

JRR-3 設工認（その 1 2）に係る仕様の見直しについて

令和 2 年 5 月 15 日
日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所

【R2. 5. 12 審査会合コメント】

給水の内外の切り替えについては現段階でもある程度明確にすること。その上で、一度建家内部に給水設備を運び込んだ後、外部からの給水に切り替えることも想定されるが、給水設備の仕様は補正までに検討出来るのであれば、検討したうえで補正を行うこと。

(※R2. 5. 12 審査会合資料で示した内容を下線で、R2. 5. 12 審査会合資料からの変更点を赤字下線で示す。)

1) 設計及び工事の方法の見直しについて

これまでの指摘を踏まえて、設工認その 1 2 の準拠した基準及び規格、設計仕様の記載を次のとおり見直す。

準拠した基準及び規格

・「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」

(令和 2 年 3 月 17 日原子力規制委員会規則第 7 号)

・「消防用ホースの技術上の規格を定める省令」

(平成 25 年 3 月 27 日総務省令第 25 号)

・「日本電機工業会規格 (JEM)」

・「日本産業規格 (JIS)」

設計仕様

本申請に係る冠水維持機能喪失時用給水設備の設計仕様は、以下のとおりとする。

なお、(2)に示す機器については、市場に広く流通している一般汎用品を用いるため、別途定める手順に従い、(2)の仕様に示した冠水維持機能喪失時において必要な給水機能を満足できるものと交換できることとする。

(中略)

(2) その他の冠水維持機能喪失時用給水設備

No.	設備機器名	員数	見直し後
1	電動機式可搬型ポンプ (<u>仕様については</u> 建家内外 <u>共通</u>)	<u>2</u> 台	<ul style="list-style-type: none"> ・揚程 25m 以上 ・吐出し量 18m³/h 以上 ・口径 65A ・三相 200V 5.5kW 以下^{**2} ・<u>最高使用圧力 1.0MPa</u> ・<u>最高使用温度 60℃</u> ・<u>保管場所</u> イ. <u>原子炉建家内</u> <u>原子炉建家1階 (1台)</u> ロ. <u>原子炉建家外</u> <u>事務管理棟脇保管倉庫 (1台)</u> ・<u>事故時に想定される給水源^{**1、3}</u> イ. <u>原子炉建家内</u> <u>原子炉建家地階1区画ピット (容量:約</u> <u>4.5m³)</u> ロ. <u>原子炉建家外</u> <u>冷却塔ポンド (保有水量:約 600m³)</u>
2	可搬型発電機 (建家内外共用 ^{**1})	1台	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>規格 JEM-1398</u> イ. <u>発電機</u> ・三相 200V 20kVA 以上 ・<u>力率 80%</u> ・<u>周波数 50Hz</u> ロ. <u>内燃機関</u> ・<u>燃料 (種類) 軽油</u> ・<u>燃料 (使用量) —^{**4}</u> ・<u>個数 1</u> ・<u>取付箇所</u> <u>発電機と一体である</u> ・<u>燃料の保管量</u> <u>100L 以上 200L 未満^{**5}</u>

			<ul style="list-style-type: none"> ・燃料の保管場所 実験利用棟脇燃料保管タンク ・給油方法 手動による ・連続運転可能時間 6 時間以上^{※4} ・保管場所 事務管理棟脇保管倉庫
3	消防ホース ^{※6}	8 本 (各 20m)	<ul style="list-style-type: none"> ・65A、80m以上 <u>(二式)</u> ・最高使用圧力 1.0MPa ・最高使用温度 60℃ ・主要材料 ポリエステル ・厚さ <u>—^{※6}</u> ・保管場所 <u>イ. 原子炉建家内</u> <u>原子炉建家1階 (4本)</u> <u>ロ. 原子炉建家外</u> <u>事務管理棟脇保管倉庫 (4本)</u>
4	フレキシブルホース ^{※7}	一式	<ul style="list-style-type: none"> 65A、40m以上 ・ステンレス鋼 ・厚さ 0.4mm ・最高使用圧力 1.0MPa ・最高使用温度 60℃ ・取付箇所 <u>原子炉建家内1階～原子炉建家原子炉プール取り口^{※8} (1FL+8m)</u>
5	<u>電源ケーブル^{※9}</u> <u>(建家内外共用^{※1})</u>	一式 (110m)	<ul style="list-style-type: none"> ・600V ポリエチレンケーブル (JIS C 3605) ・公称断面積 22mm² ・保管場所 事務管理棟脇保管倉庫

※1：原子炉建家内での対応と原子炉建家外からの対応は、想定事象の進展度合が異なるため原子炉建家の内外で同時に使用することはない。

※2：電動機式可搬型ポンプの性能向上のため、可搬型発電機の容量の許容する範囲内で定格出力の上限を見直すことがある。

※3：想定される事故時に最も経路の長い給水源を示しており、事故時の状況に応じて他の給水源を用いることがある。なお、対応手順等についての詳細は、保安規定等下部要領に定めることとする。

※4：燃料使用量と燃料タンク容量から連続運転可能時間が6時間以上であることを確認で

きるものを用いる。

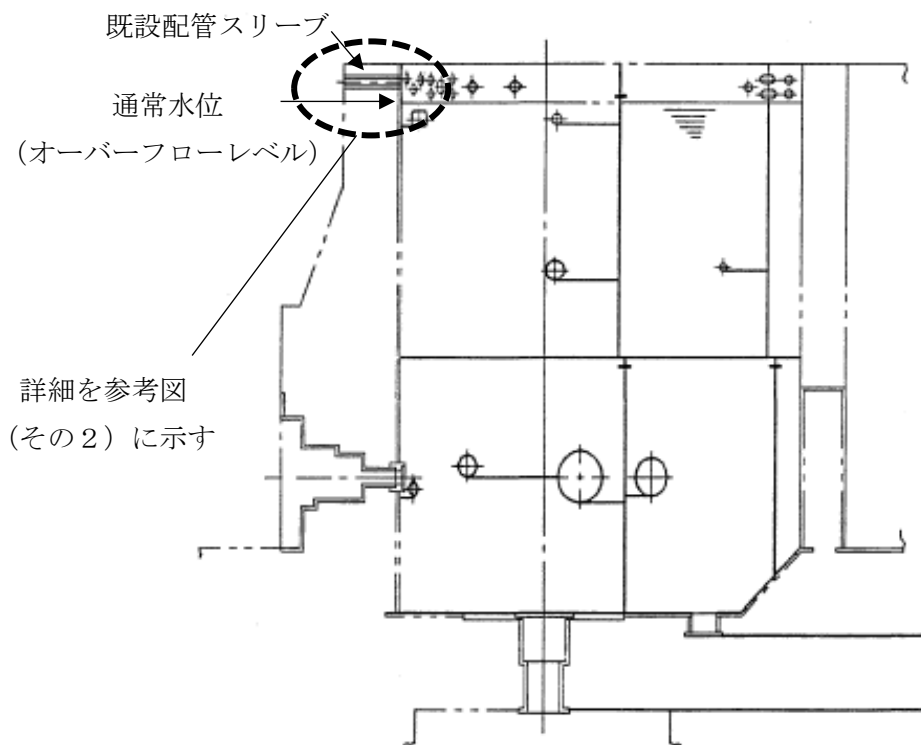
※5：管理の詳細な手順等は別途保安規定等下部要領に定め、消防法等他法令に基づき適切に管理する。

※6：メーカ仕様によるものとし、完成品として「消防用ホースの技術上の規格を定める省令」で定める平ホースの基準を満足するものであって、使用材料の特性を踏まえ、使用時において十分な強度が確保できるものを使用する。

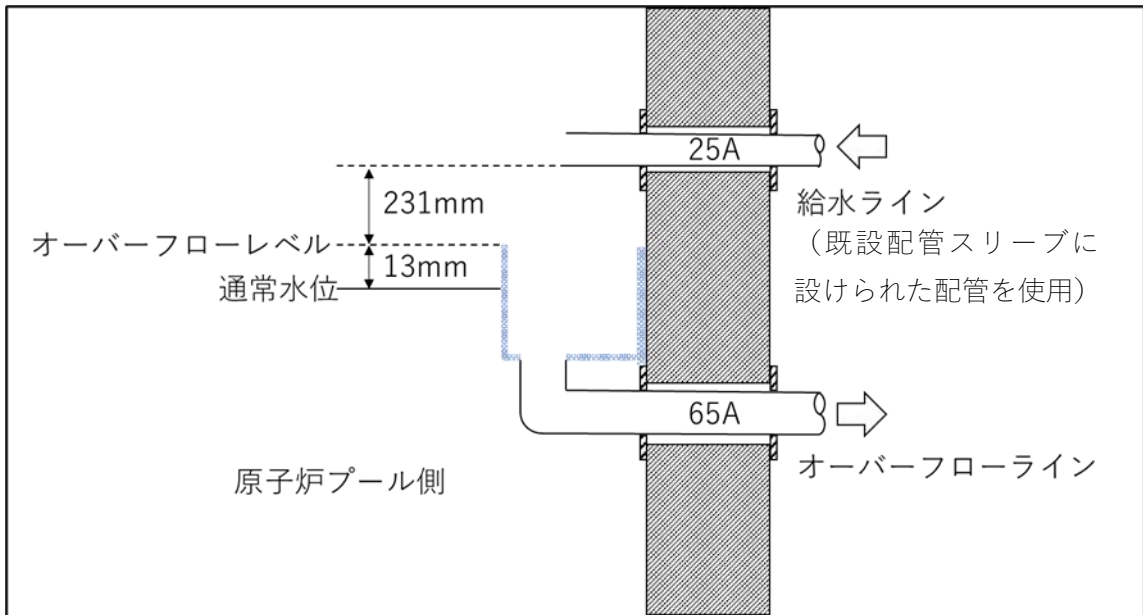
※7：フレキシブルホースは原子炉建家内のステージ架台に固定し、固定具としては伸縮性を有するゴム製ベルト等、ホースの変位に追従しフレキシブルホースの特性を損なわないものを用いる。

※8：原子炉プールとの取り合いについては、原子炉プールのオーバーフローレベルより上位に設けられた既設配管へ接続する（位置関係を参考図に示す）。既設配管への接続は、既設配管に設けられた閉止フランジを取り外し、フレキシブルホースを繋ぎこむ。

※9：30m×3本、20m×1本に分けて保管場所にて保管する。



参考図（その1） 既設配管と水位の関係図



参考図 (その2) オーバーフローライン詳細図

2) 「添付書類 4. 冠水維持機能喪失時用給水設備を用いた対策の実現性に関する説明書」
の記載の見直しについて

1. 概要

本申請に係る設備は、発生頻度が設計基準事故より低い事故であって、多量の放射性物質又は放射線を放出するおそれがある事象が発生した場合に、当該事象の拡大防止または影響緩和のための対策の一つとして用いるものである。原子炉設置変更許可申請書添付書類十別冊 3 に示した事象のうち、「基準地震動を超える地震による冠水維持機能の喪失事象」が発生した場合の影響緩和対策の一つとして原子炉建家内外からの給水設備が実現性のあるものであることを本資料で示す。

2. 事象想定範囲

「基準地震動を超える地震による冠水維持機能の喪失事象」の起因事象は基準地震動を超える地震の発生である。地震の規模としては、原子炉建家（円筒壁及び屋根）、原子炉プール躯体、その他これらに設置されたステージ架台等が崩壊することなく、その形状が維持できる程度の地震を想定する。なお、ステージ架台は原子炉建家相当の強度を有する設計がされており、地震力により一部損傷したとしても倒壊するようなことはない想定する。さらに大きな地震力を受け、原子炉建家、原子炉プール躯体、ステージ架台等について大規模な損傷を仮定した場合は、大規模損壊事象の対応へ移行する。

前述の地震により B、Cクラスの設備及び Sクラス設備の一部（冠水維持機能に関するもの）が損傷を受け、1次冷却材が流出することを想定する。想定は事象の進展度合いの異なる次の2通りの場合を想定する。なお、次に示す①と②の事象については、常設の監視計器（原子炉プール水位計、その他、1次冷却材流量計やポンプの運転状況、エリアモニタ、遠隔操作カメラを用いた建家内の状況確認等）が使用可能であればそれらにより事象の進展度合いを判断し、燃料の露出まで十分な時間があると判断できる場合には原子炉建家内で対応を採るが、想定起因事象である基準地震動を超える地震により全ての常設の監視計器が使用できない場合は、可搬型設備による原子炉建家周辺の放射線量の計測を行い、通常時に比べて有意な上昇がある場合には燃料の露出または破損の蓋然性が高いため、原子炉建家外からの給水を行う。原子炉建家周辺において有意な上昇がない場合には、防護資材を着用し、原子炉建家に入域し、可搬型設備による原子炉建家内の放射線量の計測を行い、通常運転時の原子炉建家内の空間線量率に比べ有意な上昇がないことを確認したうえで、原子炉プールの水位を確認する。5 cm/分（設計基準事故想定）を超える原子炉プール水位低下を確認した場合には、燃料露出まで十分な作業時間が確保できないと判断し、原子炉建家外からの給水を行う。水位低下が 5 cm/分以内の場合は、十分な作業時間が確保できると判断し、原子炉建家内での給水作業を行う。この際、作業者は APD を着用し、電離放射線障害防止規則に定める実効線量限度（運転員 50mSv、緊急作業従事者 250mSv）以下で管理する。

- ① 基準地震動を超える地震により 1 次冷却系配管が設計基準事故と同程度損傷し、かつサイフォンブレイク弁が機能喪失するが、原子炉建家内の通路等の状況から原子炉建家内での事故対応活動が可能な状況である場合を想定する。この様な想定に対しては、原子炉建家内で給水作業を行うことが可能であるため、原子炉建家内での給水の実現性を次項①に示す。
- ② 基準地震動を超える地震により 1 次冷却系配管が全周破断し、サイフォンブレイク弁 2 系統が故障することを想定する。このような想定においては、1 分程度で燃料が露出し、原子炉建家内での給水や汲み上げ対策は間に合わず、燃料破損が生じ炉頂に運転員が接近できなくなるため、影響緩和対策の一つとして原子炉建家外からの給水を行うこととなる。この想定に対し、原子炉建家外からの給水の実現性を次項②に示す。

なお、原子炉建家内給水中に事象が進展し、水位低下が 5 cm/分を超えた場合、線量に急激な上昇があった場合、作業が想定通りに進まない場合には、原子炉建家から退域し、原子炉建家外給水に切り替える。

3. 対策の実現性

本申請に係る設備を用いて対策が実現性のあるものであることを、想定される作業手順を含め以下に示す。なお、以下に示した想定作業手順（給水対応に係る作業）は「添付書類 1. 冠水維持機能喪失時給水設備の有効性に関する説明書」の 1.4 及び 2.4 に記載したとおり、4 名いる運転員のうち 2 名で十分に対応することが可能である。

①原子炉建家内給水設備の実現性

基準地震動を超える地震により 1 次冷却材流出が生じた際に原子炉建家内での事故対応活動が可能な状況である場合、運転員は原子炉建家炉頂での手動によるサイフォンブレイク弁開操作、手動による 1 次冷却系止め弁閉操作、流出箇所補修作業等の対策をとることとしているが、これらの作業時間を稼ぐために原子炉建家内給水設備を設ける。

原子炉建家内で給水作業を行う場合は、原子炉建家と事務管理棟の間に設けられた倉庫から原子炉建家の入口（パーソナル扉、トラック扉、非常扉のうち何処から入室するかは事故時の状況による）を通り、現場（原子炉建家地階 1 区画ピットを想定）まで作業員がポンプを持参し、このルート上に電源ケーブルを敷設し、更にポンプから原子炉建家炉頂まで消防ホースを敷設することとなる（想定する電源ケーブルの敷設ルートを図 1-1～図 1-3 及び図 2 に示す）。作業に必要な可搬型ポンプ、給水ホース、電源ケーブルは全て常設のものではなく、事象発生後に原子炉建家内部の状況を確認した上で敷設作業を行うため、給水経路は確保することができる。

原子炉建家内で給水作業を行う場合に想定される主な手順は以下のとおり（括弧書きは作業開始からの想定経過時間（積算）を示す）。

イ. 原子炉建家内の状況を確認し、入室に必要な防護資材を着用する。(10 分)

ロ. 可搬型ポンプ、消防ホース及び電源ケーブルを1区画ピットへ搬送する。
(20分)

ハ. 可搬型ポンプを1区画ピットへ設置し、消防ホース及び電源ケーブルを敷設する。 (30分)

ニ. 電源ケーブルを可搬型発電機に接続する。 (35分)

ホ. 可搬型発電機を起動、給水を開始し、消防ホース等から漏水が無いことを確認する。 (40分)

ヘ. 原子炉プールへの給水が出来ていることを目視により確認する。 (45分)

なお、上記の対応手順については、次に示す②の場合も含め保安規定等に定めるところとし、要素訓練等により想定作業時間内に作業が可能であることを確認する。

ここで、本作業が時間的に十分な実現性を有することを示す。

事象想定としては、「原子炉設置変更許可申請書添付書類十」に記載した1次冷却材流出事故を考える(事象進展フロー図を図3に示す)。当該事象は原子炉運転中に1次冷却材主ポンプ入口側配管にDt/4の漏えい口が発生し、かつサイフォンブレイク弁の機能喪失を想定する。設計基準事故の一つである1次冷却系流出事故時の原子炉プール水位低下の解析結果を図4に示す。

1次冷却材流出事故発生から約61分後にサイフォンブレイク弁作動信号である「原子炉プール水位低低」(通常水位-300cm)の水位まで低下する。この後、サイフォンブレイク弁が機能せず、1次冷却材の流出が継続した場合、さらに約61分後(1次冷却材流出事故発生から約122分後)に炉心燃料が露出し始める。

この間に運転員は、原子炉建家炉頂での手動によるサイフォンブレイク弁開操作、手動による1次冷却系止め弁閉操作、流出箇所補修作業等の対策を採ることとしている。建家内の給水設備は作業開始から35分で設置作業が完了すると想定しているため、1次冷却材流出事故発生から「原子炉プール水位低低」の水位まで低下するまでの間(1次冷却材流出事故発生から約61分後)に十分給水設備を準備することができる。

給水をしない場合の流出流量が約60m³/hで、「原子炉プール水位低低」の水位から燃料露出まで約61分であったのに対し、サイフォンブレイク弁が機能しないことを確認してから給水を開始したとすると、流出流量を約40m³/hに抑えることができ、燃料露出までの時間を約90分まで引き延ばすことができる。このため、建家内での給水設備により、手動によるサイフォンブレイク弁開操作、手動による1次冷却系止め弁閉操作、流出箇所補修作業等の対策を実施する時間を稼ぐことができる。

②原子炉建家外給水設備の実現性

基準地震動を超える地震が発生し燃料破損が生じて炉頂に運転員が接近できない場合、原子炉建家内部に常設する給水用ホースを用いて原子炉建家外から給水を行うことになるが、給水用ホースとしては地震の揺れにより影響を受けることのないフレ

キシブルホースを用いるため、地震により大きな損傷を受けることはない。フレキシブルホースは原子炉建家相当の強度を有するステージ架台に固定し、固定具としては伸縮性を有するゴム製ベルト等、ホースの変位に追従しフレキシブルホースの特性を損なわないものを用いる。仮に地震動によりステージ架台が変形する又は固定具からホースが外れたとしても、フレキシブルホースは可とう性があり容易に破断等を起こすものではないため給水経路は確保される。

原子炉建家外から給水作業を行う場合に想定される主な手順は以下のとおりである（括弧書きは作業開始からの想定経過時間（積算）を示す）。

- イ. 冷却塔ポンドに可搬型ポンプを設置する。（5分）
- ロ. 可搬型ポンプからのホースを原子炉建家壁にある給水用ホース接続口へ導き、接続する。（7分）
- ハ. 電源ケーブルを可搬型発電機から可搬型ポンプまで敷設する。（9分）
- ニ. 可搬型発電機を起動、給水を開始し、ホース等から漏水が無いことを確認する。（15分）
- ホ. 給水中、敷地周辺の放射線量を監視し、顕著な上昇が見られる場合には建家への目張り等の建家内への閉じ込め作業へ移行する。（約4時間）

以上のことから、「基準地震動を超える地震による冠水維持機能の喪失事象」が発生した場合の影響緩和対策の一つである原子炉建家内外からの給水については想定する事象に対して実現可能である。

変更点を朱書き雲掛けで示す



図 1-1 給水時の電源ケーブル敷設ルート図 (パーソナル扉経由)

変更点を朱書き雲掛けで示す

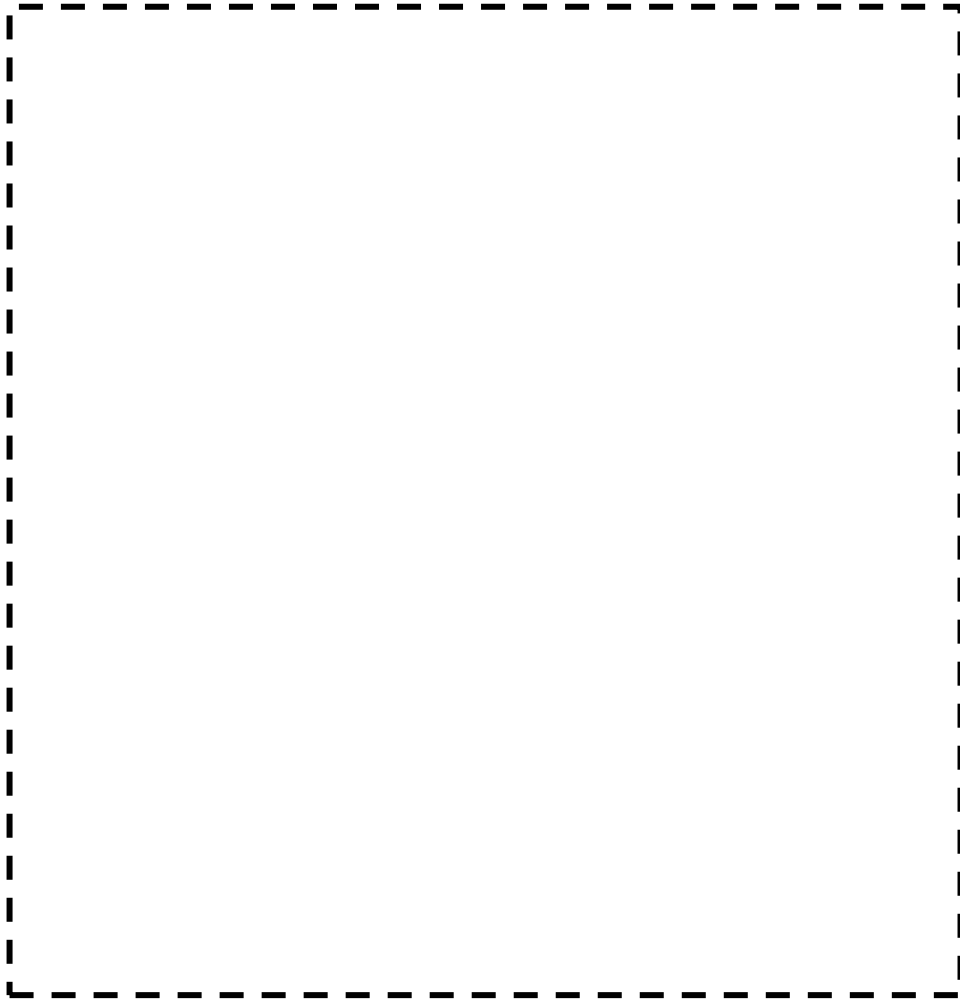


図 1-2 給水時の電源ケーブル敷設ルート図（トラック扉経由）

変更点を朱書き雲掛けで示す

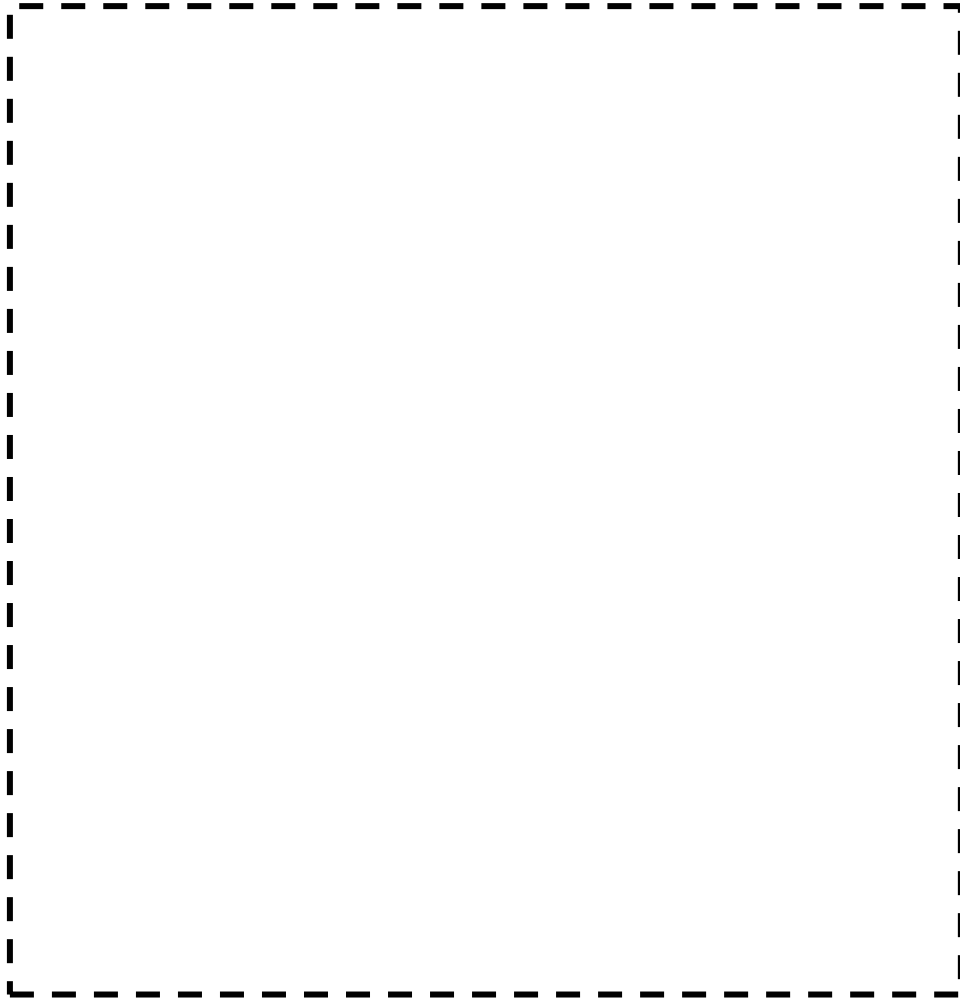


図 1-3 給水時の電源ケーブル敷設ルート図（非常扉経由）

変更点を朱書き雲掛けで示す

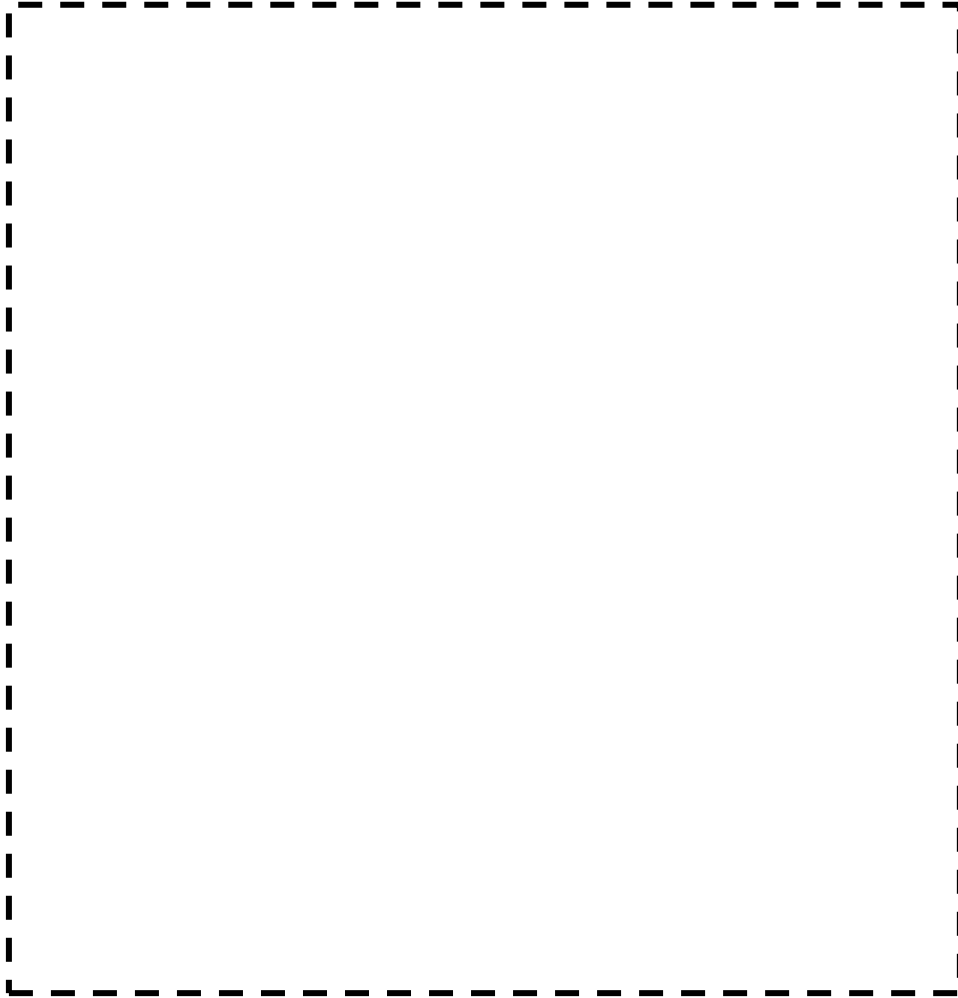
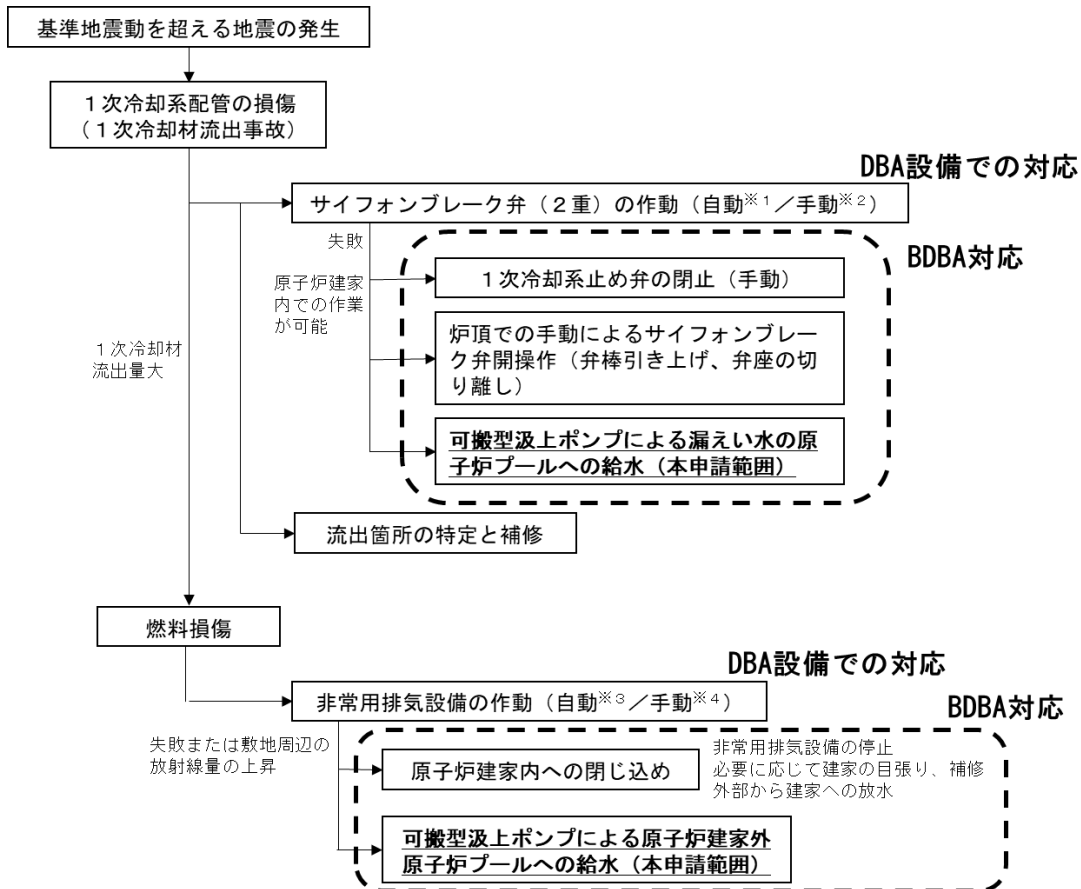


図 1-4 給水時の電源ケーブル敷設ルート図（冷却塔ポンド）



図2 非常扉使用時のケーブルルート長説明図



※1：電源喪失で「開」または非常用電源系が利用できる場合は「原子炉プール水位低低」（通常水位-300cm）で「開」
 ※2：非常用電源系が利用できる場合、制御室から開操作を行う
 ※3：非常用電源系が利用できる場合、「燃料事故モニタ高高」（BGの50倍）で自動起動
 ※4：非常用電源系が利用できる場合、制御室から起動操作を行う

図3 事象進展フロー図

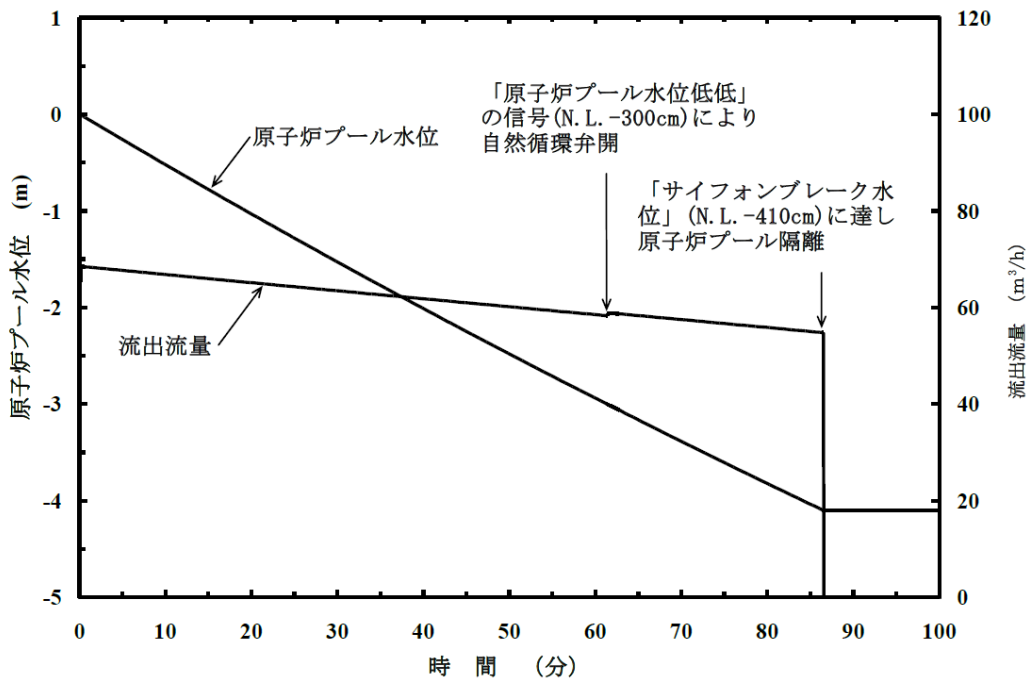


図4 1次冷却材流出事故解析結果
 (原子炉設置変更許可申請書添付書類十 第3.3-3図)