

ふげん廃止措置計画の認可等について

平成20年4月19日
原子力安全・保安院
放射性廃棄物規制課

1. 原子炉廃止措置の安全規制について
2. 廃止措置計画の概要
3. 廃止措置計画の安全審査について
4. 原子炉補助建屋のコンクリート強度問題について

原子炉廃止措置の安全規制について(1)

◆ 制度導入の目的及び意義

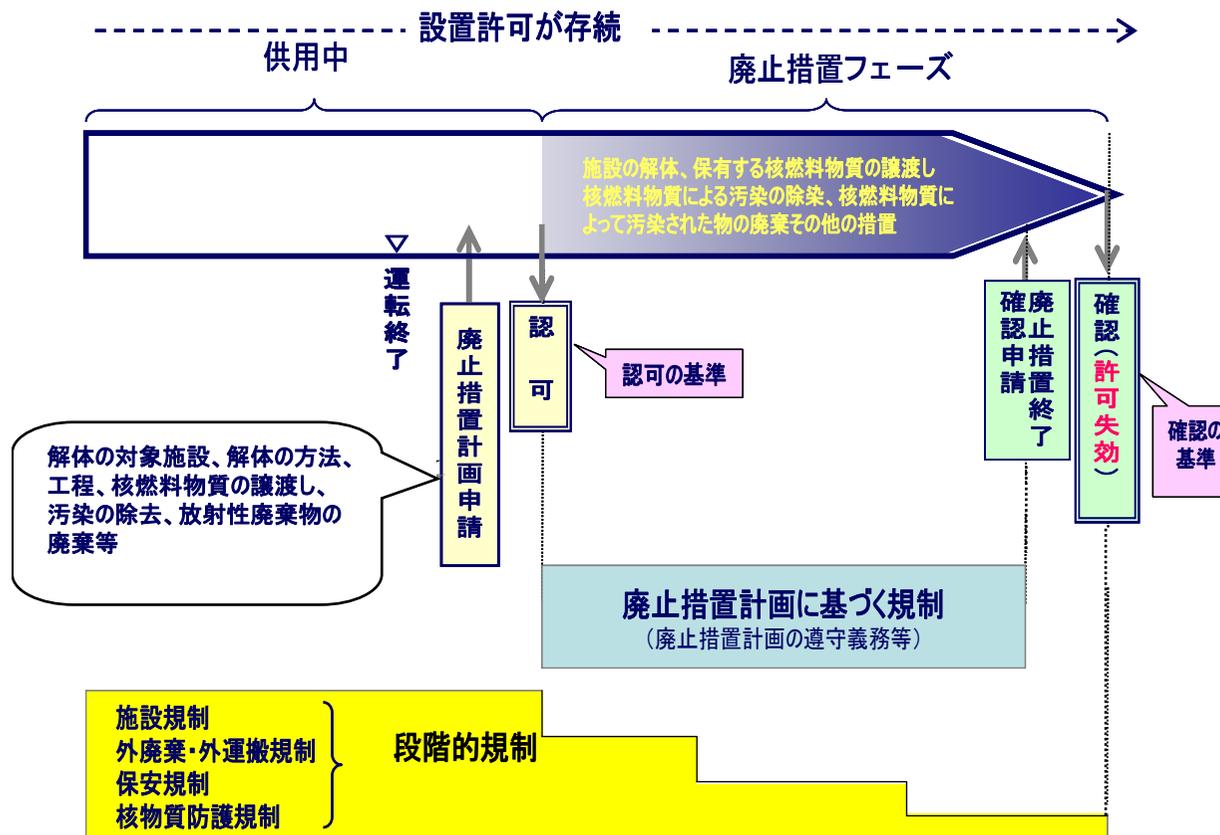
○原子力施設の廃止措置の本格化を控え、透明性ある手続き、基準を整備。

○原子力施設を廃止する際の安全規制を明確化し、また、規制内容を合理化(※)。

(※)施設定期検査の原則廃止、廃止措置期間中の保安規定の記載事項の明確化等)

(平成17年12月1日 改正原子炉等規制法、省令施行。)

→国が廃止措置を認可。廃止措置の終了が確認されるまでの間、規制を段階的に継続。



◆ 制度の概要

○概要

廃止措置の実施に当たり、従来の届出に代えて、国が解体工程・方法等に関する廃止措置計画を認可。当該計画の認可をもって廃止措置段階へ移行。廃止措置終了時は、国が事業者の講じた廃止措置を確認。国の終了確認により事業の許可・指定又は原子炉設置許可が失効。

廃止措置中の安全規制(施設定期検査、保安検査等)は、廃止措置の進捗により、施設に求められる機能や保安活動の内容の変化に応じ、段階的な規制を実施。

○制度運用(原子力安全・保安院)

新制度の下で初となる日本原子力発電(株)東海発電所の廃止措置計画の認可を、平成18年6月30日に行った。

また、(独)日本原子力研究開発機構 敦賀本部 原子炉廃止措置研究開発センターの廃止措置計画の認可を、平成20年2月12日に行った。

原子炉廃止措置の安全規制について(2)

廃止措置規制に係る国の関与を明確にし、廃止措置期間中の規制内容を廃止措置段階にふさわしいものとした。

	改正前	改正後
廃止措置開始	届出	廃止措置計画認可
廃止措置段階	供用中と同等の規制	廃止措置に進捗に併せた段階的な規制
終了	運転の廃止届	廃止措置終了確認

廃止措置段階の規制の概要(1)

- ・ 法第43条3の2（廃止措置計画の認可）

原子炉施設の解体、その保有する核燃料物質の譲渡し、核燃料物質による汚染の除去、核燃料物質によって汚染された物の廃棄その他の主務省令で定める措置（廃止措置）を講じなければならないこと。及び、廃止措置にあたっては、**廃止措置計画の認可**を受けると規定されている。

- ・ 法第29条（施設定期検査）

廃止措置計画に係る施設定期検査を要する場合は、廃止措置対象施設内に**核燃料物質が存在する場合とし、核燃料物質の取扱い又は貯蔵に係るもの**について行うものと規定されている。

- ・ 法第30条（原子炉の運転計画 → なし）

- ・ 法第40条（原子炉主任技術者の選任 → なし）

代わりに**廃止措置監督者（炉主任、核燃料取扱主任者、R I（一種））**を置く

注)ここでは、法第23条に掲げる原子炉の設置の許可及び関連する規則(研究開発段階にある発電の用に供する原子炉の設置、運転等に関する規則)を主として記載している。

廃止措置段階の規制の概要(2)

- ・ 法第34条(記録)

廃止措置計画の認可を受けた原子炉については、保守管理記録、運転記録、燃料体の記録、放射線管理記録、廃止措置記録等について、廃止措置への移行、廃止措置の進行等に応じた規定となっている。

- ・ 法第35条(保安の措置)

規則第29条(原子炉施設の巡視及び点検)

毎日一回以上 → 毎週一回以上 (核燃料物質が存在毎日一回以上)

- ・ 規則第30条(原子炉施設の保守管理)

廃止措置計画を受けた廃止措置計画においてその性能を維持すべきものとされる原子炉施設に限る保守管理に関する方針を定める旨規定されている。

- ・ 規則第31条(原子炉の運転 → なし)

廃止措置段階の規制の概要(3)

- ・ 規則第33条（貯蔵）
廃止措置計画の認可を受け、すべての核燃料物質を搬出したときは、この限りでない
- ・ 規則第34条の2（原子炉施設の定期的な評価 → なし）
- ・ 規則第37条（保安規定の遵守状況の検査）
毎年四回 → 毎年四回以内

保安規定の記載事項

運転中

- 一 職務及び組織
- 二 保安教育
- 三 原子炉施設の運転
- 四 原子炉施設の運転の安全審査
- 五 管理区域、保全区域及び周辺監視区域の設定並びにこれらの区域に係る立入制限等
- 六 排気監視設備及び排水監視設備に関すること。
- 七 線量、線量当量、放射性物質の濃度及び放射性物質によつて汚染された物の表面の放射性物質の密度の監視並びに汚染の除去に関すること。
- 八 放射線測定器の管理
- 九 原子炉施設の巡視及び点検並びにこれらに伴う処置
- 十 核燃料物質の受払い、運搬、貯蔵その他の取扱い
- 十一 放射性廃棄物の廃棄
- 十二 非常の場合に講ずべき処置
- 十三 記録
- 十四 原子炉施設の保守管理
- 十五 原子炉施設の定期的な評価
- 十六 原子炉施設の品質保証
- 十七 その他原子炉施設に係る保安に関し必要な事項

廃止措置

- 一 職務及び組織
- 二 保安教育
- 三 原子炉の運転停止に関する恒久的な措置
- 四 原子炉施設の運転の安全審査
- 五 管理区域、保全区域及び周辺監視区域の設定並びにこれらの区域に係る立入制限等
- 六 排気監視設備及び排水監視設備に関すること。
- 七 線量、線量当量、放射性物質の濃度及び放射性物質によつて汚染された物の表面の放射性物質の密度の監視並びに汚染の除去に関すること。
- 八 放射線測定器の管理
- 九 原子炉施設の巡視及びこれに伴う処置
- 十 核燃料物質の受払い、運搬、貯蔵その他の取扱いに関すること
- 十一 放射性廃棄物の廃棄
- 十二 非常の場合に講ずべき処置
- 十三 記録(原子炉施設に係る保安)
- 十四 記録(廃止措置に係る保安)
- 十五 原子炉施設の保守管理
- 十六 原子炉施設の品質保証
- 十七 廃止措置の品質保証
- 十八 廃止措置の管理
- 十九 その他原子炉施設又は廃止措置に係る保安に関し必要な事項

2. 廃止措置計画の概要

ふげんの概要

ふげんの経緯

型 式;重水減速沸騰軽水圧力管型原子炉
熱出力;557MW
電気出力;165MW



- 昭和45年 3月 2日 原子炉設置許可申請
- 昭和45年11月30日 原子炉設置許可
- 昭和53年 3月20日 初臨界
- 平成15年 3月29日 原子炉の運転終了(約25年間の運転実績)
(累積発電電力量;約219億2400万kWh, 平均設備利用率約62%)
- 平成15年 8月13日 原子炉から燃料体取出し完了
- 平成16年 2月20日 原子炉の恒久停止措置
(改正前開発段階炉規則第31条第2項による経済産業大臣承認)

廃止措置対象施設及びその敷地

➤ 廃止措置対象施設の範囲

廃止措置対象施設の範囲は、原子炉本体、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設等の原子炉設置許可又は原子炉設置変更許可を受けた原子炉並びに附属施設等であるとし、ただし、汚染のない(管理区域として設定した履歴のない)すべての地下の建屋及び構造物並びに基礎を除くとしている。

➤ 廃止措置対象施設の敷地

新型転換炉原型炉施設の敷地は、日本原子力発電株式会社 敦賀発電所の敷地の一部を借用しており、敷地面積は約30万m²である。

ふげんの現況

➤ 核燃料物質の状況

使用済燃料は466体貯蔵中であることから原子炉運転中と同様の取扱い及び管理を実施中であり、使用済燃料は、「原子炉設置許可申請書」に記載しているとおり、計画的に同機構内の東海にある再処理センターに搬出し、再処理している。

➤ 重水の状況

減速材及び反射材である重水は、原子炉運転終了時約200トン(100%濃度換算値)保有していたが、カナダの民間会社に搬出中であり、現在保有量は、約90トン(100%濃度換算値)である。

➤ 放射性廃棄物の状況

原子炉運転中に発生した気体廃棄物及び液体廃棄物は、すべて処分済みであり、固体廃棄物については、廃棄物の種類ごとに原子炉施設内の各貯蔵タンク等若しくは敷地内にある固体廃棄物貯蔵庫に貯蔵保管中である。

➤ 廃止措置対象施設の汚染状況

約25年間の原子炉の運転により設備及び建屋の一部が放射化し、又は放射性物質で汚染されている。なお、原子炉運転中において、燃料破損は発生していない。

➤ 廃止措置対象施設の管理状況

原子炉運転終了以降、維持管理している主な施設は、すべての建屋、使用済燃料貯蔵に係る取扱施設及び貯蔵施設、放射性廃棄物の廃棄施設、放射線管理施設、換気設備、消火設備等である。

廃止措置の基本方針

- 関係法令の遵守及び関係告示の要求を満足するよう行うとともに原子力安全委員会指針である「原子炉施設の解体に係る安全確保の基本的考え方」に適合するよう実施するとしている。
- 施設周辺の一般公衆及び放射線業務従事者に対し、合理的に達成可能な限り放射線被ばくを低減するよう、適切な解体撤去方法・手順及び核燃料物質による汚染の除去方法・手順を策定して実施するとしている。また、解体撤去等に伴って発生する放射性廃棄物の処理・処分についても同様としている。
- 保安のために必要な原子炉施設を適切に維持管理するとともに放射線管理及び放射性廃棄物管理は、原子炉運転中と同様に関係法令及び「線量告示」に適合するようとしている。
- 廃止措置に係る工事等を安全・確実に行うために、装置を導入する場合は、それらの装置の機能等に応じて日本工業規格等の規格及び規準に準拠するとしている。
- 建屋の一部の壁において、コンクリート圧縮強度が設計基準強度を下回っていることから、原子炉施設の建屋強度を考慮して、各建屋を適切に維持管理するとともに、適切な解体撤去方法・手順等を策定し、廃止措置を実施するとしている。
- 廃止措置の実施に当たっては、上述に係る保安のために必要な措置を「保安規定」に定め、これに基づき適切な品質保証活動の下に保安管理を実施するとしている。
- 施設を用いた廃止措置に関わる安全性実証等の研究開発等の実施を含め、関係機関と連携をとりつつ技術協力と技術成果の公開に努めていくとしている。

廃止措置対象施設の解体撤去方針・方法

- 使用済燃料を貯蔵していること、廃止措置工事に関する経験・実績を蓄積すること、被ばく線量が低くなるよう放射能減衰を考慮すること等から、以下の4段階の期間に区分し、この順序で実施することとしている。
 1. 使用済燃料搬出期間
 2. 原子炉周辺設備解体撤去期間
 3. 原子炉本体解体撤去期間
 4. 建屋解体期間

- 解体撤去工事に当たっては、事前に工事対象範囲の汚染状況等の確認を行い、その結果に基づき、放射性物質の漏えい及び拡散防止対策、被ばく低減対策等の安全確保対策を定めて、工事を行うことで、環境への放射性物質の放出抑制及び放射線業務従事者の被ばく低減に努めることとしている。

- 解体撤去工事の実施においては、周辺設備及び他系統へ影響が及ばないこと、工事で発生する解体撤去物を放射能レベルや性状別に管理できること等を考慮して、解体撤去手順を策定し、安全に工事を実施することとしている。

廃止措置対象施設の汚染除去方針・方法

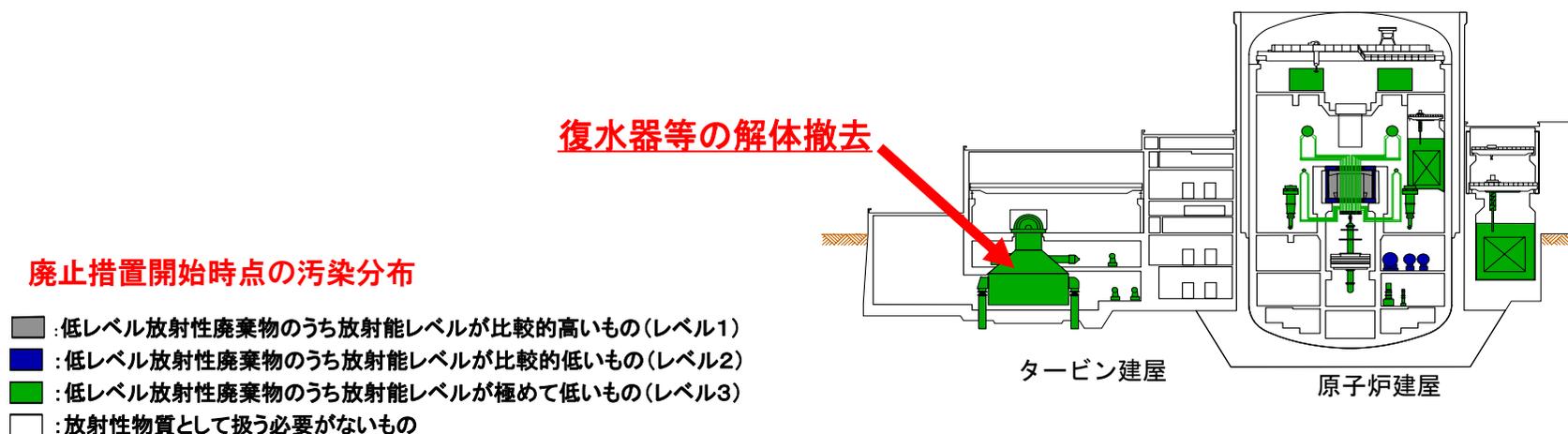
- 廃止措置対象施設の一部*においては、核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物による汚染があることから、廃止措置の基本方針に基づき、公衆及び放射線業務従事者の被ばく低減及び放射性物質の施設内外への漏えい防止の観点から、解体撤去工事の着手前までに系統内に残存する放射性物質を合理的に可能な限り除去するとしている。
- 汚染の除去は、事前に対象施設・設備の汚染状況等の確認を行い、その結果に基づき、その実施要否及び方法を確定するとともに、被ばく低減の観点から、合理的に達成可能な目標線量当量率を定めて実施していくとしている。
- 原子炉運転中の設備・機器等の定期点検等に際し、被ばく低減対策として行ってきた系統除染、高圧水洗浄等の化学的及び機械的除染の経験・実績を活かし、設備・機器等に応じた合理的かつ適切な汚染の除去方法を選定するとしている。

* 汚染の場所及び種類

汚染は、約25年間の原子炉の運転に伴い、原子炉冷却系統施設、重水系等の設備・機器等を構成する金属の腐食によって溶出した、鉄、コバルト等の成分が放射化したことによる放射性腐食生成物等に起因している。また、減速材及び反射材に重水を使用していることから、重水の放射化により生成したトリチウムによる汚染がある。

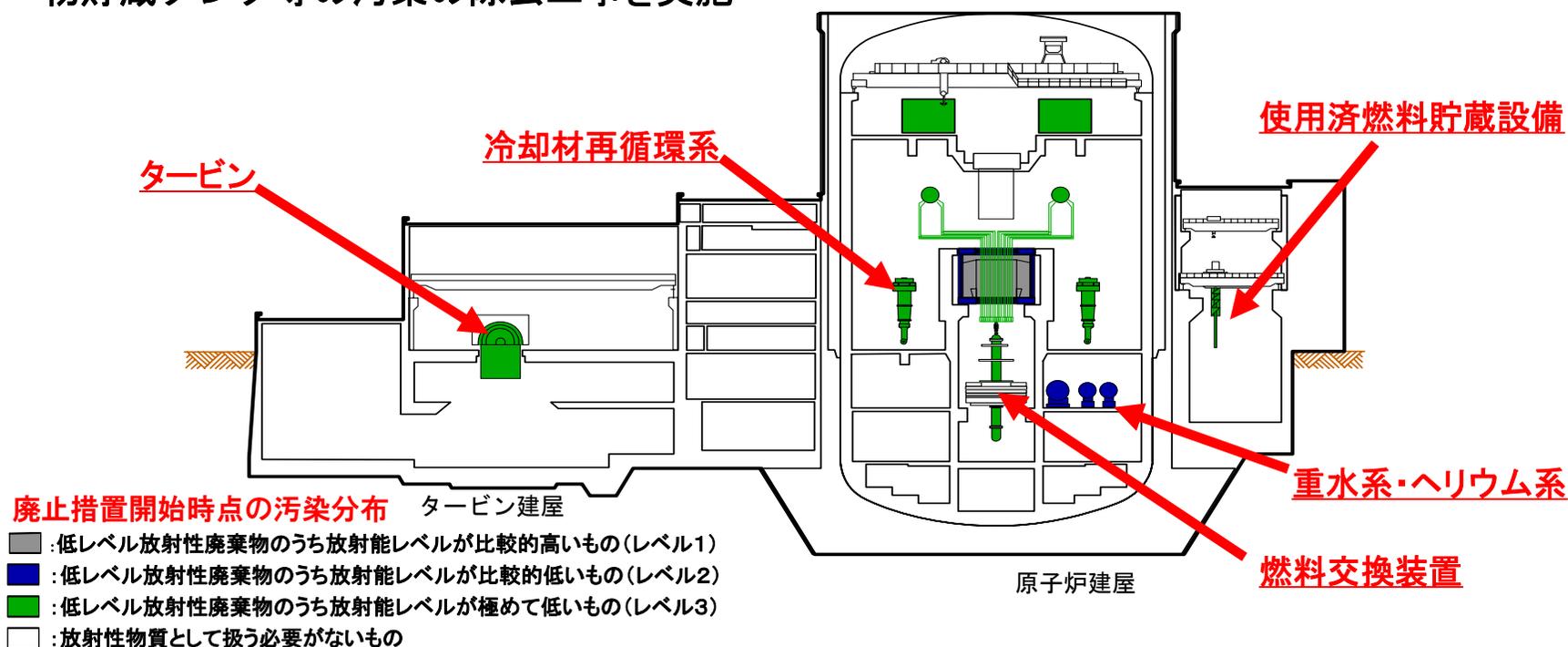
廃止措置の概要（使用済燃料搬出期間中）

- 使用済燃料貯蔵プールで貯蔵している使用済燃料を機構内の再処理技術開発センターへ搬出
- 施設内に保有している重水をカナダの民間会社へ搬出
- 供用を終了した放射能レベルの比較的低い施設・設備及び汚染のない施設・設備を解体撤去
 - 使用済燃料の保管に係る安全確保のための機能を維持管理し、その機能に影響の与えない。
 - 定期点検時における分解・開放点検、設備取替え等での経験・実績を活かしてポンプ、冷凍機、熱交換器、配管類等の設備・機器等を優先的に解体撤去
 - 解体撤去工事を通じて廃止措置工事に関するデータ取得、経験・実績の蓄積
 - 工事に伴う環境への放射性物質の放出を抑制するために、必要に応じて汚染拡大防止囲い、局所フィルタ及び局所排風機等を導入
 - 解体撤去施設は、放射性物質として扱う必要のないものと推定される設備・機器等を優先的に解体撤去



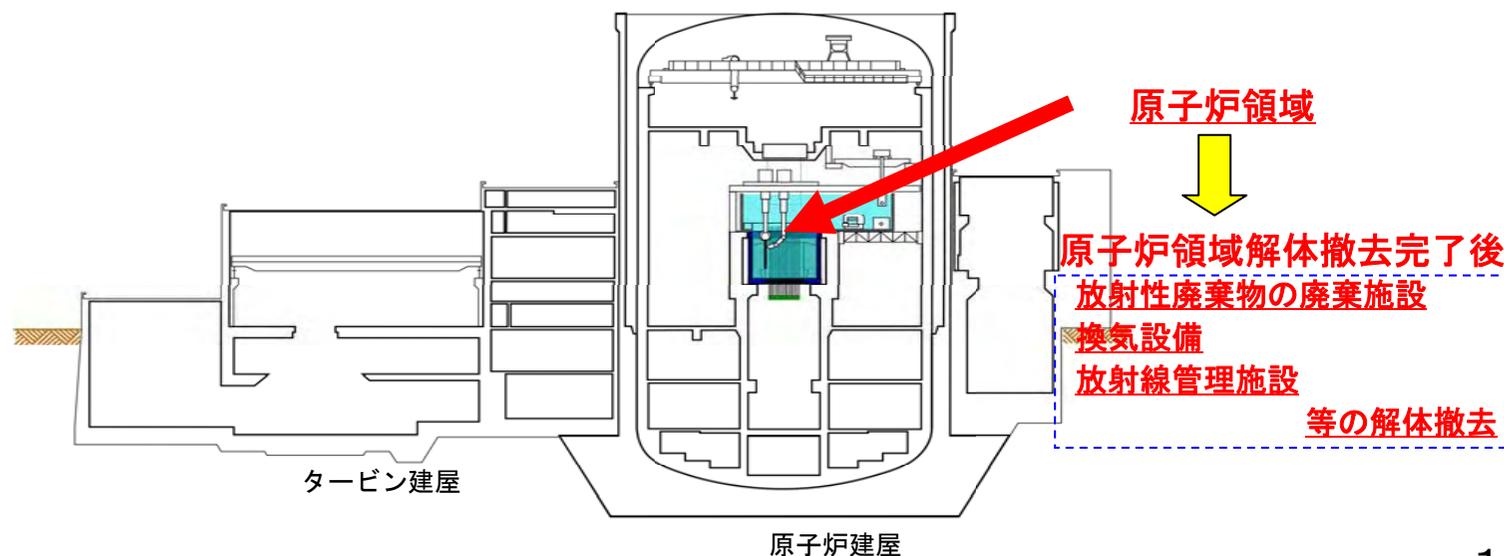
廃止措置の概要（原子炉周辺設備解体撤去期間中）

- 原子炉領域の解体撤去に用いる遠隔解体装置等の設置範囲にある干渉する設備・機器の解体撤去
原子炉領域と接続している冷却材再循環系，重水系・ヘリウム系等の各設備の解体撤去は，原子炉領域と隔離措置後に着手
- 使用済燃料の搬出完了等に伴って供用を終了した放射能レベルの比較的低い施設・設備及び汚染のない施設・設備の解体撤去に着手
- 解体撤去に先立ち，汚染の除去が必要な使用済燃料貯蔵プール、熱交換器類、放射性廃棄物貯蔵タンク等の汚染の除去工事を実施



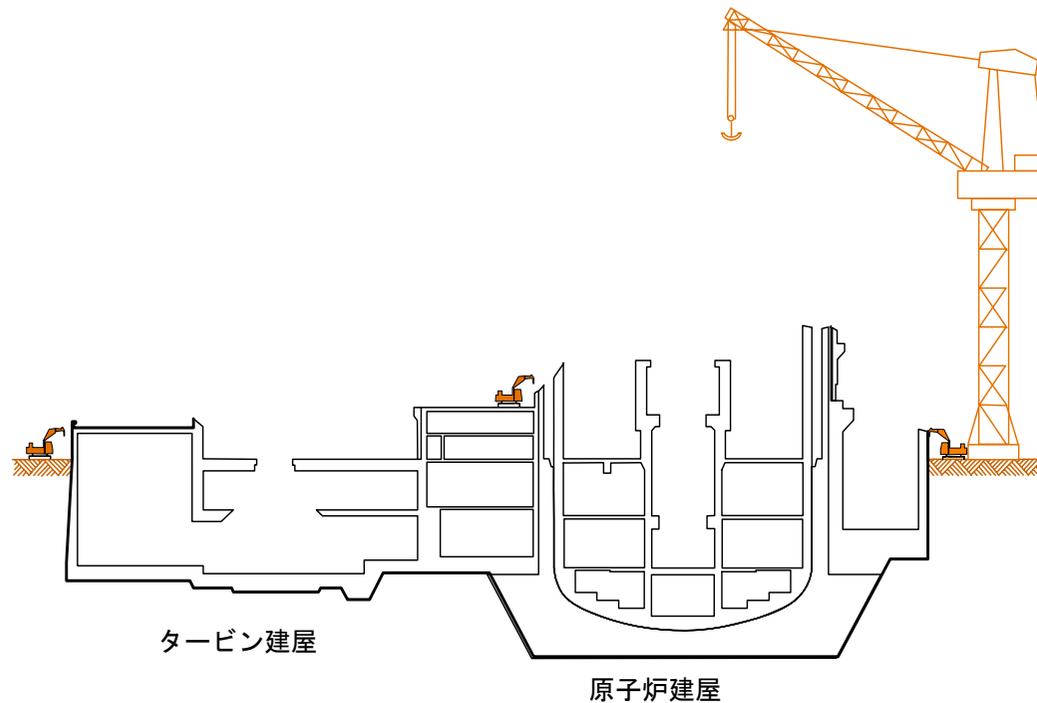
廃止措置の概要（原子炉本体解体撤去期間中）

- **放射能レベルの比較的高い原子炉領域の解体撤去到着手**
 - 放射線業務従事者の被ばく低減のために、原子炉周辺設備解体撤去期間中に設置した原子炉領域遠隔解体装置及び解体撤去物搬送装置を使用
 - 原子炉領域の材質の一部にジルコニウム合金を使用していることから、切断時の解体撤去物、放射性粉じん等の粒子状放射性物質による被ばくの低減、発火防止対策を図るため、原子炉領域上部に設置した解体用プールの中において、切断して解体撤去
- 汚染したすべての設備・機器等を解体撤去し、各建屋及び構築物の汚染の除去工事を行うとともに施設内の汚染を除去した後に、すべての管理区域を解除



廃止措置の概要（建屋解体期間中）

- 管理区域に設定していた建屋等の汚染の除去工事により管理区域を解除した建屋及び汚染のない建屋も含めて、廃止措置対象施設のすべて（汚染のないすべての地下の建屋及び構造物並びに基礎を除く）を大型ブレーカ等の重機を用いて解体



機能を維持すべき設備・機器等の管理方針

- 公衆及び放射線業務従事者の被ばく低減を図るとともに、使用済燃料の貯蔵のための管理、汚染の除去工事、解体撤去工事及び核燃料物質によって汚染された物の廃棄作業等の各種作業の実施に対する安全確保のために、必要な期間、所要の性能及び必要な機能を維持管理
- 廃止措置のために導入する装置については、漏えい及び拡散防止対策、被ばく低減対策、事故防止対策等の安全確保のための機能が要求を満足するよう、適切な設計を行うとともに、製作・施工の適切な時期に試験又は検査を実施し、必要な機能を満足していることを確認
- 設備・機器等の機能については、定期的に点検等で確認していく。また、必要に応じて所定の手続きを経て必要な機能を満足するよう補修又は取替えを実施
- 廃止措置期間中に機能を維持すべき設備・機器等の維持管理に関しては、「保安規定」に管理の方法を定めて、これに基づき実施

放射性気体廃棄物の処理・処分の概要

➤ 処理処分方針

- ◆ 放射性気体廃棄物は、原子炉運転中における取扱い方法と同様に、発生から処理等の各段階において、廃棄物の漏えい、汚染の拡散及び放射線による被ばくを防止できるよう、適切に処理を行って管理放出

➤ 管理方法

- ◆ 原子炉運転中と同様に、発生量を合理的に可能な限り低減
- ◆ 既設の気体廃棄物の廃棄施設及び測定に必要な放出管理用計測器等を維持管理
- ◆ 放射性気体廃棄物の放出に際しては、主排気筒及び廃棄物処理建屋排気筒において放射性物質濃度の測定等を行い、「線量告示」に定める周辺監視区域の外の空気中の濃度限度を超えないように管理

放射性液体廃棄物の処理・処分の概要

➤ 処理処分方針

- ◆放射性液体廃棄物は、原子炉運転中における取扱い方法に準じ、発生から貯蔵、処理等の各段階において、廃棄物の漏えい、汚染の拡大及び放射線による被ばくを防止できるよう、適切に処理を行って管理放出

➤ 管理方法

- ◆原子炉運転中と同様に、発生量を合理的に可能な限り低減
- ◆既設の液体廃棄物の廃棄設備及び測定に必要な放出管理用計測器等を維持管理
- ◆放射性液体廃棄物の放出に際しては、機器ドレン処理系、床ドレン処理系及び洗濯廃液処理系の各サンプルタンク並びに非常用ガス処理系の収集タンクにおいて放射性物質濃度の測定等を行い、必要に応じて希釈等の措置を講じ、「線量告示」に定める周辺監視区域の外側の境界における水中の濃度限度を超えないように管理

放射性固体廃棄物の処理・処分の概要

➤ 処理処分方針

- ◆ 放射性固体廃棄物は、原子炉運転中における取扱い方法に準じて処理・処分
- ◆ 発生から貯蔵、処理等の各段階において、廃棄物の飛散、汚染の拡大及び放射線による被ばくを適切に防止できるよう、放射能濃度に応じて区分し、それぞれの区分及び性状等に応じた適切な方法により管理
 - 放射能レベルの比較的高い低レベル放射性廃棄物(レベル1)
 - 放射能レベルの比較的低い低レベル放射性廃棄物(レベル2)
 - 放射能レベルの極めて低い低レベル放射性廃棄物(レベル3)
- ◆ 放射性固体廃棄物の合理的な低減に努め、廃止措置期間完了までに廃棄事業者の廃棄施設に廃棄
- ◆ 放射性物質として扱う必要のないものは、原子炉等規制法に定める所定の手続き及び確認を経て施設から搬出し、可能な限り再利用

➤ 管理方法

- ◆ 放射能レベル及び性状別に区分管理
- ◆ 必要に応じて除染・減容処理等を行い、放射性廃棄物の発生量を合理的に可能な限り低減
- ◆ 固体廃棄物の廃棄設備を維持管理
- ◆ 廃止措置に伴い発生する放射性固体廃棄物については、適切に貯蔵保管するとともに、貯蔵、処理等の過程で高濃度のものが低濃度のものに混入することがないように管理
- ◆ 放射性固体廃棄物の事業所内及び事業所外における運搬は、関係法令を遵守して実施 21

主な廃止措置対象施設の推定汚染分布

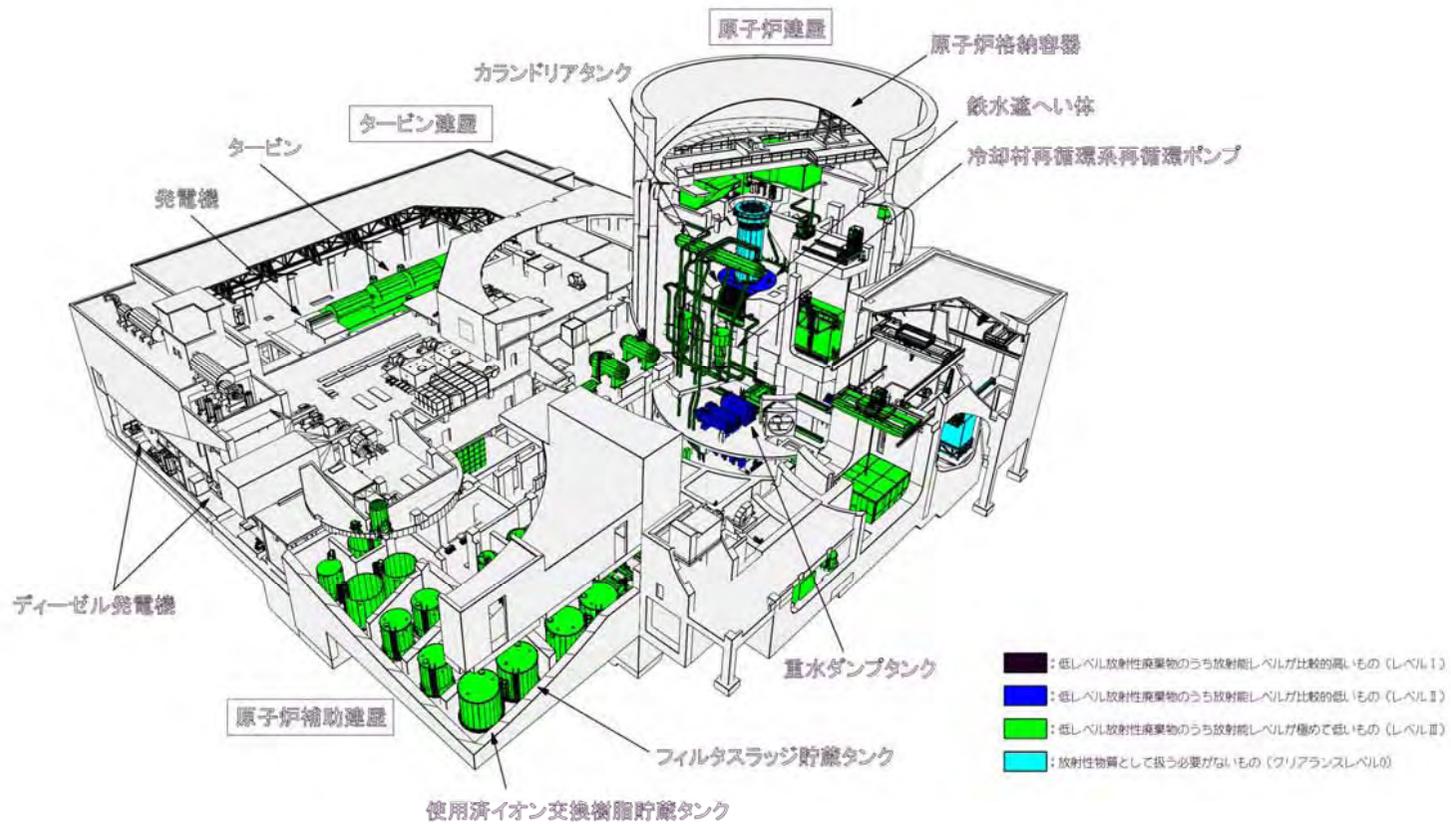


図5-10 残存放射性物質の分布 (廃止措置開始時点)

廃棄物の既貯蔵量及び今後の推定発生量

(単位：トン)

放射能レベル区分		汚染分布図の凡例	既貯蔵量	今後の推定発生量	合計
低レベル放射性廃棄物	放射能レベルの比較的高いもの (レベル1)	■	180	260	約500
	放射能レベルの比較的低いもの (レベル2)	■	2,970	1,380	約4,400
	放射能レベルの極めて低いもの (レベル3)	■	—	45,460	約45,500
放射性物質として扱う必要のないもの		■	—	510	約600
合計			約3,200	約47,600	約50,800
放射性廃棄物でない廃棄物(管理区域外からの発生分を含む)			—	約141,000	約141,000
(*) 汚染のない地下の建屋、構造物、事務所、倉庫等			—	約170,000	約170,000
総計			約3,200	約358,600	約361,800

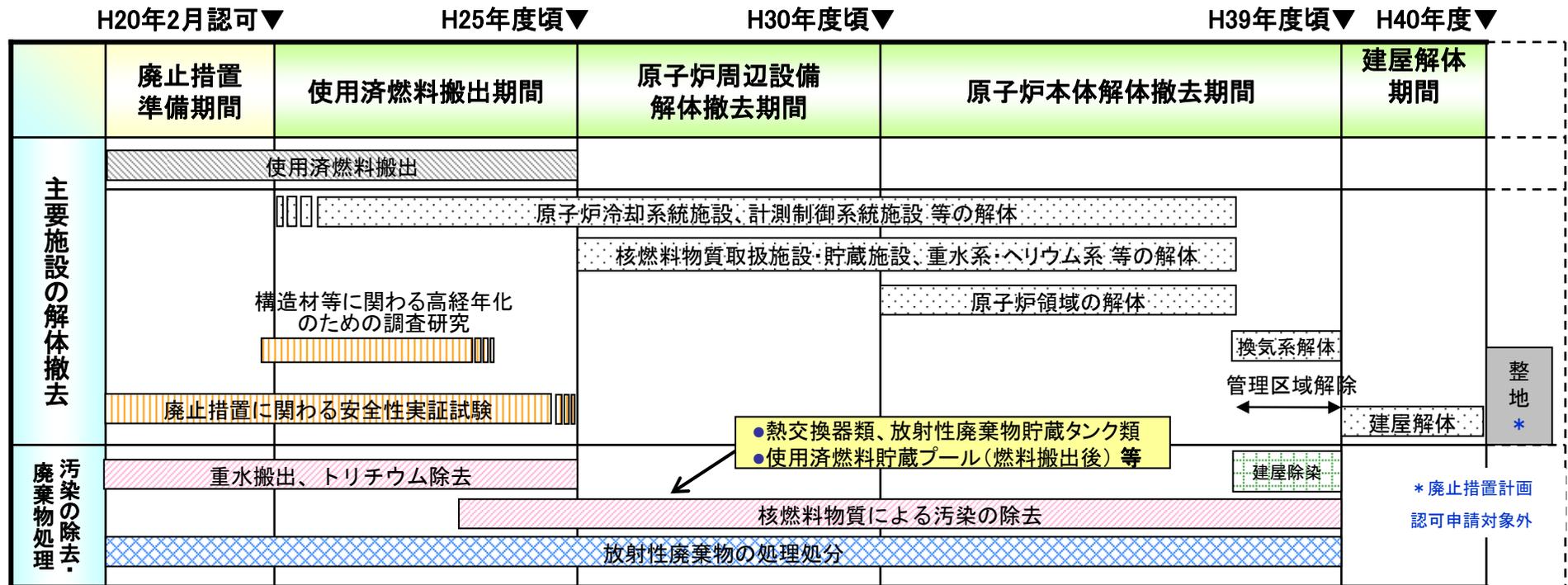
■ 廃止措置計画書に記載の範囲

■ (*) 廃止措置計画書記載対象外

- 既貯蔵量及び今後の推定発生量は、十トン単位で切り上げ、合計値については、百トン単位で切り上げた値である。(端数処理のため合計値が一致しないことがある)
- 表の記載条件は以下のとおり。
 - 既貯蔵量は、平成19年9月末時点の物量を示す。
 - 既貯蔵量及び今後の推定発生量における放射能レベル区分毎の物量は、除染を考慮していないレベル区分で集計したものである。(今後の除染等により各レベルの数量は変わりうる。)

廃止措置の工程

廃止措置は下記の4段階の期間に区分して実施
(平成40年度までに廃止措置を完了予定)



3. 廃止措置計画の安全審査について

I. 廃止措置計画の審査経緯

II. 廃止措置計画の認可基準適合性

III. 適切な廃棄物処理（規則43条の6第1項3号）、 適切な災害防止措置（規則43条の6第1項4号）へ の適合性審査

上記審査に当たっての基本的確認事項

- ①解体撤去作業における安全確保
- ②放射性廃棄物の取扱い
- ③解体中の原子炉施設の維持管理
- ④解体に当たっての安全性の評価

I. 廃止措置計画の審査経緯

- 平成18年11月 7日 廃止措置計画認可の申請
- 平成19年 2月 8日 専門家意見聴取、現地調査
- // 12月28日 廃止措置計画の一部補正申請
保安規定の変更認可申請
- 平成20年 1月24日 専門家意見聴取
- // 2月12日 廃止措置計画の認可
保安規定の認可
(コンクリート強度問題について)
(耐震安全性評価等の実施報告書
について)

Ⅱ. 廃止措置計画の認可基準適合性(1)

1. 炉心から使用済燃料が取り出されていること (規則43条の6第1項1号)への適合について

- ・運転を終了後、原子炉の機能停止措置として原子炉からすべての燃料体の取り出しを完了し、燃料体を使用済燃料貯蔵プールに保管していること。
- ・原子炉へ再度装荷できないようにする措置をとり、経済産業大臣の承認を得て、原子炉の運転を恒久的に停止していること。

2. 核燃料物質の管理及び譲渡しが適切なものであること (規則43条の6第1項2号)への適合について

- ・原子炉から取り出された燃料体は、全量の搬出が完了するまで使用済燃料貯蔵プールに貯蔵し、原子炉運転中と同様の取扱い・管理を行うこと。
- ・使用済燃料は、既設の専用燃料取扱施設で取り扱うとともに臨界管理、貯蔵管理、崩壊熱除去管理、遮へい管理を行うとしている。また、使用済燃料の取扱い及び貯蔵に係る施設に関して、必要な機能を維持管理することを保安規定に定めるとともに定期的な点検・検査を行うこと。
- ・使用済燃料は、東海研究開発センター 再処理技術開発センターの再処理施設にて再処理を行っているとしていること。
- ・未使用燃料は貯蔵しておらず、今後、核燃料物質を施設内には持ち込まないとしていること。

Ⅱ. 廃止措置計画の認可基準適合性(2)

3. 核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の管理、処理及び廃棄が適切なものであること(規則43条の6第1項3号)、核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は原子炉による災害の防止上適切なものであること(規則第43条の6第1項4号)への適合について

核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の管理、処理及び廃棄が適切なものであると認められる。また、廃止措置の実施が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は原子炉による災害の防止上適切なものと認められる。

主な審査結果の概要は次ページ以降のとおり。

Ⅲ. 規則43条の6第1項3号及び4号への適合性

- 1) 原子炉設置許可申請書、廃止措置計画認可申請までに変更の許可を受けた原子炉設置変更許可申請書及び廃止措置計画認可申請書に基づき実施
- 2) 専門家の意見聴取、現地調査の実施
- 3) 審査に当たって参考とした原子力安全委員会の指針等
 - 「原子炉施設の解体に係る安全確保の基本的考え方」
 - 「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」
 - 「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」
 - 「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」
 - 「実用発電用原子炉廃止措置工事環境影響評価技術調査－環境影響評価パラメータの調査研究－」(1)添付「廃止措置工事環境影響評価ハンドブック(第2次版)」((財)電力中央研究所)

その他、廃止措置を的確に遂行できることを確認する観点から、「廃止措置の実施体制及び品質保証計画」と「廃止措置に要する資金の額及びその調達計画」についても検討を行い、廃止措置の実施に支障がないことを確認した。

規則43条の6第1項3号及び4号への適合性審査に当たって の基本的確認事項

- ①解体撤去作業における安全確保
- ②放射性廃棄物の取扱い
- ③解体中の原子炉施設の維持管理
- ④解体に当たっての安全性の評価

①解体撤去作業における安全確保(1)

1. 解体撤去の手順及び工法選定

- 解体撤去工事の着手前までに、系統内に残存する放射性物質を合理的に可能な限り除去を行い、原子炉本体等、線量当量率の高い区域で工事を行う場合は、遠隔装置の導入を実施することとしていることなどを確認
- 既設の建屋、生体遮へい体、放射性廃棄物処理設備により遮へい及び汚染の拡大を抑制するようにしていることを確認

2. 公衆に対する安全確保

公衆の放射線被ばくを低減するように、適切な解体撤去手順及び工法を策定することを基本方針として定め、それに従い、一般公衆の被ばく線量評価、放射性物質の拡散防止対策等の安全確保の方策が考慮されることを確認

①解体撤去作業における安全確保(2)

3. 放射線業務従事者の放射線被ばく低減化対策等

汚染防止囲いの設置等の施設内の汚染拡大防止対策、内部被ばく低減のために防護具の使用、遮へい体又は遠隔操作装置の活用等、放射線業務従事者の放射線被ばく低減化等に対する考慮が行われることを確認

〈放射線業務従事者の線量〉

廃止措置期間中に想定される施設の解体撤去工事・・・約2.5人・Sv

4. 管理区域の設定及び解除

運転中と同様、関係法規に基づき、適切に行われることを確認

②放射性廃棄物の取扱い

1. 放射性廃棄物の区分と措置

放射性固体廃棄物について、放射能汚染の程度により区分し、それぞれの区分、性状に応じた方法により処理し、廃棄までの期間保管する等の措置が講じられることを確認

2. 解体中における放射性廃棄物の処理等

既存の放射性廃棄物処理建屋を維持管理する等放射性廃棄物の飛散、汚染の拡大及び放射線による被ばくを適切に防止するための措置が講じられることを確認

3. 放射性廃棄物の減容

放射性廃棄物の発生量を合理的に可能な限り低減するとともに、その取扱いに当たっては、高濃度のものが低濃度のものに混入することがないような措置が講じられること等を確認

③解体中の原子炉施設の維持管理

1. 保安のために必要な措置

解体中の原子炉施設への第三者の不法な接近等を防止する措置及び放射線業務従事者の不必要な被ばくを防止するための措置等が行われることを確認

2. 建屋・構築物等の維持管理

放射性物質を内包する系統及び機器を収納する建屋・構築物、放射性廃棄物の廃棄に係る施設等について必要な期間、その性能及び機能が維持されることを確認

3. その他の施設の維持管理

換気設備、電源設備、その他の安全確保上必要な設備に係る必要な性能及び機能が維持されることを確認

④解体に当たっての安全性の評価(1) (核燃料物質による汚染の分布とその評価)

廃止措置の実施による、環境への被ばく評価、発生する放射性廃棄物の処理を適切に行うために、残存する放射能量、発生した放射性廃棄物の量を評価

評価に当たって、運転履歴、運転中の放射線管理記録等の記録、原子炉運転期間中に実施した中性子フルエンス率の測定、サンプリング調査結果等をもとにして、原子炉停止後4. 5年後、10年後の評価を実施

	4. 5年後	10年後
放射化放射性物質の放射能量	約 2×10^{16} Bq	約 1×10^{16} Bq
汚染放射性物質の放射能量	約 1×10^{13} Bq	約 5×10^{12} Bq

	4. 5年後	10年後
原子炉運転中及び廃止措置準備期間に発生した放射性固体廃棄物の放射能量	約 2×10^{14} Bq	約 1×10^{14} Bq

④解体に当たっての安全性の評価(2)

1. 平常時における周辺公衆の被ばく線量評価

本申請の原子炉施設の周辺監視区域外における公衆の被ばく線量が法令に定める線量限度を十分下回るよう措置が講じられていることを評価。

【評価方法】

線量評価指針、一般公衆線量評価、気象指針に準拠し(電中研ハンドブックを一部参考)、放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物による発電所周辺的一般公衆の実効線量、直接線及びスカイシャイン線による空間放射線量を評価。

【評価結果】

- ・ 放射性気体廃棄物に起因する一般公衆の受ける実効線量: $0.7 \mu\text{Sv}/\text{y}$
- ・ 放射性液体廃棄物に起因する一般公衆の受ける実効線量: $2.7 \mu\text{Sv}/\text{y}$
- ・ 直接線及びスカイシャイン線による敷地境界外における空間放射線量:
空気カーマで約 $0.3 \mu\text{Gy}/\text{y}$

法令に定める線量限度 $1\text{mSv}/\text{y}$ を下回ることはもとより、線量目標値に対する評価指針に対する $50 \mu\text{Sv}/\text{y}$ を十分下回る。また、一般公衆の線量評価に示されている $50 \mu\text{Gy}/\text{y}$ を十分下回る。

線量評価結果

種 別	線 量		判断基準
	廃止措置中	原子炉運転中	
気体廃棄物による被ばく線量	0.7 μ Sv	5.3 μ Sv	法令に定める線量限度: 1 mSv 原子力安全委員会指針に記載する線量目標値: 50 μ Sv
液体廃棄物による被ばく線量	2.7 μ Sv	27 μ Sv	
気体廃棄物液体廃棄物による被ばく線量の合計	3.4 μ Sv	33.3 μ Sv	
直接線量及びスカイシャイン線量	0.3 μ Gy	0.8 μ Gy	原子力安全委員会専門部会報告書に記載する基準値: 50 μ Gy

④解体に当たっての安全性の評価(3)

2. 事故時における周辺公衆の被ばく線量評価

本申請に係る原子炉施設の廃止措置期間中の事故時において、公衆に著しい被ばくのリスクを与えないものであることを評価。

【評価方法】

線量評価指針、一般公衆線量評価、気象指針に準拠し、廃止措置期間中の事故時における発電所周辺の一般公衆の実効線量を評価。

【評価結果】

廃止措置期間中の事故時における発電所周辺の一般公衆の受ける実効線量は、「放射化機器(原子炉領域の設備・機器)の水中解体工事における局所フィルタの破損事故」による事象が最大で、**約0.3 μ Sv**。

「安全評価審査指針」に記載された事故時評価のめやすである**5mSv**を十分下回る。

⑤原子炉補助建屋のコンクリート強度問題を考慮した対策

1. 計画段階

建屋の一部の壁においては、圧縮強度が設計強度を下回るデータが得られていることから、コンクリート強度を考慮した工事方法を計画し、実施するとしている。

2. 実施段階

低い圧縮強度が得られた壁に支持されている設備・機器等の解体撤去工事を行う場合には、立入制限等の保安措置を講じるとしている。

3. 維持管理

廃止措置期間中においても各建屋の巡視及び点検等を継続実施するとしている。

4. 原子炉補助建屋のコンクリート強度問題について

(1) 経緯

平成18年度	原子力安全基盤機構からの委託事業として平成18年度に「福井県における高経年化調査研究事業」として、ふげんを活用した高経年化に関する研究を実施。
平成19年2月	ふげん原子炉補助建屋コンクリート壁で設計基準強度を下回るデータが測定されたことが報道された。
平成19年2月～8月	JAEAは、データの信頼性等について検討を実施。
平成19年8月	JAEAは、追加試料の採取を含む追加調査計画を策定し、公表した。 (1) ふげん建屋健全性に係る検討(10月半ば頃まで) (2) 強度試験データの妥当性・信頼性に係る調査(12月頃まで)
平成19年10月	○JAEAは、上記に基づく追加調査を実施し、ふげん建屋健全性の評価結果(本来の耐震設計上の性能である耐震Bクラスを満たしている)について公表。 ○保安院は、JAEAの評価結果を妥当とするものと認めるとともにJAEAに対し、文書にて一部のコンクリート強度が設計基準強度を下回った原因及び対策等について徹底した調査、検討を行い、2ヶ月を目途に、当院に報告するよう指示した。
平成19年12月	JAEAから原因及び対策等について調査、検討した結果の報告がされた。
平成20年2月	保安院は、専門家の意見聴取、現地調査も実施し、検討した結果、JAEAの原因及び対策等について妥当とし、プレス公表した。

(2) ふげん建屋健全性に係る検討の概要

① コア採取

- 平成19年9月4日～9月11日に実施
- 国土交通省監修の「耐震診断基準」に基づき、各階における壁の配置、厚さ、打設時期等を考慮し、主要な耐震壁を選定
- 〔地下2階～地上3階の各階のXY方向の耐震壁2～3箇所(全体で12箇所)×3本 合計36本のコアを採取〕
- 採取したコアより、直径10cm×長さ20cmの圧縮強度測定のための供試体を成形加工
- 全ての供試体は、ひび割れ等外観上の異常がなく、圧縮強度測定用試料として適切であることを確認
- ②の圧縮強度測定も含め、第三者機関である(財)日本建築総合試験所が実施



コアボーリングの状況



コアから成形した供試体

② 圧縮強度測定

- 36本の試料のうち、26本は設計基準強度を満足
- 地上階の一部の壁の圧縮強度が低いことを確認
- 各階の圧縮強度の平均値は設計基準強度を満足



圧縮強度試験機

③ 評価に使用する推定強度の算出

「耐震診断基準」に基づき、各階の平均値(Xmean)から標準偏差(σ)の1/2を差し引くことにより、各階の壁の推定強度(σB)を算出

$$\text{【算出式】 } \sigma B = X\text{mean} - 1/2 \times \sigma$$

単位: N/mm²

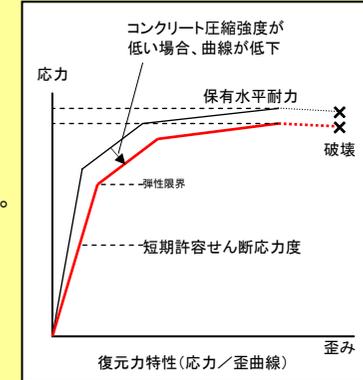
地下2階	地下1階	地上1階	地上2階	地上3階
27.5*	25.3	23.1	20.4	20.4

* 「耐震診断基準」に従い、30N/mm²並びに設計基準強度(22.06N/mm²)の1.25倍を超えない範囲で設定。

④ 許容値の算定

各階の耐震壁の推定強度より、構造健全性評価の許容値を算出

- 短期許容せん断応力度**
建物が弾性範囲にあることを示す短期(地震時)に許容されるせん断応力度。通常、推定強度の1/20といった値で求まる。
- 保有水平耐力**
地震力が大きくなると建物は変形し塑性化して最終的には崩壊に至る。そのときの建物の耐力を保有水平耐力といい、推定強度から得られる応力/歪曲線の上端に相当する。



⑤ 構造健全性の評価

各階の耐震壁に作用する水平地震力を算出し、④の許容値内にあることを確認する。

- 静的地震力**
建築基準法に定める1階に作用する地震力が建物重量の2割として各階毎に算出される水平地震力の1.5倍(耐震Bクラス)の地震力を想定。④の短期許容せん断応力度と比較し、建物が弾性範囲にあることを確認。(安全率1.0以上)
- 必要保有水平耐力**
1階で建物重量の10割の水平力として規定される地震力(上記建築基準法に定める値の5倍)を想定。④の保有水平耐力と比較し、更に大きな地震に対しても、建物が損壊しないことを確認。

静的地震力	安全率(④/⑤)	
	NS方向	EW方向
地上3階	2.2	1.8
地上2階	1.5	1.1
地上1階	1.9	1.5
地下1階	2.1	2.0
地下2階	1.5	1.7

必要保有水平耐力	安全率(④/⑤)	
	NS方向	EW方向
地上3階	3.4	2.4
地上2階	2.1	1.8
地上1階	2.1	2.0
地下1階	2.5	2.8
地下2階	1.8	2.1

⑥ 結論

原子炉補助建屋が耐震Bクラスの耐震性能を有していることを確認。これにより建屋構造健全性を確認した。

(3) 原因・対策の概要 (圧縮強度測定結果)

- ・ 厚壁中央部の圧縮強度は、ほとんどが設計基準強度 (22.06N/mm²) を満足。
- ・ 厚壁表層部の圧縮強度は、一部が設計基準強度より小さい。
- ・ 薄壁の圧縮強度は、ほとんどが設計基準強度より小さい。

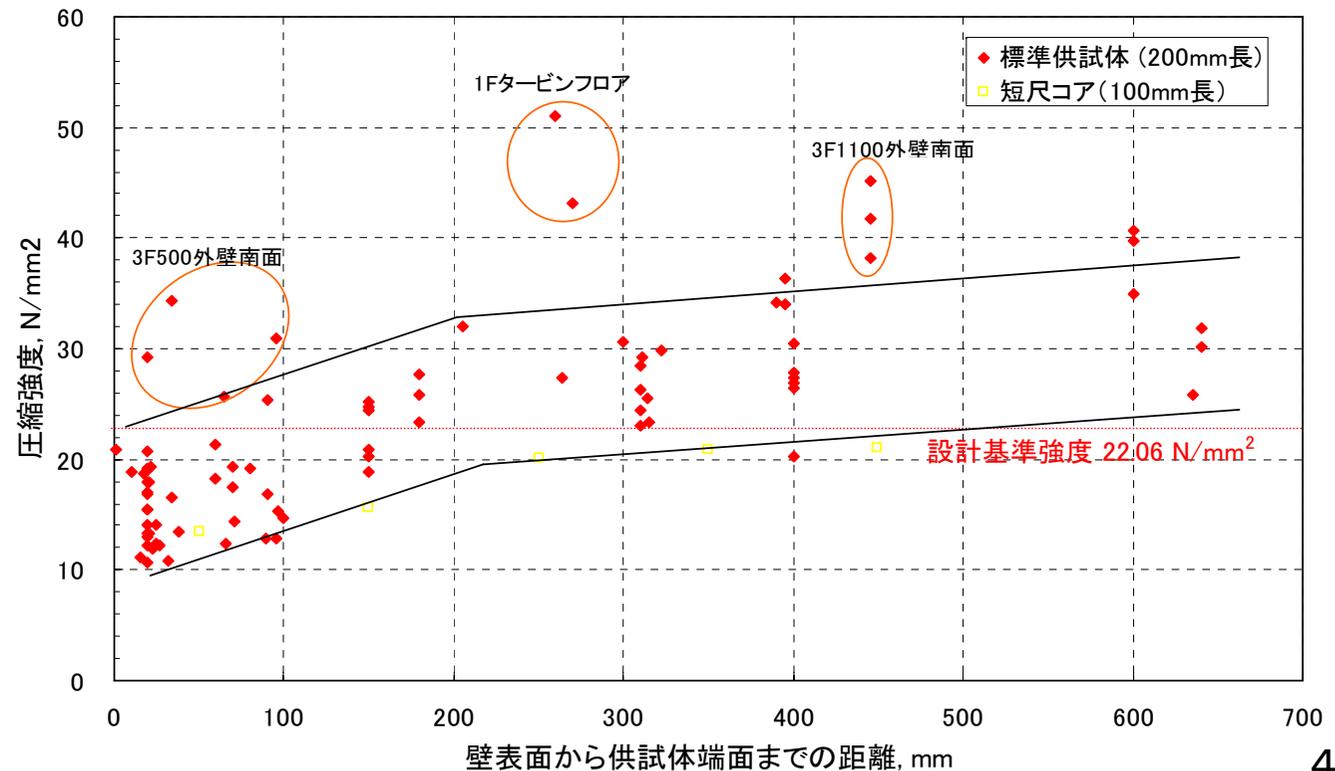
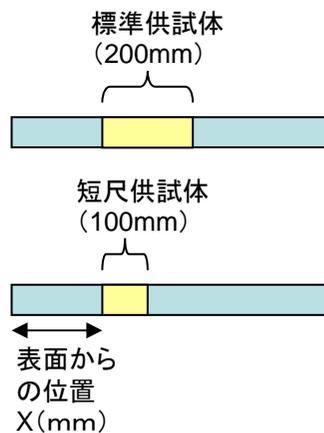
厚壁中央部: 20.2~51.1 N/mm²
 表層部: 14.4~36.4 N/mm²
 薄壁: 10.6~25.4 N/mm²

【定義】

厚壁: 厚さ500mm以上の壁

薄壁: 厚さ400mm以下の壁

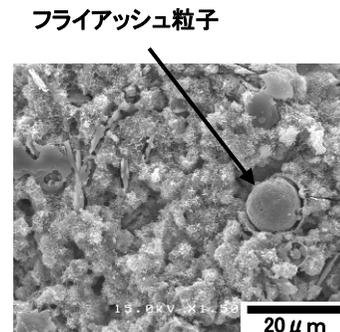
厚壁表層部: 厚壁表面からの深さが200mm以下の部位



(3) 原因・対策の概要 (組織等の分析結果)

- (1) 圧縮強度が低い薄壁や壁表層部は、粗な組織で、水和反応初期のコンクリート組織の様相。
- (2) 圧縮強度が高い厚壁の中央部は、密実な組織で、水和反応が十分完了したコンクリート組織の様相。
- (3) 中性化深さは27～150mmであったが、鉄筋の腐食はなかった。

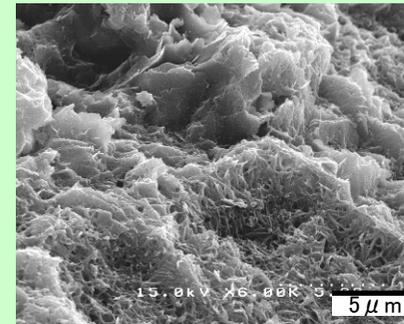
走査型電子顕微鏡(SEM)観察:
観察した全ての試料からフライアッシュを確認。
フライアッシュ量の定量はできなかった。



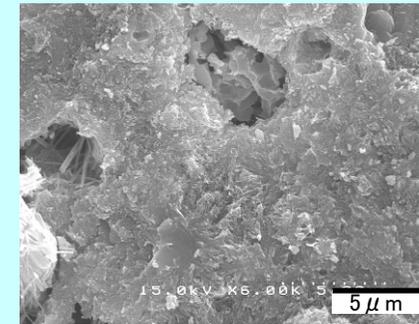
組織観察・分析

(地下2階1000mmの厚壁)

走査型電子顕微鏡(SEM)による組織観察



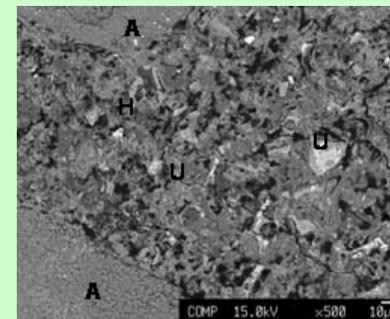
繊維状の粗な水和物が多く見られる



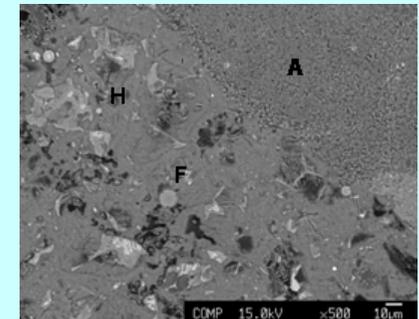
緻密な水和物が多く見られる

電子線マイクロアナライザ(EPMA)による分析

(空隙部は黒い画像として観察される)



黒い空隙部が多く見られる他、未水和セメントも見られる



黒い空隙部は少なく、緻密な組織が多く見られる

厚壁表層部

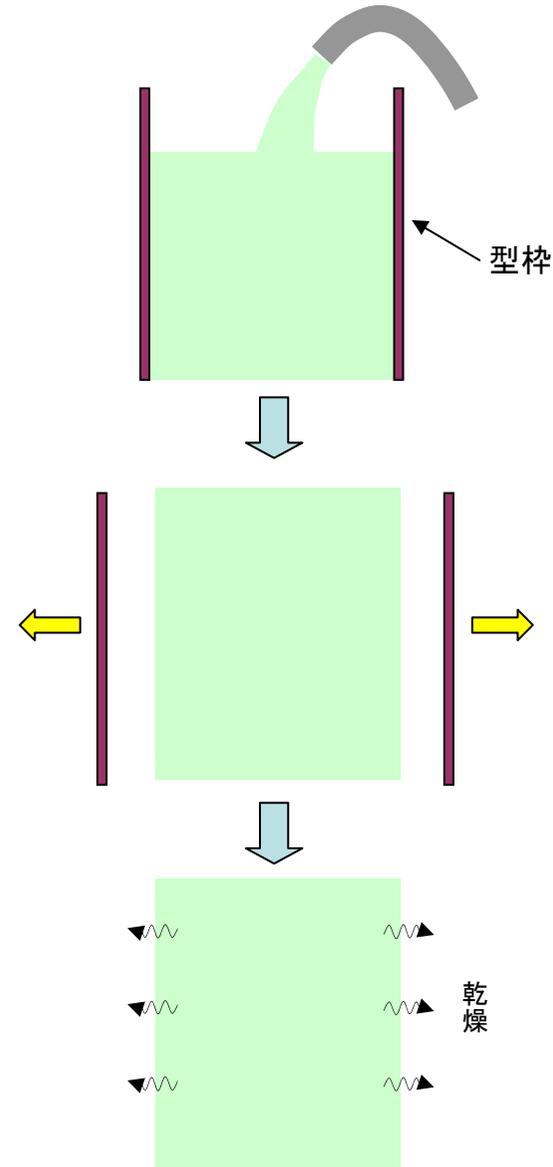
厚壁中央部

(3) 原因・対策の概要 (原因推定のまとめ)

① 原子炉補助建屋のコンクリートとして、普通ポルトランドセメントにフライアッシュが含まれたコンクリートを使用した。

② 施工上の留意点が不足
・型枠の存置期間の不足
・十分な湿潤養生の不足 等

③ 施工上の留意点が不足したため、乾燥が進み、コンクリートの硬化に必要な水分が不足した。



コンクリートが十分に硬化せず、必要な強度が得られなかった。