

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

免震重要棟・防潮堤の審査対応の問題と
その原因と対策

平成29年3月

東京電力ホールディングス株式会社

目次

I. 緊急時対策所の審査対応の問題	1
1. 事象の概要	1
2. 時系列の整理	1
3. 問題点の抽出	5
4. 原因の分析	5
【参考】 免震重要棟の設計について	9
1. はじめに	9
2. 建屋概要	10
3. 設計概要	11
4. 設計に用いた地震波	12
5. 新潟県中越沖地震に対する耐震性について	13
6. 2013年（審査対応用解析）及び2014年（補強検討用解析）の解析モデルについて	14
II. 防潮堤の審査対応の問題	15
1. 事象の概要	15
2. 時系列の整理	15
3. 問題点の抽出	16
4. 原因の分析	16
III. 荒浜側のドライサイト維持に関わる審査対応の問題	18
1. 事象の概要	18
2. 時系列の整理	18
3. 問題点の抽出	20
4. 原因の分析	20
IV. 耐震設計の審査対応の問題	22
1. 事象の概要	22
2. 時系列の整理	22
3. 問題点の抽出	22
4. 原因の分析	23
V. 当社の審査対応の問題	24
1. 4つの審査対応に共通する要因	24
2. これまでの審査対応の問題点と対応	24
VI. 対策	26
1. これまでの技術面での許認可対応組織の変遷	26
2. 即効的な対策	27
(1) 規制対応向上チームの設置（他電力からの学び）	27
(2) 審査情報共有会議（他電力からの学び）	28

(3) 審査方針確認会議（他電力からの学び）	28
(4) プロジェクト統括の配置（免震重要棟事例を踏まえた対策）	28
(5) プロジェクトマネージャの責任と権限の強化（免震重要棟事例を踏まえた対策）	28
3. 原子力安全改革の加速	28
(1) 組織のガバナンスの強化	29
(2) 人財育成	29
(3) エンジニアリングセンターの設置	30
(4) 構成管理の強化	30
(5) 内部コミュニケーションチームの設置	30
4. 対策の有効性評価とその公表	30
VII. 審査書類総点検の取組	31
1. 総点検の方針・体制	31
(1) 議論が必要となり得る論点の抽出	31
(2) 審査資料の信頼性向上	31

I. 緊急時対策所の審査対応の問題

1. 事象の概要

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉の設置変更許可申請時には、免震重要棟を緊急時対策所としていた。その後、審査の過程において免震重要棟だけで許可を取得することは困難と判断し、剛構造の構築物である原子炉建屋内に緊急時対策所を追加設置することとした。

原子炉建屋内に緊急時対策所を設けることとなったとはいえ、免震重要棟は新潟県中越沖地震相当の地震には十分に耐える設備であること、また地震以外の原因で発生した原子力災害に対しては緊急時対策所として有効に活用できることから、条件に応じた免震重要棟の活用方法について審査を受ける方針であった。

しかしながら、本年2月14日の審査会合において、免震重要棟が新潟県中越沖地震に対して耐えること、過去の免震重要棟の耐震解析の有効性についての的確な説明を行うことができなかったことから、免震重要棟の耐震性と社説の説明の信頼性に大きな疑義を持たれることとなった。

その結果、原子力規制委員会より、これまでの申請資料の不備と審査に臨む姿勢等について強いご指摘を受けるに至った。こうした当社の一連の対応により、審査の遅延を招き、原子力規制委員会、原子力規制庁殿に多大なご迷惑をおかけするとともに、新潟県の皆さまをはじめとする社会の皆さまにも多大なるご心配をおかけし、ご不安をあたえることとなった。

この点を深く反省し、問題に至った事象を時系列で整理し、問題点を抽出して、原因を明らかにする。

2. 時系列の整理

問題に至った時系列は以下の通り。

2007年7月16日 新潟県中越沖地震発生

2008年1月 免震重要棟の設計開始：建設部構造技術グループ

- 当時、免震重要棟は建築基準法に準拠して設計
- 建築基準法上要求される各種地震動の1.5倍を用いて設計
- 新潟県中越沖地震で観測された地表面の加速度を用いて、許容変位内に収まることを確認

2008年8月 免震重要棟の大臣認定取得

2008年10月 建築確認済証交付

2008年10月 免震重要棟着工

2009年12月 免震重要棟竣工

2010年 免震重要棟竣工（福島第一原子力発電所：6月、福島第二原子力発電所：3月）

2011年3月 東北地方太平洋沖地震が発生、福島第一原子力発電所にて事故が発生

2013年7月 新規制基準発効

2013年9月 柏崎刈羽6号及び7号炉設置変更許可申請：建築耐震グループ

- 耐震設計に適用する基準地震動 Ss-1～7 を定めてこれらを記載

- 原子力発電設備は、これら基準地震動に耐える設計とする方針を記載
- ただし、免震重要棟は基準地震動 Ss-1～7 に基づく評価ではなく、「免震機能により十分な耐震性を確保する」と記載。設置変更許可申請書への記載内容は下記の通り

(緊急時対策所)

第三十四条 (略)

適合のための設計方針

本原子炉施設について、一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊その他の異常が発生した場合に中央制御室以外の場所からも必要な対策指令又は連絡を行うため、発電所敷地内に緊急時対策所を設ける。

具体的には、第六十一条への適合のための設計方針に記載のとおりである。

(緊急時対策所)

第六十一条 (略)

適合のための設計方針

1 及び 2 について

(1) 耐震性・耐津波性

緊急時対策所を設置する事務建屋免震重要棟は、免震機能により十分な耐震性を確保するとともに、津波による浸水影響を受けない場所に設置する。

12.10 緊急時対策所

12.10.2 設計方針

緊急時対策所は、重大事故等が発生した場合において中央制御室以外の場所からも必要な対策指令又は連絡を行うことができるよう、次に示す設計とする。

(1) 耐震性・耐津波性

免震機能により十分な耐震性を確保するとともに、津波による浸水影響を受けない場所に設置する。

2013 年 12 月 **審査対応の目的**で基準地震動による解析を実施（以下、「2013 年審査対応用解析」と呼ぶ）(Ss1～5：柏崎刈羽原子力発電所建築（第一）グループ、Ss6,7：**原子力設備管理部**建築耐震グループ)

- 基準地震動 Ss-1～7 を免震重要棟建屋基礎下に直接入力して評価
- 短周期が卓越した Ss-2,3 には許容変位量(75cm)を下回り、大きな長周期成分を持つ Ss-1,4,5,6,7 では許容変位量(75cm)を超えることを確認
- これらの結果を、建築耐震グループマネージャが、原子力設備管理部長に報告

2014 年 2 月 社内にて 3 号炉へ緊急時対策所の追設を決定：原子力設備管理部長が意思決定。原子力・立地本部長が承認。

- 他電力発電所の適合性審査会合での議論を鑑みると、建屋の耐震性、収納機器の耐震性能双方への適合性説明について当社説明が受け入れられないと判断
- このため、3 号炉原子炉建屋内に緊急時対策所を追加設置することとした

2014 年 4 月 免震重要棟の耐震性を向上させることを目的に、地盤改良やダンパーの追加設置等の補強検討解析を実施（以下、「2014 年補強検討用解析」と呼ぶ）(柏崎刈羽原子

力発電所建築（第一）グループ）

- 発電所所長から「免震重要棟の耐震性を確保するように」との指示を柏崎刈羽原子力発電所建築（第一）グループが受け、補強検討を実施
- 建屋基礎下の地盤改良を含む耐震補強策の検討のため、解放基盤表面を仮定して、基準地震動 Ss-1～7 を入力し評価
- 基準地震動 Ss-1～7 の全てについて、許容変位を上回る結果を得た
- 西山層以深の地盤データは近接する 1 号炉原子炉建屋下のデータであった

2014 年 11 月 第 159 回審査会合にて、今後の緊急時対策所について以下の通り説明

- 3 号炉原子炉建屋内緊急時対策所を設置すること
- 施設の内容は、緊急時対策所の審査会合にて説明すると原子力設備管理部長が報告

2015 年 2 月 第 193 回審査会合にて、3 号炉の緊急時対策所及び免震重要棟の耐震性を緊急時対策所プロジェクトマネージャが説明

- 免震構造は、発電施設に大きな影響が生じる可能性がある短周期地震に対して優位性を持っていること
- 非常に大きな長周期地震動に対して、一部の基準地震動に対しては通常の間震設計のクライテリアを満足しない
- 免震重要棟は建築基準法告示で規定されている地震動の 1.5 倍の地震力に相当した耐震性を持っている設計だが、短周期地震に対しては高い耐震性を有している
なお、審査会合資料には下記のような記載がある

6. 8 免震重要棟内緊急時対策所の耐震性について

免震重要棟は建築基準法告示で規定される地震動を 1.5 倍した地震力に対応した耐震設計がなされている。そのため、原子炉建屋等発電設備に大きな影響が生じる可能性がある短周期地震に対しては高い耐震性を有していると言える一方、非常に大きな長周期成分を含む一部の基準地震動に対する評価としては通常の間震設計クライテリアを満足しない場合があり、その際には構造物・設備の損傷が発生する可能性があるとして想定される。

具体的には、概略評価として基準地震動を免震重要棟基礎面に直接入力した評価を行い、免震装置（積層ゴム）の設計目標値（75cm）を超える変位が発生し、建屋上屋側面と基礎部分が干渉（クリアランスは 85cm）すると評価している。

- この記載は「2013 年審査対応用解析」の結果を基礎とした記述となっている。なぜならば、免震重要棟の耐震性向上策の検討を目的とした「2014 年補強検討用解析」は、①免震重要棟には西山層以深の地盤データが無く近接する 1 号炉原子炉建屋のデータを流用したものであること、②地盤と建屋の相対変形が 4m を超えており、解析コードの適用限界を超えていると解釈したことなど、その解析の精度や信頼性が劣ると考えたためである。つまり、「2013 年審査対応用解析」と「2014 年補強検討用解析」について、その精度や信頼性などを総合的に考慮した結果、上記の記載としたもの。緊急時対策所プロジェクトマネージャが原案を作成し、前任の建築技術グループマネージャが確認
- なお、審査においては 2013 年審査対応用解析、2014 年補強検討用解析の具体的な結

果は提出していない

- この時に、免震重要棟だけで新規制基準を満たすことは難しいことから、3号炉原子炉建屋内に緊急時対策所を追加設置し、免震重要棟と併用する案を緊急時対策所プロジェクトマネージャが提案

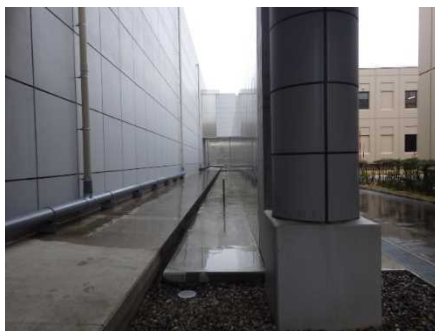
2016年10月 緊急時対策所を3号炉から5号炉に変更：原子力・立地本部長が意思決定

2016年12月 第422回審査会合にて、免震重要棟の使用可否判断について説明

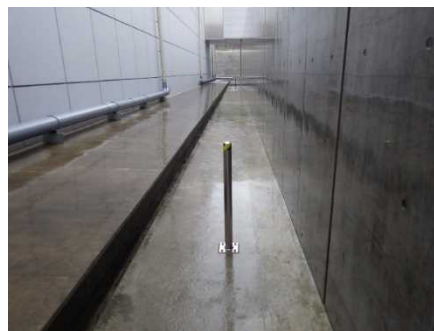
- 免震重要棟の使用条件として、変位量識別用ポール（75cm）と免震重要棟基礎部地震計の震度が7未満であることを防災安全グループ課長が、説明

2017年2月14日 第442回審査会合にて、緊急時対策所の位置付けについて、原子炉安全技術グループメンバが説明

- 免震重要棟と5号炉原子炉建屋内緊急時対策所の2箇所での一つの緊急時対策所の機能を満足するとの方針を議論していただいた
- 議論では、次の2点を説明
 - － 免震重要棟だけでは新規制基準を満たすことは難しいこと
 - － 緊急時対策所の使い分けの判断基準として、免震重要棟の使用条件「免震重要棟の変位量識別用ポール（75cm）に損傷なし、もしくは、免震重要棟の地震計が震度7未満」を提示（原子炉安全技術グループメンバ）



変位量識別ポールの設置状況



変位量識別ポール

- これらの説明の中で、2013年審査対応用解析と2014年補強検討用解析について具体的に建築技術グループマネージャが解説
- これまでの「一部の基準地震動に対する評価としては通常の免震設計クライテリアを満足しない場合があり、その際には構造物・設備の損傷が発生する可能性がある」と想定される」という説明と異なるので、事実関係と審査対応で今後同様の問題を生じないための原因と対策を提出するように指示を受ける

【参考】緊急時対策所の設計にかかわる体制

緊急時対策所の設計は、本社の原子力設備管理部に在籍するプロジェクトマネージャのもとで、図1に示す組織が検討にあたってきた。具体的には、原子力設備管理部の原子炉安全技術グループ（事故時の有効性、被ばく評価）、設備技術グループ（居住性確保に関する設備設計）、建築技術グループ（建屋設計）、原子力耐震技術センター建築耐震グループ（建屋耐震評価）、原子力運営管理部の防災安全グループ（緊急時の運用、要員）、放射線管理グループ（放射線管理の手段と手順）、発電所の第一保全部建築（第一）グループ（建屋詳細設計）、原子力安全センター防災

安全部防災安全グループ（緊急時の運用、要員の詳細検討）が分担して技術検討をしている。なお、免震重要棟の設計は旧建設部が行い、現在は発電所に引き継がれている。

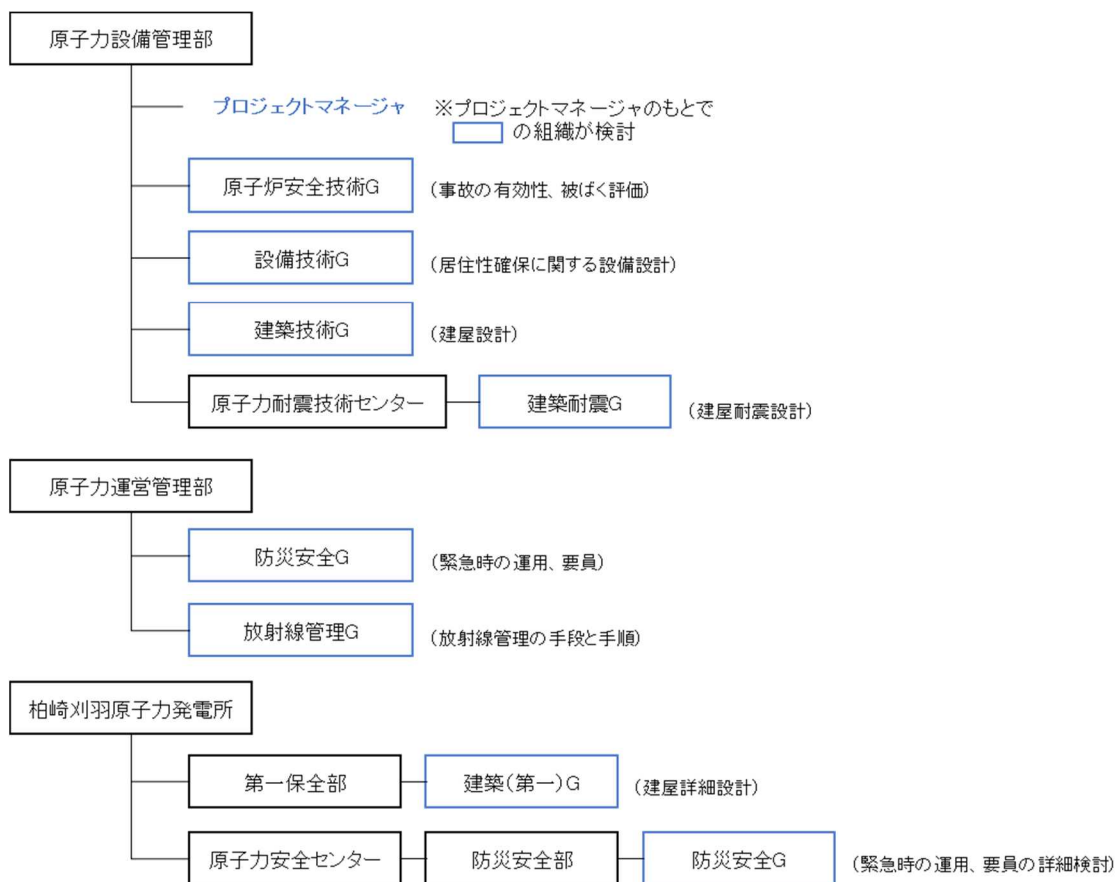


図 1 緊急時対策所の設計にかかわる体制

3. 問題点の抽出

時系列の整理から、2015年と2017年の審査会合の問題点を抽出した。

<p>2015年2月10日 審査会合</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「一部の基準地震動に対して・・・満足しない」との表現を用いて、他の基準地震動に対しては新規制基準に適合するかのよう な説明となった。 ● 「2014年補強検討用解析」結果を示さなかった。
<p>2017年2月14日 審査会合</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 2015年の説明に用いなかった「2014年補強検討用解析」を、 適切な説明もなく提示した。 ● 免震重要棟が新潟県中越沖地震レベルの地震に耐えることを 端的に説明できなかった。 ● 他の関係者が問題を防ぐことができなかった。

4. 原因の分析

以下、問題の原因とその背後要因を分析した。(背後要因図：添付1)

「一部の基準地震動に対して・・・満足しない」との表現を用いて、他の基準地震動に対しては新規制基準に適合するかのような説明となった原因

前任の建築技術グループマネージャが2015年2月の審査会合で「一部の基準地震動に対する評価としては、通常の免震設計クライテリアを満足しない場合があり・・・」との表現を用いて、他の基準地震動に適合するような説明を行った。

その原因は、まず、前任の建築技術グループマネージャは、~~緊急時対策所プロジェクトマネージャが原案を作成した説明資料を確認する際に、~~当初の申請内容を改めて、原子炉建屋内に緊急時対策所を設置する理由を説明することが目的の資料であるため、基準地震動のいくつかに対して免震重要棟が許容変位を超えることを説明すれば、追設の必要性を説明する理由として十分であると考えていた。

前任の建築技術グループマネージャは、説明の根拠としていた「2013年審査対応用解析」は、基礎下に直接地震動を入力しており、規制要件に準拠した手法ではなかったが、免震重要棟がクライテリア（変位が75cm以下に収まること）を満足しないことを示すためには使用できると考えた。

更に、前任の建築技術グループマネージャは、新規制基準では、全ての地震動に対し要求される基準を満足することが必要であり、一部の基準地震動に対して要求される基準を満たしたとしても緊急時対策所としては認められないことも承知していた。

このため、「一部の基準地震動に対して・・・満足しない」との表現で、免震重要棟は新規制基準を満足せず、3号炉原子炉建屋内に緊急時対策所を追加する必要性をことが説明できると考えた。

なお、前任の建築技術グループマネージャがこの定性的な表現で説明を留めてしまい、資料提出のための確認過程でも具体的な解析方法や結果の記載を加えなかったのは、組織として体系的、定量的に説明する姿勢が足りなかったからである。

なお、免震重要棟は、竣工以降、緊急時対策本部として位置付けられ、免震重要棟を用いた緊急時対応訓練や免震重要棟の使用可否判断と使用できない場合の3号炉原子炉建屋内緊急時対策所への立ち上げ訓練等を実施してきた。また、組織内に何があっても緊急時対応に免震重要棟を使わなければならないという考えはなかったが、新潟県中越沖地震に耐える耐震性能を持ち、福島第一原子力発電所事故においても有効に事故対応に利用された免震重要棟を使用可能な条件下においては有効活用する方針であった。

「2014年補強検討用解析」結果を示さなかった原因

次に、前任の建築技術グループマネージャは、免震重要棟の耐震性向上策の検討を目的とした解析が以下の理由により、計算自体が正しい結果を示していないことから、審査の根拠とするには適切ではないと考えて、免震重要棟の耐震性向上策の検討を目的とした「2014年補強検討用解析」を採用しなかった。

- 西山層以深の地盤データは近接する1号炉原子炉建屋下のデータであり、実際の地盤データとは異なるものを使用している。
- 変形が4 m以上と、極端に大きな結果となっており、解析の信頼性が劣ると考えた。

2017年2月の審査会合

なお、2015年2月の時点で、当社は、免震重要棟と3号炉原子炉建屋内緊急時対策所の使い分けの判断について、「地震を起因とする重大事故以外の事象について使用する。地震が発生した場合は、建物の使用可否を判断した上で使用する。」としており、解析によって、どこまでの地震にもつ検討を行うよりも、免震層の変位量が目標変形量75cm以下に保たれたことを確認することで、使い分けの判断を容易することが必要であると考えた。

2015年の説明に用いなかった「2014年補強検討用解析」を、適切な説明もなく提示した原因

2016年夏に建築技術グループマネージャを引き継いだ者は、今回の審査会合では、部分的ではあっても、基準地震動への適合性が論点になると認識していたため、これまでに得られていた解析結果を全て提示すべきと考えた。

また、建築技術グループマネージャは、2017年の2月初旬にグループメンバから「2014年補強検討用解析」を知らされたばかりで、2015年の説明時の根拠としなかった理由を知らず、~~建築技術グループマネージャは、「2014年補強検討用解析」のその妥当性について十分な吟味もをしなかったからであった。~~

さらに、妥当性の吟味が迅速に行えなかった背景に、設計や意思決定の根拠として、解析の情報を管理、保管、共有する仕組みが足りなかった。

次に、説明の一貫性を確認する立場にあった緊急時対策所プロジェクトマネージャによる事前確認も不十分であった。その原因は、新規規制基準に適合した緊急時対策所を構築する総括責任は緊急時対策所プロジェクトマネージャにあるとの認識が不足し、審査において適切な説明を準備することへの注意が十分に払われなかったからである。

さらに、緊急時対策所プロジェクトマネージャが、十分な役割を發揮できていない背景に、プロジェクトマネージャの職位がマネージャレベルの場合、他の同列のグループマネージャに対して強い指導力を發揮し難い状況があった。

このため、組織内に「2014年補強検討用解析」の目的や結果に技術的に問題があるとの認識が共有されないまま、解析結果の存在だけが認識され、原子力設備管理部長も「2014年補強検討用解析」に技術的に問題があるとの認識がないまま、情報公開を優先し、提示すべきと考えた。

他の関係者が問題を防ぐことができなかった原因

当社関係者の中には、「2014年補強検討用解析」を採用していなかった理由を説明する必要性に気付いた者もいた。それにも関わらず、問題を防ぐことが出来なかった原因の一つは、本社、発電所の複数のグループが合同で検討している体制であり、各々の責任感が希薄になったからであった。各組織の管理者は細分化された分掌範囲の検討に終始し、全体であるべき姿を追求するという意識が欠けていた。

また、説明の充実が必要と考えた関係者も、資料の充実、変更の提案をしなかった。その原因は、~~しかし、「2014年補強検討用解析」は説明の参考情報でしかなかったことから、資料がを準備された~~たのが審査会合の直前であった、確認と修正のための十分な時間が取れなかったからである。その背景には、審査対応に十分な人員を配置できていない状況があった。そのため、問題を事前に共有して、適切な説明を準備することができなかった。

免震重要棟が新潟県中越沖地震レベルの地震に耐えることを端的に説明できなかった原因

建築技術グループマネージャは、免震重要棟が設計時に通常の建築基準法の要求以上の厳しい条件に対して評価していることは承知していたが、新潟県中越沖地震レベルに対して耐えるというためには、それだけでは不十分と考え、回答を逡巡した。

実際には、設計時に新潟県中越沖地震の観測小屋の記録を用いて評価しており、耐えることを確認していたが、建築技術グループマネージャは過去のこの評価結果を知らなかった。

建築技術グループマネージャが過去の評価結果を知らなかったのは、昨年夏の着任以降は5号炉の緊急時対策所の設置に注力してしたため、免震重要棟の耐震性能をレビューする余裕がなかったためである。更に背景要因として、設計や意思決定の根拠として、解析の情報を位置付け、管理、保管、共有する仕組みがなかったことから、解析の条件を網羅的に把握できなかったことも挙げられる。

一方で、「2014年補強検討用解析」と同様に、新潟県中越沖地震の質問の回答でも、審査会合に同席した者の中には、建築技術グループマネージャが質問の意図を取り違えていることに気付いた者もいた。例えば原子力・立地本部長や原子力設備管理部長や他の建築技術者は、担当者の回答に疑問を感じていた。しかし、専門家の担当者が説明していること、他にも修正の発言が出来る技術者がいることから、何らかの理由があるのかも知れないと考え、発言を逡巡した。

【参考】 免震重要棟の設計について

1. はじめに

新潟県中越沖地震発災時において柏崎刈羽原子力発電所の緊急時対策拠点であった事務本館については、躯体に大きな損傷はなかったものの、天井、間仕切り壁、天井垂れ壁等の非構造部材や給排水・空調設備が損傷し、復旧活動や業務継続に、少なからず支障を生じることとなった。

柏崎刈羽原子力発電所の免震重要棟は、この経験を踏まえ、地震をはじめとした災害発災時に、緊急時対策拠点として活用する事を期待して設置した建物である。

一方で、東北地方太平洋沖地震発災時には、新潟県中越沖地震の経験も踏まえ、福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所の緊急時対策所として、それぞれ免震重要棟が整備されていたため、原子力事故を起こし未曾有の復旧作業にあたる必要があった福島第一原子力発電所では、余震におびえる事なく、復旧作業に専念することが可能となり、本日に至るまでの廃炉作業につなげる事ができたと考える。

柏崎刈羽原子力発電所においては、こうした福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所で経験した教訓を活かし、免震重要棟及び5号炉原子炉建屋内緊急時対策所を緊急時対策拠点として併用して整備することで、多重性・多様性をもった緊急時対応が可能となると判断し、これまで種々の説明をしてきた。

以降に、柏崎刈羽原子力発電所免震重要棟の概要を説明する。

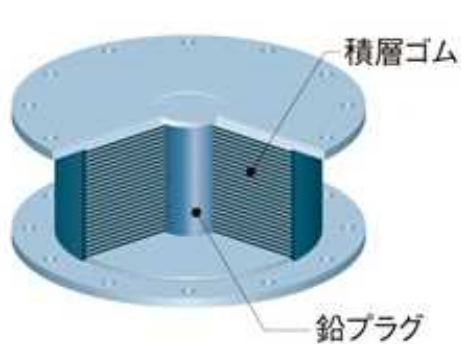
2. 建屋概要



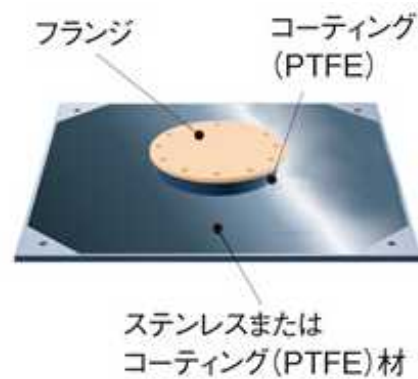
免震重要棟外観パース

【免震重要棟概要】

- ・延床面積：3,970 m² 地上2階
- ・構造種別：S R C造（一部S造）
- ・入力地震動（設計用）：告示基盤波、既往波、サイト観測波（①、②）
 - ① 1号炉基礎マット観測記録に基づく検討
 - ② 観測小屋の観測記録に基づく検討
- ・免震装置目標変形量：75cm以下
- ・免震層クリアランス：85cm
- ・免震装置：鉛プラグ入り積層ゴム 1,500φ×8基、剛すべり支承 32基



鉛プラグ入り積層ゴム図



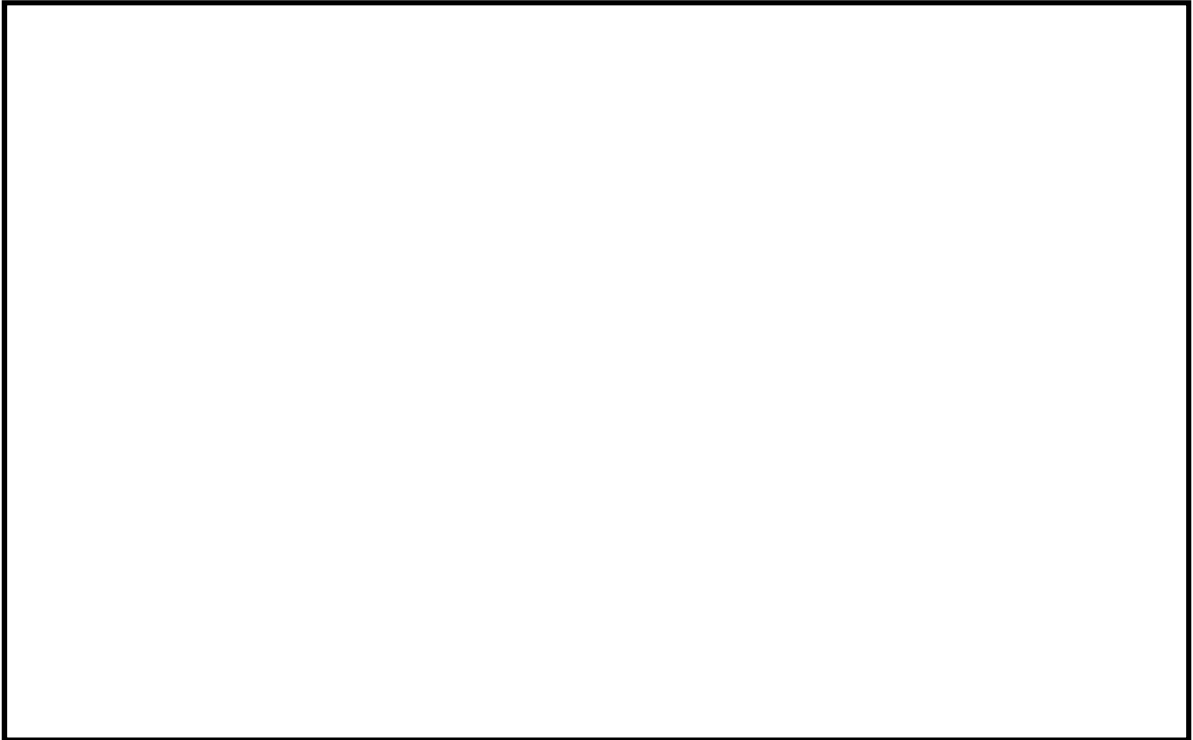
剛すべり支承図

3. 設計概要

免震重要棟は、設計当時最大規模の積層ゴムを採用するなど、日本でもトップクラスの耐震性能を有している。

また、免震建屋の性能の一つでもある許容水平変位も 75cm と大きく、一般の免震建屋に比べても高い耐震性能を有している設計となっている。

一方、地震時の居住性は、国が定める「建築基準法告示波」の 1.5 倍の地震動に対しても、上部構造の応答加速度が 1/3～1/4 となっている。



免震重要棟 東西方向断面図

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

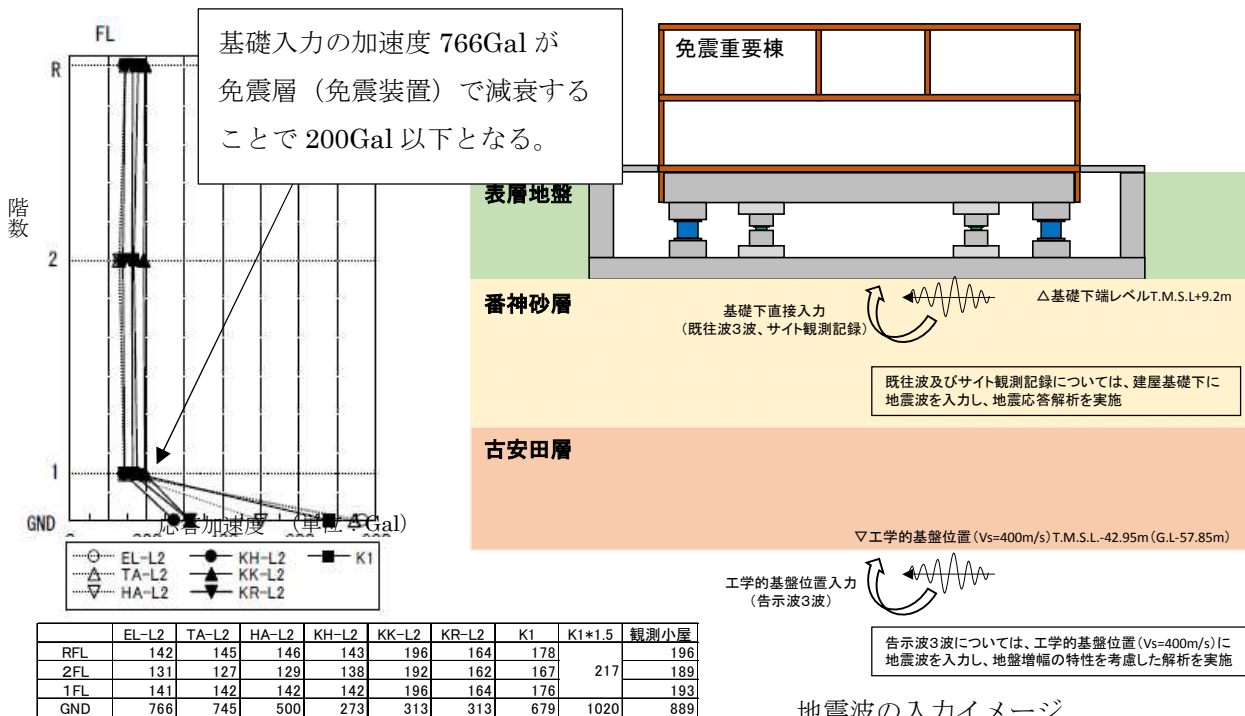
4. 設計に用いた地震波

採用地震波については様々な地震の特性に対応した設計とするため、告示基盤波 3 波及び既往波 3 波を採用した。

加えて、2007 年新潟県中越沖地震における柏崎刈羽原子力発電所 1 号炉の基礎マット上の観測記録波及び基礎マット上の観測記録の 1.5 倍、観測小屋の観測記録についても設計において考慮することで、発電所内で観測された地震波への耐震安全性を確認している。

採用地震波一覧表

採用地震波	継続時間 (s)	レベル1地震動(L1)		レベル2地震動(L2)		備考	
		最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)		
告示基盤波	八戸位相 (KH)	120	77.0	8.3	577.4	62.0	<ul style="list-style-type: none"> レベル1 (L1)は「極めて稀に発生する地震動」の模擬波×0.2 レベル2 (L2)は「極めて稀に発生する地震動」の模擬波×1.5
	神戸位相 (KK)	120	76.6	11.6	574.7	86.7	
	ランダム位相 (KR)	120	76.1	8.3	570.4	62.6	
既往波	EL CENTRO 1940(NS) (EL)	53	255.4	25.0	766.2	75.0	<ul style="list-style-type: none"> レベル1 (L1)は最大速度を25.0cm/sに補正・規準化したもの レベル2 (L2)は最大速度を75.0cm/sに補正・規準化したもの
	TAFT 1952(EW) (TA)	54	248.3		744.9		
	HACHINOHE 1968(NS) (HA)	51	166.7		500.1		
柏崎刈羽原子力発電所 1号炉基礎マット観測記録 (K1)	20	-	-	679.9	85.4	<ul style="list-style-type: none"> 震度6強相当 免震装置検討用に1.5倍 (K1*1.5)の入力に対する変形量の確認を行っている。 	
(追加検討用) 柏崎刈羽原子力発電所 観測小屋観測記録 (観測小屋)	20	-	-	890	136	震度7相当	
免震装置の 目標最大層間変形 (cm)	-	30cm以下		75cm以下			



最大応答加速度 (単位:Gal)

免震層の最大水平変位 (単位:cm)

	EL-L2	TA-L2	HA-L2	KH-L2	KK-L2	KR-L2	K1	K1 * 1.5	観測小屋
免震層の変位	24.0	22.0	22.9	29.0	57.6	41.2	43.0	70.1	55.9

地震波の入力イメージ

5. 新潟県中越沖地震に対する耐震性について

免震重要棟の耐震安全性について、先ず、一般の事務所本館が新潟県中越沖地震の時に一部損傷したものの、構造物としては揺れに耐えた。そのため、事務所本館を上回る耐震性を持つ免震重要棟は、新潟県中越沖地震クラスには十分な耐震性を有していると判断している。

上記の根拠を a、b に示す。

- a) 柏崎刈羽原子力発電所の事務所本館は、新潟県中越沖地震により、天井、間仕切り壁、天井垂れ壁等の非構造部材や給排水・空調設備が損傷し、復旧活動や業務継続にあたり、少なからず支障を生じたものの、躯体に大きな損傷は無かった。
- b) 柏崎刈羽原子力発電所の免震重要棟は、新潟県中越沖地震の経験を踏まえ、一般に免震建物等に求められる地震動の 1.5 倍及び新潟県中越沖地震の観測記録を想定地震動として設計を行っており、新潟県中越沖地震で非構造部材の損傷を受け、緊急時対策所としての機能が一部損なわれた教訓を踏まえて計画されているため、事務所本館より耐震安全性が高い。



発災直後の事務所本館建物



窓ガラスの破損



天井材の落下

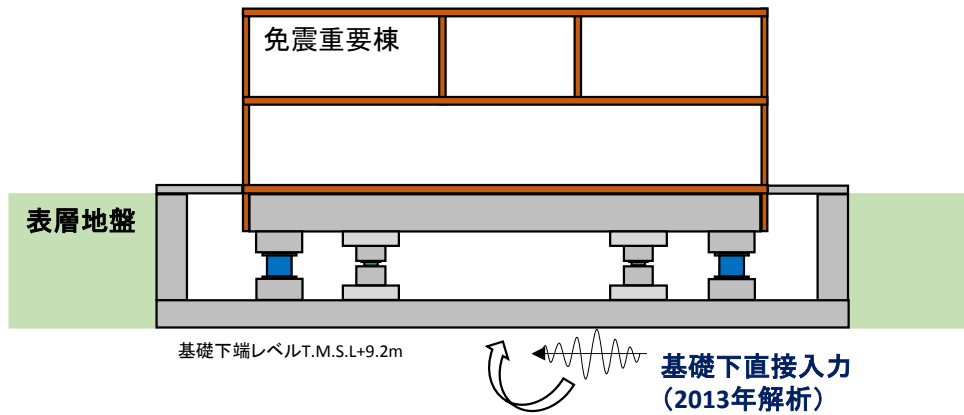


什器の転倒（2階事務室）

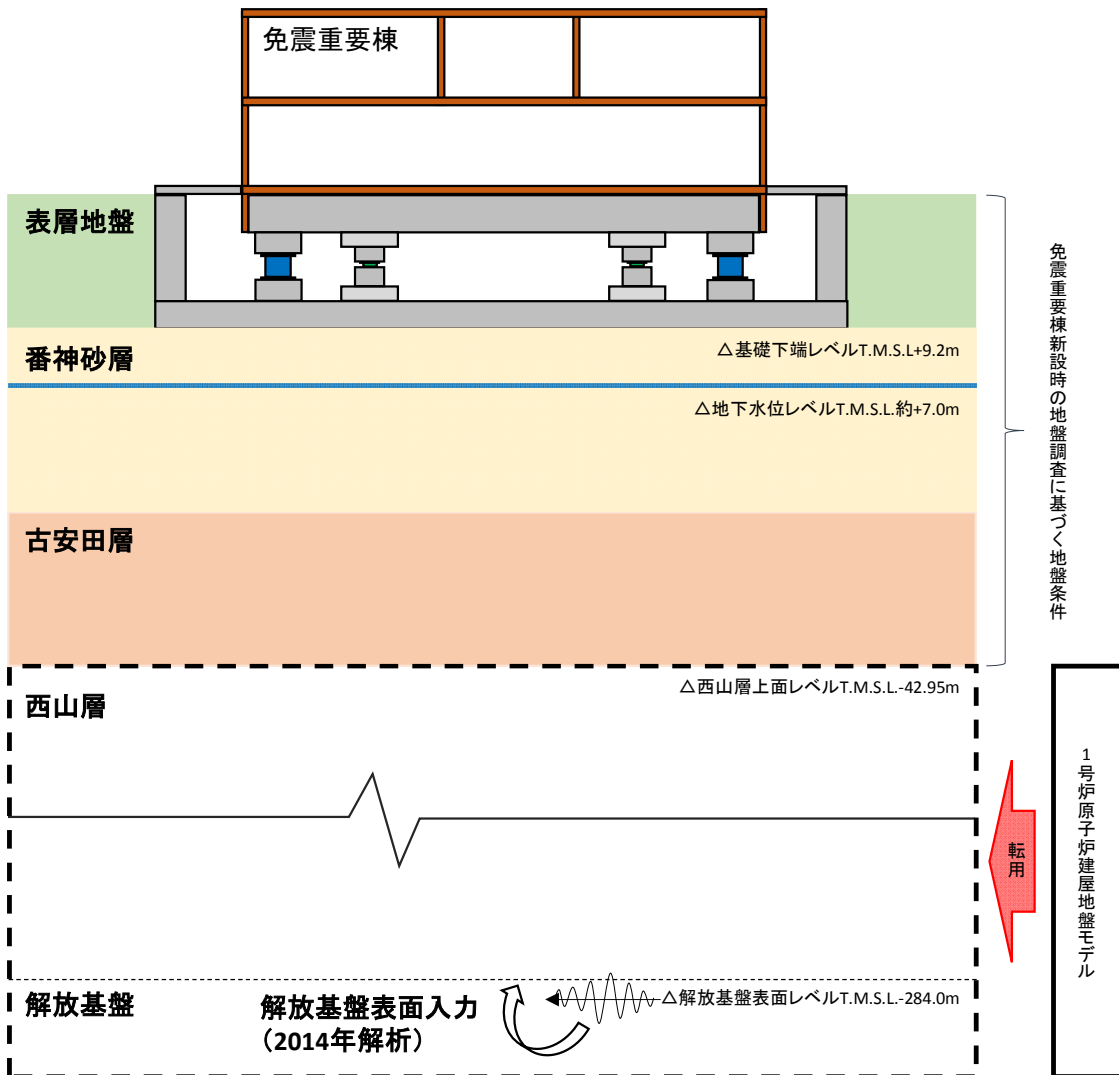
6. 2013年（審査対応用解析）及び2014年（補強検討用解析）の解析モデルについて

基準地震動 S_s に対する 2013年及び2014年解析の評価モデルを以下に示す。

◆2013年解析（建屋基礎下に基準地震動 S_s を直接入力したケース）



◆2014年解析（解放基盤表面から基準地震動 S_s を入力したケース）



II. 防潮堤の審査対応の問題

1. 事象の概要

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉の新規制基準適合性審査における地盤の液状化評価方針の審査は 2016 年 2 月に開始されたが、審査の進捗に伴い、液状化評価の際に参照していた道路橋示方書を適用対象となる 20m 以浅の層だけでなく、それより深い古安田層も評価対象にすることが必要になった。このため、荒浜側防潮堤直下の地盤を強化する方策について、2016 年 8 月から 9 月に検討したが、液状化特性等に関わる十分なデータが無かったこともあり、強化策が合理性を欠くと判断し、3 号炉原子炉建屋内に設置を計画していた緊急時対策所を、5 号炉原子炉建屋内に変更する方針を 10 月に決定した。道路橋示方書の適用に関する問題を早く予見し、リスクを組織内で共有することができていれば、地盤強化策以外の対策により早い段階で方針転換できたと考えられる。

2. 時系列の整理

問題に至った事象を時系列に整理すると、次になる。

2011 年 10 月 柏崎刈羽原子力発電所において、荒浜側防潮堤の設計条件に関する意思決定（技術検討書の承認）

- 技術検討書の作成は、柏崎刈羽原子力発電所土木（第一）グループ、土木（第二）グループ、建築（第一）グループ。
- 設計条件は、基準地震動及び津波波力（津波浸水高（T.P.+15m）×3 倍の静水圧）に対して終局限界状態（塑性耐力）で機能を維持するという限界状態設計法を採用

2013 年 7 月 新規制基準の制定

- 防潮堤などの津波防護施設は、「耐震 S クラス」に分類され、許容限界は「終局耐力時の変形に対して十分な余裕を有すること。ただし、地震・津波後の再使用性にも留意すること」を要求

2015 年 7 月 関西電力高浜地点の審査

- 先行審査の状況を確認し、液状化強度は試験結果の「下限値相当」、津波防護施設の許容限界は「弾性」の設定で構造物への液状化影響を検討することを確認した
- 関西電力は、津波防護施設等の埋戻土層について地盤改良などの追加対策工事を実施

2016 年 2 月 土木耐震グループマネージャは、審査ガイドに引用されている道路橋示方書に基づき、20m 以浅の比較的新しい地層（埋戻土層）が液状化検討の対象層と考えていたところ、ヒアリングにおいて、基準地震動が大きいこと等を踏まえて、古安田層に対する液状化の説明を求められた。

2016 年 5 月 当社（土木耐震グループマネージャ）は、液状化試験結果に基づき、古安田層が液状化しないことを説明したが、判断根拠について規格・基準類を用いて説明することが求められる。~~以降、液状化評価方針に関する審査が継続。~~

2016 年 7 月 12 日 当社（土木耐震グループマネージャ）は、古安田層の砂層について、詳細設計段階において基準地震動 S_s に対する液状化に関する詳細な検討を行うことを審査会合で表明。翌日から、土木耐震グループマネージャは古安田層の砂層に関する液状

化の解析を開始。

2016年8月 土木耐震グループマネージャは、古安田層の液状化を考慮した場合における荒浜側防潮堤直下の地盤強化策について、8月4日から、ケーススタディを開始（原子力設備管理部長に適宜進捗報告をしつつ、9月末まで継続）。

2016年9月8日 当社（土木耐震グループマネージャ）は、古安田層についても液状化を考慮するという設計方針を審査会合にて表明。

2016年9月28日～10月3日 土木耐震グループマネージャが地盤強化策の検討結果を、原子力設備管理部長、原子力・立地本部長に報告。

2016年10月4日 原子力・立地本部長が、対策案が合理性を欠くと判断し、当社（原子力設備管理部長代理、緊急時対策所プロジェクトマネージャ、土木耐震グループマネージャ他）は、防潮堤を自主設備として、3号炉に計画していた緊急時対策所を5号炉に移す検討を指示。

2016年10月13日 当社（緊急時対策所プロジェクトマネージャ）は、審査会合にて、防潮堤を自主設備とすることと、3号炉に計画していた緊急時対策所を5号炉に移すことを表明。

2016年10月27日 当社（土木耐震グループマネージャ）は、地盤強化策を行わないという条件で、荒浜側防潮堤の基礎杭の支持性能が液状化の影響により不足するという計算結果を、審査会合で説明。

3. 問題点の抽出

時系列の整理から、問題点を抽出した。

2016年5月	審査会合において、道路橋示方書及び既存の液状化試験結果に基づいた評価方針が認められない可能性を認識した段階で、評価方針変更に伴うリスクを関係者間で共有できていれば、早期に、液状化の解析を開始し、防潮堤の補強策や3号炉から5号炉に緊急時対策所を変更する判断をすることができた。
---------	---

4. 原因の分析

上記の問題点について、問題の原因とその背後要因を分析した。（背後要因図：添付2）

~~関係者に聞き取り調査を行った結果、以下の2つの理由から、評価方針変更に伴うリスクは小さいと考えていたからであった。~~土木耐震グループマネージャは、新潟県中越沖地震後に実施した液状化強度試験結果は、「深部の地層では液状化はしない」というものであり、審査ガイドで参考規格・基準類とされる道路橋示方書の液状化対象層は埋戻土層のみの考え方と同様であり、説明を重ねることで、道路橋示方書に基づく評価方針は認められると考えた、柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動に対し適用するにあたっては相応の根拠が必要となる認識を持っていなかった。

~~また、前述の液状化強度試験結果から、柏崎刈羽地点では、地盤改良などの追加対策を実施する場合にも、浅部に分布する埋戻土層のみが対象となり、防潮堤直下の埋戻土層については、一定~~

~~の厚さを地盤改良済みであった。~~

しかしながら、~~リスクシナリオとして審査において当社の主張が認められない場合、防潮堤に対する大規模な追加工事が必要となる場合を、経営層を含む審査対応関係者全体で共有していれば、認識していれば、本部長への報告が行われ、早期に古安田層を液状化評価対象とした解析が開始され、関係者間で代替案をの検討し、審査への影響を抑制できたと考えられるがと考えられ、2016年9月8日の審査会合における影響評価方針の確定に併せて、緊急時対策所移設の方針を打ち出すことも可能だった。~~

この背後要因としては、審査において当社主張が受け入れられない場合の対応策を積極的に検討する仕組みがなかったことがあげられる。

III. 荒浜側のドライサイト維持に関わる審査対応の問題

1. 事象の概要

柏崎刈羽 6 号及び 7 号炉の津波防護方針の審査は 2016 年 2 月に開始されたが、放水路等に設置した浸水防止設備については、支持地盤の液状化の可能性を考慮すると、基礎地盤の支持性能が失われることが判明した。そのため、浸水防止設備の間接支持構造物である放水路等の支持地盤の地盤改良等の対策と、浸水防止設備の機能が期待出来ないことを想定した浸水量評価の双方の検討を進めることとした。

2016 年 8 月、浸水量評価の結果から、3 号炉原子炉建屋内緊急時対策所用の電源車位置における浸水深は 15cm で、電源の確保とアクセス性に影響が無いことと判断したことから、放水路及び構内排水路からの地震による浸水を許容し、これに対しては内郭防護により防護とする当社の津波防護の考え方（津波防護方針の変更）を議論するため、8 月 15 日のヒアリング資料に浸水量評価結果を記載した。他の審議案件の議論の進捗により、ヒアリングにおける浸水量評価の議論が出来ないまま、9 月 1 日のヒアリングにおいて、浸水を許容した時点で基準に適合しない旨のご指摘をいただいた。ご指摘を踏まえ、9 月 5 日のヒアリングには、浸水防止設備への対策工事を実施し、ドライサイトを達成することを説明した。

一方、8 月 29 日には、屋外アクセスルートでのヒアリングが実施されたが、津波防護方針の変更について説明することがなかったため、双方の審査における説明に大きな齟齬が発生した。

2. 時系列の整理

問題に至った事象を時系列に整理すると、次になる。

2013 年 1 月 25 日 荒浜側取水路系に溢水対策を施す方針について、柏崎刈羽原子力発電所長が承認

2015 年 6 月 23 日 荒浜側取水路系に加えて、荒浜側放水路等に溢水対策を施す方針について、柏崎刈羽原子力発電所長が承認

2016 年 2 月 10 日 第 317 回のヒアリングで、津波防護方針を説明

- 荒浜側については津波の遡上を考慮していることを説明
- 荒浜側防潮堤の設計で十分な支持力のある地盤への設置に関するご指摘があった

2016 年 2 月 23 日 浸水防止設備の方針決定

- 原子力設備管理部長が機器耐震技術グループマネージャと土木耐震グループマネージャからの報告を踏まえ、次の方針を決定
- （報告）放水路等に設置した浸水防止設備は、支持地盤の液状化の影響によっては、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」の「基礎地盤の支持性能」を満足できないこと
- （報告）「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」では、地震による屋外循環水配管等の損傷により敷地内へ津波及び系統設備保有水が溢水する等の事象を想定し内郭防護を構築することとされており、地震による浸水防止設備の損傷による浸水に対しても同様に内郭防護で対処することが可能と考えていること
- （方針）浸水防止設備の間接支持構造物である放水路等の支持地盤の地盤改良等の対

策と、浸水防止設備の機能が期待出来ないことを想定した浸水量評価の双方を検討すること

2016年3月16日 第350回のヒアリングで、津波による損傷の防止を説明

- 緊急時対策所の防護の観点で、荒浜側も建屋と水路が浸水経路とならないことの説明が必要とのご指摘があった

2016年3月17日 浸水量評価と地盤改良対策の方針決定

- 原子力設備管理部長が機器耐震技術グループマネージャと土木耐震グループマネージャからの報告を踏まえ、次の方針を決定
- (報告) 浸水量評価の概略検討の結果、3号炉原子炉建屋周辺で36cmの浸水量となる見通しであること
- (報告) 地盤改良工事の概要
- (方針) 6、7号炉の審査においては浸水量評価の精度を高めて説明すること、将来の1号炉の審査のためには地盤改良等の対策が必要であることから、地盤改良工事の具体化もあわせて検討すること

2016年4月4日 第358回のヒアリングで、津波防護方針を説明

- 浸水防止設備の間接支持構造物の機能維持についてご指摘があった
- 支持構造物の設計方針及び運用方法について説明すること
- 蓋状構造物に対する津波荷重の考え方について説明すること

2016年8月9日 8月15日のヒアリングの方針決定

- 原子力設備管理部長が、機器耐震技術グループマネージャと土木耐震グループマネージャからの報告を踏まえ、次の方針を決定
- (報告) 液状化等の影響で、放水路等の浸水防止設備の間接支持構造物の支持性能が期待出来ない箇所について、内郭防護の溢水源として実施した浸水量評価によると、3号炉緊急時対策所用の電源車位置における浸水深は15cmで、電源の確保とアクセス性に影響が無いこと
- (方針) 上記報告内容をもって、放水路及び構内排水路からの地震による浸水を許容し、内郭防護により防護するとする津波防護方針をとるという当社の考え方を規制庁殿と議論すること

2016年8月15日 第394回のヒアリングで、津波防護方針を説明

- 浸水量評価の資料を提出したが、他の審議に時間を要し、説明の機会はなかった(提出資料: KK67-0098改04)

2016年8月25日 第407回のヒアリングで、津波防護方針を説明

- 浸水量評価に関する資料を提出したが、他の審議に時間を要し、説明の機会はなかった
- 津波防護に関する施設の設計は、先行プラントの例に倣い、要求機能、機能設計、構造強度設計について整理し、許容限界を確認するよう指示があった
- 当社は、閉止板や止水壁は浸水防止設備であるが、液状化評価方針を踏まえると、基準地震動に対して機能を期待できない旨を説明

2016年8月29日 第410回のヒアリングで、アクセスルートに関するコメント回答を実施

- 屋外アクセスルートについて、斜面の崩落評価等の土木関連のコメント回答を実施したが、浸水量評価については説明しなかった

2016年9月1日 第417回のヒアリングで、液状化評価方針を説明

- 当社が津波による敷地内浸水評価を行っていることについて、敷地内に津波を到達させないことが基準要求であり、浸水を許容した時点で基準に適合しない旨のご指摘があった。
- その他に「津波を外殻防護内に到達させないという目的を達成していない時点で不適合」、「漏水は許されるが、浸水は許されていない」、「ドライサイトは新規制基準の機能要求である」等のご指摘があった

2016年9月5日 第417回のヒアリングで、液状化評価方針を説明

- 前回ヒアリングのご指摘を受けて、浸水防止設備については対策工事を実施し、ドライサイトを達成する旨説明。
- これまでの審査対応を踏まえ、当社に対し、次の指示があった
- 対策工事の実施内容、設計の成立性、施工の成立性について説明すること
- 新手法による説明を試みる際は、その手法が不可とされた場合の手段を検討しておくこと
- 組織の縦割りを是正し、事業者として社内確認のなされた説明を行うこと
- 耐震関連の資料の提出においては、社内の SA 設備担当者等のレビューを受けること

2016年9月8日 第398回の審査会合で、液状化評価方針を説明

- 浸水防止設備の間接支持構造物（放水路等）の支持地盤についてご指摘があり口頭にて、地盤改良を実施する旨を回答

2016年9月12日 9月15日のヒアリングの方針決定

- 原子力設備管理部長が、浸水防止設備の放水路等の間接支持構造物に関する地盤改良工事について詳細を説明する方針を決定

2016年9月15日 第432回のヒアリングで、津波防護方針を説明

- 浸水防止設備の間接支持構造物（放水路等）に関する地盤改良工事の詳細を説明

3. 問題点の抽出

時系列の整理から、問題点を抽出した。

2016年8月	8月15日に提示した津波防護方針の変更について、耐震関連の審査における説明と設備関連の審査における説明に大きな齟齬が発生してしまった。
---------	---

4. 原因の分析

上記の問題点について、問題の原因とその背後要因を分析し（背後要因図：添付3）、以下の2つの原因が判明した。

- 津波防護方針の審査対応者は、規制要求を拡大解釈してしまい、荒浜側の敷地内において地震による浸水を許容しても新規制基準に適合できると考えた。
- 津波防護方針の審査対応者の一部は、アクセスルートの審査にも参加していたが、津波防護方針の審査で説明を行っていない事案を他の審査で説明すべきではないと考えた。

上記の背後要因は、新規制基準の解釈において当社の主張に過度にこだわったこと、説明の齟齬

が審査に与える影響の大きさを認識できなかったことがあげられる。

しかしながら、審査の対応方針を適切に決定するためには、経営層に対して適切な状況報告がなされる必要がある。

従ってこの問題の組織要因として、防潮堤と同様に、審査に係る論点となる課題を迅速に共有する明確な仕組みがなかったことがあげられる。

IV. 耐震設計の審査対応の問題

1. 事象の概要

柏崎刈羽原子力発電所 6、7号炉の新規制基準適合性審査における耐震設計の基本方針の審査は2016年2月に開始されたが、他プラントを含めた工認で適用例のない新たな耐震評価手法を採用する場合は、設置許可の断面で審査が必要であるとのこと指摘を受けた。先行プラントの審査状況をよく注視していれば、耐震設計の新手法が設置許可の段階で説明すべきものと予見し、より早い段階から準備ができたと考えられる。

2. 時系列の整理

問題に至った事象を時系列に整理すると、次になる

2007年7月16日 新潟県中越沖地震発生

2009年 既工認と異なる新潟県中越沖地震のシミュレーション解析結果を踏まえた建屋地震応答解析モデルによる評価を実施

- 旧原子力安全・保安院及び原子力安全委員会の審査を受け、柏崎刈羽原子力発電所7号炉を再稼働。以降、柏崎刈羽原子力発電所6号炉、1号炉、5号炉と順次再稼働。

2011年3月 東北地方太平洋沖地震が発生、福島第一原子力発電所にて事故が発生

2013年7月 新規制基準の制定

2015年9月15日 関西電力美浜3号炉の審査会合において、「審査資料提出予定について」を実施

- 最新知見を反映した耐震評価手法の説明に向けた対応について説明

2016年2月3日 初回耐震設計ヒアリング

2016年2月9日 審査会合において、規制庁殿より、以下のご指摘を受けた

- 既設工認、先行審査で用いられていない手法については、事業者が論点提示のうえ設置許可段階で説明すること
- 当社の準備不足であり、他社の審査情報をしっかり見ること

2016年3月8日 審査会合において、規制庁殿より、以下のご指摘を受けた

- 新手法を採用するに当たってはその手法の妥当性や保守性等慎重に審査する必要がある

2016年4月27日 原子力規制委員会において、田中委員長が以下の通り発言

- 「耐震設計の審査に関して東電の対応が遅かった（3月になっていきなり新手法を取ると言ってきた）」
- 規制委員会からは、関西電力の審査を見ていれば、今回の耐震設計の解析手法が重要になり設置許可の段階で説明するものと予見できたはずとの認識を示された。

2017年2月28日 これ以降、耐震設計の基本方針に係る主要な論点についてご説明させて頂いた

3. 問題点の抽出

時系列の整理から、問題点を抽出した。

2016年2月	適用例のない耐震評価手法を採用するにあたり、説明資料の準備（妥当性や保守性の説明）が不足していた。
---------	---

4. 原因の分析

上記の問題点について、問題の原因とその背後要因を分析した。（背後要因図：添付4）

まず、適用例のない耐震評価手法を採用するにあたり、説明資料の準備（妥当性や保守性の説明）が不足していたのは、原子力設備管理部長、耐震設計担当箇所の建築耐震グループマネージャ、土木耐震グループマネージャ、機器耐震技術グループマネージャが、詳細な差異説明は設置許可段階では論点とならず、工事計画の審査の段階ですれば良いと考えていたからであった。

次に、原子力設備管理部長と耐震設計担当箇所のグループマネージャがそう考えたのは、第一に先行電力の中で伊方3号炉の審査過程は確認していたが、伊方3号炉では耐震評価が論点となっていなかったからであった。

第二に、先行電力の中で高浜1、2号炉や美浜3号炉の審査過程の詳細を、確認していなかったからであった。

第三に、2009年の新潟県中越沖地震のシミュレーション解析結果を踏まえた建屋地震応答解析モデルによる評価を実施した。しかし、本手法は旧原子力安全・保安院及び原子力安全委員会の審査を受けており、本手法は確立された手段だと考えていたからであった。

さらに、第二の高浜1、2号炉や美浜3号炉の審査過程の詳細を確認していなかったのは、一つには他プラントの審査状況の確認するための人員を配置できていなかったからであった。もう一つには規制庁の審査過程におけるコメントや指示を、関係者に適切に展開できなかったからであった。

V. 当社の審査対応の問題

1. 4つの審査対応に共通する要因

緊急時対策所、防潮堤、荒浜側、耐震設計の4つの審査対応の問題においては、以下の点が共通する背後要因として存在した。

- 審査に係る論点となる課題を経営層を含む審査関係者全体で迅速に共有する明確な仕組みがなかった
- 体系的、定量的に説明する姿勢が十分でなかった

当社は、本申請を行うにあたり、原子力設備管理部長を総括責任者とし、総括管理者（全体事務局）を設備計画グループマネージャとする申請書作成体制を構築した。その上で、各々の申請書作成担当に責任を持つプロジェクトマネージャ、グループマネージャを指名した。更に、設備計画グループと土木調査グループをそれぞれ設備・安全系と地震・津波系の事務局として配置した。

しかしながら、免震重要棟の背後要因にあるように、社内の複数の部と発電所にまたがる検討体制においては、グループマネージャ級のプロジェクトマネージャは、全体を統括して技術を統合する強い指導力を発揮できなかった。

また、審査・ヒアリングの議事録は、各審査の関係者に周知、共有され、総括責任者の原子力設備管理部長の承認を得ていたが、経営層を含む審査対応者全員に迅速に周知、共有されたかという観点では、十分な仕組みが構築されなかった。そのため、一部の審査によっては、重要なリスクが共有されないこととなった。

その結果、審査やヒアリングにおいて、原子力規制庁から、説明の整合性の確保や先行審査における論点の反映などを繰り返し求められることとなった。

先行審査を進めた他事業者の審査体制等を調査したところ、部長クラスを審査対応に専任させたいうで審査に関わる全ての情報が集まるようにしている、あるいは、審査対応に係る専属チームを配置し、審査書類を作成する発電所とヒアリング、審査会合対応の主体となる専属チームの役割を明確に分ける、さらには審査専任の部長クラスの職員をほぼ全ての審査に出席させるなどしていることが確認された。このような事態において、マネジメント層は、他社に学び、審査対応に係わる体制を強化すべきだった。

2. これまでの審査対応の問題点と対応

2017年2月23日の第445回の審査会合において、これまでの審査対応の問題点として以下のようなご指摘を頂いた。

これまでの審査において、大きく以下の5項目について課題があると考えられることから、これらに関する対応について説明すること

- 体系的・定量的な説明をすること
- 先行プラントの議論をよく把握すること
- 先行との差違や従前の説明から変更したことについては、明示的に説明すること

- 重要な情報について共有すること
- 各担当は自分の守備範囲を守ろうとし過ぎて全体を見渡すことができていないと考えられるため、全体を把握する人を配置すること

上記の課題は、これまでの当社の審査において繰り返しご指摘を受けていたものの代表になるが、ご指摘を受けた以降、以下のような活動により対応を図ろうとしてきた。

- 体系的・定量的な説明についてはご指摘を受けて以降、審査担当箇所が関係するパートへの影響範囲を把握し資料への反映を行うとともに、他パートについてもご指摘の内容を共有し反映を行ってきた
- 先行プラントにおける審査状況の把握については、他社審査会合の YouTube 配信の視聴、審査会合資料の確認を適宜行い、当社との相違点については他社へ個別に問い合わせを行い、当社資料への反映を実施してきた
- 差異の説明については、他社との相違点について他社の説明ロジックを確認した上で、当社の考えを説明すること及び前回からの変更箇所を明示した上で説明することに努めてきた
- 組織間における情報共有については、必要なインプット情報については社内発信文書に加え、適宜メールや会議の場においても共有を図ってきた
- 全体を俯瞰した議論については、原子力設備管理部長を審査対応の総括責任者に据えて審査に臨んできた

しかしながら、上記のような対策は、主に担当者・審査対応ラインが個別で実施してきたため、個人の力量・感度に頼っていた部分が大きく、組織としての改善に繋がらなかったものと反省している。

VI. 対策

1. これまでの技術面での許認可対応組織の変遷

2007年4月 原子力設備管理部を設置

- 効率的な技術検討、許認可対応を行うために、設備に関する設計管理を一元化した。
- 原子力設備管理部内に、土木、建築関係のグループを配置。

2007年10月 新潟県中越沖地震対策センターを設置

- 新潟県中越沖地震を受けて、迅速に地震対策を強化するため、原子力設備管理部内に新潟県中越沖地震対策センターを設置。耐震関係の技術対応力を強化。
- センター長は機械系エンジニアが就任。
- センター内には、地質・地質構造の分析、地震動評価、建築物の耐震評価、機器の耐震評価のグループを設置。
- 一般の土木、建築関係の業務は、原子力設備管理部内に土木、建築グループを残して対応。

2010年6月 新潟県中越沖地震対策センター長に建築系エンジニアが就任

2011年2月 原子力耐震技術センターを設置

2011年3月 福島第一原子力発電所事故発生

- 原子力設備管理部が主体となり技術的な面の事故対応を実施。
- 原子力設備管理部長と耐震技術センター長との連携面での懸念を持たれる。

2011年6月 福島第一安定化センターを設置

- 原子力設備管理部長が安定化センターの総合計画部長を兼務。
- その他発電所の設備関連業務は部長代理が代行。

2011年12月 原子力設備管理部長と安定化センター計画部長の兼務を解消

- 原子力設備管理部長に原子力系エンジニアが就任。
- 原子力設備管理部の福島第一原子力発電所関連のエンジニアリング業務支援は継続。

2012年8月 耐震技術センター長に機械系エンジニアが就任

- 耐震技術センターとの連携を改善するため、プラント系エンジニアを選任。

2013年3月 「福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン」公表

- 事故の背景要因として、津波評価担当、安全担当、設備設計担当相互の協働姿勢に課題があったことをご指摘（「福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン」P18参照）。

2013年7月 原子力設備管理部長に機械系エンジニアが就任

- プラント系と耐震技術系の連携をさらに強化するため、原子力設備管理部長が耐震技術センター長を兼務。

2013年8月 原子力耐震技術センターの執務場所の変更

- これまで物理的に距離があった耐震技術センターのオフィスを原子力設備管理部本体と同じ場所にして、連携の強化を図った。

2013年9月 柏崎刈羽原子力発電所6、7号炉新規制基準適合性審査申請

2014年4月 福島第一廃炉推進カンパニー設置

- 廃炉推進カンパニー内にプロジェクト計画部を設置し、廃炉のエンジニアリングの責

任箇所との役割を明確にした。

- 原子力設備管理部は既存原子力発電設備のエンジニアリングに注力。

2016年12月 原子力人材育成センターの設置

- これまで不足していた技術面の体系的な教育の強化を図るため、福島第一原子力発電所を含む全てのサイト共通の教育機関を原子力・立地本部長直轄として設置。
- 本社内、発電所からの審査対応応援。12月25名、1月15名、2月～50名

2017年2月 土木、建築部門の総括責任者を指名

- 連携強化を狙い原子力設備管理部長が耐震技術センター長を兼務していたが、土木、建築関連グループ間の連携が弱くなったため、取りまとめ責任者を明確化。
- 2017年2月 申請書類全般の整合性確認箇所の明確化
- これまで不足していた審査書類全般の整合性確認を、原子力設備管理部長の指揮の下で、原子力設備管理部と柏崎刈羽原子力発電所原子力安全センターが協働で実施することとした。

体制	H19年度			H20年度			H21年度			H22年度			H23年度			H24年度			H25年度			H26年度			H27年度			H28年度					
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	
原子力本部長	a本部長									b本部長			c本部長						姉川 尚史														
原子力設備管理部長	H19.4			d部長						e部長			姉川 尚史			川村 慎一																	
土木技術GM	H19.4			H19.11			BGM						H23.7			CGM						DGM(土木耐震G兼務)											
建築技術GM	H19.4			H20.7			H21.7			GGM			HGM						H26.7			IGM			H28.7								
新潟県中越沖地震対策センター所長	H19.10			eセンター長						H22.6			fセンター長																				
原子力耐震技術センター長										H23.2			H24.8			H25.6						川村 慎一						川村 慎一(兼務)					
土木耐震GM							H20.7			H22.7			H23.7			H25.7						DGM											
建築耐震GM							H20.7						NGM						H25.7			H26.7			H28.7								
																			JGM			NGM			OGM								

図2：許認可対応組織と責任者・担当者の変遷

2. 即効的な対策

(1) 規制対応向上チームの設置（他電力からの学び）

個別案件毎の審査対応の担当部署や管理者から独立して、規制基準に精通した数名の要員からなる規制対応向上チームを新設。役割は以下の通り。

- ① 審査資料が体系的、網羅的、定量的な説明になっていることの確認と指導
- ② 審査での指摘事項の申請書類への反映の確認
- ③ 審査を通じた一貫性ある説明、データになっていることの確認
- ④ 他社で議論された論点の精査と当社資料への反映の確認
- ⑤ 他社と異なる方針や従前と異なる方針を出す場合の変更点の明確化・確認
- ⑥ 審査対応方針に曖昧さが残る場合の規制庁確認
- ⑦ 審査会合、ヒアリング、その他規制庁との議論を踏まえた論点整理と社内共有。(次項審査情報共有会議の主催と論点報告)

(2) 審査情報共有会議（他電力からの学び）

- 目的：適切な情報共有・連携が不足していたことにより、不十分な審査対応となってしまうこと、ひいては地元をはじめ社会の皆さまへご迷惑をおかけしたことを反省し、経営レベル、上位管理者間で審査状況の論点、課題を共有するために毎日開催し、当社論理に過度に固執せず、柔軟・迅速な審査対応、情報発信を行えるようにすること
- 参加者：原子力・立地本部長、土木・建築室長、発電所長、本社部長、新潟本部、原子力設備管理部プロジェクト統括、原子炉主任技術者

(3) 審査方針確認会議（他電力からの学び）

- 目的：審査における論点の確認と対応方針の確認を毎日行い、複数グループにまたがる案件の関係者間で方針に齟齬を生じさせないこと
- 参加者：本社原子力・立地本部の各部長、発電所ユニット所長、関連部長、各安全対策のプロジェクトマネージャ、審査対応に関連しているグループマネージャ

(4) プロジェクト統括の配置（免震重要棟事例を踏まえた対策）

- 目的：プロジェクトマネージャの活動を強化するため、4名のプロジェクト統括毎に、複数のプロジェクトを分担所掌し、プロジェクトマネージャの活動を確認・支援する
- 4名のプロジェクト統括は以下の分野から選出
 - － 安全技術関係（~~自然現象、有効性評価~~）
 - － 土木関係（~~地震・地盤・津波・火山~~）
 - － 建築関係（~~建物設備~~）
 - － 電気・機械技術関係（~~DB、SA、技術的評価~~）
- プロジェクト統括は、各々が選抜された技術分野の審査書類全般のレビューを実施する
- 審査における議論や他社の先行審査の状況から予見される課題を早期に予見し、審査情報共有会議で報告する
- 技術分野の異なるプロジェクト統括が専門領域を超えて頻度高く議論を重ねて連携を強化することにより、組織横断的なプロジェクトマネージャの活動を円滑化する
- 併せて、プロジェクト統括の連携を通じて、土木建築系技術部門とプラント系技術部門の情報共有、意思疎通を改善する

(5) プロジェクトマネージャの責任と権限の強化（免震重要棟事例を踏まえた対策）

- プロジェクトマネージャが、担当案件の責任と権限を有することを職位記述によって明文化して、強化する
- 審査会合における案件に応じた説明は担当するプロジェクトマネージャが実施する

3. 原子力安全改革の加速

当社は2013年3月に定めた原子力安全改革プランに基づき、福島原子力事故の原因となった組織と人的課題への対策を立案し、改革を進めている。

改革の進行状態を四半期ごとに確認して必要な修正を加えている他、2016年3月には改革開始後3年が経過したことから改革状況の自己評価を実施している。ここでは、組織のガバナンス、人材、コミュニケーションのそれぞれに弱点があり、さらに改革の加速に努めている。一連の審査対応の問題も、これら3つの課題と重なる部分が多く、それぞれの改革加速のための活動を以下に述べる。

(1) 組織のガバナンスの強化

課題

- 組織のトップやミドルマネジメントが、守るべき事項を組織内に徹底していない
- 上司からの指示の受け止めが甘い担当者、その状況のモニタリングやフォローアップが不十分な上司がいる
- 上位の管理者は、指示や命令の背景を対話によって組織全体に浸透させ、納得した状態で実行させる力が不足している
- 組織全体の課題を俯瞰・共有できていないことから、組織間、個人間で業務の優先順位の整合性が取られず、重要課題の解決が効率的に行われない

改革加速の取り組み

- 原子力部門全体の業務遂行の仕組みを確立すべく、「マネジメント・モデル・プロジェクト」を2016年7月に発足
- プロジェクトメンバは、当社の運転、保全、技術など主要9分野の専任スタッフ10名と、米国を中心にした海外専門家11名で構成
- 原子力部門全員が目標や相互の役割について共通の理解を持って業務に取り組めるように、個々の業務の位置付けや相互の関連を明文化する
- マネジメントモデルでは、業務の遂行状況を確実にモニタリングし、フォローする仕組みも構築

(2) 人財育成

課題

- 中央制御室床下ケーブルの分離不良など、安全設計の基本的事項が教育されていないことが明らかになった
- 教育訓練への十分な人員配置がなされず、部門毎のOJTに依存し過ぎて、体系的な教育訓練がなされていなかった
- 世界の優れた原子力事業者は等しく、「人財育成を重要な課題とする」という不変の原則のもとで業務遂行を行っている

改革加速の取り組み

- 人財育成については、原子力・立地本部長の直轄組織として機能及び体制を強化し、重点的に要員を配置することとした
- 2016年7月より原子力人財育成センターの設立準備が本格化し、2016年12月19日に正式発足した。原子力人財育成センターは、個人に対する技術力強化やミドルマネジメント層へのマネジメント力向上に向けた教育訓練を統括する。

- 電気や機械や、土木や建築などの技術分野や設備別のエンジニアではなく、安全上の重要なシステム全体について、設計、許認可、運転、保守等の全分野に精通しているシステム・エンジニアの育成を進める。
- システム・エンジニアは、関係する技術分野間の連携や整合を図る機能も果たす。

(3) エンジニアリングセンターの設置

課題

- エンジニアリングを担当する要員が、本社と各発電所に分散配置されている。
- 本社と発電所の組織間のギャップにより、情報共有の不足が生じて、安全対策の実現や現状の課題解決のためのエンジニアリングが効果的に行われていない。

改革加速の取り組み

- 本社と発電所に分散しているエンジニアリング機能及び業務を原子力・立地本部長直轄のエンジニアリングセンターに統合する
- エンジニアリングセンターが概念・基本設計、詳細設計を全て実施する体制とし部門間の情報共有不足を解消する

(4) 構成管理の強化

課題

- 緊急時対策所の審査対応の問題の背後要因として、試算結果等の管理が個人あるいは担当箇所だけの管理に委ねられていることがある。

改革加速の取り組み

- 設備の設計及び許認可の根拠となる仕様値、解析の根拠とその判断、要求条件への適合性の根拠などを、設計基準文書にまとめて社内で共有するとともに、検討の進捗や新たな知見の追加に対応して、常に最新の状態に維持するための構成管理を強化する。

(5) 内部コミュニケーションチームの設置

課題

- 複数の部署にまたがる横断的なプロジェクトの遂行時に、円滑なコミュニケーションが部署間で行われていない。

改革加速の取り組み

- 部門間のコミュニケーションを改善・強化するため、社外専門家を招へいし、内部コミュニケーションチームを設置する。

4. 対策の有効性評価とその公表

以上の対策を速やかに実施するとともに、原子力・立地本部長のもとで、品質保証部門、原子力設備管理部長、各プロジェクト統括が、対策が有効に機能していることを当面の間、毎月確認する。更に品質保証規程で定めるマネジメントレビューでの確認も行い、四半期毎に、公表している原子力安全改革プラン進捗報告で公表する。

VII. 審査書類総点検の取組

1. 総点検の方針・体制

2017年2月28日の原子力規制委員会臨時会議における審査書類の総点検指示について、以下の2つの取組を行う。

(1) 議論が必要となり得る論点の抽出

先行電力の審査会合に提出されたコメント回答リストを確認し、柏崎刈羽原子力発電所6、7号炉として新たな論点となるような事案がないかを確認する。その際、コメントリストの記載内容だけで十分な確認ができない場合は、説明資料の確認あるいは関係者への確認を行う。

上記確認の結果、新たな論点を確認された場合は、社長をトップとする会議体で対応方針を含め速やかに経営層との情報共有を行う。

また、原子力規制庁に対しては、論点と説明資料の提出時期を記載した資料を速やかに提出させて頂き、準備ができしだい順次審査を頂く。

審査の結果は、下の(2)審査資料の信頼性向上で示した活動に従い、速やかに「まとめ資料」に反映する。

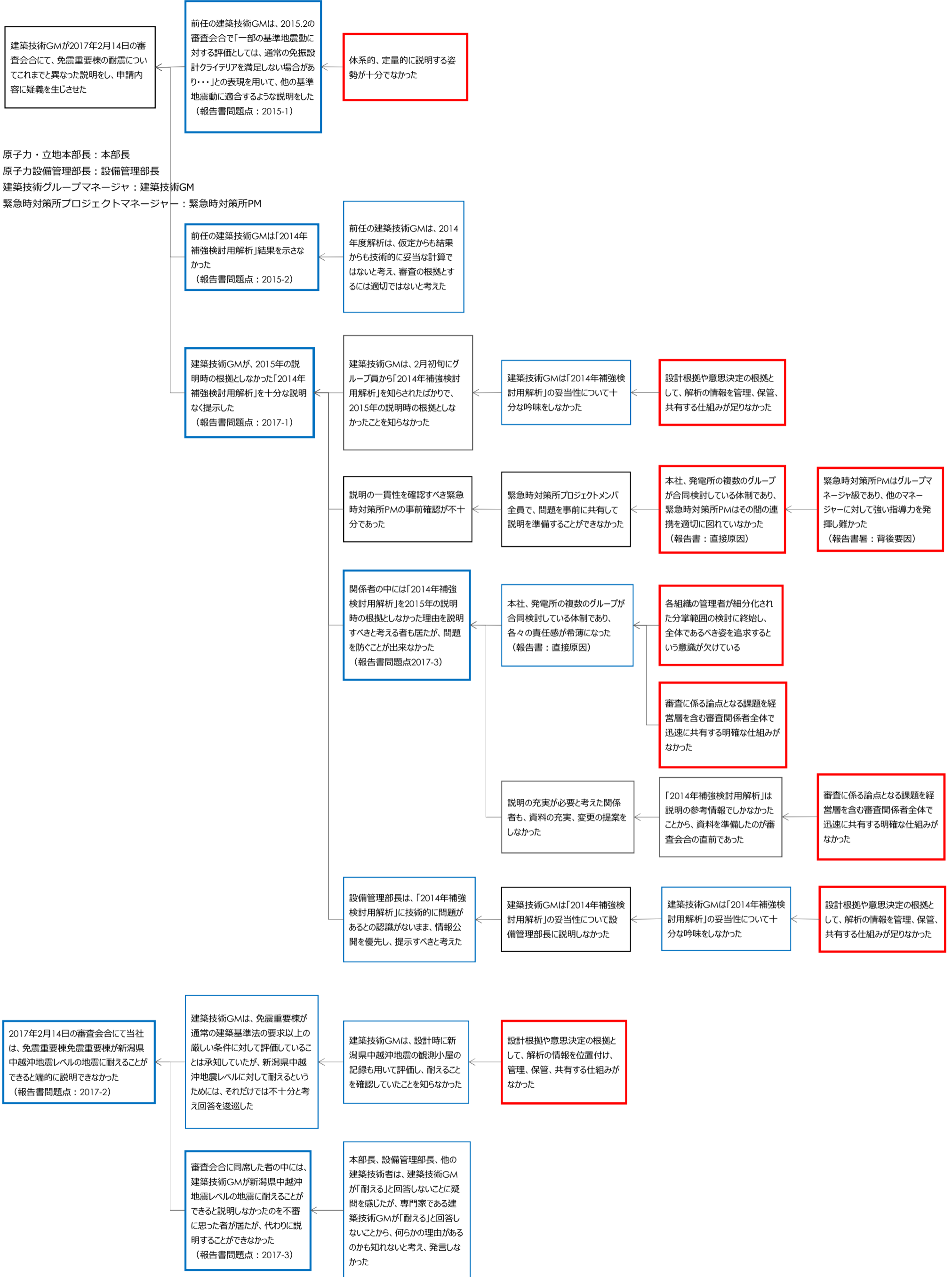
(2) 審査資料の信頼性向上

審査資料の信頼性向上を図るため、以下の活動を行う。

- 新たな論点を含め、これまでの審査結果を「まとめ資料」に反映
- 「まとめ資料」への反映が完了次第、各プロジェクト統括の確認を受ける
 - － 前項で抽出された論点とそれに係る当社の主張が明示されていること
 - － 審査で確認された事項の記載に漏れがないこと
 - － 他条文と記載の整合がとれていること
- 「まとめ資料」に基づき「補正書」及び「先行電力との比較表」の作成
- 原子力発電保安委員会及び原子力発電保安運営委員会の構成委員による確認
- 原子力発電保安委員会及び原子力発電保安運営委員会による「補正書」審議
- 「まとめ資料」、「補正書」、「先行電力との比較表」の提出

以 上

背後要因



背後要因

防潮堤の液状化の審査に8ヶ月を要した(2016年2月~10月)更に、緊急時対策所を3号炉から5号炉に変更することになり、審査の大幅な手戻りを生じさせた

本部長は9月28日と10月4日の報告を受け、防潮堤の地盤強化対策は時間をかけて慎重に検討すべきと考え、緊急時対策所を3号炉から5号炉に変更することとした

古安田層の液状化評価の結果が厳しいと把握できたのが、9月16日とだった

液状化評価には2,3ヶ月の時間が必要だった

液状化評価の着手が7月12日以降となってしまった

土木耐震GMは7月12日の審査会合までは、古安田層を液状化評価対象とする必要はないと考えていた

土木耐震GMは「道路橋示方書」の規定が古安田層の液状化を否定する根拠になると考えていた

土木耐震GMは、既往の地震動を根拠にした「道路橋示方書」を基準地震動に対し適用する場合は、相応の根拠が必要になると認識しなかった

土木耐震GMは、「道路橋示方書」の適用範囲について、早期に社外の専門家の意見を求めなかった

土木耐震GMは、中越沖地震後に実施した液状化試験の結果も古安田層の液状化を示唆するものではなかったことが「道路橋示方書」の妥当性の根拠になると考えた

土木耐震GMは、液状化試験の試験条件が基準地震動に相当していたことを示すことにより、液状化試験の妥当性の根拠になると考えていた

土木耐震GMは、先行審査で20mより深い層や古い地層が液状化評価対象からの除外が認められた事例がなかったため、慎重に考えるべきであった

当社は、先行する高浜の2015年7月の審査で液状化防止のために大規模な地盤改良が必要になった事例を適切に参考にできなかった

他グループの土木技術者は、高浜の事例や審査手順の規制庁との議論を踏まえ、古安田層を液状化評価対象としないのは難しいと土木耐震GMに意見したが、設備管理部長には意見が伝わらなかった

土木耐震GMは、高浜の地盤改良は杭基礎が岩盤まで打ち込まれておらず、埋戻土層内に支持するものであり、古安田層に相当する地層もなかったことから、古安田層を液状化評価対象とすべきとの考えにはならなかった

土木耐震GMは、上部構造物の支持力だけの問題だけではなく、慎重な液状化評価が必要になると考えるべきであった

他グループの土木技術者は、責任箇所以外の者が設備管理部長に意見を言うことを躊躇した

本部長、設備管理部長は、他の土木技術者の意見を求めなかった

2016年2月のヒアリングで基準地震動が大いこと等を踏まえた古安田層に対する液状化の説明を求められたが、設備管理部長も耐津波方針審査対応関係者も、液状化解析の必要性を認識しなかった

審査に係る論点となる課題を経営層を含む審査関係者全体で迅速に共有する明確な仕組みがなかった

土木耐震GMは、2016年5月の審査会合で「道路橋示方書」に基づいた評価方針が認められない可能性も認識したが、評価方針変更の影響を関係者に共有しなかった。(報告書問題点)

審査に係る論点となる課題を経営層を含む審査関係者全体で迅速に共有する明確な仕組みがなかった

2016年7月の審査会において、緊急時対策所を3号炉から5号炉に変更する方針を示すことが出来なかった

古安田層の液状化対策の検討が実施されていなかった

土木耐震GMは、古安田層の液状化対策は限定的な範囲にとどまると予測していた。

他グループの土木技術者は、責任箇所以外の者が設備管理部長に意見を言うことを躊躇した

本部長、設備管理部長は、他の土木技術者の意見を求めなかった

古安田層の液状化評価が行われていなかった

原子力・立地本部長：本部長
原子力設備管理部長：設備管理部長
土木耐震グループマネージャ：土木耐震GM

ドライサイト

背後要因

原子力設備管理部長：設備管理部長

2016年9月5日のヒアリング時の設備関連審査の説明で、8月15日に当社が提示した津波防護方針の変更が踏まえられておらず、当社の説明の一貫性に疑義を生じさせた

2016年8月15日のヒアリング資料にて津波防護方針の変更を記載
・荒浜側の敷地について、外郭防護にてドライサイトを維持するとしていたが、地震による放水路および構内排水路からの浸水を内郭防護により防護する方針を記載した

2016年8月9日に津波防護方針審査対応関係者が、設備管理部長に、8月15日のヒアリングにおいて一定量の敷地内への浸水を内郭防護により許容することを議論することを提案し、採用された

津波防護方針審査対応関係者は、地震による荒浜側の浸水が発生しても、内郭防護により3号炉原子炉建屋内緊急時対策所の機能とアクセス性が維持されれば、規制基準に適合できると考えた

規制要求を拡大解釈した

新規制基準の解釈において当社の主張に過度にこだわったこと

(2016年2月5日まで)
津波防護方針などの審査が始まる前のアクセスルートの審査では、ドライサイトを前提とした、審査対応を行ってきた

アクセスルートの審査対応関係者は、新規制基準では、ドライサイトの維持の機能要求があることを承知していた

2016年2月5日の時点では、支持地盤の液状化に関する検討は、実施されていなかった

2016年2月10日のヒアリングにおいて、地盤の支持力に関する指摘があった

アクセスルートの審査対応関係者は、放水路および構内排水路からの浸水が発生する可能性を認識していなかった

(2016年8月29日)
再開したアクセスルートのヒアリングでは、津波防護方針の変更に触れることはなかった

津波防護方針の審査対応関係者であり、アクセスルートの審査対応関係者であったヒアリング参加者は、津波防護方針の審査で説明を行っていない事案を、他の審査で説明すべきではないと考えた

審査に係る論点となる課題を経営層を含む審査関係者全体で迅速に共有する明確な仕組みがなかった

8月15日、8月25日のヒアリングにて、津波防護方針の変更を説明するつもりが、機会がなかった

津波防護方針の審査対応関係者であり、アクセスルートの審査対応関係者であったヒアリング参加者は、浸水評価結果から、電源の確保やアクセス性には影響がないことを確認していた

背後要因

