

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-08-0054_改1
提出年月日	2021年10月28日

工事計画に係る説明資料

原子炉格納施設のうち圧力低減設備その他の安全設備

(放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに

格納容器再循環設備 (原子炉建屋水素濃度制御系))

(添付書類)

2021年10月

東北電力株式会社

女川原子力発電所第2号機
工事計画認可申請書本文及び添付書類

目 録

VI 添付書類

VI-1 説明書

VI-1-1 各発電用原子炉施設に共通の説明書

VI-1-1-4 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書

VI-1-1-4-7 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書（原子炉格納施設）

VI-1-1-4-7-5 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備に係る設定根拠に関する説明書

VI-1-1-4-7-5-3 原子炉建屋水素濃度抑制系

VI-1-1-4-7-5-3-1 静的触媒式水素再結合装置

VI-6 図面

8 原子炉格納施設

8.3 圧力低減設備その他の安全設備

8.3.3.3 原子炉建屋水素濃度抑制系

第8-3-3-3-1-1 図 静的触媒式水素再結合装置構造図

第8-3-3-3-2-1 図 原子炉建屋水素濃度抑制系 機器の配置を明示した図面（その1）

VI-1-1-4-7-5-3-1 設定根拠に関する説明書
(原子炉建屋水素濃度抑制系 静的触媒式水素再結合装置)

名	称	静的触媒式水素再結合装置
容	量	—
最高使用圧力	—	—
最高使用温度	℃	300
再結合効率	kg/h/個	0.50 以上* (水素濃度 4.0vol%, 大気圧, 温度 100℃において)
個	数	19

【設定根拠】

(概要)

・重大事故等対処設備

重大事故等時に使用する静的触媒式水素再結合装置（以下「PAR」という。）は、以下の機能を有する。

PAR 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いする気体状の放射性物質を格納するための施設の水素爆発による損傷を防止するために設置する。

系統構成は、運転員の起動操作を必要とせずに、原子炉格納容器から原子炉建屋原子炉棟内に漏れいした水素と酸素を触媒反応によって再結合させることで、原子炉建屋原子炉棟内の水素濃度の上昇を抑制し、原子炉建屋原子炉棟の水素爆発を防止できる設計とする。

PAR は、添付書類「VI-1-8-2 原子炉格納施設の水素濃度低減性能に関する説明書」において評価を実施している水素処理容量（以下、「再結合効率」という。）0.50kg/h/個（水素濃度 4.0vol%, 大気圧, 温度 100℃において）を満足する以下のメーカー性能評価式を持つ型式品を設置する設計とする。

$$DR = A \times \left(\frac{C_{H_2}}{100} \right)^{\square} \times \frac{P}{T} \times 3600 \times SF$$

DR : 再結合効率 (kg/h/個)

A : 定数 □

C_{H_2} : 静的触媒式水素再結合装置入口水素濃度 (vol%)

P : 圧力 (10⁵Pa)

T : 温度 (K)

SF : スケールファクタ [=0.25]

スケールファクタについて、女川原子力発電所第2号機では PAR-22 タイプを採用し、PAR には各々22枚の触媒カートリッジが装荷されるため、SF = 「22/88」 (=0.25) とする。

PAR の性能確認は、国際的なプロジェクト試験等により、メーカー性能評価式の相関確認を含め、設置場所の環境条件を考慮した試験を行い、性能を確認している。

性能確認の詳細については添付書類「VI-1-8-2 原子炉格納施設の水素濃度低減性能に関する説明書」に示す。

注記 * : 水素処理容量を示す。

1. 容量の設定根拠
反応熱による自然対流であるため、PAR の容量は設定しない。
2. 最高使用圧力の設定根拠
耐圧部材はないため、PAR の最高使用圧力は設定しない。
3. 最高使用温度の設定根拠
PAR は水素再結合反応により発熱するため、雰囲気水素濃度の上昇により温度も上昇する。PAR の設置目的は原子炉建屋原子炉棟の水素爆発防止であるため、水素の可燃限界濃度である 4.0vol%時における PAR の温度を最高使用温度とする。
OECD/NEA の THAI Project にて実施された性能確認試験時に測定した結果を図 3-1、図 3-2、図 3-3 に示す。PAR の最高使用温度を設定する上では、PAR 内部を通過するガス温度のうち、触媒の反応熱が加味される触媒通過後の排気温度を考慮する。また、試験では、注入口から水素を供給して試験装置内の水素濃度を上昇させた後、水素供給を停止して試験装置内の水素濃度を低下させ、PAR 各部の温度の時間変化を確認している。
図 3-2、図 3-3 より、ガス温度中でも高温で推移している測定点 (359 KTF gas2) において、水素濃度 4vol%時の温度は、水素濃度低下時においても 300°Cを下回っていることがわかる。したがって、PAR の最高使用温度は上記の試験値を上回る 300°Cとする。



図 3-1 試験体の温度測定点

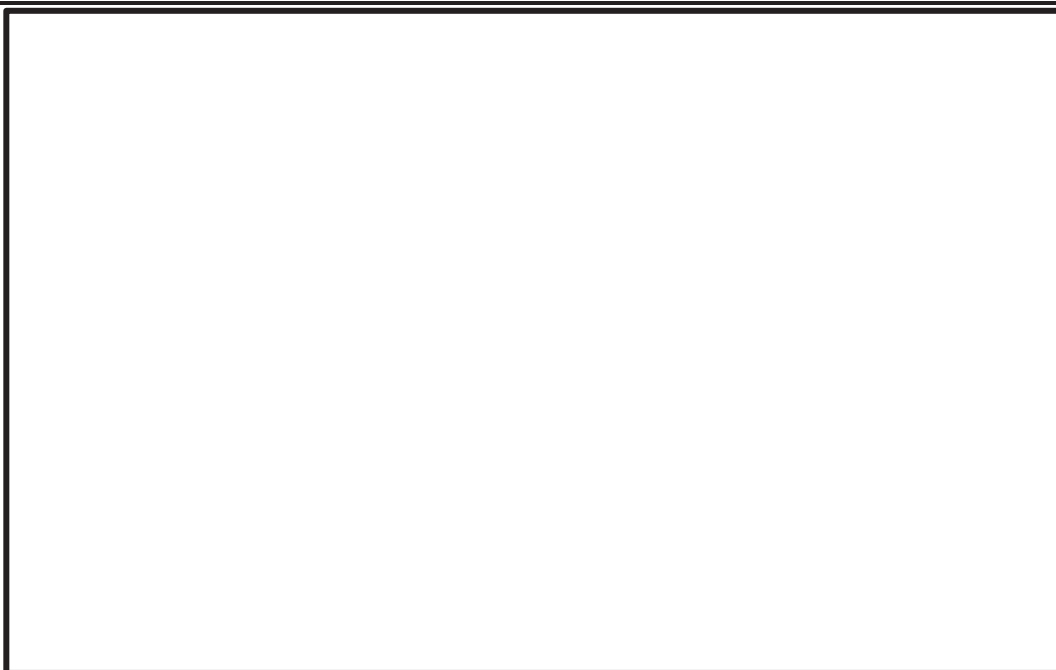


図 3-2 温度及び PAR 入口水素濃度の時間変化

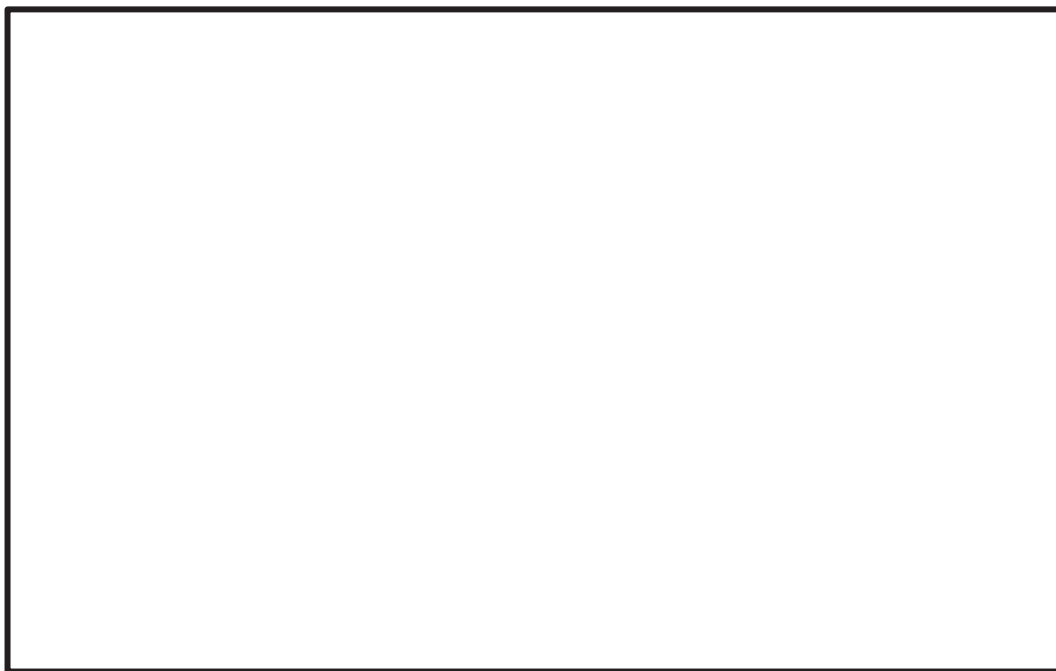


図 3-3 温度及び PAR 入口水素濃度の関係

4. 再結合効率の設定根拠

PAR はジルコニウム-水反応等で短期的に発生する水素及び水の放射線分解等で長期的に緩やかに発生し原子炉格納容器から原子炉建屋原子炉棟へ漏えいする水素の濃度を低減することにより原子炉建屋原子炉棟の水素濃度を継続的に低減できる設計とする。

メーカ性能評価式に基づく再結合効率を有する PAR の効果により炉心損傷後の原子炉建屋原子炉棟の水素濃度低減を可燃限界未満に維持できることについては、添付書類「VI-1-8-2 原子炉格納施設の水素濃度低減性能に関する説明書」において確認している。

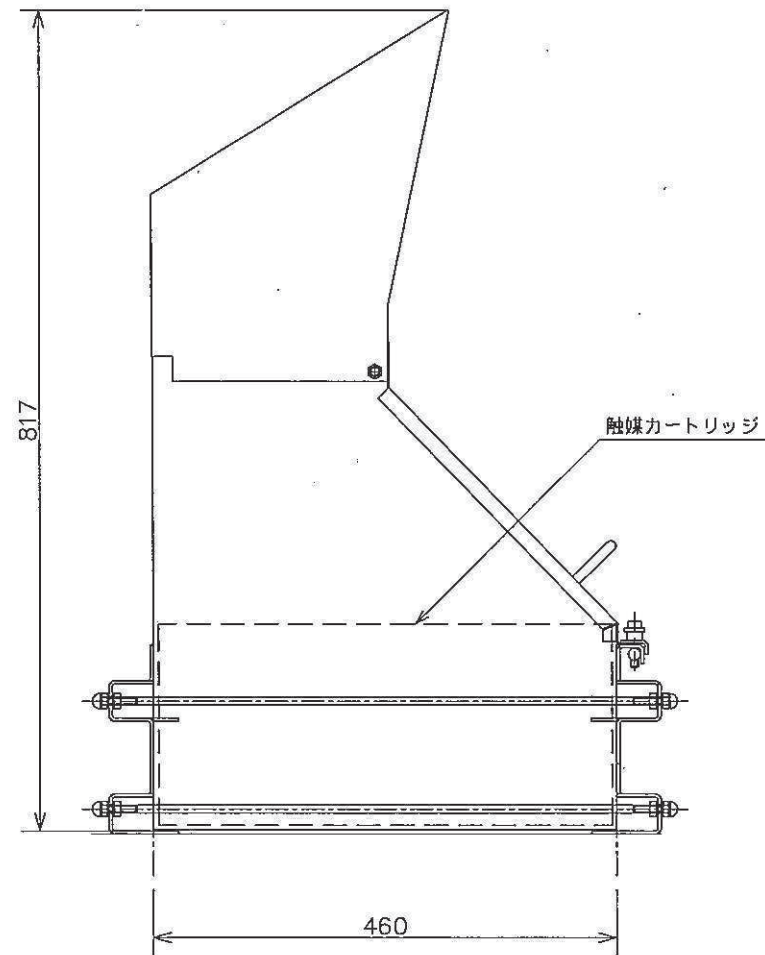
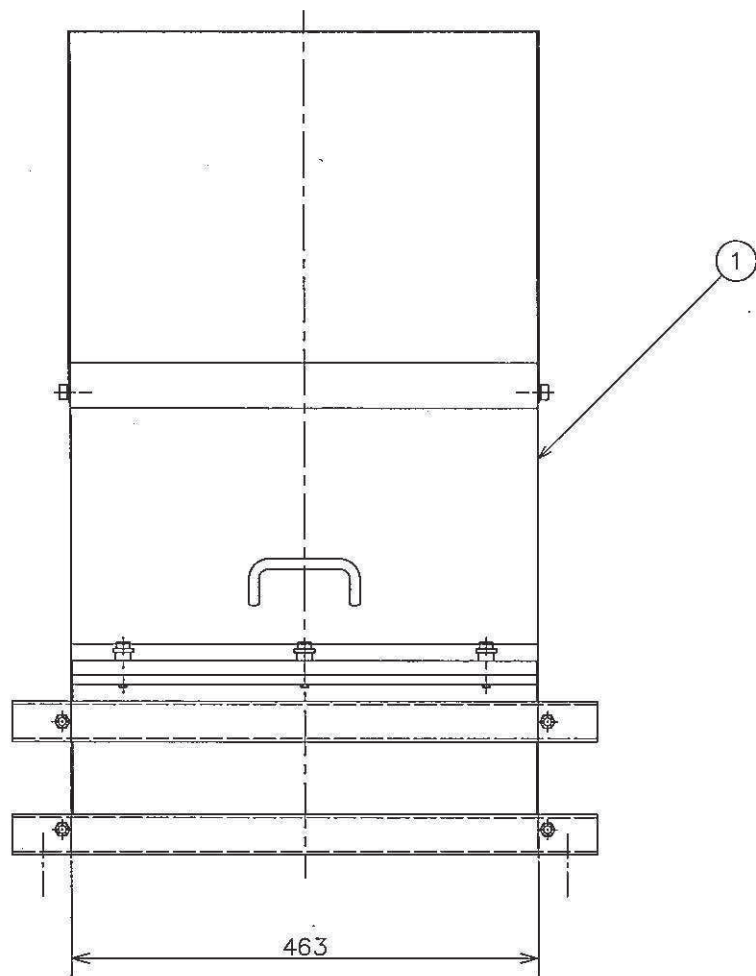
以上より、PAR 1 個の再結合効率としては、上述の評価に使用したメーカ性能評価式に基づく再結合効率とし、水素濃度 4.0vol%，大気圧、温度 100℃において 0.50kg/h/個以上とする。

再結合効率設定の詳細については添付書類「VI-1-8-2 原子炉格納施設の水素濃度低減性能に関する説明書」に示す。

5. 個数の設定根拠

PAR は重大事故等対処設備として原子炉建屋原子炉棟内における水素爆発による原子炉建屋原子炉棟の損傷を防止するために必要な個数である 19 個を設置する。

個数設定の詳細については添付書類「VI-1-8-2 原子炉格納施設の水素濃度低減性能に関する説明書」に示す。



1	ハウジング	19	SUS304相当 ()
番号	品名	個数	材料
部品表			

注1 : 特記なき寸法はmmを示す。
 注2 : 特記なき寸法は公称値を示す。

工事計画認可申請 第8-3-3-3-1-1図	
女川原子力発電所 第2号機	
名称	静的触媒式水素再結合装置構造図
東北電力株式会社	

特図みの内容は商業機密の観点から公開できません。

0507

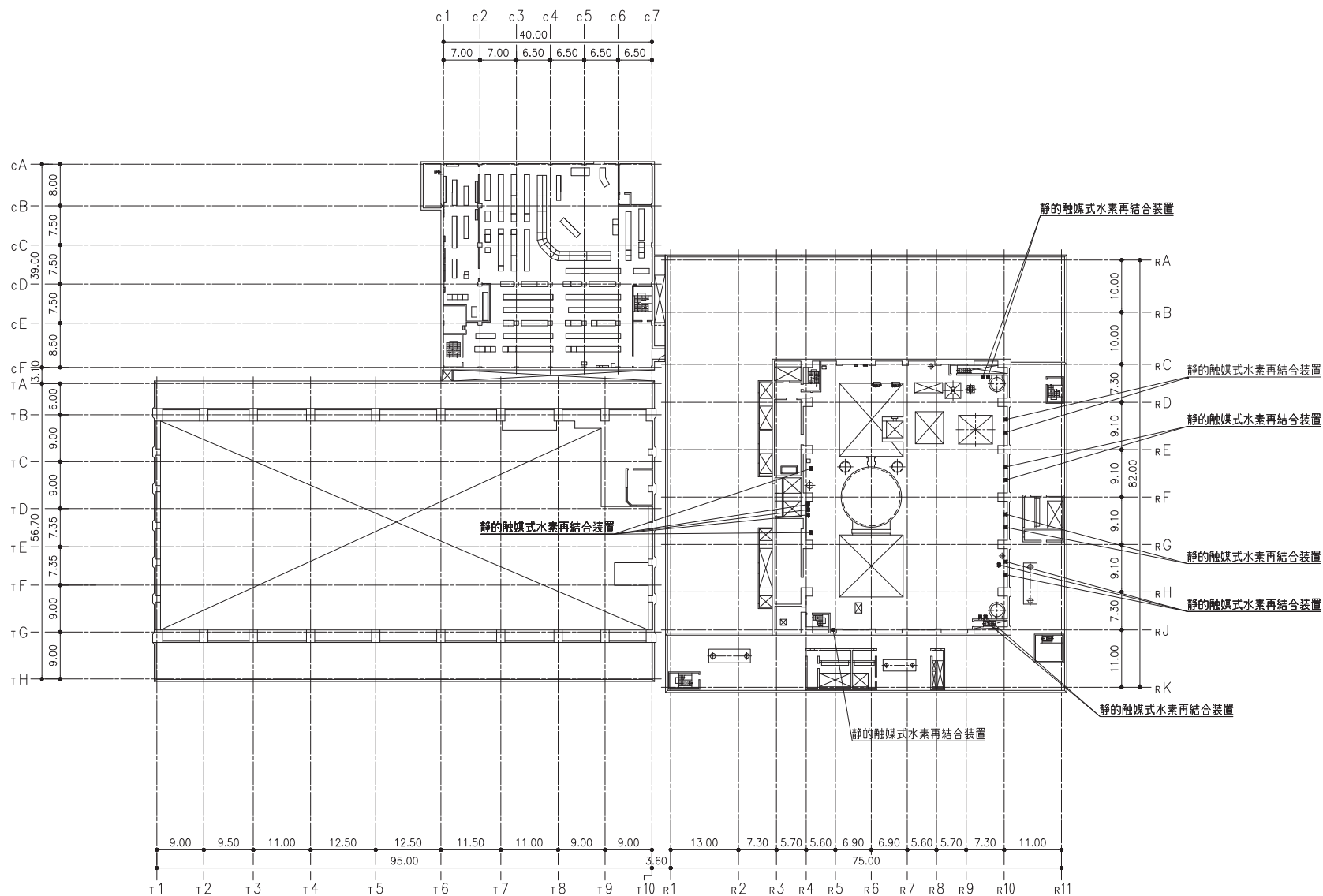
第 8-3-3-3-1-1 図 静的触媒式水素再結合装置構造図別紙

工事計画記載の公称値の許容範囲

主要寸法 (mm)		許容範囲	根 拠
全高	817		製造能力，製造実績を考慮したメーカー基準
幅	463		同上
奥行	460		同上

注：主要寸法は，要目表記載の公称値を示す。

制御建屋 O. P. 23. 50



タービン建屋 O. P. 32. 80

原子炉建屋 O. P. 33. 20 (一部 31. 40)

注：寸法はmを示す。

工事計画認可申請	第8-3-3-3-2-1図
女川原子力発電所	第2号機
名称	原子炉建屋水素濃度抑制系 機器の配置を明示した図面 (その1)
東北電力株式会社	