

燃料体設工認 確認事項リストに対する回答

No.	ページ	項目	確認内容	回答	備考
1	II (3)-52	適用基準及び適用規格	原子炉安全専門審査会内規「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について(昭和51年2月16日)」やJEAC4206等を「適用基準及び適用規格」として記載しないのはなぜか。(前者は添付資料3で記述されている。)	<p>個別改造工事等における適用基準及び適用規格の作成にあたっては、当該設工認において適用する基準及び規格のみを記載することとしている。</p> <p>JEAC4206は、監視試験片等の破壊靱性の確認試験に適用されるものであることから新規制基準適合性工認においては原子炉本体の適用基準及び適用規格として記載しているものではないが、燃料体に適用されるものではないため本設工認においては記載していない。その他の原子炉本体の適用基準及び適用規格についても同様に燃料体以外に適用する基準及び規格については、本設工認においては記載していない。</p> <p>添付資料3に記載している基準及び規格のうち「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」、「原子炉安全基準専門部会報告書「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について(昭和63年5月12日)」」、「原子炉安全専門審査会内規「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について(昭和51年2月16日)」」については、本設工認におけるII(3)-52原子炉本体の適用基準及び適用規格に記載している。</p> <p>なお、添付資料3に記載している基準及び規格のうち「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」については、適用が自明であることから、従来より記載していない。</p> <p>「原子炉安全基準専門部会報告書「発電用軽水型原子炉施設に用いられる混合酸化物燃料について(平成7年6月19日)」」については、MOX燃料に適用する基準及び規格であることから、本設工認においては記載していない。</p>	
2	II (3)-38	原子炉本体に係る工事の方法	表5において、検査項目では「挿入する前でなければ実施できない検査」となっているが、検査方法では「試運転等により確認する」となっており、挿入してから検査を行っているとも解釈できるが、矛盾していないか。	燃料体を挿入できる段階の検査における検査項目としては、「燃料体を挿入した状態において必要なものを確認する検査」と「燃料体を挿入する前でなければ実施できない検査」の2項目を記載しており、検査方法としては、「発電用原子炉に燃料体を挿入するにあたり機能又は性能を試運転等により確認するほか、「発電用原子炉に燃料体を挿入した状態において機能又は性能を試運転等により確認すると記載しており、矛盾はしていないと認識している。	
3	II (3)-72	原子炉本体に係る工事の方法	3.2aの「他の加工施設」とbの「他の共用中の加工施設」の違いを説明すること。	「他の加工施設」は、供用中以外の状態(改造工事等)も含めた加工施設を示している。 「他の供用中の加工施設」は、供用中の加工施設のみを示している。	
4	—	原子炉本体に係る工事の方法	3.2eの意味を説明すること。	工事対象設備(燃料体)の機能が供用開始後に発揮できるように維持するため、適切な取り扱い等を行うことを記載している。	
5	II (3)-73~75/E	原子炉本体に係る工事の方法	図1※4、図2※3、図3※4はフローチャート上に記載されていないが、全体に付いての注記ということか。	ご認識のとおりである。	

燃料体設工認 確認事項リストに対する回答

No.	ページ	項目	確認内容	回答	備考
6	II(3)-75/E	原子炉本体に係る工事の方法	図3※1中の「加工」とフローチャート中の「加工」は意味が同じか。 図3※3の読点のみを「,」としている意味を説明すること。	図3※1中の「加工」は、各部品の加工・組立てを含んだ意味である。フローチャート中の「加工」は、各部品を製造することを示している。 図3※3の読点については、特段の意図を持たせたものではない。	
7	IV(3)-2	品質マネジメントシステム	3.2.1のグレード分けについて、実用炉規則別表第二に該当しない「原子力発電所の安全上重要な設備及び構築物」とは何か。	お問い合わせの内容は、グレード2の具体的な対象となるが、明確な対象設備は現時点で設定は行っていない。 設定の意図は、グレード1、グレード3の明確に分離できない対象が将来生じた場合の管理手段として設定している。 なお、当該グレードについては設工認に係るものとはならない。	
8	IV(3)-4	品質マネジメントシステム	第3.2-1表の3.3.3(2)に「開発」が入っているのはなぜか。 第3.2-1表が添付資料5の第3.2-1表及び様式-1の記述と整合していないのはなぜか。	第3.2-1表は、設計の段階を示すものであり、本文3.3.3(2)と標記を整合させている。よって、「設計開発」と記載している。なお、3.3.3(2)の表現は、保安規定第3条7.3.3項と表現を整合させている。 本文第3.2-1表は設工認品管として設工認に係る設計・工事・検査の段階を現している。 添付5-1の第3.2-1表はこれらに加え本文に記載する設計等以外の業務を記載(例:3.3.3(5)等の申請に関する手続き)しているため、これらも同表に記載している。この違いを現すために、添付5-1の3.2.2に「また、設工認における設計、設工認申請(届出)手続き、工事及び検査の各段階と品質マネジメントシステム計画との関係を第3.2-1表に示す。」と記載し、表題も本文と異なり「等」のキーワードを入れ識別している。 添付5-2の様式1の記載は、設工認ガイドの要求に従い本文記載事項の実績・計画を示しており、添付5-1の第3.2-1表で追記している設計・工事・検査以外の内容は記載していない。 設工認本文品管は、保安規定第3条品質マネジメントシステム計画に基づき、設工認における設計、工事及び検査に関する事項を纏めたものである。 添付資料5-1に記載する内容は、設工認本文品管の内容を具体化したものであるが、記載する情報が多いため設計1と設計2は別の項立てとして記載を行った。	

燃料体設工認 確認事項リストに対する回答

No.	ページ	項目	確認内容	回答	備考
9	IV(3)-7	品質マネジメントシステム	3.5.1の最後のパラグラフの意味を説明すること。(主語等が不明で文章として整理していないのではないか)	<p>3.5.1の冒頭に主語となる「原子力部門は、」と記載しており、本項の主語は全て原子力部門となる。次に、最終パラグラフの意だが、通常のQA検査では前段のパラグラフが示すように検査組織以外の組織が採取した記録を使用前事業者検査の判定として用いる場合には当該記録の信頼性の確保を行う必要があるが、主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査では3.5.5項に基づく管理として検査組織に該当する供給者にて溶接施工工場におけるプロセスの適切性の確認及び監視として随時立会等の管理を行い、既に記録の信頼性を確保する手段は講じられていることから、改めてQA検査で確認は行わない旨を宣言している。</p> <p>3.5項では、検査における独立性の確保は、工事を主管する組織から独立したものであることを説明している。</p> <p>3.5.1項の最終パラグラフの記載における「検査を主管する組織」は、3.5項の工事を主管する組織から独立した組織のことであり、この「検査を主管する組織」が調達管理にて検査業務を委託した調達先を「(供給者含む。)」として現わしている。</p> <p>よって、この「供給者」は「検査を主管する組織」の位置づけとなるため、3.5.5項に基づく立会い等は「検査を主管する組織」が管理を行うこととなり、この行為にて記録の信頼性は確保されることとなるため、改めてQA検査を行う必要はない。</p>	
10	IV(3)-10	品質マネジメントシステム	表3.5-1表の主な検査項目のいずれにも外観検査が無いが、それで問題ないのか。溶接部に対する検査はどこに含まれるのか。	<p>外観検査は「設備・設計要求・機能要求」に記載はある。また、溶接部に対する要求は設備に対する機能要求に分類しているため、「設備・設計要求・機能要求」が該当する。</p> <p>なお、本文3.5.3項に検査項目の条件として第3.5-1表のほかに「工事の方法」を呼び込んでおり、この中で外観検査、溶接部に対する検査に係る説明を行っている。</p> <p>第3.5-1表の「設置要求」に対する「主な検査項目」の設定は「確認項目」の観点で整理を行っている。よって、「確認項目」が「名称、取付箇所、個数」であるため、これらは原則「据付検査」及び「状態確認検査」で確認ができるため「外観検査」の記載は行っていない。</p>	
11	IV(3)-12	品質マネジメントシステム	3.6.5の意味を説明すること。(主語等が不明で文章として整理していないのではないか)	<p>3.6.5の冒頭に主語となる「原子力部門は、」と記載しており、本項の主語は全て原子力部門となる。また、3.6.5項はバックフィット工事等の対象となる、既に設置されている適合性確認対象設備を想定している。これは、既設の設備は、設置時点で調達管理は完了しており、本申請に伴う調達行為が生じないため、この旨を説明したものである。</p>	
12	IV(3)-13/E	品質マネジメントシステム	4.において、設工認に基づく工事は「品質マネジメントシステム計画」ではなく「保安規定」に基づいて管理するとしているが、1.~3.までの説明と矛盾していないか。	<p>施設管理は、保安規定第3条品質マネジメントシステム計画以外に、第8章施設管理に要求にも従うこととなるため、これらを包含する表現として「保安規定」としている。</p>	

燃料体設工認 確認事項リストに対する回答

No.	ページ	項目	確認内容	回答	備考
13	1(3)-2-3、5、11、15、16	添付資料1	設工認の下線部が設置許可のどこの部分と整合しているのか不明。	<p>設置許可と設工認及びその説明については、該当箇所を下線部で識別するとともに、対比する内容を記載開始箇所の行を一致させている。</p> <p>よって、1(3)-2-3頁でいえば、許可の4.1(2)でいう「保安活動の重要度」はグレード分けを意図していることから、設工認の3.2.1項が該当するため趣旨を表現している箇所に下線を付し、整合欄に説明を行っている。</p> <p>この、意図を現すキーワード同士を下線で現すことについては、新検査制度移行時の面談の中で調整を行った結果である。</p> <p>添付資料1-2の本文11号との整合性は、本文11号を表左欄に記載し、該当する設工認品管本文を表右欄に該当箇所の記載を行う構成としている。</p> <p>本文11号の内容は品質マネジメントシステムに関する要求事項を全て記載しているのに対し、設工認品管本文は、設計、工事及び検査に係る事項を記載しているため、本文11号記載事項のうち設工認品管本文に直接関係しない事項(例: マネジメントレビュー等)に対する表右欄は空欄となる。</p> <p>例として、設工認品管本文3.7.1項は文書及び記録の管理であり、添付資料1-2では4頁にて本文11号の4.2項に対応するように記載している。4.2項は4.2.1一般～4.2.4記録の管理に渡っており該当するキーワードを下線で示している。</p> <p>次に設工認品管本文(6頁の表右欄3.1項)が記載されるまでは、本文11号に対応する設工認品管本文の記載はないため空欄となり、8、9頁目も本文11号の記載内容に対応する設工認品管本文の記載内容がないため表右欄は空欄となっている。</p>	
14	2(3)-1/E	添付資料2	2.では「基本方針」や「機能維持の基本方針」も必要なのではないか。	<p>玄海3号機 新規規制基準適合性工認の添付資料3「耐震性に関する説明書」のうち、燃料集合体の具体的な耐震評価結果を示した添付資料3-17-1-2「燃料集合体の耐震計算書」のみを記載している。</p> <p>同添付資料内に添付資料3-9「機能維持の基本方針」に基づく等、関係資料との紐づけが記載されていることから、同添付資料以外を改めて記載する必要はないと考えている。</p>	
15	3(3)-2	添付資料3	上部ノズル組立体及び下部ノズルは添付図面上でどこに該当するのか。	<p>上部ノズル組立体は、添付図面第1-3図の上部ノズル押えばね及び上部支持板(上部ノズル)が該当する。</p> <p>下部ノズルは、添付図面第1-3図の下部支持板(下部ノズル)が該当する。</p>	
16	3(3)-4	添付資料3	<p>燃焼度のうち、燃料棒最高の数値の根拠はどこに記載されているのか。</p> <p>線出力密度のうち、通常運転時の最大線出力密度の数値の根拠はどこに記載されているのか。</p>	<p>燃料棒燃焼度は、メーカー設計値である。なお、数値については、メーカー公開文献(MAPI-1082 三菱PWR燃料の機械設計 改1平成12年10月)に記載されている。</p> <p>線出力密度は、メーカー設計値である。なお、数値については設置許可の添付書類八及び既設工認の熱出力計算書に記載されており、根拠については設置許可の安全審査時に説明している。</p>	
17	3(3)-7	添付資料3	(1)の設計基準の基準は、ペレットの溶融点を指していないという理解でよいか。(1.1.1の略称定義とことなるため)	<p>(1)の設計基準は、ペレットではなく、二酸化ウラン及びガドリニア入り二酸化ウランそのものを示している。なお、ガドリニア入り二酸化ウランの溶融点については、添付資料4の4.1で示している通り、Bealsら等により報告されている。</p>	

燃料体設工認 確認事項リストに対する回答

No.	ページ	項目	確認内容	回答	備考
18	3(3)-11	添付資料3	第3-2図について、矢印が処理又は判断に戻る場合と矢印の途中に戻る場合の違いは何か。	矢印が処理又は判断に戻る場合は、当該の処理で仮定した条件(燃料棒内圧、ギャップコンダクタンス)では計算が収束せず、仮定を変えて再計算する場合となる。 一方、燃焼度を進めて繰り返し計算をするなど、同じプロセスを計算する場合は、矢印の途中を指すようにしている。	
19	3(3)-12	添付資料3	a.の「二酸化ウランペレットに対する熱膨張」とあるが、二酸化ウランペレットと何の相対性を述べているのか。(第3-3図では「~ペレットの熱膨張」となっている) 第3-4図においてガドリニア入り二酸化ウランペレットと二酸化ウランの熱膨張について説明しているが、同図のいずれが二酸化ウランのデータに該当するのか。	a.の「二酸化ウランペレットに対する」は、特に相対的なものを示す意図はなく、二酸化ウランペレットの熱膨張を述べている。 第3-4図の左端のガドリニア濃度0wt%の点が二酸化ウランのデータとなり、横軸のガドリニア濃度が10wt%程度までは測定結果より熱膨張を同じとしている。	
20	3(3)-19、20	添付資料3	熱クリープ及び照射成長の式で時間要素はどこに含まれるのか。 照射成長の式(3-8)の ϵ_{gr} にドットが必要なわけではないか。 結論の文章ではばらつきがあることを述べているのに、「実測値と予測値は一致しており」となるのは矛盾しているのではないか。(「おおよそ」や「ほぼ」などの形容詞は不要か)	熱クリープの時間要素は定数に含まれる(フィッティング式なので、各定数が単位の整合をとる値になる)。 照射成長については、高速中性子照射量で定式化されているので、ドットは不要である。 なお、熱クリープ、照射クリープ、照射成長を合計する際には、コード計算時の時間間隔を用いて単位系を合わせ、足し合わせている。 実測値と予測値の比較では、ばらつきがあることを前提として、実測値と予測値との傾向が一致している(実測値-予測値の図でデータが45°方向に集まっていること)ことをもって、「実測値と予測値は一致している」という記載としている。	
21	3(3)-27	添付資料3	(b)の「安全側」の意味を説明すること。(他の説明でも出てくるが、この表現が適切か) (c)の冒頭3パラグラフはウランのみのことか、ガドリと両方のことか。	熱伝導率が低いほど燃料温度を高く評価するため安全側となる。第3-10図では、他のデータに比べて低めに熱伝導率を測定しているデータに対して、熱伝導率を低温では低く、高温では同程度に評価しているため、安全側と言える。 (c)の冒頭はウランとガドリ両方のことである。	
22	3(3)-37	添付資料3	(c)において「FPガス放出モデルは実測値を適切に予測している」とあるが、「適切」と言える根拠は何か。	第3-17図に示す通り、FPガス放出率については、やや保守的(予測値を大きく)評価している。FPガス放出については、放出率が大きいほど内圧が高くなり評価が厳しくなるため、強度評価としては適切と考えている。	
23	3(3)-44	添付資料3	c.で対象とする「最長スパン」とは具体的にどの部分か。 (3-31)式の説明にあるc'はどこで使用されているのか。	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">[Redacted]</div> (3-31)式の説明に記載されているc'は、3(3)-46の第3-3表で示すようにCで使用している。	
24	3(3)-49	添付資料3	初期ガス圧の数値の根拠はどこにあるのか。	メーカー設定値である。なお、設工認での強度評価が成立することを確認している。	

燃料体設工認 確認事項リストに対する回答

No.	ページ	項目	確認内容	回答	備考
25	3(3)-58	添付資料3	3.3.3の「不確定性200℃」の根拠はどこにあるのか。	メーカ設計値である。なお、数値については不確定性を考慮した溶融点の設計値として、設置許可の添付書類A及び既設工認の熱出力計算書に含まれており、根拠については設置許可の安全審査時に説明している。	
26	3(3)-79	添付資料3	b.(a)の摩耗量の根拠は何か。 B.(b)において、「破損が生じた」という仮定の説明として接触確率を述べる意味があるのか。	摩耗量の根拠はメーカでの評価結果によるものである。 b.(b)では、燃料棒同士のフレッティング摩耗により破損が生じたとしても、他の燃料棒との接触確率が小さいため、多数の燃料棒が破損することはない、という意図で記載しており、破損が広がらないことを示すために述べている。	
27	3(3)-89、90	添付資料3	48GWd/tの申請だが、a.で55GWd/tの事例を記載しているのはなぜか。	本申請の燃料集合体では、最下部支持格子位置においてフレッティング摩耗を起因とする漏えいは発生していないが、仮に過去の漏えい事象である17行17列型A型55GWd/t燃料の要因を踏まえても問題のないことを記載している。	
28	3(3)-90	添付資料3	b.について説明すること。(なぜB型の場合を説明するのかを含む)	燃料集合体の耐震評価においては、原子炉内における隣接燃料集合体間での支持格子の衝突を考慮しているが、支持格子高さ(位置)は、照射成長等の影響により変化するものであり、位置ずれが生じた場合は生じていない場合と比べて、衝撃強度が低下するため、最も位置ずれが大きくなる組合せであるB型燃料集合体の場合を代表として記載している。 なお、B型燃料集合体は中間部支持格子が制御棒案内シムルに固定されていないため、照射成長等による支持格子の位置ずれ量が相対的に大きくなりやすい。	
29	3(3)-別紙-3、4/E	添付資料3	ANSYS Ver.10.0とVer.11.0の説明が全く同じだが、間違いはないか。その場合、バージョンの違いがどこにあるのかを説明すること。	下部ノズルにはVer.10.0を使用し、上部ノズルにはVer.11.0を使用しており、設計時期の違いによりバージョンが異なっている。バージョン間の違いについては、バージョンアップにより弾性体と剛体の運動解析機能が追加されている。また、接触解析や構造動解析の機能強化などがされているが、これらの項目は上下部ノズルの応力解析に影響はないため、説明が同じでも問題はないと考える。	
30	4(3)-9	添付資料4	脚注一行目最後は句点が必要なのではないか。	ご指摘の通りである。	
31	4(3)-10	添付資料4	3.2.3に「リコイル・ノックアウト」とあるが、脚注の説明を見ると「リコイル及びノックアウト」ということか。	ご認識の通りである。 FPガスの放出機構のリコイル放出とノックアウト放出をまとめてリコイル・ノックアウトと表現している。なお、「PWR燃料の高燃焼度化(ステップ2)及び燃料の高燃焼度化に係る安全研究の現状と課題について」(平成13年12月7日 原子力安全・保安部会・原子炉小委員会)においても同様の表現(リコイル・ノックアウト放出)を使用している。	

燃料体設工認 確認事項リストに対する回答

No.	ページ	項目	確認内容	回答	備考
32	4(3)-12	添付資料4	一行目の「面心立法」は「面心立方」ではないか。	ご指摘の通りである。	
33	4(3)-20	添付資料4	5.1.2.1でジルカロイ-2についても記載しているが、評価上で参考になるのか。	ジルカロイ-4もジルカロイ-2も約98%がジルコニウムからなる合金であり、参考となると考えている。	
34	4(3)-22	添付資料4	「アレニウス型温度依存性」について概要を説明すること。 (注1)の式の出典は何か。	$Z=A\exp(-Q/RT)$ で表される式をアレニウス式といい、この式で表される温度依存性をアレニウス型温度依存性と称している。この式は化学反応などによく適用されることが理化学辞典で述べられている。 (腐食量評価では、z:酸化膜、A:定数、Q:活性化エネルギー、R:気体定数、T:界面温度 となる) 酸化膜厚さとジルカロイの減肉厚さ(反応厚さ)との比については「高燃焼度等燃料安全試験に関する報告書(PWR 高燃焼度燃料 総合評価編)」原子力発電技術機構 平成14年3月より引用しているが、当該報告書には式は記載されておらず、1.6という値のみ引用している。 (注1)式については、当該報告書から引用した1.6の考え方を示すために記載したものであり、1.6の導出に用いたものではない。	
35	4(3)-30	添付資料4	第5-4図の縦軸は振幅だが、単位がMpaで間違いないか。	応力の振幅であるのでMPaで問題ない。	
36	4(3)-36	添付資料4	6.2において「引張強さはわずかに変化する」とはどういうことか説明すること。	第6-1図に示す通り、引張強さについては、照射初期に増加した後に、やや減少し未照射と同等となっており、明確に照射により増加するとは言えないため、わずかに変化するという表現としている。	
37	4(3)-40	添付資料4	第7-5図と応力腐食割れの関係について説明すること。 「運転管理で考慮していることから」としているが、どこで担保しているのか。	第7-5図は塩素イオン及び溶存酸素濃度と応力腐食割れ発生状況の関係を示しており、黒塗りの点は応力腐食割れが発生した条件、白塗りは発生していない条件である。第7-5図より、応力腐食割れが発生するのは、塩素イオン濃度と溶存酸素がともに高い領域(図中の黒線より上の領域)であることが分かる。1次冷却材の水質は第7-5図の左下部の範囲(塩化物イオン濃度0.05ppm以下、溶存酸素濃度5ppb以下)で管理されており、かつpHの調整を行う等ステンレス鋼の腐食を抑制するように配慮しており、このような条件下では応力腐食割れはないと考えられる。 なお、上記の塩化物イオン濃度、溶存酸素濃度及びpHは、「保安規定」下位の規定文書にて運転管理値として定めている。	
38	—	全般	mol、自然対数の式におけるエルの記事について、SI単位系の表記では斜体のエル(l)ではなく、アルファベット小文字のエル(l)を使っていると思うが、斜体のエル(l)の表記を使用している理由を説明すること。	燃料メーカーが対応していた既燃料体設計認可申請書の記載に合わせたものである。	

燃料体設工認 確認事項リストに対する回答

No.	ページ	項目	確認内容	回答	備考
39	3(3)-26	添付資料3	熱伝導率式の参考文献として(15)から(27)まで記載されているが、(16)はあまり熱伝導率に関係するのかが説明すること。	<p>(16)の文献では、UO₂の熱伝導率データに基づいて、下記に示す熱伝導率モデルが報告されており、熱伝導率モデルはこれを参考としていることから引用している。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> $k = d \frac{A}{T+B} w / (cm)(C),$ <p>where T = deg C</p> <p>d = relative theoretical density</p> <p>A = 34.7 ± 0.88</p> <p>B = 351.2 ± 13.1.</p> <p>The standard error constants of A and B were estimated from 24 degrees of freedom.</p> </div>	