

目 次

1. 高圧ガスに必要な理論および用語

1.1 力学に関する単位.....	1
1.1.1 絶対単位	1
1.1.2 重力単位	1
1.1.3 各種の誘導単位	2
1.1.4 温度目盛	3
1.1.5 熱量単位	4
1.1.6 熱の仕事当量	4
1.1.7 熱伝導率	5
1.2 重量%, 容量%および mol %.....	5
1.3 大気圧力	5
1.4 ガスの圧力, 容積および温度の関係	6
1.4.1 気体の状態まひは性端を 表わす諸量	6
1.4.2 ボイルの法則	6
1.4.3 シャールの法則	7
1.4.4 理想気体	7
1.5 完全(理想)ガスの状態式	7
1.6 実在ガス	8
1.7 ガスの圧縮係数	10
1.7.1 単一ガスの圧縮係数	10
1.7.2 対臨界状態	11
1.7.3 混合ガスの圧縮係数	12
1.9 実在ガスの状態式	12
1.9 ダルトンの法則	13
1.10 混合ガスの状態式.....	14
1.11 湿り空気.....	15
1.11.1 湿り空気.....	15
1.11.2 高圧空気中の飽和蒸気量.....	16
1.12 蒸気圧.....	17
1.13 アボガドロの法則.....	18
1.14 比熱.....	18
1.15 混合ガスの比熱.....	20
1.16 湿り空気の比熱.....	21
1.17 熱と仕事との関係式.....	21

1.18	P - v 線図によるガスの状態変化	21
1.18.1	v = 一定の場合	22
1.18.2	P = 一定の場合	22
1.18.3	一般の場合	22
1.19	エントロピ線図によるガスの状態変化	23
1.20	P - v 線図と T - s 線図との比較	25
1.20.1	定容変化	25
1.20.2	定圧変化	25
1.21	粘 度	25
1.21.1	粘度の定義	25
1.21.2	粘度単位の換算	26
1.21.3	粘度測定	26
1.22.4	気体粘度に関する (Sutherland) の定数	27
1.22	ガスの液体への溶解度	27
1.23	反応速度	28
1.24	化学平衡	29
1.25	発熱量	30
1.25.1	総発熱量および真発熱量	30
1.25.2	発熱量の計算式	30
1.25.3	化合物の発熱量	31
1.26	ガスの燃焼および爆発	31
1.26.1	燃焼と爆発	31
1.26.2	爆発範囲	32
1.26.3	ガスの組成と爆発範囲	32
1.26.4	ガス爆発	33
1.27	伝 熱	36
1.27.1	伝 導	36
1.27.2	対 流	36
1.27.3	輻 射	38
1.28	流 動	39
1.28.1	流動に関する定義	39
1.28.2	連続式	39
1.28.3	ベルヌイの定律	40
1.28.4	流れの機構	41
1.28.5	管内圧力の損失	42
1.28.6	充填塔内圧力降下	43
1.29	ガスの吸収	44
1.29.1	拡 散	44
1.29.2	吸 収	46
1.30	化 合 物	48
1.30.1	化合物と混合物	48
1.30.2	有機化合物と無機化合物	49
1.30.3	有機化合物の分類	49
1.30.4	炭化水素	49
1.30.5	炭化水素の分類	49

2. 高 圧 ガ ス

2.1 高 圧 ガ ス	50
2.2 空 気	51
2.3 酸 素	54
2.4 窒 素	55
2.5 アルゴン	58
2.6 稀有ガス	59
2.7 水 素	62
2.8 炭酸ガス	65
2.9 一酸化炭素	75
2.10 アンモニア	78
2.11 塩 素	84
2.12 天然ガス	90
2.13 メ タ ン	92
2.14 アセチレン	96
2.15 エチレン	111
2.16 エ タ ン	113
2.17 プロパン	114
2.18 ブ タ ン	116
2.19 ブロムメチル〔臭化メチル〕	117
2.20 クロールメチル〔塩化メチル〕	120
2.21 クロールエチル〔塩化エチル〕	122
2.22 塩 化 水 素	124
2.23 酸化エチレン	126
2.24 二酸化塩素	129
2.25 シアン化水素	131
2.26 亜酸化窒素〔笑気〕	132
2.27 亜硫酸〔無水亜硫酸〕	133
2.28 ホ ス ゲ ン	134
2.29 石 油 ガ ス	136

2.30	石炭ガス	137
2.31	水性ガス	138
2.32	フ レ オ ン	138
2.33	メチルアミン	147
2.34	硫化水素	150
2.35	プロピレン	151
2.36	ブタジエン	152
2.37	シクロプロパン〔トリメチレン〕	153
2.38	臭化水素〔無水臭化水素酸〕	153
2.39	ジメチルエーテル	154
2.40	フ ッ 素	154
2.41	塩化ニトロシル	155
2.42	メチルメルカプタン	155
2.43	炭酸ガスと酸素との混合ガス	155
2.44	塩化ビニルガス	155

3. 高 圧 機 械

3.1	1 段圧縮機の理論	156
3.1.1	理論的 P - v 線図	156
3.1.2	N_{pol} および N_{is} の計算	158
3.1.3	吸 込 量	158
3.1.4	筒 隙	159
3.1.5	吸込時の受熱	159
3.1.6	吸込効率	159
3.1.7	吐 出 量	160
3.1.8	筒壁に対する伝熱係数	160
3.1.9	指 示 馬 力	160
3.1.10	軸 馬 力	160
3.1.11	諸 効 率	160
3.1.12	行 程 容 積	161
3.1.13	ピストン有効面積	161
3.2	多段圧縮機の理論	161
3.2.1	理想的な圧縮比 (圧力比)	161
3.2.2	多段圧縮の仕事	161
3.2.3	各段ピストン有効面積	161
3.2.4	ガス弁の計算	162
3.2.5	中間冷却器	162
3.2.6	多段往復圧縮機の潤滑	163
3.3	各部寸法	165
3.3.1	シリンダの厚さ	165
3.3.2	シリンダ蓋	165
3.3.3	同心ピストンリング	166
3.3.4	ピストンリング数	166

3.3.5 同心ピストンリング寸法	166	3.3.8 連 接 棒	167
3.3.6 締付ボルト	167	3.3.9 クロスヘッド滑座の有効面積	168
3.3.7 ピストン棒	167	3.3.10 は ず み 車	168
3.4 高 圧 機 械	169		
3.4.1 ガス圧縮機	169	3.4.9 無給油圧縮機	181
3.4.2 コークス炉ガス圧縮機	172	3.4.10 超高圧ガス圧縮装置	185
3.4.3 混合ガス圧縮機	172	3.4.11 腐食または有毒ガス用圧縮機	188
3.4.4 アセチレンガス圧縮機	177	3.4.12 銅液用高圧ポンプ	189
3.4.5 堅型圧縮機	177	3.4.13 圧縮空気機関車	189
3.4.6 酸素圧縮機	178	3.4.14 水素冷却タービン電機	190
3.4.7 膨 張 機	178		
3.4.8 高圧ガス循環ポンプ	179		

4. 高 圧 装 置

4.1 高 圧 容 器	193		
4.1.1 高 圧 容 器	193	4.1.9 水素の透過性	206
4.1.2 鍛造継目なし容器	193	4.1.10 容器肉厚計算式	206
4.1.3 溶 接 容 器	201	4.1.11 火なし圧力容器	206
4.1.4 多 層 容 器	202	4.1.12 液化ガス用容器	208
4.1.5 積 層 容 器	204	4.1.13 球形高圧ガス容器	211
4.1.6 巻 付 容 器	205	4.1.14 液体塩素タンク	214
4.1.7 各種容器の比較	205	4.1.15 プロパンタンク	216
4.1.8 自 緊 容 器	205	4.1.16 日本工業規格 JIS	216
4.2 高圧反応器	223		
4.2.1 高圧反応器	223	4.2.3 高圧分離器	227
4.2.2 反 応 筒	226	4.2.4 高圧熱交換器	227
4.3 圧力筒および槽の設計	228		
4.3.1 設計および製作上の注意	228	に生ずる内力	233
4.3.2 薄肉円筒の強度	229	4.3.7 円筒の補強	235
4.3.3 内圧を受ける薄肉円筒に 生ずるひずみ	229	4.3.8 焼 嵌 め	236
4.3.4 厚肉円筒の計算式	230	4.3.9 鋼線または平鉄巻付け	237
4.3.5 厚肉円筒に生ずるひずみ	232	4.3.10 圧力筒蓋板	237
4.3.6 温度差によって中空円筒		4.3.11 蓋板の強さ	240
		4.3.12 フランジの強さ	240

4.4 漏洩防止	242
4.4.1 漏洩防止法の分類	242
4.4.2 相対運動のない場合	242
4.4.3 相対運動が低速の場合	242
4.4.4 往復運動する場合	243
4.4.5 回転運動する場合	243
4.4.6 摺合わせ面	243
4.4.7 ラビリンスパッキン	243
4.4.8 折込パッキン	243
4.4.9 柔軟パッキン	245
4.4.10 金属パッキン	246
4.4.11 炭素パッキン	250
4.4.12 液体シーリング	250
4.4.13 ラビリンスパッキン	251
4.4.14 フランジの連結面	254
4.4.15 継 手	256
4.4.16 永 久 継 手	256
4.4.17 ガスケット	258
4.4.18 金属パッキンの研究	262
4.4.19 ラビリンスピストンの実験	266
4.5 パッキンの進歩	266
4.5.1 パッキンの定義	266
4.5.2 パッキンの材質	266
4.5.3 パッキンの幅	268
4.5.4 パッキンの形状と構造	269
4.5.5 漏洩防止の要点	274
4.6 管	281
4.6.1 管 の 種 類	281
4.6.2 管 の 強 度	285
4.6.3 配 管	286
4.6.4 配管付属物	286
4.6.5 熱による管の伸張	288
4.6.6 管内の流体	289
4.6.7 管壁の伝熱	294
4.7 管 継 手	297
4.8 弁	301
4.8.1 弁の定義と分類	301
4.8.2 止 弁	301
4.8.3 高 圧 弁	305
4.8.4 高圧ガス容器用弁	308
4.8.5 日本工業規格 JIS	309
4.8.6 最近の高圧弁	314
4.8.7 蝶 番 弁	316
4.8.8 仕 切 弁	318
4.8.9 コ ッ ク	318
4.8.10 自 動 弁	319
4.8.11 圧縮機の自動弁	320
4.8.12 安 全 弁	321
4.8.13 逆 止 弁	324
4.8.14 危 急 弁	324
4.8.15 自動閉塞弁	324
4.9 ネ ジ	325
4.10 プロパン調整器	326

5. 測 定

5.1 圧力測定	326
----------------	-----

5.1.1	圧力計の種類	326	5.1.5	圧潰圧力計	311
5.1.2	水銀柱圧力計	326	5.1.6	ピストン式圧力計	331
5.1.3	ブルドン圧力計	327	5.1.7	ピエゾ電気圧力計	332
5.1.4	浮動ピストン式圧力計または圧力衡(圧力天秤)	330	5.1.8	マンガン線抵抗圧力計	332
			5.1.9	Petavel 記録式圧力計	333
5.2	温度測定	334			
5.2.1	温度計の種類と適当な使用範囲	334	5.2.4	電気抵抗温度計	335
5.2.2	棒状温度計	334	5.2.5	熱電対温度計	336
5.2.3	圧力計型温度計	334	5.2.6	全輻射高温計	336
			5.2.7	光学的高温計	337
5.3	流量測定	337			
5.3.1	流量計の種類	337	5.3.4	オリフィスまたはノズル	339
5.3.2	ピトー管	338	5.3.5	プロパン, ブタンの流量	342
5.3.3	ベンチュリ計	338			

6. 高圧装置材料

6.1	高圧装置用金属材料の要件	342			
6.2	金属の腐食	342			
6.2.1	腐食の分類	342	6.2.4	防食	343
6.2.2	化学的腐食	342	6.2.5	高温における金属材料の腐食	345
6.2.3	電氣的腐食	343			
6.3	水素による鋼の脱炭脆化	346			
6.4	高温における金属材料の強さ	348			
6.4.1	高温における強さ	348	6.4.4	クリープ	349
6.4.2	負荷速度の影響	348	6.4.5	許容応力と安全率	353
6.4.3	機械的性質	348	6.4.6	高温装置用材料	354
6.5	耐熱鋼と合金	355			
6.6	金属に対するガスの作用	358			
6.6.1	吸着	358	6.6.6	一酸化炭素の影響	360
6.6.2	拡散	358	6.6.7	酸素の影響	360
6.6.3	溶解度	358	6.6.8	水銀の影響	361
6.6.4	水素の影響	359	6.6.9	常圧水素による鋼の高温脱炭作用	361
6.6.5	窒素の影響	360			
6.7	石炭液化装置材料	362			

6.7.1 石炭液化装置	362	6.7.3 管および付属取付器具類	362
6.7.2 反 応 筒	362	6.7.4 弁	364
6.8 炭素鋼、低合金鋼および 18-8 ステンレスの IG 法工場における実地試験	365		
6.8.1 試 験 材 料	365	6.8.3 試験の結果	366
6.8.2 実地試験条件	365		
6.9 低温装置用金属材料	367		
6.9.1 低 温 装 置	367	6.9.3 低温装置用金属材料	368
6.9.2 低 温 脆 性	367		
6.10 高圧筒材料	370		

7. ガス液化分離装置

7.1 ガス液化分離装置の理論	371		
7.1.1 沿 革	371	7.1.6 不純物の除去	376
7.1.2 ガスの液化	371	7.1.7 空気液化装置	377
7.1.3 低温の生成	371	7.1.8 液化装置の効率	377
7.1.4 寒冷の蓄積	375	7.1.9 液化空気の精溜	380
7.1.5 ガスの予冷	376	7.1.10 深冷法によるガスの精製	383
7.2 大量酸素の製造および利用	385		
7.2.1 大量酸素製造装置の進歩 と特徴	385	7.2.3 所要エネルギー	389
7.2.2 大型酸素製造装置の種類	386	7.2.4 大量酸素の利用	390
		7.2.5 平炉における酸素製鋼	391
7.3 製鋼方面への酸素の利用	392		
7.4 酸素上吹転炉製鋼法	394		
7.4.1 酸素上吹転炉製鋼法	394	7.4.4 上吹法の利点	395
7.4.2 酸素製造装置	394	7.4.5 わが国の上吹法	395
7.4.3 上吹法の操業	395		
7.5 リンデフレンクル型空気分離装置	396		
7.6 科研低圧式酸素製造装置	398		
7.6.1 装置の概要	398	7.6.3 不純物除去法	399
7.6.2 寒冷発生方法	398	7.6.4 精溜方式	399
7.7 酸素製造自動車	399		
7.7.1 装置の概要	399	7.7.3 成 績	402
7.7.2 機器の性能と特徴	400	7.7.4 追 記	402

7.8 液体酸素製造装置	402
7.9 アメリカにおける液化器, 分離器の研究	404
7.10 稀有ガスの製造	406
7.10.1 一般	406
7.10.2 稀有ガス製造法	407
7.10.3 アルゴン	408
7.10.4 クリプトン, キセノン	410
7.10.5 稀有ガス相互の分離	411
7.10.6 稀有ガスの精製	412
7.10.7 アルゴンのチタン工業への利用	413
7.11 エチレンの分離回収装置	414
7.12 メタンの分離回収と液化貯蔵	415
7.13 亜硫酸ガスの分離回収装置	415
7.14 メッサー式空気分離装置	416
7.15 わが国における大型空気分離装置	416

8. 高 圧 工 業

8.1 炭酸ガス吸収	418
8.2 脱 硫 法	419
8.3 合成用ガス	420
8.3.1 合成ガス製造方法	420
8.3.2 わが国における合成ガス	420
8.4 アンモニア合成工業	423
8.4.1 アンモニア合成原理	423
8.4.2 アンモニア合成法の分類	424
8.4.3 クロード法	424
8.4.4 カザレ法	426
8.4.5 ハーバー・ボッシュ法	429
8.4.6 日 本 法	429
8.4.7 モンスニ法	431
8.4.8 ファウザ法	432
8.4.9 N. E. C 法	432
8.4.10 新ウーデ法	432
8.4.11 水電解装置	433
8.4.12 ガス製造装置	434
8.4.13 ガス精製装置	434
8.4.14 窒素製造装置	435
8.4.15 高 圧 機 械	435
8.4.16 アンモニア合成工業の保安	435
8.5 石炭液化工業	437
8.5.1 液体燃料補給方法	437
8.5.2 石炭液化理論	438
8.5.3 石炭液化法の分類	438
3.5.5 フィッシュャ法	439
8.5.6 アルコール合成法	441
3.5.4 直接液化法	442

8.5.7 乾溜法	442	8.5.9 石炭の低度水添	443
8.5.8 高圧水素添加の技術的問題	442	8.5.10 酸化による有機酸の製造	444
8.6 石油分解工業	445		
8.6.1 石油クラッキング	445	8.6.4 ハイドロフォーミング ...	447
8.6.2 熱リフォーミング	446	8.6.5 プラットフォーミング ...	449
8.6.3 接触分解	447		
3.7 石油化学工業	450		
8.8 メタノール合成工業	452		
8.8.1 メタノールの製造	452	8.8.3 メタノールの性状	454
8.8.2 天然ガスからメタノールの製造	454	8.8.4 メタノールの用途	455
8.9 石灰窒素工業	455		
8.9.1 石灰窒素	455	8.9.2 石灰窒素の製法	455
8.10 尿素合成工業	457		
8.10.1 尿素	457	8.10.3 尿素的物理的性質	461
8.10.2 尿素的工業的製法	458	8.10.4 尿素的用途	462
8.11 溶解アセチレン製造工業	462		
8.11.1 溶解アセチレン製造	462	8.11.3 アセチレン圧縮機	465
8.11.2 溶解アセチレン容器	463		
8.12 液化炭酸および固形炭酸の製造工業	466		
8.12.1 液化炭酸の工業的製法 ...	466	8.12.2 固形炭酸の製造法	468
8.12.3 固形炭酸と氷との比較 ...	468		
8.13 高圧アセチレン工業	470		
8.13.1 レッペ反応	470	8.13.5 環重合法	479
8.13.2 ビニル化反応	471	8.13.6 反応装置	479
8.13.3 カーボニル化反応	474	8.13.7 レッペ反応の保安	480
8.13.4 エチニレーション反応 ...	477		
8.14 ジノール合成	482		
8.14.1 ジノール合成	482	8.14.3 反応生成物よりアルコール分離	484
8.14.2 ジノール合成方法および装置	483		
8.15 オキソ法	484		

8.15.1	オキソ法	484	8.15.4	オキソ法の現況	487
8.15.2	オキソ化工程の操作	485	8.15.5	オキソ製品の性質および用途	487
8.15.3	オキシアルデヒドの水添	485			
8.16	ポリエチレン	487			
8.16.1	ポリエチレン	487	8.16.5	ポリエチレンの化学的性質	490
8.16.2	ポリエチレンの物理的性質	489	8.16.6	ポリエチレンの用途	491
8.16.3	ポリエチレンの機械的性質	489	8.16.7	ポリエチレンの製法	491
8.16.4	ポリエチレンの電気的性質	490	8.16.8	ポリエチレンの重合条件	492
8.17	塩化ビニル	493			
8.17.1	塩化ビニルの沿革	493	8.17.4	塩化ビニルの性質	494
8.17.2	塩化ビニルの製法	493	8.17.5	塩化ビニルの用途	495
8.17.3	塩化ビニルの加工	493			
8.18	メラミンの高圧合成法	495			
8.18.1	メラミン	495	8.18.4	メラミンを尿素から高温、高圧下で製造する方法	497
8.18.2	メラミンの工業的製法	496			
8.18.3	メラミンの精製法	497			
8.19	ニッケルカルボニルの製造	498			
8.19.1	沿革	498		造法	498
8.19.2	ニッケルカーボニルの製				
8.20	エアゾル	499			
8.20.1	エアゾル	499	8.20.3	容器	499
8.20.2	製品の種類	499			
8.21	炭水化物の高圧分解水添によるグリセリンの製造法	499			
8.22	塩素工業	500			
8.22.1	塩素の製造	500	8.22.3	液体塩素の輸送	501
8.22.2	塩素ガスの圧縮、液化	500	8.22.4	塩素の新利用	501
8.23	天然ガスを原料とする工業	502			
8.23.1	合成原料ガスの製造	502	8.23.3	その他	502
8.23.2	アセチレン製造	502			

8・24	高圧化学工業における作業系統の一例	502
付	録 実用単位 諸単位換算表 度量衡比較	503
索	引	巻末

