

島根原子力発電所2号炉 有効性評価について

平成26年10月31日
中国電力株式会社

有効性評価について

有効性評価の対象とする事故シーケンス毎に、以下の評価項目を満足していること確認する

■ 解析評価項目

- 燃料被覆管温度及び酸化量
- 原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力
- ベント時の被ばく評価(代表シーケンスのみ)

■ 計算コード及び解析条件の不確かさ(追而)

■ 重大事故等対策時に必要な資源(7日以上)

- 要員
- 水源
- 燃料
- 電源

高圧・低圧注水機能喪失

■ 事故シーケンスグループの特徴

運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故(LOCAを除く。)の発生後、高圧注水機能が喪失し、原子炉の減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失する事象。このため、炉心が露出し、緩和措置が取られない場合には、炉心がヒートアップし、炉心の著しい損傷に至る。

■ 炉心損傷防止対策の基本的考え方

逃がし安全弁の手動操作により原子炉を減圧し、減圧後に低圧原子炉代替注水系(常設)により炉心を冷却することによって炉心の著しい損傷の防止を図る。

■ 評価結果 有効 (燃料破損なし, 原子炉圧力容器健全)

- 燃料被覆管温度 約441°C(基準:1,200°C以下)
- 燃料被覆管酸化量 1%以下(基準:15%以下)
- 原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力 7.59MPa[gage](基準:最高使用圧力の1.2倍(10.34MPa[gage]))
- 要員 26名(当社要員:33名確保)
- 水源 7日間注水量約3,400m³(本シーケンスで使用する貯水量:約6,700m³)
- 燃料 7日間燃料消費量約680m³(貯蔵量:約970m³)
- 電源 約230kW(ガスタービン発電機車1台(3,200kW)で供給可能)

高圧・低圧注水機能喪失(重大事故等対策概要図)

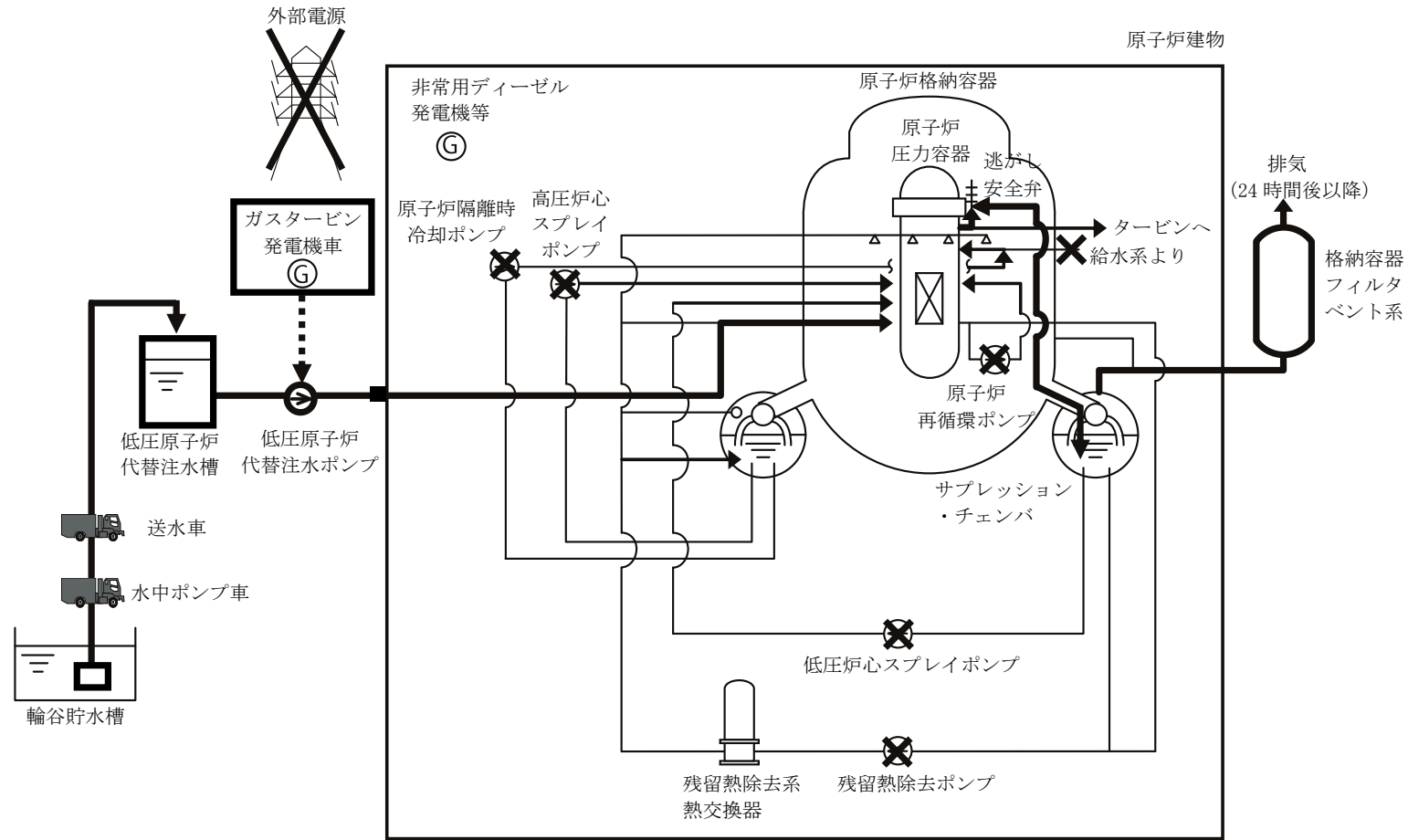


図2.1.1-1 重大事故等対策概要図

高圧・低圧注水機能喪失(対応手順概要)

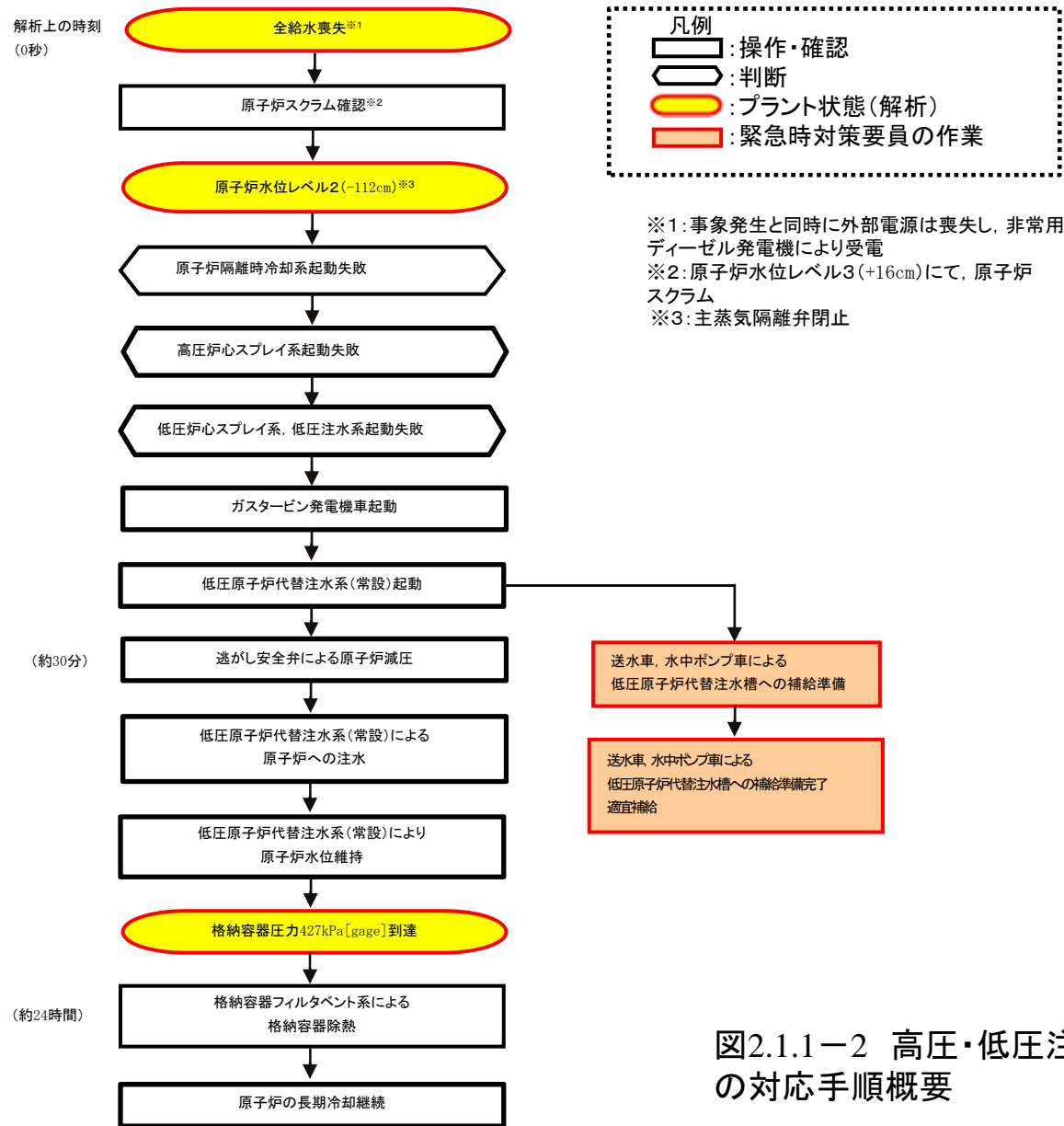


図2.1.1-2 高圧・低圧注水機能喪失時の対応手順概要

高圧・低圧注水機能喪失(解析結果)

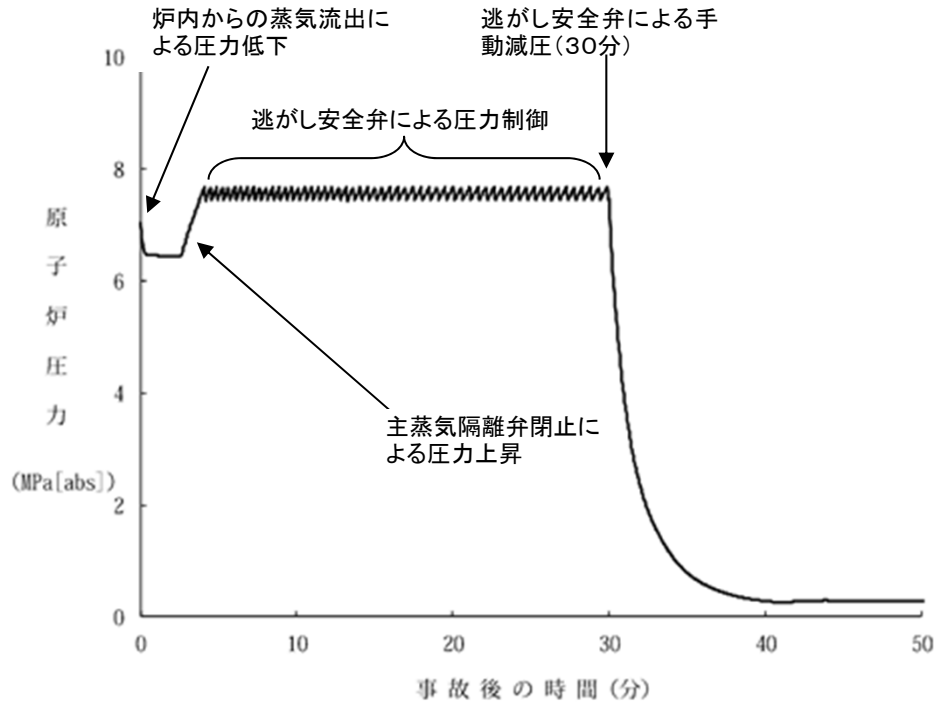


図2.1.2-1(1) 原子炉圧力の推移

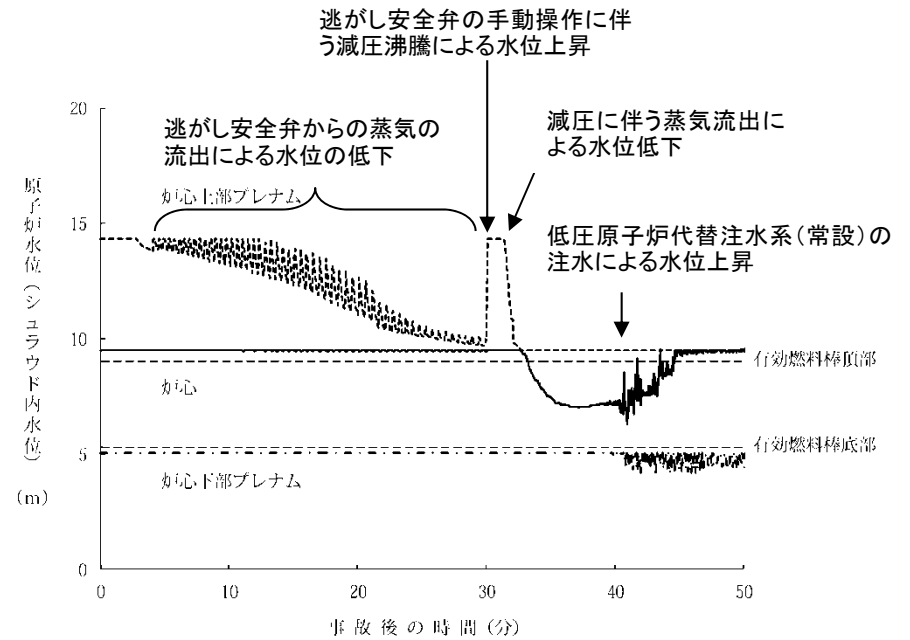


図2.1.2-1(2) 原子炉水位(シユラウド内水位)の推移

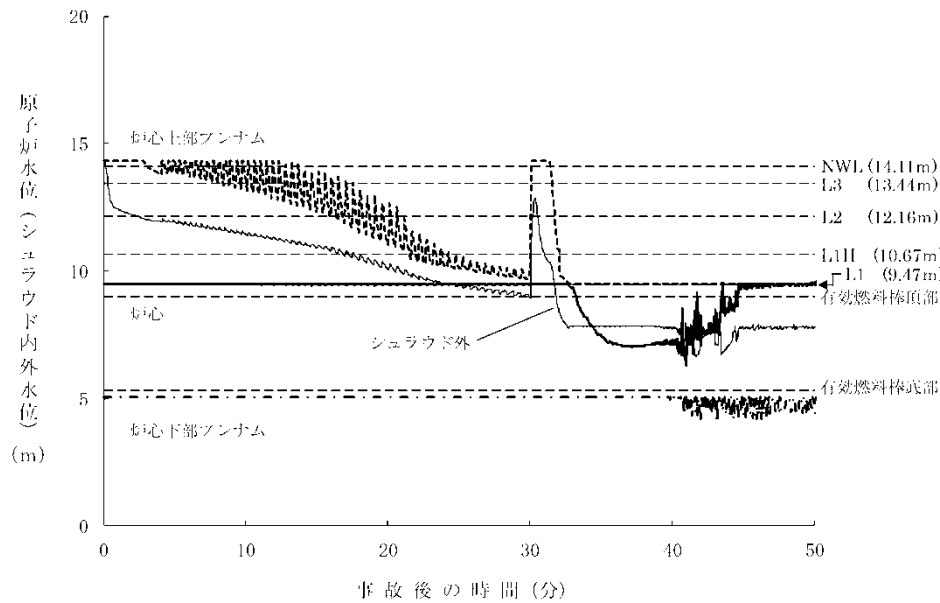


図2.1.2-1(3) 原子炉水位(シュラウド内外水位)の推移

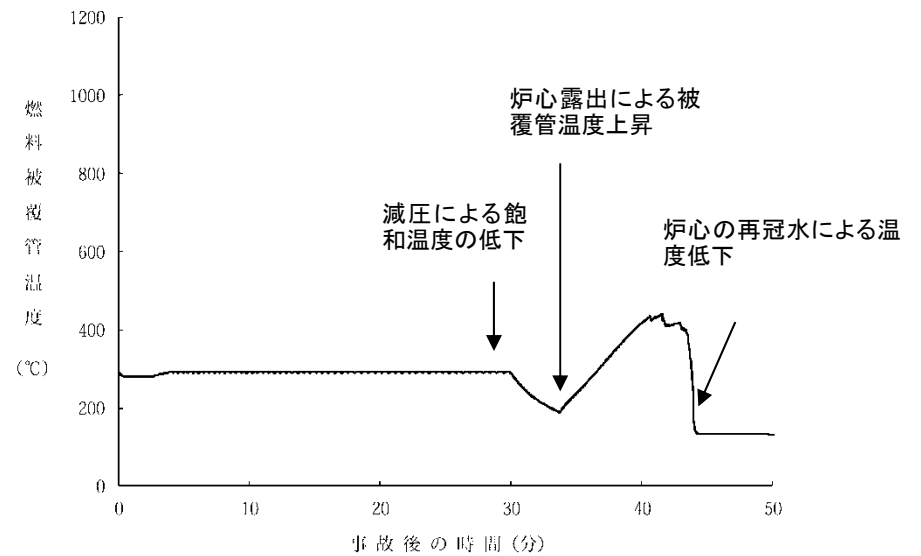


図2.1.2-1(4) 燃料被覆管温度の推移

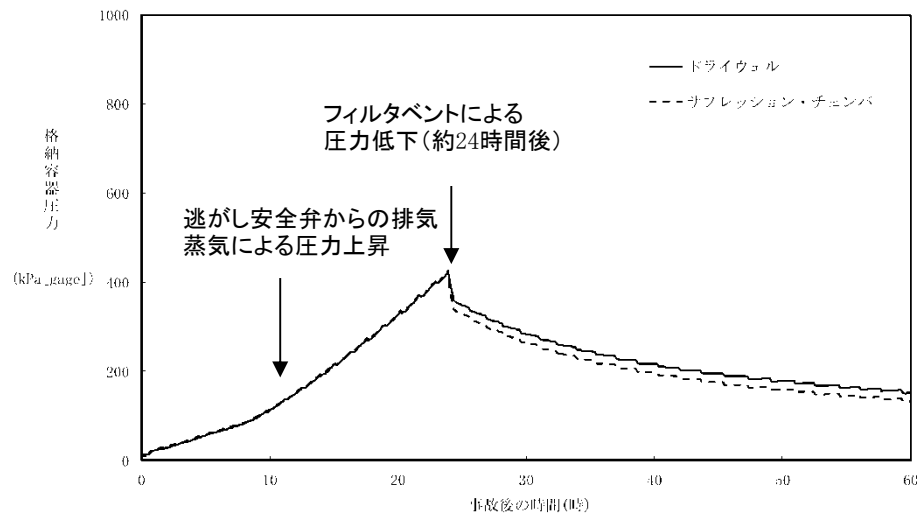


図2.1.2-1(5) 原子炉格納容器圧力の推移

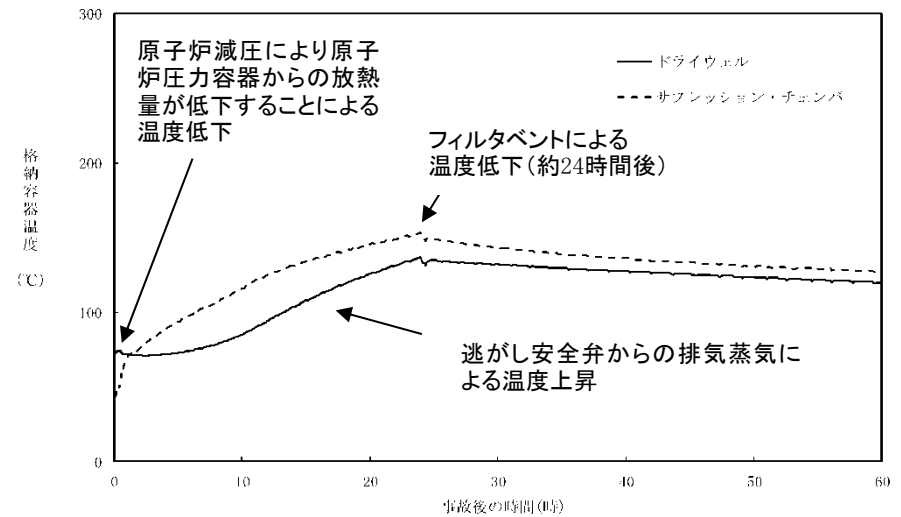


図2.1.2-1(6) 原子炉格納容器温度の推移

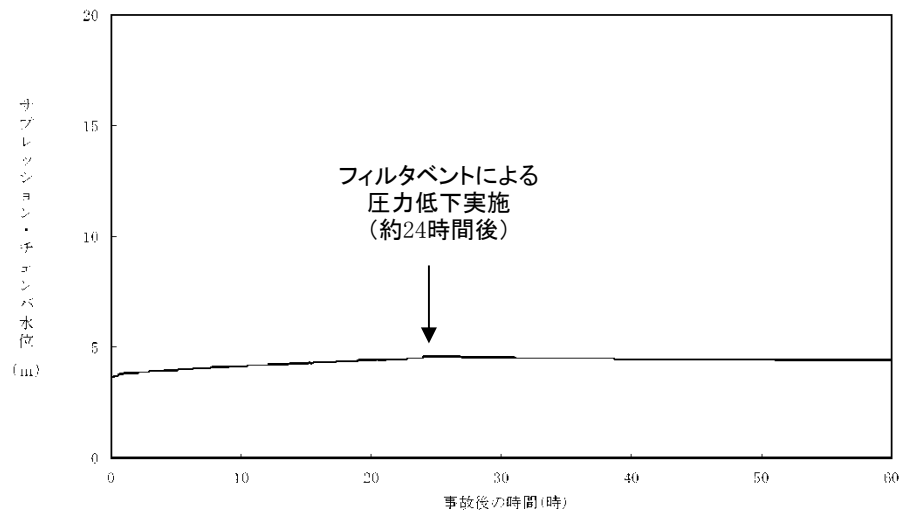


図2.1.2-1(7) サプレッション・チェンバ水位の推移

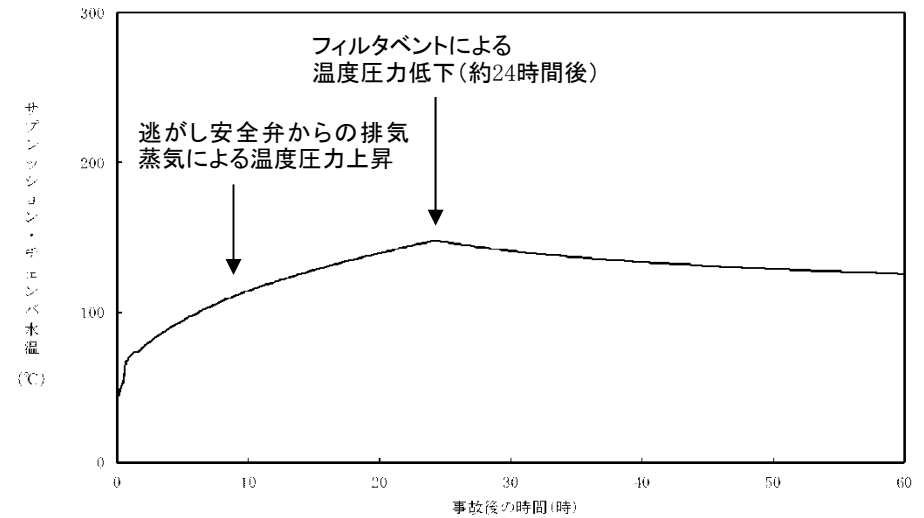


図2.1.2-1(8) サプレッション・チェンバ水温の推移

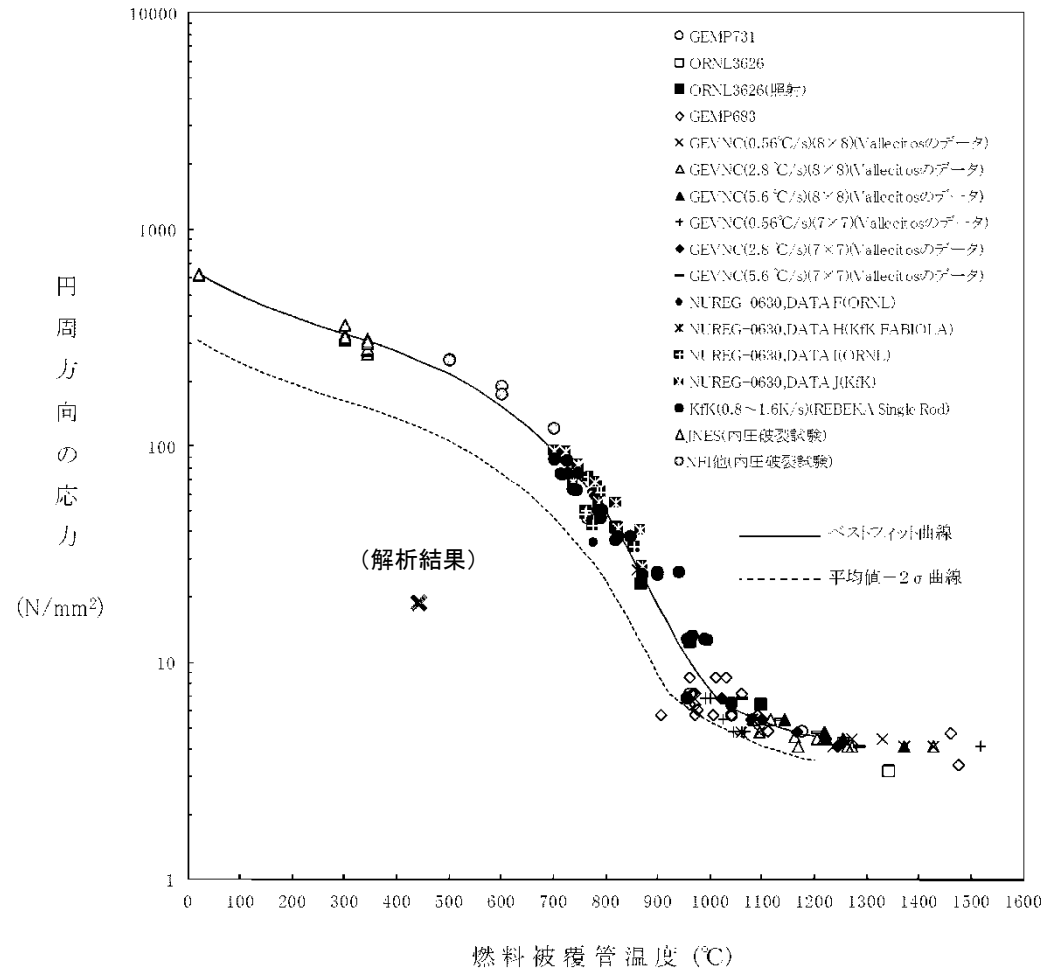
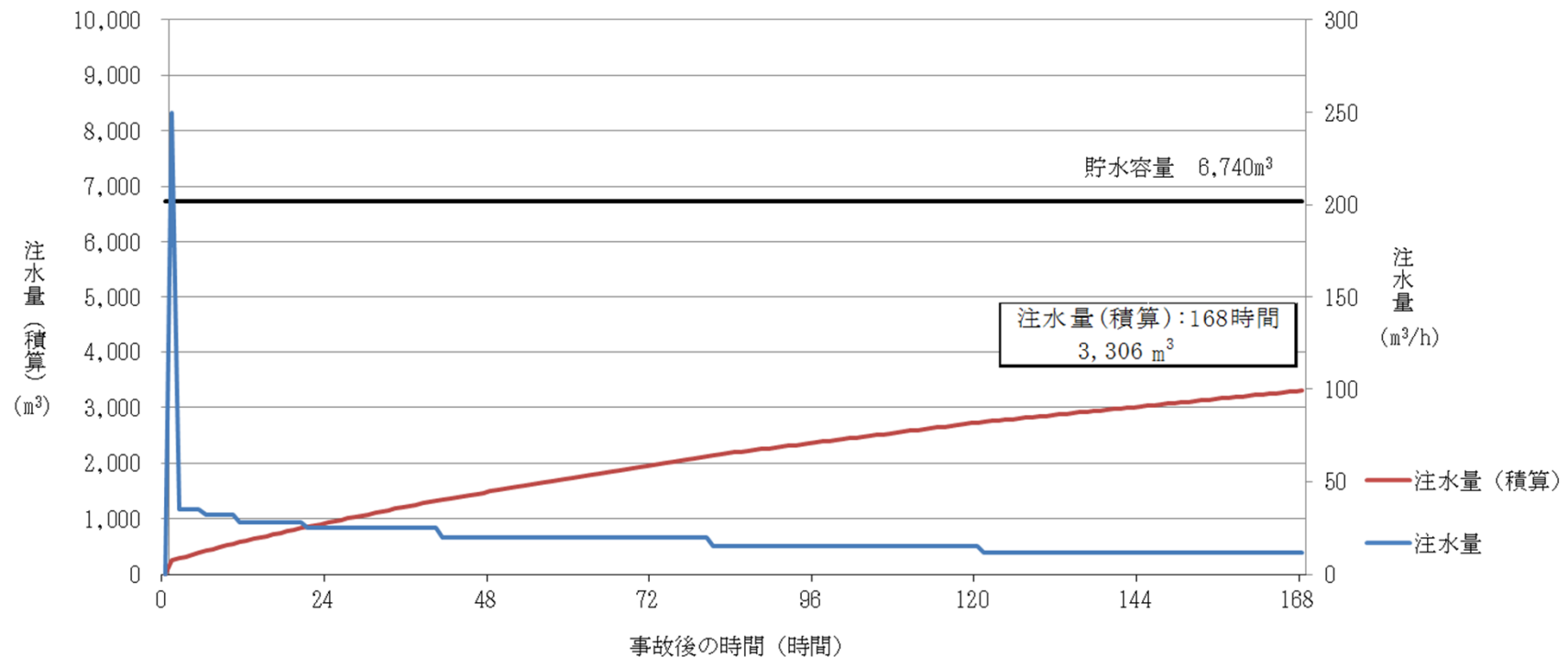


図2.1.2-1(9) 燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係

高圧・低圧注水機能喪失(水源に関する評価)

事象発生30分後からの運転を想定して、崩壊熱に応じた注水を実施し、7日間の原子炉への注水量は3,306 m³となる。重要事故シーケンス(高圧・低圧注水機能喪失)における使用する水源の貯水量の合計は6,740 m³であり、供給可能である。



2. 燃料消費に関する評価

使用機器	事故発生後 継続使用時間	燃料消費量 燃費×台数×運転時間
非常用ディーゼル発電機	7日間	A : $1.39\text{m}^3/\text{h} \times 1 \text{台} \times 168\text{h} = 233.52\text{m}^3$ B : $1.14\text{m}^3/\text{h} \times 1 \text{台} \times 168\text{h} = 191.52\text{m}^3$ (オートピックアップ負荷)
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機	10時間	$0.955 \text{ m}^3/\text{h} \times 1 \text{台} \times 10\text{h} = 9.55\text{m}^3$ (オートピックアップ負荷)
ガスタービン発電機車	10分後～1時間後 1時間後～7日後	$1.39\text{m}^3/\text{h} \times 2 \text{台} \times 1\text{h} = 2.78\text{m}^3$ $1.39\text{m}^3/\text{h} \times 1 \text{台} \times 167\text{h} = 232.13\text{m}^3$
送水車	4時間後～7日後	$0.025\text{m}^3/\text{h} \times 1 \text{台} \times 164\text{h} = 4.1\text{m}^3$
水中ポンプ車	4時間後～7日後	$0.0082\text{m}^3/\text{h} \times 1 \text{台} \times 164\text{h} = 1.35\text{m}^3$
7日間の 燃料消費量合計		674.95 m^3
判定		発電所構内に貯蔵している燃料の合計容量 は973.3 m^3 であり、7日間の事故収束対応に 必要な燃料量を確保している。

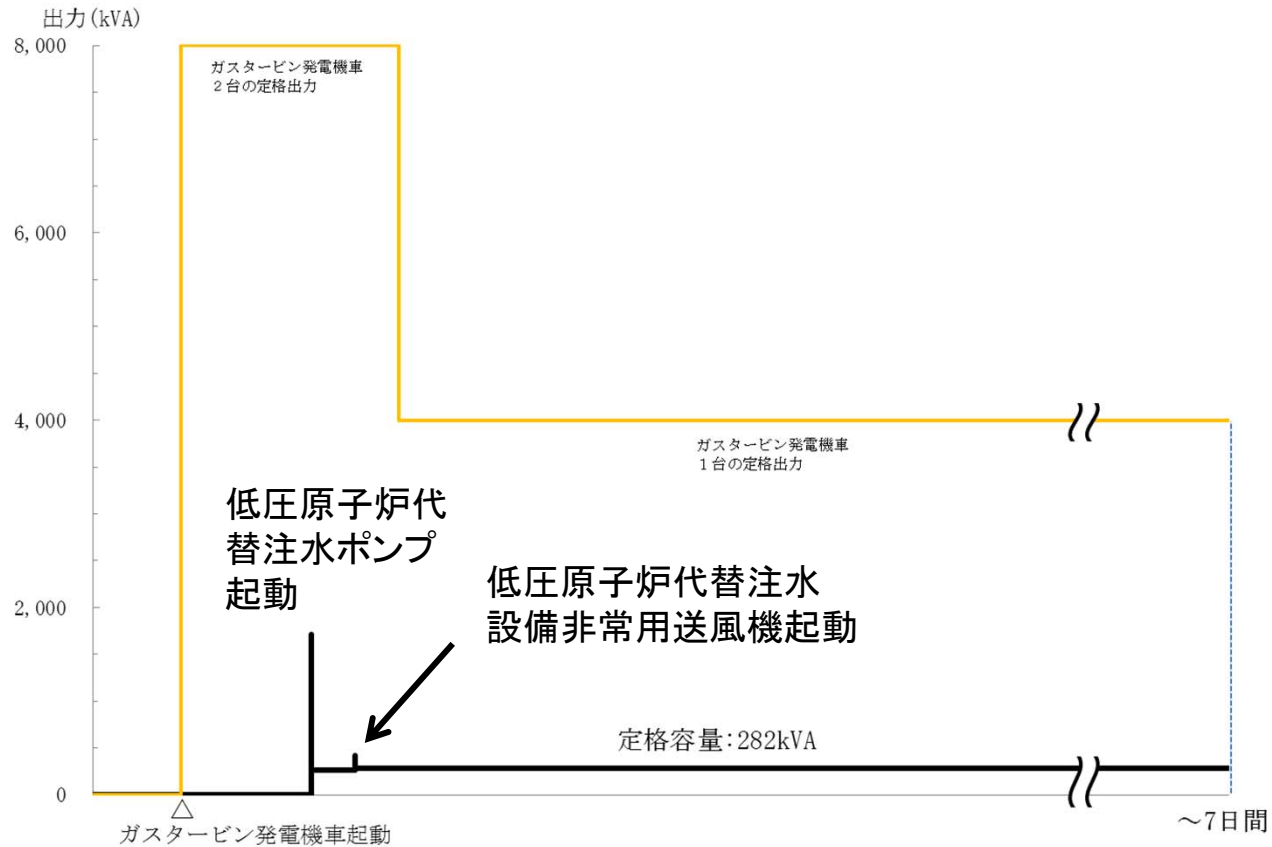
高圧・低圧注水機能喪失(電源に関する評価)

主要負荷リスト

電源設備:ガスタービン発電機車

定格出力:6,400kW(8,000kVA)

短時間過負荷耐量:12,000kVA



高圧注水・減圧機能喪失

■ 事故シーケンスグループの特徴

運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故(LOCAを除く。)の発生後、高圧注水機能及び原子炉減圧機能が喪失する。このため、炉心が露出し、緩和措置が取られない場合には、炉心がヒートアップし、炉心の著しい損傷に至る。

■ 炉心損傷防止対策の基本的考え方

代替自動減圧機能により原子炉を減圧し、減圧後に低圧注水系により炉心を冷却することによって炉心の著しい損傷の防止を図る。

■ 評価結果 有効 (燃料破損なし, 原子炉圧力容器健全)

- 燃料被覆管温度 約705°C (基準: 1,200°C以下)
- 燃料被覆管酸化量 1%以下 (基準: 15%以下)
- 原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力 7.59MPa[gage] (基準: 最高使用圧力の1.2倍 (10.34MPa[gage]))
- 要員 8名 (当社要員: 33名確保)
- 水源 必要なし
- 燃料 7日間燃料消費量約440m³ (貯蔵量: 約970m³)
- 電源 非常用ディーゼル発電機で供給可能

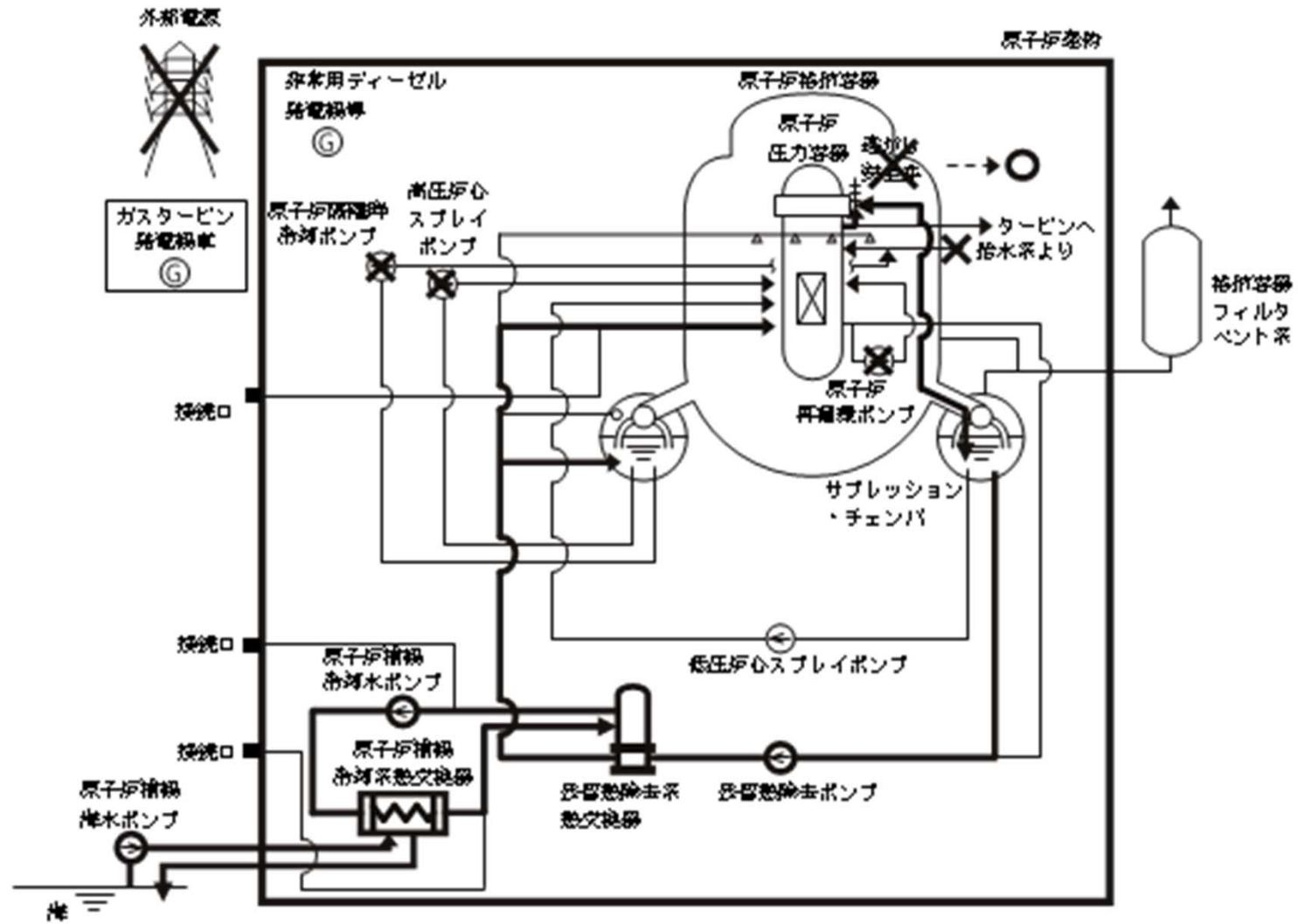


図2.2.1-1 重大事故等対策概要図

高压注水・減圧機能喪失(対応手順概要)

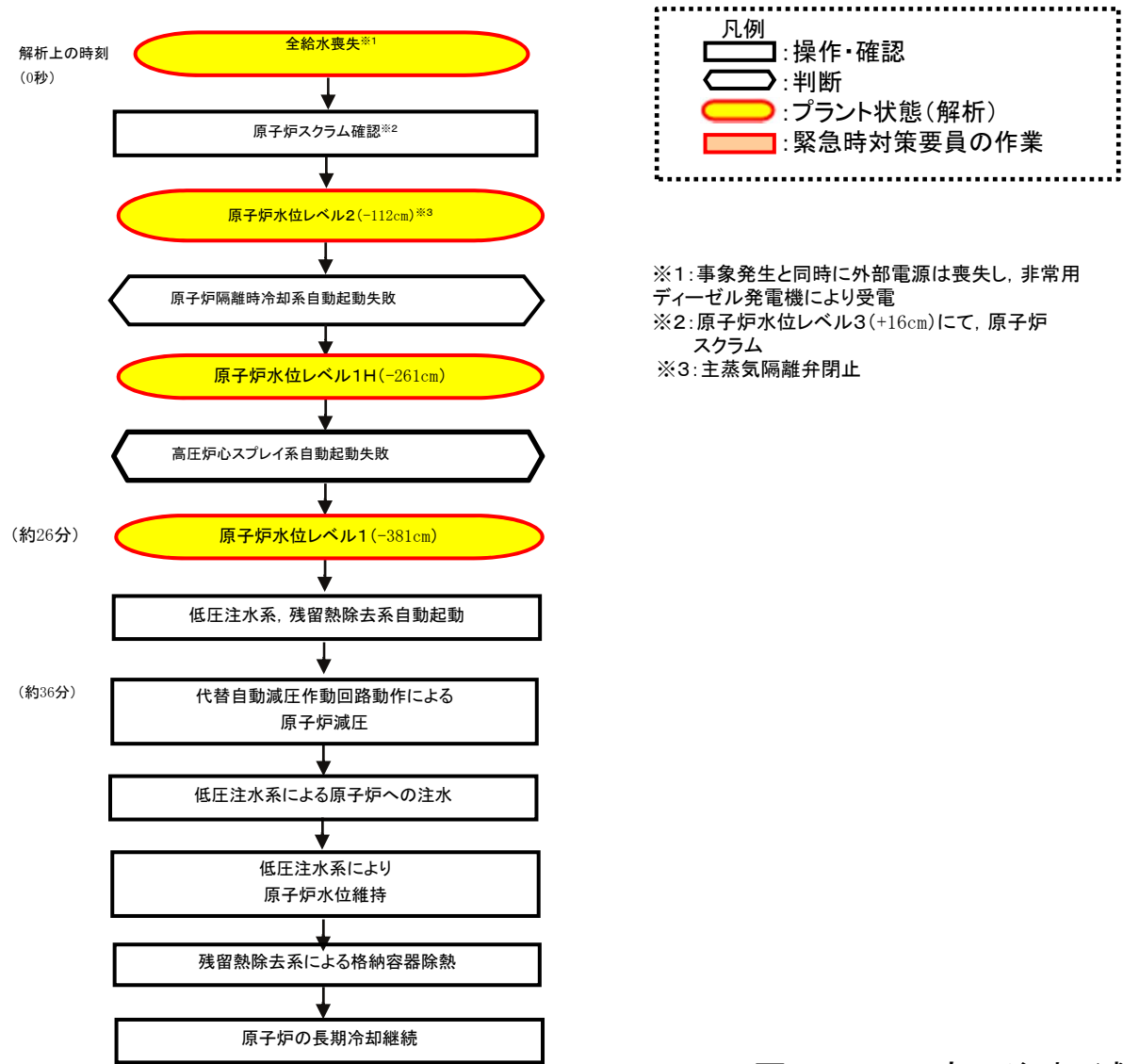


図2.2.1-2 高压注水・減圧機能喪失時の対応手順概要

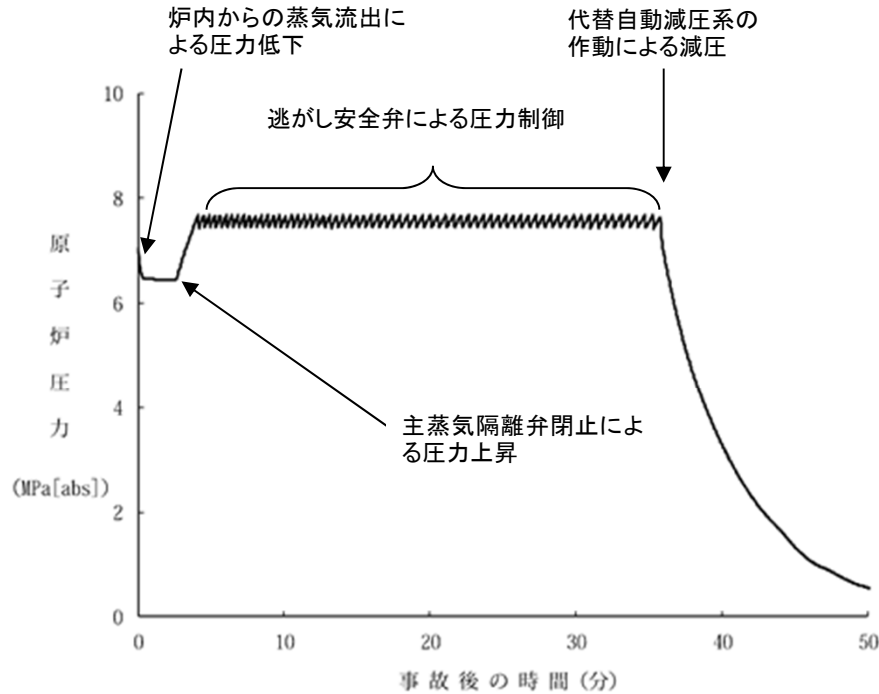


図2.2.2-1(1) 原子炉圧力の推移

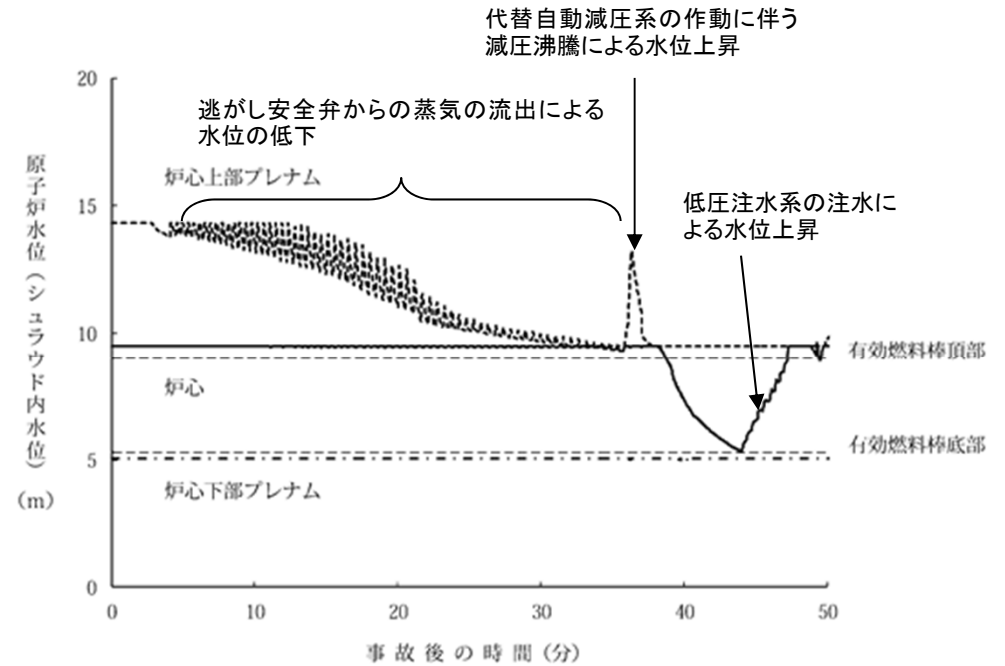


図2.2.2-1(2) 原子炉水位(シュラウド内水位)の推移

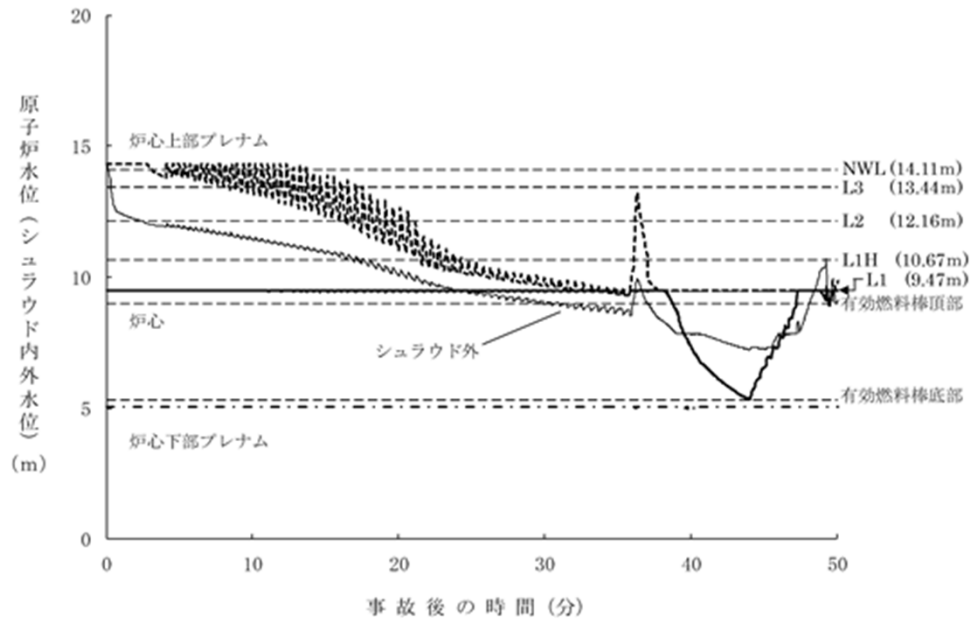


図2.2.2-1(3) 原子炉水位(シュラウド内外水位)の推移

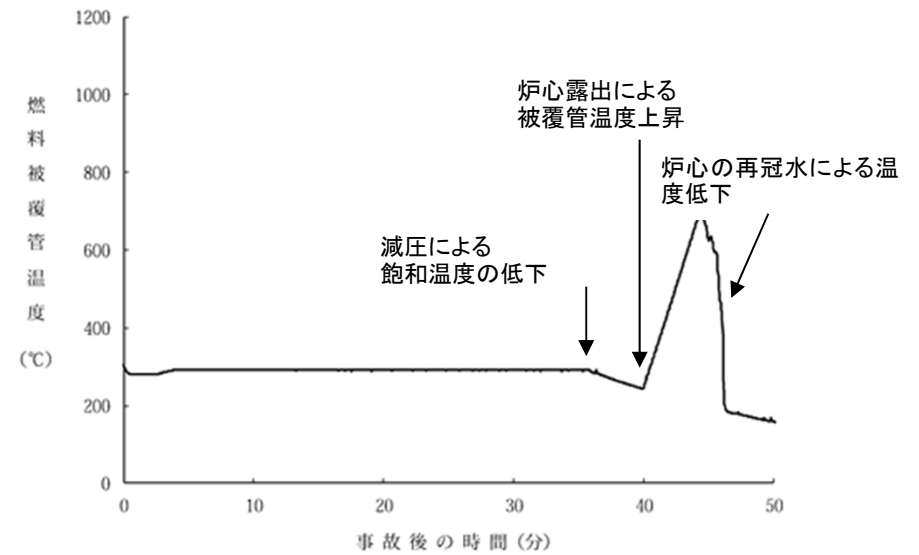


図2.2.2-1(4) 燃料被覆管温度の推移

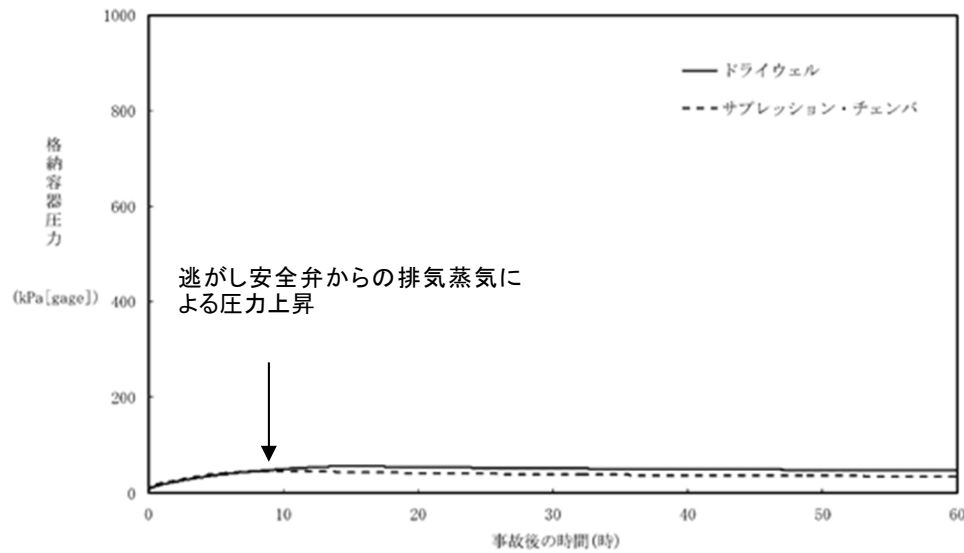


図2.2.2-1(5) 原子炉格納容器圧力の推移

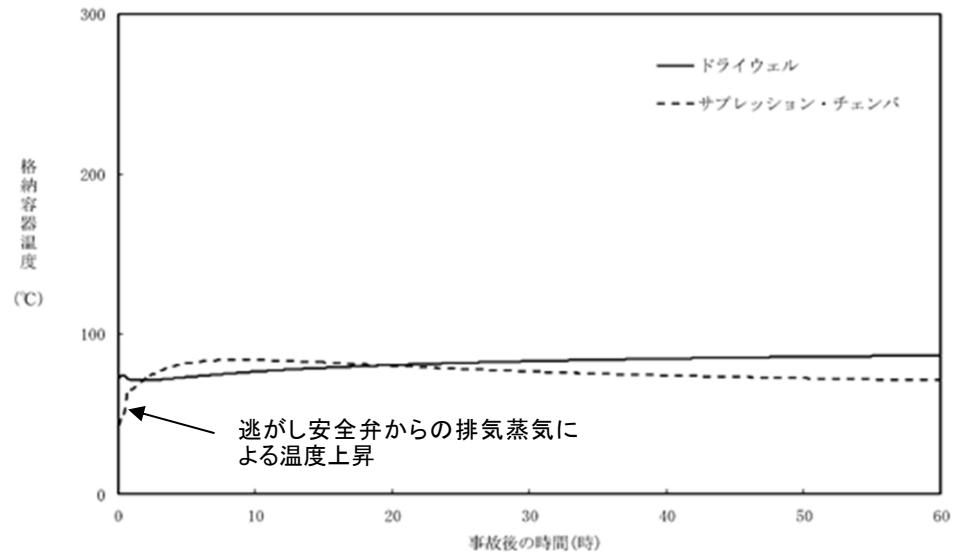


図2.2.2-1(6) 原子炉格納容器温度の推移

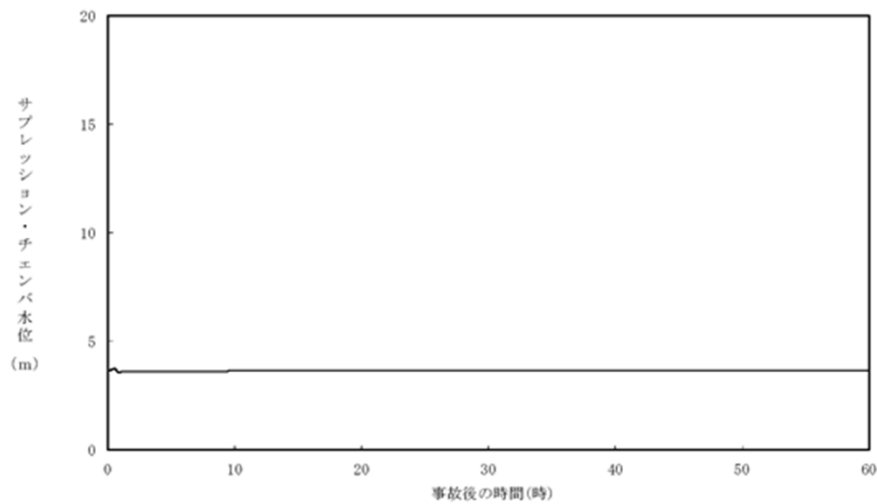


図2.2.2-1(7) サプレッション・チェンバ水位の推移

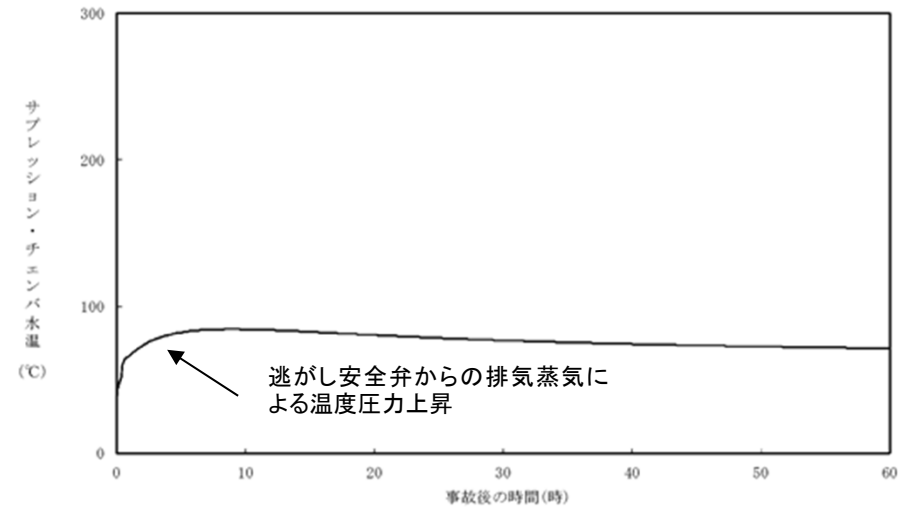


図2.2.2-1(8) サプレッション・チェンバ水温の推移

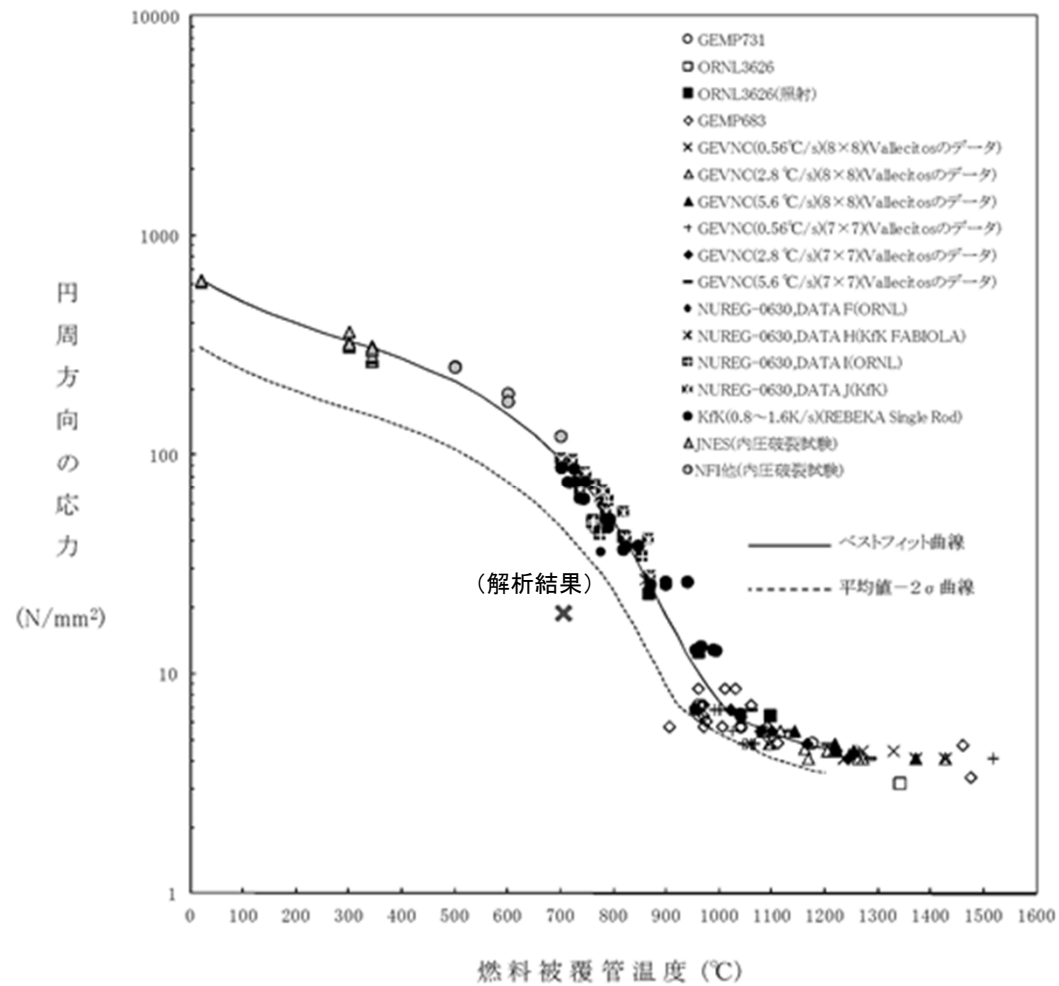


図2.2.2-1(9) 燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係

高圧注水・減圧機能喪失(作業と所要時間)

必要な要員と作業項目			経過時間 (分)												備考			
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120				
手順の項目	要員 【】: 他作業後移動してきた要員	作業・操作内容	<p>事象発生 原子炉スクラム</p> <p>原子炉水位低レベル1 (低圧注水及び残留熱除去系自動起動) 原子炉減圧 (代替自動減圧作動回路動作) 低圧注水系による原子炉注水 残留熱除去系による格納容器除熱</p>															
プラント状況確認	運転員 (当直長含)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 原子炉スクラム確認 ■ 原子炉隔離時冷却系機能喪失確認 ■ 高圧炉心スプレイ系機能喪失確認 	10分															
原子炉減圧	運転員	【1】	■ 代替自動減圧作動回路動作による原子炉減圧															
低圧注水系による原子炉注水		1	■ 低圧注水系自動起動 (原子炉注水)															
残留熱除去系による格納容器除熱		【1】	■ 残留熱除去系自動起動・切替 (格納容器除熱)															

: 人の移動・準備, 操作・確認等
 : 機器の作動・系統の運転

図2.2.1-3 高圧注水・減圧機能喪失時の作業と所要時間

2. 燃料消費に関する評価

使用機器	事故発生後 継続使用時間	燃料消費量 燃費×台数×運転時間
非常用ディーゼル発電機	7日間	A : $1.39\text{m}^3/\text{h} \times 1 \text{台} \times 168\text{h} = 233.52\text{m}^3$ B : $1.14\text{m}^3/\text{h} \times 1 \text{台} \times 168\text{h} = 191.52\text{m}^3$ (オートピックアップ負荷)
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機	10時間	$0.955\text{m}^3/\text{h} \times 1 \text{台} \times 10\text{h} = 9.55\text{m}^3$ (オートピックアップ負荷)
7日間の 燃料消費量合計		434.59m^3
判定		発電所構内に貯蔵している燃料の合計容量は 973.3m^3 であり、7日間の事故収束対応に必要な 燃料量を確保している。

全交流動力電源喪失

■ 事故シーケンスグループの特徴

全交流動力電源喪失の発生後、安全機能を有する系統及び機器が機能喪失することにより原子炉への注水機能が喪失する。このため、炉心が露出し、緩和措置が取られない場合には、炉心がヒートアップし、炉心の著しい損傷に至る。

■ 炉心損傷防止対策の基本的考え方

「外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故」では、原子炉隔離時冷却系による原子炉注水によって原子炉水位を適切に維持しつつ、その後、原子炉を減圧し、減圧後に低圧原子炉代替注水系(常設)または低圧原子炉代替注水系(可搬型)により原子炉へ注水し、炉心を冷却することによって炉心の著しい損傷の防止を図る。

■ 評価結果 有効 (燃料破損なし, 原子炉圧力容器健全)

- 燃料被覆管温度 - (炉心の冠水は維持される)
- 燃料被覆管酸化量 - (炉心の冠水は維持される)
- 原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力 7.59MPa[gage] (基準: 最高使用圧力の1.2倍(10.34MPa[gage])以下)
- ベント時の被ばく評価 約0.14mSv (基準: 5mSv以下)
- 要員 33名(当社要員: 33名確保)
- 水源 7日間注水量約2,900m³(本シーケンスで使用する貯水量: 約6,000m³)
- 燃料 7日間燃料消費量約460m³(貯蔵量: 約970m³)
- 電源 約3,100kW(ガスタービン発電機1台(6,400kW)で供給可能)

全交流動力電源喪失(重大事故等対策概要図)

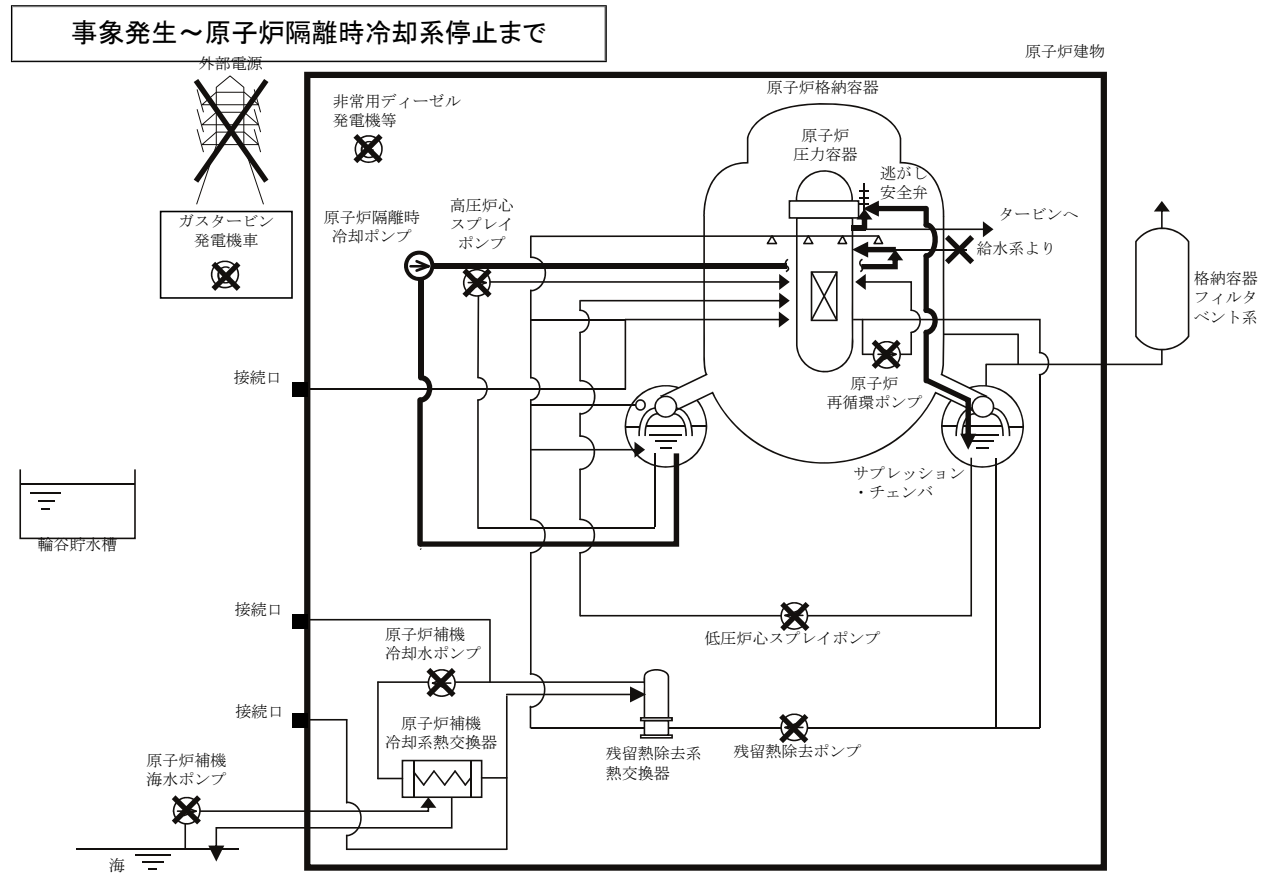


図2. 3. 1-1(1) 重大事故等対策概要図

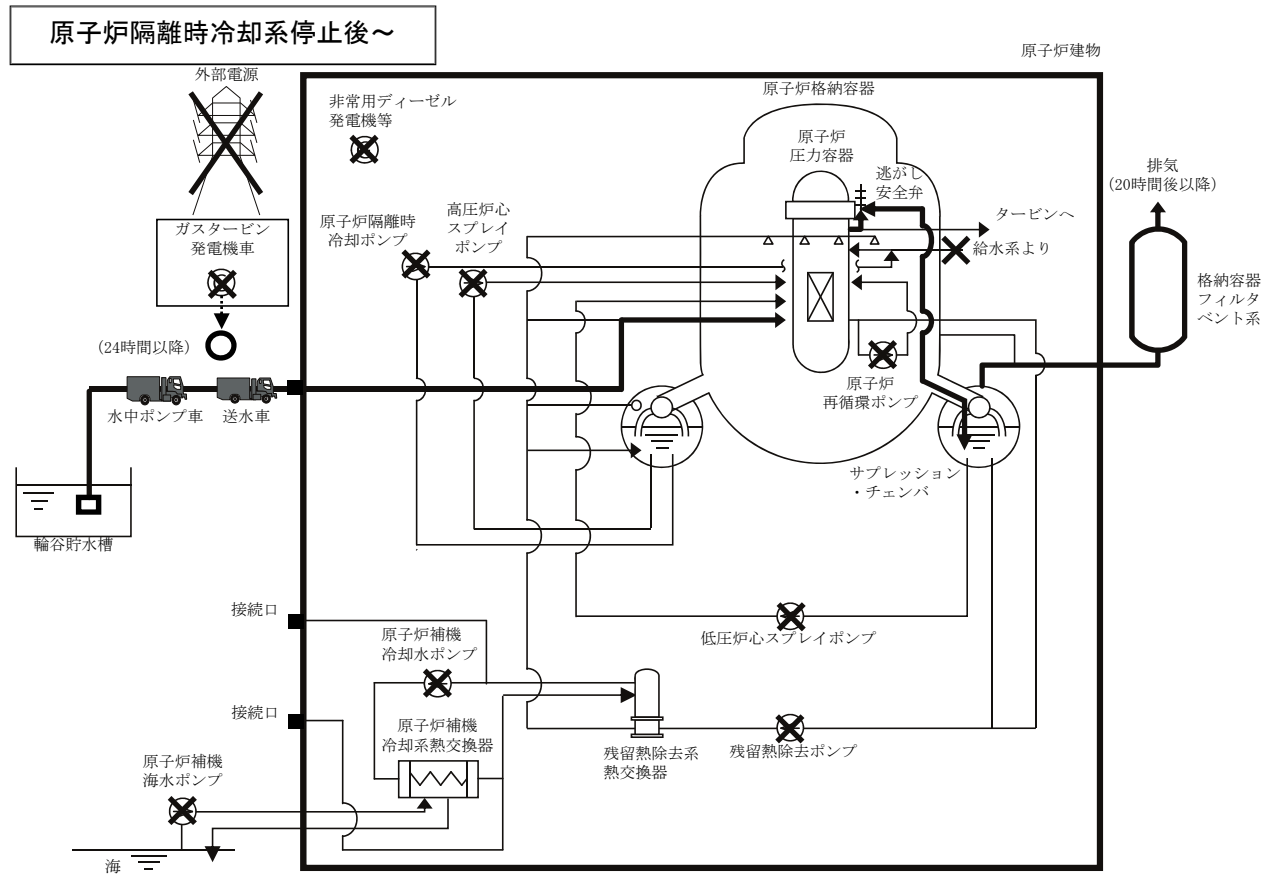
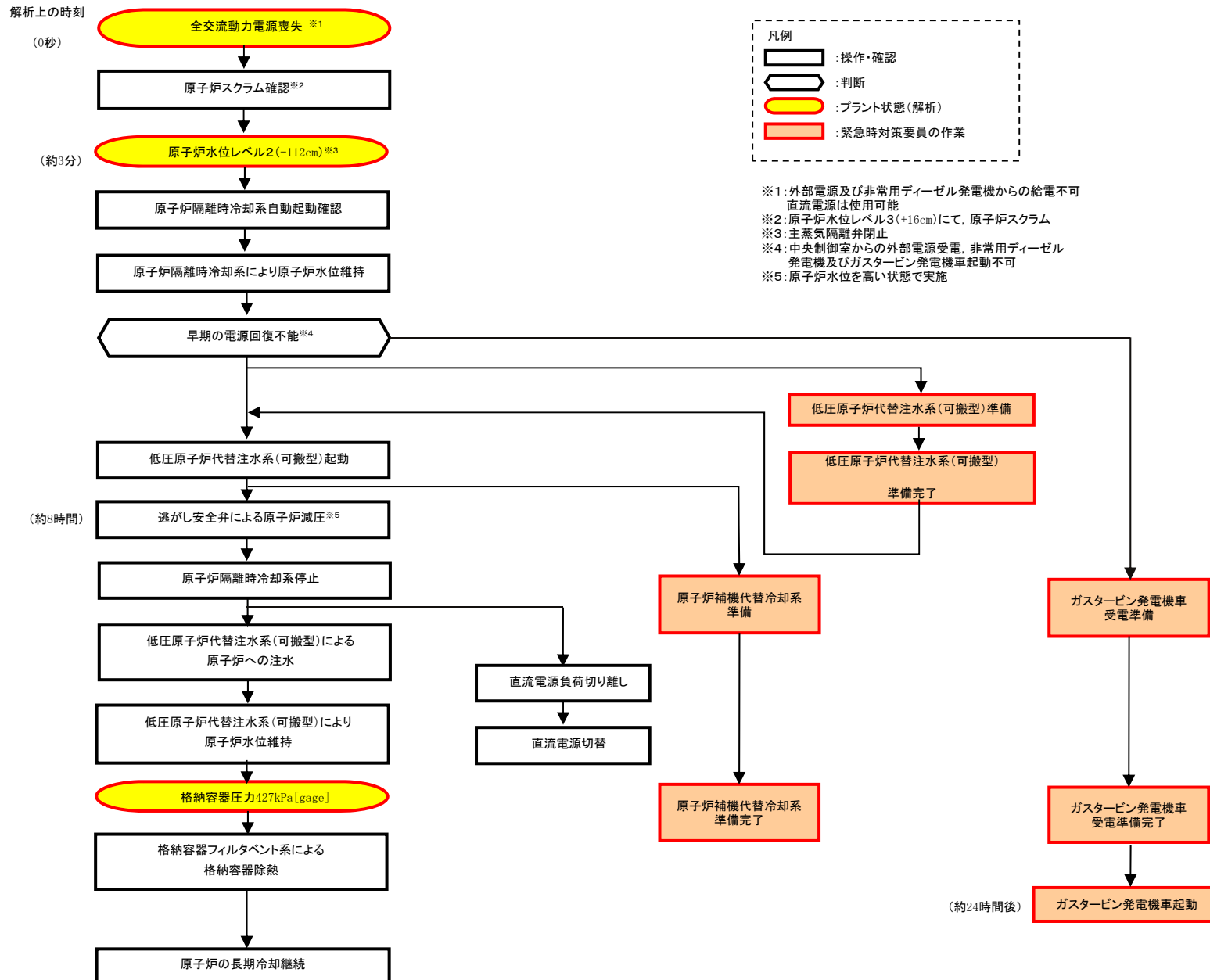


図2.3.1-1(1) 重大事故等対策概要図

全交流動力電源喪失(対応手順概要)



全交流動力電源喪失(解析結果)

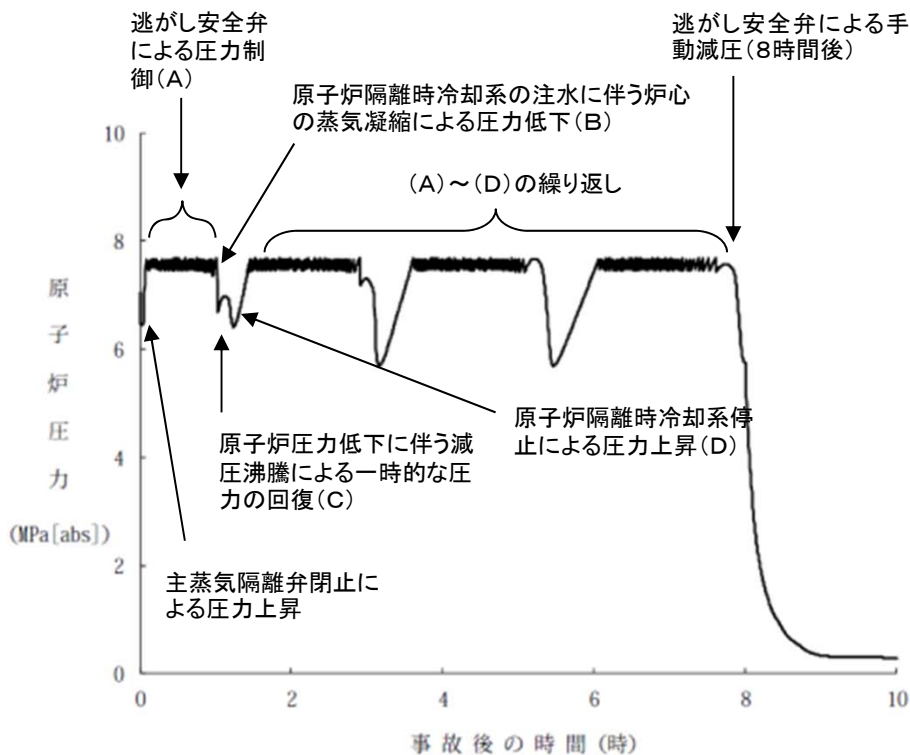


図2.3.2-1(1) 原子炉圧力の推移

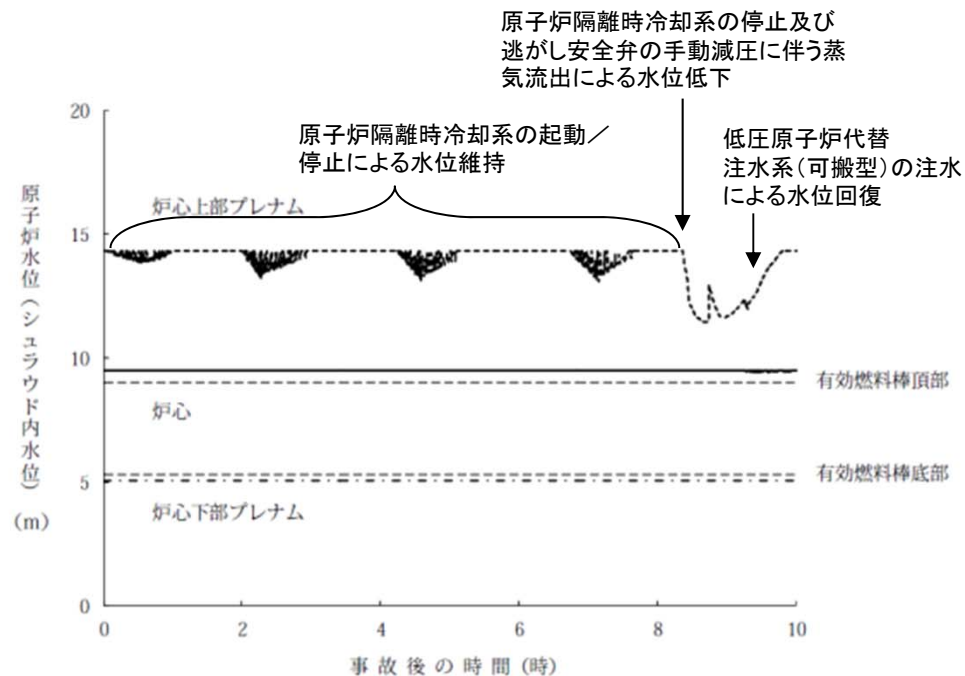


図2.3.2-1(2) 原子炉水位(シュラウド内水位)の推移

全交流動力電源喪失(解析結果)

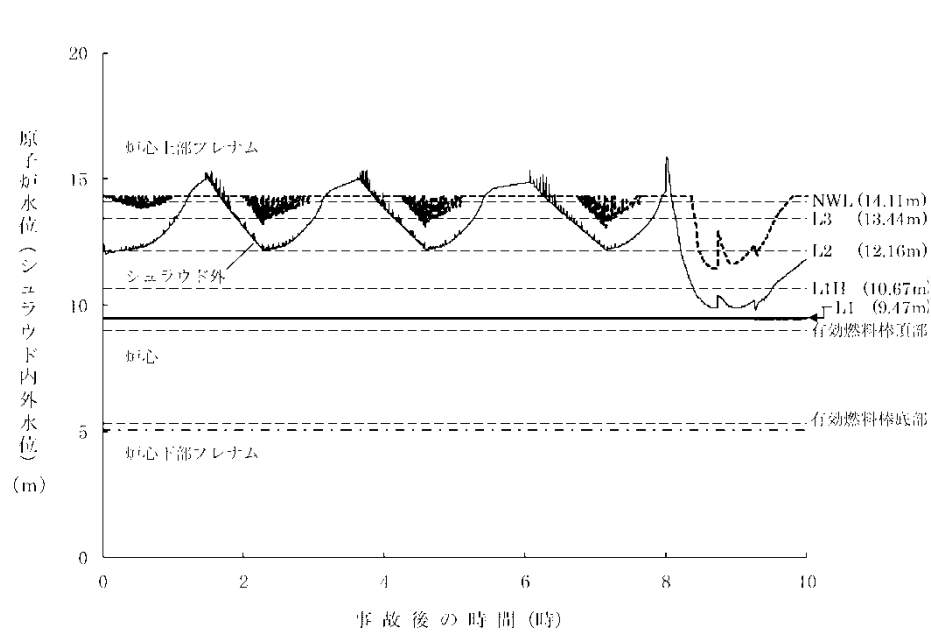


図2.1.2-1(3) 原子炉水位(シュラウド内外水位)の推移

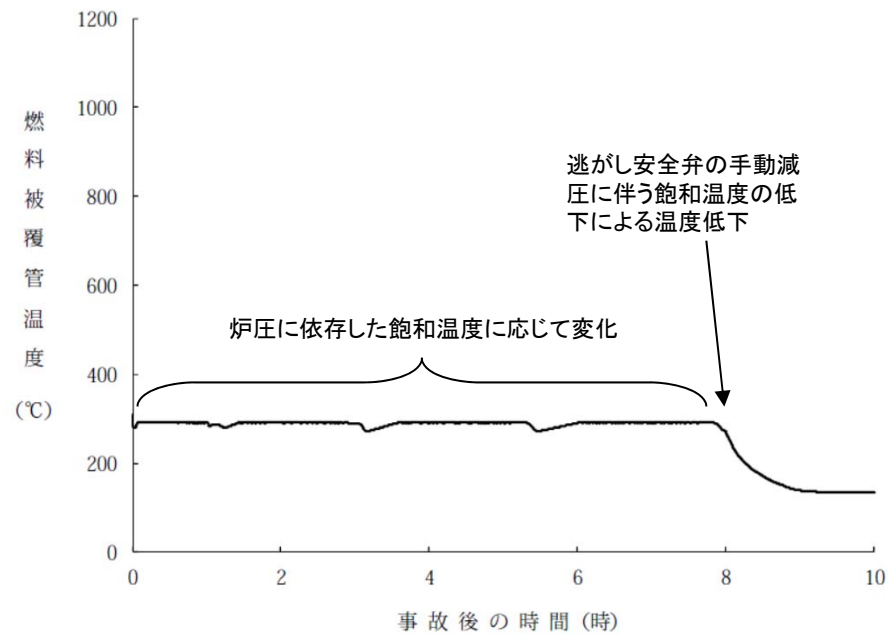


図2.3.2-1(4) 燃料被覆管温度の推移

全交流動力電源喪失(解析結果)

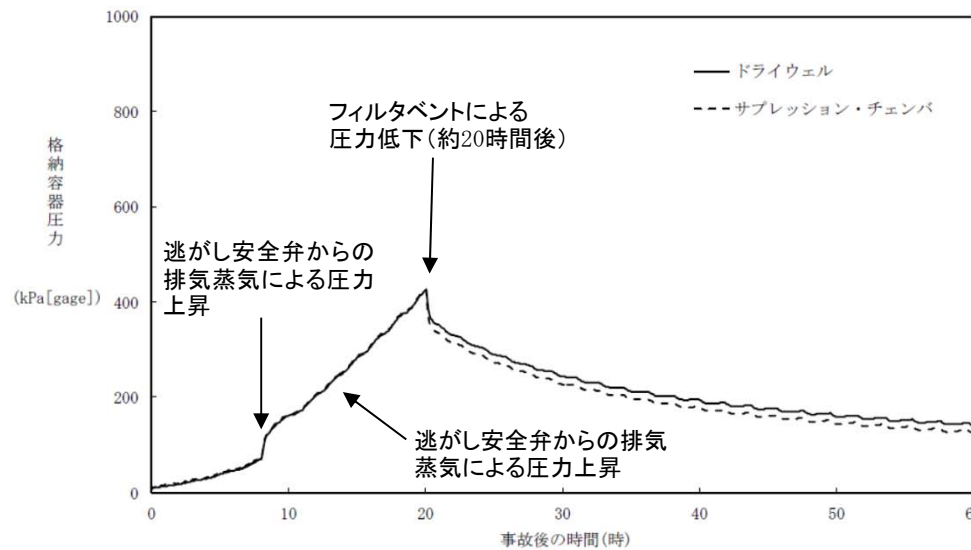


図2.3.2-1(5) 原子炉格納容器圧力の推移

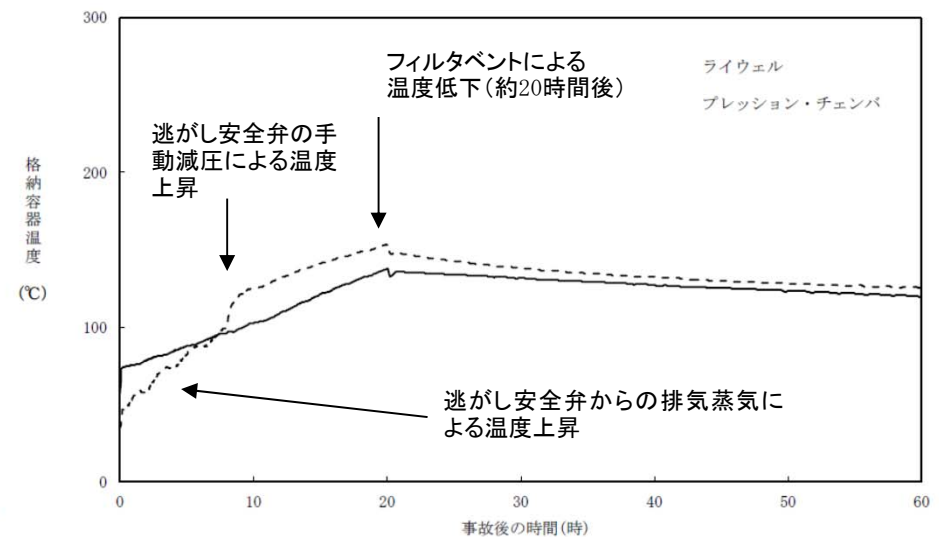


図2.3.2-1(6) 原子炉格納容器温度の推移

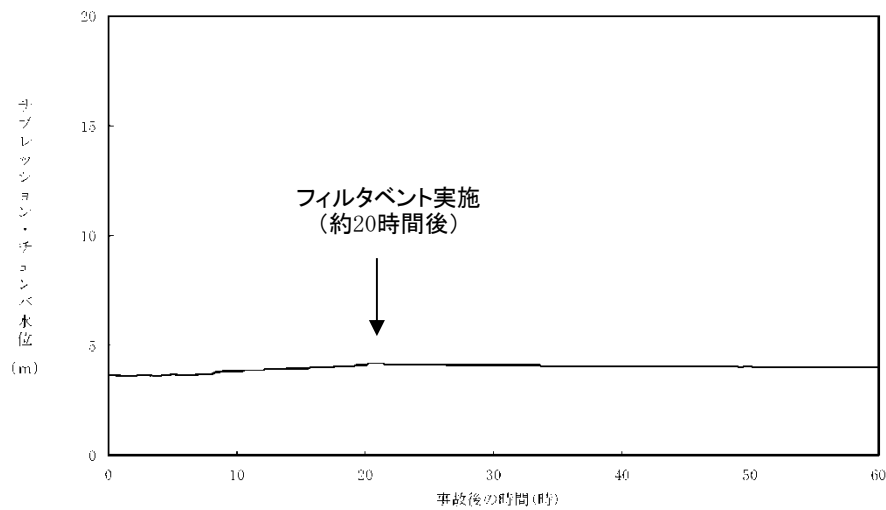


図2.3.2-1(7) サプレッション・チェンバ水位の推移

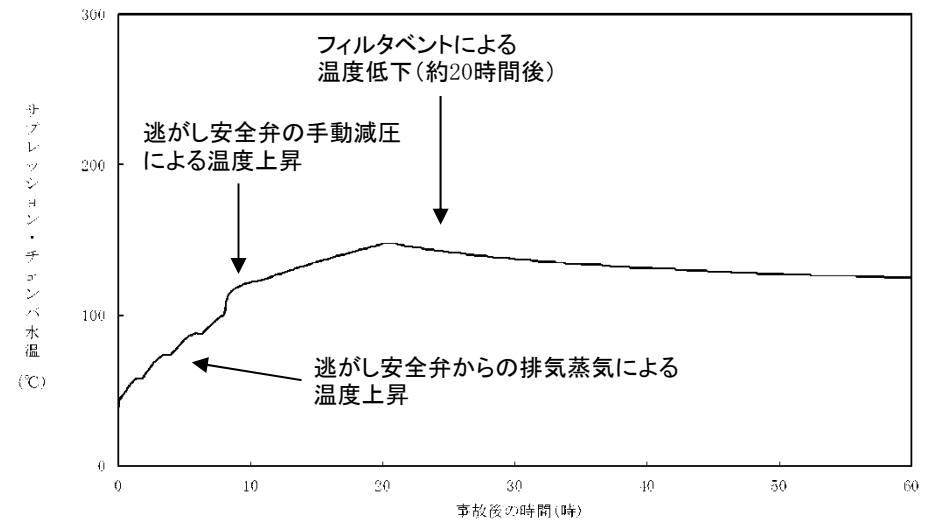


図2.3.2-1(8) サプレッション・チェンバ水温の推移

全交流動力電源喪失(作業と所要時間)

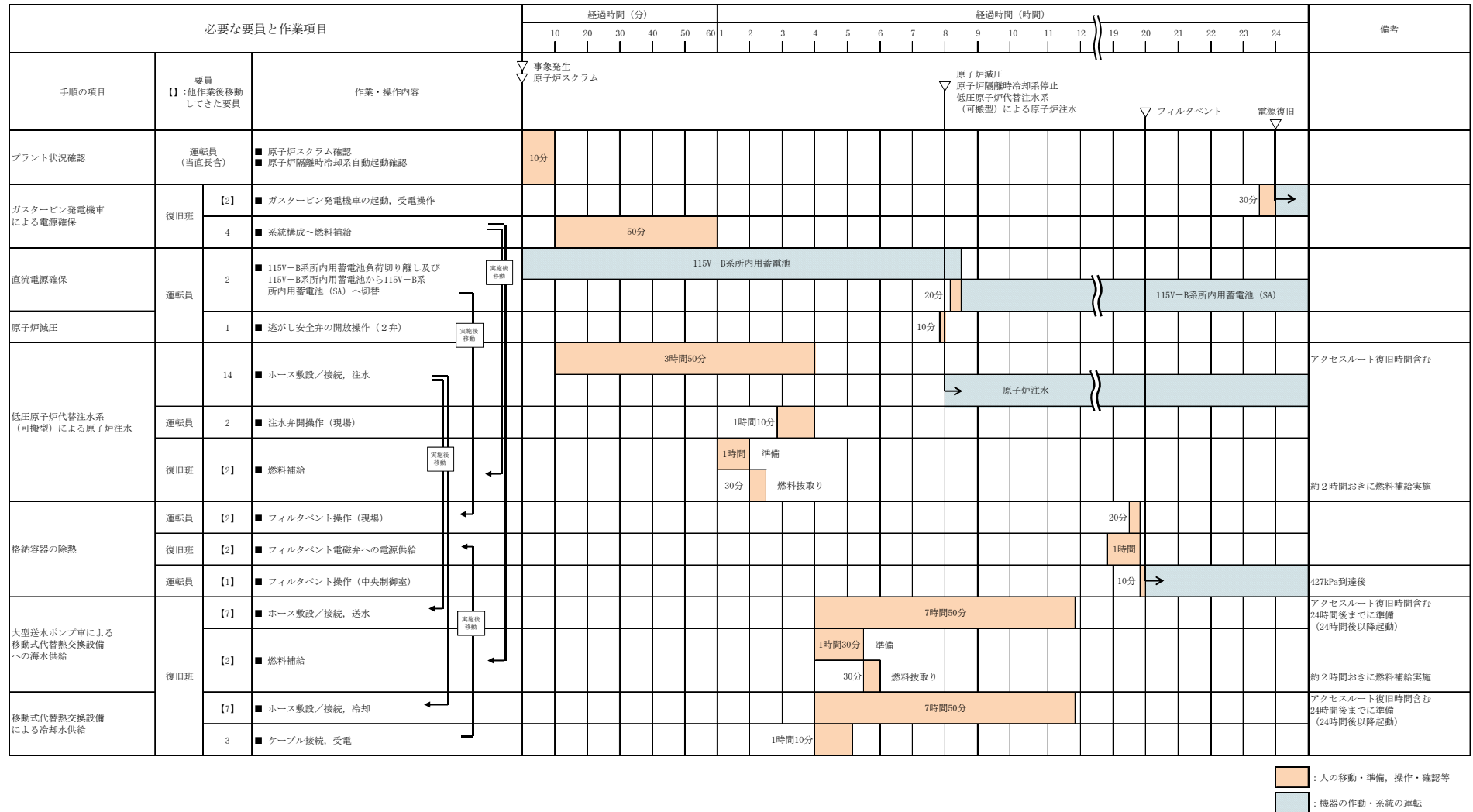
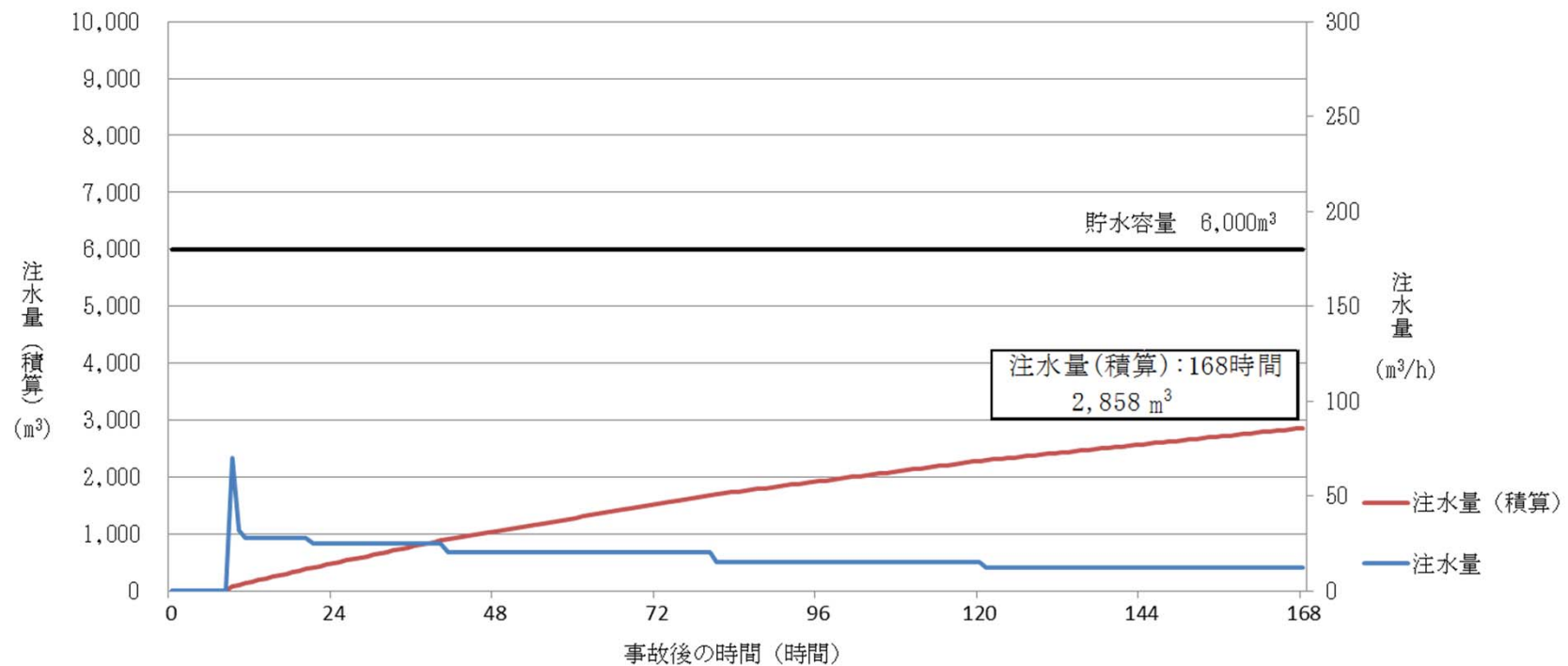


図 2.3.1-3 全交流動力電源喪失時の作業と所要時間

全交流動力電源喪失(水源に関する評価)

事象発生8時間後からの運転を想定して、崩壊熱に応じた注水を実施し、7日間の原子炉への注水量は約 $2,858\text{m}^3$ となる。重要事故シーケンス(全交流動力電源喪失)における使用する水源の貯水量の合計は約 $6,000\text{m}^3$ であり、供給可能である。



2. 燃料消費に関する評価

使用機器	事故発生後 継続使用時間	燃料消費量 燃費×台数×運転時間
送水車	8 時間後～7 日後	$0.025\text{m}^3/\text{h} \times 1 \text{ 台} \times 160\text{h} = 4\text{m}^3$
水中ポンプ車	8 時間後～7 日後	$0.0082\text{m}^3/\text{h} \times 1 \text{ 台} \times 160\text{h} = 1.32\text{m}^3$
ガスタービン発電機車	24 時間後～7 日後	$1.39\text{m}^3/\text{h} \times 2 \text{ 台} \times 144\text{h} = 400.32\text{m}^3$
大型送水ポンプ車	24 時間後～7 日後	$0.31\text{m}^3/\text{h} \times 1 \text{ 台} \times 144\text{h} = 44.64\text{m}^3$
7 日間の 燃料消費量合計		450.28 m^3
判定		発電所構内に貯蔵している燃料の合計容量は約 973.3 m^3 であり、7 日間の事故収束対応に必要な燃料量を確保している。

全交流動力電源喪失(電源に関する評価)

主要負荷リスト

電源設備:ガスタービン発電機車

定格出力:6,400kW(8,000kVA)

短時間過負荷耐量:12,000kVA

