

川内原子力発電所1号炉の 30年目高経年化技術評価結果について (コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下について)

本資料は川内1号炉30年目高経年化技術評価のNRA審査会合時(2014年)に用いたもので、一部資料を追記しています。

2022年4月25日



ずっと先まで、明るくしたい。

枠囲みの範囲は、商業機密に係る事項であるため、公開できません。
(P. 15)

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

目 次

1. 代表構造物、評価対象部位及び評価点の選定	2
1-1. 経年劣化事象と劣化要因の概要	2
1-2. 代表構造物、評価対象部位及び評価点の選定	4
2. 健全性評価	10
2-1. コンクリートの強度低下	10
2-2. コンクリートの遮蔽能力低下	25
2-3. 鉄骨構造の強度低下	27
3. 現状保全、総合評価、高経年化への対応	29

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

1. 代表構造物、評価対象部位及び評価点の選定

1-1. 経年劣化事象と劣化要因の概要

コンクリート及び鉄骨構造に関する経年劣化事象は、急速に進展するものではないが、以下の劣化要因により、強度及び遮蔽能力が低下する可能性がある

構造物ごとの経年劣化事象と劣化要因（1/2）

構造物	経年劣化事象	劣化要因	
コンクリート	強度低下	熱	コンクリートが熱を受けると、温度条件によってはコンクリート中の水分の逸散を伴う乾燥に起因する微細なひび割れが生じ、あるいは水分の移動に起因する空隙の拡大等によりコンクリートの強度が低下する可能性がある。
		放射線照射	コンクリートへの中性子照射やガンマ線照射によるコンクリート強度低下のメカニズムについては必ずしも明確になっていない。ただし、中性子照射やガンマ線照射を受けた物質は内部発熱することが知られており、照射量によっては、コンクリート中の水分が逸散し、乾燥に伴うひび割れ等によりコンクリートの強度が低下する可能性がある。
		中性化	コンクリートは、通常強アルカリ性であり、この状態で鉄筋は、腐食から保護されている。しかし、大気中の二酸化炭素がコンクリート中に侵入すると、コンクリート中の水酸化カルシウムと反応し、コンクリート表面からアルカリ性が徐々に低下する。この現象が中性化であり、中性化が鉄筋位置付近まで進展すると、鉄筋を保護する能力が失われ、水や酸素の浸透により鉄筋が腐食し始める。鉄筋の腐食が進むと、腐食生成物による体積膨張からコンクリートにひび割れやはく離、鉄筋の断面減少を生じ、コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

構造物ごとの経年劣化事象と劣化要因（2/2）

構造物	経年劣化事象	劣化要因	
コンクリート	強度低下	塩分浸透	コンクリート中に海塩粒子等を原因とした塩化物イオンが浸透し鉄筋位置まで到達すると、鉄筋の腐食が徐々に進展し、腐食生成物による体積膨張からコンクリートにひび割れやはく離、鉄筋の断面減少を生じ、コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。
		機械振動	コンクリート構造物は、長期間にわたって機械振動による繰り返し荷重を受けるとひび割れが発生し、コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。
	遮蔽能力低下	熱	コンクリートが周辺環境からの伝達熱や放射線照射による内部発熱を受けると、コンクリート中の水分が逸散し、放射線に対する遮蔽能力が低下する可能性がある。
鉄骨構造	強度低下	腐食	鉄骨は、一般に大気中の酸素や水分と化学反応を起こし腐食する。また、腐食は海塩粒子等により促進され、腐食が進展すると鉄骨の断面欠損に至り、鉄骨構造の強度低下に結びつく可能性がある。

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

1-2. 代表構造物、評価対象部位及び評価点の選定

1-2-1. 代表構造物、評価対象部位及び評価点の選定手順

ステップ1 評価対象構造物のグループ化

重要度分類指針におけるクラス1, 2及びクラス3のうち高温・高圧の構造物並びに機器を支持する構造物、常設重大事故等対処設備を支持する構造物を評価対象構造物として選定し、コンクリート構造物と鉄骨構造物にグループ化（P. 5）



ステップ2 代表構造物及び評価対象部位の選定

- ・グループ化した評価対象構造物について、使用条件等を考慮して代表構造物を選定（P. 6, 7, 8）
- ・代表構造物について、劣化要因ごとに最も厳しい使用環境等を考慮して評価対象部位を選定（P. 9）



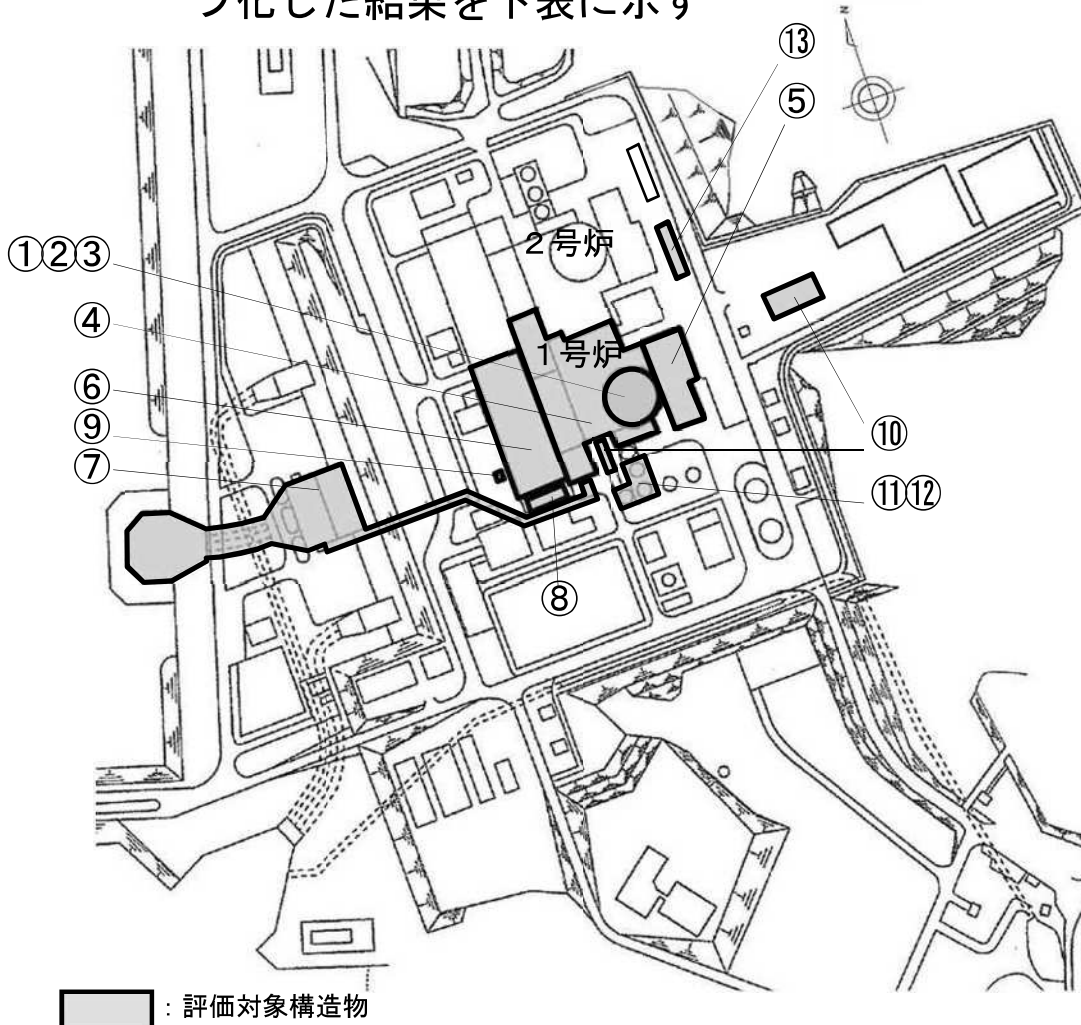
評価対象部位のうち、最も使用環境等が厳しい箇所の更なる絞り込み等により、評価点を選定

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

1-2-2. 代表構造物の選定

a. 評価対象構造物のグループ化

評価対象構造物の配置を下図に、評価対象構造物をコンクリート構造物及び鉄骨構造物にグループ化した結果を下表に示す



評価対象構造物のグループ化

評価対象構造物	重要度分類等	コンクリート構造物	鉄骨構造物
① 外部遮蔽壁	クラス1 設備支持	○	—
② 内部コンクリート	クラス1 設備支持	○	○ (鉄骨部)
③ 原子炉格納施設基礎	クラス1 設備支持	○	—
④ 原子炉補助建屋	クラス1 設備支持	○	○ (水密扉)
⑤ 燃料取扱建屋	クラス2 設備支持	—	○ (鉄骨部)
⑥ タービン建屋	クラス3 (高温、高圧) 設備支持	○ (タービン架台)	○ (鉄骨部)
⑦ 取水構造物 (海水管ダクト含む)	クラス1 設備支持	○	○ (鉄骨部、水密扉)
⑧ 脱気器基礎	クラス3 (高温、高圧) 設備支持	○	—
⑨ スチームコンバータ装置基礎	クラス3 (高温、高圧) 設備支持	○	—
⑩ 非常用ディーゼル発電用燃料 油貯槽基礎 (燃料油貯蔵タンク基礎含 む)	クラス1 設備支持	○	—
⑪ 復水タンク基礎 (配管ダクト含む)	クラス1 設備支持	○	—
⑫ 燃料取替用水タンク基礎 (配管ダクト含む)	クラス1 設備支持	○	—
⑬ 移動式大容量発電機基礎 (燃料タンク基礎含む)	常設重大事故 等対処設備	○	—

評価対象構造物配置図

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

b. 代表構造物の選定結果

評価対象構造物ごとの使用条件等によりグループ内の代表構造物を選定

(1) コンクリート構造物における選定結果

□ : グループ内代表構造物とする使用条件等

評価対象構造物	使用条件等						選定	選定理由	
	高温部の有無	放射線の有無	振動の有無	設置環境		塩分浸透の有無			代表構造物を支持
				屋内	屋外				
外部遮蔽壁	△	△	-	仕上げ無し	仕上げ有り	△	-	◎	屋内で仕上げ無し
内部コンクリート	○ (1次遮蔽壁)	○ (1次遮蔽壁)	-	仕上げ有り	/	-	-	◎	高温部、放射線の影響
原子炉格納施設基礎	-	△	-	仕上げ有り	埋設*2	△	外部遮蔽壁及び内部コンクリートを支持	◎	代表構造物を支持する構造物
原子炉補助建屋	-	△	○ (非常用ディーゼル発電設備基礎)	一部仕上げ無し	仕上げ有り	△	-	◎	振動の影響、屋内で仕上げ無し
タービン建屋 (タービン架台)	-	-	○ (タービン架台)	一部仕上げ有り	/	-	-	◎	振動の影響、屋内で仕上げ無し
取水構造物 (海水管ダクト含む)	-	-	-	一部仕上げ無し*1	一部仕上げ有り	○ (海水と接触)	-	◎	屋外で仕上げ無し、供給塩化物量の影響
脱気器基礎	-	-	-	仕上げ無し*1	仕上げ有り	△	-		
スチームコンバータ装置基礎	-	-	-	/	一部仕上げ有り	△	-		
非常用ディーゼル発電用燃料油貯槽基礎 (燃料油貯蔵タンク基礎含む)	-	-	-	/	埋設*2	△	-		
復水タンク基礎 (配管ダクト含む)	-	-	-	一部仕上げ有り*1	埋設*2	△	-		
燃料取替用水タンク基礎 (配管ダクト含む)	-	-	-	一部仕上げ有り*1	埋設*2	△	-		
移動式大容量発電機基礎 (燃料タンク基礎含む)	-	-	-	/	埋設*2	△	-		

*1：他の屋内で仕上げがない構造物で代表させる。

*2：環境条件の区分として、埋設部より気中部の方が保守的であることから、他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。

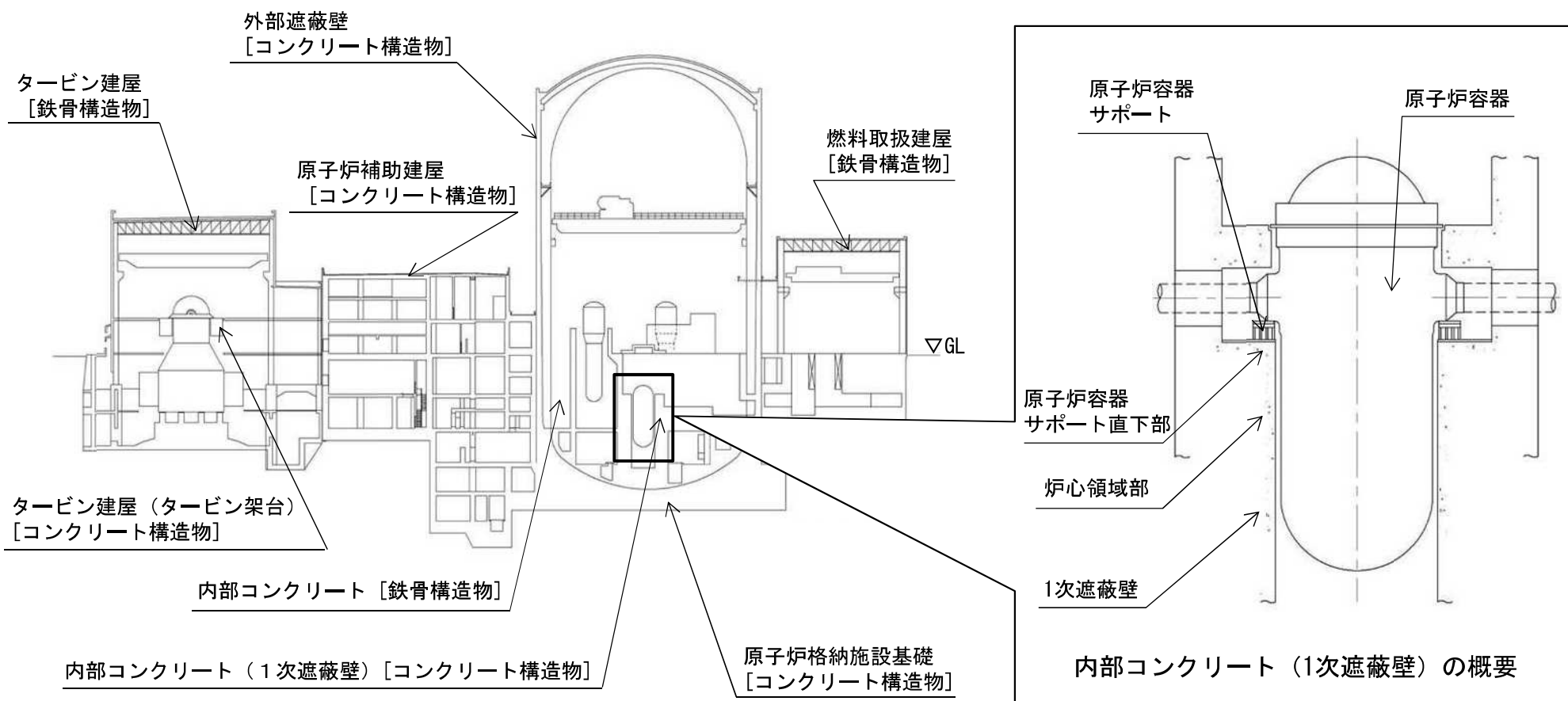
【凡例】○：影響大、△：影響小、-：影響極小、又は無し

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

(2) 鉄骨構造物における選定結果

	評価対象構造物	使用条件等		選定	選定理由
		設置環境			
		屋内	屋外		
鉄骨部	内部コンクリート	仕上げ有り		◎	使用環境は同等または屋外であり、全てを代表構造物とする
	燃料取扱建屋	仕上げ有り		◎	
	タービン建屋	仕上げ有り		◎	
	海水ポンプエリア防護壁		仕上げ有り	◎	
水密扉	原子炉補助建屋	仕上げ有り		◎	
	海水ポンプエリア		仕上げ有り	◎	

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）



代表構造物の概要（コンクリート及び鉄骨構造物）

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

1-2-3. 劣化要因ごとの評価対象部位の選定結果

経年劣化事象に対する劣化要因ごとの評価対象部位について、選定した結果を下表に示す

経年劣化事象に対する劣化要因ごとの評価対象部位

構造種別		コンクリート構造物					鉄骨構造物	
経年劣化事象		強度低下					遮蔽能力低下	強度低下
劣化要因		熱	放射線照射	中性化	塩分浸透	機械振動	熱	腐食
代表 構造 物	外部遮蔽壁							
	内部 コンクリート	1次 遮蔽壁* ○	1次 遮蔽壁* ○				1次 遮蔽壁* ○	鉄骨部* ○
	原子炉 格納施設基礎							
	原子炉補助建屋			屋内面* ○		非常用 ディーゼル 発電設備基礎* ○		水密扉* ○
	タービン建屋					タービン架台* ○		鉄骨部* ○
	取水構造物			○	○			鉄骨部*、水密扉* ○
	燃料取扱建屋							鉄骨部* ○

凡例 ○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 *：評価対象部位

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

2. 健全性評価

2-1. コンクリートの強度低下

2-1-1. 熱による強度低下

a. 評価対象部位

内部コンクリート（1次遮蔽壁）

b. 評価点及び選定理由

(1) 評価点

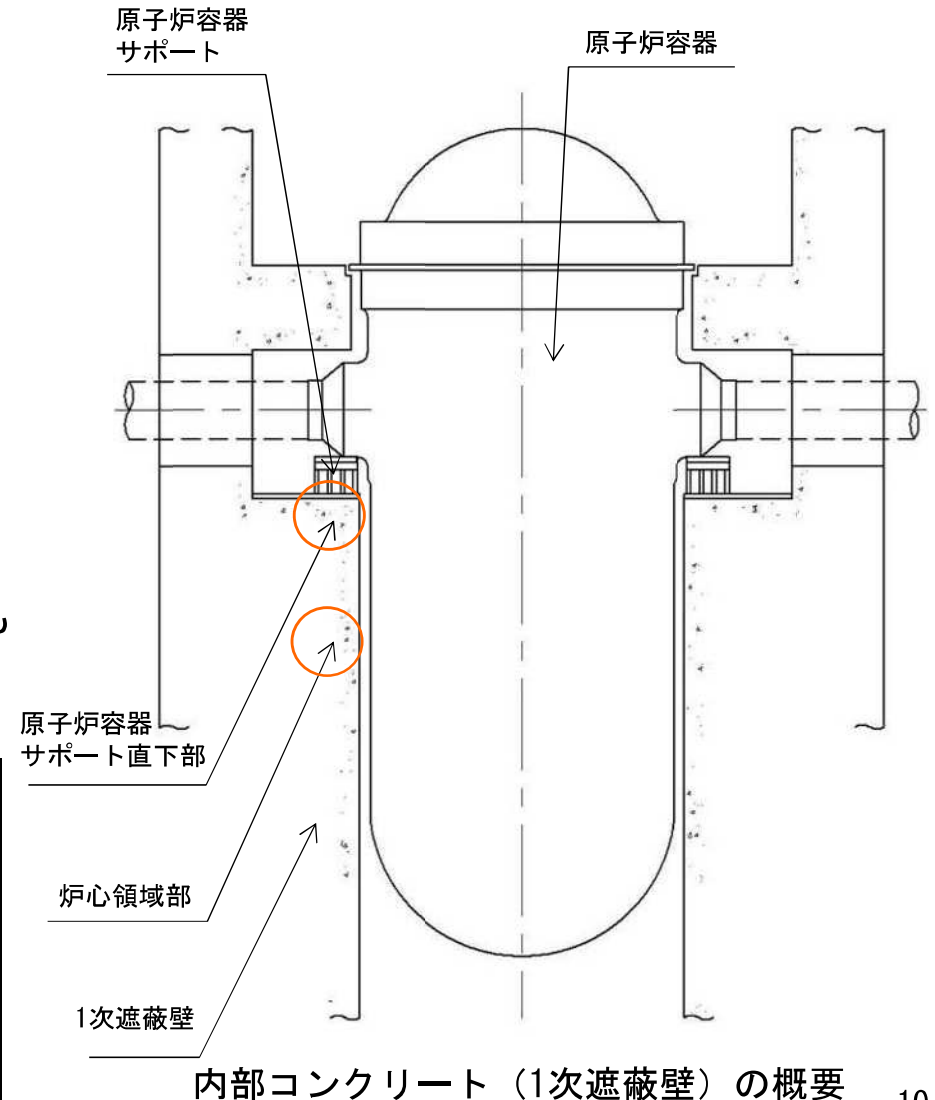
- ・ 炉心領域部
- ・ 原子炉容器サポート直下部

(2) 選定理由

- ・ 炉心領域部
ガンマ発熱の影響が最も大きい部位
- ・ 原子炉容器サポート直下部
原子炉容器サポートからの伝達熱の影響が最も大きい部位

c. 評価手順

評価点	評価手順
炉心領域部	①ガンマ線発熱量分布の算出 1次元輸送計算コードANISNにより算出 ②温度分布の算出 熱伝導方程式により算出
原子炉容器サポート直下部	①温度分布の算出 3次元CFD汎用熱流体解析コードにより算出



コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

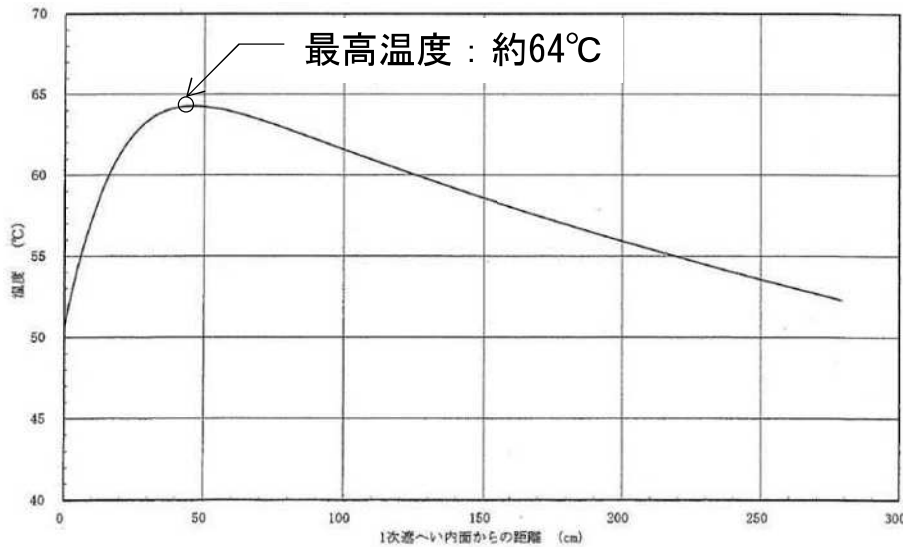
d. 健全性評価結果

コンクリートの最高温度は制限値以下であり、熱による強度低下はない

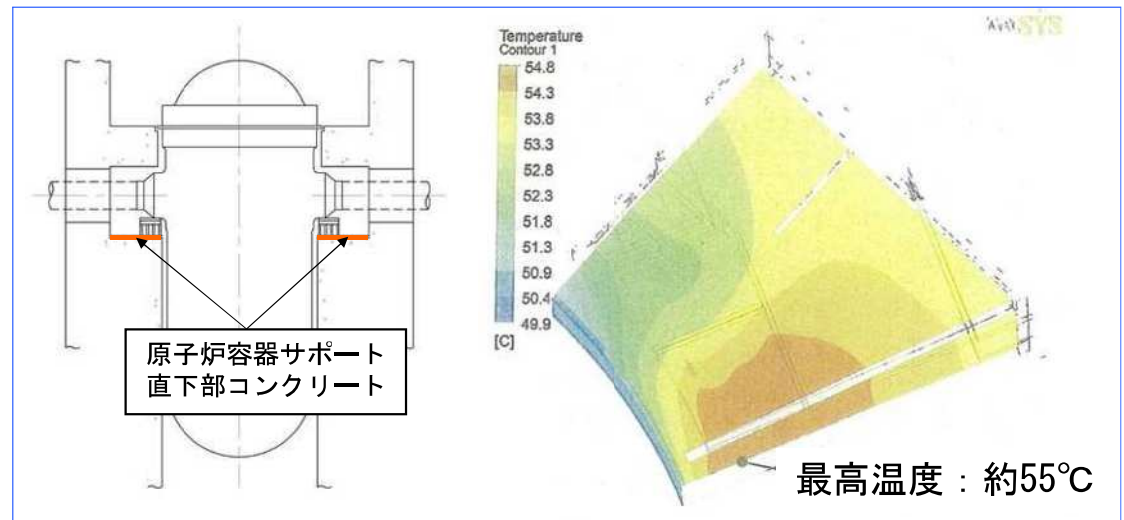
1次遮蔽壁における解析温度と制限値の比較

	評価値 (°C)	制限値※ (°C)	判定
炉心領域部	約64	65	OK
原子炉容器サポート直下部	約55	65	OK

※（社）日本機械学会「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格」（2011）



炉心領域部コンクリート内温度分布図



原子炉容器サポート直下部コンクリートの温度コンタ図

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

2-1-2. 放射線照射による強度低下

a. 評価対象部位

内部コンクリート（1次遮蔽壁）

b. 評価点及び選定理由

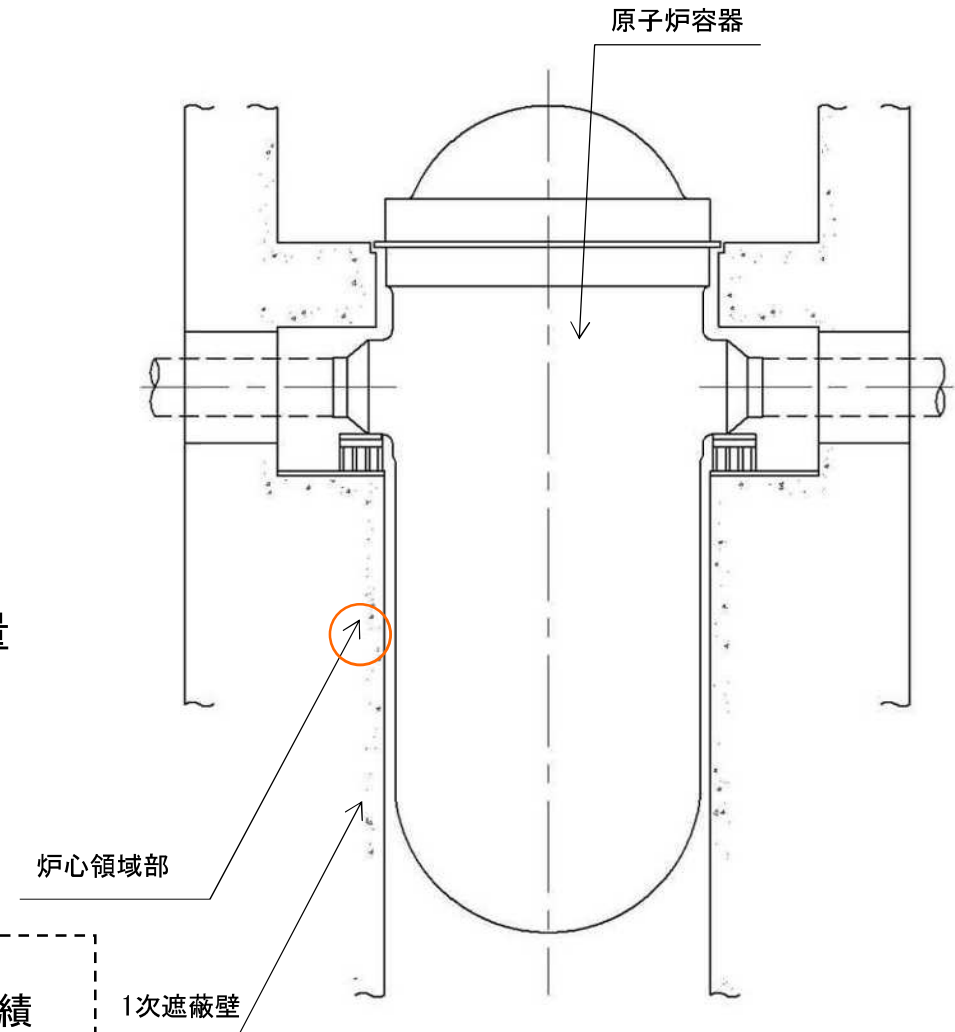
- (1) 評価点：炉心領域部
- (2) 選定理由：中性子、ガンマ線照射量の影響が最も大きい部位

c. 評価手順

- (1) 放射線量率の算出
 - 1次遮蔽壁における中性子束及びガンマ線量率を2次元輸送計算コードDORTにより算出
- (2) 放射線照射量の算出
 - 上記線量率に運転時間※を掛けて中性子照射量及びガンマ線照射量を算出

※運転時間の算出において用いた稼働率

- 第21サイクル終了時点まで（～2011.5.10）：実績（参考：2012年度までの稼働率：平均77.5%）
- 第21サイクル終了以降（2011.5.11～）：100%（想定）



内部コンクリート（1次遮蔽壁）の概要

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

d. 健全性評価結果

(1) 中性子照射量

- 運転開始後60年経過時点における中性子照射量は、Hilsdorf他の文献に記載の目安値以下であり、中性子照射による強度低下はない

1次遮蔽壁における中性子照射量の解析値と目安値の比較

	運転開始後60年経過時点	Hilsdorf他の文献※の 目安値	判定
中性子照射量 (n/cm ²)	約 4.7×10^{19}	1×10^{20}	OK

※ Hilsdorf, Kropp, and Koch 「The Effects of Nuclear Radiation on the Mechanical Properties of Concrete」 American Concrete Institute Publication SP 55-10. 1978

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

(2) ガンマ線照射量

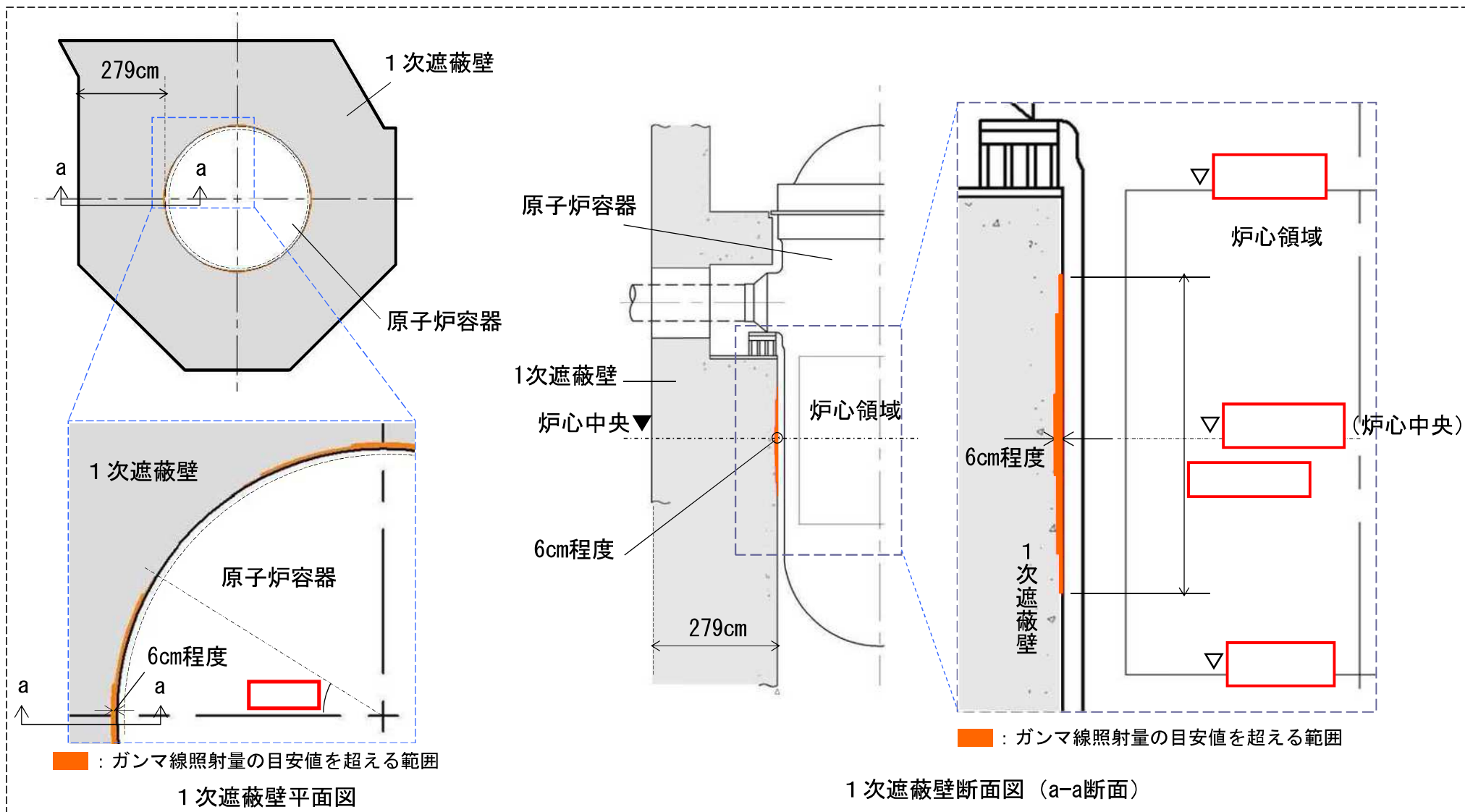
- ・ 運転開始60年時点におけるガンマ線照射量は、Hiltsdorf他の文献の目安値を超える部分あり
- ・ Hiltsdorf他の文献の目安値を超える範囲は、深さ方向に最大でも6cm程度であり、1次遮蔽壁の厚さ（最小壁厚279cm）に比べて小さいことから、構造強度上問題とならない

1次遮蔽壁におけるガンマ線照射量の解析値と目安値の比較

	運転開始60年時点	Hiltsdorf他の文献※の 目安値	Hiltsdorf他の 目安値を超える範囲
ガンマ線照射量 (rad)	約 2.3×10^{10}	2.0×10^{10}	最大6cm程度

※ Hiltsdorf, Kropp, and Koch 「The Effects of Nuclear Radiation on the Mechanical Properties of Concrete」
American Concrete Institute Publication SP 55-10. 1978

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）



1次遮蔽壁におけるガンマ線照射量の目安値を超える範囲

は商業機密に係る事項であるため、公開できません。

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

2-1-3. 中性化による強度低下

a. 評価対象部位

- (1) 屋内：原子炉補助建屋
- (2) 屋外：取水構造物

b. 評価点及び選定理由

(1) 評価点

- ・ 屋内：各フロア（EL-15.0m、EL-2.0m、EL+20.3m）、主蒸気管室、非常用ディーゼル発電設備室
- ・ 屋外：気中帯、干満帯、海中帯

(2) 選定理由

- ・ 屋内：仕上げが無く、中性化速度係数※が最も大きい原子炉補助建屋のうち、使用環境等を考慮して選定
- ・ 屋外：仕上げが無い取水構造物のうち、使用環境の違いを考慮して選定

※中性化推定式（森永式）における使用環境等を考慮した中性化の速度係数

c. 評価手順

(1) 中性化深さの推定

- ・ 中性化推定式（岸谷式、森永式、 \sqrt{t} 式）により、運転開始60年時点の中性化深さを算出

(2) 最大中性化深さ推定値の抽出

- ・ 上記3式のうち最大値となる中性化深さを抽出

(3) 運転開始後60年経過時点の中性化深さの評価

- ・ 推定された最大の中性化深さと鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さを比較

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

d. 健全性評価結果

運転開始後60年経過時点における中性化深さが最大となる評価点において、鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さに達していないことから、中性化による強度低下はない

中性化深さ推定値と鉄筋が腐食し始めるときの中性化深さの比較

	中性化深さ (cm)			判定
	測定値 (調査時点の運転開始後経過年)	推定値 運転開始後60年経過時点 (推定式)	鉄筋が腐食 し始める 時点	
原子炉補助建屋 (EL-15.0m)	2.2 (27年)	6.1 (岸谷式)	9.0	OK
取水構造物 (気中帯)	0.8 (27年)	1.3 (\sqrt{t} 式)	9.1	OK

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

2-1-4. 塩分浸透による強度低下

a. 評価対象部位

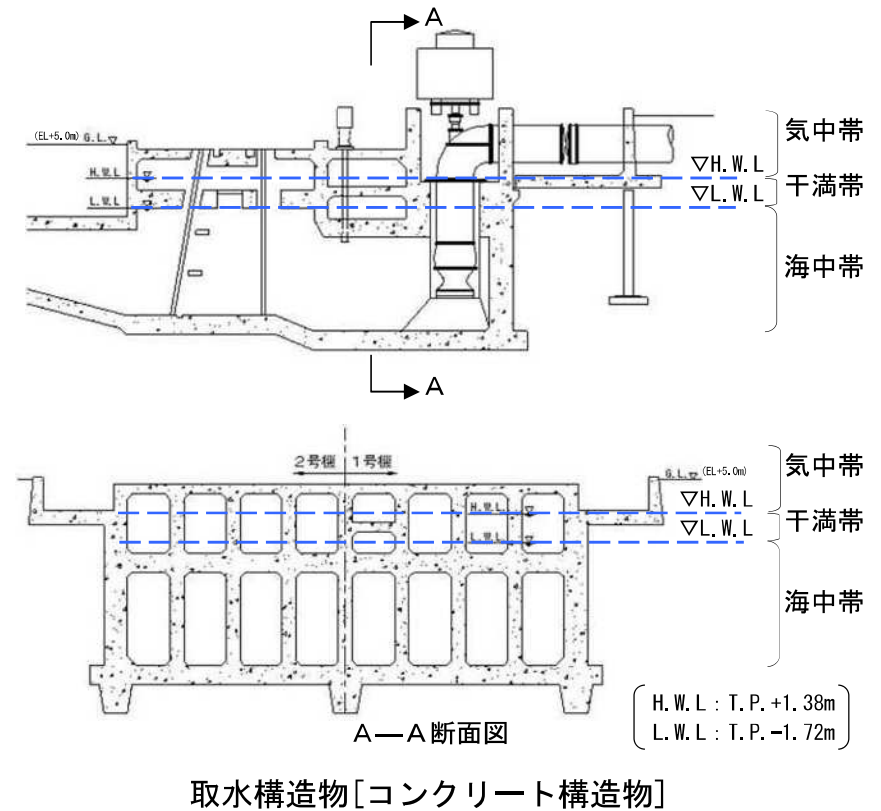
取水構造物

b. 評価点及び選定理由

- (1) 評価点：気中帯、干満帯、海中帯
- (2) 選定理由：仕上げの無い取水構造物のうち、使用環境の違いを考慮して選定

c. 評価手順

- (1) 運転開始後60年時点における鉄筋腐食減量の算出
 - ① フィックの拡散方程式：運転開始経過年数ごとの鉄筋位置における塩化物イオン量を算出
 - ② 森永式：塩化物イオン量を用いて、運転開始経過年数ごとの鉄筋腐食減量
- (2) かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点における鉄筋腐食減量の算出
 - ・ 森永式：鉄筋径およびかぶり厚さを用いて、かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点における鉄筋腐食減量を算出
- (3) 運転開始後60年時点における鉄筋腐食減量の評価
 - ・ (1) (2) の鉄筋腐食減量を比較



コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

d. 健全性評価結果

運転開始後60年経過時点における鉄筋腐食減量は、かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋腐食減量を下回っていることから、塩分浸透による強度低下はない

鉄筋腐食減量の推定値とかぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋腐食減量の比較

	調査時期 (運転開始後経過年)	鉄筋位置での 塩化物イオン濃度及び量 上段 (%) 下段 (kg/m ³)	鉄筋の腐食減量※ (×10 ⁻⁴ g/cm ²)		判定
			運転開始後 60年経過時点	かぶりコンクリートに ひび割れが発生する時点	
取水構造物 (気中帯)	2011年 (27年)	0.02	3.9	84.5	OK
		0.5			
取水構造物 (干満帯)		0.09	2.9	88.7	
		2.0			
取水構造物 (海中帯)		0.09	2.0	86.4	
		2.0			

※森永式（森永「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究—東京大学学位論文（1986）」）

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

2-1-5. 地下水のコンクリートへの影響

a. 水質調査の目的

地下水の水質によっては、屋内よりも屋外地中部の方が環境状態が厳しいことが考えられるため、原子炉建屋近傍にて地下水の水質調査を実施するものである

b. 水質調査の位置

下図に示す位置より地下水を採取した（採取日：2014年3月6日）

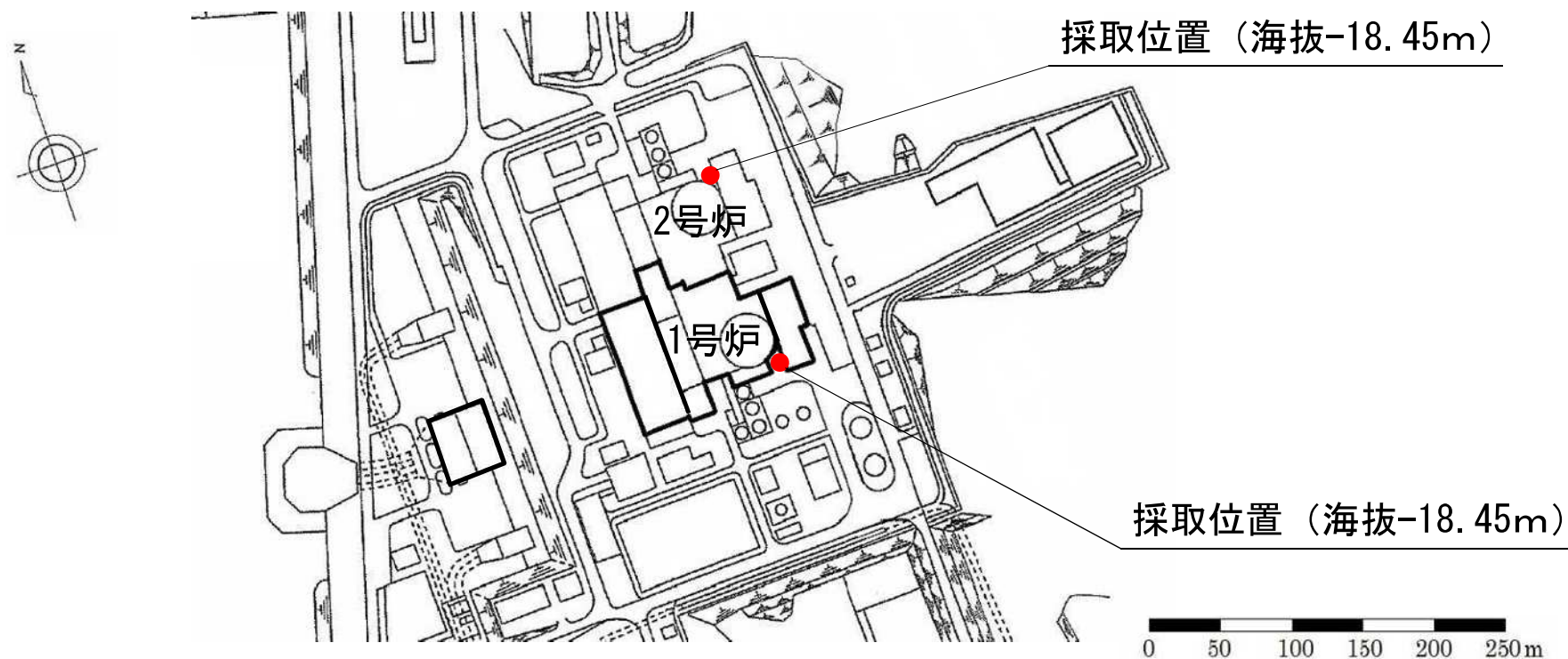


図1 地下水の採取位置

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

c. 水質調査方法と結果

コンクリートへの侵食に関わる測定項目（地盤調査法：地盤工学会（1995）参照）について、JIS規格や上水試験方法※1に基づき水質調査を行った調査結果を表1に示す

表1 地下水の水質調査結果

測定項目	単位	結果		水が示す侵食性の判定基準※2		
		1号炉	2号炉	弱侵食性	強侵食性	非常に強い侵食性
水素イオン濃度（p h）	—	8.1	8.1	6.5～5.5	5.5～4.5	4.5以下
遊離炭酸※1	mg/l	2	1	15～30	30～60	60以上
アンモニウムイオン	mg/ l	0.03未満	0.03未満	15～30	30～60	60以上
マグネシウムイオン	mg/ l	10	4.4	100～300	300～1,500	1,500以上
硫酸イオン	mg/ l	60	110	200～600	600～3,000	3,000以上

※1：「上水試験方法 II-3 14.4.1 浮遊炭酸算出法」（日本水道協会）

※2：DIN4030（ドイツ規定）

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

d. まとめ

- (1) 水質調査結果では、すべての項目において侵食性の判定基準値を下回っており、地下水によるコンクリートの侵食の可能性が低いことを確認した
- (2) 地下水の水素イオン濃度指数（pH値）は、中性である（pH7）に対し、弱アルカリ性を示す値であった
また、遊離炭酸（水中に溶けている炭酸ガス）の数値も判定基準に対し十分低い
- (3) アンモニウムイオン（弱塩基）や硫酸イオン（硫酸塩）等についても弱侵食性の判定基準に対し十分低い
- (4) 原子炉建屋、原子炉補助建屋の地下埋設部分の外壁については、防水仕上げを行っている

以上のことから、地中部のコンクリートに対する中性化や塩分浸透による影響は少ないと判断できたため、屋内にてコンクリートサンプルを採取して試験を行い、その試験結果を踏まえて技術評価を実施した

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

2-1-6. 機械振動による強度低下

a. 評価対象部位

- (1) タービン建屋（タービン架台）
- (2) 原子炉補助建屋（非常用ディーゼル発電設備基礎）

b. 評価点及び選定理由

- (1) 評価点：基礎ボルト周辺のコンクリート
- (2) 選定理由：機械振動による応力が大きい部位を選定

c. 健全性評価結果

- (1) 60年間の供用を仮定すると機械振動による強度低下の可能性は否定できない
- (2) 現状保全において定期的な目視点検を実施しており、有意なひび割れ等がないことを確認
- (3) 今後も現状保全を継続することで、構造物の健全性の維持が可能

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

2-1-7. コンクリートの破壊試験結果

コンクリート構造物から採取した試料の破壊試験の結果、平均圧縮強度が設計基準強度を上回っていることを確認

コンクリートの破壊試験結果

代表構造物	設計基準強度 (N/mm ²)	平均圧縮強度※1 (N/mm ²)
		破壊試験
外部遮蔽壁	22.1	43.6
内部コンクリート		47.7
原子炉格納施設基礎		33.0
原子炉補助建屋		47.2
タービン建屋 (タービン架台)		44.9
	17.7	33.9
取水構造物	23.5	34.6

※1 試験実施時期（運転開始後経過年数）：2011年（27年）

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

2-2. コンクリートの遮蔽能力低下

a. 評価対象部位

内部コンクリート（1次遮蔽壁）

b. 評価点及び選定理由

(1) 評価点：炉心領域部

(2) 選定理由：ガンマ発熱により最も高温となる部位

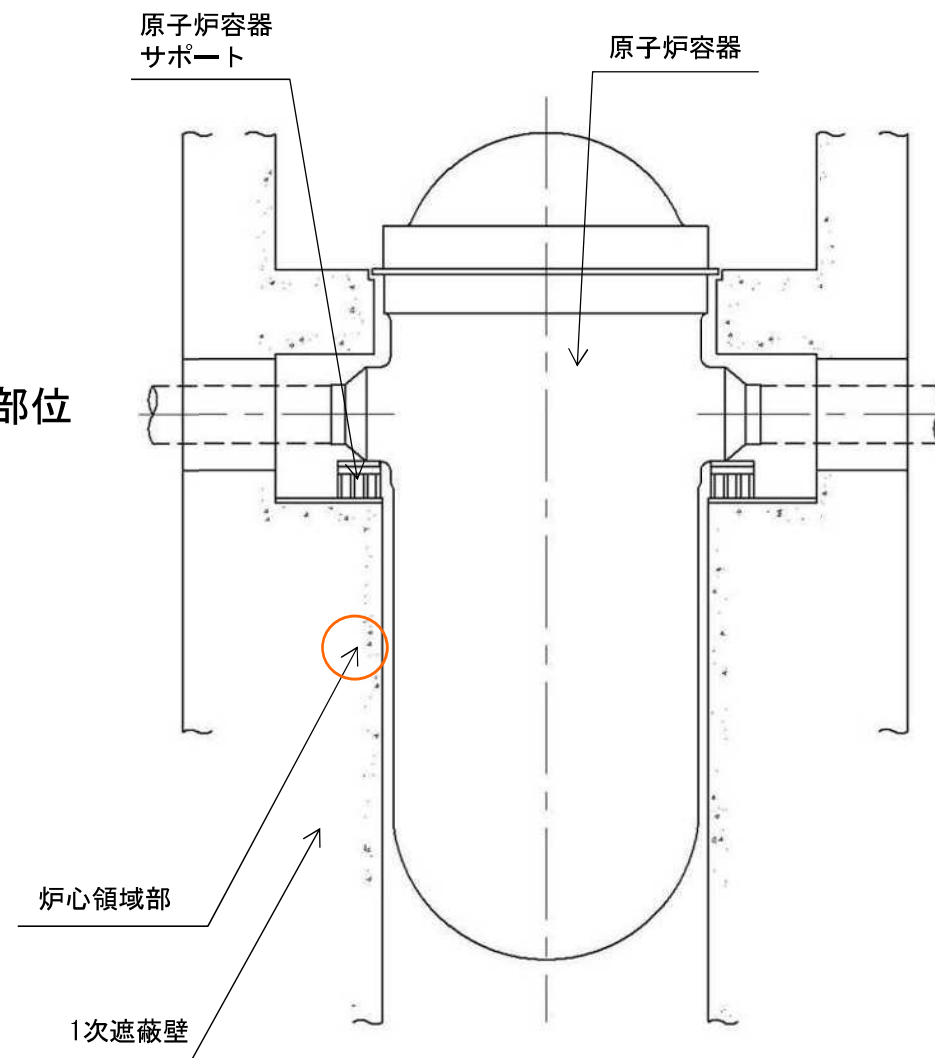
c. 評価手順

(1) ガンマ線発熱量分布の算出

- ・ 1次元輸送計算コードANISNにより算出

(2) 温度分布の算出

- ・ 熱伝導方程式により算出



内部コンクリート（1次遮蔽壁）の概要

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

d. 健全性評価結果

コンクリートの最高温度は制限値以下であり、水分の逸散はほとんどないことから、遮蔽能力の低下はない

1次遮蔽壁の解析温度と制限値の比較

	評価値[°C]	制限値※[°C]	判定
中性子遮蔽	約64	88	OK
ガンマ線遮蔽	約64	177	OK

※「コンクリート遮蔽体設計規準」(R. G. Jaeger et al. 「Engineering Compendium on Radiation Shielding (ECRS) Vol.2)

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

2-3. 鉄骨構造の強度低下

a. 評価対象部位

鉄骨部	<ul style="list-style-type: none">・内部コンクリート・燃料取扱建屋・タービン建屋・海水ポンプエリア防護壁
水密扉	<ul style="list-style-type: none">・原子炉補助建屋・海水ポンプエリア

b. 評価点及び選定理由

(1) 評価点：鉄骨部及び水密扉の構造部材

(2) 選定理由：大気中の酸素、水分との化学反応、海塩粒子等による腐食を考慮して、すべての鉄骨構造物を選定

c. 評価手順

(1) 鋼材及び塗膜の耐用年数を推定式※により算出

※（社）日本建築学会「建築物の耐久計画に関する考え方」（1988）

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

d. 健全性評価結果

鉄骨構造物の推定耐用年数の算出結果は以下のとおり

鉄骨構造物の推定耐用年数算出結果

		塗膜の耐用年数[年]	鋼材の耐用年数[年]	推定耐用年数[年]※
鉄骨部	内部コンクリート	40	15	55
	燃料取扱建屋	23	15	38
	タービン建屋	22	16	38
	海水ポンプエリア防護壁	12	2	14
水密扉	原子炉補助建屋	6	23	29
	海水ポンプエリア	5	3	8

※構造部材の推定耐用年数のうち最小耐用年数を記載

- 仮に、塗膜に劣化等が生じた場合においても、腐食が急激に発生、進展する可能性は小さいと考えられるが、60年間の供用を仮定すると、鉄骨構造物の腐食による強度低下の可能性は否定できない
- 現状保全において定期的な目視点検を実施しており、強度に支障をきたす可能性がある腐食がないことを確認し、予防保全のための塗装の塗替え等を行うこととしている
- 現状、強度低下につながるような鋼材の腐食は認められていない
- 今後も現状保全を継続することで、構造物の健全性の維持が可能

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下（含む鉄骨構造の強度低下）

3. 現状保全、総合評価、高経年化への対応

	経年劣化事象	現状保全	総合評価	高経年化への対応
コンクリート 構造物	強度低下	<p>○目視点検</p> <ul style="list-style-type: none"> 頻度：1回／1年程度 点検内容：強度に支障をきたす可能性のある有意な欠陥（ひび割れ、塗装の劣化等）がないことを確認 なお、予防保全のため必要に応じて塗装の塗替え等を行うこととしている <p>○破壊試験※1や非破壊試験※2による点検</p> <ul style="list-style-type: none"> 頻度：破壊試験：1回／10年 非破壊試験：1回／3保全サイクル 点検内容：強度に急激な経年劣化が生じていないことを確認 <p>※1：コンクリート圧縮試験、中性化深さ試験、塩分含有量試験 ※2：リバウンドハンマーによるコンクリート構造物の経年的な劣化傾向の把握</p>	<p>○健全性評価</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射線照射（ガンマ線） 今後、強度低下の可能性は否定できないが、ガンマ線照射量が目安値を超える範囲は、1次遮蔽壁の厚さ（最小壁厚279cm）に比べて小さいことから、構造強度上問題とはならない 機械振動 今後、強度低下の可能性は否定できないが、定期的に目視点検により有意なひび割れ等がないことを確認する現状保全は適切 上記以外 現時点の知見において、強度低下の可能性はない <p>○現状において、設計基準強度を上回っており、強度低下が急激に発生する可能性は極めて小さい</p> <p>○現状保全を継続することで、60年間の健全性の維持が可能</p>	<p>○現状保全の継続実施</p> <p>○高経年化対策の観点から追加すべき項目なし</p>
	遮蔽能力低下	<p>○目視点検</p> <ul style="list-style-type: none"> 頻度：1回／1年程度 点検内容：遮蔽能力に支障をきたす可能性のあるひび割れ等の有意な欠陥のないことを確認 	<p>○健全性評価</p> <ul style="list-style-type: none"> 現時点の知見において、遮蔽能力低下の可能性はない <p>○現状保全を継続することで、60年間の健全性の維持が可能</p>	
鉄骨 構造物	強度低下	<p>○目視点検</p> <ul style="list-style-type: none"> 頻度：1回／半年程度 点検内容：強度に支障をきたす可能性のある鋼材の腐食がないことを確認 なお、予防保全のため鋼材の腐食につながる塗膜の劣化等に対して塗替え等を行うこととしている 	<p>○健全性評価</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼材の腐食が進展する可能性は否定できないが、仮に局部的に腐食が発生した場合は、塗装の塗替え等を実施する現状保全は適切 現状、強度低下につながるような鋼材の腐食は認められていない <p>○現状保全を継続することで、60年間の健全性の維持が可能</p>	