

I. 基礎編

1章 水化学の基礎

1.1 高温水の基礎物性	1
1.1.1 水の分子構造	1
1.1.2 誘電率 (ϵ)	2
1.1.3 解離定数 (イオン積 K_w)	2
1.1.4 表面張力	3
1.1.5 気体の溶解度	3
1.1.6 固体の溶解度	4
1.2 超臨界水の物性と諸特性	4
1.2.1 熱容量	5
1.2.2 密度, 温度, 圧力ダイアグラム	5
1.2.3 誘電率	6
1.2.4 解離度 (K_w)	6
1.2.5 超臨界水の溶解特性	6
1.2.6 水素結合	7
1.2.7 超臨界水の応用	7
1.3 高温水系の熱力学	9
1.3.1 水溶液の熱力学	9
1.3.2 高温における水溶液の熱力学	11
1.4 酸化物の物性	18
1.4.1 遷移金属酸化物の諸物性	18
1.4.2 等電点	25
1.4.3 酸化物への吸着	26
1.5 電気化学の基礎	28
1.5.1 電気化学の体系	28
1.5.2 平衡電極電位	29
1.5.3 電極反応速度	33
1.5.4 分極曲線と活性態, 不動態	35
1.5.5 腐食電流と腐食電位	36
1.5.6 電気化学測定法	36
1.6 冷却水浄化技術	38
1.6.1 イオン交換樹脂概説	38
1.6.2 イオン交換の基礎	41
1.6.3 粒子除去機構	43
1.7 水質関連測定技術	46
1.7.1 冷却水中の微量元素分析	46
1.7.2 ガス中の微量元素分析	50
1.7.3 固体中の微量元素分析と形態分析	52
1.7.4 高温水の直接測定	52
1.8 放射化学の基礎	57
1.8.1 核の壊変	57
1.8.2 天然放射性核種	58
1.8.3 核反応と放射性核種の生成	59
1.8.4 ホットアトム化学	62
1.8.5 放射性核種の利用	65

1.9 水の放射線化学	66
1.9.1 水の放射線化学	66
1.9.2 高温水の放射線分解	69
1.10 放射能測定技術	73
1.10.1 測定原理と測定器	73
1.10.2 各種測定器の特徴	74
1.10.3 原子力発電所での放射能測定	78
引用・参考文献	79

2章 原子炉における水の役割

2.1 減速材としての水	84
2.1.1 減速材の役割	84
2.1.2 減速材の必須条件	84
2.1.3 減速材としての水の役割	84
2.2 冷却材としての水	84
2.2.1 冷却材の役割	84
2.2.2 冷却材の必須条件	85
2.2.3 冷却材としての水の役割	87
2.3 遮へい材としての水	87
2.3.1 遮へい材の役割	87
2.3.2 遮へい材の必須条件	87
2.3.3 遮へい材としての水の役割	87
引用・参考文献	87

3章 原子炉材料の基礎

3.1 原子炉構造材とその腐食	88
3.1.1 金属の腐食反応とその抑制法	88
3.1.2 不働態化金属・合金に見られる腐食損傷	90
3.1.3 腐食モニタリングおよび腐食実験法	94
3.2 燃料被覆材とその腐食	97
3.2.1 燃料被覆材の種類と性質	97
3.2.2 ジルコニウム合金の腐食反応の基礎	100
3.2.3 ジルコニウム合金の腐食機構	101
3.2.4 ジルコニウム合金の腐食への水質の影響	104
3.2.5 腐食試験法	107
引用・参考文献	108

Ⅱ. 応用編

4章 原子力発電プラントの概要

4.1	わが国軽水炉の歴史の変遷	111
4.1.1	軽水炉技術開発の歩み	111
4.1.2	PWR 発電所の変遷	111
4.1.3	BWR 発電所の変遷	112
4.2	原子炉冷却系システム	115
4.2.1	PWR の冷却系システム	115
4.2.2	BWR の冷却系システム	116
4.3	原子炉冷却水の概要	117
4.3.1	PWR における冷却水の概要	117
4.3.2	BWR における冷却水の概要	118
引用・参考文献		119

5章 PWR 1次冷却系の水化学管理

5.1	水化学管理の目的	120
5.1.1	ホウ素濃度の管理	120
5.1.2	1次系構成材料の健全性確保	121
5.1.3	燃料健全性確認のためのモニタリング	121
5.1.4	被ばく低減のための水化学管理	121
5.2	1次系の系統構成	122
5.2.1	1次冷却設備	122
5.2.2	化学体積制御設備	122
5.2.3	余熱除去設備	123
5.3	水化学管理基準	123
5.3.1	設定根拠	123
5.3.2	海外の水化学管理基準	125
5.4	構造材健全性の確保	126
5.4.1	SUS材のSCC	126
5.4.2	高ニッケル合金のPWSCC	127
5.5	燃料健全性の確保	130
5.5.1	PWRの燃料集合体	130
5.5.2	被覆管の環境と腐食	130
5.5.3	PWR燃料の健全性	132
5.5.4	被覆管健全性の監視	134
5.5.5	燃料 SHIPPING 検査	136
5.6	放射性腐食生成物の挙動	137
5.6.1	被ばく線源の状況	137
5.6.2	発生、放射化および移行挙動の概要	138
5.6.3	挙動解析モデル	140
5.6.4	線量当量率低減対策	141
5.7	運転操作と水化学管理手法	146

5.7.1 水化学管理の変遷	146	5.7.5 停止操作時	149
5.7.2 試運転時	147	5.7.6 水質調整設備	150
5.7.3 起動操作時	148	5.7.7 放射性廃液処理設備	151
5.7.4 出力運転時	149		
5.8 サンプルング（試料採取）と分析方法	152		
5.8.1 測定の目的と意義	152	5.8.3 分析方法	153
5.8.2 サンプルング設備（試料採取設備）	152	5.8.4 モニタリング	153
5.9 データ管理システム	155		
引用・参考文献	156		

6章 PWR 2次冷却系の水化学管理

6.1 2次系水化学管理の目的	158		
6.2 2次系の系統構成	159		
6.2.1 復水脱塩装置	160	6.2.3 クリーンアップ設備	160
6.2.2 SG ブローダウン回収設備	160		
6.3 水化学管理仕様	160		
6.3.1 モル比管理	161	6.3.7 ヒドラジン	162
6.3.2 ナトリウムおよび塩素イオン	161	6.3.8 全鉄	162
6.3.3 硫酸イオン	161	6.3.9 全銅および全ニッケル	162
6.3.4 pHコントロール	161	6.3.10 シリカ	163
6.3.5 カチオン導電率	162	6.3.11 海外の水化学管理値	163
6.3.6 溶存酸素	162		
6.4 構造材健全性の確保	164		
6.4.1 構造材料の腐食環境	164	6.4.4 SG 管内付着スケール除去対策	174
6.4.2 腐食生成物（鉄酸化物）の挙動と析出	170	6.4.5 2次系機器の腐食防止	175
6.4.3 SG 伝熱管腐食の防止	171		
6.5 運転操作と水化学管理法	176		
6.5.1 水化学管理の変遷	176	6.5.4 通常運転時	181
6.5.2 建設試運転時	178	6.5.5 停止時	183
6.5.3 起動操作時	179		
6.6 水質調整設備	184		
6.6.1 浄化設備	184	6.6.2 薬注設備	187
6.7 モニタリングと不純物分析	188		
6.7.1 水質モニタリング	188	6.7.2 分析方法	190
引用・参考文献	191		

8章 その他の炉形での水化学管理

8.1 ATRの水化学管理	259
8.1.1 概要	259
8.1.2 原子炉冷却水の水化学管理	262
8.1.3 重水系の水化学管理	263
8.1.4 重水精製装置の水化学管理	264
8.2 その他の水冷却炉の水化学管理	266
8.2.1 CANDU 炉	266
8.2.2 VVER 炉	268
8.3 高速炉の水化学管理の概要	269
引用・参考文献	270

9章 除 染

9.1 除染の目的と方法	272
9.1.1 除染の目的	272
9.1.2 除染法の分類と特徴	274
9.1.3 化学除染の開発・適用の経緯	278
9.1.4 除染における材料の健全性評価	284
9.1.5 除染の実機への適用方法	287
9.1.6 除染廃棄物・廃液の処理方法	291
9.1.7 除染性の評価方法	294
9.2 除染の適用実績	295
9.2.1 わが国における適用実績と実施例	295
9.2.2 欧米における適用実績	301
引用・参考文献	303

索引	305
----------	-----