

目 次

第 1 章 金属の腐食とその重要性

- 1・1 金属の腐食 1
- 1・2 腐食が人間社会に及ぼす影響 2

第 2 章 腐食科学と防食技術

- 2・1 腐食科学 4
- 2・2 防食技術 6

第 3 章 金属はなぜ腐食するか

- 3・1 元素の化学的親和力 8
- 3・2 金属結合 9
 - 3・2・1 金属の特性 9
 - 3・2・2 金属の展延性の由来 10
 - 3・2・3 金属の電気伝導性の由来 12
 - 3・2・4 金属の特性と腐食との関連 13
- 3・3 金属の化学的性質 14
- 3・4 金属表面の構造 16

第 4 章 金属の腐食様式

- 4・1 金属の腐食様式の種類 21
- 4・2 全面腐食 22
- 4・3 局部腐食 23

第 5 章 腐食電池を想定した腐食現象の説明

5・1	腐食電池の由来	26
5・2	腐食電池におけるアノードとカソード	28
5・3	腐食電池の存在する実験的証拠	29
5・4	どのような場合に腐食電池ができるか	31
5・4・1	金属側での原因	31
5・4・2	環境側での原因	32

第 6 章 金属の電極電位と腐食現象への応用

6・1	腐食反応と自由エネルギー変化	37
6・2	ネルンストの式と単極電位	39
6・3	電極電位の持つ意味	42
6・4	電極電位の基準と測定	44
6・4・1	基準電極（照合電極）	44
6・4・2	腐食電池の起電力測定法とその符号	47
6・5	金属の不可逆電極電位	51
6・5・1	金属の自然電位	51
6・5・2	自然電位に及ぼす環境因子の影響	52
6・5・3	自然電位に及ぼす金属因子の影響	52
6・5・4	腐食反応が自然電位に及ぼす影響	53
6・6	金属の熱力学的安定性	53
6・6・1	電位-pH 図の由来	53
6・6・2	腐食図の応用と変化	61
6・7	腐食現象に対する平衡論適用の限界	63

第 7 章 腐食の進行速度

7・1	腐食反応速度	67
7・1・1	反応速度の律速段階	67
7・1・2	反応の活性化エネルギー	68
7・1・3	反応速度は何によってきまるか	69

7・2	電気化学反応における反応速度	70
7・3	分極現象の内容	73
7・3・1	濃度分極	73
7・3・2	活性化分極	74
7・3・3	抵抗分極	75
7・3・4	分極の支配形式と反応の律速段階	75
7・4	水素過電圧	76
7・5	分極と腐食速度	78
7・5・1	Evans の分極図による腐食速度の解析	78
7・5・2	Wagner Traud の分極図	80
7・6	分極曲線より腐食速度を求める方法	82

第 8 章 異種金属接触腐食

8・1	異種の金属を接触させると腐食はどうなるか	87
8・2	腐食電位列	88
8・3	腐食速度に影響する因子	89
8・3・1	回路抵抗	89
8・3・2	電位と分極	89
8・3・3	両極の面積	91
8・4	異種金属接触腐食の防止	92

第 9 章 腐食速度に影響する環境因子

9・1	腐食液の pH	94
9・2	溶存酸素	96
9・3	溶存イオンの影響	98
9・3・1	腐食抑制作用をもつイオン	98
9・3・2	腐食促進作用をもつイオン	99
9・4	中性塩濃度の影響	100
9・5	腐食生成物の性質	100
9・6	濃淡電池作用	101

9・7	水流速の影響	101
9・7・1	水流速の一般的影响	101
9・7・2	中性液中での水流速の影響	102
9・7・3	水流速による電池作用腐食への影響	103
9・7・4	酸性液中での水流速の影響	104
9・7・5	高速流水による潰食	105
9・8	温度の影響	105
9・9	熱流束の影響	107
9・10	光の影響	108

第 10 章 腐食速度に影響する金属因子

10・1	金属因子が腐食速度に影響する場合と、しない場合	111
10・2	金属の純度および合金組成の影響	112
10・2・1	金属中の不純物および微量添加物の影響	112
10・2・2	合金組成の影響	113
10・2・3	タンマンの耐酸限	114
10・3	金属組織の影響	115
10・3・1	单相合金と多相合金	115
10・3・2	多相合金の組織の影響	116
10・4	結晶方位の影響	118
10・5	格子欠陥の影響	120
10・6	結晶粒界の影響	121
10・6・1	粒界の原子配列	121
10・6・2	粒界の腐食性	122
10・6・3	粒界偏析の影響	123
10・7	結晶粒度の影響	124
10・8	冷間加工の影響	125
10・9	表面状態の影響	127
10・9・1	表面あらかさの影響	127
10・9・2	表面きずの影響	127
10・10	熱処理の影響	128
10・10・1	熱処理は腐食にどう影響するか	128

10・10・2	全面腐食に及ぼす影響	128
10・10・3	粒界腐食に及ぼす影響	131
10・10・4	応力腐食割れに及ぼす影響	131

第 11 章 不 動 態

11・1	不動態とはどのような現象をさすか	135
11・2	電気化学的不動態	136
11・2・1	アノード分極による不動態化過程	136
11・2・2	フラード電位	138
11・2・3	不動態保持電流	139
11・2・4	過 不 動 態	140
11・3	化学的不動態	142
11・4	不動態の安定性	143
11・5	腐食図と不動態	145
11・6	不動態化に及ぼす環境因子	146
11・6・1	不動態化剤と活性化剤	146
11・6・2	ハロゲンイオンの影響	148
11・6・3	温度の影響	149
11・6・4	水流の影響	150
11・7	不動態化に及ぼす合金組成の影響	151
11・7・1	Fe-Cr 合金の不動態	151
11・7・2	ステンレス鋼の不動態	153
11・8	不動態の理論	154
11・8・1	酸化物皮膜説	155
11・8・2	化学吸着説	158

第 12 章 孔食とすきま腐食

12・1	金属の孔食	162
12・2	孔食発生に影響する環境因子	162
12・2・1	孔食を起こすイオン	162
12・2・2	酸化剤および温度	163
12・2・3	孔食を抑制するアニオン	164
12・2・4	水 流	165

12.3	孔食を起こす電位	166
12.4	孔食に適用できる腐食図	168
12.5	孔食の発生と成長の過程	170
12.5.1	孔食のアノード反応	170
12.5.2	孔食のカソード反応	171
12.6	孔食に影響する金属因子	171
12.6.1	合金による耐孔食性の違い	171
12.6.2	表面状態	173
12.6.3	熱処理の影響	174
12.6.4	食孔の発生場所	174
12.6.5	食孔の形	175
12.7	孔食の理論	176
12.7.1	孔食発生のおえ方	177
12.7.2	孔食成長のおえ方	179
12.8	すきま腐食	180
12.9	孔食とすきま腐食の防止	182

第 13 章 応力の影響

13.1	応力は腐食にどう影響するか	187
13.2	応力腐食割れ	188
13.2.1	応力腐食割れはどのような場合に起こるか	188
13.2.2	応力腐食割れの起こり方についての通則	188
13.2.3	応力腐食割れを起こす応力	191
13.2.4	粒界割れと粒内割れ	193
13.2.5	応力腐食割れの機構	193
13.2.6	オーステナイトステンレス鋼	197
13.2.7	フェライトステンレス鋼	206
13.2.8	鋼	206
13.2.9	銅合金	209
13.2.10	アルミニウム合金	211
13.2.11	マグネシウム合金	213
13.2.12	チタン合金	214
13.2.13	ニッケル合金	216
13.2.14	応力腐食割れ防止法	217

13.3	水素割れ	219
13.4	フェライトステンレス鋼の割れ	221
13.5	硫化物応力割れ	223
13.5.1	硫化物応力割れの特徴	223
13.5.2	硫化物応力割れの影響因子	225
13.5.3	硫化物応力割れの機構	227
13.5.4	割れ防止法	227
13.6	高張力鋼の割れと破壊力学の適用	228
13.7	腐食つかれ	230
13.7.1	腐食つかれ現象	230
13.7.2	金属材料の腐食つかれ強さ	231
13.7.3	腐食つかれ防止法	231
13.8	擦過腐食	231
13.9	キャビテーション腐食	232
13.9.1	キャビテーションによる損傷	232
13.9.2	キャビテーション腐食に影響する環境因子	233
13.9.3	金属材料の耐キャビテーション腐食性	234
13.9.4	キャビテーション腐食防止法	234

第 14 章 金属材料の腐食特性各論

14.1	鉄 鋼	242
14.1.1	鉄の腐食特性	242
14.1.2	鉄鋼の防食	244
14.1.3	ステンレス鋼	245
14.2	銅とその合金	257
14.2.1	銅の腐食特性	257
14.2.2	銅合金の腐食特性	260
14.2.3	銅および銅合金の変色	263
14.2.4	銅の水素侵食	265
14.3	ニッケルとその合金	266
14.3.1	ニッケルの腐食特性	266
14.3.2	ニッケル合金	268
14.4	アルミニウムとその合金	272

14・4・1	アルミニウムの腐食特性	272
14・4・2	アルミニウムが耐食性のある環境	274
14・4・3	合金元素の影響	274
14・4・4	アルミニウムとその合金の腐食の問題点	275
14・4・5	アルミニウムの防食	278
14・5	マグネシウムとその合金	279
14・6	チ タ ン	281
14・6・1	チタンの腐食特性	282
14・6・2	チタンの不動態の特長	283
14・6・3	海水中のチタンの耐食性	284
14・6・4	チタンの急激な酸化	285
14・7	ジルコニウム	287
14・7・1	ジルコニウムの腐食特性	287
14・7・2	ジルコニウムの耐食性の問題点	288
14・8	タンタルとニオブ	289
14・8・1	タンタルの腐食特性	289
14・8・2	ニオブの腐食特性	291

第 15 章 自然環境の腐食特性

15・1	大気腐食	296
15・1・1	大気腐食の特徴	296
15・1・2	大気腐食に影響する環境因子	298
15・1・3	鋼の大気腐食	303
15・1・4	銅の大気腐食	305
15・1・5	アルミニウムの大気腐食	306
15・2	土中腐食	306
15・2・1	土中腐食の特性	306
15・2・2	土中腐食に影響する因子	307
15・2・3	迷走電流による腐食	308
15・2・4	土中腐食の防止	309
15・3	海水腐食	310
15・3・1	海水の腐食特性	310
15・3・2	海中浸せき深さの影響	311
15・3・3	付着生物の影響	312

15・3・4	金属の海水腐食特性	313
15・4	微生物腐食	314
15・4・1	好気性バクテリアによる腐食	315
15・4・2	嫌気性バクテリアによる腐食	316
15・4・3	アルミニウム合金の微生物腐食	317
15・4・4	微生物腐食の防止	317

第 16 章 各種工業における腐食問題

16・1	ボイラの腐食	321
16・1・1	ボイラ水による腐食	321
16・1・2	燃焼ガスによる腐食	325
16・2	コンデンサ管の腐食	327
16・2・1	コンデンサ管とその使用条件	327
16・2・2	コンデンサ管の腐食事故	328
16・2・3	汚染海水によるコンデンサ管の腐食	329
16・2・4	コンデンサ管腐食の防止	329
16・3	溶接が腐食に及ぼす影響	330
16・3・1	溶接方法の影響	330
16・3・2	溶接継手形状の影響	331
16・3・3	溶接施工	332
16・3・4	溶接金属	332
16・3・5	熱影響	334
16・3・6	残留応力	336
16・4	原子炉における腐食	336
16・4・1	原子炉における腐食問題の特徴	336
16・4・2	水冷却炉の腐食問題	336
16・4・3	液体金属冷却炉の腐食問題	342
16・4・4	ガス冷却炉の腐食問題	346
16・4・5	炉内放射線が原子炉材料の腐食に及ぼす影響	347

第 17 章 ガス腐食

17・1	ガス腐食とは何をさすか	355
17・2	どのようなガス腐食が起こりうるか	355

17・3	ガス腐食の進行速度は何によりきまるか	358
17・3・1	酸化皮膜の保護性	358
17・3・2	ガス腐食の反応速度式	359
17・3・3	厚い皮膜の成長過程	360
17・3・4	酸化物中の拡散機構	361
17・3・5	酸化に及ぼす組織および成分の影響	363
17・4	鉄のガス腐食	365
17・4・1	鉄の耐酸化性	365
17・4・2	鋼の水素侵食	366

第 18 章 腐食の防止

18・1	腐食防止法の考え方	370
18・1・1	熱力学的安定性の増加による方法	370
18・1・2	反応抵抗の増大による方法	371
18・1・3	防食法の選択	372
18・2	耐食性金属材料の選定	373
18・3	装置の設計と組立ての問題点	374
18・4	環境処理による防食法	375
18・4・1	相対湿度の低下による大気腐食の防止	375
18・4・2	溶存酸素除去による防食	377
18・4・3	腐食抑制剤を使用する防食	381
18・5	電気化学的防食法	384
18・5・1	カソード防食法	384
18・5・2	アノード防食法	389
18・6	金属被覆	390
18・6・1	電気めっき	390
18・6・2	化学めっき	391
18・6・3	溶融めっき	391
18・6・4	その他の方法	393
18・7	非金属被覆	394
18・7・1	化成被覆	394
18・7・2	塗料による防食	395
18・7・3	その他の被覆	396

第 19 章 腐食試験法

19・1	腐食試験の目的	399
19・2	腐食試験の分類	400
19・3	試験条件の調整	400
19・3・1	試験片	400
19・3・2	試験継続期間	403
19・3・3	試験環境の調整	403
19・4	実験室的試験	404
19・4・1	静的浸せき試験	404
19・4・2	交互浸せき試験	405
19・4・3	流水中腐食試験	406
19・4・4	電気化学的試験	407
19・4・5	孔食試験	408
19・4・6	粒界腐食試験	409
19・4・7	応力腐食割れ試験	409
19・4・8	高温腐食試験	413
19・4・9	大気腐食を目的とした促進試験	414
19・5	実地腐食試験	416
19・5・1	大気暴露試験	416
19・5・2	水中浸せき試験	419
19・5・3	プラント腐食試験	420
19・6	腐食速度の計測法	421
19・6・1	試験片の変化の計測	421
19・6・2	環境の変化の計測	424
19・7	腐食生成物の解析	425
19・8	放射性同位元素の利用	425
19・9	腐食試験結果の実用的評価	425
19・9・1	腐食形態の表示	426
19・9・2	腐食速度の表示とその評価	427

第 20 章 参考書について