

外的事象に関する原子力規制委員会の取組みの例

原子力規制庁 長官官房審議官
森下泰

2023/2/2 日本原子力学会 原子力安全部会 新検査制度の効果的な実施に関する検討WG

耐震設計方針

【要求事項】

- 事故等の発生、拡大を防ぐために必要な施設は、地震力に十分に耐える設計にする。このうち特に耐震性が求められるSクラス等の重要な施設は、基準地震動でもその機能が損なわれない設計にする。

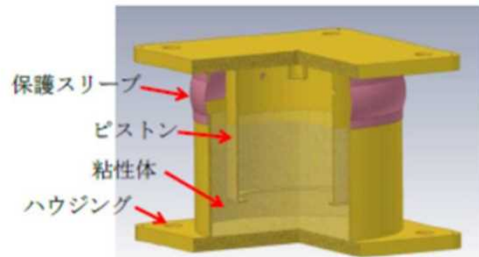
- 発電所の施設・設備を耐震重要度に応じて、Sクラス、Bクラス及びCクラスに分類し、クラスに応じて適用する地震力に対して十分に耐え、安全機能が損なわれないように設計する方針。
- 耐震重要施設(Sクラス)は、基準地震動による地震力に対して安全機能が維持できるように設計する方針。
- 津波から重要な設備を守る津波防護施設、浸水防止設備等についても、基準地震動による地震力に対して機能が維持できるように設計する方針。



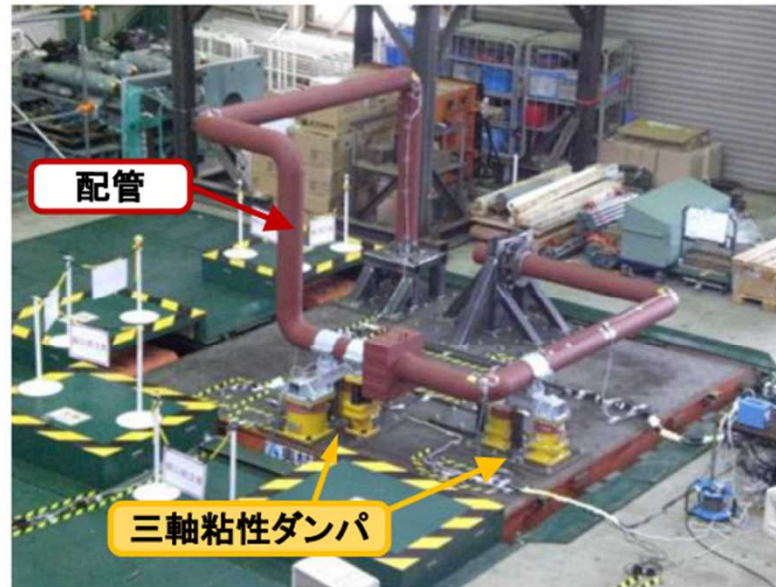
原子炉建物耐震補強工事状況

耐震設計方針

- 基準地震動の増大に伴い、耐震性を確保するため広範囲の補強が必要となることから、従来型の支持構造物を設置するほか、水平2方向と鉛直方向のゆれを同時に吸収する制震装置(三軸粘性ダンパ)を設置。
- 国内の原子力発電所での三軸粘性ダンパの適用実績がないため、三軸粘性ダンパを設置した配管の加振試験を実施し、十分な性能があることを確認。



水平2方向と鉛直方向のゆれを同時に吸収する制震装置(三軸粘性ダンパ)



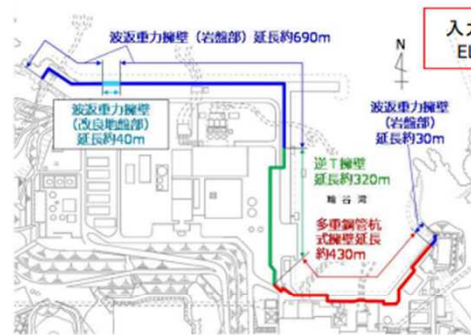
三軸粘性ダンパを設置した配管の加振試験

出典: 発電用原子炉設置変更許可申請の補正書及び補足説明資料(2021年6月17日)から一部抜粋・加筆<<https://www.nsr.go.jp/data/000356165.pdf>>

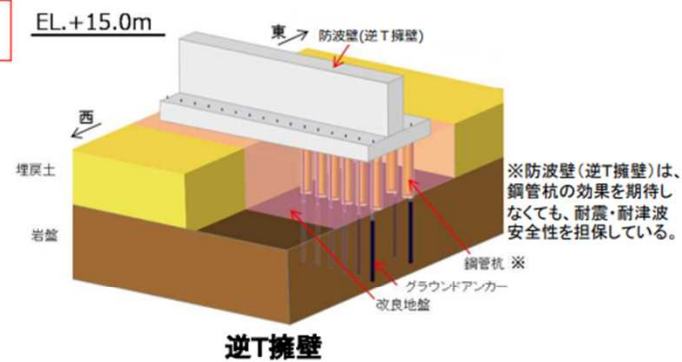
外的事象に対する審査の取組み例

耐津波設計方針(防波壁)

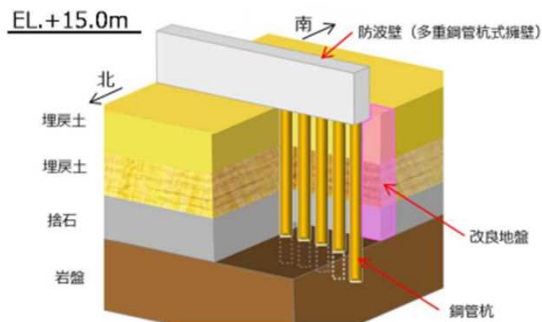
▶ 防波壁として、多重鋼管杭式擁壁、逆T擁壁及び波返重力擁壁の3種類を設置し、地震や津波に対して津波防護機能が維持できるように設計する方針。



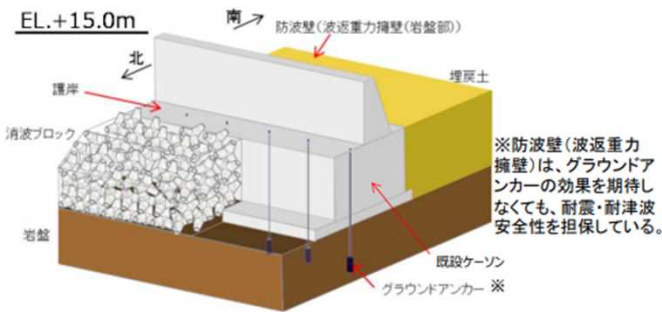
防波壁の位置図



逆T擁壁



多重鋼管杭式擁壁



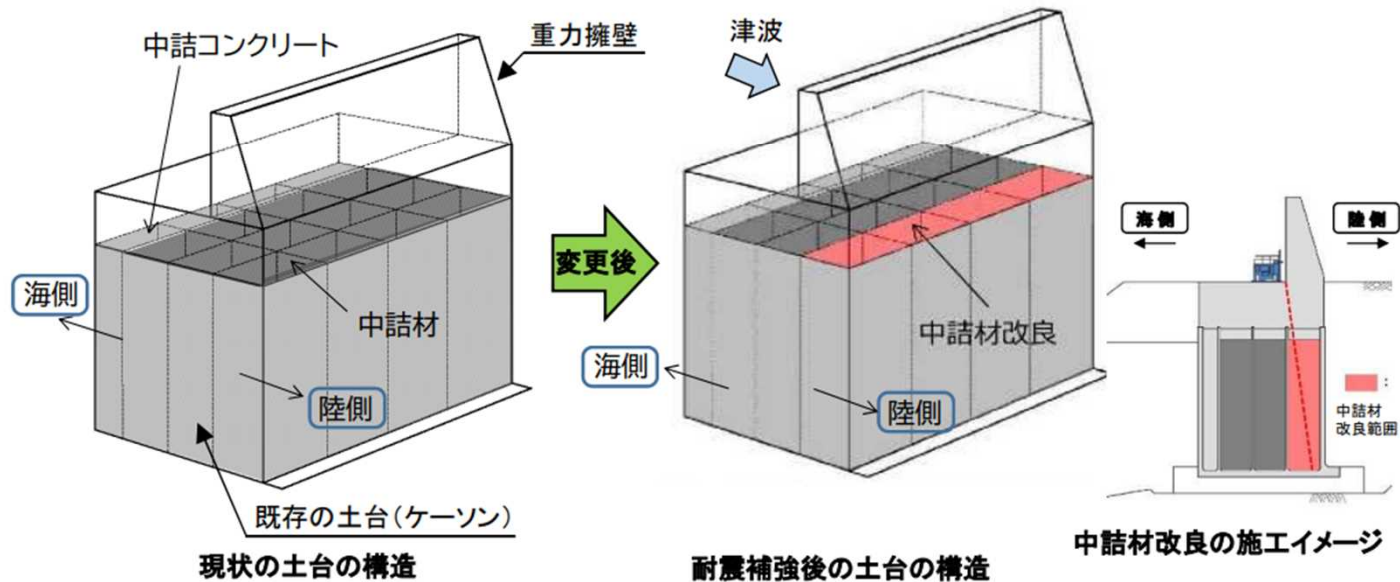
波返重力擁壁(岩盤部)

出典: 発電用原子炉設置変更許可申請の補正書及び補足説明資料(2021年6月17日)から一部抜粋・加筆 <<https://www.nsr.go.jp/data/000356188.pdf>>

耐津波設計方針(防波壁)

- 防波壁(波返重力擁壁)は、既存の土台(ケーソン)を活用し、地震や津波に対して津波防護機能が維持できるように設計する方針。
- 既存の土台については、中詰材※を改良固化する耐震補強対策を行い、地震や津波に耐えられる構造とする方針。

※中詰材:銅の精錬過程で発生する砂状の物質



出典:発電用原子炉設置変更許可申請の補正書及び補足説明資料(2021年6月17日)から一部抜粋・加筆<<https://www.nsr.go.jp/data/000356188.pdf>>

外的事象に対する審査の取組み例

②非常用電源

- 非常用電源設備は、必要な容量の非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機含む)を3台設置し、3台のうち1台が故障しても安全を確保するために必要な電力を供給可能な設計とすることを確認。
- 燃料を貯蔵する設備(軽油貯蔵タンク)は、1基で設計基準事故に対処するために必要な非常用ディーゼル発電機等(非常用ディーゼル発電機1台及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機1台)が7日間分以上の連続運転可能な容量を有する設計とすることを確認。

③全交流動力電源喪失時の信頼性向上

- 交流電源設備
 - ✓ 常設代替高圧電源装置 計5台(予備1)
 - ✓ 可搬型代替低圧電源車 計4台(予備1)
- 直流電源設備
 - ✓ 125V系蓄電池(A系、B系、HPCS系)^{※1} 計3台
 - ✓ 中性子モニタ用蓄電池(A系、B系)^{※2} 計2台
 - ✓ 緊急用125V系蓄電池 1台
 - ✓ 可搬型代替低圧電源車及び可搬型整流器 2組

※1 A系及びB系は容量増設、HPCS系は既設

※2 既設



常設代替高圧電源装置



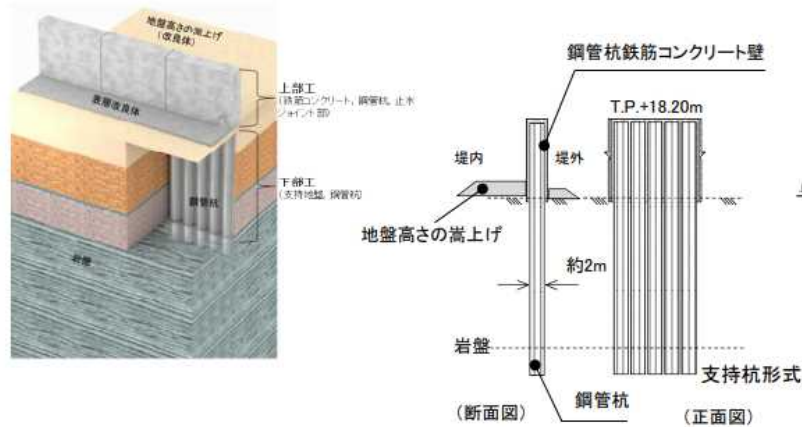
可搬型代替低圧電源車

35

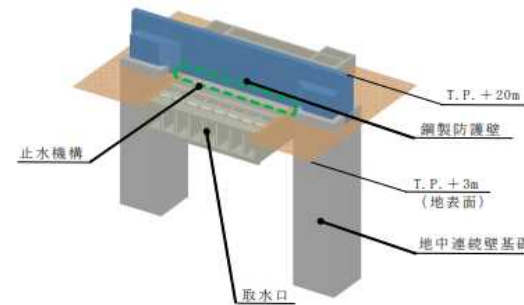
津波防護施設(防潮堤)

- 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の杭先端は、岩盤まで到達させる支持杭形式として、十分な支持力を得る。また、杭の支持形式及び防潮堤近傍の表層地盤の地盤改良等による地下水の流況に及ぼす影響を考慮して、低レベル放射性廃棄物埋設事業所周辺を避けるように防潮堤のルートを設計。
- 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁について、地震時の地盤の液状化現象の評価に当たっては、原地盤の液状化特性を用いた評価に加え、保守的に原地盤よりも小さい液状化特性を仮定した評価も行うことを確認。

<鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁>



<鋼製防護壁>



(第520回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合資料1-2-1から抜粋・修正加筆) <https://www.nsr.go.jp/data/000206596.pdf>

(発電用原子炉設置変更許可申請の補正書及び補足説明資料(2018年5月31日)から一部抜粋(一部加筆修正) <<https://www.nsr.go.jp/data/000233535.pdf>>)

外的事象に対する審査の取組み例

耐震設計方針

【要求事項】

- 設計基準対象施設は耐震重要度の区分に応じた地震力に対し十分に耐える設計とする。
耐震重要施設は基準地震動による地震力に対して安全機能が損なわれない設計とする。

以下の対策により基準への適合を確認

- 発電所の施設・設備を耐震重要度に応じて、Sクラス、Bクラス及びCクラスに分類し、クラスに応じて適用する地震力に対して十分に耐え、安全機能が損なわれないように設計する方針。
- 耐震重要施設(Sクラス)は、基準地震動による地震力に対して安全機能が維持できるように設計する方針。
- 津波から重要な設備を守る津波防護施設、浸水防止設備等についても、基準地震動による地震力に対して機能が維持できるように設計する方針。



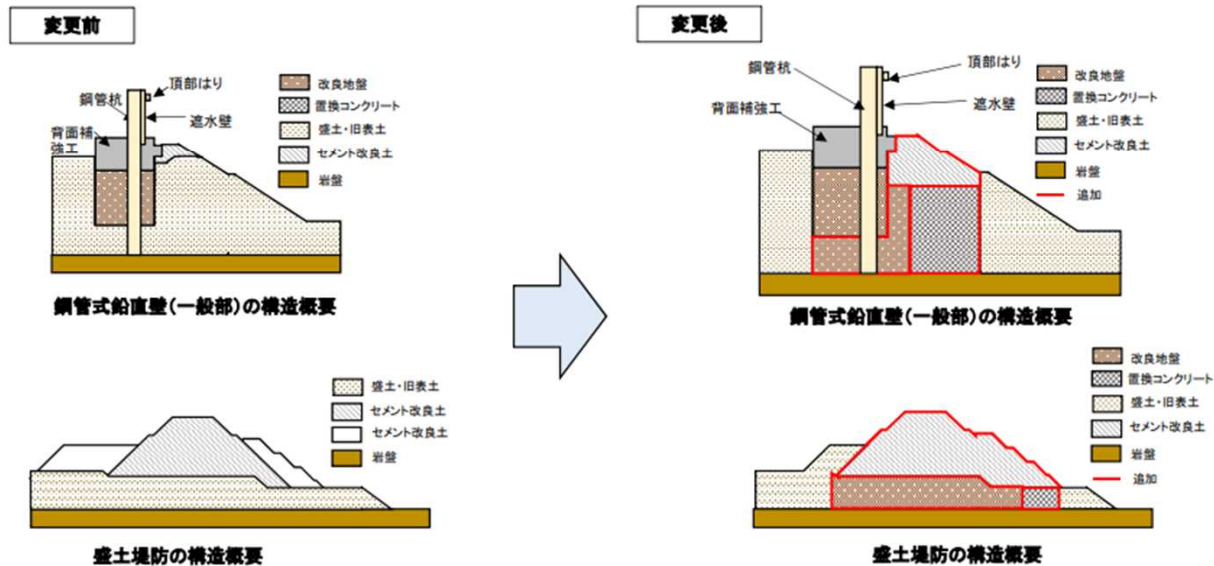
鉄骨ブレース追設

RC耐震壁増設

原子炉建屋耐震補強工事状況

耐津波設計方針(防潮堤)

- 変更前の鋼管式鉛直壁(一般部)及び盛土堤防では、防潮堤下部の盛土・旧表土が地震時に不等沈下した場合に、止水性を喪失する可能性がある。
- 地震時に不等沈下をしないように、盛土・旧表土を改良地盤に変更するとともに、すべり安定性を確保するため、置換コンクリートを設置することを確認。



出典: 発電用原子炉設置変更許可申請の補正書及び補足説明資料(2019年9月19日)から一部抜粋<<http://www2.nsr.go.jp/data/000286146.pdf>>

外的事象に対する主な検査ガイド

- 1 施設・設備の稼働前
 - 使用前事業者検査に対する監督

- 2 施設・設備の稼働後
事業者の対応の監視

- 自然災害防護
- 地震防護
- 津波防護

施設の設計の妥当性等

- 設計管理

使用前事業者検査に対する監督 検査ガイドの概要

目的

本検査において、検査官は、原子炉等規制法第61条の2の2第1項第1号イ又はハで規定している事業者検査等の実施状況を確認する。

事業者検査等は、原子力施設の種別ごとに表2に示す技術上の基準に適合するものであることが確認事項に含まれているため、検査官は法第61条の2の2第1項第2号に規定されている事項(技術上の基準の遵守)の遵守状況についても確認する。(略)

検査対象

原子力施設を設置又は変更する以下の工事に係る全ての事業者検査等を本検査の対象とする。なお、原子力施設を変更する場合であって、当該施設に影響を与えない設備の撤去の工事及び改めて設工認等の認可又は届出の手続きを要さない取替工事の使用前確認を要さない事業者検査等についても、本検査の対象とする。

- (1) 設置の工事: (略)
- (2) 発電用原子炉の基数の増加: (略)
- (3) 発電用原子炉施設の基数の増加の工事以外の変更の工事: (略)
- (4) 改造の工事: (略)
- (5) 修理の工事: (略)
- (6) 取替工事: (略)

検査目的に照らし検査が必要と判断される場合には、上記検査対象以外から選定してもよい。(略)

自然災害防護 検査ガイドの概要

目的

(略) 原子力施設の種別ごとの保安のための措置に係る規則条項で規定される設計想定事象、重大事故等又は大規模損壊に係る原子力施設の保全に関する措置（以下「保全に関する措置」という。）における自然災害防護の活動状況を確認する。当該事項は、法第61条の2の2第1項第3号イで規定する事項（保安規定）のうち、表1に示す保安規定記載事項に係る規則条項で規定される保全に関する措置及び非常の場合に講ずべき処置に係る活動状況の確認と併せて行う。また、法第61条の2の2第1項第2号で規定する事項（技術上の基準の遵守）のうち、表2に示す原子力施設の種別ごとの技術基準に係る規則条項で規定される、外部からの衝撃による損傷の防止基準の遵守状況を確認する。これらの確認対象となる事業者の活動は、防災・非常時対応の検査分野における体制、訓練・教育及び機材並びに設備の保全の他、運転員能力等にも関連することから当該活動に関連する他の検査運用ガイドの適用も踏まえて確認する。

検査対象

異常気象によって生じる自然災害等(※)に対する施設の防護対策の準備状況について、以下を検査対象とし、自然災害等に係る事業者の防護計画、設備の運転管理及び不適合の是正処置等の適切性を確認する。

- (1)外部電源及び代替交流電源システムの準備状態
- (2)季節ごとの極端な気象条件に対する対応策
- (3)差し迫る悪天候に対する準備状況
- (4)外部溢水に対する準備状況

検査目的に照らし検査が必要と判断される場合には、上記検査対象以外から選定してもよい。

(※) 近隣施設等の外的要因によって生じる災害も含む。

地震防護 検査ガイドの概要

目的

(略) 原子力施設の種別ごとの保安のための措置に係る規則条項で規定される設計想定事象、重大事故等又は大規模損壊に係る原子力施設の保全に関する措置（以下「保全に関する措置」という。）における地震防護の活動状況を確認する。当該事項は、法第61条の2の2第1項第3号イで規定する事項（保安規定）のうち、表1に示す保安規定記載事項に係る規則条項で規定される保全に関する措置及び非常の場合に講ずべき処置に係る活動状況の確認と併せて行う。また、法第61条の2の2第1項第2号で規定する事項（技術上の基準の遵守）のうち、表2に示す原子力施設の種別ごとの技術基準に係る規則条項で規定される地震防護基準の遵守状況を確認する。これらの確認対象となる事業者の活動は、防災・非常時対応の検査分野における体制、訓練・教育及び機材並びに設備の保全の他、運転員能力等にも関連することから当該活動に関連する他の検査ガイドの適用も踏まえて確認する。

検査対象

施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震力に対する安全機能が損なわれるおそれがないよう、災害が発生する恐れがある場合及び発生した場合に備えた体制並びに手順等が整備されていることを踏まえ、以下を検査対象に選定する。

- (1)地震発生時に備えた施設等の波及的影響防止対策
- (2)地震発生時に備えた設備の保管状況
- (3)地震発生時に備えた体制の準備状態
- (4)地震発生時における施設等の影響確認状況
- (5)上記(1)以外の新たな波及的影響の観点の抽出状況
- (6)新たな知見等の収集、反映状況

検査目的に照らし検査が必要と判断される場合には、上記検査対象以外から選定してもよい。

津波防護 検査ガイドの概要

目的

(略) 原子力施設の種別ごとの保安のための措置に係る規則条項で規定される設計想定事象、重大事故等又は大規模損壊に係る原子力施設の保全に関する措置（以下「保全に関する措置」という。）における津波防護の活動状況を確認する。当該事項は、法第61条の2の2第1項3号イで規定する事項（保安規定）のうち、表1に示す保安規定記載事項に係る規則条項で規定される保全に関する措置及び非常の場合に講ずべき処置に係る活動状況の確認と併せて行う。また、法第61条の2の2第1項第2号で規定する事項（技術上の基準の遵守）のうち、表2に示す原子力施設の種別ごとの技術基準に係る規則条項で規定される津波防護基準の遵守状況を確認する。これらの確認対象となる事業者の活動は、防災・非常時対応の検査分野における体制、訓練・教育及び機材並びに設備の保全の他、運転員能力等にも関連することから当該活動に関連する他の検査運用ガイドの適用も踏まえて確認する。

検査対象

施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（津波警報が発表されない可能性のある津波を含む）に対する安全機能が損なわれないよう、災害が発生するおそれがある場合及び発生した場合に備えた体制並びに手順等が整備されていることを踏まえ、以下を検査対象に選定する。なお、許可において地理的状況から基準津波に対して安全機能が損なわれないため津波防護設計の要求がない施設は検査対象施設から除いてもよい。

- (1) 津波発生時に備えた施設等の影響防止対策
- (2) 津波発生時に備えた設備の保管状況
- (3) 津波発生時に備えた体制の準備状態
- (4) 津波発生時における津波観測及び原子力施設の影響確認状況の評価
- (5) 新たな知見等の収集、反映状況の評価

検査目的に照らし検査が必要と判断される場合には、上記検査対象以外から選定してもよい。

設計管理 検査ガイドの概要

目的

原子力施設の種別ごとの保安のための措置に係る規則条項で規定される原子炉施設の施設管理における設計管理の活動状況を確認する。当該事項は、法第61条の2の2第1項第3号イで規定する事項（保安規定）のうち、表1に示す保安規定記載事項に係る規則条項で規定される品質マネジメントシステム及び原子炉施設の施設管理に係る活動状況の確認と併せて行う。また、当該活動については、原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則で規定する、設計開発等の関連条項への適合性も確認する。

これらの確認対象となる事業者の活動は、施設管理の他、防災・非常時対応、放射線管理の検査分野に関連する設備・機器等にも関係することから、当該活動に関連する他の検査運用ガイドの適用も踏まえて確認する。

検査対象

監視領域小分類「発生防止」「影響緩和」及び「閉じ込めの維持」等に係る安全上重要な機器等のうち「既存の安全上重要な構築物、系統及び機器の性能や機能を改善する目的で実施する改造に関する設計」に関する新設・改造工事を対象として、下記(1)又は(2)の検査を行うが、原状復帰を前提とする一時的な改造における設計管理については、「作業管理」の検査運用ガイドを用いて検査を行うこととする。なお、ここで対象としている原子力施設における設計については、5.1を参照のこと。

(1)設計要求事項が明確であり、デザインレビューが適切に実施され、必要な検証及び妥当性の確認が実施されていることを確認する検査（以下、「設計管理の適切性検査」という。）

(2)設計要求が、検査対象とする構築物、系統及び機器の性能、機能等と整合していることを確認する検査（以下「設計要求と性能、機能等の整合性検査」という。）

検査目的に照らし検査が必要と判断される場合には、上記検査対象以外から選定してもよい。

関連の検査実績の例（R4報告書より）

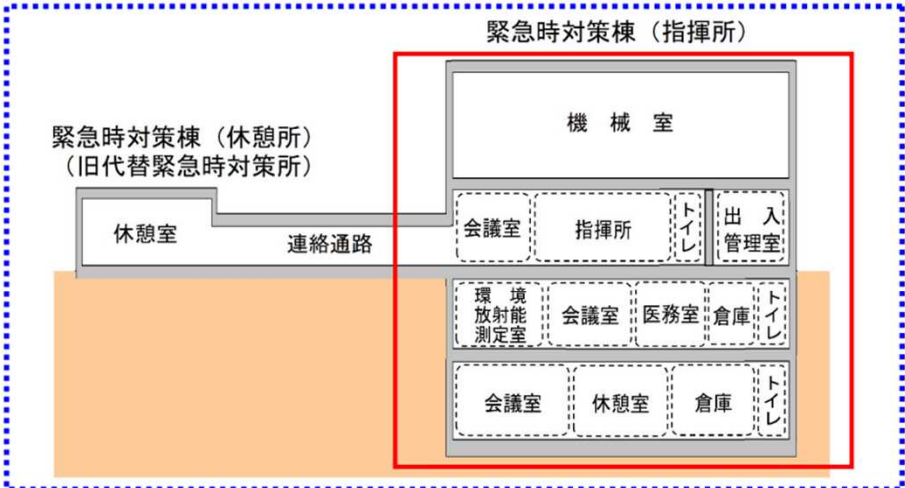
	使用前事業者検査に対する監督	自然災害防護	地震防護	津波防護	設計管理
検査対象	<p>1号機 緊急時対策棟連絡通路接続工事@川内</p> <p>第3直流電源増設工事@大飯、高浜、玄海</p>	<p>台風接近に伴う予防措置@川内 （台風14号接近に係る中央制御室における活動（運転員能力）、台風接近に伴う予防措置等に係る体制（緊急時対応組織の維持））</p> <p>堰堤（地滑り対策設備） 3号機EDG改良型フィルタ（降下火砕物対策設備）@高浜</p> <p>2号機 原子炉建屋非管理区域への雨水流入事象@女川</p>	<p>緊急時対策棟（指揮所、休憩所）連絡通路設置に伴う耐震評価 @川内</p> <p>原子炉保護用地震計の保守点検@玄海</p> <p>観測用地震計復旧状況の確認@柏崎刈羽</p>	<p>津波評価条件の変更の要否に係る定期的な確認 @川内</p> <p>取水路防潮ゲート衛生通信設備 3, 4号機中間建屋水密扉@高浜</p> <p>津波監視装置の健全性確認@玄海</p> <p>1号機溢水防止壁設置工事@女川</p>	<p>3、4号機 竜巻影響評価における設計条件の一部変更に係る設計管理@浜岡</p>

新規制基準対応で設置された施設等のイメージ

川内原子力発電所の緊急時対策棟完成イメージ



(平面)



(断面)

【運用範囲】

- : 今回運用開始 [緊急時対策棟(指揮所)]
- : 代替緊急時対策所との接続後に運用開始予定 [緊急時対策棟全体]

新規制基準対応で設置された施設等のイメージ

2. 大飯3、4号機の常設直流電源設備の設置

新規制基準において、重大事故等の対応に必要な設備に電気の供給を行うため、既設の蓄電池（1系統目）や可搬式の直流電源設備（2系統目）に加え、特に高い信頼性を有する常設直流電源設備（3系統目）の設置が要求されている。

