてはいますが、破壊評価のほうでしっかりと破壊しないという状況が確認できてございまして、LBBの条件としては確認が取れているということをお事前に評価をやって認めているものでございます。

○金子審議官　それは我々も何か根拠になるものは共有していただけるものですか。今日

のに何か入っておられますか。

○寺地リーダー（関西電力） 資料としては入ってございませんので、しっかりと示せるようにしたいと思います。

○金子審議官 よろしくお願ひいたします。

滝吉さん。

○滝吉企画調査官 専門検査部門の滝吉です。

今のお話の流れで、ちょっと今LOCAというお話が出たんですが、LBBの話は御提供いただくという前提で、万が一LOCAが発生したときの対処、つまりここの当該部位に亀裂が皆さんは進展しないとおっしゃっているところを万が一そういう場合になった際の、今、監視するとおっしゃっていますけど、どのような状態になったらどう判断して、どういう手順でそれを収束させていくのかという方針についても、示していただきたいというところと、もう一点がですね、この加圧器スプレイラインの故障といいますか、破断、ちょっと言葉が難しいんですが、損傷があった場合の炉心損傷頻度への影響についてはどのように考えていますか。

○土肥副所長（関西電力） 漏えい監視をつけるということで、基本的には進展、貫通、1年ではしないと評価してございますけれども、今、御指摘がありましたとおり、もしホウ酸とか見つかった場合には、当然どこから来たかというところは確認はすると思うんですけども、そういったこともひっくるめてですね、最終的にどう判断していくのかというのは、ちょっと手順のほうは作っておきたいと思います。

それから、先ほど炉心損傷頻度ですかね……。

○決得部長（関西電力） 関西電力の決得でございます。

停止手順を定めるとともに、定めると回答しましたけども、基本的には通常よりも当然早めの判断、早めの措置を行うといったところをまとめて御提示したいと考えています。従来どおりの考えではなくて、このような状況ですので、早期に発見して早期に確認して、早期に停止できるような手順を定めてと考えています。

それから、スプレイ配管のLBB、破断についての影響、炉心損傷頻度、ちょっと確認してお答えしたいと思います。ちょっと今、手元にですね、その回答を持ち合わせておりませんので、追って御説明したいと思います。

○滝吉企画調査官 専門検査部門の滝吉です。

念のためですけど、1サイクル運転されるということをおっしゃっていると思うので、

予定であるということをおっしゃっていると思うので、起動中の場合、出力運転中の場合、停止中の場合というところでちょっと評価をお聞かせ願えればと思います。

○決得部長（関西電力） 関西電力の決得です。

承りました。

○金子審議官 ほか、いかがですか。

今ちょっと何か異常が起きた場合の手順の話が出たので、これもちょっと事後的にというか少し時間がかかるかもしれませんが、当面の、その際の手順というのは当然つくられると思うんですけども、万万一の漏えいというような事象になったときに、後片づけをどうするのかというのもですね、結構きちんと設計をしておかなきゃいけない。要するに作業環境はどうするのかとかですね、実際に漏れてしまったものはどのように回収してどのように処理するんだらうというようなことも含めて考えないといけないと思うので、具体的な手順が定まるわけではないかもしれませんが、その点もぜひ方向としては明らかにしていただきたいと思っていますので、併せてお願いいたします。

○決得部長（関西電力） 後ほどお示しはいたしますけれども、大きな漏えいに至るまで見ているというわけじゃなくて、もうホウ酸の析出を認められた段階で何らかのアクションを取って、そのような事態にならないように前段階で取っていきたいと考えていますので、それをお示ししたいと思っております。

○金子審議官 ほかはいかがでしょう。

滝吉さん。

○滝吉企画調査官 専門検査部門の滝吉です。

ちょっと話を少しだけ変えますけれども、7. で、現在の状態に対して技術基準の適合については適合しているというお考えを示されているんですけども、論点として今、挙げられているのが1サイクル運転ごと、1サイクル運転をして原子炉を停止する、その段階までの技術基準の適合性についてはどのようにお考えですか。

○決得部長（関西電力） 4ページに記載させていただいておりますとおり、1サイクルの運転の現在、当社が考えている式の状態でございますけれども、深さが5.1もしくはコンサバな包絡式で5.8となっておりますので、この状態においても満足していると、1年後も満足していると考えております。

○金子審議官 数値で端的に理解をしようと思うと、1ページ目の(2)の一番最後に書いていただいているような8.2mmというのが技術基準上の最低必要厚さということだと理解を

しておりますので、14mmからその保守的な5.8mmという数字を引くと、ちょうど8.2mmということで、保守性を含んでいるのでぴったりなんだけれども、それでいいだろうということが今のところの結果であるという、そういう御説明だったということによろしいですね。

○決得部長（関西電力） 関西電力、決得です。

深さの場合は、傷が8.6の深さになった段階でぎりぎりというか、この応力の欠陥が丸になるぎりぎりのところでございますので、1年間運転しても8.6に至らない5.1で収まりますので、同じく基準を満足しているものと考えます。

○金子審議官 その、ごめんなさい、1サイクル時点の技術基準適合性ということ、その評価上の破壊評価というよりも、滝吉さんが聞いたのは、多分1サイクル後の技術基準適合義務の話ですよ。

○滝吉企画調査官 専門検査部門の滝吉ですけれども、繰り返しになりますけど、1サイクルを運転されるおつもりと伺っていますので、サイクルが終了するまでの間、我々の規制要求に適合するということを御説明いただきたいということです。

○高田マネジャー（関西電力） 関西電力の高田でございます。

亀裂が入った時点で維持規格のケース解釈のほうで、維持規格の基準を満たしているということになりますので、それで今回お示ししたものでベストフィットカーブで10年間、包絡曲線式でも3.4年間要は進展し続けたとしても、こちらにある4ページの真ん中の表にありますとおり、許容応力に対して発生する曲げ応力が十分それより小さいというようになっておりますので、もうそれで十分、技術基準用の維持規格の基準に適合しているということで、問題ないという判断をしておるというものでございます。

○金子審議官 御説明は分かりました。だから、5.1、5.8は直接その評価には関係なくて、関西電力の御説明としては維持規格上の要求との関係で、技術基準適合性を判断しておられる。その適用性が100%それでいいかどうかというのはもちろんきちんと検証しなきゃいけないと思いますけれども、そのように今、理解しているというふうに御説明は受け止めました。

ほかいかがですかね。

杉本さん。

○杉本安全規制管理官 すみません、今ちょっと一瞬理解が追いつかなかったんで、要はあれですよ。4ページのところで、1サイクル後の欠陥はコンサバに考えて5.8mmになる

と。だから14引く5.8だったら8.2ですよ。

そしたら1ページ目のところに、(2)のところでの一番下に、なお、当該各所の設計上の必要最小厚さは8.2mmを満足していたと。これ最小必要厚さが8.2mmちょうどですよ。これちょうどだけでも、ちょうどというのは技術基準を満足するという事なんでしたっけ。

○金子審議官 むしろこの、ごめんなさい、私が何か言うのも変ですけど、必要最小厚さと技術基準適合性の話が1対1対応をするように理解するのは、ちょっと違うのではないかという議論があるということですね。

○高田マネジャー（関西電力） はい。

○金子審議官 そこについては、もちろん規制側の判断をきちんとしないといけないと思いますので、それは我々なりにきちんと考え方を整理してお示ししなきゃいけないと思いますけれども、今、関西電力からの御説明はそういうことだということで受け止めております。そういう認識で正しいですよ。

○決得部長（関西電力） はい。

○金子審議官 高須さん。

○高須統括監視指導官 規制庁の高須です。

先ほどの式で、例の包含する、しないで、BFC式と包絡曲線で、推定の傷でどれぐらいもつっておっしゃったときに、聞き漏らしたらあれなんですけど、運転時間としては8年ぐらい程度っておっしゃっていたんですけど、それはそう。それで間違いはないですか。

○日下部長（関西電力） 関西電力の日下です。

前回のISIが終わってから今までの運転時間が、実際運転していた時間が8年程度ということでございます。

○高須統括監視指導官 承知しました。だから長期に止められた時間も差っ引いて8年ぐらいということですね。

○日下部長（関西電力） そうです。

○高須統括監視指導官 分かりました。承知しました。

○金子審議官 それは正確な期間の評価は別に必要ないですか。

○高須統括監視指導官 最終的には見せてもらうようになるかもしれませんが。

○金子審議官 じゃあまた情報をいただけるときに、それについても評価方針を教えてください。

じゃあ滝吉さん。

○滝吉企画調査官 専門検査部門の滝吉です。

ちょっと本質とは離れさせていただいて、38ページの進展の式に用いているデータなんですけれども、こちら非公開のものがあるということで、ちょっと今後この非公開のデータはどのようにされるおつもりか。具体的には公開といいますか、学会ないしそういった公の場できちんと議論がされて、このデータとして固まっていくものなのかどうかというのを伺いたいです。

○高田マネジャー（関西電力） 関西電力の高田でございます。

要はここにもありますとおり、①番、②番のほうに関しても、このように国際会議のほうで発表させていただいているものでございますので、ちょっと当然、電共研でございますので各社さん、あと研究を行っている三菱重工さんとも相談しまして、当然取りまとめて、最終的にはやはり我々としては活用していくデータだと思っておりますので、どういう形ではちょっとまた相談した上ですけれども、やはり何らかの形で出していくことがいいんじゃないかというふうには考えております。ちょっと具体的にどこに出すとか、どうするかというのはまだ決めておりませんが、その方向で考えていくことになるのかなど、一般的にこういう研究に関してはそう考えております。

以上です。

○金子審議官 今の点は、今回データとしてはもうお示しいただいているので、こういう結果があるということについては、あるいは例えばこの結果が出た条件を教えていただきたいとかということがあった場合には、もちろん共有していただけるけれども、その広く世の中に何ていうんでしょう、認められる形でやる公開をどうするかという意味で言うと、今後ちょっとお相手もある話なので考えていきたいという、そういうことですよね。

○高田マネジャー（関西電力） さようでございます。

○金子審議官 よろしいでしょうか。大体お時間も来まして、すみません、確認をすべき論点のところは大体カバーされたと思いますけど。

特に関西電力のほうからこの点がちょっと明らかでなかったとかいうようなことがもしありましたらと思いますけど、いかがですか。

○決得部長（関西電力） 関西電力の決得でございます。

ちょっと確認というか、私どもの認識ですけども、まず幾つか宿題をいただいております。

○金子審議官 じゃあちょっと指摘した点はこちらでまとめていますので、それをちょっ

と共有させていただいて、という点を先にやりましょうか。

○決得部長（関西電力） はい。

○金子審議官 それからのほうがいいかもしれませんね。

今ちょっとスクリーンのほうに出させていただきました。もし何か抜けていることがあれば、規制庁側からも、あるいは先ほどのちょっと中身が明確でないというものがあれば、関西電力からも御確認いただいたらと思います。

1番目から順番に。今回、亀裂が見つかった当該配管の検査記録の再度確認。これ過去のもの今回のものでしょうかね。ある範囲で確認をしたい。

それから、配管の溶接部の裏波の部分の断面、具体的なコンフィグレーションをしっかりと確認をしておきたい。もちろんこれ、今、測定できるものではないでしょうから、設計なり推定の範囲が出てくるかもしれませんけど。

それから、類似配管の溶接部の溶接方法や溶接後の状態の提示と。標準的なもので先ほどのちょっと塑性図みたいなものとの兼ね合いとかそういったものが分かるように。

それから、亀裂進展速度と硬さの関係の、今回の進展予測に使われた範囲であるとか、それぞれ幾つかお示しいただいているものがあるので、そういうものとの形での考え方。それから、実際にどのように適用しているのかというようなことを整理をしていただきたいということ。

それから、外面の欠陥角度と内面の欠陥角度。先ほどの七十何度という表記のところですね。配管の内側と外側で評価した場合の角度がちょっと違わないかというような御指摘です。

それから、今後の欠陥の評価の保守性と今ある欠陥の経緯を評価する際の保守性。これはどこにどういう保守性なり不確実性があるかということを中心に整理をして、お示しをいただければということだと思います。

それから、これは今後の対策という意味で、漏えい防止対策、スプレイ配管破断時の炉心損傷頻度の考え方の御提示。

それから、万が一のときのその後の措置みたいなものの段取りをどのように考えておられるか。

それから、正確な稼働時間というのが先ほどの7年程度というふうにおっしゃられていたところの実際の評価ですね。というようなものということになってはいますが、大丈夫ですかね。大体入っておられますか。

これで何かもし、不明な点とかこういう趣旨でよかったですかともし確認があればおっしゃっていただいて、それでちょっと次回のまた意見交換あるいは確認に進みたいと思いますけど、いかがでしょうか。

○決得部長（関西電力） 内容を確認させていただきまして、特に過不足ございません。

回答の方法ですけど、またこのような公開の場を設けていただくのか、ヒアリングの場でいくのか、その時期、何かお考えがあれば、ちょっとお教え願いたいと思います。

○金子審議官 はい。基本的にはこの公開の場の形で、できるだけ今日ぐらいの人数ですので、話は対面のほうが実はしやすいのかなと思うところもありまして、このように今回させていただきましてし、集まる方との関係もありますけれども、形式はウェブ会議でももちろんできますので、そのような工夫はすることはあるとして、基本的に公開会合の形でやらせていただければと思っております。

あと、タイミングにつきましては、皆さんの御準備の整い方との関係もありますし、アイテムによっては時間のかかるものがもしかしてあるのやもしれませんので、100%今日出たものが全部そろわないと次ができないということではないかもしれません。したがって、ある程度の固まりで、こういう点についてはもう説明できる状況、あるいは資料が共有できる状況になりましたというところで教えていただければ、それでまたタイミングを相談させていただいてと思います。

ただ、あまりゆっくりしているような案件ではないと思っておりますので、我々も。そういう意味では、例えば次、1週間後なり10日後なりとかというようなことを一つの目処にしながら進められればと思ひまして、もっと早くでもできれば、御準備ができればそれは私どもとしては承りたいと思っております。

○決得部長（関西電力） 私どもとしてもきっちり回答していく説明責任があらうかと思ひますので、来週の早い段階で回答できるように努力して、ちょっとタイミングにつきましては事務局の方に御連絡してセットをお願いしたいと思います。ありがとうございます。

○金子審議官 はい、そのようにさせていただきます。よろしくお願ひいたします。

では、中身については以上にさせていただきます、あと、今後なり今日の議論で何かお気づきのこととかございますか。よろしいですか。

では、また先ほどの御準備が整い次第ということで御連絡をいただき、次回、公開会合でいろいろまた御議論させていただきたいと思ひます。

今日はありがとうございました。以上で会合を終了いたします。