



東海第二発電所

長期停止に伴う系統腐食評価

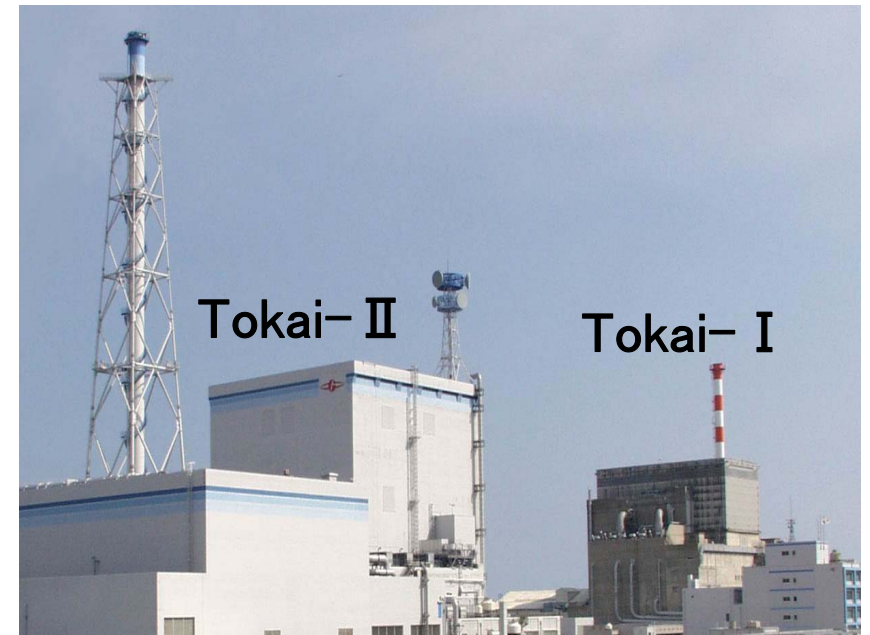
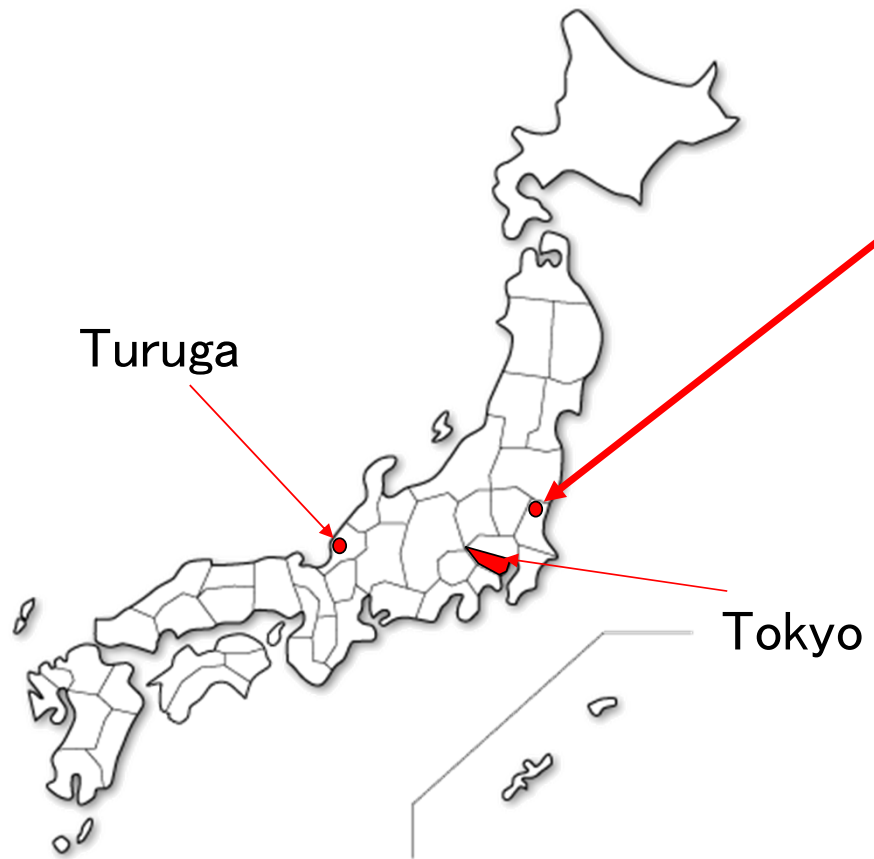
日本原子力発電株式会社
東海第二発電所
安全管理室 阿部 剛之



An evaluation of corrosion amount of the primary system during long-term outage at Tokai-2

**The Japan Atomic Power Company
Masayuki Abe**

発電所所在地



1. 背景



東海第二発電所

過去に例のない長期プラント停止(25回定事検:2011年3月～)



長期停止期間中においても設備の健全性を維持するために
各系統について長期保管管理を実施

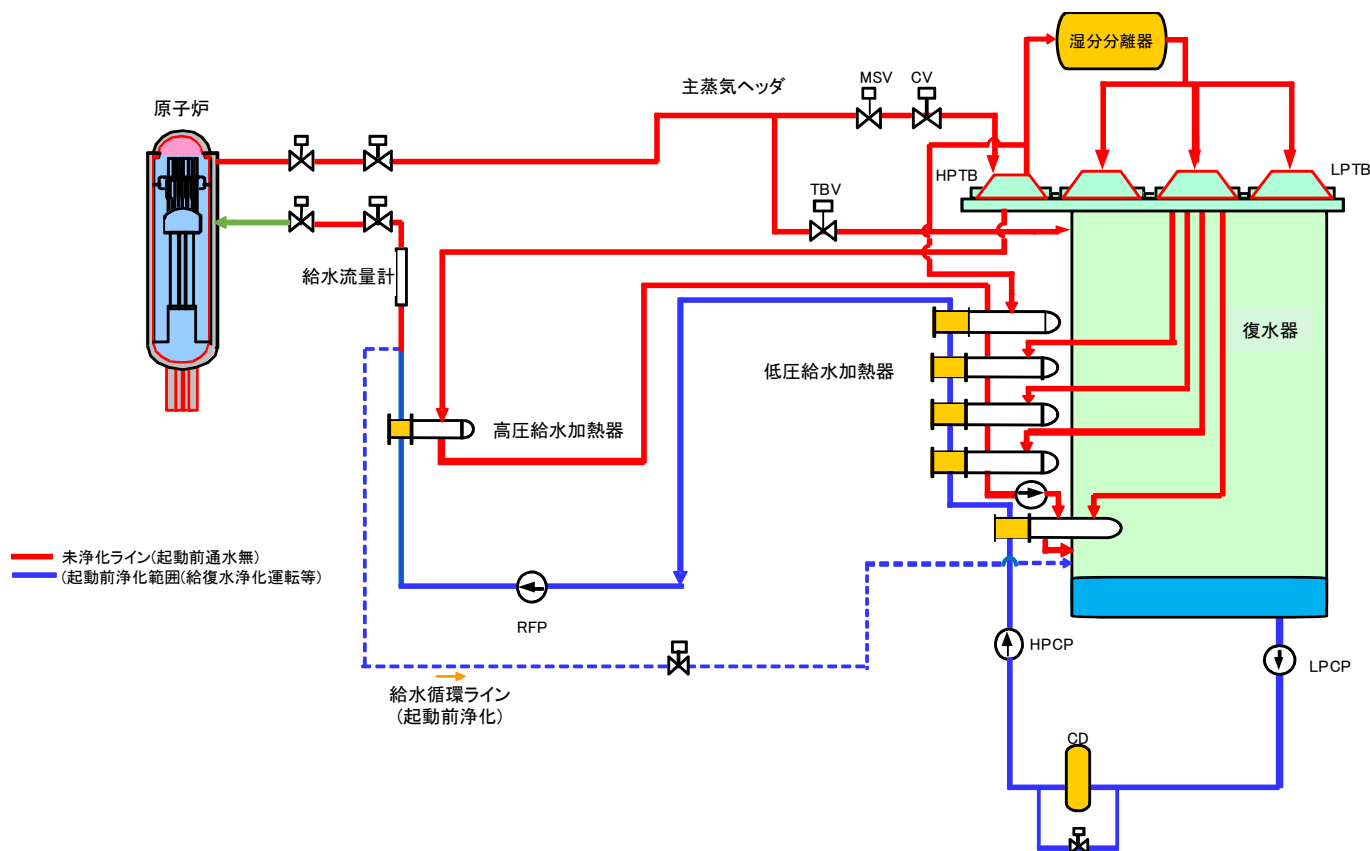
再稼働時の懸念

通常とは異なる給復水浄化運転が必要となる可能性
給復水浄化運転に際して、腐食生成物の持ち込み量の増加



各系統の腐食量を評価
＝適切な給復水浄化運転の期間を検討

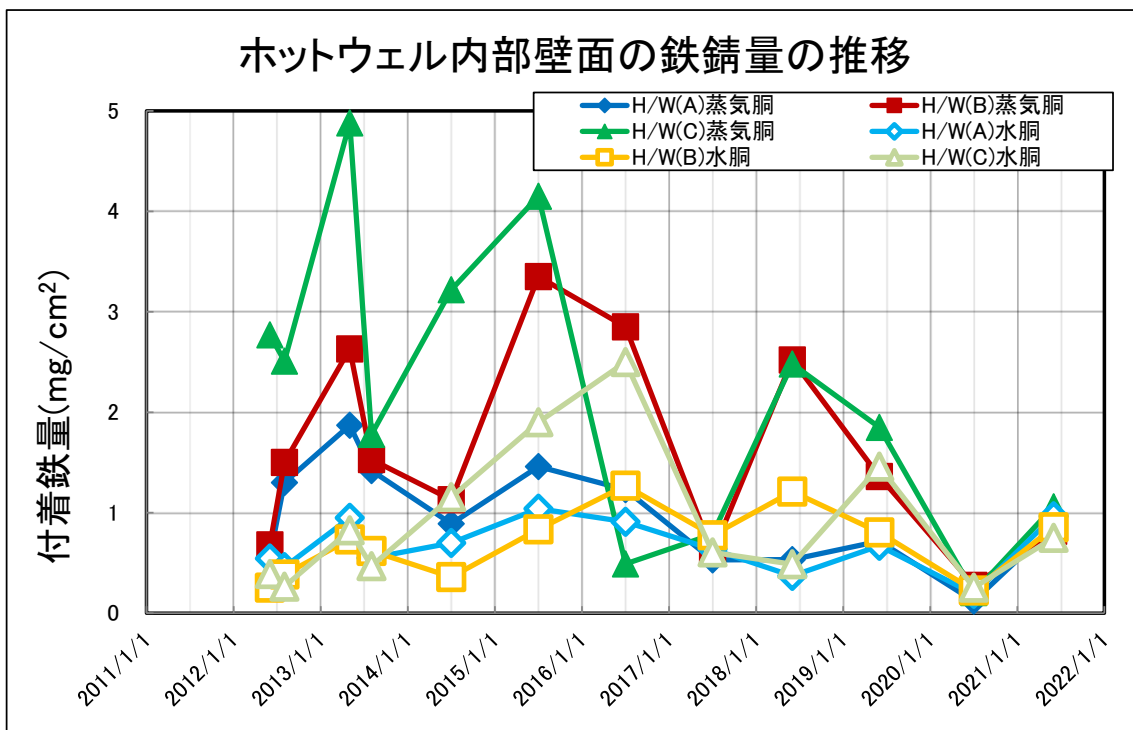
2. 評価対象系統(概略)



評価対象系統

再稼働の通水によって腐食生成物が原子炉に持ち込まれる可能性がある給復水系、ヒータドレン系、主蒸気系、抽気系

3. ホットウェル腐食量一測定結果

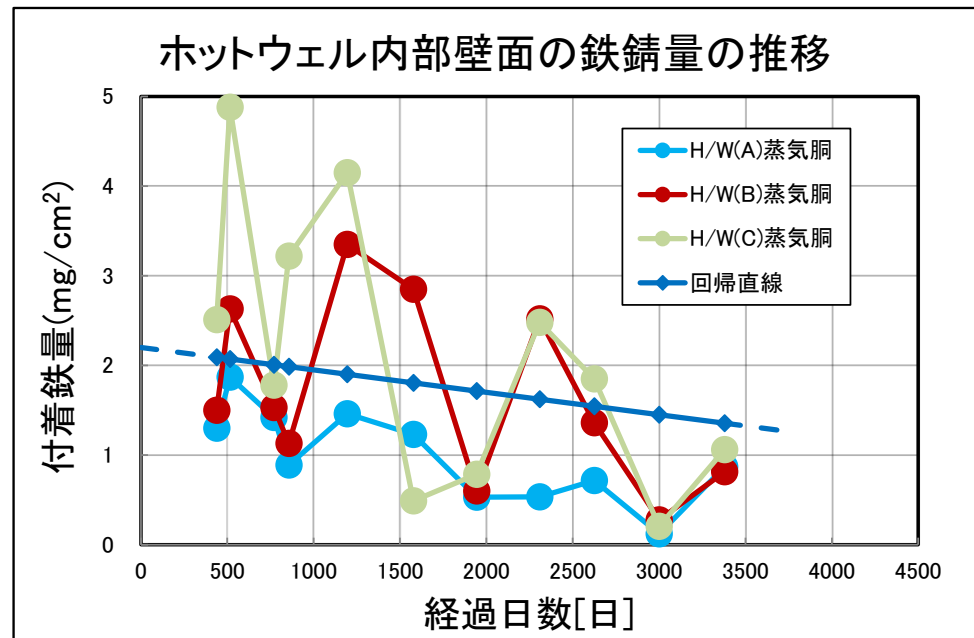
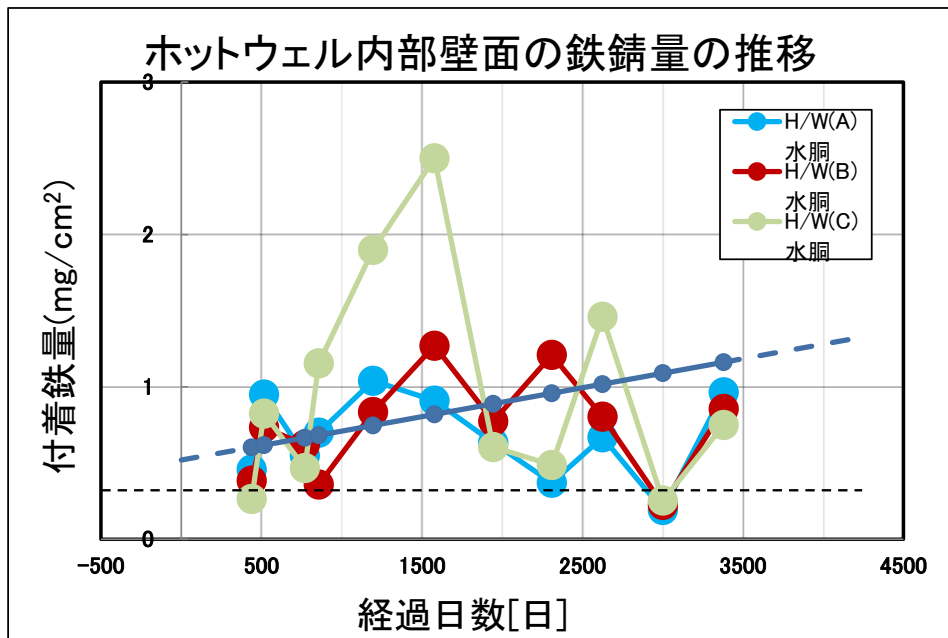


水垢はゆるやかな上昇傾向。
蒸気垢は現在の保管環境で腐食は進行していない。



年1回スミヤ採取

3. ホットウェル腐食量—評価結果



水胴鉄錆量：保管開始時 $0.52\text{mg}/\text{cm}^2$ 再稼働時 $1.3\text{mg}/\text{cm}^2$
 鉄錆発生量 $=0.81\text{mg}/\text{cm}^2$

4. その他系統腐食量評価方法(BOP系統)



評価条件

BOP系統の主要な機器・配管の接液面積と鉄錆測定値により算出した。
最も腐食が進行していると想定されるホットウエルの腐食量 $0.81\text{mg}/\text{cm}^2$ を保守的評価として用いた。
炭素鋼の腐食速度は耐候性鋼の約2倍であることから、炭素鋼の腐食量をホットウエル(耐候性鋼) $0.0081\text{kg}/\text{m}^2$ の2倍である $0.0162\text{kg}/\text{m}^2$ として評価する。

ホットウエル鉄錆量の選定理由

- ・プラント運転時に高温水の通水による保護皮膜の形成が無い。
- ・長期保管中のBOP系統の各系統は乾燥保管であり、環境影響はほぼ同等である。

4. その他系統腐食量評価結果 (BOP系統)



系統	機器・配管		材質*2	接液面積 *1[m ²]	単位面積	腐食量	復給水浄化対象	浄化対象外
					腐食量	[kg]		
					[kg/m ²]			
MS	主蒸気系配管		CS	1400	0.0162	22.7	-	○
ES	抽気系配管		LA	3400	0.0081	27.5	-	○
HD	ヒータドレン系配管		CS/LA	2700	0.0081*3	21.9	-	○
	給水ヒータ胴		CS/LA	1500	0.0081*3	12.2	-	○
タービン	タービン		CS	5200	0.0162	84.2	-	○
C、FDW	主復水器	上部	LA	14000	0.0081	113.4	-	○
		ホットウエル	LA	1100	0.0081	8.9	○	-
	復給水系配管(復水器～給水ヘッダ)		CS	2600	0.0162	42.1	○	-
	給水系配管(給水分岐～RPV)		CS	400	0.0162	6.5	-	○
	復給水循環系配管(給水ヘッダ～復水器)		CS	500	0.0162	8.1	○	-
腐食量[kg]: 合計							59.1	288.4

*1 十の位を切り上げて記載。

*2 CS:炭素鋼、LA:低合金鋼(耐候性鋼含む)

*3 ヒータドレン系、給水ヒータ胴は低合金鋼(耐候性鋼含む)主体のため、耐候性鋼の腐食量を使用した。

4. その他系統腐食量評価方法 (RHR)



長期停止中のRHRは満水保管であり、定期的に通水試験を実施しており、定期試験では、サプレッションチェンバ水を循環している。

RHR系で発生した鉄錆はサプレッションチェンバに蓄積する。

→ サプレッションチェンバの水質(鉄濃度変化)からRHR系配管の腐食速度を評価する。

腐食速度

定期試験間に発生した腐食量は、定期試験前後の全鉄濃度差が定期試験でサプレッションチェンバに流入する鉄量によって生じるものとして評価し、定期試験間隔から腐食速度を求める。

保守的に鉄濃度が最も高くなった時期の腐食速度を評価する。

4. その他系統腐食量評価結果 (RHR)



項目	単位	値	備考
開始時点	-	2013年7月4日	開始日を1日とした。
終了時点	-	2013年11月22日	
RHR系配管内面積 (A系B系の合計)	m ²	470	定期試験範囲の配管面積。SUS管、熱交換器は除く。
サプレッションチェンバ水量	ton	3400	
鉄濃度上昇	ppm	0.83	

文献値では大気飽和、流れ無しの場合、腐食速度は300～600mdm、東海-2のRHR配管腐食速度は13mdmと文献値より小さかった。

鉄発生量 = 2.8×10^6 [mg]
経過月数 = 4.7 [月]
RHR面積 = 4.7×10^4 [dm²]
腐食速度 = 鉄発生量 / 経過月数 / RHR面積
= 12.9 [mg/dm²/month = mdm]

腐食速度が低い要因

- ・満水保管時の隔離によって酸素の供給が抑制されたこと
- ・長期間の使用で保護被膜が生成している

5. 起動前浄化運転

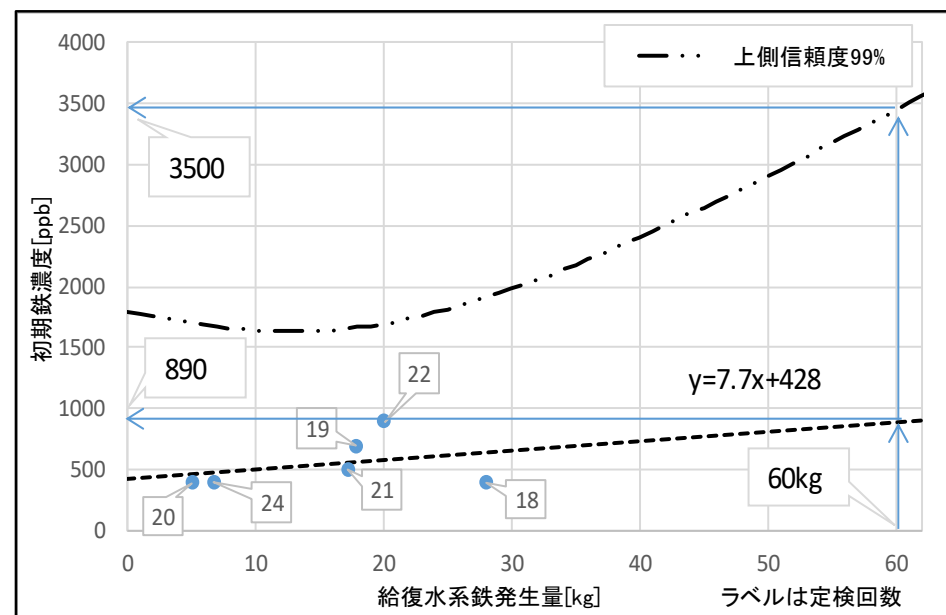


過去の浄化系運転

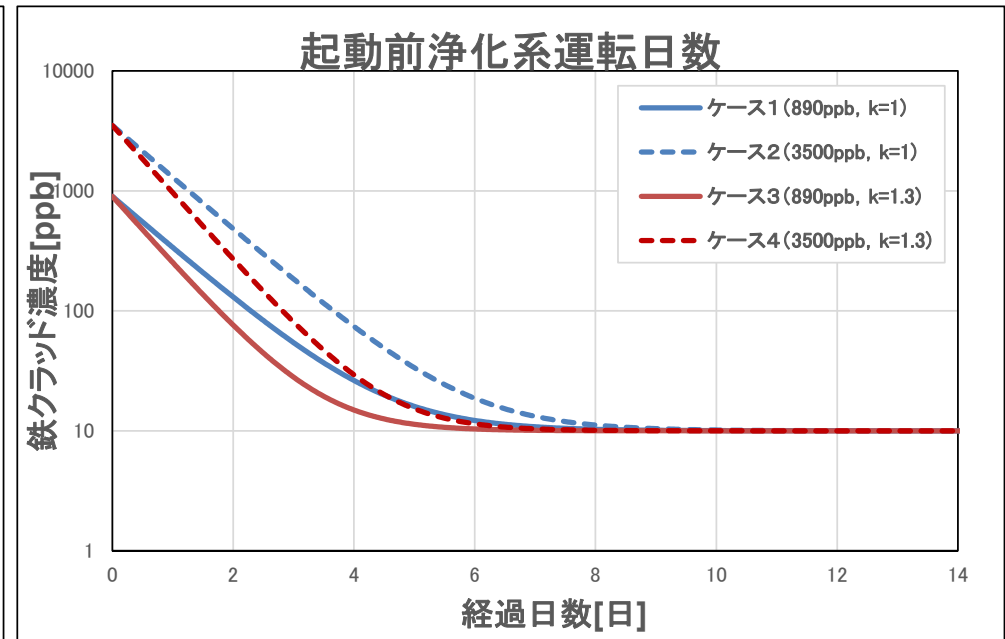
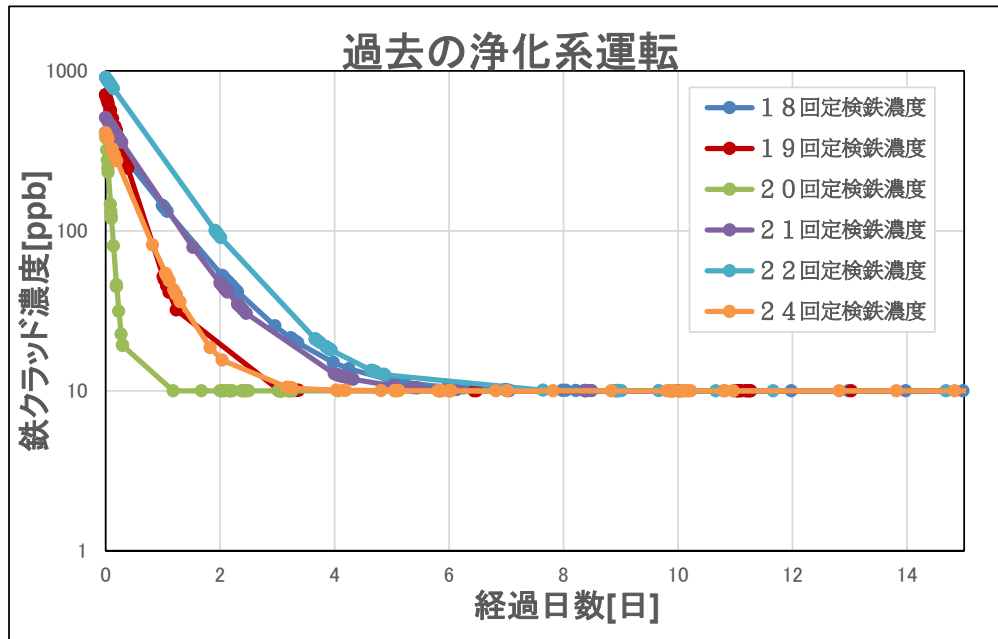
10塔中3塔の樹脂塔を稼働しており、3塔運転を継続するために一定期間ごとに樹脂塔をローテーションしている。鉄濃度が10ppb程度に低下または低濃度で安定するまでの時間は1～5日。

起動前浄化系運転の必要日数評価

項目	初期鉄濃度	通水塔数	除鉄係数	ベース鉄濃度	浄化日数 ^{*5}
ケース1	890ppb ^{*1}	3塔	1.0 ^{*3}	10ppb	6日
ケース2	3500ppb ^{*2}	3塔	1.0 ^{*3}	10ppb	8日
ケース3	890ppb ^{*1}	4塔	1.3 ^{*4}	10ppb	5日
ケース4	3500ppb ^{*2}	4塔	1.3 ^{*4}	10ppb	6日

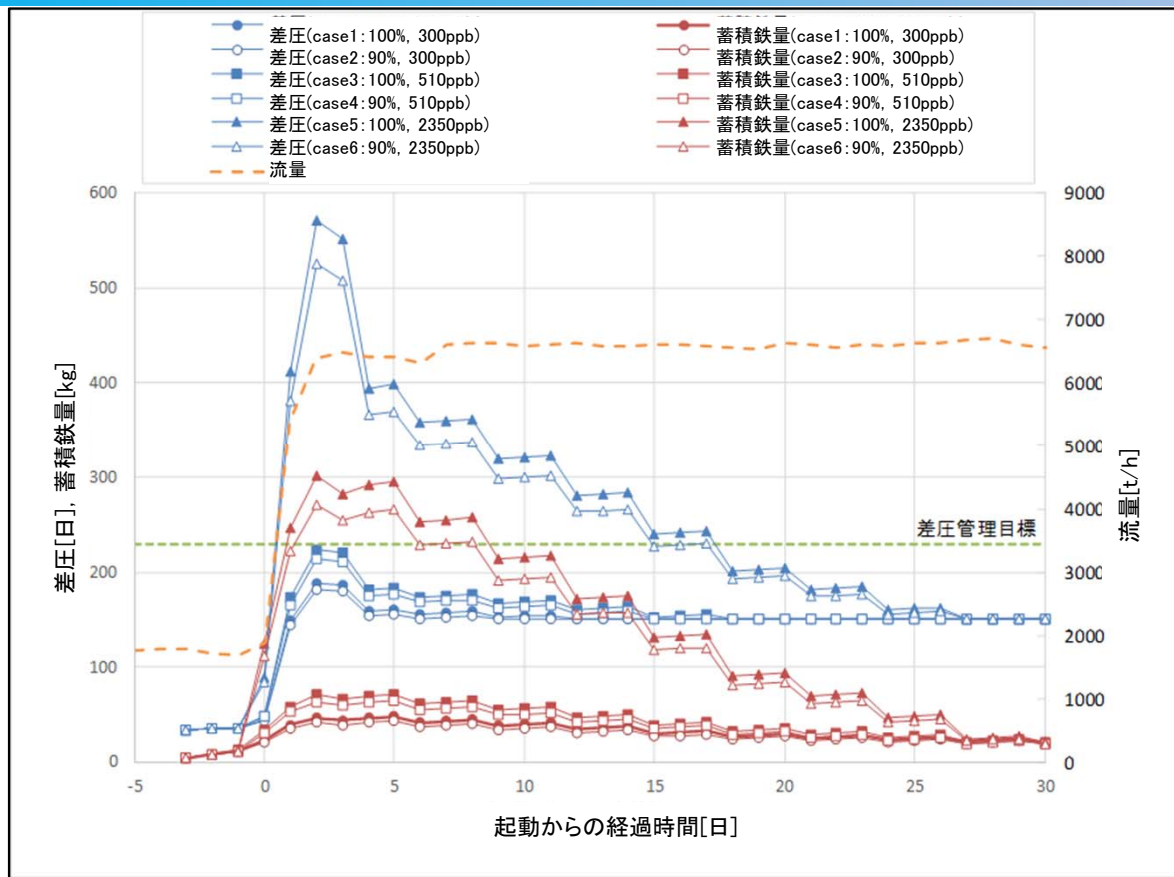


5. 起動前浄化運転



従来より1~3日程度多くの時間を要する。
通水塔数を3塔から4塔にすることで浄化日数を1~3日短縮できるが、4塔通水の実績がないため試験等より除鉄性能を確認する必要がある。

6. 起動時の復水脱塩器差圧—評価結果



ホットウェル蒸気胴の腐食は進行していないため、過去の起動時鉄濃度から大きくかけ離れることはない。
⇒差圧管理目標230kPaを超える可能性は低い。

入口鉄濃度が高い場合は差圧管理目標を超える可能性があるため、1回/1日の頻度で逆洗ができるよう準備する。

まとめ



- ・起動前給復水浄化運転で除去可能な系統で発生する鉄錆量は60kg
⇒10ppbまで浄化するには、3塔通水時は6～8日、4塔通水時は5～6日必要。
- ・腐食量推定の精度向上のため、スミヤ法による定量的なデータ収集を継続する。
- ・RHRや原子炉浄化系配管の腐食は進行していないと考える。
- ・再稼働時のプラント起動から定格運転までの復水脱塩樹脂塔の差圧は、腐食が進行していないことから、過去の起動時鉄濃度から大きくかけ離れないと考えられる。
⇒目標差圧管理値230kPaを超える可能性は低い。