

目 次

1 緒 言

2 高圧装置材料

2・1 高圧装置材料として考慮すべき性質	9
2・1・1 引張性質と圧縮性質	9
2・1・2 か た さ	11
2・1・3 低サイクル疲労	12
2・1・4 遅れ破壊	13
2・1・5 高温強度とクリープ	17
2・1・6 低温ぜい性	18
2・1・7 耐食性	18
2・2 引張部品材料	19
2・2・1 引張部品材料の種類	19
2・2・2 炭素鋼	20
2・2・3 低合金鋼	22
2・2・4 超高張力鋼	29
2・3 圧縮部品材料	47
2・3・1 圧縮部品材料の種類	47
2・3・2 工具鋼	49
2・3・3 焼結硬質合金	53
2・4 高温高圧部品材料	55
2・5 低温高圧部品材料	59
2・6 シール用材料	62
2・7 圧力媒体	64

2・7・1	気 体	64
2・7・2	液 体	64
2・7・3	固 体	66

3 圧力容器の設計, 計算

3・1	一 般 論	69
3・2	厚肉円筒設計式導出の基本	70
3・2・1	材料の降伏条件	72
3・2・2	Mises 説による強度計算法	75
3・3	弾 性 円 筒	78
3・4	自 緊 円 筒	81
3・4・1	記号と用語	82
3・4・2	自緊円筒の弾性界	84
3・4・3	自緊円筒の計算	85
3・4・4	自緊による残留応力およびひずみ	98
3・4・5	最大内圧を得る円筒肉厚の極限值	100
3・4・6	計算値と測定値の比較	102
3・4・7	自緊円筒の設計法	109
3・5	多層円筒 (multi-layer cylinder)	114
3・6	圧力容器のふた	118
3・6・1	圧力容器のふたの種類	118
3・6・2	フランジ式ふた	119
3・6・3	ねじふた	122
3・7	安 全 係 数	123
3・7・1	安全係数の意義	123
3・7・2	安全係数の値	125

4 基礎実験技術

4・1	は じ め に	127
4・2	高圧シールの原理と技術	129

4.2.1	高圧シール方法の分類	129
4.2.2	圧縮型シール	130
4.2.3	自己締付型シール	132
4.2.4	O-リング	136
4.2.5	高圧容器の端部のシール	146
4.2.6	パイプ結合部のシール	152
4.2.7	可動部のシール	154
4.3	高圧配管の要素	164
4.3.1	高圧パイプ	164
4.3.2	高圧継手	170
4.4	高圧バルブ	174
4.4.1	閉止弁	174
4.4.2	逆止弁	179
4.4.3	流量調節弁	180
4.4.4	圧力調節弁・安全弁	181
4.5	光学窓	184
4.5.1	光学窓	184
4.5.2	ガラス管と金属の接合法	186
4.6	電極挿入法	188
4.7	高圧ガス容器	191
4.7.1	高圧ガス容器に関する規格	191
4.7.2	高圧ガス容器の取扱い上の注意事項	197
4.8	安全対策	199
4.8.1	高圧実験における危険性	199
4.8.2	高圧実験における一般的安全心得	200
4.8.3	高圧装置・部品の取扱い上の注意	201
4.8.4	装置材料と試料流体に関する注意	204
4.8.5	安全装置と防護設備	207

5 圧力測定

5.1	一次圧力計	212
-----	-------	-----

5・1・1	水銀柱圧力計	212
5・1・2	自由ピストン型圧力計	212
5・2	二次圧力計	217
5・2・1	ブルドン管型圧力計	217
5・2・2	電気抵抗圧力計	217
5・2・3	ひずみ圧力計	219
5・2・4	ピエゾ電気圧力計	219
5・2・5	隔板式圧力計	219
5・2・6	電気容量式圧力計	220
5・2・7	その他の圧力計	220
5・3	超高圧力補正	221
5・4	そ の 他	223
6 流体圧力の発生と伝達		
6・1	流体圧力の特長	225
6・2	流体圧力の発生法	227
6・2・1	自然界の圧力の利用	227
6・2・2	重力による圧力の発生	228
6・2・3	熱的方法による圧力の発生	228
6・2・4	化学反応による圧力の発生	231
6・2・5	機械的圧縮による圧力の発生	232
6・3	圧力発生機械の選定と取扱い	237
6・3・1	気体圧縮機	237
6・3・2	気体循環ポンプ	242
6・3・3	液圧ポンプ	242
6・3・4	液 圧 機	248
6・4	増圧法と圧力伝達法	249
6・4・1	増 圧 機	249
6・4・2	圧力伝達法	252
6・5	圧力の調節と制御	253

6・5・1 圧力の調節法	253
6・5・2 圧力制御	256

7 固体圧縮

7・1 はじめに	261
7・2 単一シリンダー装置	262
7・3 複合シリンダー	263
7・4 Bridgman アンビル	265
7・5 ピストン・シリンダー装置の改良——“Belt” と “Girdle” 装置	267
7・6 多面体アンビル	270
7・7 高圧高温の発生	273
7・8 高圧低温の発生	278
7・9 光学, X線, 電気磁氣的測定装置	281
7・9・1 光学的測定装置	281
7・9・2 X線回折測定装置	282
7・9・3 電氣的・磁氣的測定装置	286
7・10 圧力媒体	288
7・11 むすび	291

8 流体の物性

8・1 高圧流体の物性測定	293
8・1・1 はじめに	293
8・1・2 物性測定の意義	295
8・1・3 物性測定装置の構成	296
8・1・4 物性測定上の一般的注意	297
8・1・5 参考文献	299
8・2 P - V - T 関係	301

8.2.1	はじめに	301
8.2.2	流体の状態方程式	301
8.2.3	気体の P - V - T 関係	308
8.2.4	液体の P - V - T 関係	312
8.3	熱力学的性質	315
8.3.1	熱力学関数	315
8.3.2	熱容量	316
8.3.3	Joule-Thomson 効果	319
8.3.4	音速	321
8.4	相平衡	331
8.4.1	はじめに	331
8.4.2	一成分系	332
8.4.3	二成分系	339
8.4.4	表面張力	353
8.5	輸送現象性質	364
8.5.1	一般的関係	364
8.5.2	粘性係数(粘度)	370
8.5.3	熱伝導率	380
8.5.4	拡散係数	390
8.5.5	熱拡散	398
8.6	電気的性質	405
8.6.1	一般的実験法	405
8.6.2	電気伝導度(電導度)	406
8.6.3	誘電率	415
8.7	光学的性質	424
8.7.1	気体の吸収スペクトルに対する圧力効果	424
8.7.2	液体の吸収スペクトルに対する圧力効果	433
8.7.3	屈折率に対する圧力効果	440

9 固体の物性

9.1	力学的性質	443
9.1.1	はじめに	443

9・1・2	圧 縮 率	444
9・1・3	非弾性現象および破壊	455
9・2	相 転 移	457
9・2・1	はじめに	457
9・2・2	固体-固体相転移	459
9・2・3	高圧下における融解	470
9・2・4	金属状態への転移	475
9・3	電 気 的 性 質	477
9・3・1	電 気 伝 導	477
9・3・2	超 伝 導	495
9・3・3	誘 電 率	500
9・3・4	熱 伝 導	501
9・4	光 学 的 性 質	502
9・4・1	吸収端と圧力	502
9・4・2	錯体の吸収スペクトルと圧力	505
9・4・3	着色中心と圧力	508
9・4・4	リン光体の発光および吸収スペクトルと圧力	511
9・5	磁 気 的 性 質	513
9・5・1	はじめに	513
9・5・2	実験技術と装置	514
9・5・3	強磁性金属のキュリー温度	518
9・5・4	核 磁 気 共 鳴	522
9・5・5	電子スピン共鳴 (ESR)	525
9・5・6	メスパウアー効果	526

10 流体の化学反応

10・1	反 応 平 衡	531
10・1・1	実 験 法	531
10・1・2	気 相 反 応	533
10・1・3	純物質のフガシチの算出法	534
10・1・4	気体混合系のフガシチ	539
10・1・5	平衡組成の算出	545

10・1・6	気相反応における不活性第三気体の影響	548
10・1・7	液相反応における平衡	549
10・1・8	弱電解質の解離平衡	554
10・1・9	溶媒の影響	558
10・1・10	気体-液体反応平衡	561
10・1・11	気体-固体反応平衡および吸着平衡	564
10・2	高圧と反応速度	567
10・2・1	反応の分類	567
10・2・2	高圧反応速度測定法	569
10・2・3	活性化体積	574
10・2・4	エントロピー効果	586
10・2・5	電気束縛説	588
10・2・6	Menschutkin 反応	592
10・2・7	ソルポリシス	598
10・2・8	立体障害と高圧	604
10・2・9	Hammett 則と高圧	610
10・2・10	高圧下の Diels-Alder 反応	613
10・2・11	isokinetic pressure とエンタルピー-エントロピー補償効果	619
10・2・12	高圧と反応機構	624
10・3	高圧重合	629
10・3・1	ラジカル重合反応速度	629
10・3・2	高圧と連鎖移動	634
10・3・3	高圧重合と結晶性	636
10・3・4	天井温度	637
10・3・5	重合臨界圧	638
10・3・6	高圧イオン重合	641
10・3・7	高圧共重合	644
10・3・8	エチレンの高圧重合	650
10・3・9	その他の高圧重合	654
10・4	高圧合成化学	656
10・4・1	アンモニア合成	657
10・4・2	メタノール合成	665
10・4・3	尿素合成	672
10・4・4	オキソ(またはヒドロフォルミル化)反応	676
10・4・5	水素化反応	681

10・4・6	加圧空気(酸素)酸化	687
10・4・7	オレフィンの水和反応	689

11 固体の化学反応

11・1	鉍物合成	693
11・1・1	鉍物合成の歴史と目的	693
11・1・2	鉍物合成の方法	694
11・1・3	固体圧縮法による鉍物の合成	695
11・1・4	流体圧縮法による鉍物の合成	729
11・2	無機・有機の固体反応	751
11・2・1	超高压下での化学反応の意義	752
11・2・2	高压におけるIV族元素の挙動とIV族元素類似の対称化合物の合成	754
11・2・3	IV族元素類似の非対称化合物の合成	760
11・2・4	SiO ₂ の高压変態とA ^{III} B ^V O ₄ 型複酸化物の高压相	763
11・2・5	異常組成の半導体に対する高压力の効果	766
11・2・6	その他の高压下の無機反応の研究	772
11・2・7	単体の高压相	775
11・2・8	高压における有機固体反応	777

12 衝撃波による高压

12・1	一般	781
12・2	衝撃波の基礎式	782
12・3	衝撃波の反射	784
12・4	衝撃波速度と物質速度の関係	786
12・5	衝撃波の熱力学と温度の算定	787
12・6	爆轟波による超高压の発生	789
12・7	衝撃波特性の測定	793
12・7・1	電気的方法	794
12・7・2	光学的方法	794
12・8	金属内衝撃波	795

12・8・1	弾性波と塑性波	795
12・8・2	固体の動的破壊	798
12・9	相 転 移	798
12・10	衝撃波の減衰	801
12・11	超高圧下の物性の研究	801
12・11・1	機 械 的 性 質	802
12・11・2	電 気 的 分 極	802
12・11・3	電 気 伝 導 度	802
12・11・4	その他の衝撃波効果	803
12・12	む す び	803

13 高圧反応工学

13・1	流通式高圧反応器	806
13・2	高圧反応の解析とプロセスシミュレーション	811
13・2・1	アンモニア合成	812
13・2・2	尿 素 合 成	817
13・3	高圧下での石炭水素化分解など	820
13・4	高圧爆発限界	825
13・4・1	爆発反応と圧力	825
13・4・2	爆発組成限界に対する圧力の影響	825
13・4・3	分解爆発限界に対する圧力の影響	828
13・4・4	自然発火限界に対する圧力の影響	829
13・4・5	爆発伝播に対する圧力の影響	831

14 高 圧 加 工

14・1	高圧下の金属の力学的挙動	833
14・1・1	高圧下の材料試験	833
14・1・2	高圧下の材料の強さ	837
14・1・3	高圧下の材料の延性	841

14・2 高圧を利用した金属材料の加工	845
14・2・1 液圧押し出し	845
14・2・2 強性潤滑引抜き	859
14・2・3 高圧下深絞り, 拡管, フランジ加工	866
14・2・4 静水圧成形	867
14・2・5 圧力処理	870
14・2・6 高圧高速加工	874
事項索引	879
著者名索引	891