

島根原子力発電所2号炉 高経年化技術評価 (コンクリートおよび鉄骨構造物)

平成30年7月4日

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。

Energia

| | |
|-----------------|----|
| 1. 概要 | 2 |
| 2. 基本方針 | 6 |
| 3. 評価対象と評価手法 | 7 |
| 4. 代表構造物の技術評価 | 16 |
| 5. 代表構造物以外の技術評価 | 27 |
| 6. まとめ | 28 |

1. 概要(1 / 4)

本資料は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第82条第1項の規定に基づき実施した高経年化技術評価のうち、コンクリート構造物の強度低下、遮へい能力低下および鉄骨構造物の強度低下の評価結果を説明するものである。

1. 概要(2/4)

コンクリートおよび鉄骨構造物の経年劣化事象, 劣化要因を下表に示す。

コンクリートおよび鉄骨構造物の経年劣化事象および劣化要因(1/3)

| 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に伴う乾燥に起因する微細なひび割れ, あるいは水分の移動に起因する空隙の拡大等により, 強度が低下する可能性がある。 |
| | | 放射線照射 | コンクリートが中性子照射やガンマ線照射を受けると, 照射量によっては, 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, 空気中の二酸化炭素の作用を受けると, 表面から徐々にそのアルカリ性を失い中性化する。中性化がコンクリートの内部に進行し, 鉄筋を保護する能力が失われると, 鉄筋はコンクリート中の水分, 酸素の作用により腐食し始め, 腐食に伴う体積膨張によりコンクリートにひび割れやはく離が生じ, 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。 |

1. 概要(3/4)

コンクリートおよび鉄骨構造物の経年劣化事象および劣化要因(2/3)

| 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 | コンクリート中に塩化物イオンが浸透し、鉄筋位置まで達すると、鉄筋の腐食が徐々に進行し、鉄筋の膨張によりコンクリートにひび割れやはく離が生じ、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。 |
| | | アルカリ骨材反応 | アルカリ骨材反応は、コンクリート中に存在するアルカリ溶液と、骨材中に含まれる反応性のシリカ鉱物の化学反応である。このとき生成されたアルカリ・シリカゲルが周囲の水を吸収し膨張すると、コンクリート表面にひび割れが生じ、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。 |
| | 遮へい能力低下 | 熱 | コンクリートは、周辺環境からの伝達熱および放射線照射に起因するコンクリート内部の温度上昇により、コンクリート中の水分が逸散し、放射線に対する遮へい能力が低下する可能性がある。 |

コンクリートおよび鉄骨構造物の経年劣化事象および劣化要因(3/3)

| 構造物 | 経年劣化事象 | 劣化要因 | |
|-----|----------|------|--|
| 鉄骨 | 強度低下 | 腐食 | 一般的に、鋼材は大気中の酸素および水分と化学反応を起こして腐食する。腐食は、海塩粒子等により促進され、進行すると鋼材の断面欠損に至り、鉄骨構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。 |
| | | 金属疲労 | 繰返し荷重が継続的に鉄骨構造物にかかることにより、疲労による損傷が蓄積され、鉄骨の強度低下につながる可能性がある。 |
| | 制震装置強度低下 | 腐食 | 一般的に、鋼材は大気中の酸素および水分と化学反応を起こして腐食する。腐食は、海塩粒子等により促進され、進行すると制震装置(粘性ダンパ)の断面欠損に至り、制震装置(粘性ダンパ)の強度低下につながる可能性がある。 |
| | | 摩耗 | 制震装置(粘性ダンパ)の摺動部に長期間の使用により摩耗が発生すると、動作不良に至り、制震装置(粘性ダンパ)の強度低下につながる可能性がある。 |

2. 基本方針

評価対象構造物において前表の経年劣化事象の発生の可能性について評価し、その発生の可能性が将来にわたって否定できない場合は、その発生または進展に係る健全性評価を行い、**实用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイドに定める要求事項に適合することを確認する。**

コンクリートおよび鉄骨構造物の経年劣化事象を評価するにあたっての要求事項を下表に整理する。

コンクリートおよび鉄骨構造物評価についての要求事項

| ガイド | 要求事項 |
|---------------------------|--|
| 实用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド | <p>(1)高経年化技術評価の審査</p> <ul style="list-style-type: none">⑫健全性の評価 実施ガイド3.1⑤に規定する期間の満了日までの期間について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の発生又は進展に係る健全性を評価していることを審査する。⑬現状保全の評価 健全性評価結果から現状の保全策の妥当性が評価されていることを審査する。⑭追加保全策の抽出 現状保全の評価結果から、現状保全に追加する必要がある新たな保全策が抽出されていることを審査する。 |

3. 評価対象と評価手法(1/9)

○代表構造物, 評価対象部位および評価点の選定基準

手順1 評価対象構造物の抽出とグループ化

「重要度分類審査指針におけるPS-1,2およびMS-1,2に該当する構造物または該当する機器・構造物を支持する構造物」

「高温・高圧の環境下にあるPS-3, MS-3の機器を支持する構造物」

「常設重大事故等対処設備に該当する構造物または該当する機器・構造物を支持する構造物」

「浸水防護施設に属する構造物」

に該当する構造物を抽出し, コンクリート構造物と鉄骨構造物にグループ化



手順2 代表構造物の選定

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



手順3 劣化要因毎の評価対象部位等を選定

代表構造物について, 劣化要因毎に使用環境等を考慮して評価対象部位, 評価点を選定

3. 評価対象と評価手法(2/9)

(1) 代表構造物の選定

① 評価対象構造物の抽出とグループ化

抽出した評価対象構造物をコンクリートおよび鉄骨構造物にグループ化した結果を下表に示す。

評価対象構造物の抽出とグループ化

| 対象構造物 | 重要度*1 | コンクリート構造物 | 鉄骨構造物 |
|---------------|-------|-----------|--------|
| 原子炉建物 | PS-1 | ○ | ○(鉄骨部) |
| タービン建物 | MS-1 | ○ | ○(鉄骨部) |
| 廃棄物処理建物 | MS-1 | ○ | |
| 制御室建物 | MS-1 | ○ | |
| 排気筒(制震装置付) | MS-1 | ○ | ○ |
| サイトバンカ建物 | 高*2 | ○ | |
| 補助ボイラ室 | 高*2 | ○ | ○ |
| タービン建物水密扉 | 設*3 | | ○ |
| 復水貯蔵タンク基礎 | MS-1 | ○ | |
| 非常用ガス処理系配管ダクト | MS-1 | ○ | |
| 取水構造物 | MS-1 | ○ | |
| 防波壁 | 設*3 | ○ | |

*1: 最上位の重要度を示す。

*2: 最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器を支える構造物を示す。

*3: 設計基準対象施設として評価対象とした機器および構造物を示す。

3. 評価対象と評価手法(3/9)

②代表構造物の選定結果

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した。

コンクリート構造物における代表構造物選定結果(1/2)

| 対象構造物 (コンクリート構造物) | 使用条件等 | | | | | | | 選定 | 選定理由 |
|----------------------|---------------|------------|------------|-----------|---------------|-------|------------|----|-------------|
| | 運転開始後 経過年数 | 高温部 の有無 | 放射線 の有無 | 振動の 有無 | 設置環境 | | 供給 塩化物量 | | |
| | | | | | 屋内 | 屋外 | | | |
| 原子炉建物 | 29年 | ○ | ○ | △ | 一部 仕上げ無し | 仕上げ有り | △ | ◎ | 高温部, 放射線の影響 |
| タービン建物 | 29年 | △ | △ | ○ | 一部 仕上げ無し | 仕上げ有り | △ | ◎ | 振動の影響 |
| 廃棄物処理建物 | 29年 | △ | △ | — | 一部 仕上げ無し*2 | 仕上げ有り | △ | | |
| 制御室建物 | 43年 | — | — | — | 一部 仕上げ無し | 仕上げ有り | △ | ◎ | 運転開始後経過年数 |
| 排気筒基礎 | 29年 | — | — | — | | 埋設*1 | △ | | |
| サイトバンク建物 | 33年 | △ | △ | — | 一部 仕上げ無し*2 | 仕上げ有り | △ | | |

*1:環境条件の区分として、土中埋設は一般の環境として区分されることから、他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。

*2:他の屋内で仕上げがない構造物で代表させる。

*3:他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。

…グループ内代表構造物とする使用条件等

【凡例】

○:影響大

△:影響小

—:影響極小, または無し

3. 評価対象と評価手法(4/9)

コンクリート構造物における代表構造物選定結果(2/2)

| 対象構造物 (コンクリート構造物) | 使用条件等 | | | | | | 選定 | 選定理由 | |
|----------------------|---------------|------------|------------|-----------|---------------|------------------|----|-------------|------------|
| | 運転開始後 経過年数 | 高温部 の有無 | 放射線 の有無 | 振動の 有無 | 設置環境 | | | | 供給 塩化物量 |
| | | | | | 屋内 | 屋外 | | | |
| 補助ボイラ室 | 31年 20年 | △ | — | — | 一部 仕上げ無し*2 | 仕上げ有り | △ | | |
| 復水貯蔵タンク基礎 | 29年 | — | — | — | | 埋設*1 | △ | | |
| 非常用ガス処理系 配管ダケ外 | 29年 | — | — | — | | 埋設*1 | — | | |
| 取水構造物 | 29年 | — | — | — | | 仕上げ無し (海水と接触) | ○ | ◎ 供給塩化物量の影響 | |
| 防波壁 | 4年 | — | — | — | | 仕上げ無し*3 | △ | | |

*1:環境条件の区分として、土中埋設は一般の環境として区分されることから、他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。

*2:他の屋内で仕上げがない構造物で代表させる。

*3:他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。

…グループ内代表構造物とする使用条件等

【凡例】

○:影響大

△:影響小

—:影響極小, または無し

3. 評価対象と評価手法(5/9)

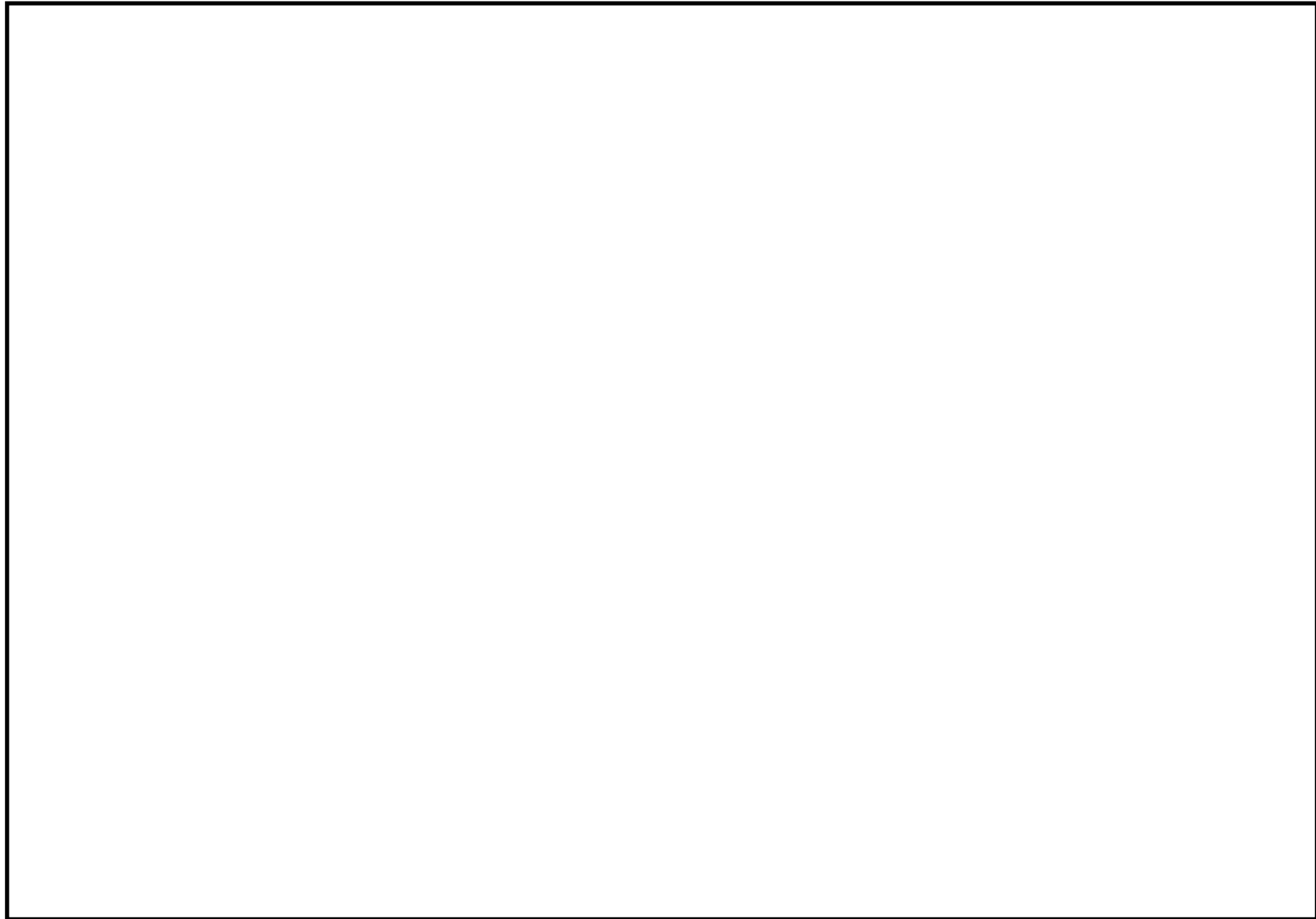
鉄骨構造物における代表構造物選定結果

| 対象構造物 (鉄骨構造物) | 運転開始後 経過年数 | 使用条件等 | | | 選定理由 |
|------------------|---------------|--------|-------|----|------|
| | | 設置環境 | | 選定 | |
| | | 屋内 | 屋外 | | |
| 原子炉建物 (鉄骨部) | 29年 | 仕上げ有り* | | | |
| タービン建物 (鉄骨部) | 29年 | 仕上げ有り* | | | |
| 排気筒 | 29年 | | 仕上げ有り | ◎ | 屋外環境 |
| 補助ボイラ室 | 31年 | 仕上げ有り | | ◎ | 屋内環境 |
| タービン建物水密扉 | 5年 | 仕上げ有り* | | | |

*: 他の屋内で仕上げがある構造物で代表させる。

…グループ内代表構造物とする使用条件等

3. 評価対象と評価手法(6/9)



プラント配置図

3. 評価対象と評価手法(7/9)

(2)高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

「1.概要」で示した経年劣化事象のうち、熱、放射線照射、中性化、塩分浸透、機械振動による強度低下および熱による遮へい能力低下を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象とし、以下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

①アルカリ骨材反応、腐食、摩耗による強度低下

想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っていることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象と判断した。

②金属疲労による強度低下

今後も経年劣化事象の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象と判断した。

3. 評価対象と評価手法(8/9)

高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象と理由

| 構造物 | 経年劣化事象 | 劣化要因 | 理由 |
|--------|----------|----------|---|
| コンクリート | 強度低下 | アルカリ骨材反応 | <p>定期的(1回/年)に「QMS7-06-N16-16 島根原子力発電所土木建築関係設備点検手順書」(以下、「点検手順書」という)に基づく目視点検を行っているが、アルカリ骨材反応に起因すると判断されるひび割れは確認されておらず、試験によりコンクリート構造物の健全性に影響を与えるような反応性がないことを確認している。</p> <p>今後も使用環境が急激に変化することはないことから、アルカリ骨材反応の進展傾向は極めて小さいと考えられる。</p> |
| 鉄骨 | 強度低下 | 腐食 | <p>定期的(1回/年)に点検手順書に基づく目視点検を行い、鋼材の腐食に影響する塗膜の劣化等が認められた場合には、補修塗装を施すことによって健全性を確保している。</p> |
| | | 金属疲労 | <p>鉄骨構造物のうち、風による繰返し荷重を受ける排気筒が対象構造物と考えられる。島根2号炉の排気筒は、その耐震裕度を向上させるために鉄塔支持型(制震装置付)に変更し、2015年4月に完了している。</p> <p>鉄骨構造物の風等による繰返し荷重に対する評価は、(社)日本建築学会「鋼構造設計規準(2005)」に示されている評価式を用いて、発電所近傍で計測された風に基づき算定した応力範囲が、運転開始後60年時点においても、許容疲労強さよりも小さいことを確認し、疲労を考慮する必要はないと評価した。</p> <p>島根2号炉の排気筒は鉄塔支持型であり、自立型よりも共振現象が起きにくいとされている。また排気筒の主要構造部材は、これまでの目視点検でも共振による疲労割れは確認されておらず、今後もこれらの共振現象による疲労が大きく変化する要因があるとは言い難い。</p> <p>以上から、鉄骨の金属疲労については、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。</p> |
| | 制震装置強度低下 | 腐食 | <p>定期的(1回/年)に点検手順書に基づく目視点検を行い、有意な塗膜の劣化等が認められた場合には、補修塗装を施すことによって健全性を確保している。</p> |
| | | 摩耗 | <p>定期的(1回/年)に点検手順書に基づく目視点検を行い、有意な摩耗が認められた場合には、新品への取替え等を行うことにより、健全性を確保している。</p> |

3. 評価対象と評価手法(9/9)

(3)劣化要因毎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毎の評価対象部位について、選定した結果を下表に示す。

(4)評価手法

学会基準等による既往の健全性評価または国内外の研究成果による健全性評価とした。

経年劣化事象に対する要因毎の評価対象部位

| 構造種別 | | コンクリート構造物 | | | | | | 鉄骨構造物 | | | | 備考 | |
|--------|--------|-----------|-------|-----|------|--------------|------|---------|------|------|----------|----|--|
| 経年劣化事象 | | 強度低下 | | | | | | 遮へい能力低下 | 強度低下 | | 制震装置強度低下 | | |
| 要因 | | 熱 | 放射線照射 | 中性化 | 塩分浸透 | 骨材反応 アルカリ | 機械振動 | 熱 | 腐食 | 金属疲労 | 腐食 | | 摩耗 |
| 代表構造物 | 原子炉建物 | ○*1 | ○*1 | ○*2 | ○ | △ | ○ | ○*5 | | | | | *1:一次遮へい壁 *2:内壁 *3:壁面 *4:タービン発電機架台 *5:ガンマ線遮へい壁 |
| | タービン建物 | ○ | ○ | ○*2 | ○ | △ | ○*4 | ○ | | | | | |
| | 制御室建物 | | | ○*2 | ○ | △ | | | | | | | |
| | 排気筒 | | | | | | | | △ | ▲ | △ | △ | |
| | 補助ボイラ室 | | | | | | | | △ | | | | |
| | 取水構造物 | | | ○*3 | ○*3 | △ | | | | | | | |

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

*:評価対象部位

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象以外)

4. 代表構造物の技術評価－熱による強度低下

コンクリート構造物の強度低下および遮へい能力低下をもたらす可能性がある要因毎に、健全性評価を実施した。

(1) コンクリートの強度低下

① 熱による強度低下

a. 評価対象部位

原子炉圧力容器近傍に位置する一次遮へい壁

b. 評価点

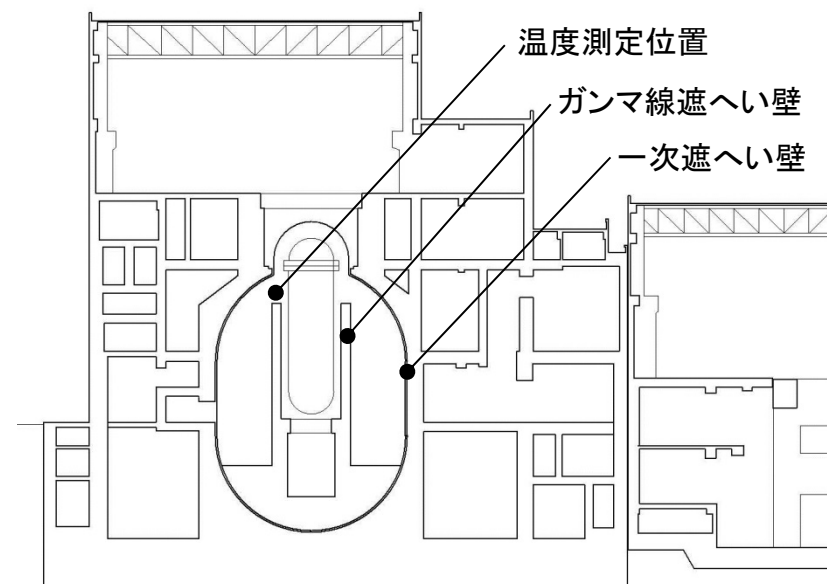
一次遮へい壁内側

c. 評価手順

評価温度は、一次遮へい壁に対して温度条件の厳しくなる原子炉格納容器内の雰囲気温度とし、最高温度を確認(測定位置は、原子炉圧力容器に近く、温度の高くなるガンマ線遮へい壁近傍)

d. 健全性評価結果

評価温度はコンクリートの温度制限値以下であり、健全性評価上問題とならない。



原子炉格納容器内における雰囲気温度と制限値の比較

| 雰囲気温度(最高温度) | 制限値*(°C) |
|-------------|----------|
| 62 | 65 |

*: 日本建築学会「原子炉建屋構造設計指針・同解説(1988)」

4. 代表構造物の技術評価－放射線照射による強度低下(1/2)

②放射線照射による強度低下

a. 評価対象部位
一次遮へい壁

b. 評価点
一次遮へい壁内側

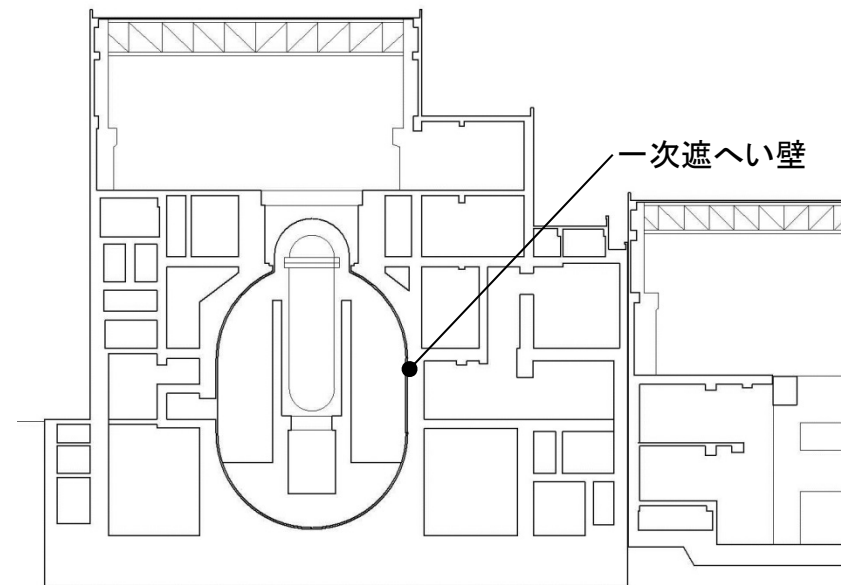
c. 評価手順

1) 放射線量率の算定

一次遮へい壁における中性子束および
ガンマ線束を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

上記中性子束およびガンマ線束に運転
時間を通じ、中性子照射量およびガンマ
線照射量を算出



4. 代表構造物の技術評価－放射線照射による強度低下(2/2)

d. 健全性評価結果

1) 中性子照射量

運転開始後60年時点で予想される中性子照射量($E > 0.1 \text{ MeV}$)は、放射線照射量解析の結果、評価点において $1.32 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2$ であり、コンクリート強度に影響を及ぼす可能性のある放射線照射量ではなく、健全性評価上問題とならない。

2) ガンマ線照射量

運転開始後60年時点で予想されるガンマ線照射量は、放射線照射量解析の結果、評価点において $2.81 \times 10^6 \text{ rad}$ であり、コンクリート強度に影響を及ぼす可能性のある放射線照射量ではなく、健全性評価上問題とならない。

なお、1)、2)におけるコンクリート強度に影響を及ぼす可能性のある中性子照射量およびガンマ線照射量はHilsdorf他の文献や日本建築学会「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説(2015)」等による。

4. 代表構造物の技術評価－中性化による強度低下(1/2)

③中性化による強度低下

a. 評価対象部位

屋内: 原子炉建物, タービン建物および制御室建物の内壁

屋外: 取水構造物

b. 評価点

空気環境の違いが中性化の進展に影響を与えることを踏まえ評価点を選定

屋内: 屋内の各評価対象構造物で鉄筋腐食開始年数が最小となった, 原子炉建物3階非常用ガス処理装置室, タービン建物3階タービン室, 制御室建物1階1D非常用電気室, 1C非常用電気室の内壁

屋外: 海水によりコンクリート表面が湿潤とならず, 空気環境の影響を受ける取水構造物の壁面(気中帯)

c. 評価手順

1) 中性化深さの推定

中性化深さの推定式(岸谷式, 依田式, 森永式および中性化深さの実測値に基づく \sqrt{t} 式)により, 運転開始後60年経過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

中性化深さの推定式により得られる中性化深さのうち, 最大値となる中性化深さを抽出

3) 鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さの算出

鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さとして, 屋内はかぶり厚さに2cmを加えた値, 屋外はかぶり厚さの値をそれぞれ算出

4) 運転開始後60年経過時点の中性化深さの評価

2)が3)よりも小さいことを確認

4. 代表構造物の技術評価－中性化による強度低下(2/2)

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は、鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さを十分に下回っており、健全性評価上問題とならない。

運転開始後60年時点と鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さの比較

(単位:cm)

| 評価点 | | 調査時点の中性化深さ | | 運転開始後60年時点の中性化深さ*1 | 鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さ*2 |
|-----|----------------|----------------|---------------|--------------------|---------------------|
| | | 調査時期(経過年数) | 実測値(最大値) | | |
| 屋内 | 原子炉建物 3階内壁 | 2016年 (27年) | 0.65 (2.2) | 3.57 (岸谷式) | 7.0 |
| | タービン建物 3階内壁 | 2016年 (27年) | 0.36 (1.2) | 3.57 (岸谷式) | 6.0 |
| | 制御室建物 1階内壁 | 2013年 (39年) | 0.0 (0.1) | 5.24 (岸谷式) | 7.0 |
| 屋外 | 取水構造物 気中帯 | 2016年 (27年) | 0.0 (0.0) | 1.68 (岸谷式) | 4.0 |

*1:岸谷式, 依田式, 森永式および中性化深さの実測値に基づく \sqrt{t} 式による評価結果のうち最大値を記載

*2:かぶり厚さから評価した値

また、定期的に目視点検を実施しているが、中性化による鉄筋腐食に起因する有害なひび割れ等は確認されていない。

4. 代表構造物の技術評価－塩分浸透による強度低下(1/2)

④塩分浸透による強度低下

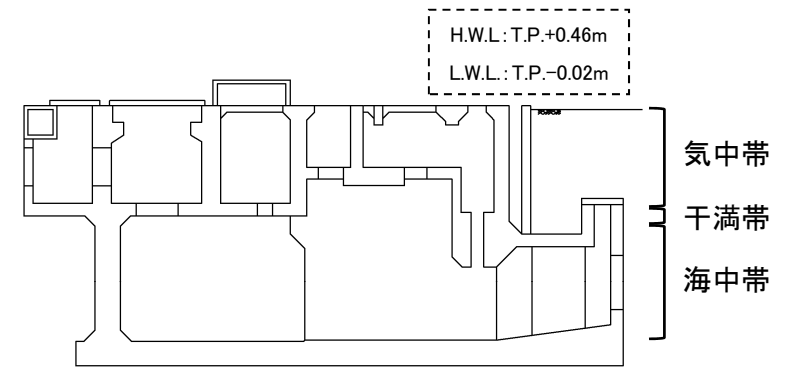
a. 評価対象部位

取水構造物

b. 評価点

環境条件が異なる気中帯, 干満帯および海中帯を
選定

気中帯, 干満帯, 海中帯についてはH.W.LおよびL.W.Lを考慮



c. 評価手順

1) 運転開始後60年時点における鉄筋の腐食減量の算出

拡散方程式: 塩化物イオン濃度の測定結果をもとに, 運転開始経過年毎のコンクリート表面からの塩化物イオンの浸透を予測し, 鉄筋位置における塩化物イオン量を算出

森永式 : 鉄筋位置における塩化物イオン量を用いて, 運用開始経過年数毎の鉄筋の腐食減量を算出

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の腐食減量の算出

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の腐食減量を算出

3) 運転開始後60年時点における鉄筋の腐食減量の評価

1)が2)よりも小さいことを確認

4. 代表構造物の技術評価－塩分浸透による強度低下(2/2)

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の腐食減量は、かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋の腐食減量を十分に下回っており、健全性評価上問題とならない。

運転開始後60年経過時点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の腐食減量の比較

| 評価点 | | 調査時期 (経過年数) | 鉄筋位置での 塩化物イオン濃度 (%) | 鉄筋の腐食減量(×10 ⁻⁴ g/cm ²) | | |
|---------------|-----|----------------|---------------------------|---|----------------|-------------------------------|
| | | | | 調査時点 | 運転開始後60 年時点 | 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 | 2016年 (27年) | 0.015 (0.36)* | 12.4 | 28.1 | 59.9 |
| | 干満帯 | 2016年 (27年) | 0.020 (0.45)* | 0.0 | 0.0 | 59.9 |
| | 海中帯 | 2016年 (27年) | 0.015 (0.35)* | 0.0 | 0.0 | 85.0 |

*:()内は塩化物イオン量(kg/m³)

また、定期的にも視点検を実施しているが、塩分浸透による鉄筋腐食に起因する有害なひび割れ等は確認されていない。

4. 代表構造物の技術評価－機械振動による強度低下

⑤機械振動による強度低下

a. 評価対象部位

タービン発電機架台

b. 評価点

機械振動荷重を直接受ける機器支持部付近(基礎ボルト周辺のコンクリート)

c. 健全性評価結果

- 1)タービン発電機について異常振動の有無を日常的なパトロールで確認
- 2)タービン発電機架台については定期的(1回/年)に点検手順書に基づき目視点検を実施
- 3)日常的なパトロールやタービン監視計器により軸振動の測定値を中央制御室において連続監視しており, 異常の兆候は検知可能

以上から, 健全性評価上問題とならない。

4. 代表構造物の技術評価－熱による遮へい能力低下(1/2)

24

(2) コンクリートの遮へい能力低下

① 熱による強度低下

a. 評価対象部位

ガンマ線遮へい壁

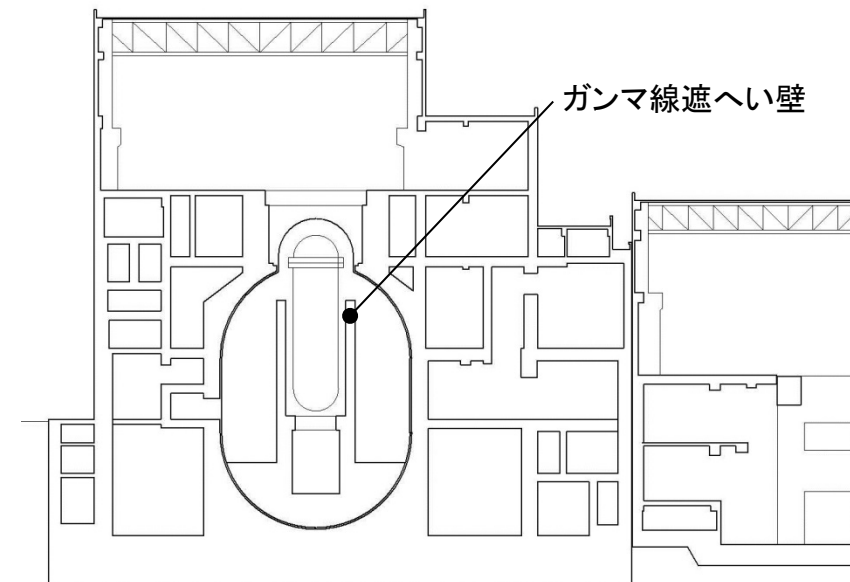
b. 評価点

ガンマ線遮へい壁の炉心領域部

c. 評価内容

遮へいコンクリート中のガンマ線による発熱を考慮して温度分布解析を実施※

※工事計画認可申請書添付書類「生体しゃへい装置の放射線のしゃへい及び熱除去についての計算書」



4. 代表構造物の技術評価－熱による遮へい能力低下(2/2)

d. 健全性評価結果

コンクリートの最高温度は78℃であり、コンクリート温度制限値以下であることから、遮へい能力への影響はないと考えられ、健全性評価上問題とならない。

ガンマ線遮へい壁における最高温度と制限値の比較

| コンクリート最高温度(℃) | 制限値*(℃) |
|---------------|-------------|
| 78 | 中性子遮へい:88 |
| | ガンマ線遮へい:177 |

*:「コンクリート遮へい体設計基準」(R.G. Jaeger et al.「Engineering Compendium on Radiation Shielding(ECRS)VOL.2」)

4. 代表構造物の技術評価－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 |
|-----------------------|---|---|---|
| <p>コンクリートの強度低下</p> | <p>定期的(1回/年)に点検手順書に基づくコンクリート表面の目視点検を実施している。目視点検の結果，ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合，即時補修が必要な場合を除き，その経過を継続的に監視しつつ，点検実施後数年以内を目途に補修を計画，実施している。</p> | <p>○健全性評価結果から判断して，今後，強度低下が急激に発生する可能性は小さい。 ○定期的(1回/年)な点検手順書に基づく目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画，実施しており，現状の保全方法は，コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。</p> | <p>高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。</p> |
| <p>コンクリートの遮へい能力低下</p> | <p>ガンマ線遮へいコンクリートについては，鉄板で覆われているため，目視点検等は実施できないが，放射線量を日常的に監視している。また，ガンマ線遮へいコンクリートに近く，他の部位より熱の影響を受けていると思われる一次遮へい壁において構造物の健全性維持の観点から定期的(1回/年)に点検手順書に基づくコンクリート表面の目視点検を実施している。</p> | <p>○健全性評価結果から判断して，現状において問題はなく，今後，遮へい能力低下が急激に発生する可能性は小さい。 ○仮に熱によるコンクリート構造物の遮へい能力低下が生じた場合，放射線量が上昇するものと考えられるが，放射線量は日常的に監視しており，異常の兆候は検知可能である。</p> | <p>高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。</p> |

5. 代表構造物以外の技術評価

コンクリートおよび鉄骨構造物の技術評価については、代表構造物について各経年劣化事象に影響を及ぼす要因毎に使用条件を考慮して実施しており、グループ内構造物の使用条件は代表構造物に包含されているため、技術評価結果も代表構造物に包含された結果となる。

(1) 審査ガイド適合性

「2. 基本方針」で示した要求事項について技術評価を行った結果、すべての要求を満足しており、審査ガイドに適合していることを確認した。コンクリートおよび鉄骨構造物についての要求事項との対比を下表に示す。

コンクリートおよび鉄骨構造物についての要求事項との対比

| ガイド | 要求事項 | 技術評価結果 |
|---------------------------|--|---|
| 実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド | <p>(1) 高経年化技術評価の審査</p> <p>⑫健全性の評価 実施ガイド3.1⑤に規定する期間の満了日までの期間について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の発生又は進展に係る健全性を評価していることを審査する。</p> <p>⑬現状保全の評価 健全性評価結果から現状の保全策の妥当性が評価されていることを審査する。</p> <p>⑭追加保全策の抽出 現状保全の評価結果から、現状保全に追加する必要のある新たな保全策が抽出されていることを審査する。</p> | <p>16～25頁に示すとおり、代表構造物について運転開始後60年時点を想定した健全性評価を実施した。</p> <p>26頁に示すとおり、健全性評価結果から、現状の保全策が妥当であることを確認した。</p> <p>26頁に示すとおり、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべき新たな保全策はなかった。</p> |

(2) 保守管理に関する方針として策定する事項

今後も現状の保全方法により健全性を確認していくものとし、現状保全項目に高経年化対策の観点から追加すべきものはなく、保守管理に関する方針として策定する事項はない。