



# 目 次

## 第1編 総 論

### 第1章 溶接の特色

1.1 緒 言	1
1.2 溶接の利点と欠点	1
1.2.1 溶接の利点	2
1.2.2 溶接の欠点	2
1.3 溶接法および切断法の種類	3

### 第2章 鉄鋼の基礎知識

2.1 金属の結晶構造	5
2.2 鉄・炭素合金	6
2.3 鋼の熱処理	9
2.3.1 変態図	9
2.3.2 各種熱処理方法	11
2.4 鋼の機械的性質	12
2.5 鉄鋼の種類と製法	12
2.5.1 鉄鋼の大別	12
2.5.2 製 鋼	13
2.6 鋼材の種類と規格	15

## 第2編 融 接

### 第3章 被覆アーク溶接

3.1 概 説	18
3.2 アークの性質	19
3.2.1 アーク	19
3.2.2 極 性	20
3.2.3 溶接入熱	21
3.2.4 熔融速度	22
3.2.5 アークブロー(磁気吹き)	22
3.3 被覆アーク溶接機器	23
3.3.1 溶接機に必要な条件	23
3.3.2 直流アーク溶接機	24
3.3.3 交流溶接機	25
3.3.4 溶接機の保守	27
3.3.5 溶接用器具	27
3.4 被覆アーク溶接棒	28
3.4.1 心 線	29
3.4.2 被覆剤	29
3.4.3 軟鋼用被覆アーク溶接棒の規格と特性	31
3.4.4 溶接棒の選択	33
3.5 被覆アーク溶接技法	36
3.5.1 運棒法	36
3.5.2 溶接条件	38
3.6 特殊な被覆アーク自動溶接法	40

### 第4章 サブマージアーク溶接

4.1 概 説	43
4.2 装置および材料	44
4.2.1 溶接装置	44

4.2.2	心線(溶接ワイヤ).....	46
4.2.3	フラックス.....	46
4.2.4	心線とフラックスの選定.....	47
4.3	溶接部の諸性質と欠陥.....	48
4.3.1	溶接部の性質.....	48
4.3.2	溶接部の欠陥.....	48
4.4	施工法.....	49
4.4.1	注意事項.....	49
4.4.2	溶込みと溶接条件.....	49
4.4.3	高能率溶接法.....	51
4.4.4	片面裏波溶接法.....	52
4.4.5	横向サブマージアーク溶接.....	54

## 第 5 章 イナートガスアーク溶接

5.1	概 説.....	55
5.1.1	原 理.....	55
5.1.2	利 点.....	56
5.1.3	種 類.....	57
5.2	ティグ溶接.....	57
5.2.1	極 性.....	57
5.2.2	装置および材料.....	59
5.2.3	施工法.....	61
5.2.4	パイプの突合せ第1層溶接.....	63
5.2.5	ティグアークスポット溶接.....	64
5.2.6	ティグ溶接の特殊応用.....	65
5.3	ミグ溶接.....	66
5.3.1	特 性.....	66
5.3.2	装 置.....	67
5.3.3	継手準備と溶接条件.....	68
5.3.4	溶接技法.....	70
5.3.5	パルスアーク溶接.....	70
5.3.6	ミグ点溶接.....	70
5.3.7	狭開先(細隙)ミグ溶接.....	71

5・3・8 Ar-CO <sub>2</sub> アーク溶接	71
--------------------------------	----

## 第 6 章 炭酸ガスアーク溶接

6・1 概 説	72
6・1・1 利 点	72
6・1・2 種 類	72
6・1・3 冶金学的原理	73
6・1・4 シールドガスの種類	74
6・1・5 溶滴移行	74
6・1・6 炭酸ガス短絡アーク溶接	75
6・1・7 炭酸ガスフラックスアーク溶接	76
6・2 溶接装置および材料	76
6・2・1 構 成	76
6・2・2 溶接電源	77
6・2・3 炭酸ガス	77
6・2・4 ワイヤ	77
6・3 溶接施工	79
6・3・1 溶接条件選定の基礎	79
6・3・2 標準溶接条件	80
6・3・3 溶接費用	82
6・4 特殊な炭酸ガスアーク溶接	83
6・4・1 エレクトロガス溶接	83
6・4・2 狭開先溶接と自動ウィービング法	85
6・5 応 用	86

## 第 7 章 その他の融接

7・1 ガス溶接	88
7・1・1 ガス溶接の原理	88
7・1・2 酸素アセチレン溶接法	89
7・2 原子水素溶接	91
7・3 スタッド溶接(溶植)	92
7・3・1 普通のスタッド溶接	92

7・3・2 サップスタッド溶接	93
7・4 テルミット溶接	94
7・5 エレクトロスラグ溶接	94
7・5・1 概 説	94
7・5・2 溶接方法	96
7・5・3 消耗ノズル式エレクトロスラグ溶接	97
7・6 電子線溶接	98
7・7 プラズマアーク溶接と溶射	100
7・7・1 プラズマジェット	100
7・7・2 プラズマアーク溶接	101
7・7・3 プラズマ溶射	103
7・8 無被包アーク溶接	103
7・8・1 原 理	103
7・8・2 フラックス入りワイヤ方式	104
7・9 水中溶接	105

## 第 8 章 溶 断

8・1 概 説	107
8・1・1 種 類	107
8・1・2 原 理	108
8・2 ガス切断装置	109
8・2・1 ガス切断装置の種類	109
8・2・2 切断トーチと火口	110
8・2・3 ガスとその供給装置	112
8・2・4 自動ガス切断機	114
8・3 ガス切断方法	115
8・3・1 切断の基礎	115
8・3・2 切断操作と切断条件	116
8・4 ガス切断面の性質	119
8・4・1 切断面の凹凸	119
8・4・2 かたさと顕微鏡組織	119
8・4・3 切断面の機械的性質	119

8・5 特殊ガス切断とガス加工 .....	119
8・5・1 粉末切断 .....	119
8・5・2 水中切断 .....	119
8・5・3 酸素槍切断 .....	119
8・5・4 ガスガウジング (ガスはつり).....	120
8・5・5 スカーフィング .....	120
8・6 アーク切断 .....	120
8・6・1 炭素アーク切断 .....	120
8・6・2 金属アーク切断 .....	120
8・6・3 アークエアガウジング法 .....	120
8・6・4 酸素アーク切断 .....	121
8・6・5 プラズマジェット切断 .....	121

## 第9章 溶接冶金

9・1 溶接熱影響 .....	124
9・1・1 概説 .....	124
9・1・2 溶接中の温度変化 .....	124
9・1・3 熱影響部の組織の機械的性質 .....	128
9・1・4 母材割れ .....	129
9・2 溶接の化学反応 .....	131
9・2・1 概説 .....	131
9・2・2 脱酸反応 .....	133
9・2・3 気孔の生成 .....	136
9・3 溶接金属と欠陥 .....	137
9・3・1 溶接金属とガス .....	137
9・3・2 溶接金属の凝固 .....	140
9・3・3 溶接金属の欠陥 .....	140
9・4 鋼材の切欠げい性 .....	144
9・4・1 鋼材のげい性破壊 .....	145
9・4・2 遷移温度と切欠げい性試験 .....	147
9・4・3 切欠げい性に影響する試験条件と寸度効果 .....	151
9・4・4 切欠げい性に及ぼす冶金的諸因子の影響 .....	152
9・4・5 溶接部の切欠げい性 .....	154
9・4・6 げい性破壊の防止 .....	156

9・4・7 ぜい性破壊防止上の注意 .....	159
-------------------------	-----

## 第 10 章 溶 接 設 計

10・1 概 説 .....	161
10・2 溶接継手の設計 .....	161
10・2・1 継手の種類と開先形状 .....	161
10・2・2 溶接継手の選択 .....	163
10・2・3 溶接記号 .....	164
10・3 溶接継手の諸性質 .....	166
10・3・1 軟鋼溶着金属の機械的性質 .....	166
10・3・2 溶接継手の静的強さ .....	166
10・3・3 溶接継手の衝撃強さ .....	170
10・3・4 溶接継手の疲れ強さ .....	171
10・3・5 低温および高温の性質 .....	176
10・3・6 耐食性 .....	178
10・4 溶接継手の強度計算 .....	180
10・4・1 強度の計算式 .....	180
10・4・2 安全率と許容応力 .....	182
10・5 溶接の経費 .....	185
10・5・1 一般的注意 .....	185
10・5・2 溶接棒所要量 .....	185
10・5・3 溶接作業時間 .....	185
10・5・4 換算溶接長 .....	186
10・5・5 溶接経費の例 .....	186
10・6 溶接構造物設計の基礎 .....	187
10・6・1 溶接構造の欠点 .....	187
10・6・2 設計上の注意事項 .....	188

## 第 11 章 残留応力と収縮変形

11・1 溶接による残留応力 .....	191
11・1・1 残留応力の発生 .....	191
11・1・2 残留応力の測定法 .....	192



11.1.3	残留応力の影響	195
11.2	残留応力の軽減と緩和	196
11.2.1	溶接施工法による残留応力の軽減	197
11.2.2	残留応力の緩和法	197
11.3	溶接による収縮および変形	200
11.3.1	収縮変形の発生とその種類	200
11.3.2	横収縮	201
11.3.3	曲げ変形	201
11.3.4	溶接変形の軽減ときょう正	202

## 第12章 溶接の試験と検査

12.1	総説	204
12.1.1	溶接の試験と検査の意義	204
12.1.2	溶接検査の種類	204
12.1.3	溶接欠陥の種類	206
12.2	破壊試験法	207
12.2.1	機械試験法	207
12.2.2	化学的, 冶金的試験法	207
12.2.3	溶着金属試験	208
12.2.4	溶接継手試験	210
12.3	主要な溶接性試験	213
12.3.1	切欠ぜい性試験	213
12.3.2	溶接延性試験	216
12.3.3	溶接割れ試験	218
12.4	非破壊検査	221
12.4.1	非破壊検査とその種類	221
12.4.2	肉眼検査	221
12.4.3	漏えい検査	221
12.4.4	浸透検査	222
12.4.5	超音波検査	222
12.4.6	磁気検査	223
12.4.7	渦流検査	225
12.4.8	放射線透過検査	225

## 第13章 溶接施工

13.1 溶接施工とその計画	230
13.2 溶接準備	230
13.2.1 溶接準備	230
13.2.2 溶接治具	232
13.2.3 組立と仮付け	233
13.2.4 開先の確認と清掃	234
13.3 本溶接	234
13.3.1 溶着法	234
13.3.2 裏はつりと裏あて	235
13.3.3 予熱	236
13.3.4 溶接条件	236
13.4 溶接後の処理	238
13.4.1 応力除去	238
13.4.2 ひずみ取り	238
13.4.3 検査	239
13.3.4 欠陥の補修	239
13.5 溶接の管理	239
13.6 衛生と安全	241

## 第14章 各種金属の溶接（その1）

14.1 総説	243
14.1.1 各種金属の溶接法	243
14.1.2 金属の溶接性と試験法	243
14.2 鉄・炭素鋼および鋳鋼の溶接	244
14.2.1 鉄	244
14.2.2 炭素鋼	244
14.2.3 鋳鋼	248
14.3 鋳鉄	248
14.3.1 種類	248
14.3.2 ネズミ鋳鉄の溶接	250

14.4	低合金高張力鋼の溶接	251
14.4.1	種類	251
14.4.2	機械的性質	257
14.4.3	切欠じん性	258
14.4.4	冷間割れ	259
14.4.5	溶接部の延性	262
14.4.6	熱影響部の最高かたさとその推定法	263
14.4.7	溶接条件	266
14.4.8	溶接棒	269

## 第15章 各種金属の溶接(その2)

15.1	ステンレス鋼の溶接	272
15.1.1	種類	272
15.1.2	ステンレス鋼の性質	276
15.1.3	溶接性	278
15.1.4	溶接方法	283
15.1.5	溶接後の熱処理	288
15.1.6	溶接部の性質	289
15.1.7	異種金属の溶接	290
15.2	クラッド鋼の溶接	291
15.3	ライニングの溶接	292
15.4	耐熱合金の溶接	293
15.5	高ニッケル合金の溶接	293

## 第16章 各種金属の溶接(その3)

16.1	アルミニウムとその合金の溶接	295
16.1.1	種類	295
16.1.2	溶接性	298
16.1.3	溶接方法	302
16.2	マグネシウムとその合金の溶接	305
16.3	銅とその合金の溶接	306
16.3.1	種類	306

16.3.2	溶接性	307
16.3.3	溶接方法	309

## 第17章 各種金属の溶接（その4）

17.1	チタンとその合金の溶接	314
17.1.1	種類	314
17.1.2	溶接性	315
17.1.3	イナートガスアーク溶接	317
17.1.4	その他の溶接方法	320
17.2	ジルコニウムとその合金の溶接	320
17.2.1	種類	320
17.2.2	ジルコニウムの溶接	321
17.3	原子炉構造用金属の溶接	322
17.3.1	概説	322
17.3.2	原子炉溶接の数例	323

## 第3編 圧 接

### 第18章 高温圧接

18.1	鍛接	326
18.2	ガス圧接法	327
18.2.1	概説	327
18.2.2	圧接条件	328
18.2.3	クローズパット法	328
18.2.4	オープンパット法	329
18.2.5	装置と応用	329
18.3	摩擦圧接	330
18.3.1	概説	330
18.3.2	装置	332
18.3.3	溶接条件	333
18.3.4	溶接部の性質	333
18.3.5	応用	333

## 第19章 重ね抵抗溶接

19.1 概説	335
19.1.1 種類	335
19.1.2 利点と欠点	335
19.1.3 応用	336
19.2 点溶接	336
19.2.1 概説	336
19.2.2 装置	338
19.2.3 溶接条件	341
19.2.4 溶接部の性質	347
19.3 シーム溶接	352
19.3.1 概説	352
19.3.2 溶接装置	352
19.3.3 溶接条件	353
19.3.4 溶接部の性質	354
19.4 突起溶接	356
19.4.1 概説	356
19.4.2 溶接装置	356
19.4.3 溶接条件	356
19.4.4 応用	358

## 第20章 突合せ抵抗溶接

20.1 フラッシュ溶接	360
20.1.1 概説	360
20.1.2 溶接装置	361
20.1.3 溶接条件	362
20.1.4 溶接部の性質	363
20.2 パット溶接	364
20.2.1 概説	364
20.2.2 溶接装置と溶接条件	364
20.3 パットシーム溶接	365

20・4 高周波溶接	366
20・4・1 概説	366
20・4・2 高周波誘導溶接	367
20・4・3 高周波抵抗溶接	368

## 第21章 常温圧接

21・1 概説	370
21・2 冷間圧接	370
21・2・1 概説	370
21・2・2 圧接条件	371
21・3 超音波溶接	374
21・3・1 概説	374
21・3・2 溶接装置と溶接条件	375
21・4 爆圧接	377

## 第4編 ろう接

### 第22章 ろう付けとはんだ付け

22・1 ろう付け	379
22・1・1 概説	379
22・1・2 ろうとフラックス	381
22・1・3 ろう付け用ふんい気	387
22・1・4 ろう付け継手の設計	387
22・1・5 ろう付け作業とその応用	388
22・2 はんだ付け	391

## 第5編 増補編

### 第23章 最近の溶接技術（補遺）

23・1 概説	394
23・2 ガスシールドアーク溶接	395

23・2・1	概説	395
23・2・2	CO <sub>2</sub> 半自動溶接	395
23・2・3	最近の直流アーク溶接電源	396
23・3	溶接用ロボット	398
23・3・1	概説	398
23・3・2	アーク溶接用ロボットの構造と性能	398
23・3・3	応用上の注意	399
23・4	レーザー切断と溶接	400
23・4・1	レーザーの特徴	400
23・4・2	炭酸ガスレーザー加工機	401
23・4・3	レーザー穴あけと切断	402
23・4・4	レーザー溶接	402
23・4・5	レーザー熱処理	404
23・5	拡散溶接	404
23・5・1	概説	404
23・5・2	拡散溶接の因子と条件	405
23・5・3	接合部の性質	406
23・5・4	装置と応用	406

## 付 録

溶接技術検定における試験方法ならびにその判定基準	407
--------------------------	-----

## 索 引

