

島根原子力発電所2号機 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を 防止するための設備について

平成27年11月19日
中国電力株式会社

1.2 適合のための設計方針

■ 設置許可基準規則第53条に適合するための設計方針を以下に示す。

【設置許可基準規則】

(水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備)

第五十三条 発電用原子炉施設には、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉建屋その他の原子炉格納容器から漏れ出す気体状の放射性物質を格納するための施設(以下「原子炉建屋等」という。)の水素爆発による損傷を防止する必要がある場合には、水素爆発による当該原子炉建屋等の損傷を防止するために必要な設備を設けなければならない。

(解釈)

- 1 第53条に規定する「水素爆発による当該原子炉建屋等の損傷を防止するために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。
 - a) 水素濃度制御設備(制御により原子炉建屋等で水素爆発のおそれがないことを示すこと。)又は水素排出設備(動的機器等に水素爆発を防止する機能を付けること。放射性物質低減機能を付けること。)を設置すること。
 - b) 想定される事故時に水素濃度が変動する可能性のある範囲で推定できる監視設備を設置すること。
 - c) これらの設備は、交流又は直流電源が必要な場合は代替電源設備からの給電を可能とすること。

適合のための設計方針

炉心の著しい損傷が発生した場合において、水素爆発による原子炉棟の損傷を防止するため、原子炉建物水素濃度抑制設備を設ける。

- (1) 原子炉建物水素濃度抑制設備として静的触媒式水素処理装置を設置し、原子炉棟内の水素濃度の上昇を抑制できる設計とする。
- (2) 原子炉棟内の水素濃度監視設備を設置し、想定される事故時に水素濃度が変動する可能性のある範囲で測定できる設計とする。また、水素濃度監視設備は、代替電源設備からの給電が可能な設計とする。

2. 1 原子炉建物水素濃度抑制設備(1/2)

■原子炉建物水素濃度抑制設備として静的触媒式水素処理装置(PAR(Passive Autocatalytic Recombiner))を設置する。

- | | | |
|-------------|--|-------------------------------|
| a. PARハウジング | | |
| 全高 | | 789mm |
| 幅 | | 460mm |
| 奥行 | | 460mm |
| 材料 | | ステンレス鋼 |
| b. 触媒カートリッジ | | |
| 全高 | | 200mm |
| 幅 | | 10mm |
| 奥行 | | 450mm |
| 材料 | | ステンレス鋼 |
| 数量 | | 22枚(PAR1基あたり) |
| c. 触媒 | | |
| 触媒基材 | | アルミナ |
| 触媒 | | パラジウム |
| d. 水素処理容量 | | 約0.50kg/h/基 |
| | | (水素濃度4vol%, 大気圧, 温度100°Cにおいて) |
| e. 最高使用温度 | | 300°C |

2.1 原子炉建物水素濃度抑制設備(2/2)

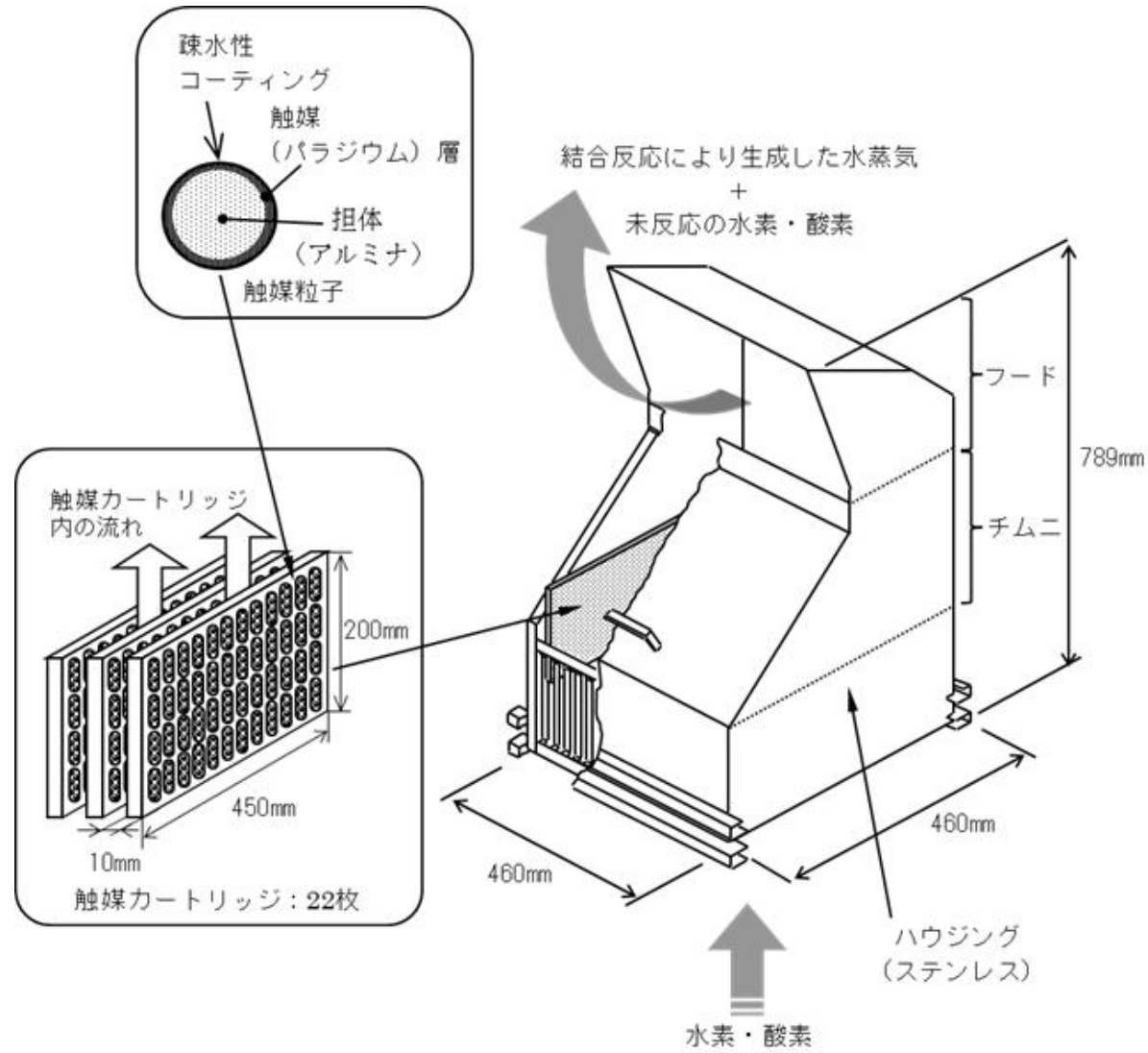


図2.1.1-1 PAR構造図

2.1 原子炉建物水素濃度抑制設備の設計方針・設計仕様

- PARは、炉心の著しい損傷が発生した場合において格納容器から、多量の水素が原子炉棟へ漏えいする過酷な状態を想定した場合において、原子炉棟の水素濃度が可燃限界未満となる設計とする。PAR設計用水素漏えい条件を表2.1.2-1、設定したPARの設計仕様を表2.1.3-1に示す。

表2.1.2-1 PAR設計条件における水素漏えい条件

項目	PAR設計条件	【参考】有効性評価結果を踏まえた条件
水素発生量	AFC*100%相当 (約1000kg)	AFC*21%相当 (約210kg)
格納容器漏えい率	10%/d(一定)	約1.3%/d(最大)

* : 燃料有効部被覆管

表2.1.3-1 PAR設計仕様

項目	仕様
水素処理容量	0.50kg/h/基
PAR設置基数	18基
設置箇所	原子炉建物4階 (原子炉建物燃料取替階)

2.1 原子炉棟の水素濃度解析(1/5)

- PARの効果について、水素濃度解析を実施し、原子炉棟の水素濃度が可燃限界未満となることを確認する。各解析における想定漏えい箇所・主要な解析条件を示す。

表2.1.4-1 想定漏えい箇所

フロア	想定漏えい箇所	設計条件	有効性評価結果を踏まえた条件
原子炉建物4階 (原子炉建物燃料取替階)	ドライウェル主フランジ (1箇所)	○	○
原子炉建物2階	逃がし安全弁搬出ハッチ (1箇所)		○
原子炉建物1階	制御棒駆動機構搬出ハッチ (1箇所)		○
	機器搬入口 (2箇所)		○
	所員用エアロック (1箇所)		○
原子炉建物地下階	サプレッション・チェンバ アクセスハッチ (2箇所)		○

表2.1.4-3 解析条件(抜粋)

分類	項目	設計条件	有効性評価結果を踏まえた条件	備考
格納容器条件	圧力	853 kPa[gage]	表2.1.4-4	
	温度	200℃		
	組成	水素 : 17 vol% (*1) 酸素 : 0 vol% (*1) 水蒸気 : 67 vol% (*1) 窒素 : 16 vol% (*1)	D/W: 表2.1.4-5 S/C: 表2.1.4-6	
	空間容積	12600 m ³		
	漏えい率	10%/d	表2.1.4-4	

*1: 初期条件を示す

2. 1. 4 原子炉棟の水素濃度解析(2/5)

■設計条件における各フロアの水素濃度の時間変化を図2.1.4-9, 4階の全サブボリュームの水素濃度の時間変化を図2.1.4-10に示す。全フロアにおいて可燃限界未満であることを確認した。

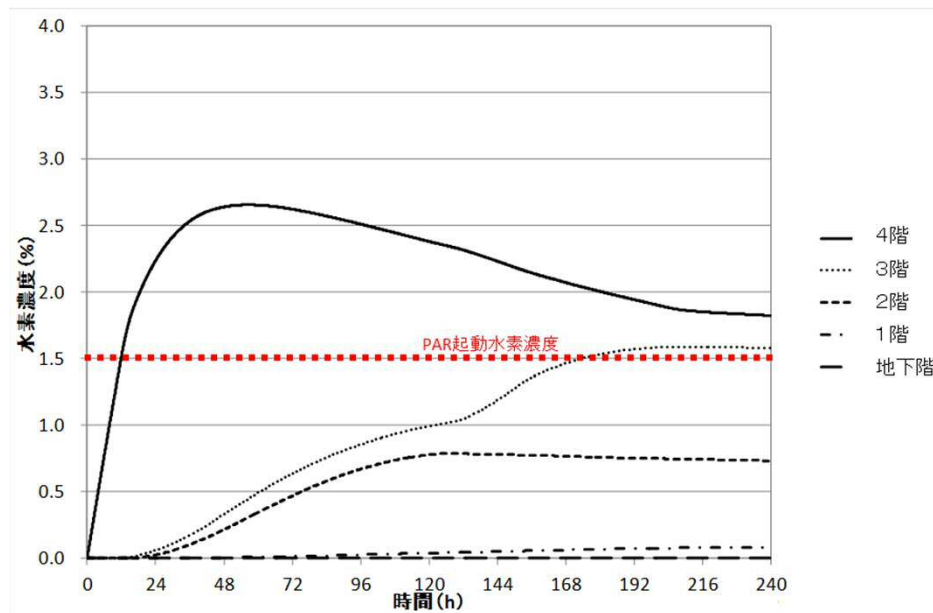


図2.1.4-9 各フロアの水素濃度の時間変化(設計条件)

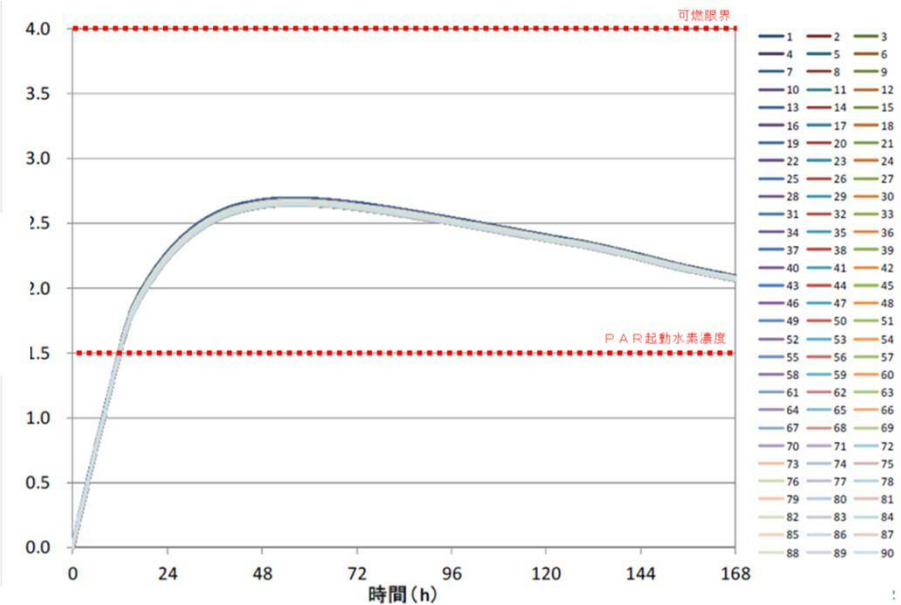


図2.1.4-10 4階の全サブボリュームの水素濃度の時間変化(設計条件)

2.1.4 原子炉棟の水素濃度解析(3/5)

■有効性評価結果を踏まえた条件における圧力, 温度条件を示す。

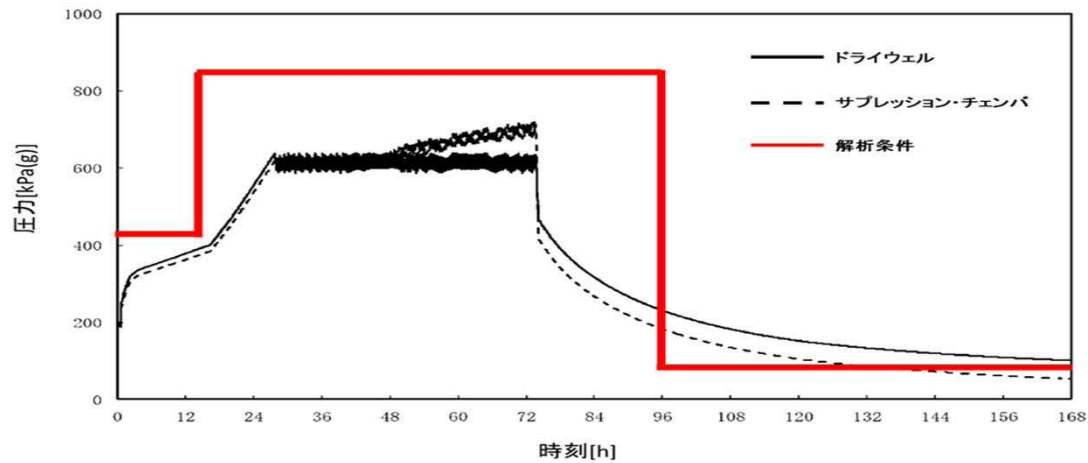


図2.1.4-5 圧力条件(有効性評価結果を踏まえた条件)

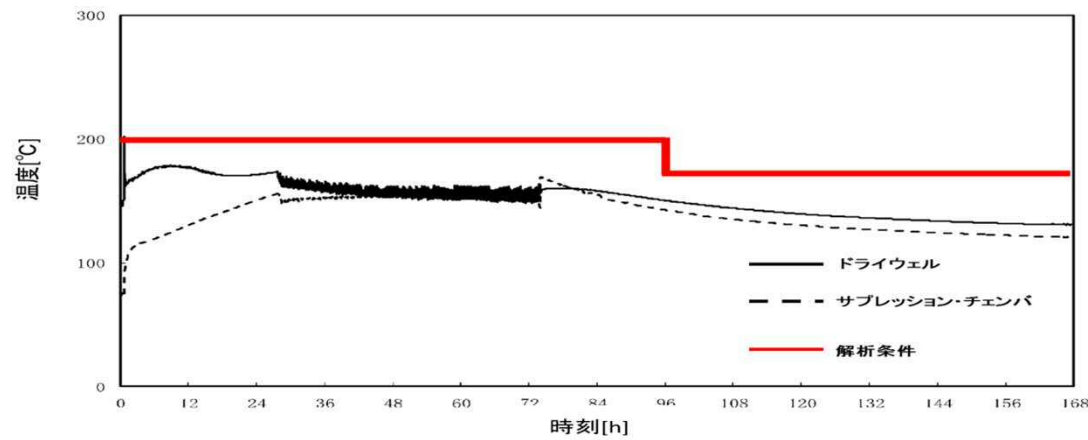


図2.1.4-6 温度条件(有効性評価結果を踏まえた条件)

2.1.4 原子炉棟の水素濃度解析(4/5)

■有効性評価結果を踏まえた条件におけるD/W，S/Cガス組成条件を示す。

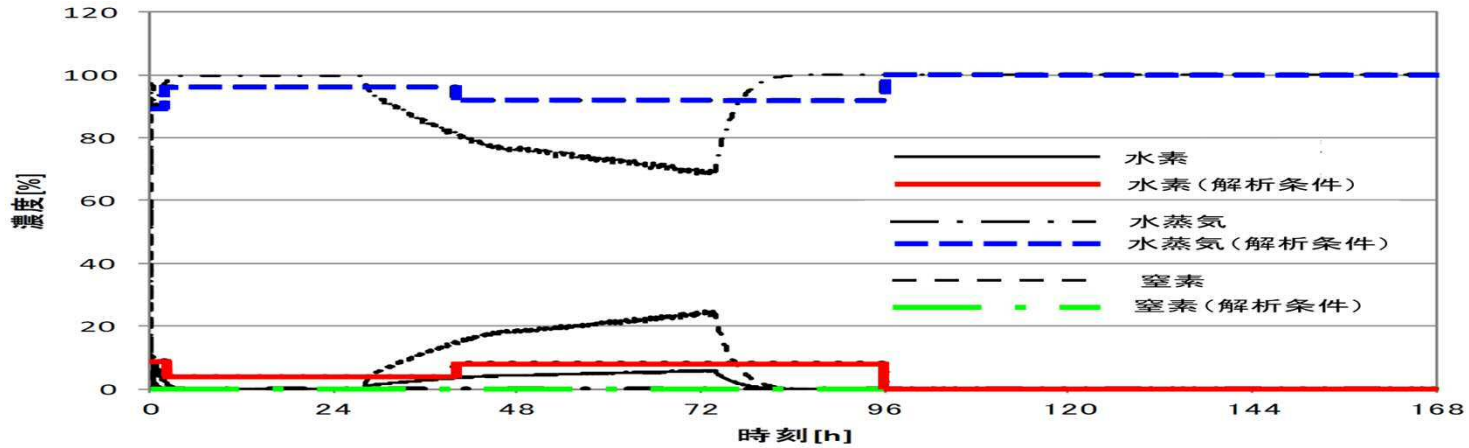


図2.1.4-7 D/Wガス組成条件(有効性評価結果を踏まえた条件)

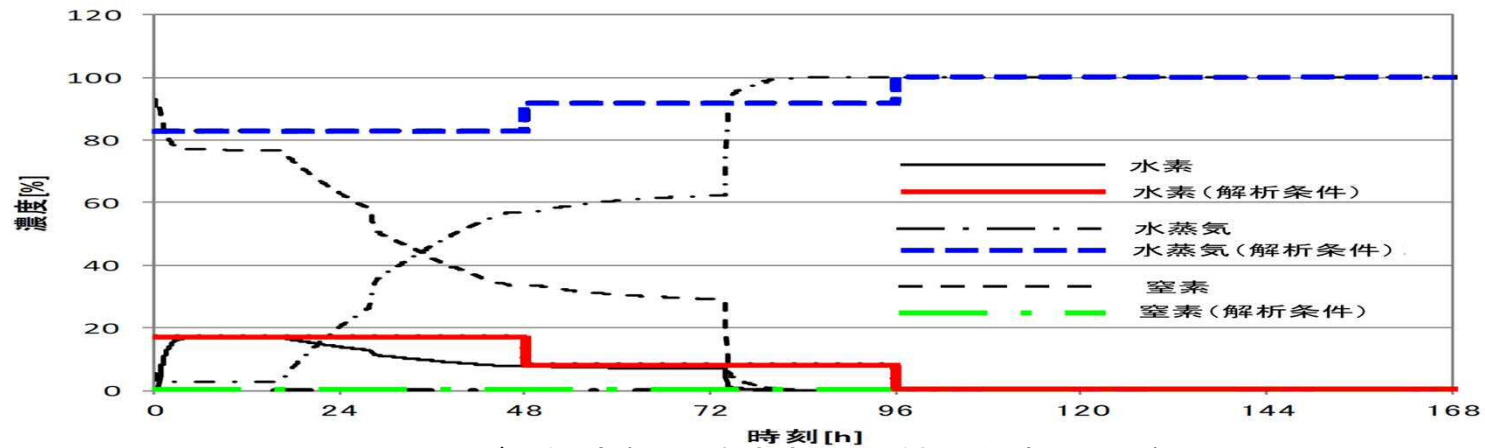


図2.1.4-8 S/Cガス組成条件(有効性評価結果を踏まえた条件)

2.1.4 原子炉棟の水素濃度解析(5/5)

- 有効性評価結果を踏まえた条件における各フロアの水素濃度の時間変化を示す。本ケースにおいてはPARは起動しない結果となった。

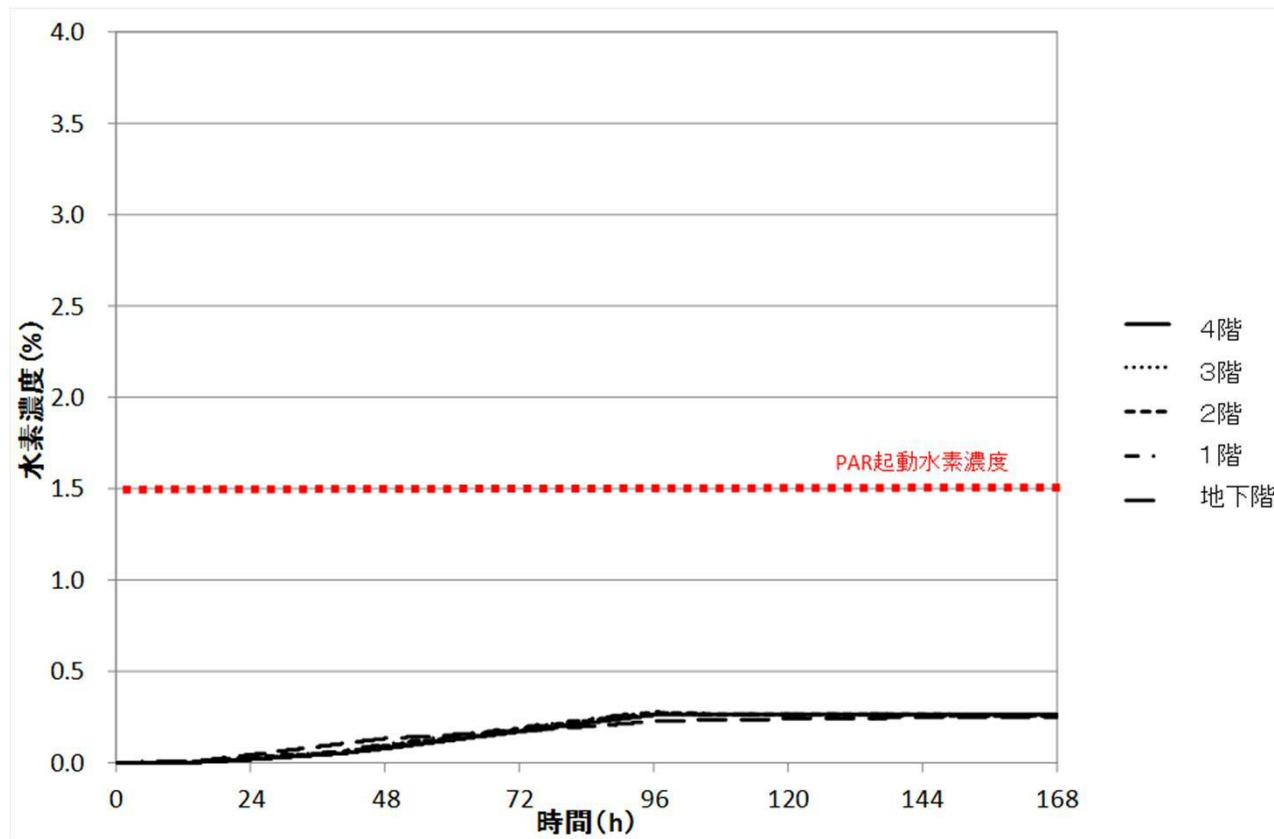


図2.1.4-11 各フロアの水素濃度の時間変化(有効性評価を踏まえた条件)

2.2 原子炉建物水素濃度監視設備の主要仕様(1/2)

■原子炉建物水素濃度監視設備の主要仕様・概略構成図を示す。

表2.2.1-1 原子炉建物水素濃度監視設備の主要仕様

名称	種類	計測範囲	取付箇所	個数
原子炉建物 水素濃度	触媒式 水素検出器	0～10%	原子炉建物4階	1

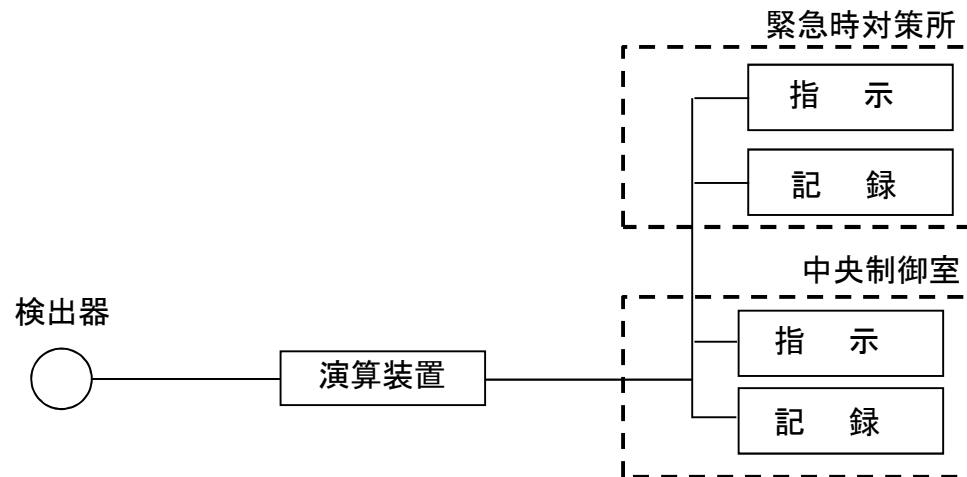


図2.2.1-1 原子炉建物水素濃度監視設備の概略構成図

2.2 原子炉建物水素濃度監視設備の電源構成

- 原子炉建物水素濃度監視設備は，非常用所内電源から電源供給するとともに，代替電源設備から電源供給が可能な設計としている。

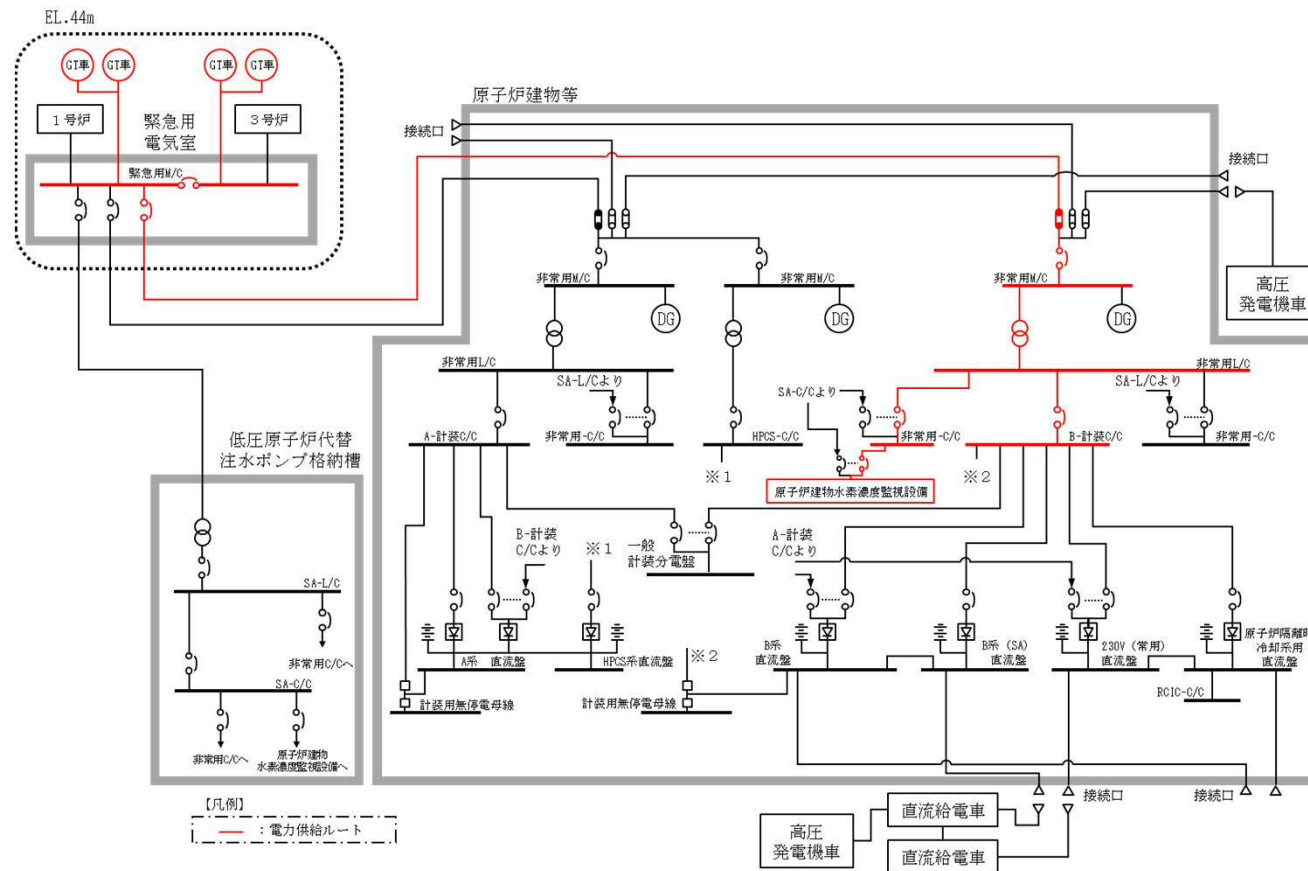


図2.2.3-1 原子炉建物水素濃度監視設備の電源構成概略図

別紙5 局所エリア評価について(1/3)

区画されたエリアに格納容器からの想定漏えい箇所があるSRV補修室, CRD補修室及び所員用エアロック室について, 個別に解析を行い, 水素濃度を評価した。

表1 評価対象区画

評価対象区画	想定漏えい箇所
SRV補修室	逃がし安全弁搬出ハッチ
CRD補修室	制御棒駆動機構搬出ハッチ
所員用エアロック室	所員用エアロック

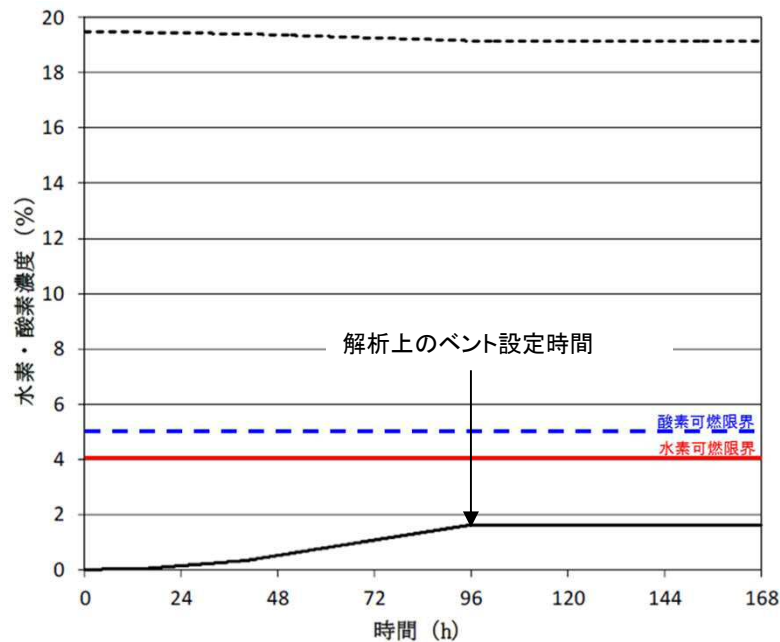
解析条件

- 「2.1.4 原子炉棟の水素濃度解析」の有効性評価結果を踏まえた条件と同じとする。
- 保守的な評価を行うため, 格納容器から漏えいした瞬間, 全ての水蒸気が瞬時に凝縮することを仮定する。
- 評価対象区画の流入境界条件については, 各想定漏えい箇所の周長比に応じて按分した値を, その評価対象区画の流入量とする。

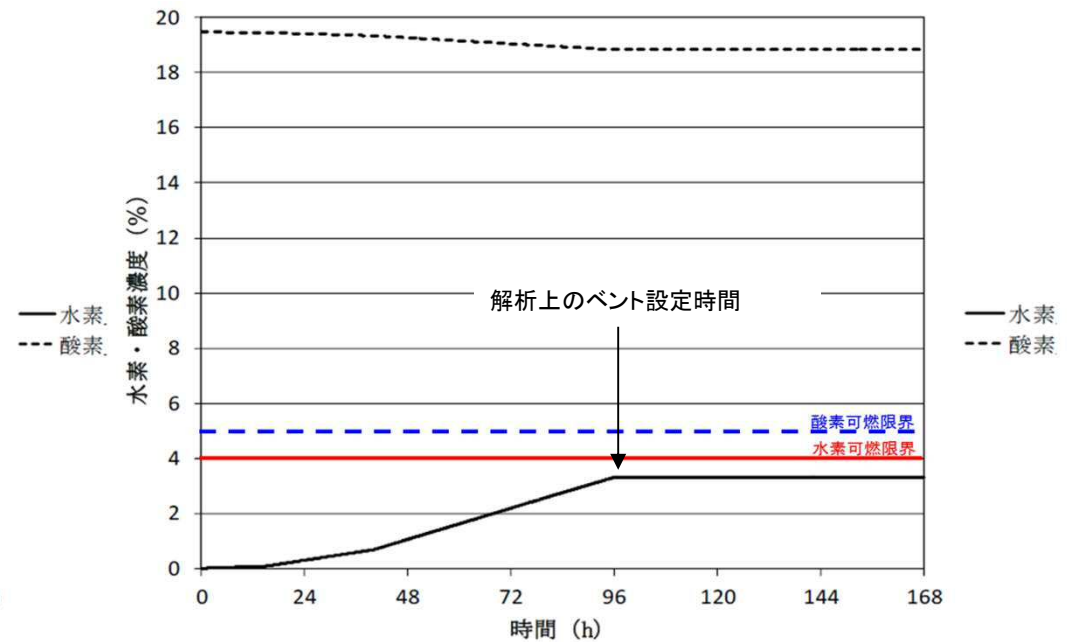
別紙5 局所エリア評価について(2/3)

解析結果

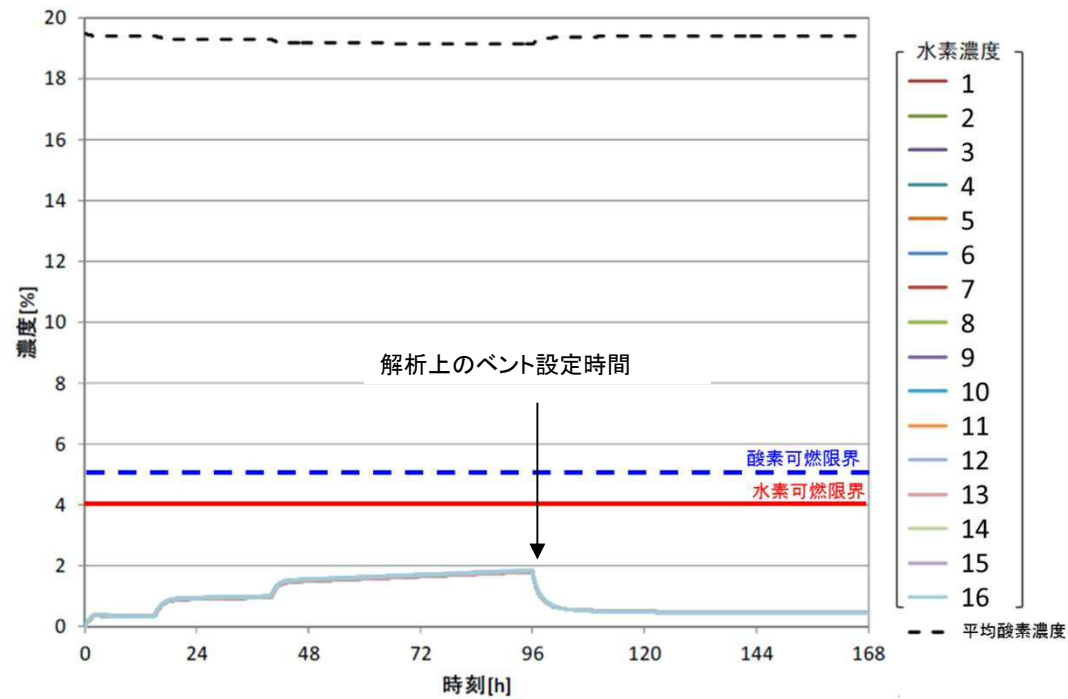
■SRV補修室, CRD補修室及び所員用エアロック室を解析した結果, いずれの区画についても, 水素濃度の可燃限界4%を下回ることを確認した。



水素・酸素濃度の時間変化(SRV補修室)



水素・酸素濃度の時間変化(CRD補修室)



水素・酸素濃度の時間変化(所員用エアロック室)