

泊発電所3号機 重大事故等対策有効性評価 操作および作業の成立性 評価説明資料

(格納容器過温破損、水素燃焼、使用済燃料ピットの燃料破損防止 抜粋)

平成25年9月26日
北海道電力株式会社

目次

1. 重大事故への対応に必要な操作手順要否一覧表

 : 本日添付

2. 手順1 : 電源確保

3. 手順2 : 2次系強制冷却

4. 手順3 : 補助給水ポンプ回復操作

5. 手順4 : 代替格納容器スプレイポンプ準備

6. 手順5 : 加圧器逃がし弁開放操作 (窒素供給)

7. 手順6 : 被ばく低減操作 (アニュラス空気浄化ファンダンパ窒素供給)

8. 手順7 : 格納容器自然対流冷却準備 (補機冷却水サージタンク窒素加圧)

9. 手順8 : 代替再循環ライン系統構成

10. 手順9 : 格納容器エアロック扉および格納容器隔離弁閉止

11. 手順10 : 蒸気発生器への給水確保 (海水)

12. 手順11 : 燃料取替用水ピットへの給水確保 (海水)

13. 手順12 : 原子炉補機冷却海水系統への給水確保 (海水)

14. 手順13 : 使用済燃料ピットへの給水確保 (海水)

15. 暗所における操作および作業の成立性

16. 建屋内操作および作業現場へのアクセス性について

17. 放射線防護装備を装着した状態での操作および作業の成立性

18. 代替給水システムの信頼性向上と必要要員数の合理化へ向けた取り組み

重大事故等対策有効性評価の内、 操作および作業の成立性に係わる説明書の構成について

- 1.項に、各評価事故シナリオへの対応に必要な手順(13種類)を一覧表にまとめた。
- 2.～14.項に、重大事故シナリオへの対応に必要な各々の手順の内容、作業ステップ、必要要員数、要求時間、必要作業時間および訓練または類似作業からの実績時間を一覧表に整理した。
 - 重大事故シナリオにより、各作業ステップを完了するまでの要求時間が異なる場合があることから、必要に応じて、【操作時間(要求時間)】について重大事故シナリオ毎に示した。
 - 実績が測定できないものについては、類似作業から余裕を見て推定した。
- 2.～14.項に、各手順の【操作概要】【必要要員数】【操作時間(実績)】を記載し、作業ステップ毎の配置図(移動経路含む)、作業ステップを示した写真を示した。
- 15.項に、LEDヘッドランプを装着・点灯した状態での照度を確認し、JISで要求されている照度が確保されていることを示した。
- 16.項に、建屋内の操作および作業現場へのアクセス性についての成立性を示した。
- 17.項に、放射線防護装備を装着した状態での操作性および作業時間の実績と通常の作業服での実績との比較結果を示した。
- 18.項に、重大事故対応の信頼性向上と必要要員数の合理化へ向けたこれまでの取り組みについて示した。

2. 手順1:電源確保(1/6)

【手順の内容および必要要員と作業時間】

手順の項目	手順の内容	作業ステップ		必要 要員数	必要 作業 時間	訓練または類似作 業からの実績時間		作業 ステップ 説明
		No.	項目					
1	現場移動／所内電源母線 受電準備および受電	1-a-1	安全補機開閉器室への移動	3	約 25 分	約 2 分	約 21 分	P. 4
		1-a-2	受電準備・受電操作			約 19 分		P. 5
	タンクローリ(18kl)と 代替非常用発電機 の給油ホースによる接続※	1-b-1	代替非常用発電機および タンクローリへの移動	2	約 30 分	約 4 分	約 12 分	P. 7
		1-b-2	給油ホース接続			約 8 分		

※：タンクローリ(18kl)と代替非常用発電機の給油ホースによる接続については、代替非常用発電機運転継続のために必要な作業であることから、所内母線受電時に直接影響しない作業である。

【対象となる評価事故シーケンスおよび解析または評価からの要求時間と作業完了時間】

評価事故シーケンス	要求時間	事象発生からの 作業完了時間	備考
【炉心損傷防止】			
全交流動力電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失＋RCP シール LOCA	－	約 35 分	
全交流動力電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失 (RCP シール LOCA なし)		約 24 時間	シリア上約 24 時間後に代替非常用電源が機能回復することから約 24 時間としている。代替非常用電源の機能喪失がない場合は約 35 分で完了する。
【格納容器破損防止】			
大 LOCA＋ECCS 注水機能喪失＋格納容器スプレイ失敗	－	約 35 分	
全交流動力電源喪失＋補助給水機能喪失		約 35 分	
【停止中の原子炉の燃料損傷防止】			
ミッドループ 運転中の全交流動力電源機能喪失	－	約 35 分	

2. 手順1:電源確保(2/6)

1. 操作の概要

- 全交流動力電源喪失時、代替電源として代替非常用発電機からの受電に必要なしゃ断器の操作を行う。

2. 必要要員数・操作時間(実績)

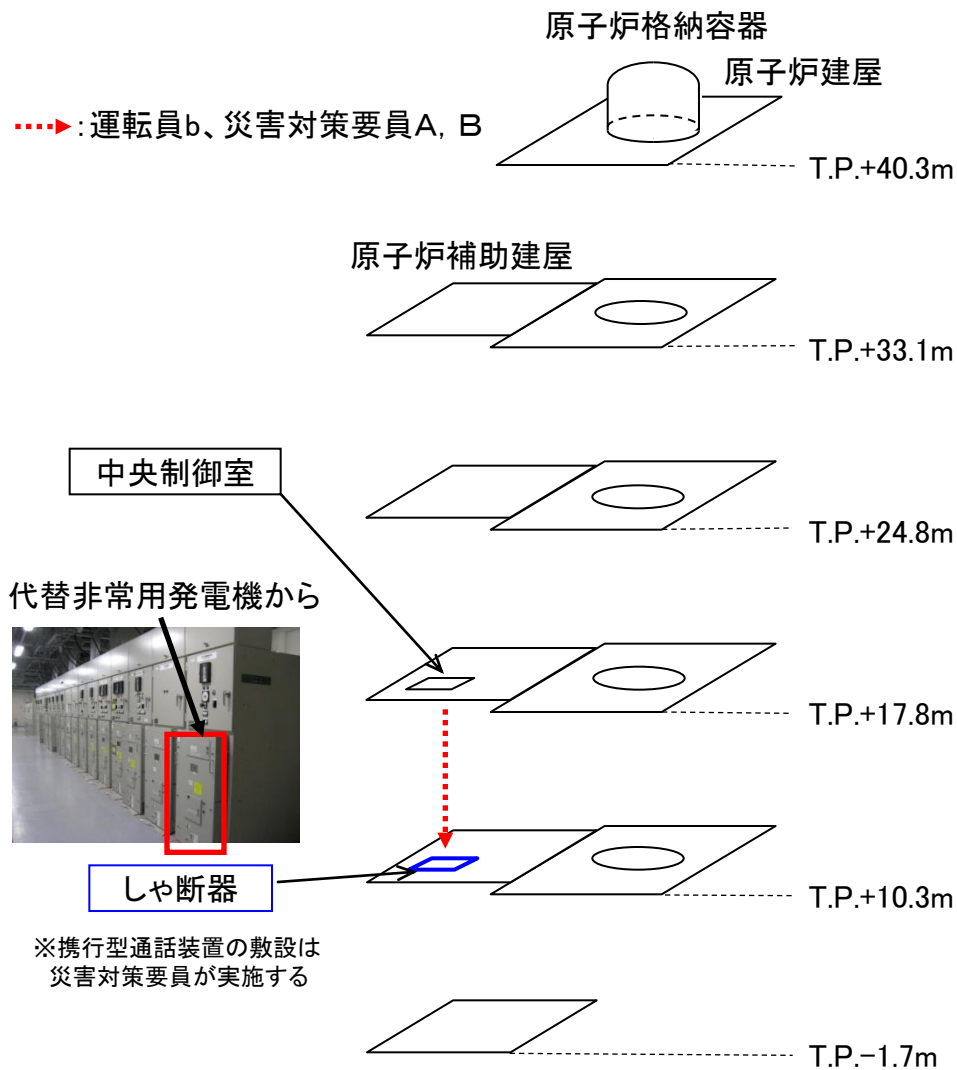
- 必要要員数:3名
- 操作時間
 - 必要作業時間:約25分
 - 実績時間:約21分で実施可能。
 - 移動時間約2分+しゃ断器操作時間約19分=約21分

3. 成立性確認結果

- アクセス性
 - LEDヘッドランプ[®]およびLED懐中電灯を使用するためアクセス性に支障はない。
- 作業環境
 - 室温は通常運転状態と同等であり、作業場の照度についてもLEDヘッドランプ[®]およびLED懐中電灯を用いることから作業環境に問題はない。
- 操作性
 - 通常運転中に行うしゃ断器操作と同様であり容易に操作できる。
- 連絡手段
 - 中央制御室と現場間の連絡は、携行型通話装置を使用することにより連絡手段を確保できることから問題はない。

2. 手順1: 電源確保(3/6)

Step No.1-a-1 安全補機開閉器室への移動



※携帯型通話装置の敷設は
災害対策要員が実施する



①中央制御室(※)



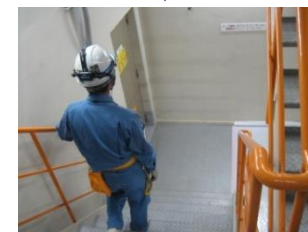
②中央制御室からA-F階段へ



③A-F階段入口扉へ



④A-F階段



⑤A-F階段にてT.P.10.3mへ
移動



⑥安全補機開閉器室入口扉



⑦安全補機開閉器室①



⑧安全補機開閉器室②

訓練実績時間: 約2分

2. 手順1: 電源確保(4/6)

Step No.1-a-2 受電準備・受電操作



①6. 6kVメタクラ



③440Vパワーコントロールセンタ
(左側:NFB入状態、右側:NFB切状態)



⑤6. 6kVメタクラ



②6. 6kVメタクラ
しゃ断器断路操作イメージ

6台断路操作:約12分
(約2分/台)



④440Vパワーコントロールセンタ
開放操作イメージ

4台開放操作:約2分
(約30秒/台)

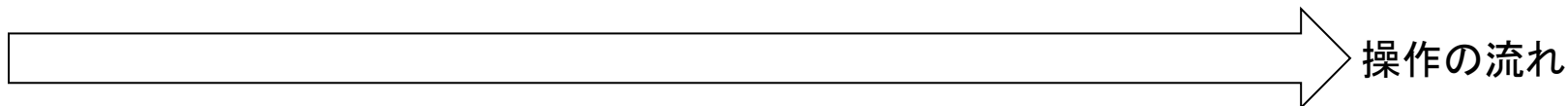


⑥6. 6kVメタクラ
しゃ断器接続操作イメージ

2台接続、投入操作:約5分
(約2分30秒/台)



⑦6. 6kVメタクラ
しゃ断器投入操作イメージ



訓練実績時間:約19分

2. 手順1:電源確保(5/6)

1. 操作の概要

- 代替非常用発電機へ給油するため、タンクローリ(18kl)と代替非常用発電機を給油ホースによりそれぞれ接続する。

2. 必要要員数・操作時間(実績)

- 必要要員数:2名
- 操作時間
 - 要求時間:事象発生から30分以内
 - 実績時間:実機訓練結果から、代替非常用発電機およびタンクローリへの移動時間4分、給油ホースの接続8分の計12分。

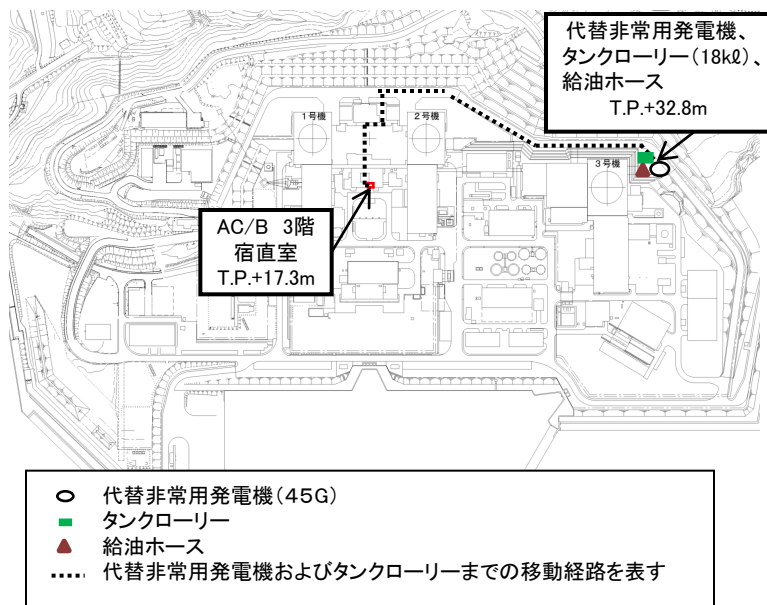
3. 成立性確認結果

- アクセシビリティ
 - 夜間は、LEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を使用するためアクセシビリティに支障はない。
- 作業環境
 - 訓練実績から、冬季と夏季での操作時間に相違がないことを確認しているとともに、冬期間の屋外作業では防寒服等を着用した上で操作することから問題はない。
- 操作性
 - タンクローリ側も代替非常用発電機側も給油ホースはカップラ接続であることから操作は容易であり問題はない。
- 連絡手段
 - 屋外現場と緊急時対策所または中央制御室との連絡は、衛星携帯電話を使用する。

2. 手順1: 電源確保(6/6)

Step No.1-b-1

代替非常用発電機、タンクローリーへの移動



Step No.1-b-2 給油ホース接続手順



①給油ホースの準備



②タンクローリーへ
給油ホースの接続



③タンクローリー上部の蓋開放
(タンク内の負圧防止措置)



④代替非常用発電機燃料タンク
へ給油ホースの接続

必要作業時間: 30分、
訓練実績時間(移動+接続): 約12分

4. 手順3:補助給水ポンプ回復作業(1/4)

【対象となる評価事故シーケンスおよび解析または評価からの要求時間と作業完了時間】

手順の項目	手順の内容	作業ステップ		必要 要員数	必要 作業 時間	訓練または類似作 業からの実績時間		作業 ステップ 説明	
		No.	項目						
3	補助給水ポンプ 回復操作	現場移動/ タービン動補助給水ポンプ (T/D-AFWP) 回復操作 (バッテリー接続、手動油ポンプ)	3-a-1	安全補機開閉機室および タービン動補助給水ポンプ室への移動	3※	-	約 5分	約60分	P. 11
			3-a-2	可搬型バッテリーを接続して補助油ポンプを 再起動することによる T/D-AFWP 起動操作			約 25分		
			3-a-3	手動油ポンプを用いた軸受け部への潤滑油充 填操作による T/D-AFWP 起動操作			約 30分		

※ 手動油ポンプを用いた軸受け部への潤滑油充填操作による T/D-AFWP 起動操作時の起動レバー操作時のみ3名必要（電源確保要員1名が対応）

【対象となる評価事故シーケンスおよび解析または評価からの要求時間と作業完了時間】

評価事故シーケンス	要求時間	事象発生からの 作業完了時間	備考
【格納容器破損防止】			
全交流動力電源喪失+補助給水機能喪失	-	-	計財上、機能回復はしない。 機能喪失状況により異なるが、可搬型バッテリー 接続にて補助油ポンプが起動した場合は、事象 発生から約40分、手動油ポンプを使用する場 合は、更に約30分要する。

4. 手順3:補助給水ポンプ回復作業(2/4)

1. 操作の概要

- 全交流動力電源喪失+補助給水機能喪失時、現場において補助給水ポンプの起動する操作であり、以下の2つの作業がある。
 - T/D-AFWPIに駆動蒸気が流入していないことを確認の上、可搬型バッテリーを直流コントロールセンターへ接続して補助油ポンプまたは非常用油ポンプを起動後、駆動蒸気を流入させT/D-AFWPを起動する。
 - 上記操作にてT/D-AFWPの起動が出来ない場合、手動油ポンプにてT/D-AFWP軸受けに潤滑油を充填し、駆動蒸気の流入および起動レバー操作等によりT/D-AFWPを起動する。
- 必要要員数・操作時間(実績)
- 必要要員数:3名
 - 起動レバー操作等によりT/D-AFWPを起動する数分のみ3名での対応必要であり、その他は2名で対応可能。
- 操作時間
 - 操作時間:事象発生後T/D-AFWPが起動しないことが確認されたT/D-AFWP回復作業を実施する。
回復操作は、移動時間(5分)を含め、可搬型バッテリーの接続による起動操作(約25分)、手動油ポンプによる起動操作(約30分)を合わせて約60分で実施可能。
 - 移動時間は実測、起動準備操作については類似操作から余裕を見て算定。

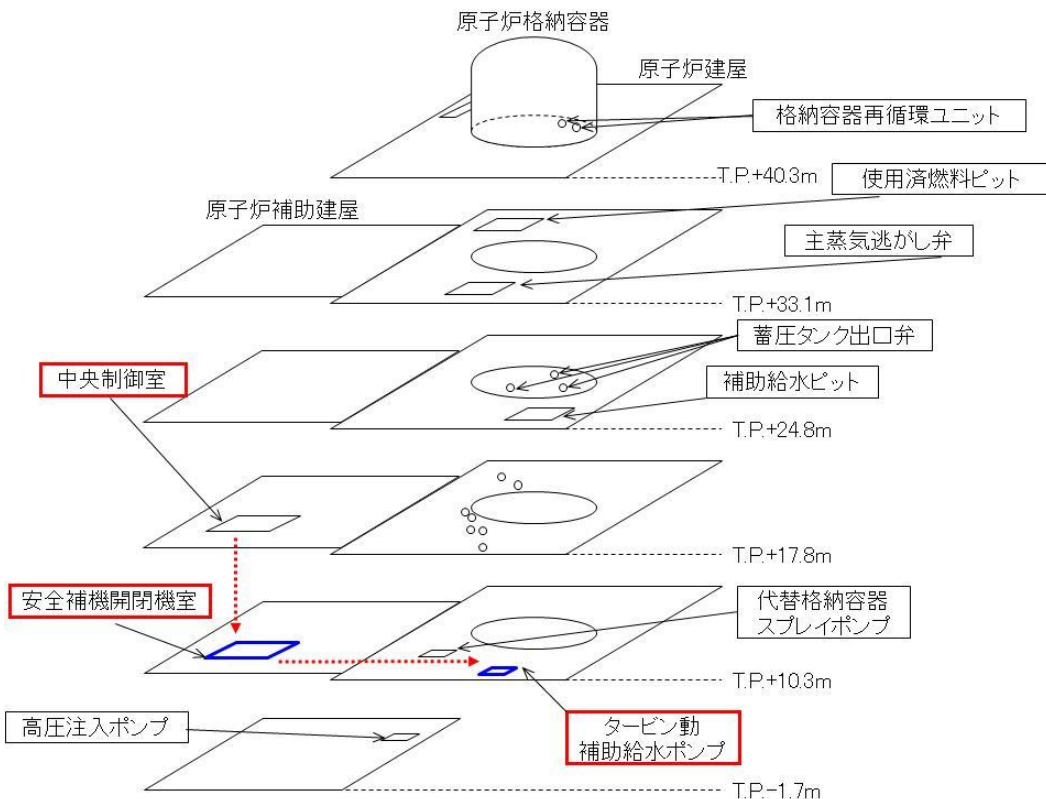
4. 手順3:補助給水ポンプ回復作業(3/4)

2. 成立性確認結果

- **アクセス性**
 - LEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を使用するためアクセス性に支障はない。
- **作業環境**
 - 室温は通常運転状態と同等であり、作業場の照度についてもLEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を用いることから作業環境に問題はない。
- **操作性**
 - 可搬型バッテリーは接続箇所近傍に常設し、手順に従って接続することで起動準備ができることから問題はない。
 - 手動油ポンプは使用箇所に常設し、手順に従って軸受け部への潤滑油の充填作業を実施することで起動準備ができることから問題はない。
- **連絡手段**
 - 中央制御室と現場間の連絡は、携行型通話装置を使用する。

4. 手順3: 補助給水ポンプ回復作業 (3/4)

Step No. 3-a-1 安全補機開閉機室、 タービン動補助給水ポンプへの移動

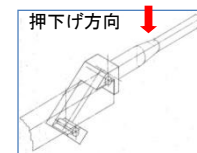
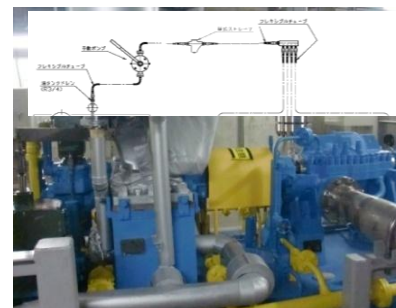


Step No. 3-a-2 可搬型バッテリー(蓄電池)を用いた起動準備



可搬型バッテリー(カタログ写真)の出力端子を
直流コントロールセンターに接続する。

Step No.3-a-3 手動油ポンプを用いた起動準備



手動油ポンプを接続し、各軸
受に給油する。

蒸気入口弁の開操作後、ガバ
ナレバーに取付けた起動用レ
バーを押下げ、蒸気加減弁を
開とする。

訓練(類似含む)実績時間: 約60分(移動時間約5分を含む)

5. 手順4: 代替格納容器スプレイトン準備(1/8)

【手順の内容および必要要員と作業時間】

手順の項目	手順の内容	作業ステップ		必要 要員数	必要 作業 時間	訓練または類似作 業からの実績時間		作業 ステップ 説明
		No.	項目					
4 代替格納容器 スプレイトン準備	現場移動/ 代替格納容器スプレイトン 起動準備	4-a-1	代替格納容器スプレイトンエリアへの移動	2	約30分	約2分	約25分	P.16
		4-a-2	フルシール接続			約2分		P.17
		4-a-3	系統構成			約3分		P.18
			系統構成間の移動 系統水張り			約6分 約12分		
	代替格納容器スプレイトン 起動～注水開始	4-b-1	起動確認・注水系統構成	2	約5分	約3分	P.19	

【対象となる評価事故シーケンスおよび解析または評価からの要求時間と作業完了時間】

評価事故シーケンス	要求時間	事象発生からの 作業完了時間	備考
【炉心損傷防止】			
全交流動力電源喪失+原子炉補機冷却機能 喪失+RCPシールLOCA	約2.2時間	約45分	
全交流動力電源喪失+原子炉補機冷却機能 喪失(RCPシールLOCAなし)	—	—	起動準備までは事象発生から約40分で完了。 その後、代替非常用電源機能が回復すれば起動可能。代替非常用電源機能 喪失がない場合は約45分で完了する。
【格納容器破損防止】			
大LOCA+ECCS注水機能喪失+格納容器スプレ イトン失敗	約49分	約45分	
全交流動力電源喪失+補助給水機能喪失	約3.5時間	約45分	
【停止中の原子炉の燃料損傷防止】			
ミッドループ運転中の全交流動力電源機能喪失	約50分	約45分	

5. 手順4: 代替格納容器スプレイポンプ準備(2/8)

1. 操作の概要

- 余熱除去ポンプおよび格納容器スプレイポンプによる原子炉への注入が出来ない場合に、代替格納容器スプレイポンプを用いて燃料取替用水ピットの水を原子炉へ注入する。
- 格納容器スプレイポンプによる原子炉格納容器内への注水が出来ない場合に、代替格納容器スプレイポンプを用いて燃料取替用水ピットの水を原子炉格納容器内へ注水する。
 - 代替格納容器スプレイポンプの出入口配管にフレキシブルホースをカップラ接続するとともに、弁操作により注入経路を構成する。

2. 必要要員数・操作時間(実績)

- 必要要員数: 2名
- 操作時間
 - 必要作業時間: 約35分
 - 実績時間: 約28分で実施可能。
 - 移動時間は実測、起動準備・起動操作については類似操作から余裕をみて算定。

5. 手順4: 代替格納容器スプレイポンプ準備(3/8)

3. 系統水張り時間算出の考え方

- 系統水張り時間は、約12分である。
- 代替格納容器スプレイポンプは未設置であることから、以下の考え方により、系統水張り時間を算出している。
 - 代替格納容器スプレイポンプと同様に、燃料取替用水ピットを水源として水張りを行う余熱除去ポンプの水張り実績時間から算出した。
 - 定期検査時に実施した余熱除去ポンプ点検後の水張り時間は、約27分である。
 - 余熱除去ポンプ水張り量は、約4.8m³である。
 - 代替格納容器スプレイポンプ水張りに必要な量は、約2.1m³である。
 - 上記より、代替格納容器スプレイポンプ水張り時間は、

$$2.1(\text{m}^3) \div 4.8(\text{m}^3) \times 27(\text{分}) = \text{約}12\text{分}$$
 となる。
- 算出した系統水張り時間の妥当性
 - 定期検査時に実施している余熱除去ポンプ点検後の水張りは、燃料取替用水ピット水をゆっくり流しながら、空気抜き操作を行うために、水張り弁を微少な開度で実施しており、非常に時間をかけている。
 - 事故等発生時の対応操作は、迅速に実施するため、定期検査時の操作量とは異なる。
 - したがって、定期検査時に実施した余熱除去ポンプ点検後の水張り時間から算出した、代替格納容器スプレイポンプ水張り時間は、十分に保守的の値であり、妥当である。

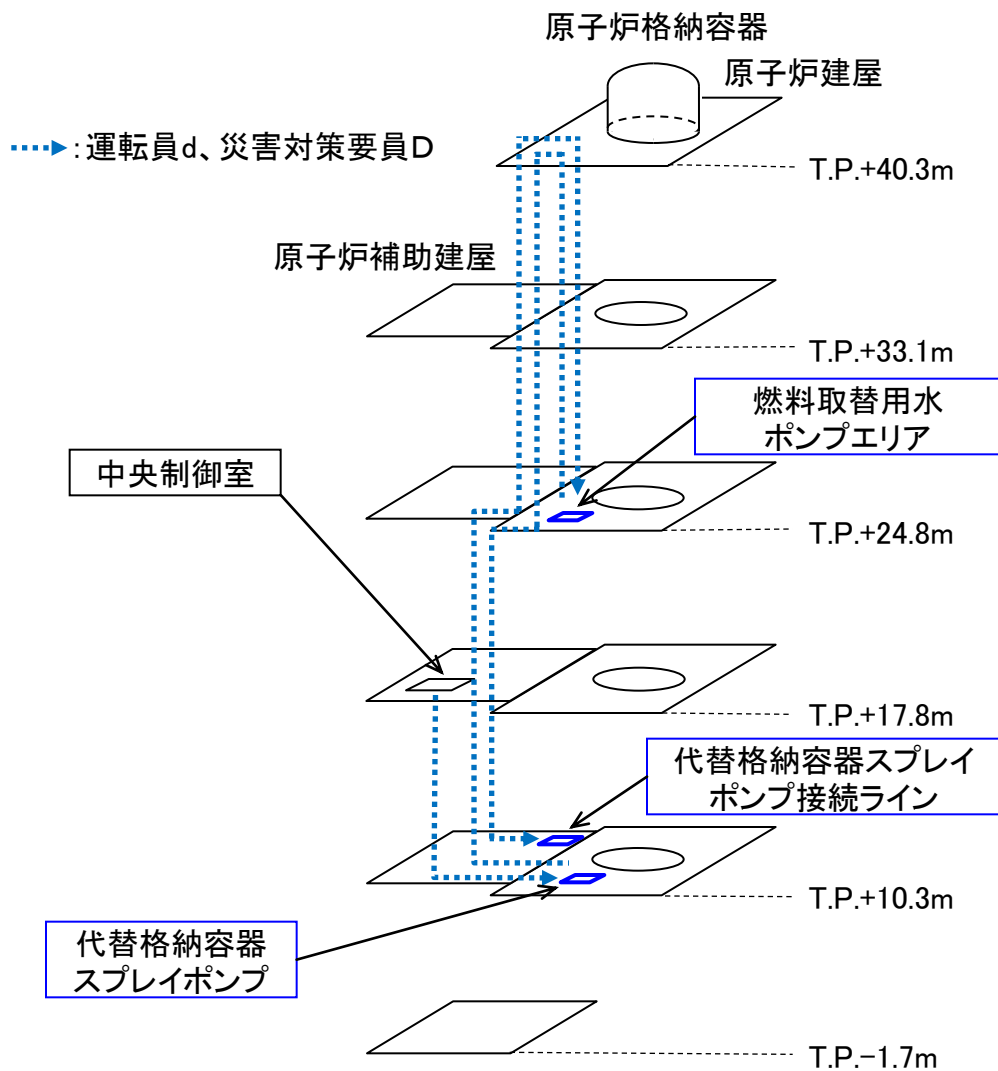
5. 手順4: 代替格納容器スプレイポンプ準備(4/8)

4. 成立性確認結果

- アクセス性
 - LEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を使用するためアクセス性に支障はない。
- 作業環境
 - 室温は通常運転状態と同等であり、作業場の照度についてもLEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を用いることから作業環境に問題はない。
- 操作性
 - 代替格納容器スプレイポンプ出入口配管へのホースはカップラ接続であり操作は容易であり、注入経路の構成は通常の運転操作と同様の弁の開閉操作であることから問題はない。
- 連絡手段
 - 中央制御室と現場間の連絡は、携行型通話装置を使用する。

5. 手順4: 代替格納容器スプレイポンプ準備(5/8)

Step No.4-a-1 代替格納容器スプレイポンプエリアへの移動



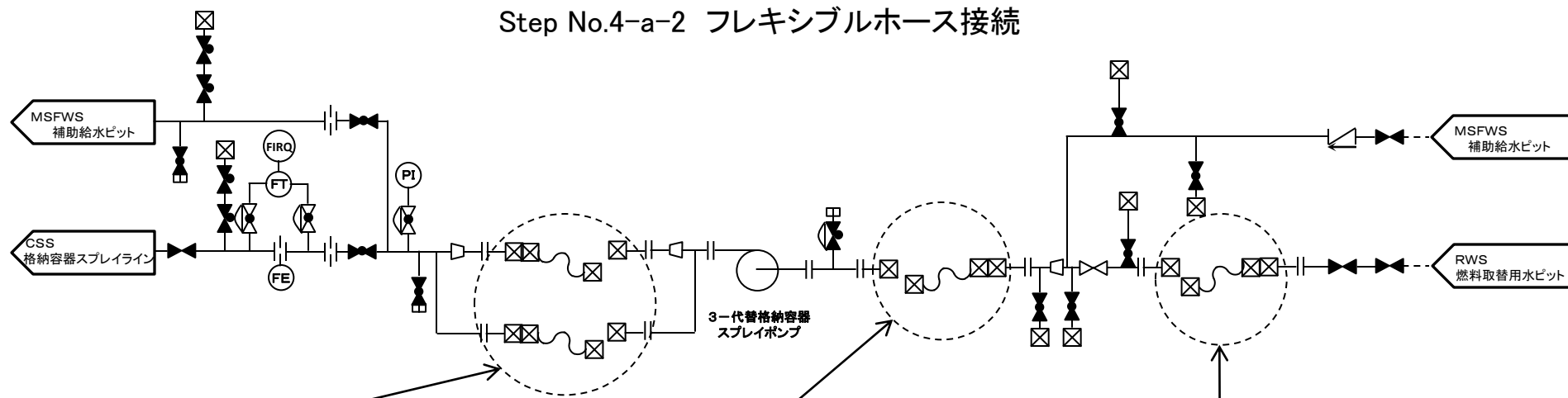
※Step No.4-a-1 代替格納容器スプレイポンプへの移動、Step No.4-a-2 フレキシブルホース接続、Step No.4-a-3 系統構成、系統構成間の移動および系統水張りでの移動ルート



訓練実績時間: 約2分

5. 手順4: 代替格納容器スプレイポンプ準備(6/8)

Step No.4-a-2 フレキシブルホース接続



①2インチフレキシブルホース 6.5m×2本
接続箇所 4箇所
(原子炉建屋T. P. 10. 3m)



②6インチフレキシブルホース 10.0m
接続箇所 2箇所
(原子炉建屋T. P. 10. 3m)



③6インチフレキシブルホース 5.5m
接続箇所 2箇所
(原子炉建屋T. P. 24. 8m)



④出入口配管フレキシブルホース接続前イメージ
写真は、同様なフレキシブルホース(4インチ)を使用している格納容器スプレイラインと消火水ラインの接続部



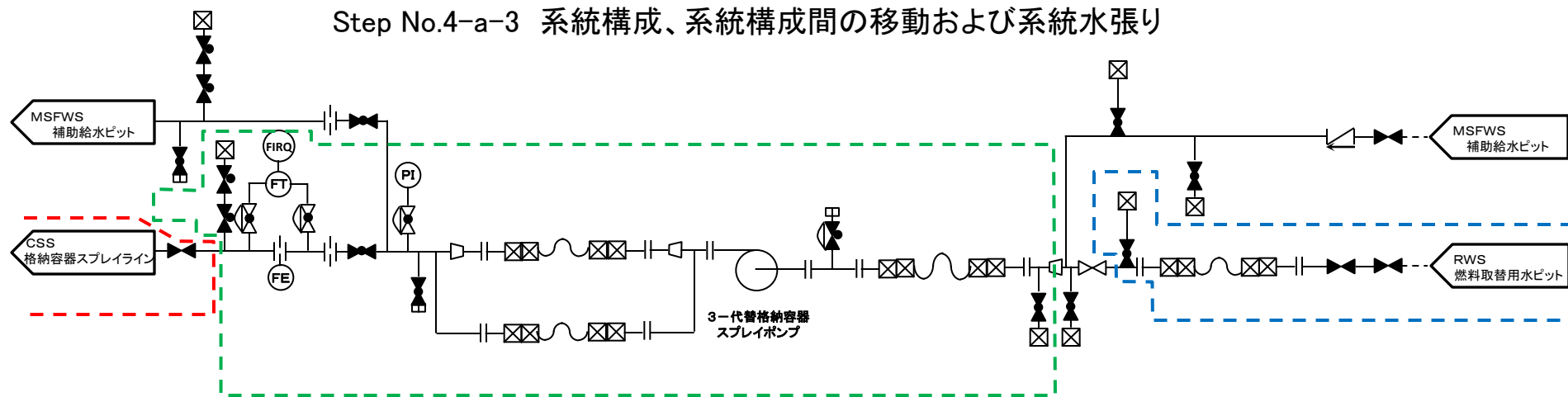
⑤出入口配管フレキシブルホース接続後イメージ
写真は、同様なフレキシブルホース(4インチ)を使用している格納容器スプレイラインと消火水ラインの接続部

フレキシブルホース接続4箇所: 約2分
約20秒/箇所

訓練(類似含む)実績時間: 約2分

5. 手順4: 代替格納容器スプレイポンプ準備(7/8)

Step No.4-a-3 系統構成、系統構成間の移動および系統水張り



①代替格納容器スプレイポンプエリア(設置予定場所)



③A-D階段から補助建屋給気空調機械室入口扉へ



⑤R-B階段から燃料取替用水ポンプエリアへ



⑦燃料取替用水ポンプエリアから代替格納容器スプレイポンプ接続ライン



②A-D階段入口扉



④補助建屋給気空調機械室からR-B階段入口扉へ



⑥燃料取替用水ポンプエリアへ(設置予定箇所)



⑧代替格納容器スプレイポンプ接続ライン(設置予定箇所)

- ┌──┐ : 代替格納容器スプレイポンプエリア
- ┌──┐ : 燃料取替用水ポンプエリア
- ┌──┐ : 代替格納容器スプレイポンプ接続ライン

・系統構成 : 約3分

・系統構成間の移動 : 約6分

・系統水張り : 約12分
 ※系統水張り時間は、代替格納容器スプレイポンプと同様に、燃料取替用水ピットからの水張りとなるRHRPの実績(水張り量4.8m³、水張り時間27分)から算出した時間となる。

訓練(類似含む)実績時間: 約21分

5. 手順4: 代替格納容器スプレイポンプ準備(8/8)

Step No.4-b-1 起動確認・注水系統構成



①代替格納容器スプレイポンプのイメージ
写真は、代替格納容器スプレイポンプと同様に
免震架台に設置されているSG直接給水ポンプ



②代替格納容器スプレイポンプ注水系統構成のイメージ
写真は、代替格納容器スプレイポンプと同様に免震架
台に設置されているSG直接給水ポンプの注水系統構成



③RHRS-CSSタイライン弁の「開」操作実施
(設置予定場所)

訓練(類似含む)実績時間:約3分

6. 手順5:加圧器逃がし弁開放操作(窒素供給)(1/4)

【手順の内容および必要要員と作業時間】

手順の項目	手順の内容	作業ステップ		必要 要員数	必要 作業 時間	訓練または類似作 業からの実績時間		作業 ステップ 説明	
		No	項目						
5	加圧器逃がし弁 開放操作	現場移動/ 加圧器逃がし弁 開放操作 可搬式窒素ガスボンベ	5-a-1	加圧器逃がし弁操作用可搬式 窒素ガスボンベエリアへの移動	2	約 15 分	約 3 分	約 7 分	P. 22
			5-a-2	加圧器逃がし弁操作用可搬式 窒素ガスボンベの接続および窒素供給操作			約 4 分		P. 23

【対象となる評価事故シーケンスおよび解析または評価からの要求時間と作業完了時間】

評価事故シーケンス	要求時間	事象発生からの 作業完了時間	備考
【格納容器破損防止】			
全交流動力電源喪失+補助給水機能喪失	約 3.1 時間	約 55 分	代替格納容器スプレッド起動準備完了後（約 30 分） 作業開始

6. 手順5:加圧器逃がし弁開放操作(窒素供給)(2/4)

1. 操作の概要

- 全交流動力電源喪失+補助給水機能喪失時において炉心溶融が発生した場合、溶融炉心、水蒸気及び水素が原子炉格納容器内へ急速に放出されることを防止するため、制御用空気系統に窒素ガスボンベから高圧ホースを接続することにより、加圧器逃がし弁へ窒素供給を行い弁の開放操作を実施する。

2. 必要要員数・操作時間(実績)

- 必要要員数:2名
- 操作時間
 - 必要作業時間:約15分
 - 実績時間:移動時間と操作時間を合わせて約7分で実施可能。
 - 移動時間は実測、操作については訓練から余裕をみて算定。

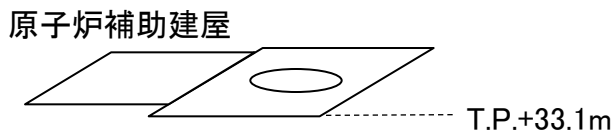
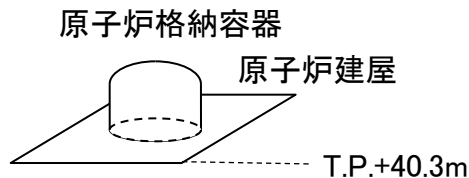
3. 成立性確認結果

- アクセス性
 - LEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を使用するためアクセス性に支障はない。
- 作業環境
 - 室温は通常運転状態と同等であり、作業場の照度についてもLEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を用いることから作業環境に問題はない。
- 操作性
 - 窒素ガスボンベおよびボンベ上部に設置している弁は、通常運転時に操作しているものと同様のものであること、制御用空気系統への高圧ホースの取り付けは、ねじ込み式継手による接続であることから容易に操作できる。

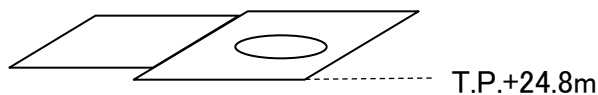
6. 手順5:加圧器逃がし弁開放操作(窒素供給)(3/4)

Step No.5-a-1 加圧器逃がし弁操作用可搬式窒素ガスポンペリアへの移動

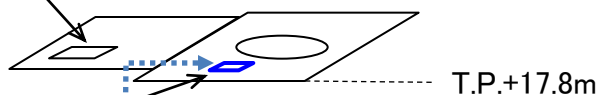
.....: 運転員d、災害対策要員D



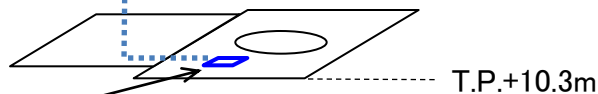
中央制御室



加圧器逃がし弁操作用
可搬式窒素ガスポンペ



代替格納容器
スプレイポンペ



①代替格納容器スプレイポンペ
エリアから原子炉補助建屋へ



②原子炉建屋から原子炉補助
建屋への境界扉



③原子炉補助建屋内、A-D
階段へ移動



④A-D階段入口扉



⑤A-D階段にてT.P.17.8mへ
移動



⑥原子炉補助建屋から原子炉
建屋への移動



⑦原子炉補助建屋から原子炉
建屋への境界扉



⑧加圧器逃がし弁操作用可搬
式窒素ガスポンペエリア

訓練実績時間:約3分

6. 手順5:加圧器逃がし弁開放操作(窒素供給)(4/4)

Step No.5-a-2 加圧器逃がし弁操作用可搬式窒素ガスボンベ接続 および窒素供給操作、系統構成



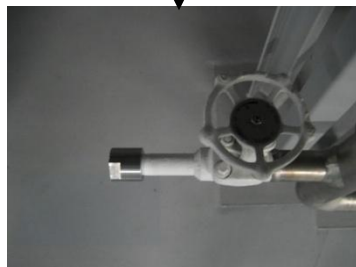
①窒素ガスボンベ



②窒素ガスボンベのカップラ接続前



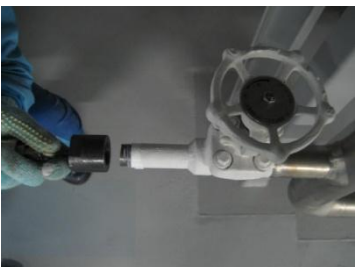
③窒素ガスボンベのカップラ接続後



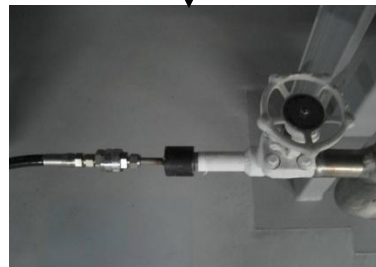
④加圧器逃がし弁側ホース接続前



⑤加圧器逃がし弁側ねじ込み式
キャップ取外し



⑥加圧器逃がし弁側ホース接続直後



⑦加圧器逃がし弁側ホース接続後



⑧窒素ガスボンベのホース接続



⑨窒素ガスボンベからの窒素供給
操作(ボンベ口金操作)



⑩窒素ガスボンベからの窒素供給
操作(バルブパネル操作)



⑪窒素ガスボンベからの窒素供給
操作(系統側バルブ操作)

訓練実績時間:約4分

7. 手順6:被ばく低減操作(アニュラス空気浄化ファンダ°ンパ°窒素供給)(1/4)

【手順の内容および必要要員と作業時間】

手順の項目		手順の内容	作業ステップ		必要 要員数	必要 作業 時間	訓練または類似作 業からの実績時間		作業 ステップ 説明
6	被ばく低減操作	現場移動アニュラス空気浄化ファンダ°ンパ°窒素供給操作 可搬式窒素が°ンパ°接続	6-a-1	アニュラス空気浄化ファンダ°ンパ°への移動	2	約 15 分	約 4 分	約 12 分	P. 26
			6-a-2	アニュラス空気浄化ファンダ°ンパ°への 可搬式窒素が°ンパ°接続 および窒素供給操作、系統構成			約 8 分		P. 27

【対象となる評価事故シーケンスおよび解析または評価からの要求時間と作業完了時間】

評価事故シーケンス	要求時間	事象発生からの 作業完了時間	備考
【炉心損傷防止】			
全交流動力電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失+RCP シール LOCA	—	約 45 分	代替格納容器ス°レイ°ンパ°起動準備完了後(約 30 分)作業開始
全交流動力電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失(RCP シール LOCA なし)	—	—	起動準備までは上記同様 事象発生から約 45 分で完了する。その後、代替非常用電源機能回復により起動可能となる。
【格納容器破損防止】			
大 LOCA+ECCS 注水機能喪失+格納容器ス°レイ°ンパ°失敗	約 60 分	約 25 分	
全交流動力電源喪失+補助給水機能喪失	—	約 70 分	代替格納容器ス°レイ°ンパ°起動準備(約 30 分)、加圧器逃がし弁開放準備(約 15 分)が終了後、作業実施。

7. 手順6:被ばく低減操作(アニュラス空気浄化ファンダンプ窒素供給)(2/4)

1. 操作の概要

- 全交流動力電源喪失状態において炉心損傷が発生した場合、被ばく低減および水素爆発防止を目的として、アニュラス全量排気弁へ窒素ガスボンベから高圧ホースをカップラ接続することにより窒素供給を行い弁の開操作を実施する。

2. 必要要員数・操作時間(実績)

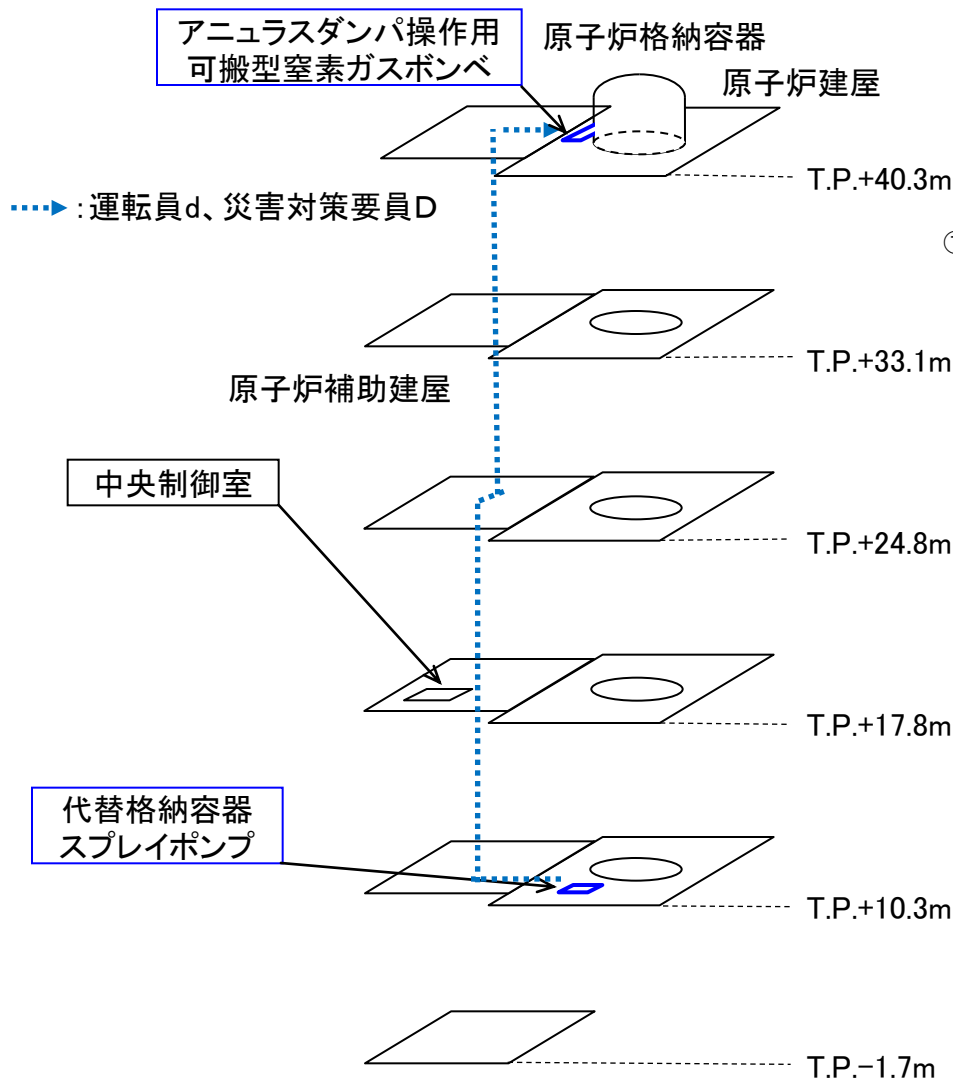
- 必要要員数:1名
- 操作時間
 - 必要作業時間:約15分
 - 実績時間:移動時間と操作時間を合わせて約12分で実施可能。
 - 移動時間は実測、操作については類似操作から余裕をみて算定。

3. 成立性確認結果

- アクセス性
 - LEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を使用するためアクセス性に支障はない。
- 作業環境
 - 室温は通常運転状態と同等であり、作業場の照度についてもLEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を用いることから作業環境に問題はない。
- 操作性
 - 窒素ガスボンベおよびボンベ上部に設置している弁は、通常運転時に操作しているものと同様のものであること、アニュラス全量排気弁への高圧ホースの取り付けはカップラ接続であることから容易に操作できる。
- 連絡手段
 - アニュラス空気浄化ファン起動後に流量調整の必要もないことから、連絡手段を携帯しなくても操作終了後、中央制御室へ戻り、操作完了報告をすることで問題なく対応可能である。

7. 手順6:被ばく低減操作(アニュラス空気浄化ファンダンパ室素供給) (3/4)

Step No.6-a-1 アニュラスダンパエリアへ移動



①代替格納容器スプレイポンプ
エリアから原子炉補助建屋へ



②原子炉建屋から原子炉
補助建屋への境界扉



③原子炉補助建屋内、A-D
階段入口扉へ移動



④A-D階段入口扉



⑤A-D階段にてT.P.24.8m
へ移動



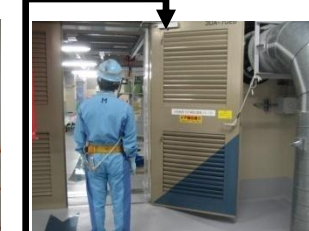
⑥A-D階段からA-A階段
入口扉まで移動



⑦A-A階段入口扉



⑧A-A階段にてT.P.40.3m
へ移動



⑨原子炉補助建屋から
原子炉建屋への境界扉



⑩アニュラスダンパエリア
(設置予定場所)

訓練実績時間: 約4分

7. 手順6:被ばく低減操作(アニュラス空気浄化ファンダンパ°窒素供給) (4/4)

Step No.6-a-2 アニュラスダンパへの可搬式窒素ガスボンベ接続および窒素供給操作、系統構成



①窒素ガスボンベのイメージ
写真は、加圧器逃がし弁用窒素ガスボンベ



②窒素ガスボンベのカップラ接続前イメージ
写真は、加圧器逃がし弁用窒素ガスボンベ



③窒素ガスボンベのカップラ接続後イメージ
写真は、加圧器逃がし弁用窒素ガスボンベ



④窒素ガスボンベのホース接続イメージ
写真は、加圧器逃がし弁用窒素ガスボンベ



⑤窒素ガスボンベからの窒素供給操作
(ポンベロ金操作)
写真は、加圧器逃がし弁用窒素ガスボンベ



⑥窒素ガスボンベからの窒素供給操作
(バルブパネル操作)
写真は、加圧器逃がし弁用窒素ガスボンベ



⑦アニュラス空気浄化ファンダンパ
(原子炉建屋 T. P40. 3m)



⑧アニュラス空気浄化ファンダンパ
(原子炉建屋 T. P. +33. 1m)



訓練(類似含む)実績時間:約8分

12. 手順11: 燃料取替用水ピットへの給水確保(海水) (1/9)

【手順の内容および必要要員と作業時間】

手順の項目	手順の内容	作業ステップ		必要 要員数	必要 作業 時間	訓練または類似作 業からの実績時間		作業 ステップ 説明
		No.	項目					
11 燃料取替用水 ピットへの給水確保(海 水)	海水供給ラインホース敷設・接続 (T.P. 31m~A/B33. 1mトラックケセリア)	11-a-1	ホース保管場所への移動 (原子炉建屋 T.P. 31m からの移動)	2	1.5 時間	1分	52分	P. 34 P. 36
		11-a-2	ホース保管場所から敷設場所へのホース運搬			6分		
		11-a-3	ホース敷設・常設配管へ接続(屋内&屋外)			30分(屋内 15分、屋 外15分)		
		11-a-4	常設配管入口から RWSP への移動弁開閉操作			15分		
	ホース延長・回収車による 海水供給ラインホース敷設・接続 (スクリーン室(取水口)~ 可搬型大型送水ポンプ車~T.P. 31m)	11-b-1	可搬型大型送水ポンプ車/ホース延長・回収車保管場所へ の移動	2	2.5 時間	15分	2.0 時間	10-b-1
		11-b-2	可搬型大型送水ポンプ車/ホース延長・回収車で T.P. 31m 法面上部への移動			5分		10-b-2
		11-b-3	法面部へのホース敷設			40分		10-b-3
		11-b-4	T.P. 31m 法面上部から海水取水箇所(スクリーン室(取水 口))への移動			10分		10-b-4
		11-b-5	スクリーン室(取水口)への水中ポンプ設置、可搬型大型送 水ポンプ車出入口へのホース接続			30分		10-b-5
		11-b-6	法面部下部~スクリーン室(取水口)への車両による ホース敷設・接続			20分		10-b-6
	可搬型大型送水ポンプ車 による断続送水(循環水ポンプ建屋 横 T.P. 10m(取水口横 T.P. 10m))	11-b-1	災害対策本部の指示による送水ポンプ車の 操作・監視	1	—	—	—	—

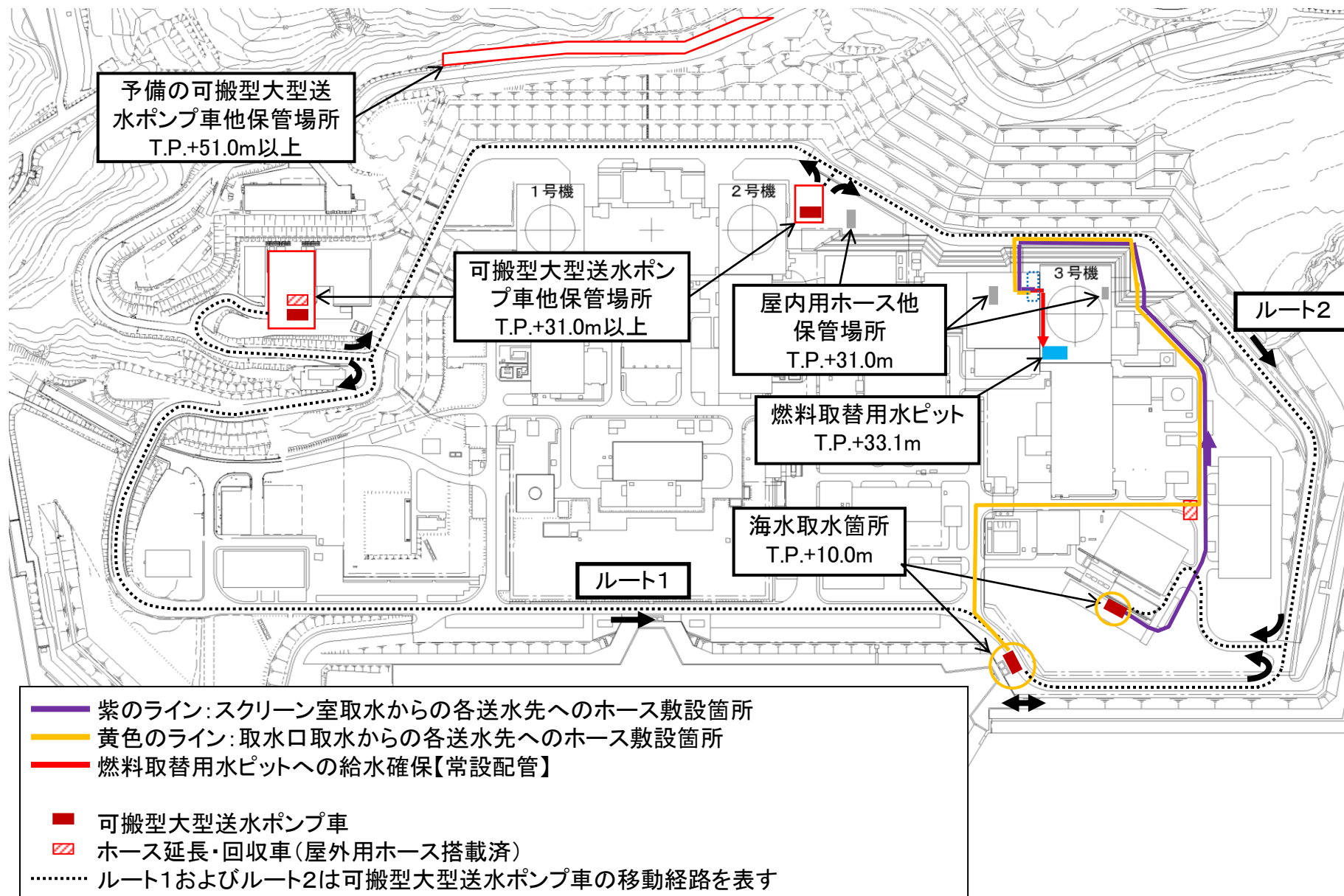
* 各ホース敷設箇所、取水箇所は図2参照

【対象となる評価事故シーケンスおよび解析または評価からの要求時間と作業完了時間】

評価事故シーケンス	要求時間	事象発生からの 作業完了時間	備考
【格納容器破損防止】			
大 LOCA+ECCS 注水機能喪失+格納容器ス プレイ失敗	約 12.9 時間	約 12.5 時間	事象発生から約 7.5 時間後から作業開始可能となる。その場 合、事象発生から約 11.5 時間で作業完了となる。
全交流動力電源喪失+補助給水機能喪失	約 15.6 時間	約 15.0 時間	事象発生から約 10 時間から作業開始可能となる。その場合、 事象発生から約 14 時間後に作業完了となる。

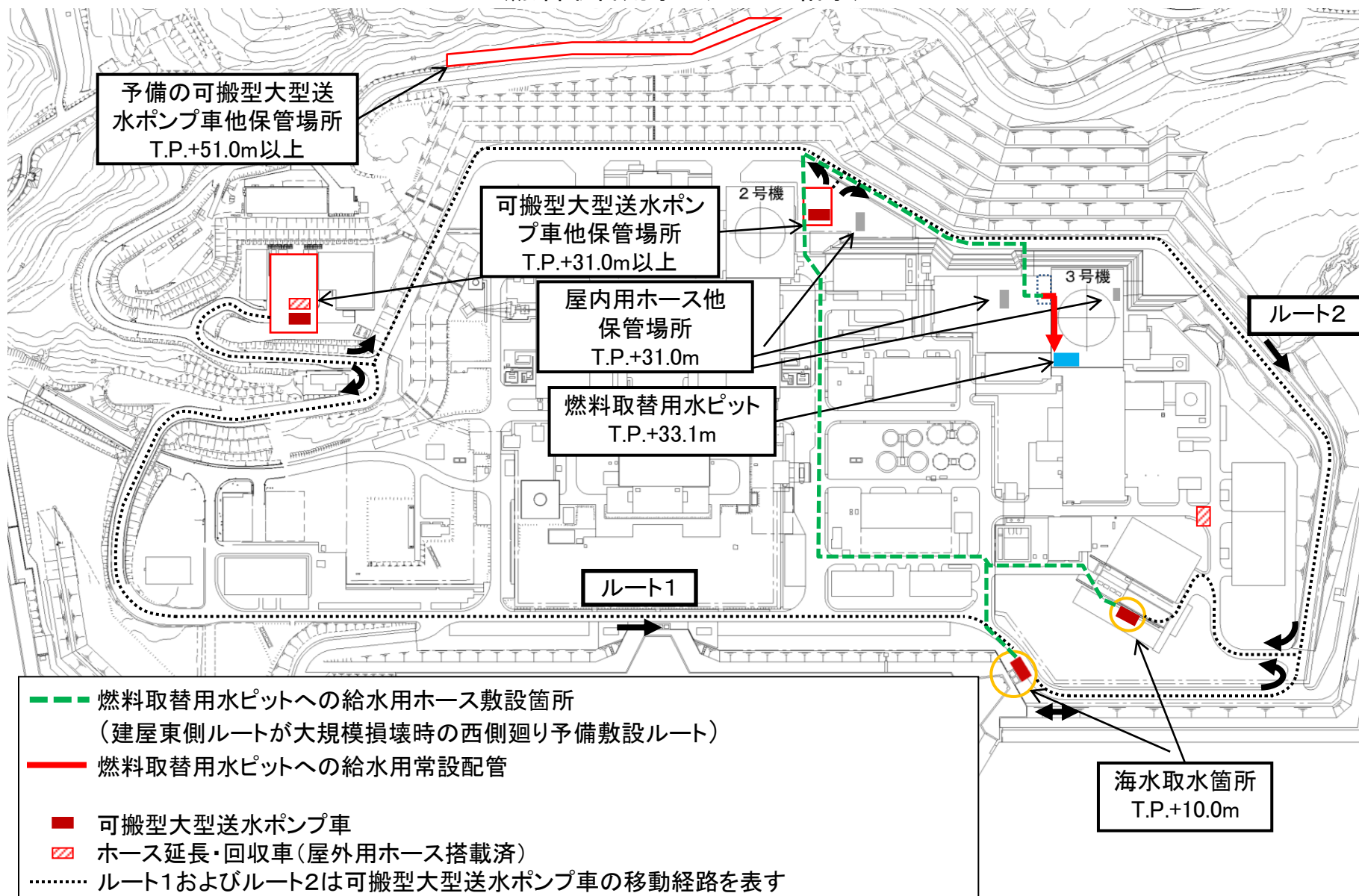
12. 手順11: 燃料取替用水ピットへの給水確保(海水) (2/9)

図2 燃料取替用水ピットへの給水に係るホース敷設箇所・取水箇所配置図



12 手順11: 燃料取替用水ピットへの給水確保(海水) (3/9)

(参考図B) 建屋東側ルートが大規模損壊時の西側廻り予備敷設ルート
(燃料取替用水ピットへの給水)



12. 手順11: 燃料取替用水ピットへの給水確保(海水) (4/9)

1. 作業の概要

- 格納容器破損防止シナリオ時に、代替格納容器スプレイ水の給水源である燃料取替用水ピットが枯渇しないように海水を供給する操作であり、以下の3つの作業がある。
 - 海水供給ラインホース敷設・接続(T.P31m～A/B33.1mトラックアクセスエリア)作業
 - ホース延長・回収車による海水供給ラインホース敷設・接続等(スクリーン室(または取水口)～可搬型大型送水ポンプ車～T.P31m)作業
 - 可搬型大型送水ポンプ車による断続送水作業
 - 断続送水操作は前段の作業であるホース敷設・接続等の作業が完了後開始する。

2. 必要要員数・作業時間(実績)

- 必要要員数
 - 海水供給ラインホース敷設・接続(T.P31m～燃料取替用水ピット)作業: 2名
 - ホース延長・回収車による海水供給ラインホース敷設・接続等作業 : 2名
 - 可搬型大型送水ポンプ車による断続送水作業 : 1名
- 作業時間
 - 要求時間: 事象発生から燃料取替用水ピットの水が枯渇するまでに海水送水に必要な上記2作業(ホースの敷設・接続作業)が完了すること。
 - 実績時間
 - 屋外作業での被ばくを考慮し、事象発生後7.5時間後から作業を開始する。(過圧破損事象の場合)
 - 海水供給ラインホース敷設・接続(T.P31m～燃料取替用水ピット)作業: 1.5時間(事象発生後9時間で完了)
 - ・ 訓練実績: 52分
 - ホース延長・回収車による海水供給ラインホース敷設・接続等(スクリーン室(または取水口)～可搬型大型送水ポンプ車～T.P31m)作業: 2.5時間(事象発生後11.5時間で完了)
 - ・ 訓練実績: 2.0時間

12. 手順11: 燃料取替用水ピットへの給水確保(海水) (5/9)

3. 成立性確認結果

- **アクセス性**
 - LEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を使用するためアクセス性に支障はない。
- **作業環境**
 - 屋内作業では、室温は通常運転状態と同等であり、作業場の照度についてもLEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を用いることから作業環境に問題はない。
 - 屋外作業でも、類似作業の訓練実績から、冬季と夏季での操作時間に相違がないことを確認しているとともに、冬期間の屋外作業では防寒服等を着用した上で作業することから問題はない。
- **操作性**
 - 海水供給ラインホース敷設・接続(T.P31m～燃料取替用水ピット)作業
 - ホースは人力で運搬敷設が容易な仕様であり、ホースと恒設配管およびホースとホースはカップラ接続であることから問題はない。
 - ホース延長・回収車による海水供給ラインホース敷設・接続(スクリーン室(または取水口)～可搬型大型送水ポンプ車～T.P31m)作業
 - ホース延長・回収車を運転させてホース敷設ルートを移動しながらホースが車上から引き出されることで敷設されることから、運転手1名と敷設されたホースを確認しながら1名がホース延長・回収車の後方から徒歩にて追隨していく作業であり容易である。
 - 可搬型大型送水ポンプ車による断続送水作業
 - 可搬型大型送水ポンプ車は、消防車の設計・製作の豊富な経験を有するメカ製のものであり、緊急車両としても優れた操作性を有している。
 - ホースについてはカップラで接続する仕組みであり容易に接続できることから問題はない。
 - 取水箇所に吊り下げて設置する取水ポンプは人力で降下設置できる軽量なものであり問題はない。
- **連絡手段**
 - 屋外現場と緊急時対策所または中央制御室間の連絡は、衛星携帯電話を使用し、屋外現場間は、トランシーバを使用する。

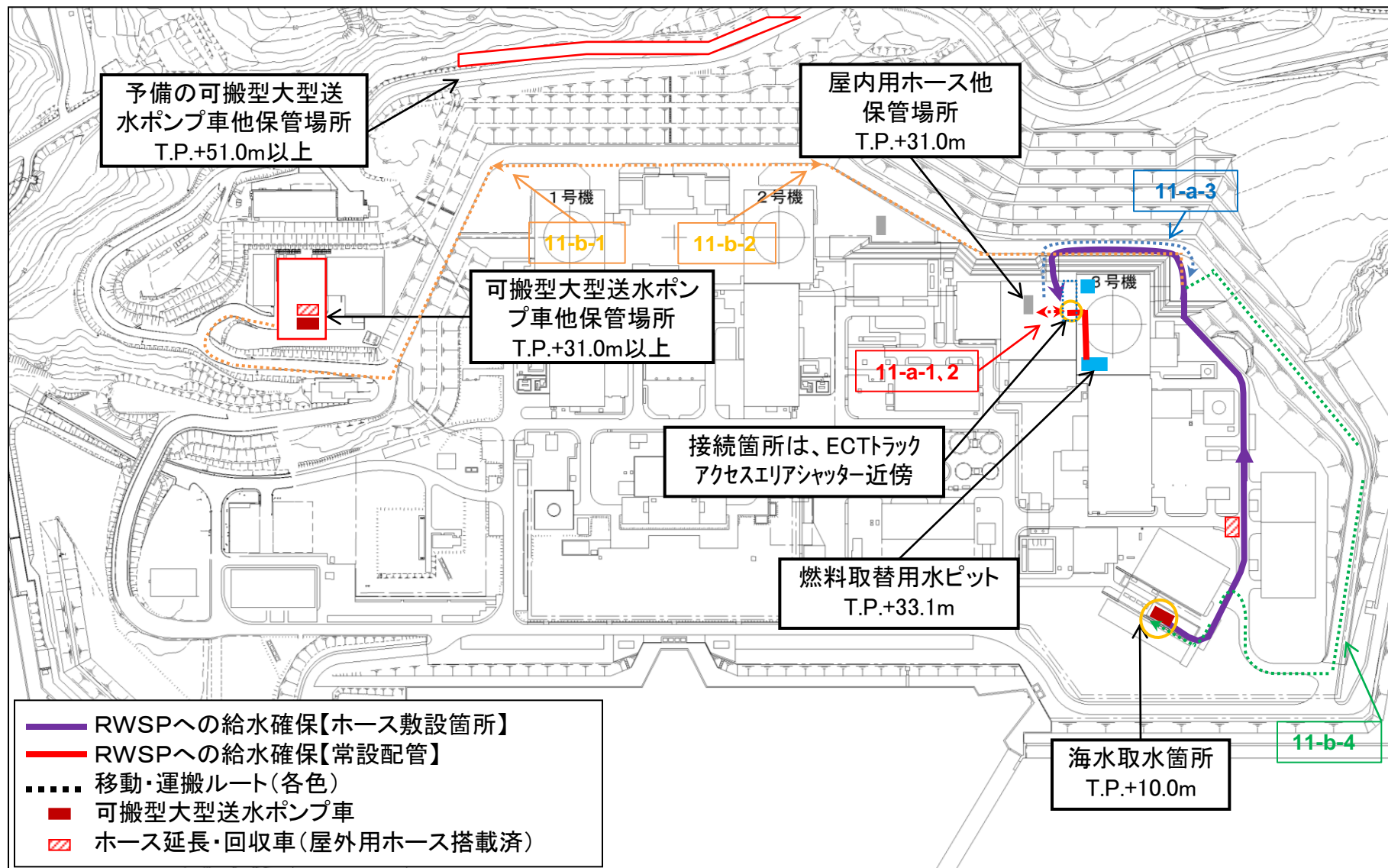
12. 手順11: 燃料取替用水ピットへの給水確保(海水) (6/9)

- SBO+ECCS注水失敗+格納容器スプレイ失敗時における被ばく線量(被ばく低減の観点から要員参集後、適宜、交代しながら作業を実施する。)
 - 海水供給ラインホース敷設・接続(T.P31m～燃料取替用水ピット)作業
 - 事象発生後、7.5時間から9.0時間まで、同じ要員が作業を継続すると、約16mSvの被ばく量と想定される。
 - ホース延長・回収車による海水供給ラインホース敷設・接続(スクリーン室(または取水口)～可搬型大型送水ポンプ車～T.P31m)作業
 - 事象発生後、9.0時間から11.5時間まで、同じ要員が作業を継続すると、約36mSvの被ばく量と想定される。
 - 可搬型大型送水ポンプ車による断続送水作業
 - 上記作業終了後、同じ要員が適宜、可搬型大型送水ポンプ車による断続送水状況を確認した場合、約4.6mSvの被ばく量と想定される。

12. 手順11: 燃料取替用水ピットへの給水確保(海水) (7/9)

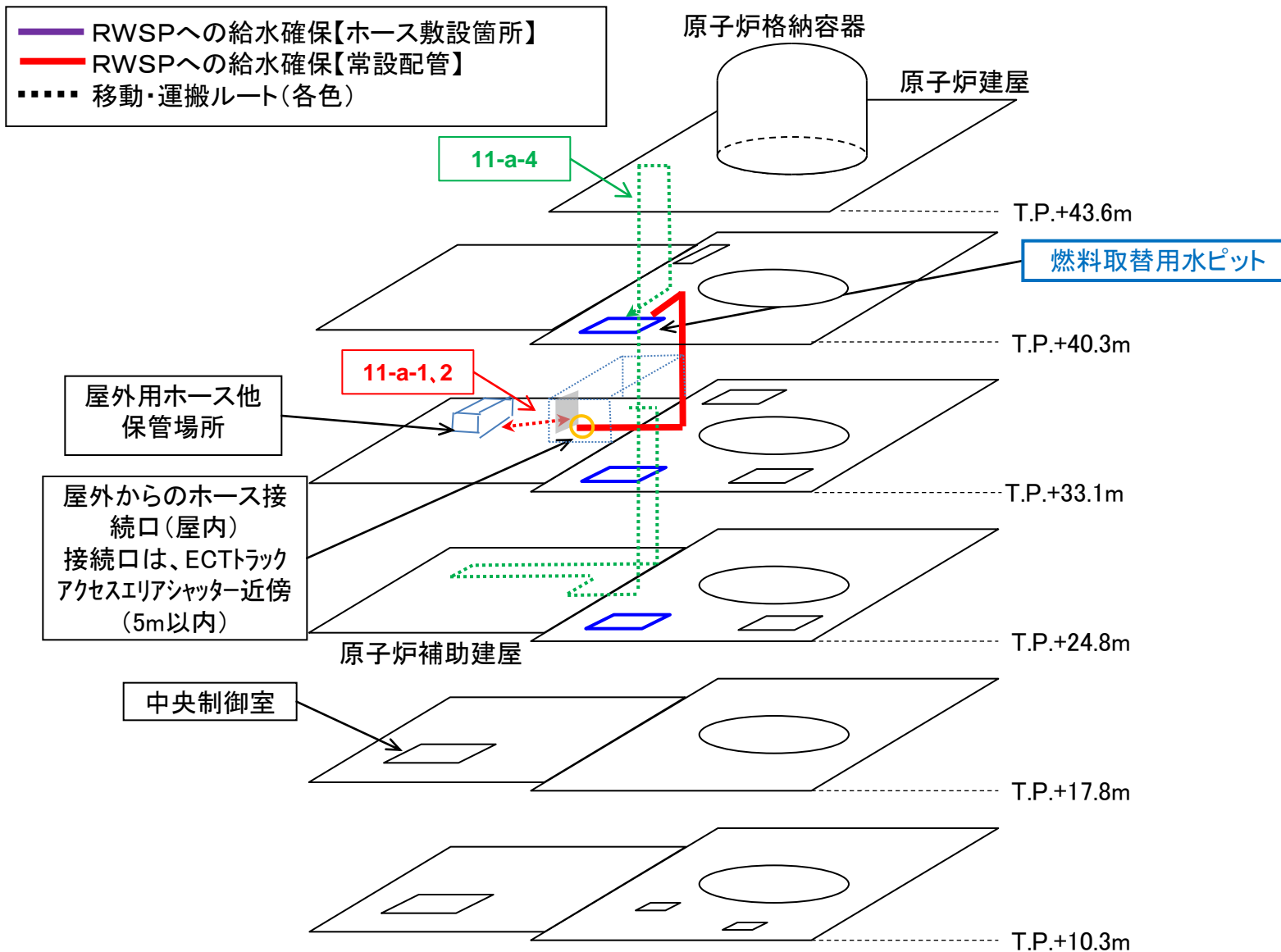
Step No.11-a-1,a-2,a-3 給水ルート及び移動・運搬図

(スクリーン室取水のケース)



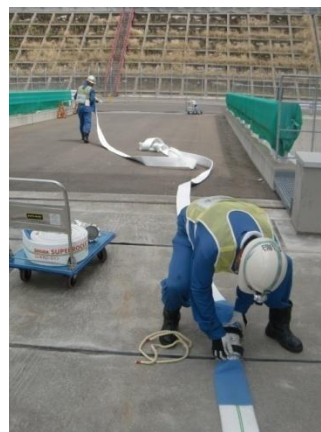
12. 手順11: 燃料取替用水ピットへの給水確保(海水) (8/9)

Step No.11-a-1,a-2,a-4 給水ルート及び移動・運搬図



12. 手順11: 燃料取替用水ピットへの給水確保(海水) (9/9)

Step No. 11-a-3 ホース敷設作業(屋外作業)



原子炉補助建屋屋上 (T.P.33.1m)トラックアクセスエリア～
原子炉建屋東側屋外 (T.P.31)m法面近くまでのホース敷設作業
(ホース敷設距離:200m程度)

スクリーン室前(海水取水箇所)～原子炉建屋東側法面上部 (T.P.31m)側への
ホース敷設については、手順10【蒸気発生器への給水確保】を参照

実績:30分

13. 手順12:原子炉補機冷却海水系統への給水確保 (1/15)

【手順の内容および必要要員と作業時間】

手順の項目	手順の内容	作業ステップ		必要 要員数	必要 作業 時間	訓練または類似作 業からの実績時間		作業 ステップ 説明
		No.	項目					
12 原子炉補機冷却 海水系統への給 水確保 (海水)	ホース延長・回収車による 海水供給ラインホース敷設・接続 (スクリーン室(取水口)～ 可搬型大型送水ポンプ車～循環水 ポンプ建屋(ディーゼル発電機建屋/原子 炉建屋))	12-a-1	可搬型大型送水ポンプ車保管場所への移動	3	約4.0 時間	15分	2時間55 分	P. 43
		12-a-2	可搬型大型送水ポンプ車で取水箇所(スクリーン室(取水口))への移動			10分		P. 43
		12-a-3	スクリーン室(取水口)への水中ポンプ設置、可搬型大型送水ポンプ車出入口へのホース接続			30分		P. 43
		12-a-4	スクリーン室(取水口)～循環水ポンプ建屋(ディーゼル発電機建屋/原子炉建屋)入口への車両によるホース敷設			20分		P. 43
		12-a-5	循環水ポンプ建屋(ディーゼル発電機建屋/原子炉建屋)入口～建屋内海水供給口へのホース敷設及びフランジ取外し・ホース接続			40分		P. 44 P. 45
		12-a-6	循環水ポンプ建屋(①ディーゼル発電機建屋/②原子炉建屋)～SWS-CCWSタイライン接続箇所への移動			15分 (①5分、 ②0分)		P. 44
		12-a-7	SWS-CCWSタイラインへのスプーリングの取り付け(原子炉建屋内接続口の場合、本作業はなし)			45分		P. 46
	可搬型大型送水ポンプ車による連続送水(循環水ポンプ建屋横 T. P. 10m(取水口横 T. P. 10m))	12-b-1	災害対策本部の指示による送水ポンプ車の操作・監視	1	—	—	—	—
	格納容器自然対流冷却 系統構成 (循環水ポンプ建屋、原子炉補助建 屋、原子炉建屋)	12-c-1	系統構成間の移動(運転員 b)	1	約1.0 時間	約22分	約53分	P. 47
		12-c-2						P. 48
		12-c-3	系統構成(原子炉補助建屋および循環水ポンプ建屋)			約31分		P. 49
		12-c-4	系統構成間の移動(運転員 c)	1	約1.0 時間	約13分	約49分	P. 50
		12-c-5	系統構成(原子炉建屋)			約36分		P. 51

*各ホース敷設箇所、接続口、取水箇所は図3参照

災害対策要員が実施する12-a作業と運転員が実施する12-c作業は並行して行なう。また、運転員が実施する12-c-1,2と12-c-4,5についても並行して実施する。

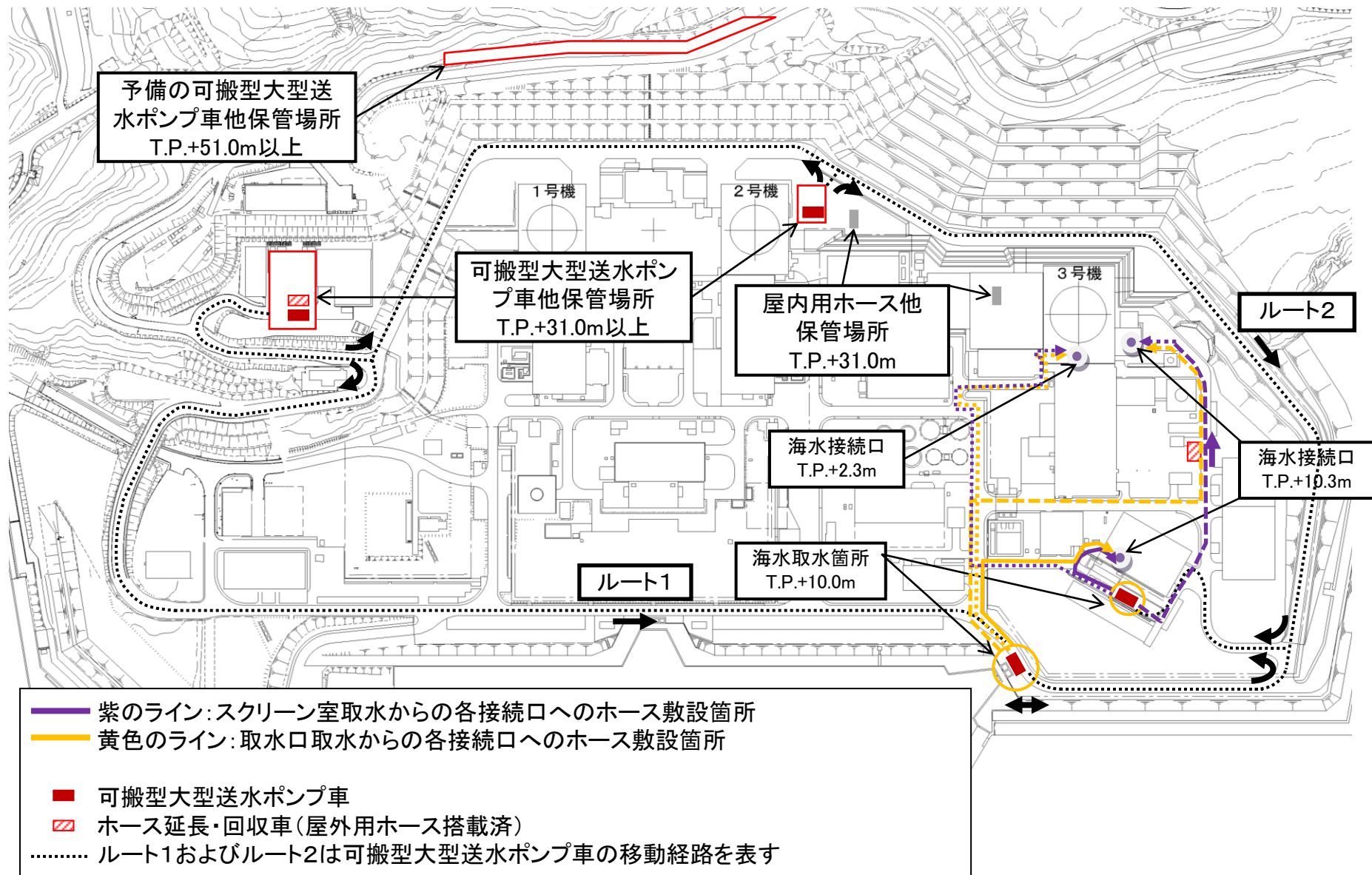
13. 手順12:原子炉補機冷却海水系統への給水確保 (2/15)

【対象となる評価事故シーケンスおよび解析または評価からの要求時間と作業完了時間】

評価事故シーケンス	要求時間	事象発生からの作業完了時間	備考
【炉心損傷防止】			
全交流動力電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールLOCA	約58時間	約12時間	蒸気発生器への給水確保(事象発生から約7時間後)完了後、使用済燃料ピットへの海水供給ラインホース敷設(約1時間)を実施後、作業開始する。また、蒸気発生器への給水確保を前倒し可能時間から開始した場合、事象発生から約10.5時間で作業完了する。
全交流動力電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失(RCPシールLOCAなし)	—		
【格納容器破損防止】			
大LOCA+ECGS注水機能喪失+格納容器スプレイ失敗	24時間	約24時間	事象発生から約19時間後に作業を開始する。使用済燃料ピットへの給水確保用ホース敷設(約1時間)も合わせて作業を実施することから、事象発生後、約24時間で作業を完了する。また、前倒し可能時間から開始した場合は、事象発生後から約23時間で作業完了する。
全交流動力電源喪失+補助給水機能喪失			
【停止中の原子炉の燃料損傷防止】			
ミッドループ運転中の全交流動力電源機能喪失	約57時間	約10.5時間	使用済燃料ピットへの給水確保(事象発生から約6.5時間後)完了後、作業開始可能となる。また、使用済燃料ピットへの給水確保を前倒し可能時間から開始した場合、事象発生から約9時間で作業完了する。

13. 手順12: 原子炉補機冷却海水系統への給水確保 (3/15)

図3 原子炉補機冷却海水系統への給水に係るホース敷設箇所・取水箇所・接続口配置図



13. 手順12:原子炉補機冷却海水系統への給水確保(4/15)

1. 操作の概要

- 格納容器自然対流冷却および高圧再循環運転のため、可搬型大型送水ポンプ車により原子炉補機冷却海水系統に海水を供給する作業であり、以下の3作業がある。
 - ホース延長・回収車による海水供給ラインホース敷設・接続(スクリーン室(または取水口)～可搬型大型送水ポンプ車～循環水ポンプ建屋(またはディーゼル発電機建屋、原子炉建屋))等作業
 - 可搬型大型送水ポンプ車による連続送水作業
 - 格納容器自然対流冷却および高圧再循環運転時に必要な冷却水確保のための系統構成を実施する。

2. 必要要員数・作業時間(実績)

- 必要要員数
 - <災害対策要員>
 - ホース延長・回収車による海水供給ラインホース敷設・接続(スクリーン室(または取水口)～可搬型大型送水ポンプ車～循環水ポンプ建屋(またはディーゼル発電機建屋、原子炉建屋))作業:3名
 - 可搬型大型送水ポンプ車による連続送水作業:1名
 - <運転員>
 - 格納容器自然対流冷却および高圧再循環運転時に必要な冷却水確保のための系統構成:2名

13. 手順12:原子炉補機冷却海水系統への給水確保 (5/15)

● 操作時間

- 要求時間:事象発生から24時間以内(格納容器破損防止時)、または燃料取替用水ピット水が枯渇する57時間(停止中の炉心損傷防止)または58時間以内(運転中の炉心損傷防止)。

<災害対策要員>

➤ 実績時間

- ホース延長・回収車による海水供給ラインホース敷設・接続作業等

(スクリーン室(または取水口)～可搬型大型送水ポンプ車～循環水ポンプ建屋(またはディーゼル発電機建屋、原子炉建屋))

:4時間

- ・ 訓練実績:約3時間(いずれの取水箇所、接続口を用いた場合でも3時間以内での作業が可能と評価)

<運転員>

- 実績時間:移動および操作時間を合わせて約53分で実施可能。
 - 格納容器自然対流冷却および高圧再循環時の冷却水確保系統構成を実施した時間。(移動時間は実測、操作については類似操作から余裕をみて算定)

13. 手順12:原子炉補機冷却海水系統への給水確保 (6/15)

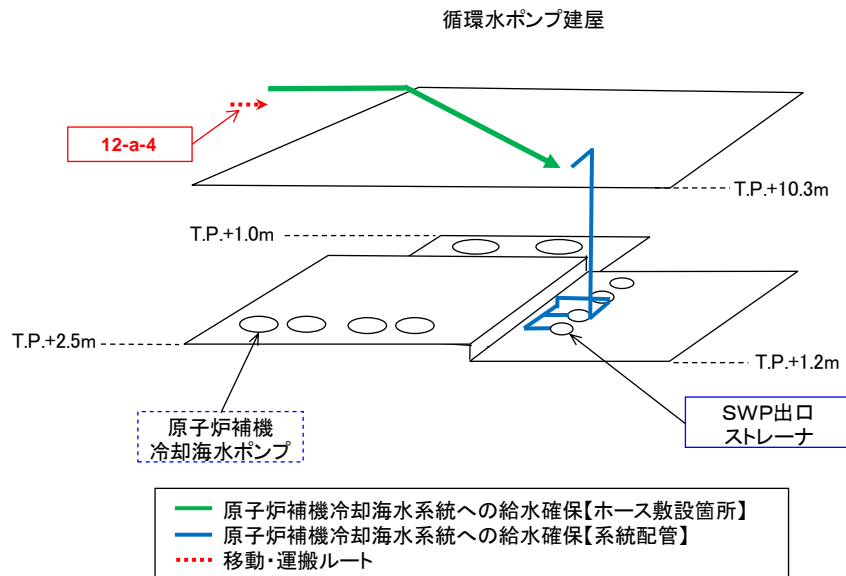
3. 成立性確認結果

- **アクセス性**
 - LEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を使用するためアクセス性に支障はない。
- **作業環境**
 - 屋内作業では、室温は通常運転状態と同等であり、作業場の照度についてもLEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を用いることから作業環境に問題はない。
 - 屋外作業でも、類似作業の訓練実績から、冬季と夏季での作業時間に相違がないことを確認しているとともに、冬期間の屋外作業では防寒服等を着用した上で作業することから問題はない。
- **作業性**
 - 海水供給ラインホース敷設・接続(循環水ポンプ建屋内他)作業
 - ホースは人力で運搬敷設が容易な仕様であり、およびホースとホースはカップラ接続であること、ホースと恒設配管は口径の比較的小さいフランジ接続であることから作業は容易であり問題はない。
 - ホース延長・回収車による海水供給ラインホース敷設・接続(スクリーン室(または取水口)～可搬型大型送水ポンプ車～循環水ポンプ建屋(またはディーゼル発電機建屋、原子炉建屋))作業
 - ホース延長・回収車を運転してホース敷設ルートを移動することによりホースが車上から引き出されることで敷設されることから、運転手1名と敷設されたホースを確認しながら1名がホース延長・回収車の後方から徒歩にて追隨していく作業であり容易である。
 - 可搬型大型送水ポンプ車による連続送水作業
 - 可搬型大型送水ポンプ車は、消防車の設計・製作の豊富な経験を有するメカ製のものであり、緊急車両としても優れた操作性を有している。
 - ホースについてはカップラで接続する仕組みであり容易に接続できることから問題はない。
 - 取水箇所に取り下げて設置する水中ポンプは人力で降下設置できる軽量なものであり問題はない。
- **連絡手段**
 - 屋外現場と緊急時対策所または中央制御室間の連絡は、衛星携帯電話を使用し、屋外現場間は、トランシーバを使用する。
- **SBO+ECCS注水失敗+格納容器スプレイ失敗時における被ばく線量(被ばく低減の観点から要員参集後、適宜、交代しながら作業を実施する。)**
 - ホース延長・回収車による海水供給ラインホース敷設・接続(スクリーン室(または取水口)～可搬型大型送水ポンプ車～循環水ポンプ建屋(またはディーゼル発電機建屋、原子炉建屋))作業
 - 事象発生後、18.0時間から22.0時間まで、同じ要員が作業を継続すると、循環水ポンプ建屋内の接続口を使用した場合約21mSvの被ばく量と想定される。(ディーゼル発電機建屋内接続口の場合は約25mSv、原子炉建屋内接続口の場合は約16mSvと評価)

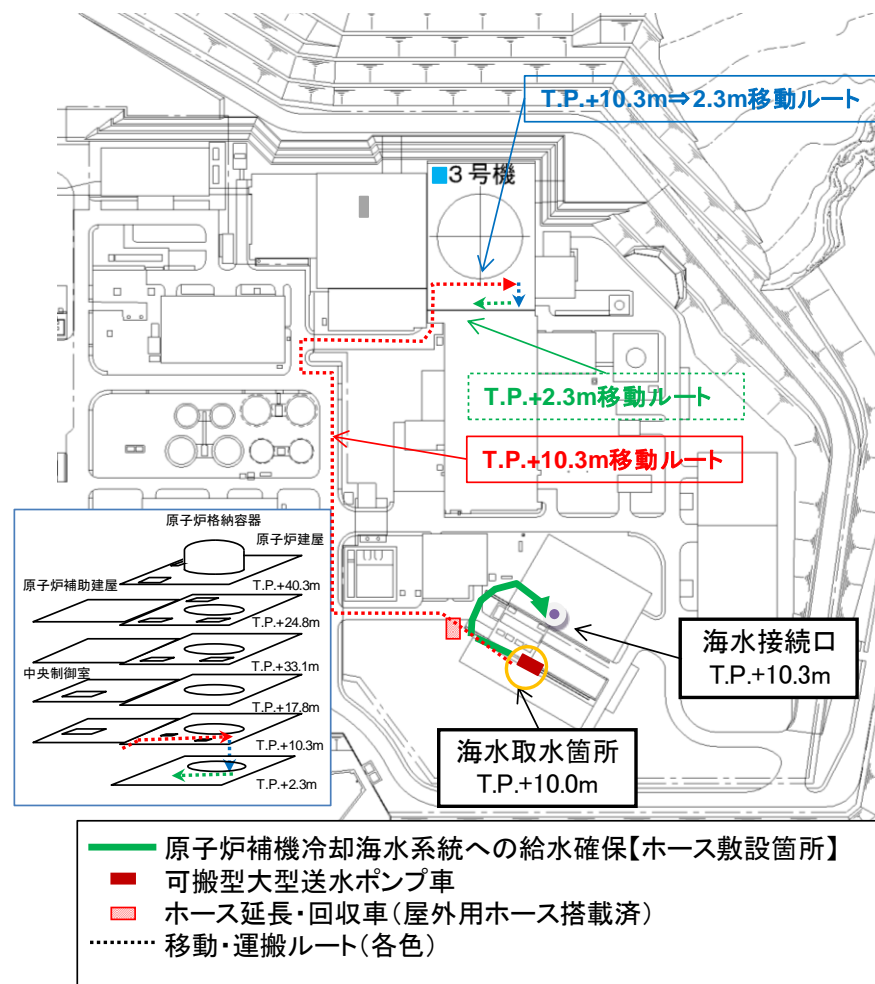
13. 手順12:原子炉補機冷却海水系統への給水確保 (8/15)

(スクリーン室取水・循環水ポンプ建屋内接続のケース)

Step No.12-a-5 給水ルート及び移動・運搬図 (建屋内)



Step No.12-a-6 SWS-CCWSタイライン配管 接続箇所への移動図



13. 手順12: 原子炉補機冷却海水系統への給水確保 (9/15)

(スクリーン室取水・循環水ポンプ建屋内接続のケース)

Step No. 12-a-4

スクリーン室～循環水ポンプ建屋入口への
ホース延長・回収車および人力によるホースの敷設・接続作業

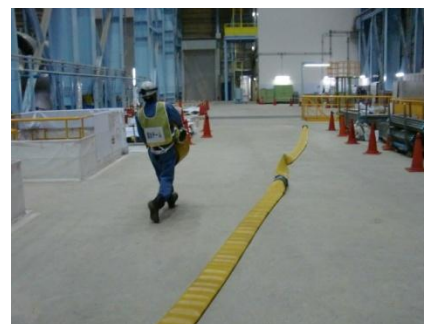


スクリーン室から循環水ポンプ建屋
入口へのホース延長・回収車
および作業員によるホースの
敷設・接続作業
(ホース敷設距離: 100m程度)

実績: 20分

Step No. 12-a-5

循環水ポンプ建屋入口～建屋内海水供給口への
ホース敷設・接続作業



循環水ポンプ建屋内でのホース敷設作業。
(ホース敷設距離: 30m程度)



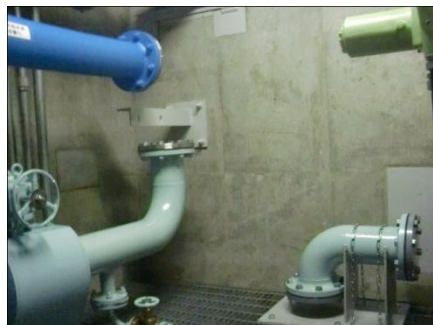
海水供給箇所フランジ部
(指差しているフランジを取外してホースを接続する。)

実績: 40分

13. 手順12:原子炉補機冷却海水系統への給水確保 (10/15)

Step No. 12-a-7

SWS-CCWSタイラインへのスプールピースの取り付け



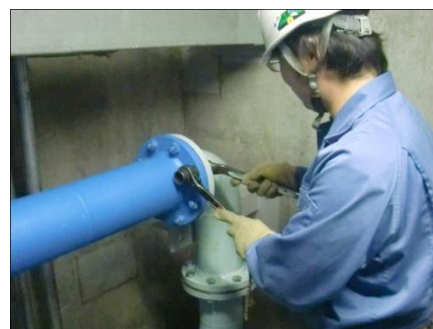
CCWS-SWSタイラインの全景
写真右下:スプールピース
写真左上:接続箇所)



閉止フランジの取り外し(写真:
SWS側閉止フランジの取り外し)



スプールピースの取り付け



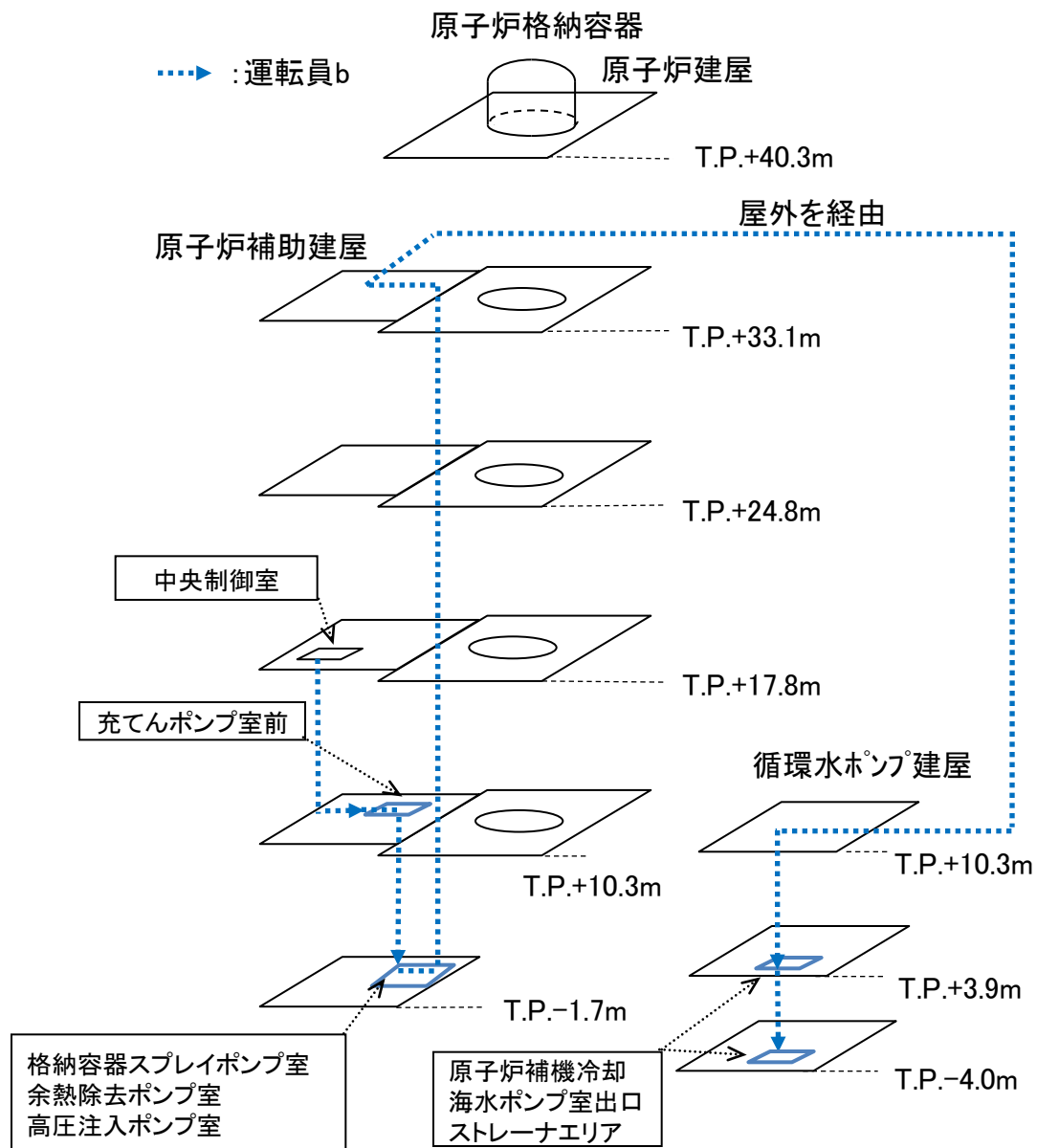
スプールピースの締め付け

SWSとCCWSのタイラインについては、CCWS側への海水の漏れこみリスクを無くすため、常時切り離しており、必要時にスプールピースを接続することとしている。

実績:45分

13. 手順12 : 原子炉補機冷却海水系統への給水確保(11/15)

Step No.12-c-1 系統構成間の移動(運転員b)



13. 手順12 : 原子炉補機冷却海水系統への給水確保(12/15)

Step No.12-c-2 系統構成間の移動(運転員b)



①中央制御室



②中央制御室からA-D階段へ



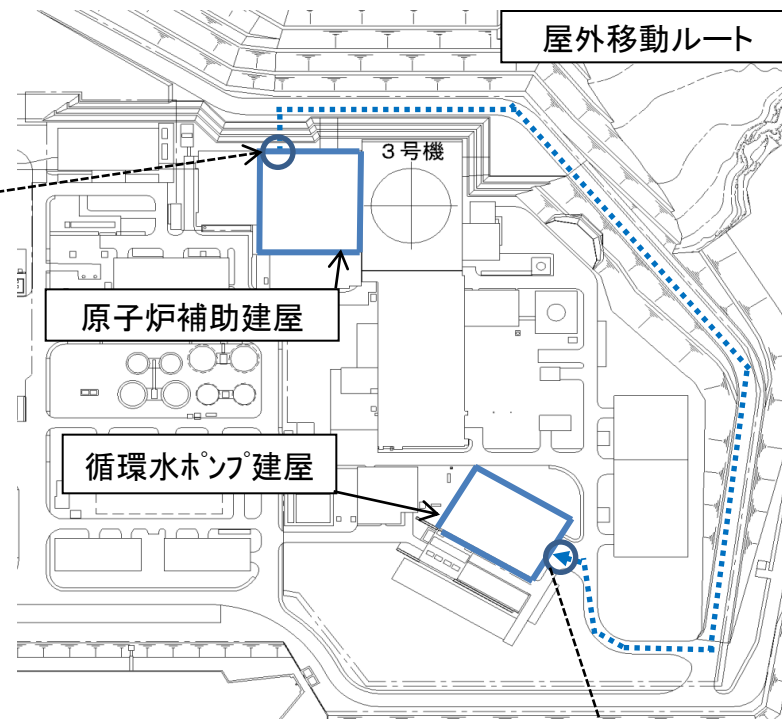
③A-D階段から充てんポンプ室前



⑤格納容器スプレイポンプ室、
余熱除去ポンプ室、高圧注入
ポンプ室からT.P.33.1mへ移
動し、屋外へ



④充てんポンプ室前から格納容器
スプレイポンプ室、余熱除去
ポンプ室、高圧注入ポンプ室へ



⑦原子炉補機冷却海水ポンプ室
出口ストレーナエリア



⑥屋外を經由し、循環水ポンプ
建屋へ

訓練実績時間: 約22分

13. 手順12 : 原子炉補機冷却海水系統への給水確保(13/15)

Step No.12-c-3 系統構成(原子炉補助建屋および循環水ポンプ建屋)



① 充てんポンプ室前



③ 格納容器スプレイポンプ室



⑤ 余熱除去ポンプ室



⑦ 高圧注入ポンプ室



⑨ 原子炉補機冷却海水ポンプ
出口ストレーナエリア



② 充てんポンプ室前系統構成
操作イメージ

6弁閉操作: 約6分
(約1分/弁)



④ 格納容器スプレイポンプ室
系統構成操作イメージ

3弁閉操作: 約3分
(約1分/弁)



⑥ 余熱除去ポンプ室系統構成
操作イメージ

4弁閉操作: 約4分
(約1分/弁)



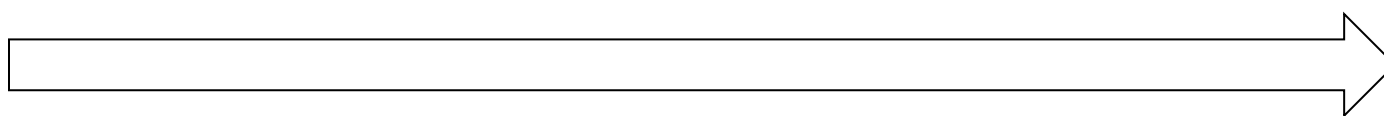
⑧ 高圧注入ポンプ室系統構成
操作イメージ

2弁閉操作: 約2分
(約1分/弁)



⑩ 原子炉補機冷却海水ポンプ
出口ストレーナエリア系統構成
操作イメージ

8弁閉操作: 約16分
(約5分/弁) × 2弁
(約2分/弁) × 2弁
(約1分/弁) × 2弁



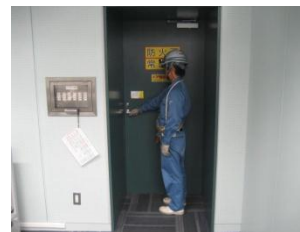
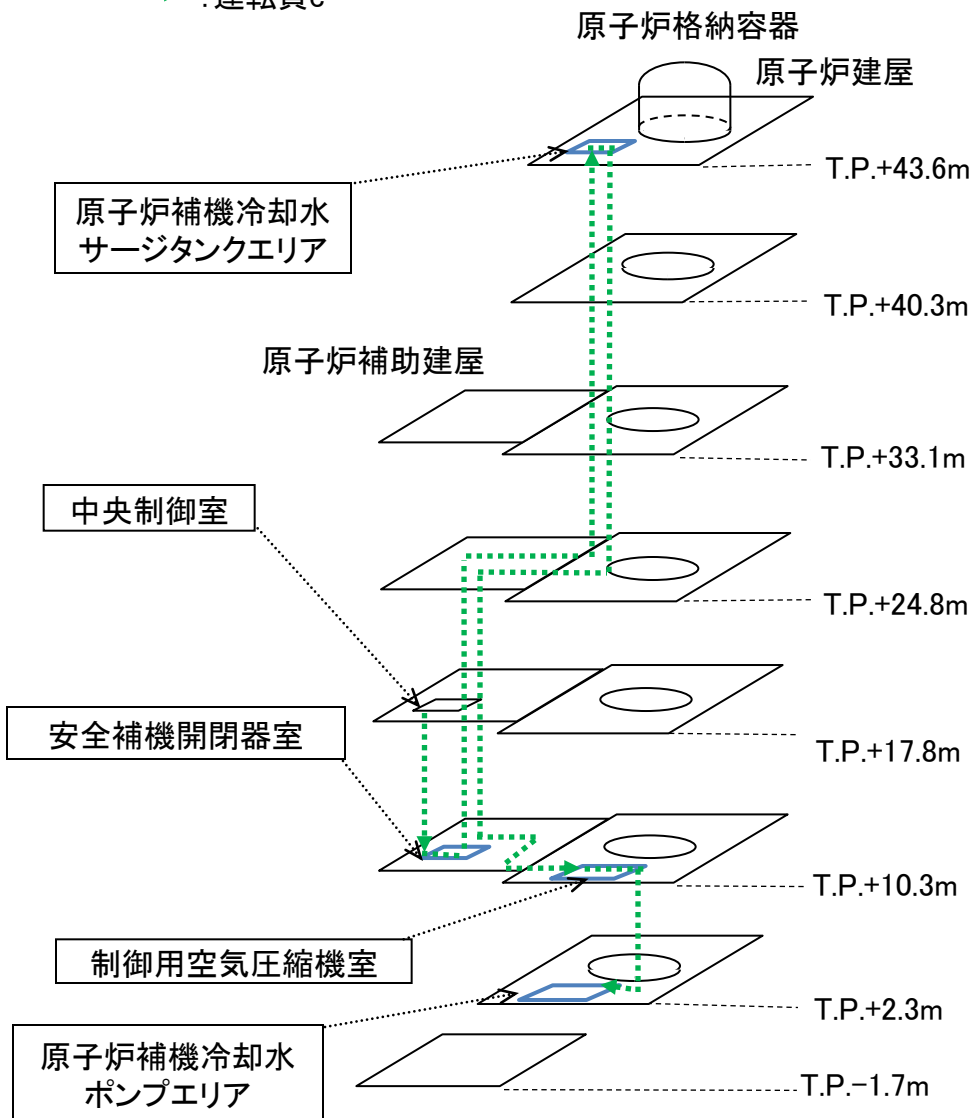
操作の流れ

訓練(類似含む)実績時間: 約31分

13. 手順12 : 原子炉補機冷却海水系統への給水確保(14/15)

Step No.12-c-4 系統構成間の移動(運転員c)

..... : 運転員c



①中央制御室



②中央制御室から安全補機開閉器室へ



③安全補機開閉器室から原子炉補機冷却水サージタンクエリアへ



④原子炉補機冷却水サージタンクエリアから制御用空気圧縮機室へ



⑤制御用空気圧縮機室から原子炉補機冷却水ポンプエリアへ

訓練実績時間: 約13分

13. 手順12 : 原子炉補機冷却海水系統への給水確保(15/15)

Step No.12-c-5 系統構成(原子炉建屋)



①安全補機開閉器室



③原子炉補機冷却水サージタンクエリア



⑤制御用空気圧縮機室



⑦原子炉補機冷却水ポンプエリア



②コントロールセンタ操作イメージ

20台投入操作:約10分
(約30秒/台)



④原子炉補機冷却水サージタンクエリア系統構成操作イメージ

2弁閉操作:約2分
(約1分/弁)



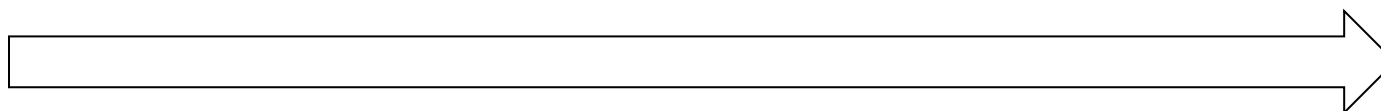
⑥制御用空気圧縮機室系統構成操作イメージ

2弁閉操作:約2分
(約1分/弁)



⑧原子炉補機冷却水ポンプエリア系統構成操作イメージ

10弁閉操作:約22分
(約10分/弁)×1弁
(約2分/弁)×3弁
(約1分/弁)×6弁



操作の流れ

訓練(類似含む)実績時間:約36分

14. 手順13:使用済燃料ピットへの給水確保(海水) (1/9)

【手順の内容および必要要員と作業時間】

手順の項目	手順の内容	作業ステップ		必要 要員数	必要 作業 時間	訓練または類似作 業からの実績時間		作業 ステップ 説明
		No.	項目					
13	海水供給ラインホース敷設・接続 (T.P. 31m～ 使用済燃料ピット)	13-a-1	ホース保管場所への移動	2	1.0 時間	15分	41分	P. 58
		13-a-2	ホース保管場所から敷設場所へのホース運搬			6分		P. 58
		13-a-3	ホース敷設・接続(屋内&屋外)			20分(屋 内14分、 屋外6分)		P. 59 P. 60
	ホース延長・回収車による 海水供給ラインホース敷設・接続 (スクリーン室(取水口)～ 可搬型大型送水ポンプ車～ T.P. 31m)	13-b-1	可搬型大型送水ポンプ車/ホース延長・回収車保管場所 への移動	2	2.5 時間	15分	2.0 時間	10-b-1
		13-b-2	可搬型大型送水ポンプ車/ホース延長・回収車でT.P. 31m 法面上部への移動			5分		10-b-2
		13-b-3	法面部へのホース敷設			40分		10-b-3
		13-b-4	T.P. 31m法面上部から海水取水箇所(スクリーン室(取水 口))への移動			10分		10-b-4
		13-b-5	スクリーン室(取水口)への水中ポンプ設置、可搬型大型 送水ポンプ車出入口へのホース接続			30分		10-b-5
		13-b-6	法面部下部～スクリーン室(取水口)への車両による ホース敷設・接続			20分		10-b-6
	可搬型大型送水ポンプ車 による断続送水 (循環水ポンプ建屋横T.P. 10m(取水 口横T.P. 10m)及びT.P. 31m)	13-b-1	災害対策本部の指示による送水ポンプ車の 操作・監視	2	—	—	—	—

*各ホース敷設箇所、取水箇所は図4参照

ホース延長・回収車による海水供給ラインホース敷設・接続作業については、蒸気発生器への給水確保または燃料取替用水ピットへの給水確保が実施される場合、それらの作業とホースは兼用のためホースは敷設済みであることから、使用済燃料ピットへの給水確保のみが必要な場合に本手順の中で実施される作業である。

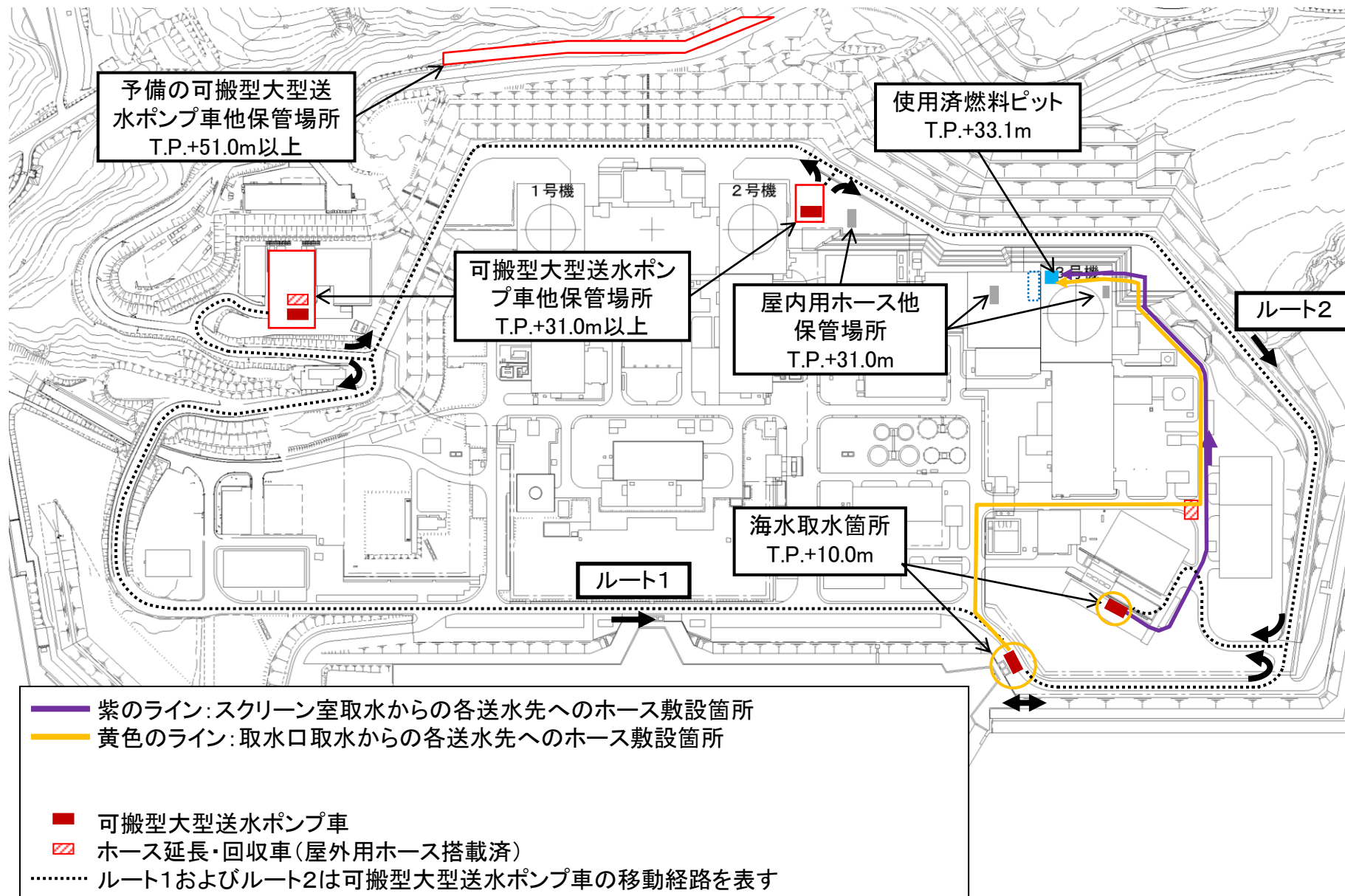
14. 手順13:使用済燃料ピットへの給水確保(海水) (2/9)

【対象となる評価事故シーケンスおよび解析または評価からの要求時間と作業完了時間】

評価事故シーケンス	要求時間	事象発生からの 作業完了時間	備考
【炉心損傷防止】			
全交流動力電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失+RCP シール LOCA	約 1.6 日	約 8.0 時間	蒸気発生器への給水確保(事象発生から約 7 時間後)から作業を開始する。また、蒸気発生器への給水確保作業を前倒し可能時間から開始した場合、事象発生後、約 6,5 時間で作業完了となる。
全交流動力電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失(RCP シール LOCA なし)			
【格納容器破損防止】			
大 LOCA + ECCS 注水機能喪失 + 格納容器スプレイ失敗	約 1.6 日	約 24 時間	原子炉補機冷却海水系統への給水確保(事象発生から約 23 時間後)完了後、作業を開始する。
全交流動力電源喪失 + 補助給水機能喪失			
【停止中の原子炉の燃料損傷防止】			
ミッドループ 運転中の全交流動力電源機能喪失	約 1.6 日	約 6.5 時間	事象発生から約 1.5 時間後から作業を開始する。
【SFP の燃料破損防止】			
使用済燃料ピット冷却系及び補給水系の機能喪失	約 1.6 日	約 21 時間	事象発生後、約 32 時間後から作業を開始する。また、前倒し可能時間(事象発生後、約 1.5 時間)から作業を開始した場合、事象発生後、約 10.0 時間で作業完了となる。
使用済燃料ピット冷却系配管の破断	約 1.0 日	約 21 時間	事象発生後、約 12.5 時間後から作業を開始する。また、前倒し可能時間(事象発生後、約 1.5 時間)から作業を開始した場合、事象発生後、約 7.5 時間で作業完了となる。

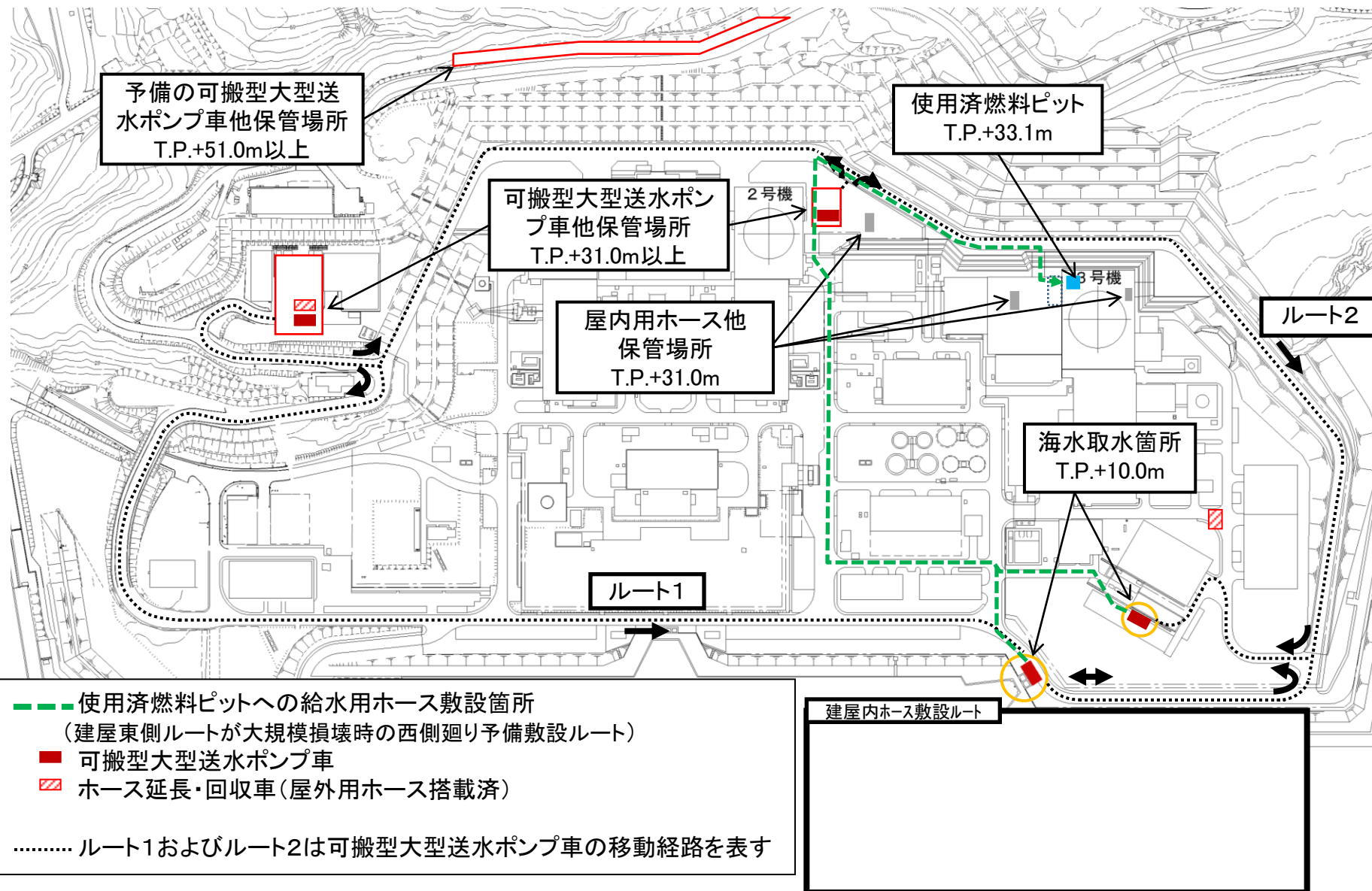
14 手順13:使用済燃料ピットへの給水確保(海水) (3/9)

図4 使用済燃料ピットへの給水に係るホース敷設箇所・取水箇所配置図



14. 手順13:使用済燃料ピットへの給水確保(海水) (4/9)

(参考図C) 建屋東側ルートが大規模損壊時の西側廻りホース予備敷設ルート
(使用済燃料ピットへの給水)



14. 手順13:使用済燃料ピットへの給水確保(海水) (5/9)

1. 作業の概要

- 全交流動力電源喪失時、使用済燃料ピット水面の線量率が0.15mSv/hrとなる水位(NWL-3.3m)となるまでに使用済燃料ピットへ海水を供給する操作であり、以下の2作業がある。
 - 海水供給ラインホース敷設・接続(T.P31m～使用済燃料ピット)
 - 可搬型大型送水ポンプ車による断続送水作業

2. 必要要員数・操作時間(実績)

- 必要要員数:2名
 - 海水供給ラインホース敷設・接続(T.P31m～使用済燃料ピット)作業:2名
 - 可搬型大型送水ポンプ車による断続送水作業 :2名
 - 2名のうち1名については、蒸気発生器への給水確保、または燃料取替用水ピットへの給水確保にて可搬型大型送水ポンプ車の操作のために配置した要員にて対応。もう1名については、断続送水作業のための給水切替作業を実施するため、T.P31mに配置する。
- 操作時間
 - 要求時間:事象発生から使用済燃料ピット水面の線量率が0.15mSv/hrとなる水位(NWL-3.3m)となるまでに実施。
 - 実績時間
 - 海水供給ラインホース敷設・接続(T.P31m～使用済燃料ピット)作業:1時間
 - ・ 訓練実績:41分

14. 手順13:使用済燃料ピットへの給水確保(海水) (6/9)

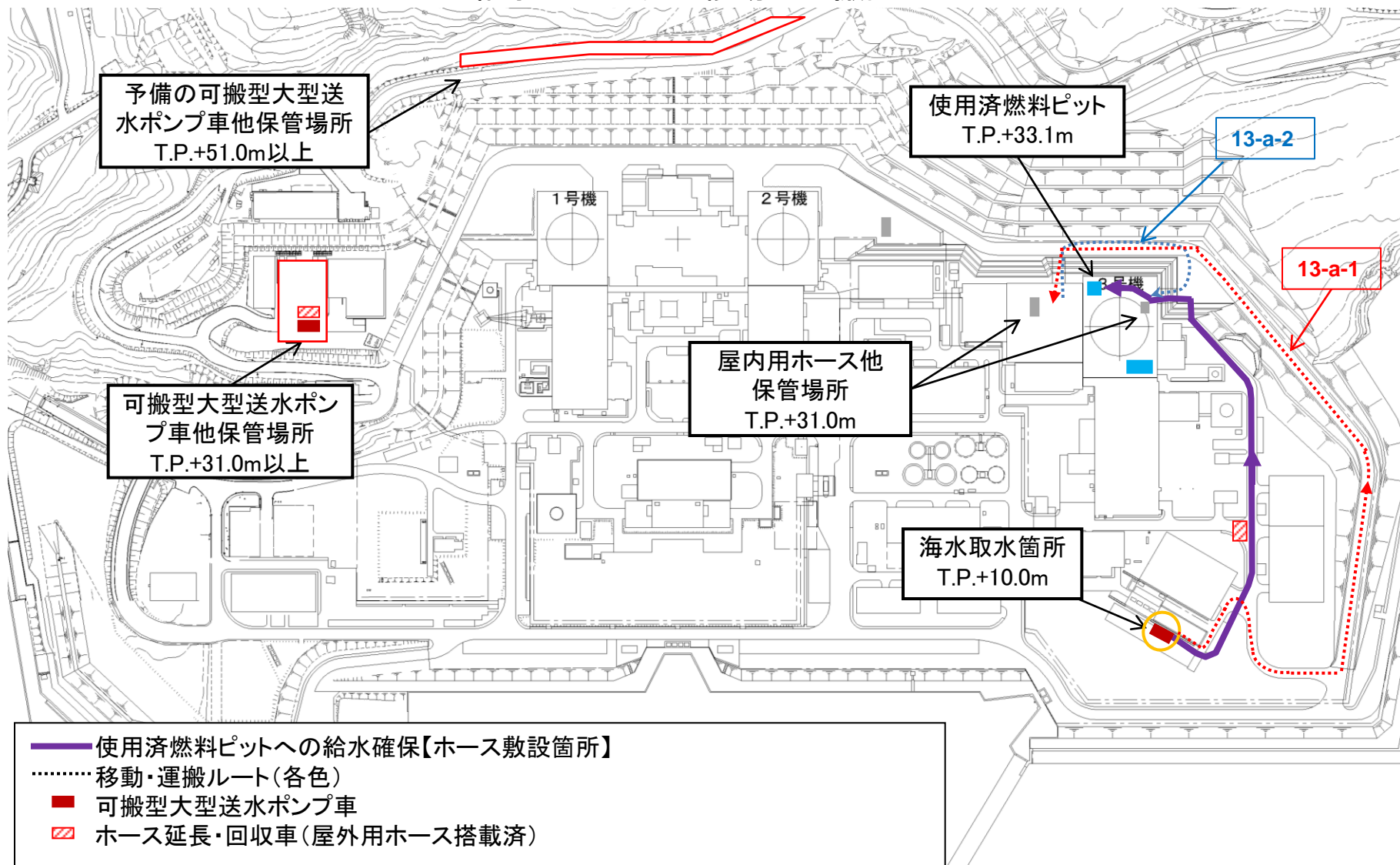
3. 成立性確認結果

- アクセス性
 - LEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を使用するためアクセス性に支障はない。
- 作業環境
 - 屋内作業では、室温は通常運転状態と同等であり、作業場の照度についてもLEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を用いることから作業環境に問題はない。
 - 屋外作業でも、類似作業の訓練実績から、冬季と夏季での作業時間に相違がないことを確認しているとともに、冬期間の屋外作業では防寒服等を着用した上で作業することから問題はない。
- 作業性
 - 海水供給ラインホース敷設・接続(T.P.31m～使用済燃料ピット)作業
 - ホースは人力で運搬敷設が容易な仕様であり、ホースはカップラ接続であることから問題はない。
 - 可搬型大型送水ポンプ車から送水されてきた海水を使用済燃料ピットへ断続通水するための弁操作
 - 断続通水するための弁操作は手動にて容易に操作できるものであることから問題はない。
- 連絡手段
 - 屋外現場と緊急対策所または中央制御室間の連絡は、衛星携帯電話を使用し、屋外現場間は、トランシーバを使用する。
- SBO+ECCS注水失敗+格納容器スプレイ失敗時における被ばく線量(被ばく低減の観点から要員参集後、適宜、交代しながら作業を実施する。)
 - 海水供給ラインホース敷設・接続(T.P.31m～使用済燃料ピット)作業
 - 事象発生後、23.0時間から24.0時間まで、同じ要員が作業を継続すると、約10mSvの被ばく量と想定される。

14. 手順13:使用済燃料ピットへの給水確保(海水) (7/9)

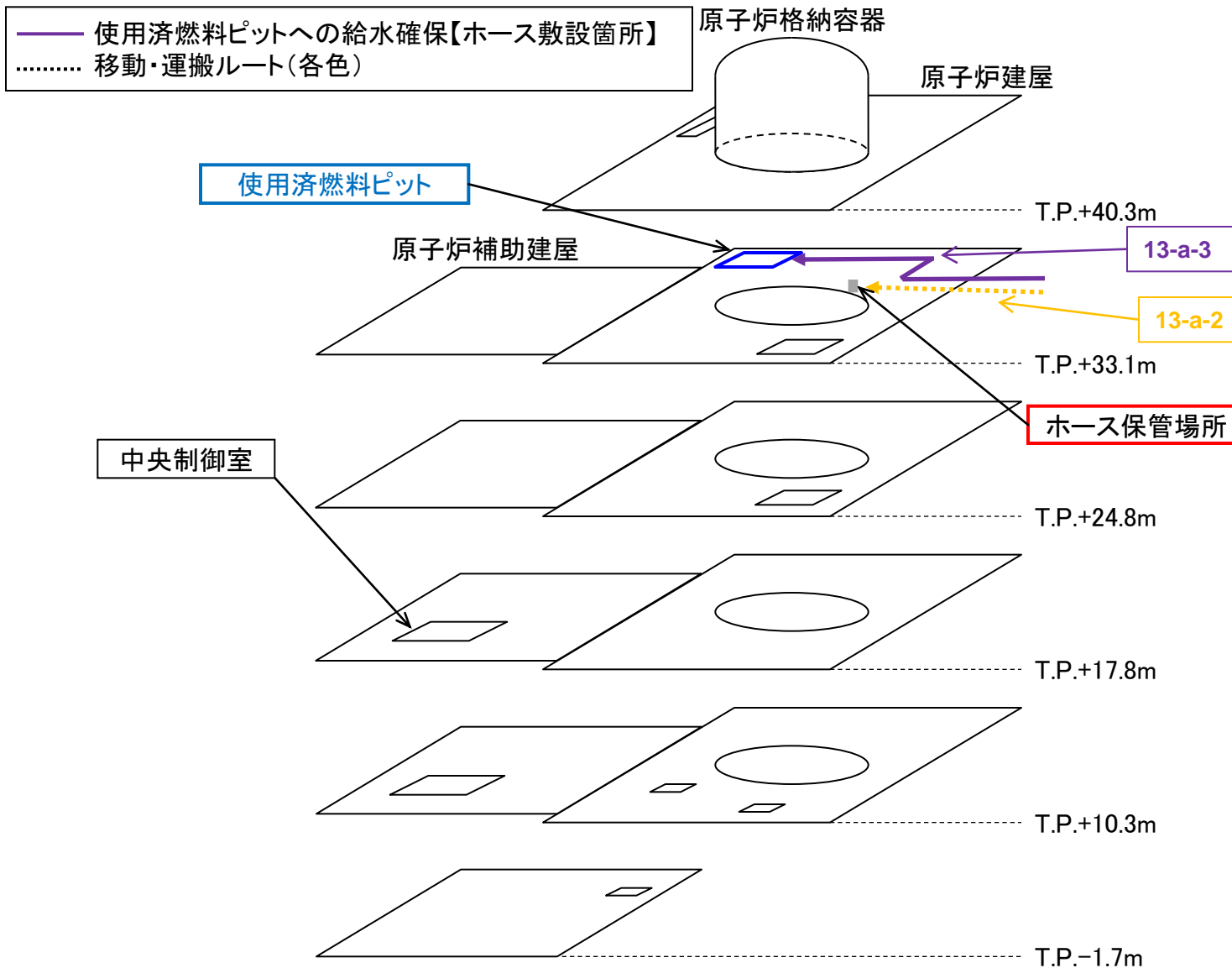
Step No.13-a-1,a-2 給水ルート及び移動・運搬図

(スクリーン室取水のケース)



14. 手順13:使用済燃料ピットへの給水確保(海水) (8/9)

Step No.13-a-2,a-3 給水ルート及び移動・運搬図



14. 手順13:使用済燃料ピットへの給水確保(海水) (9/9)

Step No. 13-a-3 ホース敷設作業(屋外作業)



屋外ホース敷設距離:20m程度

Step No. 13-a-3(屋内) ホース敷設作業(屋内作業)



屋内ホース敷設距離
:70m程度



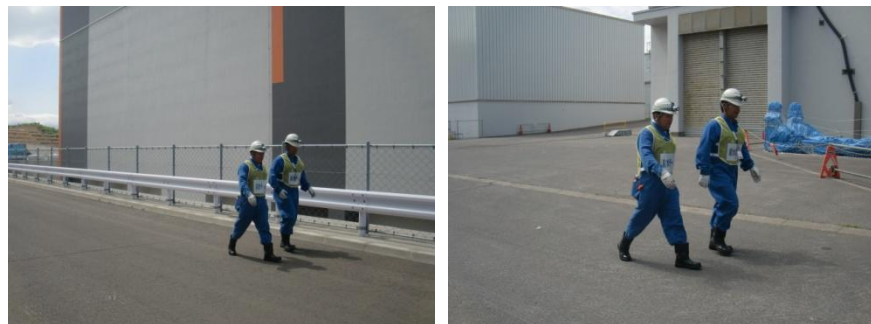
原子炉建屋東側(T.P.31m)屋外および原子炉建屋内定検機材倉庫エリア経由で使用済燃料ピット内へ給水するためのホースの敷設作業。
スクリーン室前(海水取水箇所)～法面上部(T.P.31m)までのホース敷設については、手順10【蒸気発生器への給水確保】を参照のこと。

実績:20分

11. 手順10: 蒸気発生器への給水確保(海水)(10/12)

Step No. 10-b-1

可搬型大型送水ポンプ車/ホース延長・回収車
保管場所への移動(徒歩)



原子炉建屋東側屋外T.P.31mから固体廃棄物貯蔵庫横の
可搬型大型送水ポンプ車/ホース延長・回収車保管場所への
徒歩での移動(移動距離:1km程度)

実績:15分

Step No. 10-b-2

可搬型大型送水ポンプ車/ホース延長・回収車で
T.P.31m法面への移動



可搬型大型送水ポンプ車/ホース延長・回収車を運転して
原子炉建屋東側T.P.31m法面上部への移動

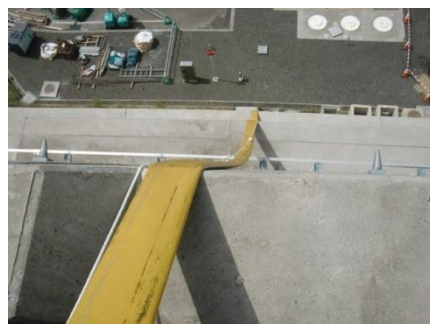
実績:5分

11. 手順10: 蒸気発生器への給水確保(海水)(11/12)

Step No. 10-b-3 法面部へのホース敷設



ホース延長・回収車から手動により法面へ敷設するホースの取り出す作業。



法面へホース敷設作業。
(ホース敷設距離: 50m程度)

実績: 40分

Step No. 10-b-4 T.P.31m 法面上部から海水取水箇所への移動 (スクリーン室取水のケース)



法面へのホース敷設作業完了後、T.P.31 mから海水取水箇所(スクリーン室手前)までホース延長・回収車および可搬型大型送水ポンプ車を移動する作業。

実績: 10分

11. 手順10: 蒸気発生器への給水確保(海水)(12/12)

(スクリーン室取水のケース)

Step No. 10-b-5

スクリーン室への水中ポンプ設置、
可搬型大型送水ポンプ車出入口へのホース接続



水中ポンプと可搬型大型
送水ポンプ車入口とのホース
接続作業



可搬型大型送水ポンプ車出口
へ接続したホース



スクリーン室へ設置(海水につける直前で吊っている状態)
した水中ポンプ



実績: 30分

Step No. 10-b-6

法面下部～スクリーン室へのホース延長・回収車による
ホース敷設・接続



ホース延長・回収車からの手動によるホースの引出作業



ホース延長・回収車によるホース敷設作業
1名が運転して1名が車の後ろから
引き出されるホースの確認作業中
(ホース敷設距離: 350m程度)

ホース延長・回収車
により法面から
スクリーン室方面へ
敷設されたホース

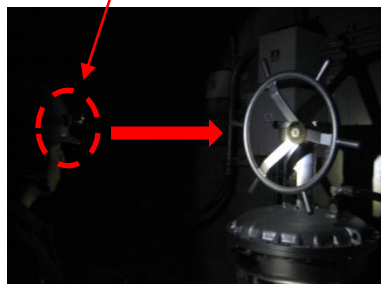
実績: 20分

15. 暗所における操作および作業の成立性について

1. 暗所における作業

暗所における作業時において、LEDヘッドランプおよびLED懐中電灯を使用し、移動および作業可能であることを確認した。

LEDヘッドランプによる照射



主蒸気逃がし弁開度調整



LEDヘッドランプおよび
LED懐中電灯

2. 検証

主蒸気管室(窓無し)照明消灯時において、照度計を用いてLEDヘッドランプのみを光源とした場合の照度を計測し、各作業場所でのJISで定める照度基準[工場]と比較した結果、十分な照度が確保されることを確認した。

また、LED懐中電灯等の装備・設備もあることから、移動および作業は支障無く可能と判断する。

LEDヘッドランプによる検証結果

場所	本設の照明状態	LEDヘッドランプと照度計の距離	照度 [lx]
主蒸気管室	全点灯	—	150
	全消灯	1m	510
		2m	210

JIS Z 9110-2010 照度基準総則より

場所 (工場)	照度 [lx]
廊下、通路、倉庫	100
階段	150
制御室、電気室、空調機械室	200

※ LEDヘッドランプを使用しての具体的な作業は手の届く範囲で行うものであり、検証により1mの距離で照度510[lx]との結果を得ていることから、JISで定める工場の照度基準に鑑みて、主蒸気管室等での作業は実施可能と判断する。

16. 建屋内操作および作業現場へのアクセス性について

1. 常設・仮設物の状況

- 現場における常設・仮設品の配備に当たっては、地震発生時に設備へ影響を与えないこと(転倒、散乱、スケーティング等)および操作・巡視点検時に影響を与えないような距離をとること等を社内規定に定めており、下記写真のように固定・固縛をしている。また、仮に転倒・散乱したとしても、通行に支障を来たすようなものは置いていないため、操作・作業現場へのアクセスに影響を与えることはない。

【現場状況の例】



ワイヤーロープによる固縛



ボルトにより壁に固定



17. 放射線防護装備を装着した状態での操作および作業の成立性(1/4)

- 重大事故発生時の操作および作業の成立性をより確かなものとするため、放射線防護装備を装着した状態での操作および作業の成立性について評価した。
 - 放射線防護装備として、全面マスク、タイベック、タングステンベスト等を装着した。
 - 通常装備との作業効率を比較するため、有意差が発生する可能性がある作業項目として、屋外での作業ステップを選定した。
 - 放射線防護装備を装着した状態では、定検時の管理区域内作業の経験に基づくと、作業効率に最も影響を与える要因は気温と考えられ、比較を実施した当日は外気温が32℃であり、放射線防護装備を装着しての作業環境としては、非常に厳しいものだったと判断できる。
- 屋外作業の内、長距離(約1.0km)を徒歩で歩く、手順10「蒸気発生器への給水確保」作業ステップ10-b-1「可搬型大型送水ポンプ車/ホース延長・回収車保管場所への移動」について比較した結果、放射線防護装備の装着有無で有意差がないことを確認した。
 - 15分で移動できることを確認。
- 給水確保のための作業として屋外で数多くある、ホースの敷設・接続作業について、手順10「蒸気発生器への給水確保」作業ステップ10-a-3「ホース敷設・接続」について比較した結果、放射線防護装備の装着有無で有意差がないことを確認した。
 - 放射線防護装備を装着した状態では、作業者はタングステンベストを装着していることから作業服と比較すると疲労感を感じるものの、高負荷の作業が少ないこと、且つ、重量物を人力にて昇降するような作業が少ないことから、作業時間に有意な影響を与えることはなかった。

17. 放射線防護装備を装着した状態での操作および作業の成立性(2/4)

放射線防護服の装着有無による作業状況の比較写真一覧(その1)

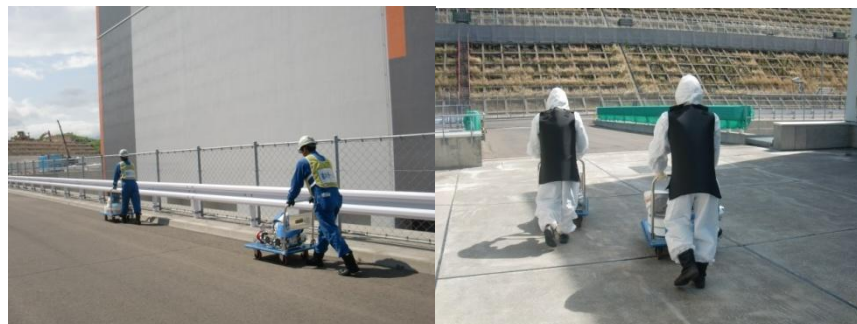
左:作業服、右:放射線防護装備着用



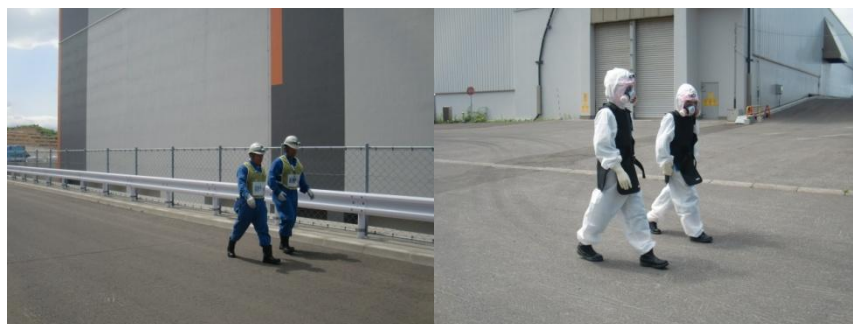
Step No. 10-a-1
ホース保管場所への移動



Step No. 10-a-3
ホース敷設(屋外)



Step No. 10-a-2
ホース保管場所から敷設場所へのホース移動



Step No. 10-b-1
可搬型大型送水ポンプ車/ホース延長・回収車保管場所への移動

17. 放射線防護装備を装着した状態での操作および作業の成立性(3/4)

放射線防護服の装着有無による作業状況の比較写真一覧(その2)

左:作業服、右:放射線防護装備着用



Step No. 10-b-1
可搬型大型送水ポンプ車/ホース延長・回収車保管場所への移動



Step No. 10-b-3
法面部へのホース敷設



Step No. 10-b-3
法面部へのホース敷設



Step No. 10-b-3
法面部へのホース敷設

17. 放射線防護装備を装着した状態での操作および作業の成立性(4/4)

防寒着の上に放射線防護装備を装着した状態の検証



通常の作業着



防寒着



防寒着+タイバック(装着中)



防寒着+タイバック+全面マスク



防寒着+タイバック+全面マスク+タンゲステンベスト



装備状態での作業(模擬)
作業性に問題がないことを確認した。

18. 代替給水システムの信頼性向上と必要要員数の合理化へ向けた取り組み(1/2)

- 重大事故へ対応するため、手順10「蒸気発生器への給水確保」、手順12「原子炉補機冷却海水系統への給水確保」等に係わる代替給水システムについては、継続的に改善を実施し、信頼性の向上および必要要員数の低減を図ってきた。
- 初期の代替給水システムと現状のシステムの主な相違点は下表のとおり。

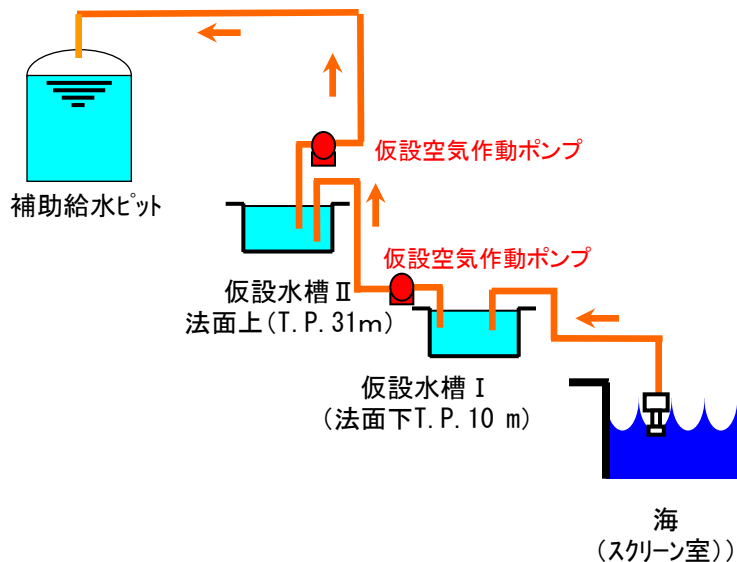
項目	初期システム	現状システム	備考
水中ポンプ	専用発電機付き水中ポンプ	可搬型大型送水ポンプ車付き水中ポンプ (別電源不要)	初期は水中ポンプの吊り下ろし作業にユニック車が必要。
送水ポンプ	空気作動式ポンプをT.P10mとT.P 31mの2箇所に設置。 (エアコンプレッサー&発電機が必要)	可搬型大型送水ポンプ車	空気作動ポンプの運搬・設置作業にはユニック車が必要。 コンプレッサーの運転にも要員が必要であった。
仮設水槽	T.P.10mおよびT.P.31mにバッファタンクとしての仮設水槽の設置が必要。	水槽は不要	水槽の運搬・設置にはユニック車が必要。
ホース & ホース敷設作業	人力で敷設することから、数10m単位でホースバンドによる接続が必要。 法面へのホースの敷設は送水ポンプの性能上の制約もあり、複数本必要、また、重量も現状のホースと比較して重たく作業性は悪かった。	ホース延長・回収車に積載しているホースはカップラーで接続済みのものであり、敷設作業時は、末端のカップラー接続作業が発生するのみ。 法面へのホースの敷設も人力で可能。	ホース延長・回収車、カップラータイプ of ホースの導入によりホース敷設作業負荷は著しく軽減された。

- 初期システムでは、代替給水作業に16名の要員が必要であったのに対し、現状システムでは、ピーク要員数2名で対応可能となった。

代替給水作業項目	要員数		備考
	初期システム	現状システム	
取水作業(水中ポンプの設置)	6	連続作業 2名	旧システムでは、作業時間を現状システムと同等とするために、3班体制で同時に作業を実施することが必要だった。 一方、現状システムでは、2名で連続作業で対応可能。
10m盤送水作業(ホース敷設他)	4		
31m盤送水作業(ホース敷設他)	6		
ピーク人数	16名	2名	
作業時間	4時間程度		

18. 代替給水システムの信頼性向上と必要要員数の合理化へ向けた取り組み(2/2)

(参考) 初期代替給水システムの概念系統図と設備写真



水中ポンプ及び駆動用
発電機搭載車両



水中ポンプ吊り下ろし作業



水槽及び空気作動式ポン
プ組立状況



31m盤ホース敷設状況
(カップラティブではあるが、消
防ホースではない)



10m盤ホース接続部
(カップラティブではない)



空気作動式ポンプ駆動用
コンプレッサ



空気作動式ポンプ吊り下
ろし作業