

工認における試験・解析の業務の流れについて

(1) 試験・解析業務の流れ

当社の工認にかかる試験及び解析の業務の一連の流れは以下のとおりである。

項目	チェック内容	試 験	解 析	備考
委託仕様書（調達文書）の作成	担当マネージャーによる「委託仕様書（調達文書）」の承認	○	○	
決裁書の作成	決裁者による決裁書の決裁	○	○	
発注	契約部門による発注	○	○	
解析業務計画書の確認	担当マネージャーによる「解析業務計画書」の確認（様式指定なし）		○	
解析の確認	「解析実施状況確認記録」による担当マネージャー、（発電所）品質保証グループマネージャー及び（本店）品質保証担当の確認		○	別紙①参照
業務報告書の確認	担当マネージャーによる「業務報告書」の確認	○	○	
工認添付書類の作成・確認	<ul style="list-style-type: none"> ・「工事計画（変更）認可申請書・工事計画（変更）届出書作成チェックシート」による数値の W チェックを含む作成者、W チェック者及び担当マネージャー確認 ・「工認設計資料レビュー・検証記録」によるレビュー・検証の担当マネージャー承認 	○	○	別紙②参照 別紙③参照

(2) 様式-1との関連性

○V-1-10-3「本工事計画に係る設計の実績，工事及び検査の計画 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設」(様式-1)の抜粋(サンプル1)

様式-1の抜粋	関連資料
<p>3. 重量物の落下防止設計</p> <p>(5) 燃料集合体落下時の使用済燃料プールライニングの健全性評価</p> <p>(発電管理室) 炉心・燃料サイクルグループマネージャーは、本工事計画に必要な設計を行うための調達文書を作成し、添付書類「V-1-10-1 3.5 本工事計画における調達管理の方法」に基づき調達管理を実施した。</p> <p>(発電管理室) 炉心・燃料サイクルグループマネージャーは、委託の中で供給者に対し、使用済燃料乾式貯蔵容器等に使用済燃料を収容する場合において、落下試験での落下高さを超えるため、使用済燃料の水中落下エネルギー評価の実施を要求した。</p> <p>供給者は、(発電管理室) 炉心・燃料サイクルグループマネージャーからの要求を受けて、当社から提供した基本方針，評価対象及び設備図書をインプットとして、使用済燃料の水中落下エネルギー評価のための試験・評価を実施し、アウトプットとして評価結果にまとめ、それを業務報告書として当社に提出した。</p> <p>(発電管理室) 炉心・燃料サイクルグループマネージャーは、供給者が提出した業務報告書を確認した。</p> <p>炉心・燃料グループマネージャー及び(発電管理室) 炉心・燃料サイクルグループマネージャーは、基本設計方針及び業務報告書をインプットとして、使用済燃料の水中落下エネルギーの評価が使用済燃料プールの機能が損なわれないことを確認し、その結果をアウトプットとして設計資料に取りまとめた。</p> <p>炉心・燃料グループマネージャー及び(発電管理室) 炉心・燃料サイクルグループマネージャーは、(1)～(5)で取りまとめた設計資料をレビューし、承認した。</p> <p>【燃料体等又は重量物の落下による使用済燃料貯蔵槽内の燃料体等の破損の防止及び使用済燃料貯蔵槽の機能喪失の防止に関する説明書】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・委託仕様書 「燃料集合体抗力係数測定業務」 「実機条件の燃料集合体抗力係数確認試験」 「燃料集合体の効力測定試験体の製作及び解析評価」 ・委託報告書 「燃料集合体の抗力係数測定業務」 「実機条件の燃料集合体抗力係数確認試験」 「燃料集合体の効力測定試験体の製作及び解析評価」 ・「工事計画(変更)認可申請書・工事計画(変更)届出書作成チェックシート」 ・「工認設計資料レビュー・検証記録」

○V-1-10-4「本工事計画に係る設計の実績， 工事及び検査の計画 原子炉冷却系統施設」
 (様式-1) の抜粋 (サンプル2)

様式-1 の抜粋	関連資料
<p>1. 設計に係る解析業務の管理 設計を主管するグループのマネージャーは，添付書類「V-1-10-1 3.5 本工事計画における調達管理の方法」に基づく解析を以下に示すとおり実施した。</p> <p>(1) 調達による解析の実施 設計を主管するグループのマネージャーは，解析の調達管理において，業務の内容に応じた「調達文書」を作成し，供給者へ要求した。</p> <p>供給者は，調達文書をインプットとして，添付書類「V-1-10-1 3.5 本工事計画における調達管理の方法」の活動を実施するための計画を明確にし，アウトプットとして解析業務計画書に取りまとめ，当社へ提出した。</p> <p>設計を主管するグループのマネージャーは，「解析業務計画書」をインプットとして，供給者において，解析結果の検証等が行われることを確認した。</p> <p>供給者は，解析業務計画書をインプットとし解析業務を実施し，その結果をアウトプットとして業務報告書を作成し，設計を主管するグループのマネージャーへ提出した。</p> <p>設計を主管するグループのマネージャーは，供給者が実施した「入力根拠・入力結果の妥当性及び計算機プログラム・入力データの適切性を確認」した。</p> <p>設計を主管するグループのマネージャーは，供給者が作成した「業務報告書」をインプットとして，供給者が実施した解析の結果を確認した。</p>	<p>・委託仕様書</p> <p>・「解析業務計画書」</p> <p>・「解析実施状況確認記録」</p> <p>・委託報告書</p>

○V-1-10-7「本工事計画に係る設計の実績， 工事及び検査の計画 放射線管理施設」
 (様式-1) の抜粋 (サンプル3)

様式-1 の抜粋	関連資料
<p>10. 中央制御室及び緊急時対策所の居住性に関する設計</p> <p>(1) 中央制御室</p> <p>c. 居住性に関する評価</p> <p>(発電管理室) 環境保安グループマネージャーは、「b. 居住性の確保に関する設備設計」を踏まえた居住性に関する評価として、以下の「(a) 被ばく評価並びに放射線の遮蔽評価及び熱除去の評価」及び「(b) 酸素濃度及び二酸化炭素濃度評価」に示すとおり実施した。</p> <p>(a) 被ばく評価並びに放射線の遮蔽評価及び熱除去の評価</p> <p>(発電管理室) 環境保安グループマネージャーは、被ばく評価並びに生体遮蔽装置の放射線の遮蔽評価及び熱除去の評価に関する解析を委託するための調達文書を作成し、添付書類「V-1-10-4 1. 設計に係る解析業務の管理」に従い、調達管理を実施した。</p> <p>(発電管理室) 環境保安グループマネージャーは、委託の中で、設計基準事故時については「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について (内規)」(以下「被ばく評価手法 (内規)」という。)に基づき、重大事故等時については設計基準事故時の手法を参考とし、換気設備及び生体遮蔽装置の設備に関する情報を踏まえた解析条件を設定し、解析を行うよう供給者に対し要求した。</p> <p>供給者は、(発電管理室) 環境保安グループマネージャーからの要求を受けて、当社から供給者に提供した解析に必要な情報 (発電所で収集している当社が所有する気象データ、試験結果を踏まえ設定した中央制御室内への空気流入率、運転員の交代要員体制及びマスクの着用並びに評価点の位置及び滞在時間) 及び供給者が所有する適用可能な図書をインプット情報として整理し、解析条件として表に取りまとめた。</p> <p>(発電管理室) 環境保安グループマネージャーは、供給者と協議のうえ、インプット情報を基に以下の「イ. 被ばく評価方針及び放射線の遮蔽評価方針」及び「ロ. 熱除去の評価方針」に示すとおり評価方針を定めた。</p> <p>イ. 被ばく評価方針及び放射線の遮蔽評価方針</p> <p>(イ) 評価事象の選定</p> <p>(発電管理室) 環境保安グループマネージャーは、被ばく評価手法 (内規) 及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び評価の基準に関する規則の解釈」をインプットとして、評価事象の選定に関する方針を定めた。</p> <p>(ロ) 被ばく経路の選定</p> <p>(発電管理室) 環境保安グループマネージャーは、被ばく評価手法 (内規)、試験結果を踏まえ設定した中央制御室内への空気流入率及び運転員の交代要員体制をインプットとして、中央制御室内及び入退域時の被ばく経路の選定に関する方針を定めた。</p> <p>(ハ) 原子炉格納容器内の放射性物質の存在量分布及び大気中への放出量並びに原子炉格納容器内の線源強度の計算</p> <p>(発電管理室) 環境保安グループマネージャーは、被ばく評価手</p>	<p>・委託仕様書</p> <p>「コンクリート密度変更に伴う中央制御室・緊急時対策所の居住性評価等の再評価」</p>

<p>法（内規）をインプットとして、原子炉格納容器内の放射性物質の存在量分布及び大気中への放出量並びに原子炉格納容器内の線源強度の計算に関する方針を定めた。</p> <p>（ニ） 大気拡散の計算 （発電管理室）環境保安グループマネージャーは、発電所で収集している当社が所有する気象データ、運転員の入退城の経路及び評価点の位置をインプットとして、大気拡散の計算に関する方針を定めた。</p> <p>（ホ） 実効線量の計算 （発電管理室）環境保安グループマネージャーは、運転員の交代要員体制並びに評価点の位置及び滞在時間をインプットとして、被ばく経路ごとの実効線量の計算に関する方針を定めた。</p> <p>ロ. 熱除去の評価方針 （イ） 遮蔽体の評価点の設定 （発電管理室）環境保安グループマネージャーは、配置図をインプットとして、遮蔽体（鉄筋コンクリート）中の温度上昇が最も厳しい箇所を評価点と設定するよう方針を定めた。</p> <p>（ロ） 放射線の入射線量の設定 （発電管理室）環境保安グループマネージャーは、「イ. 被ばく評価方針及び放射線の遮蔽評価方針」と同様の計算方法により放射線の入射線量を設定するよう方針を定めた。</p> <p>（ハ） 遮蔽体の発熱量及び温度上昇の計算 （発電管理室）環境保安グループマネージャーは、「（ロ）放射線の入射線量の設定」により設定した放射線の入射線量をインプットとして、遮蔽体の発熱量及び温度上昇を計算するよう方針を定めた。</p> <p>供給者は、表に取りまとめた解析条件及び（発電管理室）環境保安グループマネージャーが定めた評価方針をインプットとして、被ばく評価並びに放射線の遮蔽評価及び熱除去の評価に関する解析を実施した。</p> <p>（発電管理室）環境保安グループマネージャーは、供給者が表に取りまとめた解析条件及び解析について、調達文書に従って実施されているとともに、評価方針を満たしていることを確認した。</p> <p>供給者は、解析条件及び解析結果を取りまとめ、それを業務報告書として当社に提出した。</p> <p>（発電管理室）環境保安グループマネージャーは、供給者が提出した業務報告書を確認した。</p> <p>（発電管理室）環境保安グループマネージャー、（発電管理室）機械設備グループマネージャー及び保守総括グループマネージャーは、「a.」～「d.」の結果をインプットとして、居住性を確保できる設計であることを確認し、居住性に関する設計結果にまとめ、その結果をアウトプットとして設計資料に取りまとめレビューし、承認した。</p> <p>【中央制御室の居住性に関する説明書】【生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・委託報告書 「コンクリート密度変更に伴う中央制御室・緊急時対策所の居住性評価等の再評価」 ・「工事計画（変更）認可申請書・工事計画（変更）届出書作成チェックシート」 ・「工認設計資料レビュー・検証記録」
---	--

以上

解析実施状況確認記録

（許認可申請等に係る解析業務を実施している場合に適用）

- 1. 調達文書名 :
- 2. 解析名 :
- 3. 確認実施場所*1 :
- 4. 受注者対応者名*1 :
- 5. 確認内容*2 :

確認項目	結果	確認日／ 確認者名
①解析業務計画書	【記載例】 ・入力データの作成，出力データの加工作業などのサブプロセスも含めた作業手順（レビュー，審査方法，時期等を含む），解析結果の検証，報告書の確認，解析業務の変更管理における計画が明確化されていることを確認した。	
②計算機プログラムの構成及び検証状況	【記載例】 ・計算機プログラムが単一のプログラム/複数のプログラムの組み合わせで構成されていることを確認した。 ・計算機プログラム（複数のプログラムの組み合わせで構成されている場合には，個々のプログラム及びそれらのインターフェース（受け渡しされるデータの単位，桁数，正負符号等）の整合性を含む。）が，検証されたものであることを確認した。	
③入力根拠書及び入力値	【記載例】 ・入力根拠として，技術基準（例：JSME，線量当量率換算係数），理科年表（材料密度），伝熱工学資料，機械工学便覧，設計図面寸法，当社指定の値（遮へい材物性値）等を用いていることを確認した。 ・入力根拠書を基に，遮へい計算機プログラムへの入力値に適切に換算されていることを確認した（例：原子個数密度）。 ・適切な要素数でモデル化されていることを確認した。（意図したモデルになっていた）	
④入力結果	【記載例】 ・計算機プログラム（DOT, NASTRAN, ABAQUS, SAP 等）への物性値の入力結果（入力データ一覧リスト）は，入力根拠書で示した値，入力値として検証した値と合致していることを確認した。	
⑤結果について	【記載例】 ・計算機プログラム結果は，異常終了なしで終了している（エラーメッセージなし）ことを確認した。 ・解析結果取纏め表の数値は，解析のアウトプットの数値と一致していることを確認した。	
⑥傾向分析結果（結果確認において傾向分析も実施）	【記載例】 ・解析結果を線量当量率分布図に表して，その分布の高低傾向が妥当であることを確認した。 ・類似設計との比較により線量の分布傾向に有意な差があることを確認した。	
⑦変更管理	【記載例】 ・変更管理が適切になされていることを確認した。なお，解析結果に影響を及ぼすものではなかった。 ・変更内容が文書化され，影響範囲を考慮したうえで，解析業務の各段階において適切に反映されていることを確認した。	
⑧メーカー等の供給者が行う報告書の確認内容	【記載例】 ・所定の要求事項（様式等）に適合し，また，検証済みの解析結果が適切に報告書に反映されていることの確認を実施していることを確認した。	

* 1 ・「5. 確認内容」の確認項目のうち，受注者の対応を要する②～⑥について記載する。

* 2 ・受注者の設計が技術的に妥当であることを確認する。

・「計算機プログラムの構成及び検証状況」の確認は全数，それ以外の確認は全数あるいは抜取りで行う。

・配管系の耐震解析において動的解析を行う場合，主系統から分岐する配管も含めた連成モデルを原則とする。ただし，モデル化範囲（固定～固定），モデルを分離することの妥当性が確認されている場合は，この限りではない。

6. 結論

【記載例】 問題あり 類似設計との比較の結果，有意な差があることを確認し，解析プロセスの再チェック及びその報告を要求した。

7. 添付資料

【記載例】 ・解析業務計画書 ・確認した入力値一覧リスト ・確認した出力リスト
--

確認	確認	〇〇Gr	年	月	日	報告／確認
品質保証担当	品質保証M	GM				係

以上

工事計画（変更）認可申請書・工事計画（変更）届出書作成チェックシート 記載書式-1（4/7）

名称

ダブルチェック日 年 月 日

原子炉 主任技術者	ボイラー・タービン 主任技術者	電気 主任技術者	保守総括 M	品質保証グループ	年 月 日 報告	ダブルチェック	
				GM	リーダー	係	ダブルチェック者 作成担当者

確認項目		担当者チェック欄	ダブルチェック者欄
1. 一般記載事項			
1-1	関連法令・規制・規格等の引用について、発行年次の記載が適切であることを確認したか？		
1-2	統一ルール・接頭語集をチェックしたか？（別添-1）		
1-3	SI単位見直し(例)はチェックしたか？（別添-2）		
1-4	誤記実績一覧表をチェックしたか？（別添-3）		
1-5	目次と本文・目次の頁記載と本文の記載の整合は図れているか？		
1-6	頁に抜けはないか？		
1-7	資料の並びは、I 名称及び住所並びに代表者の氏名、II 工事計画、III 工事工程表、IV 変更の理由、V 添付書類となっているか？		
1-8	本文、添付書類に読んでいる表、図、番号、記号、用語、設備名称等の記載は、書類間で整合がとれているか？		
1-9	文字は適正に使い分けているか？（字体、大きさ、文字間隔、段落等）		
1-10	設備改造を反映しているか？		
1-11	至近の工事計画認可申請書・届出書を確認したか？		
1-12	設計値について、設計図書等との照会を行ったか？*1		
1-13	計算値について、計算過程を確認したか？（有効数字による丸め方が適正であることを確認すること）		
1-14	許容値については、出典又は準拠規格が明記されており、適切なものを選定していることを確認したか？		
1-15	プラントユニーク性を計画書へ反映しているか？		
1-16	現場との整合性を確認したか？		
1-17	書類間で数値を引用する場合は、書類間の整合を確認したか？ （本文と添付書類、添付書類間）		
1-18	添付書類に設置許可、既工認に係る数値を用いる場合には、設置許可、既工認を確認したか？		
1-19	本文の変更前後表に記載する「変更前」の値は、既工事計画認可申請・届出以降に変更となっていないことを、確認したか？		
2. ダブルチェック実施			
2-1	担当マネージャーからダブルチェック者にダブルチェックを指示したか？		
2-2	担当者及びダブルチェック者による消し込みによるチェックを行ったか？		
2-3	担当者及びダブルチェック者による読合せを行ったか？		
2-4	ダブルチェック者による数値と単位の再確認が行われたか？*1		
2-5	担当マネージャーによる数値と単位の根拠について確認を受けたか？*2		
2-6	疑問点は工事担当室長等と相談の上、決定したか？		
2-7	修正があった場合、再度全体（特に修正により影響のある箇所等）のダブルチェックを行ったか？		
3. 作成プロセス			
3-1	「電気事業法及び原子炉等規制法に係る許認可申請・届出書手引書」、「官庁検査等対応手引書」及び本店3次文書「工事計画認可申請/届出等実施要領」に規定されているプロセスに基づいて、適切に作成されているか？		

※：確認項目に該当しない場合は、チェック欄に「パー」（「-」）又は「スラッシュ」（「/」）と記載する。

*1：数値の確認においては、設計図書等に参考値として記載されている数値が使用されていないこと、及び単位が記載されている場合は数値と単位の両方が設計図書等と整合していることについても確認する。

*2：担当マネージャーが技術的な判断を行う。

工認設計資料レビュー・検証記録

- 1. 工認設計資料名 :
- 2. 担当グループ名 :
- 3. 設計担当者名 :
- 4. 検証者名 :
- 5. 検証に用いた文書名 :
 - 設置変更許可申請書
 - 技術基準規則
 -
- 6. 添付資料
 - 関連図面一式
 -
 -

7. 検証内容

記事 :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

※記事欄が不足する場合は別紙（様式自由）に記入し本様式に添付する。また、記事の内容を説明するために必要な資料等がある場合は、本様式に添付する。

8. 検証結果確認

担当グループ：品質保証グループ	
GM	検証者(主任職以上)
印	

※ 検証者は検証完了後、捺印のうえ、担当 GM まで、
 回付する。
 担当グループマネージャーはレビュー・検証の結果を承認する場合は捺印のうえ担当者へ返却する。
 担当者は、検証内容、検証結果を確認のうえ、
 本様式及び添付資料を記録として保管する。

レビュー・検証結果：
 原案どおり確認する。
 検証結果を反映した改訂版を作成する。
(※検証者がチェック)
 検証完了日：平成 年 月 日
(※検証者が記入)

レビュー・検証結果の確認結果：
 原案どおり承認する。
 検証結果を反映した改訂版を作成する。
(※担当グループマネージャーがチェック)
 レビュー完了日：平成 年 月 日
(※担当グループマネージャーが記入)