

初級

高圧ガス 保安技術

第16次改訂版

高圧ガス保安協会

丙種化学特別講習テキスト
初級 高圧ガス保安技術
第16次改訂版

高圧ガス保安協会

目次

序

1. 高圧ガスの定義と分類	3
2. 単 位	7

I. 学 識

1. 気体の一般的性質	13
1.1 物 質	13
1.1.1 純物質と混合物	13
1.1.2 物質の状態変化	13
1.1.3 単体と化合物	14
1.1.4 原子、分子、イオン	14
1.1.5 物質の量	16
1.1.6 アボガドロの法則	17
1.1.7 気体の密度	17
1.2 理想気体の性質	18
1.2.1 ボイルの法則	18
1.2.2 シャルルの法則	18
1.2.3 ボイル-シャルルの法則	19
1.2.4 状態方程式	20
1.2.5 熱容量と比熱容量	21
1.2.6 混合気体の法則	21
1.3 実在気体の性質	23
1.3.1 実在気体の pVT 関係	23
1.3.2 実在気体の状態方程式	24
1.4 気体と液体の性質	24
1.4.1 相変化、状態図	24
1.4.2 沸騰・沸点	24
1.4.3 純物質の飽和蒸気圧	25
1.4.4 潜熱、顕熱、蒸発熱（気化熱）	26

1.4.5	液体の膨張と圧縮	27
1.5	熱、仕事、エネルギー	27
2.	気体の化学反応	29
2.1	化学反応と化学反応式	29
2.2	反応熱と化学反応	30
2.2.1	反応熱	30
2.2.2	燃焼熱と熱化学方程式	31
2.2.3	分解爆発性の化合物	31
2.3	化学平衡と反応速度	31
2.3.1	反応速度と化学平衡	31
2.3.2	圧力変化と温度変化の化学平衡への影響	32
3.	燃焼・爆発	35
3.1	燃焼・爆発とは	35
3.1.1	燃焼・爆発の定義	35
3.1.2	爆発の種類	36
3.1.3	燃焼・爆発の反応と生成物	36
3.2	爆発・爆ごうの発生	38
3.2.1	発火現象	38
3.2.2	外部発火源の例	38
3.2.3	爆ごうの発生	40
3.3	燃焼・爆発の危険性	40
3.4	火災・爆発事故の特徴	43
3.4.1	火災の影響	43
3.4.2	爆風の影響	43
3.4.3	爆発の事故例	43
4.	ガス各論	47
4.1	可燃性ガスおよび支燃性ガス	47
4.1.1	水素	47
4.1.2	メタン	49
4.1.3	LPガス	49
4.1.4	エチレン	50
4.1.5	アセチレン	52
4.1.6	酸素および空気	53
4.2	毒性ガス	54
4.2.1	一酸化炭素	55

4.2.2 アンモニア	56
4.2.3 塩素	58
4.3 不燃性ガス	58
4.3.1 希ガス	59
4.3.2 窒素	60
4.3.3 二酸化炭素	60
4.4 フルオロカーボン	61
4.5 特殊高圧ガス	62
4.5.1 シランおよびジシラン	62
4.5.2 アルシン	63
4.5.3 ホスフィン	63
5. 流動・伝熱	65
5.1 流動	65
5.1.1 円管内の流れ	65
5.1.2 ベルヌーイの定理	67
5.1.3 流れのエネルギー損失	68
5.2 伝熱	71
5.2.1 伝導伝熱	71
5.2.2 対流伝熱と熱伝達	72
5.2.3 放射伝熱	73
5.2.4 保温、保冷と材料	73
6. 材料力学の基礎	75
6.1 応力とひずみ	75
6.1.1 荷重の種類	75
6.1.2 応力	76
6.1.3 ひずみ	77
6.1.4 フックの法則	78
6.1.5 応力-ひずみ線図	78
6.2 強度と破壊	80
6.2.1 応力集中	80
6.2.2 延性破壊と脆性破壊	80
6.2.3 疲労	81
6.2.4 クリープ	81
6.2.5 許容応力と安全率	82

7. 高圧装置用材料	85
7.1 材料の基礎	85
7.2 金属材料	87
7.2.1 炭素鋼	87
7.2.2 合金鋼	88
7.2.3 鋳鉄および鋳鋼	89
7.2.4 銅および銅合金	90
7.2.5 アルミニウムおよびアルミニウム合金	90
7.2.6 チタンおよびチタン合金	90
7.2.7 金属材料の温度特性	91
7.3 非金属材料	92
7.3.1 有機材料	92
7.3.2 無機材料	93
7.3.3 複合材料	93
8. 金属の腐食と防食	95
8.1 腐食の基礎	95
8.1.1 原子とイオン	95
8.1.2 酸化と還元	95
8.1.3 イオン化傾向	96
8.1.4 pH	96
8.2 湿食	96
8.2.1 腐食電池	96
8.2.2 種々の金属の腐食特性	97
8.2.3 種々の湿食	97
8.3 乾食	99
8.4 防食法	99
8.4.1 腐食対策の考え方	99
8.4.2 各種の防食法	99
9. 高圧設備	103
9.1 溶接加工と非破壊試験	103
9.1.1 溶接の種類	103
9.1.2 溶接部の欠陥と溶接管理および検査	105
9.1.3 非破壊試験	106
9.2 高圧装置	110
9.2.1 塔槽類	110
9.2.2 貯槽	112

9.2.3	熱交換器	115
9.2.4	高圧ガス容器およびその附属品	116
9.2.5	管・管継手	118
9.2.6	バルブ	122
9.3	計装	127
9.3.1	計測機器	127
9.3.2	計装制御システム	134
9.3.3	安全計装	137
9.4	圧縮機とポンプ	138
9.4.1	圧縮機	138
9.4.2	ポンプ	145
9.5	流体の漏えい防止	149
9.5.1	ガスケット・パッキン	149
9.5.2	静的機器の漏えい防止	150
9.5.3	動的機器の漏えい防止	152

II. 保安管理技術

1.	安全管理	159
1.1	安全理論と安全推進手法	159
1.1.1	安全理論	159
1.1.2	安全推進手法	160
1.2	安全管理体制	162
1.2.1	安全管理組織	162
1.2.2	保安に関する関係事業所などとの協定	163
1.2.3	保安規程	164
1.2.4	保安活動	165
1.2.5	教育訓練	166
2.	保安・防災設備	169
2.1	電気設備	169
2.1.1	電気設備計画	169
2.1.2	保安電力	171
2.1.3	接地計画	172
2.2	保安装置	174
2.2.1	安全装置	174
2.2.2	緊急遮断装置・逆流防止装置	176
2.2.3	貯槽の負圧防止対策	178

2.3 防災設備	179
2.3.1 防消火設備	179
2.3.2 冷却装置	180
2.3.3 火災報知設備	181
2.3.4 ガス漏えい検知警報設備	181
2.3.5 地震検知システムと設備停止	183
2.3.6 流動・流出および拡散を防止する設備	183
2.3.7 障壁	184
2.3.8 危険事態発生防止装置など	184
2.3.9 フレアースタック、ベントスタック	185
2.3.10 除害のための措置	187
2.3.11 防災資機材の備蓄	189
2.4 用役設備	190
2.4.1 用水設備	190
2.4.2 空気供給設備	190
2.4.3 不活性ガス供給設備	190
2.4.4 蒸気設備	191
3. 運転管理	193
3.1 運転基準	193
3.1.1 運転状態と作業	193
3.1.2 運転基準類	194
3.2 製造設備の運転	198
3.2.1 運転の態様	198
3.2.2 運転開始	198
3.2.3 定常運転	199
3.2.4 運転停止	201
3.2.5 設備の点検	202
3.2.6 バルブの操作	205
3.2.7 その他の単位作業	206
3.3 誤操作防止	207
3.3.1 誤操作の発生要因	207
3.3.2 誤操作の防止	208
3.3.3 信頼性の向上	208
3.3.4 設備的対策	209
3.3.5 運転上の対策	211
3.3.6 管理上の対策	211
3.4 緊急措置	212

3.4.1	異常状態	212
3.4.2	緊急運転停止	212
3.4.3	防災活動	214
3.5	漏えいの防止	215
3.5.1	漏えいの要因	215
3.5.2	漏えい防止の方法	215
4.	設備管理	219
4.1	設備管理の推進体制	219
4.1.1	組織	219
4.1.2	規程類の整備	220
4.1.3	保全計画	221
4.2	設備の検査	223
4.2.1	製造設備の新設、更新時の検査	223
4.2.2	製造設備の維持管理のための検査	224
4.2.3	定期検査結果の記録	226
4.3	工事管理	227
4.3.1	工事計画と準備	227
4.3.2	工事の各段階における安全確保	227
4.3.3	工事上の管理事項	228
4.3.4	工事管理の記録、保存	232
4.4	設備管理にかかわる事故事例	232
5.	事故発生状況の推移と事故事例	235
5.1	事故発生状況の推移と事故原因への対応	235
5.2	大事故例	236
5.2.1	事故の概要	236
5.2.2	事故の経過	237
5.2.3	事故原因とその教訓	237
付録		239
表1	主なガスおよび関連の物質の性質	240
表2	毒性ガスの許容濃度	244
表3	元素の周期表	246