

島根原子力発電所 2 号炉 大規模な自然災害又は故意による大型航空機の 衝突その他のテロリズムへの対応について

令和 2 年 7 月
中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

1. 大規模損壊対応の基本方針	.....	P2
2. 手順書の整備	.....	P4
3. 体制の整備	.....	P10
4. 設備及び資機材の配備	.....	P16
5. 審査会合における指摘事項に対する回答	.....	P17

1. 大規模損壊対応の基本方針（1 / 2）

大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムにより、プラント監視機能の喪失、建物の損壊に伴う広範囲な機能の喪失等の大規模な損壊が発生するおそれがある場合又は発生した場合の対応措置として、発電用原子炉施設内において有効に機能する運転員を含む人的資源、設計基準事故対処設備、重大事故等対処設備等の物的資源及びその時点で得られる発電所構内外の情報を活用することにより、様々な事態において柔軟に対応できる「手順書の整備」、「体制の整備」及び「設備・資機材の整備」を行う方針とする。

（1）手順書の整備

- 大規模損壊発生時の手順書を整備するに当たっては、設計基準を超えるような規模の自然災害及び故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムを想定する
- 大規模損壊が発生した場合に対応する手順については、以下に示す5つの活動を行うための手順を網羅する
 - 一 大規模な火災が発生した場合における消火活動
 - 故意による大型航空機の衝突による大規模な航空機燃料火災を想定し、放水砲等を用いた泡消火活動
 - 二 炉心の著しい損傷を緩和するための対策
 - 原子炉停止と発電用原子炉への注水
 - 三 原子炉格納容器の破損を緩和するための対策
 - 原子炉格納容器からの除熱と原子炉格納容器の破損回避
 - 四 燃料プールの水位を確保するための対策及び燃料体の著しい損傷を緩和するための対策
 - 燃料プールの水位低下時の燃料プールへの注水又はスプレイ
 - 五 大規模損壊発生時における放射性物質の放出を低減するための対策
 - 原子炉建物への放水による拡散抑制


1. 大規模損壊対応の基本方針（2 / 2）

（2）体制の整備

- 重大事故等対策に係る体制を基本とするが、大規模損壊の発生により、要員の被災等による非常時の体制が部分的に機能しない場合においても流動性を持って柔軟に対応できる体制を整備する
- 重大事故等を超えるような状況を想定した大規模損壊対応のための体制を整備，充実するために，大規模損壊対応に係る必要な計画の策定並びに重大事故等に対処する要員に対する教育及び訓練を付加して実施し体制の整備を図る

（3）設備及び資機材の配備

- 大規模損壊発生時の対応手順に従って活動を行うために必要な重大事故等対処設備及び資機材を配備する



**別冊Ⅰ～Ⅲ（非公開）
ケーススタディによる対応計画の妥当性確認**

2. 手順書の整備（1 / 6）

大規模損壊発生時の手順書を整備するに当たっては、大規模損壊を発生させる可能性のある外部事象として、設計基準を超えるような規模の自然災害及び故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムを想定する。ただし、特定の事象の発生や検知がなくても、運転操作手順書及び緊急時対策本部用手順書で対応可能なよう配慮する。

■ 大規模な自然災害

- 大規模損壊を発生させる可能性のある自然災害の事象を選定した上で、整備した対応手順書の有効性を確認する
- PRAの結果に基づく事故シーケンスグループの選定にて抽出しなかった地震及び津波特有の事象として発生する事故シーケンス※についても対応できる手順書として整備する

※ Excessive LOCA, 計測・制御系喪失, 格納容器バイパス, 原子炉格納容器損傷, 原子炉圧力容器損傷, 原子炉建物損傷, 制御室建物損傷, 廃棄物処理建物損傷, 直接炉心損傷に至る事象, 全交流動力電源喪失 + 原子炉停止失敗, 冷却材喪失 + 高圧炉心冷却失敗 + 低圧炉心冷却失敗

■ 故意による大型航空機の衝突その他のテロリズム

- 様々な状況が想定されるが、その中でも施設の広範囲にわたる損壊、多数の機器の機能喪失及び大規模な火災が発生して発電用原子炉施設に大きな影響を与える事象を前提とした対応手順書を整備する

2. 手順書の整備（2 / 6）

○大規模損壊を発生させる可能性のある自然現象を以下のプロセスで網羅的に抽出・選定

① 自然現象の網羅的な抽出

国内外の基準等で示されている外部事象を参考に、網羅的に自然現象を収集
⇒自然現象55事象

② 個別の事象に対する発電用原子炉施設の安全性への影響度評価（起因事象の特定）

設計基準を超えるような非常に過酷な状況を想定した場合に、発電用原子炉施設の安全性が損なわれる可能性について評価
⇒発生し得るプラント状態（起因事象）を特定

③ 特に発電用原子炉施設の安全性に影響を与える可能性のある自然現象の選定

②の影響度評価により、特にプラントの安全性に影響を与える可能性がある事象を選定
・地震 ・津波 ・地震と津波の重畳 ・竜巻 ・凍結 ・積雪 ・落雷
・地滑り（土石流） ・火山の影響 ・森林火災 ・隕石

④ ケーススタディの対象シナリオ選定

上記で選定された事象の発電用原子炉施設への影響について、重大事故等対策で想定している事故シーケンスに包含されないものを抽出し、さらに他事象での想定シナリオによる代表性を考慮して、大規模損壊のケーススタディの対象とするシナリオを選定
・地震 ・津波 ・地震と津波の重畳

○故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムへの対応における考慮

- テロリズムには様々な状況が想定されるが、その中でも施設の広範囲にわたる損壊、多数の機器の機能喪失及び大規模な火災が発生して発電用原子炉施設に大きな影響を与える故意による大型航空機の衝突をケーススタディとして選定する

2. 手順書の整備（3 / 6）

- 発電用原子炉施設が受ける被害範囲は不確定であり、あらかじめシナリオを設定した対応操作は困難であると考えられることから、使える可能性のある設備、資機材及び要員を最大限に活用した多様性及び柔軟性を有する手段を構築する
 - 大規模損壊が発生するおそれがある場合又は発生した場合は、緊急時対策本部長の指揮の下で運転操作手順書及び緊急時対策本部用手順書に基づいて対応操作を実施する
 - 発電所全体の状態を把握するための「プラント状態確認チェックシート」及び対応操作の優先順位付けや対策決定の判断を行うための緊急時対策本部で使用する「対応フロー」を整備する
 - この対応フローは、事故時操作要領書、原子力災害対策手順書等の相互関係の概略をまとめ、全体像を把握するツールとして緊急時対策本部の運営を支援するために整備する
 - 技術的能力に係る審査基準1.2から1.14において整備する手順に加え、大規模損壊に特化した手順を整備する

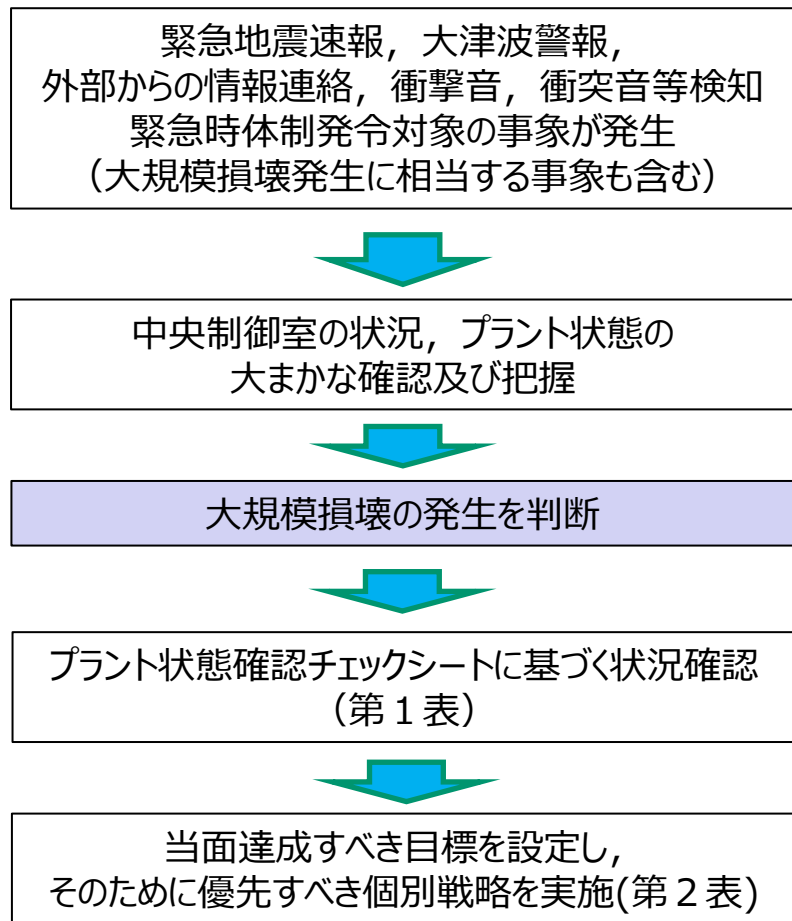


大規模損壊の発生を判断し柔軟な対応を実施

2. 手順書の整備（4 / 6）

○大規模損壊発生時の対応手順書の適用条件と判断フロー

大規模損壊発生時の対応の流れを以下に示す（第1図）



第1図 大規模損壊発生時の対応の流れ

- ◆ プラントの状況把握が困難な場合
⇒外からの目視による確認及び可搬型計測器による優先順位に従った内部の状況確認を順次行い、緩和措置を実施する

第1表 プラント状態確認チェックシート

1. 中央制御室との連絡及びプラントパラメータの監視機能確認【ステップ1-1】

確認者:		確認日時: 年 月 日 時 分	
番号	項目	状態	備考
1	1号及び2号中央制御室との連絡確認	連絡可能・連絡不可	対応可能: 名
2	3号中央制御室との連絡確認	連絡可能・連絡不可	対応可能: 名
3	中央制御室でのパラメータ確認	可能・不可	
	のプラメータ確認	可能・不可	

【大規模損壊に対応する手順の適用開始条件】

- ◆ 以下のいずれかの状態となった場合又は疑われる場合
 - ・ プラント監視機能又は制御機能の喪失によりプラント状態把握に支障が発生した場合(中央制御室の機能喪失を含む。)
 - ・ 燃料プールの損傷により水の漏えいが発生し、燃料プールの水位が維持できない場合
 - ・ 炉心冷却機能及び放射性物質閉じ込め機能に影響を与える可能性があるような大規模な損壊(建物損壊に伴う広範囲な機能喪失等)が発生した場合
 - ・ 大型航空機の衝突による大規模な火災が発生した場合
- ◆ 原子力防災管理者又は当直副長が大規模損壊に対応する手順を活用した支援が必要と判断した場合※
※重大事故等時に期待する設備等が機能喪失し、事故の進展防止及び影響緩和が必要と判断した場合

2. 手順書の整備（5 / 6）

当面達成すべき目標を設定し、そのために優先すべき個別戦略を実施（第2表）

- 大規模損壊では、重大事故等時に比べて発電用原子炉施設が受ける影響及び被害の程度が大きく、その被害範囲は広範囲で不確定なものと想定され、あらかじめシナリオを設定して対応することが困難であることが想定される
- 大規模損壊の対応に当たっては、発電所外への放射性物質放出の防止及び抑制を最優先に実施する

第2表 当面達成すべき目標と実施する個別戦略の考え方

当面達成すべき目標 ⇒緊急時対策本部は、発電所外への放射性物質の防止及び抑制を最優先として、対応要員数、可搬型設備、常設設備を含めた残存する資源等を確認し、最大限の努力によって得られる結果を想定して、当面達成すべき目標を設定	個別戦略を選択するための判断フロー ⇒当面達成すべき目標を設定後、そのために優先すべき戦略を決定
第一義的目標は炉心損傷を回避するため、速やかに発電用原子炉を停止し、注水することである。炉心損傷に至った場合においても発電用原子炉への注水は必要となる 【設定目標:炉心損傷回避又は緩和】	<ul style="list-style-type: none"> • 発電用原子炉の「止める」、「冷やす」機能を優先的に実施
炉心損傷が回避できない場合は、原子炉格納容器の破損を回避する 【設定目標:原子炉格納容器の破損回避又は緩和】	<ul style="list-style-type: none"> • 基本的に炉心損傷が発生した場合においても、原子炉圧力容器への注水は継続して必要となるが、使用可能な設備や対応可能要員の観点から、一時的に原子炉格納容器の破損回避の対応を優先せざるを得ない状況になることが想定される。この際に「閉じ込め」機能を維持するための個別戦略を実施 • 原子炉格納容器の損傷が発生し、原子炉建物内に放射性物質が漏えいする状況が想定される場合は、放射性物質拡散抑制戦略を実施
燃料プールの水位が低下している場合は、速やかに注水する 【設定目標:燃料プール水位確保及び燃料体の損傷回避又は緩和】	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料プール内の燃料の冷却のための個別戦略を実施する。燃料プール内の燃料損傷が発生し、原子炉建物内の放射性物質濃度が上昇する状況が想定される場合は、放射性物質拡散抑制戦略を実施
これらの努力を最大限行った場合においても、炉心損傷、かつ、原子炉格納容器の破損又は燃料プール水位の異常低下の回避が困難な場合は放射性物質の拡散抑制を行う 【設定目標:放射性物質拡散抑制】	<ul style="list-style-type: none"> • 炉心損傷が発生するとともに、原子炉圧力容器への注水が行えない場合、燃料プール水位の低下が継続している場合又は原子炉建物が損傷している場合は、放射性物質拡散抑制戦略を実施

2. 手順書の整備（6 / 6）

○大規模損壊発生時に活動を行うために必要な手順書

- 重大事故等対策で整備する設備を活用した手順等に加えて共通要因で同時に機能喪失することのない可搬型重大事故等対処設備等を用いた手順，中央制御室での監視及び制御機能が喪失した場合でも対応できるよう現場にてプラントパラメータを監視するための手順，可搬型計測器にてプラントパラメータを監視するための手順，建物や設備の状況を目視にて確認するための手順及び現場にて直接機器を作動させるための手順等を整備する
 - さらに上記の手順に加え，柔軟な対応を行うため，以下の大規模損壊に特化した手順を整備する
 - ・ 現場での可搬型計測器によるパラメータ計測，監視手順
 - 大規模損壊発生時の対応手順については，大規模損壊に関する考慮事項等，米国におけるNEIガイド※の考え方も参考とする
- ※ 大規模自然災害への対応ガイド(NEI-12-06)及び航空機テロへの対応ガイド(NEI-06-12)

大規模損壊の発生に備えた体制の整備の基本的考え方



- 大規模損壊が発生するおそれがある場合又は発生した場合における体制については、重大事故等時の対応体制を基本とする
- 要員の被災等による非常時の体制が部分的に機能しない場合(中央制御室の機能喪失含む)でも流動性を持って柔軟に対応できる体制を整備する
- 重大事故等を超えるような状況を想定した大規模損壊対応のための体制を整備、充実するために、大規模損壊対応に係る必要な計画の策定並びに重大事故等に対処する要員に対する教育及び訓練を付加して実施し体制の整備を図る

3. 体制の整備（2 / 6）

○大規模損壊発生時の体制（次頁第2図）

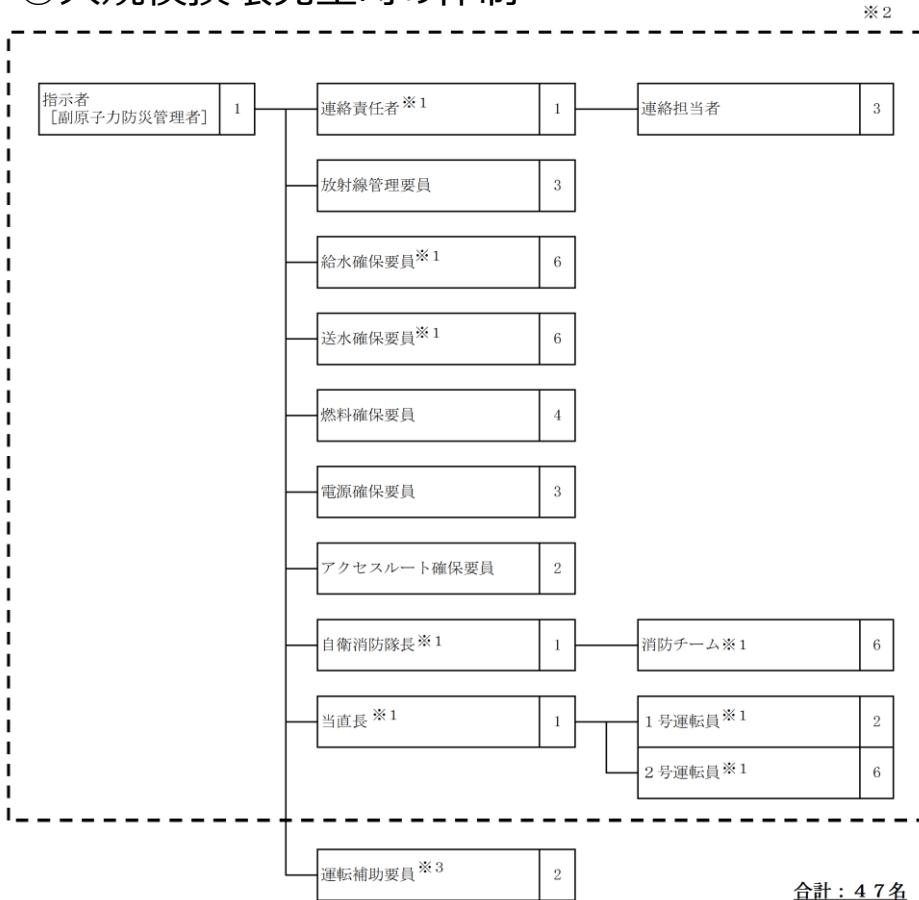
■ 大規模損壊が発生するおそれがある場合又は発生した場合における体制については、重大事故等時の対応体制を基本とする

- 故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムの発生により、中央制御室(1号炉及び2号炉運転員を含む)が機能しない場合もあらかじめ想定し、運転補助要員^{※1}の活用及び緊急時対策要員で役割を変更する要員に対して事前に周知しておくことで混乱することなく迅速な対応を可能とする
- 大規模な自然災害が発生した場合には、交替要員参集に時間を要する可能性があるが、その場合であっても、運転員及び自衛消防隊を含む発電所構内に常駐する要員により、事故対応を行えるよう体制を整備する

※1 建設段階にある3号炉中央制御室に常駐する3号炉運転員

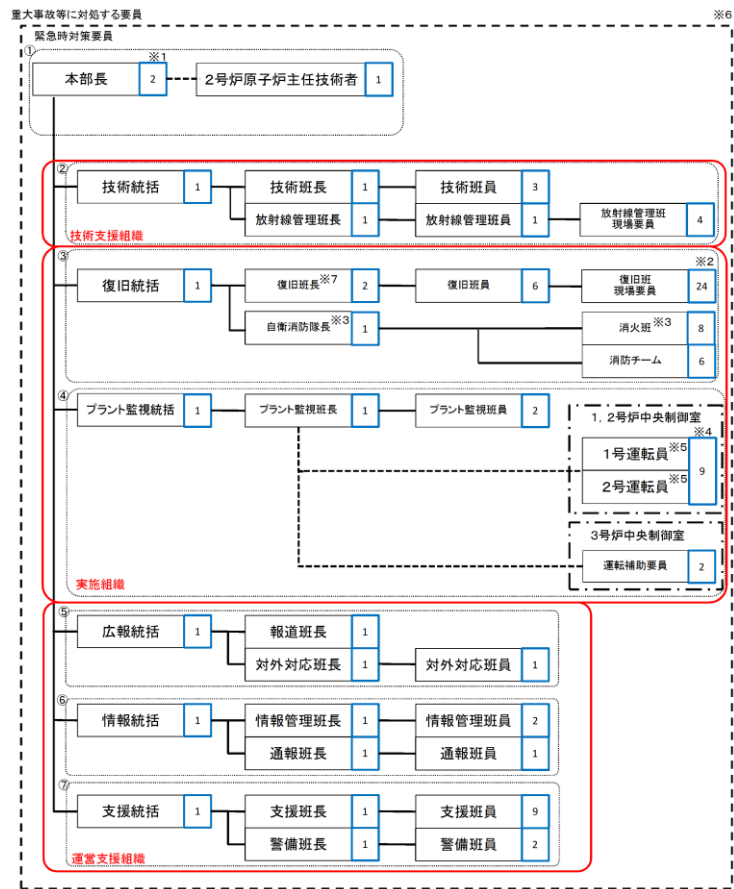
3. 体制の整備 (3 / 6)

○大規模損壊発生時の体制



- ※1 火災発生時は自衛消防隊として活動を行う。
- ※2 1、2号炉含め本体制にて対応するが、1号炉については必要な措置を講じるまでに時間的余裕があるため、2号炉対応を優先する。
- ※3 故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムの発生により、中央制御室（1号炉及び2号炉運転員を含む）が機能しない場合に活動を期待する要員。

【初動体制】



- ※1 本部長含む
- ※2 役割に応じたチームを構成する。
- ※3 火災発生時以外は復旧班員として活動を行う。
- ※4 1号運転員2名、2号運転員(当直長含む):7名
- ※5 火災発生時は自衛消防隊として活動を行う。
- ※6 1、2号炉含め本体制にて対応するが、1号炉については必要な措置を講じるまでに時間的余裕があるため、2号炉対応を優先する。
- ※7 復旧班長2名のうち1名が、1号炉復旧対応を実施する際に、必要な指示を実施
- は人数を示す
- ①: 意思決定・指揮
- ②: 情報収集・計画立案
- ③: 復旧対応
- ④: プラント監視対応
- ⑤: 対外対応
- ⑥: 情報管理
- ⑦: ロジスティック・リソース管理

【全体体制】

第2図 初動体制及び全体体制の構成

3. 体制の整備（4 / 6）

○大規模損壊発生時の要員確保及び通常とは異なる指揮命令系統の確立についての基本的考え方

■ 要員の被災等による非常時の体制が部分的に機能しない場合（中央制御室の機能喪失を含む）でも流動性を持って柔軟に対応できる体制を整備する

- 夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）における緊急時対策要員は、地震、津波等の大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムが発生した場合にも対応できるよう、分散して待機する
- 地震、津波等の大規模な自然災害によって、待機場所への影響が考えられる場合は、屋外への待避及び高台への避難等を行う
- 建物の損壊等により要員が被災するような状況においても、発電所構内に勤務している他の要員を活用する等の柔軟な対応をとることを基本とする
- 大規模損壊と同時に大規模な火災が発生している場合、緊急時対策本部の火災対応の指揮命令系統の下、自衛消防隊は消火活動を実施する
- 緊急時対策本部長が、事故対応を実施又は継続するために、放水砲等による泡消火の実施が必要と判断した場合は、緊急時対策要員を火災対応の指揮命令系統の下で活動する自衛消防隊の指揮下で消火活動に従事させる

3. 体制の整備（5 / 6）

○大規模損壊への対応のための要員への教育及び訓練の実施（次頁第3表）

- 重大事故等を超えるような状況を想定した大規模損壊対応のための体制を整備，充実するために，大規模損壊対応に係る必要な計画の策定並びに重大事故等に対処する要員に対する教育及び訓練を付加して実施し体制の整備を図る
 - 大規模損壊発生時に対応する手順及び事故対応用の資機材の取扱い等を習得するための教育及び訓練を実施する
 - 緊急時対策要員については，要員の役割に応じて付与される力量に加え，例えば要員の被災等が発生した場合においても，優先順位の高い緩和措置の実施に遅れが生じることがないように，臨機応変な配員変更に対応できる知識及び技能習得による要員の多能化を計画的に実施する
 - 原子力防災管理者及びその代行者を対象に，通常の指揮命令系統が機能しない場合及び残存する資源等を最大限活用しなければならない事態を想定した個別の教育及び訓練を実施する
 - 大規模損壊発生時に対応する組織とそれを支援する組織の実効性等を確認するための定期的な総合訓練を継続的に実施する

3. 体制の整備（6 / 6）

○大規模損壊への対応のために必要な力量

第3表 大規模損壊発生時の対応に係る発電所の力量管理について

要員	必要な作業	必要な力量
緊急時対策要員 ・本部長，本部員， 各統括	○発電所における災害対策活動の実施	○事故状況の把握 ○対応判断 ○的確な指揮 ○各班との連携
緊急時対策要員 ・上記及び運転員以外 の要員	○発電所における災害対策活動の実施 （統括／班長指示による） ○関係箇所への情報提供 ○各班要員の活動状況把握	○所掌内容の理解 ○対策本部との情報共有 ○各班との連携
運転員	○事故状況の把握 ○事故拡大防止に必要な運転上の措置 ○除熱機能確保に伴う措置	○確実なプラント状況把握 ○運転操作 ○事故対応手順の理解
実施組織 （運転員除く）	○復旧対策の実施 ・資機材の移動，電源車による給電， 原子炉への注水，燃料プールへの 注水等 ○消火活動	○個別手順の理解 ○資機材の取り扱い ○配置場所の把握
技術支援組織	○事故拡大防止対策の検討 ○放射線・放射能の状況把握	○事故状況の把握 ○各班との情報共有 ○個別手順の理解 ○資機材の取扱い
運営支援組織	○資材の調達及び輸送 ○社外関係機関への通報・連絡	○各班との情報共有 ○個別手順の理解 ○資機材の取扱い

4. 設備及び資機材の配備

大規模損壊発生時の対応手順に従って活動を行うために必要な重大事故等対処設備及び資機材を次に示す基本的な考え方にに基づき配備する。

- (1) 大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムへの対応に必要な設備の配備及び当該設備の防護の基本的な考え方
 - 可搬型重大事故等対処設備は、同等の機能を有する設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備と同時に機能喪失することのないよう外部事象の影響を受けにくい場所に保管する
 - 大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムの共通要因で、同時に複数の可搬型重大事故等対処設備が機能喪失しないように保管場所を分散し、かつ、十分離して配備する
- (2) 大規模損壊に備えた資機材の配備に関する基本的な考え方
 - 重大事故等対策で配備する資機材の基本的な考え方を基に、高線量の環境、大規模な火災の発生及び外部支援が受けられない状況を想定し配備する
 - そのような状況においても使用を期待できるよう、原子炉建物から100m以上離隔をとった場所に分散して配備する

5. 審査会合における指摘事項に対する回答

(1) 大規模損壊 指摘事項一覧

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
1	R2.3.5 (通信連絡設備)	大規模損壊時等の常設の有線設備が使用できない場合を考慮して、緊急時対策所から現場への有線での通信連絡手段として、中継コード等の数量を検討すること。	P18,19

5. 審査会合における指摘事項に対する回答

(1) 大規模損壊 (指摘事項No.1) (1 / 2)

■ 指摘事項 (第843回審査会合 (令和2年3月5日))

大規模損壊時等の常設の有線設備が使用できない場合を考慮して、緊急時対策所から現場への有線での通信連絡手段として、中継コード等の数量を検討すること。

■ 回答

大規模損壊発生時において、大型航空機の衝突により制御室建物が損傷し中央制御室の機能喪失時は、緊急時対策所近傍の免震重要棟に資機材として保管している有線式通信機及び中継コードを使用し、緊急時対策所から現場 (屋内) まで中継コードを敷設して通信連絡を行うこととしている。

屋外は緊急時対策所から原子炉建物西側の入口までの敷設長さが1,140m (100m/台, 12台), 屋内は入口から最長となる制御室建物 1 階までの390m※を, 班数が最大となる原子炉補機代替冷却系による除熱手順の4班がそれぞれ敷設するとした場合 (4台×4班の16台), これを満足する中継コード28台 (予備1台) を緊急時対策所近傍の免震重要棟に保管する。

中継コード以外の資機材としては、有線式通信機を作業班に4台、緊急時対策所に1台の合計5台 (予備1台) を緊急時対策所近傍の免震重要棟に保管する。

※ 大規模損壊を想定しているが、技術的能力の操作場所として最長距離である制御室建物 1 階 1 号非常用電気室で行う「号炉間電力融通電気設備による給電」(自主対策設備) を算出。

表 1 有線式通信設備の資機材

品名	保管数
中継コード	28台 (予備1台)
有線式通信機	5台 (予備1台)

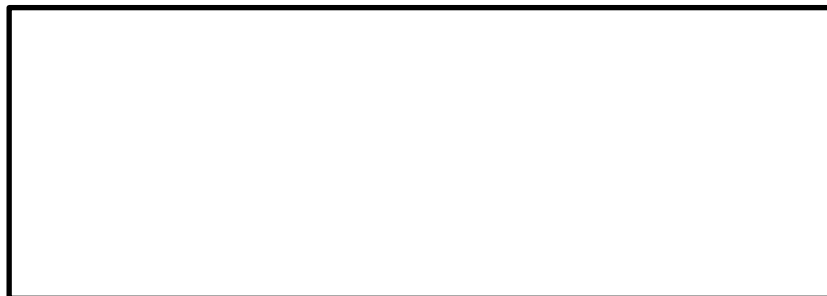


図 1 中継コード屋外敷設ルート図

5. 審査会合における指摘事項に対する回答

(1) 大規模損壊 (指摘事項No.1) (2/2)

■ 回答 (つづき)

大規模損壊時に、屋内作業において必要となる中継コードの最長敷設ルート概略図を以下に示す。

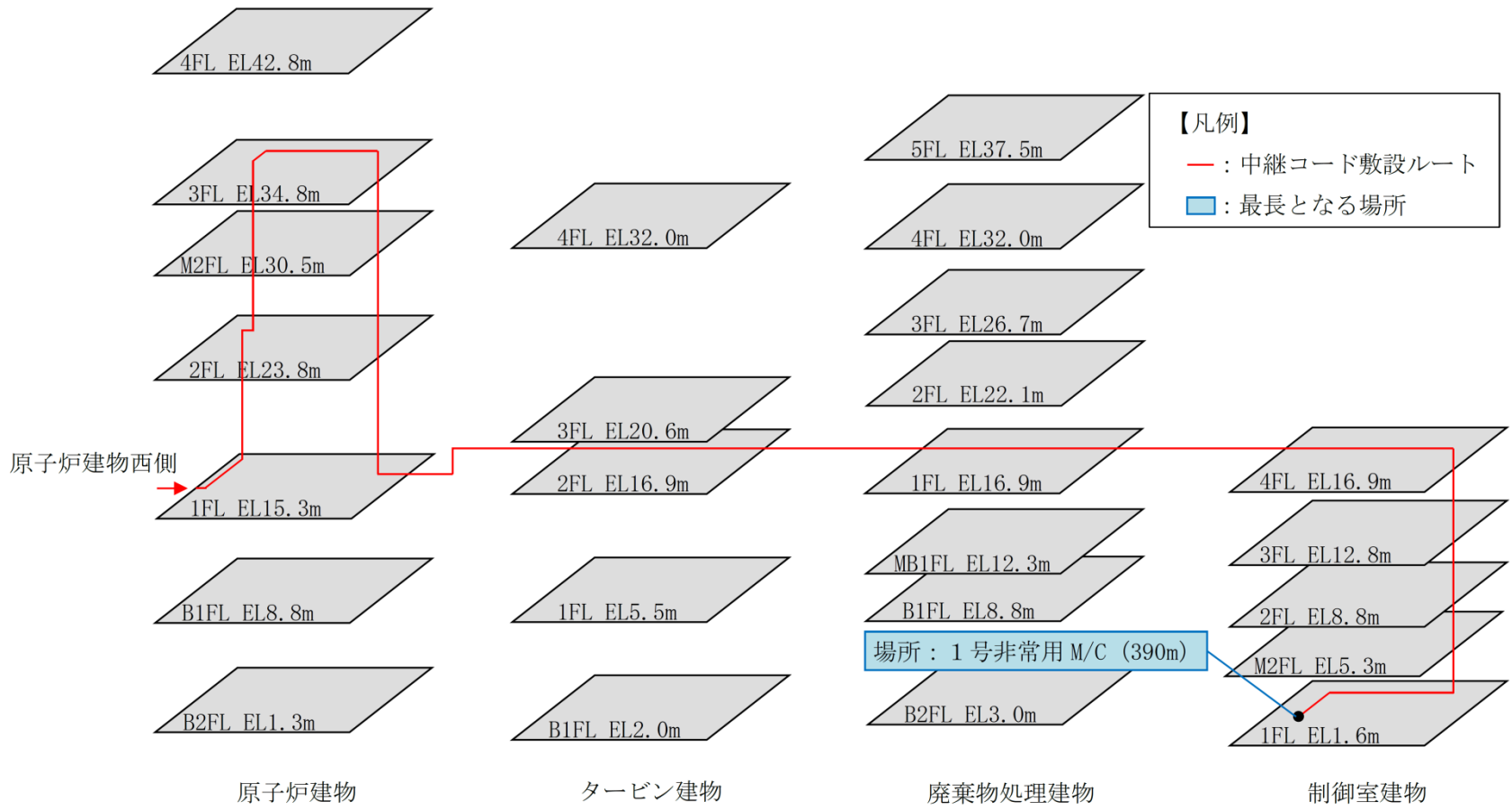


図2 中継コード屋内敷設ルート図
(「号炉間電力融通電気設備による給電」(自主対策設備)による例)

5. 審査会合における指摘事項に対する回答

(2) 重大事故等対処設備 指摘事項一覧

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
1	H26.11.13 (技術的能力 1.0.2)	大型航空機落下による大規模損壊等を想定した場合の可搬型設備接続箇所の位置的分散について説明すること。(大規模損壊での課題)	P21,22

5. 審査会合における指摘事項に対する回答

(2) 重大事故等対処設備 (指摘事項No.1) (1 / 2)

■ 指摘事項 (第159回審査会合 (平成26年11月13日))
大型航空機落下による大規模損壊等を想定した場合の可搬型設備接続箇所的位置的分散について説明すること。(大規模損壊での課題)

■ 回答
第159回審査会合当時 (平成26年11月13日) においては、可搬型の直流電源として直流給電車を使用することとし、直流電源の接続口をSA設備として位置付けていたが、当該接続口を原子炉建物及び原子炉建物の東側に隣接する廃棄物処理建物のそれぞれ南側の比較的近い位置に設置していた。
現在は、可搬型の直流電源としては、高圧発電機車で発電した交流電源を整流器を介して直流電源として供給する手段をSA手順に変更し、直流電源の接続口は自主対策設備として位置付けている。

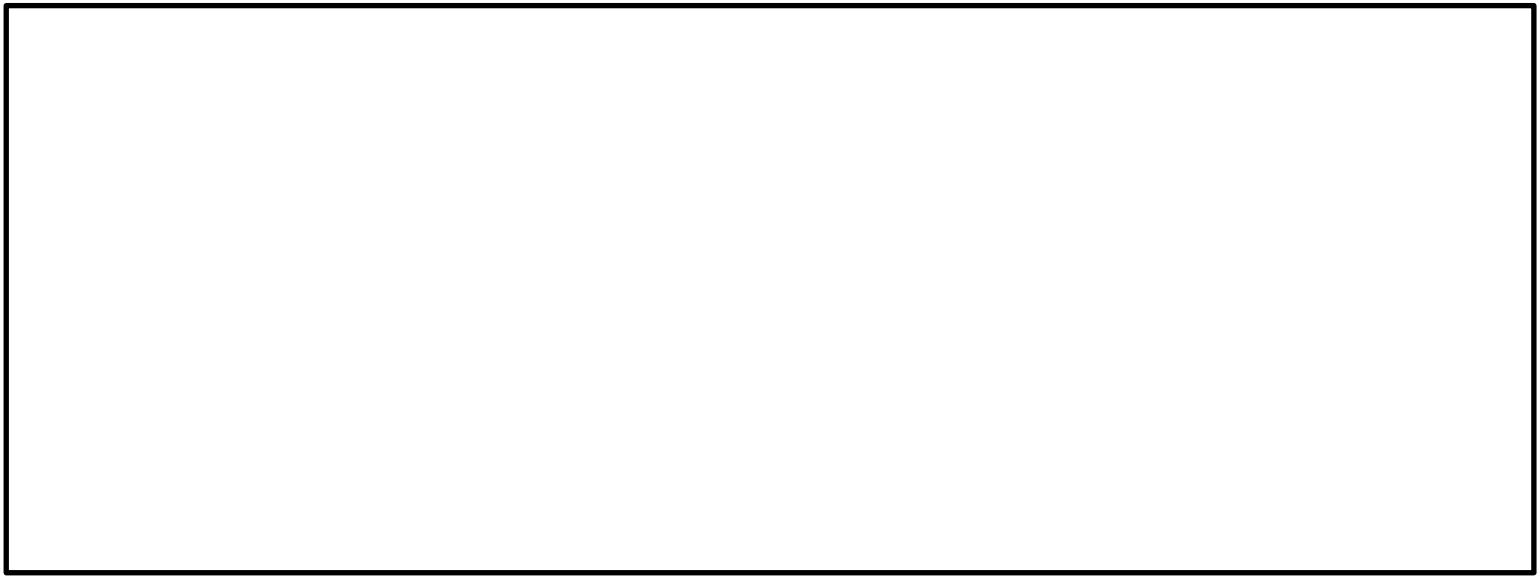


図1 直流電源の接続口配置概要図

5. 審査会合における指摘事項に対する回答

(2) 重大事故等対処設備 (指摘事項No.1) (2/2)

■ 回答 (続き)

可搬型重大事故等対処設備のうち、原子炉建物の外から水又は電力を供給するものの接続口は、設置許可基準規則第43条第3項第3号の要求に、共通要因によって接続することができなくなることを防止するため、それぞれ互いに異なる複数の箇所に設けることとしている。なお、大型航空機の衝突により、原子炉建物外壁面の接続口に接続できなくなることを想定し、原子炉建物外壁面以外にも接続口を設けることとしている。

- 低圧原子炉代替注水系 (可搬型) 接続口
- 格納容器代替スプレイ系 (可搬型) 接続口
- ペDESTAL代替注水系 (可搬型) 接続口
- 燃料プールスプレイ系 (常設スプレイヘッド使用) 接続口
- 原子炉補機代替冷却系接続口
- 高圧発電機車接続口

図2 接続口配置概要図