



# 目 次

## I. 溶接の基礎

1. 溶接物理学の基礎 ……(鈴木春義)…… 3	1.6 溶接のエネルギー源 …………… 38
1.1 金属の結晶構造 …………… 3	2. 溶接冶金学の基礎 ……(岡田実)…… 41
1.1.1 結晶の単位格子 …………… 3	2.1 概 説 …………… 41
1.1.2 結晶内の面と方向の表示 … 4	2.1.1 溶接冶金学の意義 …………… 41
1.2 物質の一般的性質 …………… 5	2.1.2 溶接鋼材の履歴 …………… 41
1.2.1 金属の物理的性質の比較 … 5	2.1.3 溶接性 …………… 41
1.2.2 原子の構造およびイオン … 8	2.2 鉄鋼の分類とその製法 …………… 43
1.2.3 物質の状態 …………… 8	2.2.1 概 説 …………… 43
1.2.4 気体の物性 …………… 9	2.2.2 製鋼法の分類 …………… 43
1.2.5 液体の物性 …………… 10	2.2.3 各種製鋼法 …………… 44
1.2.6 流体の力学 …………… 13	2.2.4 鋼の脱酸と鋼塊の特性 …… 45
1.2.7 固体の物性 …………… 16	2.3 炭素鋼 …………… 47
1.3 金属の電気磁気的性質 …………… 19	2.3.1 鉄-炭素系平衡状態図 …… 47
1.3.1 電流, 抵抗, 電力 …………… 19	2.3.2 鋼の変態 …………… 48
1.3.2 高周波電流 …………… 21	2.3.3 熱処理 …………… 52
1.3.3 熱電子と仕事関数 …………… 22	2.3.4 加工 …………… 53
1.3.4 電 離 …………… 23	2.3.5 鋼の性質に及ぼす合金諸 元素の影響 …………… 55
1.3.5 磁気と磁化 …………… 23	2.4 溶接の化学冶金 …………… 58
1.3.6 電流と磁気 …………… 25	2.4.1 スラグ中の ( $\Sigma$ FeO) と 溶鋼中の [FeO] または [O] との平衡 …………… 58
1.4 金属の機械的性質 …………… 26	2.4.2 Mn および Si による脱酸 …… 58
1.4.1 応力とひずみ …………… 26	2.4.3 [C] と [O] との反応 …… 61
1.4.2 金属の破壊と転位 …………… 29	2.4.4 [H] …………… 62
1.4.3 クリープ …………… 31	2.4.5 [N] …………… 64
1.5 溶接中の温度変化 …………… 33	
1.5.1 熱伝導の基礎式 …………… 33	
1.5.2 溶接中の温度分布 …………… 34	

2.5 溶接金属	64	2.6.4 熱影響部割れ	75
2.5.1 概 説	64	2.6.5 熱影響部のぜい化	77
2.5.2 凝固過程	64	2.7 溶接部の性質と性能調査の方法	78
2.5.3 組織および組成の変化	65	2.7.1 概 説	78
2.5.4 溶接金属の欠陥	67	2.7.2 母材の異方性とはく離性 試験	80
2.6 溶接熱影響部	72	2.7.3 溶接部の物理的性質	81
2.6.1 概 説	72	2.7.4 溶接部の化学的性質	84
2.6.2 温度変化	73	2.7.5 溶接部の機械的性質	86
2.6.3 溶接熱影響部の組織と機 械的性質	73		

## II. ガス溶接法

### 3. ガス溶接機材

……(中 西 実)…… 93

3.1 燃料ガス	93
3.1.1 アセチレン	93
3.1.2 アセチレンの発生	94
3.1.3 カーバイド	95
3.1.4 アセチレンの清浄	96
3.1.5 水封式安全器	97
3.1.6 溶解アセチレン	97
3.1.7 水 素	98
3.1.8 プロパン	98
3.1.9 その他のガス	98
3.1.10 燃焼強さ	99
3.2 酸 素	99
3.2.1 気体酸素	100
3.2.2 液体酸素	100
3.3 圧力調整器	100
3.3.1 圧力調整器の基本的構造	101
3.3.2 圧力調整器の特性	101
3.3.3 二段式調整器	102
3.4 ガス溶接器	103
3.4.1 低圧式溶接器	104

3.4.2 インジェクタ式ミキサ	104
3.4.3 中圧式溶接器	105
3.4.4 火 口	105
3.4.5 溶接器の特性	105
3.5 その他の機材	106

### 4. ガス溶接

……(大 西 巖・水 野 政 夫)……108

4.1 一 般	108
4.2 酸素アセチレン溶接	108
4.2.1 基 礎	108
4.2.2 特 性	115
4.2.3 溶接棒	120
4.2.4 フラックス	122
4.2.5 溶接方法	122
4.3 ブレーズ溶接	129
4.3.1 溶接棒	130
4.3.2 溶接方法	130
4.3.3 応用範囲	130
4.4 その他のガス溶接	130
4.4.1 一 般	130
4.4.2 酸水素溶接および空気水 素溶接	131

4・4・3	酸素と各種ガス燃料によ る溶接	132
4・4・4	酸素と各種液体燃料によ る溶接	132
4・4・5	空気アセチレン溶接	132
<b>5. ガス圧接</b>		
	……(大井一郎)……	134
5・1	クローズ法	134

5・1・1	接合原理	134
5・1・2	圧接条件	135
5・1・3	接合部の性質	137
5・1・4	装置と応用	137
5・2	オープン法	140

### III. アーク溶接法

<b>6. アークおよび金属移行</b>		
	……(安藤弘平)……	145
6・1	アーク物理	145
6・1・1	概説	145
6・1・2	アーク柱	145
6・1・3	陽極	146
6・1・4	陰極	146
6・2	アーク特性	146
6・2・1	アークの電圧電流特性	146
6・2・2	周囲ガスの影響その他	147
6・2・3	交流アーク	147
6・3	アーク電力と棒金属と溶融	148
6・3・1	アーク電力	148
6・3・2	電極棒金属の溶融の等価 電圧	148
6・3・3	アークの熱効率, 母材の 溶融効率	149
6・3・4	極性効果	149
6・4	溶接アークの諸現象	150
6・4・1	アークの清掃作用	150
6・4・2	磁気吹き	150
6・4・3	ピンチ効果	150
6・4・4	プラズマ気流, アークの	

	硬直性	151
6・4・5	瞬間的短絡	151
6・4・6	アーク力	152
6・4・7	スパッタ	152
6・5	電極棒金属の移行	153
6・5・1	手動溶接の場合の移行	153
6・5・2	自動溶接の場合の移行	154

### 7. アーク溶接機器

……(杉原栄次郎)……156

7・1	アーク溶接機の特 性	156
7・1・1	垂下特性, 定電圧特 性, 上昇特性	156
7・1・2	ソフトアーク, フォ ースフルアーク, ア ークドライブ, ガウ ジングなどの特 性	157
7・2	交流アーク溶接機	158
7・2・1	一般	158
7・2・2	溶接電流調整の原 理	158
7・2・3	溶接機の容量の表 示	159
7・2・4	一次皮相入力	159
7・2・5	損失	159
7・2・6	効率, 力率	159

7・2・7	使用率	160
7・2・8	二次無負荷電圧とアーク の安定	160
7・2・9	規 格	161
7・2・10	交流アーク溶接機の種類	161
7・2・11	特殊交流アーク溶接機	164
7・2・12	溶接機の設置	166
7・3	直流アーク溶接機	168
7・3・1	整流器式直流アーク溶接 機	168
7・3・2	電池式直流アーク溶接機	171
7・3・3	回転形直流アーク溶接機	171
7・4	交直両用アーク溶接機	175
7・4・1	静止形	175
7・4・2	回転形	175
7・5	多人数形アーク溶接機	175
7・6	高周波発生装置	176
7・7	自動電撃防止装置	177
7・8	遠隔制御装置	179
7・8・1	有線式	179
7・8・2	無線式	179
7・9	ホットスタート装置とアークド ライブ回路	180
7・9・1	溶接機付加装置形	180
7・9・2	溶接機内蔵形	181
7・10	アーク溶接作業用具	181
7・10・1	溶接用ケーブル	181
7・10・2	ケーブルコネクタ	182
7・10・3	溶接棒ホルダ	182
7・10・4	電流計	183
7・10・5	接地用端子	183
7・10・6	防災用器具	183
7・10・7	その他	184

## 8. 被覆金属アーク溶接

……(吉田 兔四郎)……186

8・1	定義および概説	186
8・2	被覆アーク溶接棒	188

8・2・1	ワイヤ	188
8・2・2	被覆剤の効用	189
8・2・3	被覆剤の種類と配合	193
8・2・4	被覆アーク溶接棒の種類 と特性	200

## 9. サブマージアーク溶接

……(中根 金作)……209

9・1	概 要	209
9・1・1	原 理	209
9・1・2	特 徴	209
9・1・3	サブマージアーク溶接の 利用	209
9・2	溶接装置	210
9・3	溶接用材料	211
9・3・1	ワイヤ	211
9・3・2	フラックス	213
9・3・3	フラックスとワイヤの 選択	214
9・4	溶接部の諸性質と欠陥	219
9・4・1	溶接部の諸性質	219
9・4・2	溶接部の欠陥	221
9・5	溶接施行法	222
9・5・1	溶接準備	222
9・5・2	溶接条件と溶接部形状と の関係	223
9・5・3	溶接条件の選定	224
9・5・4	特殊な溶接方法	225

## 10. イナートガスアーク溶接

……(鈴木 春 義)……233

10・1	概 説	233
10・1・1	原 理	233
10・1・2	利 点	233
10・2	TIG 溶接	234
10・2・1	TIG 溶接特性	234
10・2・2	TIG 溶接装置	236
10・2・3	TIG 溶接の継手準備と	

溶接条件	241
10・2・4 TIG ツインアーク溶接	245
10・2・5 TIG 点溶接	245
10・3 MIG 溶接	246
10・3・1 MIG 溶接特性	246
10・3・2 MIG 溶接装置	248
10・3・3 MIG 溶接条件	249
10・3・4 MIG 点溶接	250
10・4 イナートガスアーク溶接の応用	250
10・4・1 特徴と溶接費用	250
10・4・2 応用	251

## 11. 炭酸ガスアーク溶接

……(益本 功)……253

11・1 概説	253
11・1・1 特長	253
11・1・2 分類	253
11・2 炭酸ガス溶接法の基礎	255
11・2・1 裸鋼線 CO <sub>2</sub> および CO <sub>2</sub> -O <sub>2</sub> 法	255
11・2・2 短絡移行の溶接条件	261
11・2・3 フラックス併用鋼線炭酸ガスアーク溶接法	263
11・3 溶接装置	264
11・3・1 裸鋼線炭酸ガス溶接装置	264
11・3・2 フラックス併用鋼線法の溶接装置	266
11・4 溶接条件と溶接部の諸性質	266
11・4・1 裸鋼線法の溶接条件と溶接部の性質	266
11・4・2 ユニオンアーク法の溶接条件と溶接部の性質	267
11・4・3 アークスアーク法の溶接条件と溶接部の性質	269
11・4・4 国産フラックス封入鋼線による溶接部の諸性質	272

11・4・5 エレクトロ・ガス溶接	273
11・5 応用例	274

## 12. スタッド溶接

……(姫野 秀次郎)……279

12・1 概説	279
12・2 軟鋼スタッドの溶植	281
12・2・1 溶植条件	281
12・2・2 スタッドの直径と母材の厚さ	282
12・2・3 溶接ひずみと溶植点裏面の温度	282
12・2・4 母材の材質	283
12・3 その他のスタッドの溶植	284
12・3・1 ステンレス鋼	284
12・3・2 黄銅	284
12・3・3 銅	285
12・3・4 アルミニウム	285
12・4 強度試験	286
12・4・1 破壊試験	286
12・4・2 機械的強度試験	287
12・5 応用例	289

## 13. その他のアーク溶接

……(杉原 栄次郎)……290

13・1 炭素アーク溶接	290
13・2 原子水素溶接	290
13・3 自動アーク溶接	291
13・3・1 フェーザーク法	291
13・3・2 ブラウン・ボベリの方 法	291
13・3・3 エリン鎖状フラックス の方法	292
13・3・4 バーナードアーク法	292
13・3・5 インナーシールド法	292
13・3・6 ノーガス・ノーフラッ クス法	292
13・3・7 スバブ式	293

13・4 半自動アーク溶接……………293  
 13・4・1 赤崎式……………293  
 13・4・2 EH法(横置式)……………294  
 13・4・3 傾斜式……………294  
 13・4・4 重力式……………294  
 13・4・5 ESS法(Einlege-Sc-

hnell-Schweissverfa-  
 hren)……………295  
 13・4・6 HM法(Humbolt-  
 Meller)……………295  
 13・5 アークスポット溶接……………295

## IV. その他の融接法

**14. エレクトロスラグ溶接**  
 ……(稲垣道夫)……………299  
 14・1 基礎……………299  
 14・2 特性……………300  
 14・3 装置および材料……………301  
 14・3・1 装置……………301  
 14・3・2 材料……………303  
 14・4 継手の準備と溶接条件……………304  
 14・5 応用……………306

**15. テルミット溶接**  
 ……(大井一郎)……………308  
 15・1 基礎……………308  
 15・2 加圧テルミット法……………308  
 15・3 溶融テルミット法……………309  
 15・3・1 るつぼ……………309  
 15・3・2 予熱器……………310  
 15・3・3 鑄型砂……………311  
 15・3・4 鑄型作成用器具および  
 材料……………311  
 15・3・5 テルミット剤……………311  
 15・4 鋼の溶接に対する溶融テルミ  
 ット法の応用……………312  
 15・4・1 レールの溶接……………312  
 15・4・2 肉盛溶接法……………314  
 15・4・3 機械および船舶関係部

品の溶接……………315  
 15・5 鋳鉄の溶融テルミット法……………316  
 15・6 銅の溶融テルミット法……………317  
 15・7 組み合わせテルミット法……………318

**16. 電子ビーム溶接**  
 ……(橋本達哉)……………320  
 16・1 特徴と基礎特性……………320  
 16・1・1 電子ビームの物理的性  
 質……………320  
 16・1・2 電子ビーム溶接法の特  
 長……………321  
 16・2 装置……………321  
 16・3 溶接入熱選定上の諸問題……………323  
 16・4 溶接部の性質……………325  
 16・5 電子ビームの応用……………327  
 16・5・1 穿孔……………327  
 16・5・2 厚板の溶接……………327  
 16・5・3 ミクロ溶接……………327  
 16・5・4 特殊金属の溶接……………328  
 16・6 さいぎんの技術……………328

**17. 溶 射**  
 ……(稲垣道夫)……………329  
 17・1 基礎と特性……………329  
 17・2 溶射装置……………329  
 17・3 溶射材料……………330

17・4 施工法	331
17・4・1 前処理	331
17・4・2 溶射被覆法	332
17・5 溶射部の性質	335
17・6 応用	336
<b>18. 肉盛溶接</b>	
……(伊藤 祐光)……	339
18・1 金属の摩耗概説	339
18・1・1 緒言	339
18・1・2 凝着摩耗	340

18・1・3 研摩耗および切削摩耗	340
18・1・4 腐食摩耗	340
18・1・5 表面疲労	341
18・1・6 その他の摩耗	342
18・2 肉盛溶接法	342
18・2・1 合金元素の添加法	342
18・2・2 溶接法	343
18・3 硬化肉盛溶着金属各論	345
18・3・1 溶着金属の分類	345
18・3・2 溶着金属各論	345

## V. 電気抵抗溶接法

<b>19. 抵抗溶接装置</b>	
……(中村 孝)……	353
19・1 概説	353
19・1・1 抵抗溶接機の種類	353
19・1・2 加圧機構	353
19・1・3 溶接電流と二次回路	356
19・1・4 溶接電流の調整	357
19・1・5 容量, 使用率, 力率	358
19・2 点溶接機	361
19・2・1 定置形点溶接機	361
19・2・2 ポータブル点溶接機	362
19・3 プロジェクション溶接機	366
19・3・1 プロジェクション溶接機 の特性	366
19・3・2 各種プロジェクション 溶接機	367
19・4 シーム溶接機	368
19・4・1 シーム溶接機の種類	368
19・4・2 給電方式と駆動方式	369
19・4・3 シーム溶接機の実際	370
19・4・4 ポータブル・シーム溶	

接機	373
19・5 専用機	373
19・5・1 専用機の性質	373
19・5・2 エキスパンダ点溶接機	374
19・5・3 マルチ・スポット溶接 機	375
19・5・4 特殊プロジェクション 溶接機	379
19・5・5 特殊シーム溶接機	379
19・5・6 電縫管溶接装置	380
19・6 低入力形抵抗溶接機	382
19・6・1 抵抗溶接機の低入力化対 策	382
19・6・2 コンデンサによる力率 改善	382
19・6・3 静電蓄勢式点溶接機	383
19・6・4 低リアクタンス式溶接 機	383
19・7 バット溶接機	385
19・7・1 一般	385
19・7・2 バット溶接機の実際	386
19・8 フラッシュ溶接機	387



19・8・1 一般	387	20・1・3 接触抵抗	412
19・8・2 手動式フラッシュ溶接機	388	20・1・4 溶接の過程	413
19・8・3 空気加圧式フラッシュ溶接機	389	20・2 溶接結果に影響を及ぼす諸因子	414
19・8・4 油圧式フラッシュ溶接機	390	20・2・1 溶接電流	415
19・8・5 電動式フラッシュ溶接機	391	20・2・2 通電時間	417
19・8・6 専用形フラッシュ溶接機	391	20・2・3 通電波形(その1—通電回数によるもの)	418
19・9 その他の機器	392	20・2・4 通電波形(その2—制御方式によるもの)	419
19・9・1 パーカッション溶接機	392	20・2・5 加圧力	421
19・9・2 抵抗ろう付機	392	20・2・6 電極の材質および形状	423
19・9・3 リベット・ヒータとリベッタ	393	20・2・7 溶接ピッチと板端距離	424
19・9・4 アプセッタ	393	20・3 被溶接材料	425
19・10 制御装置	394	20・3・1 被溶接材の材質	426
19・10・1 主電流開閉装置	394	20・3・2 板厚および組合せ	427
19・10・2 通電時間制御装置	399	20・3・3 表面状況と表面処理	428
19・10・3 シーケンス制御装置と保護装置	400	20・4 点溶接	429
19・11 電極	400	20・4・1 点溶接法の種類	429
19・11・1 電極材料	400	20・4・2 点溶接条件	431
19・11・2 電極チップ	405	20・4・3 点溶接部の機械的性質	431
19・12 電源, 据付けおよび保守	406	20・4・4 点溶接設計	437
19・12・1 他の電力需要者への影響	406	20・4・5 点溶接の品質管理	439
19・12・2 電源容量	407	20・5 プロジェクション溶接	440
19・12・3 給電線	407	20・5・1 一般	440
19・12・4 据付けならびに保守	408	20・5・2 溶接条件	441
20. 点溶接, プロジェクション溶接, およびシーム溶接	410	20・5・3 ビニル鋼板のプロジェクション溶接	443
……(中村 孝)……	410	20・5・4 プロジェクション溶接設計	443
20・1 概説	410	20・6 シーム溶接	444
20・1・1 種類および定義	410	20・6・1 シーム溶接の原理と種類	444
20・1・2 抵抗溶接現象	410	20・6・2 溶接条件	447
		20・6・3 溶接部の強さ, 試験法および品質管理	448
		20・6・4 シーム溶接設計	450

21.	バット溶接, フラッシュ溶接, およびパーカッション溶接 .....(中村 孝).....	453
21・1	概説.....	453
21・2	バット溶接.....	453

21・3	フラッシュ溶接.....	454
21・3・1	一般的原理.....	454
21・3・2	溶接設計および施工法.....	456
21・3・3	溶接部の性質.....	459
21・4	パーカッション溶接.....	461

## VI. その他の圧接法

### 22. 鍛接 .....(中根金作).....

22・1	概説.....	465
22・2	ハンマ溶接.....	466
22・3	ダイス溶接.....	467
22・4	ロール溶接.....	467

### 23. 高周波溶接 .....(上山文男).....

23・1	概説.....	468
23・2	高周波電源.....	468
23・2・1	高周波電源の種類.....	468
23・2・2	高周波電動発電機.....	468
23・2・3	真空管発振器.....	469
23・2・4	火花放電発振器.....	470
23・3	高周波誘導溶接.....	471
23・3・1	原理.....	471
23・3・2	周波数の選定.....	471
23・3・3	管の円周継手の溶接.....	472
23・3・4	管の長手継手の溶接.....	473
23・4	高周波抵抗溶接.....	474
23・4・1	原理.....	474
23・4・2	管の長手継手の溶接.....	475
23・4・3	各種の溶接継手に対す る応用.....	476

### 24. 冷間圧接 .....(山路賢吉).....

24・1	基礎.....	478
24・1・1	冷間圧接機構.....	478
24・1・2	圧接性に及ぼす諸因子.....	478
24・2	特性.....	479
24・2・1	圧接部の組織.....	479
24・2・2	圧接部の機械的強さ.....	480
24・2・3	冷間圧接の特長および 欠点.....	482
24・3	装置および工具.....	482
24・3・1	圧接装置.....	482
24・3・2	圧接工具.....	482
24・4	溶接条件.....	484
24・5	応用.....	484

### 25. 超音波接合 .....(新成夫).....

25・1	概説.....	486
25・2	超音波接合法の基礎.....	487
25・2・1	接合機構.....	487
25・2・2	接合形態.....	489
25・2・3	接合部における温度上 昇.....	490
25・3	接合装置.....	490
25・4	接合性と接合諸条件との一般	

的な関係……………492

25・5 応 用……………494

**26. その他の特殊圧接法**  
 ……(蓮井 淳)……………495

26・1 摩擦溶接……………495

26・1・1 概 要……………495

26・1・2 圧接部の性質……………496

26・1・3 圧接機……………497

26・1・4 継手の準備と圧接条件……………497

26・1・5 応 用……………499

26・2 爆圧接, ガス圧着……………500

26・2・1 爆圧接……………500

26・2・2 ガス圧着……………501

VII. ろ う 接 法

**27. ろう接法の基礎**  
 ……(石井 勇五郎)……………505

27・1 ろう接の概念……………505

27・2 接着の機構とその様式……………505

27・3 ろう接における拡散現象……………511

27・4 接着境界層の溶融, 凝固および  
 生成物……………513

27・5 接着境界の耐久温度……………515

27・6 ろう材の接着性と接触角……………515

27・7 接着強さ……………516

27・8 接着境界のかたさ……………516

27・9 ろう材成分の選択の基準……………517

**28. 軟ろう付**  
 ……(大西 巖・岡本 郁男)……………518

28・1 軟ろう……………518

28・1・1 ハンダ……………518

28・1・2 鉛-カドミウム系ろう……………522

28・1・3 鉛-銀系ろう……………522

28・1・4 低融点ろう……………523

28・1・5 カドミウム-亜鉛ろう……………523

28・2 軟ろう用溶剤……………524

**29. 硬ろう付**  
 ……(大西 巖・岡本 郁男)……………527

29・1 硬ろう……………527

29・1・1 ろうの具備すべき条件……………527

29・1・2 硬ろうの種類……………529

29・2 硬ろう用溶剤……………552

29・3 ろう付ふんい気……………554

29・3・1 種類および特性……………554

29・3・2 ふんい気ガスの露点……………556

**30. 熱源と装置**

……(大西 巖・岡本 郁男)……………559

30・1 熱 源……………559

30・1・1 火炎を用いる場合……………559

30・1・2 電気抵抗熱を用いる場  
 合……………559

30・1・3 火炎あるいは電気抵抗  
 熱を間接的に用いる場  
 合……………561

30・1・4 アーク熱を用いる場合……………562

30・1・5 超音波を併用する場合……………562

30・2 装 置……………562

30・2・1 こてろう付装置……………562

30・2・2 吹管ろう付装置……………563

30・2・3 抵抗ろう付装置……………563

30・2・4 高周波誘導加熱ろう付  
 装置……………564

30・2・5 炉中ろう付装置……………565

30・2・6 浸せきろう付装置 ……566

### 31. 継手と設計

……(水野政夫)……568

31・1 一般 ……568

31・2 ろう付継手設計上の基礎 ……568

31・3 継手設計上の注意事項 ……569

31・4 継手間隙および継手の標準強度 ……571

31・5 代表的な継手の形状 ……572

31・6 ろう材の装入装置 ……573

31・7 ろう付のための位置設定 ……573

31・8 軟ろう付用の継手 ……573

## VIII. 切断および炎加工

### 32. ガス切断法

……(水津寛一)……579

32・1 緒論 ……579

32・2 ガス切断の基礎 ……579

32・2・1 ガス切断の機構 ……579

32・2・2 各種金属の被切断性 ……580

32・3 ガス切断に影響する諸因子 ……580

32・3・1 ガス切断の条件 ……580

32・3・2 切断酸素気流の特性 ……582

32・3・3 酸素純度の影響 ……586

32・3・4 鋼温度の影響 ……589

32・3・5 予熱炎 ……591

32・4 ガス切断による物理、化学および冶金的效果 ……594

32・4・1 ガス切断ひずみ ……594

32・4・2 ガス切断部のかたさと組織 ……594

32・4・3 ガス切断部のぜい化 ……597

32・5 ガス切断器および装置 ……599

32・6 各種切断法 ……600

32・6・1 手動切断 ……600

32・6・2 自動ガス切断 ……600

32・6・3 重ね切断 ……605

32・6・4 酸素槍 ……607

32・6・5 厚板の切断 ……607

32・6・6 切断困難な金属の切断 ……608

32・6・7 水中切断 ……610

### 33. アーク切断

……(原谷育夫)……612

33・1 概説 ……612

33・2 炭素アーク切断 ……612

33・2・1 特性と装置 ……612

33・2・2 切断方法と切断条件 ……612

33・3 金属アーク切断 ……613

33・3・1 特性と装置 ……613

33・3・2 切断方法と切断条件 ……613

33・4 アークエア切断 ……614

33・4・1 特性と装置 ……614

33・4・2 切断方法と切断条件 ……615

33・5 酸素アーク切断 ……616

33・5・1 特性と装置 ……616

33・5・2 切断方法と切断条件 ……616

33・6 イナートガス・メタルアーク切断 ……618

33・6・1 特性と装置 ……618

33・6・2 切断方法と切断条件 ……618

33・7 タングステン・アーク切断 ……619

33・8 各種アーク切断法の利用 ……619

### 34. 特殊切断

……(原谷育夫)……620

34・1 概説 ……620

34・2 プラズマ切断の特性……………621  
 34・3 プラズマ切断装置……………621  
 34・4 プラズマ切断条件……………623  
 34・5 プラズマ切断の応用……………626

**35. 炎 加 工**

……(中 西 実)……628

35・1 炎切削……………628  
 35・2 炎切削の諸要素……………629  
 35・3 スカーフィング……………630  
   35・3・1 スカーフィングの種類 ……630  
   35・3・2 手動スカーフィング ……630  
   35・3・3 自動スカーフィング ……631  
   35・3・4 パウダスカーフィング ……632  
   35・3・5 スカーフィングにおけ  
     る酸素純度の影響 ……633  
   35・3・6 スカーフィングにおけ  
     る酸素消費量 ……633  
 35・4 ガウジング……………633  
   35・4・1 ガウジング用器材 ……633  
   35・4・2 ガウジング操作 ……634  
   35・4・3 後退法ガウジング ……634  
   35・4・4 点ガウジング ……635  
   35・4・5 自動ガウジング ……635  
   35・4・6 グループ加工 ……635  
   35・4・7 ガウジングにおける諸  
     因子 ……636  
   35・4・8 酸素消費量 ……638  
   35・4・9 ガウジングの応用 ……638  
 35・5 ウォッシング……………638  
 35・6 穿孔法……………639

**36. 炎 工 作**

……(橋 本 敏 郎)……640

36・1 曲げ加工……………640  
   36・1・1 まえがき ……640  
   36・1・2 線状加熱法の原理およ  
     び応用 ……640

36・1・3 線状加熱法における要  
   因とその効果 ……640  
 36・1・4 線状加熱法が材質に及  
   ぼす影響 ……642  
 36・1・5 線状加熱適用条件 ……644  
 36・2 ひずみの除去……………645  
   36・2・1 線状加熱および点加熱  
     (お灸)によるひずみ  
     取り ……645  
   36・2・2 点加熱および線状加熱  
     の加熱条件が収縮に及  
     ぼす効果 ……646  
   36・2・3 線状加熱および点加熱  
     によるひずみ取りが材  
     質に及ぼす影響 ……647

**37. 炎 処 理**

……(中 西 実)……649

37・1 炎焼入れ……………649  
   37・1・1 方 法 ……649  
   37・1・2 焼入れ装置 ……650  
   37・1・3 燃料ガス ……652  
   37・1・4 焼入れ効果 ……652  
   37・1・5 焼入れ部の組織 ……653  
   37・1・6 焼入れ部の熱処理 ……653  
   37・1・7 炎焼入れによる変形 ……654  
   37・1・8 炎焼入れの実用例 ……654  
 37・2 炎強化……………656  
 37・3 炎軟化……………656  
   37・3・1 炎軟化作業 ……656  
   37・3・2 装置およびガス ……656  
 37・4 炎滲炭……………657  
 37・5 炎脱ガス処理……………657  
 37・6 炎さび取りおよび炎清掃……………658  
   37・6・1 効果の実例 ……658  
 37・7 炎ひずみ取り……………659  
 37・8 低温応力緩和法……………659  
 37・9 線状加熱……………660

37・10 炎加熱のその他の利用 .....663

## IX. 各種金属材料の溶接

## 38. 鉄, 炭素鋼

.....(田村博).....667

38・1 鉄.....667

38・1・1 鉄鋼の分類 .....667

38・1・2 鉄の一般的性質 .....667

38・1・3 溶製鉄の溶接 .....668

38・1・4 錬鉄の溶接 .....669

38・2 炭素鋼.....671

38・2・1 炭素鋼の種類 .....671

38・2・2 炭素鋼の一般的性質 .....672

38・2・3 炭素鋼の溶接性 .....674

38・2・4 低炭素鋼の溶接 .....678

38・2・5 中炭素鋼の溶接 .....680

38・2・6 高炭素鋼の溶接 .....681

38・2・7 炭素工具鋼の溶接 .....682

38・2・8 メッキ鋼板の溶接 .....682

38・3 鋳鋼.....682

38・3・1 鋳鋼の種類と一般的性質 .....682

38・3・2 鋳鋼の溶接性 .....683

38・3・3 炭素鋳鋼の溶接 .....684

## 39. 鋳鉄

.....(田村元).....686

39・1 溶接に関係ある鋳鉄の冶金学  
および機械的性質.....686

39・1・1 鋳鉄の一般的性質 .....686

39・1・2 鋳鉄の溶接部の性質 .....688

39・1・3 鋳鉄の溶接性 .....692

39・1・4 特殊鋳鉄とその溶接 .....692

39・2 鋳鉄のアーカ溶接法.....692

39・2・1 アーク溶接用溶接棒 .....693

39・2・2 冷間溶接法 .....693

39・2・3 低温予熱溶接法 .....694

39・2・4 高温予熱溶接法 .....694

39・3 鋳鉄のガス溶接法.....695

39・3・1 ガス溶接用溶接棒 .....695

39・3・2 溶接施工法 .....696

39・3・3 ガス溶接法の実例 .....698

39・4 鋳鉄の低温溶接法.....699

39・4・1 青銅溶接法 .....699

39・4・2 共晶合金溶接法 .....699

39・5 鋳鉄鋳物の溶接基準.....700

## 40. 低合金鋼

.....(稲垣道夫).....701

40・1 一般的性質.....701

40・1・1 種類と機械的性質 .....701

40・1・2 切欠じん性 .....709

40・1・3 合金元素の影響 .....710

40・2 溶接性.....713

40・2・1 溶接部の硬化と延性 .....715

40・2・2 溶接用 CCT 図 .....715

40・2・3 再現熱サイクル機械試験 .....717

40・2・4 溶接性に関する炭素当量 .....719

40・2・5 冷間割れ .....719

40・3 溶接法.....721

40・3・1 被覆アーク溶接 .....721

40・3・2 サブマージアーク溶接 .....722

40・3・3 炭酸ガスアーク溶接 .....723

40・3・4 抵抗溶接 .....724

40・4	溶接条件	724	42・2・3	炭化物の析出	762
40・4・1	溶接部の冷却状況	725	42・2・4	応力腐食割れ	764
40・4・2	適正溶接条件の選定	730	42・3	新しいオーステナイトクロ ムニッケル鋼	764
40・5	応用	738	42・3・1	クロム-低ニッケル-マ ンガン鋼	764
41	クロム鉄とクロム鋼 ……(井川 博)……	740	42・3・2	析出硬化系鋼	765
41・1	一般的性質	740	42・4	オーステナイトクロムニッケ ル鋼の溶接	766
41・1・1	クロム鉄とクロム鋼の 分類	740	42・4・1	アーク溶接法	766
41・1・2	物理的および機械的性 質	741	42・4・2	抵抗溶接法	770
41・2	冶金学的特性	742	42・4・3	ガス溶接法	772
41・3	クロム鋼の溶接	745	42・4・4	ろう付	774
41・3・1	3~10% クロム鋼	746	42・4・5	はんだ付	774
41・3・2	11~14% クロム鋼	747	42・5	切 断	774
41・3・3	14~18% クロム鋼	748	42・6	オーステナイトクロムニッケ ル鋼溶接棒による異材の溶接	775
41・3・4	20~30% クロム鋼	749	42・7	溶接後の処理	778
41・4	クロム鋼とその他の鋼材との 溶接	751	42・7・1	熱処理	778
41・5	溶接後の熱処理	752	42・7・2	表面清浄ならびに酸洗 い	780
41・5・1	3~10% クロム鋼	752	43	オーステナイトマンガン鋼 ……(安 藤 精 一)……	782
41・5・2	14~18% クロム鋼	753	43・1	オーステナイトマンガン鋼の 特性	782
41・5・3	20~30% クロム鋼	753	43・1・1	化学成分	782
42	オーステナイトクロムニッケ ル鋼 ……(井川 博)……	755	43・1・2	熱処理の影響	782
42・1	一般的性質	755	43・1・3	加工硬化	783
42・1・1	オーステナイトクロム ニッケル鋼の分類	755	43・1・4	摩耗抵抗	783
42・1・2	物理的および機械的性 質	757	43・2	オーステナイトマンガン鋼の 溶接性	783
42・1・3	低温衝撃特性	758	43・3	オーステナイトマンガン鋼用 溶接棒	784
42・2	冶金学的特性	759	43・4	オーステナイトマンガン鋼の 溶接施工法	785
42・2・1	合金元素添加の影響	759	43・4・1	溶接機	785
42・2・2	フェライト相とシグマ 相	759	43・4・2	準備	786

43・4・3 溶接 .....786

#### 44. クラッド鋼

.....(前田豊生).....789

44・1 概説 .....789

44・2 クラッド鋼の製法 .....789

44・2・1 高温圧延 .....789

44・2・2 ろう付 .....790

44・2・3 肉盛溶接 .....791

44・2・4 圧接 .....791

44・2・5 クラッド鋼製造後の熱  
処理 .....791

44・3 クラッド鋼の加工 .....792

44・4 クラッド鋼の切断 .....793

44・5 クラッド鋼の溶接 .....794

44・5・1 溶接グループの設計 .....794

44・5・2 ベースメタルの溶接 .....795

44・5・3 クラディングの溶接 .....796

44・5・4 欠陥の補修 .....799

44・6 溶接後の熱処理 .....799

44・6・1 一般 .....799

44・6・2 マルテンサイト系のク  
ロムステンレス鋼をク  
ラディングとするクラ  
ッド鋼 .....799

44・6・3 フェライト系のクロム  
ステンレス鋼をクラデ  
ィングとするクラッド  
鋼 .....800

44・6・4 クロムニッケルオース  
テナイトステンレス鋼  
をクラディングとする  
クラッド鋼 .....800

44・6・5 ニッケル合金・クラッ  
ド鋼 .....801

44・6・6 その他のクラッド鋼 .....801

#### 45. 耐熱合金

.....(小野健二).....802

45・1 耐熱合金の種類 .....802

45・1・1 分類 .....802

45・1・2 Fe基耐熱合金 .....803

45・1・3 Ni基耐熱合金 .....803

45・1・4 Co基耐熱合金 .....803

45・2 耐熱合金の溶接 .....804

45・2・1 耐熱合金の溶接割れ .....804

45・2・2 溶接棒と溶接法 .....805

45・2・3 溶接継手の高温強度 .....807

45・3 耐熱合金の抵抗溶接 .....808

45・4 耐熱合金のろう接 .....810

#### 46. アルミニウムとその合金

.....(内田彰).....812

46・1 種類と一般的性質 .....812

46・1・1 緒説 .....812

46・1・2 種類と規格 .....812

46・1・3 熱処理, 加工硬化, 軟  
化 .....813

46・1・4 物理的および機械的性  
質 .....816

46・2 溶接性 .....817

46・2・1 概説 .....817

46・2・2 溶接金属の組織 .....817

46・2・3 熱影響 .....818

46・2・4 溶接割れ .....820

46・2・5 ブローホール(気孔) .....823

46・3 溶接の一般事項 .....824

46・3・1 継手の清浄(前処理) .....824

46・3・2 フラックス .....825

46・3・3 溶加材 .....826

46・3・4 予熱, 拘束, タック溶  
接, 裏あて .....826

46・3・5 ひずみ, ひずみ取り,  
仕上げ .....828



- 46・3・6 欠陥検査 (非破壊検査)……828
- 46・4 融 接……………829
- 46・4・1 TIG 溶接 (イナート  
ガスタングステンア  
ーク溶接)……………829
- 46・4・2 MIG 溶接 (イナート  
ガスマタルアーク溶接)……833
- 46・4・3 ガス溶接 ……………836
- 46・4・4 被覆アーク溶接 ……………836
- 46・4・5 その他の融接 ……………836
- 46・5 抵抗溶接, 冷間圧接その他の  
接合……………837
- 46・5・1 抵抗溶接 ……………837
- 46・5・2 冷間圧接 ……………839
- 46・5・3 超音波溶接 ……………839
- 46・5・4 プレーズ溶接 ……………840
- 46・5・5 ろう付 (硬ろう)……840
- 46・5・6 はんだ付 (軟ろう)……840
- 46・5・7 有機接着剤 ……………841
- 46・6 継手の性質……………841
- 46・6・1 静的強さ ……………841
- 46・6・2 疲れ強さ ……………843
- 46・6・3 欠陥の影響 ……………843
- 46・6・4 低温性質 ……………844
- 46・7 応 用……………844
- 47. マグネシウムとその合金**  
……(鈴木春義)……847
- 47・1 種 類……………847
- 47・1・1 概 説 ……………847
- 47・1・2 種 類 ……………847
- 47・2 溶接性……………850
- 47・2・1 概 説 ……………850
- 47・2・2 溶接割れ ……………851
- 47・2・3 溶接棒と継手の性質 ……851
- 47・2・4 応力除去熱処理 ……………852
- 47・3 溶接方法……………853
- 47・3・1 概 説 ……………853
- 47・3・2 イナートガスアーク溶  
接 ……………855
- 48. チタンおよびその合金**  
……(新 成 夫)……858
- 48・1 チタン (Ti) およびその合金  
の一般的性質……………858
- 48・1・1 チタンおよびその合金  
の物理的および冶金学  
的特性 ……………858
- 48・1・2 チタンおよびその合金  
の化学的性質 ……………861
- 48・1・3 チタンおよびその合金  
の機械的性質 ……………863
- 48・2 チタンおよびその合金の溶接  
性と問題点 ……………865
- 48・2・1 大気汚染とガスシール  
ドの問題 ……………865
- 48・2・2 前処理 ……………866
- 48・2・3 溶接部の気孔 ……………866
- 48・2・4 合金化による溶接部の  
ぜい性 ……………866
- 48・2・5 応力腐食 ……………867
- 48・2・6 異種金属との接合 ……867
- 48・3 チタンおよびその合金の溶接  
施工と溶接継手の性能……867
- 48・3・1 イナートガスアーク溶  
接 ……………867
- 48・3・2 電子ビーム溶接 ……………871
- 48・3・3 抵抗溶接 ……………872
- 48・3・4 冷間圧接および超音波  
接合 ……………873
- 48・3・5 ろう付 ……………873
- 48・3・6 その他の接合法 ……875
- 48・4 チタン溶接部の検査……………877
- 49. 特殊金属**  
……(橋本達哉)……879

49・1 各種特殊金属材料の特徴……………879	50・6 被覆アーク溶接……………904
49・1・1 高融点材料……………880	50・6・1 銅の被覆アーク溶接……………904
49・1・2 耐食性材料……………880	50・6・2 銅合金の被覆アーク溶接……………904
49・1・3 原子核特性材料……………880	50・7 サブマージアーク溶接……………908
49・2 溶接上の諸問題……………880	50・8 イナートガスアーク溶接……………910
49・2・1 大気汚染……………880	50・9 窒素ガスアーク溶接……………913
49・2・2 ぜい性と割れ……………881	50・10 抵抗溶接……………913
49・2・3 気孔……………881	
49・2・4 粗粒……………881	
49・2・5 合金化による問題……………881	
49・3 溶接法……………882	<b>51. ニッケルおよび高ニッケル合金</b>
49・3・1 イナートガスアーク溶接法……………882	……………(副島一雄)……………917
49・3・2 抵抗溶接法……………882	51・1 ニッケルおよび高ニッケル合金の種類と特性……………917
49・3・3 特殊溶接法……………882	51・2 ニッケルおよび高ニッケル合金の溶接に関する一般事項……………918
49・3・4 ろう接法……………883	51・2・1 イオウまたは鉛の存在確認法……………919
49・4 各種金属の溶接……………883	51・2・2 ニッケルおよび高ニッケル合金中の元素と溶接性の関係……………920
49・4・1 ジルコニウム……………883	51・3 被覆アーク溶接……………921
49・4・2 ニオブ……………885	51・4 イナートガスアーク溶接……………924
49・4・3 タンタル……………885	51・5 サブマージアーク溶接……………925
49・4・4 モリブデン……………886	51・6 酸素アセチレンガス溶接……………926
49・4・5 ベリリウム……………887	51・7 高ニッケル合金の肉盛……………926
	51・8 異種金属の溶接……………927
<b>50. 銅とその合金</b>	<b>52. 金, 銀, 白金</b>
……………(覆易)……………889	……………(大西巖)……………929
50・1 緒言……………889	52・1 金の溶接……………929
50・2 銅およびその合金の種類……………889	52・2 銀の溶接……………930
50・2・1 銅……………889	52・3 白金の溶接……………931
50・2・2 黄銅(真ちゅう)……………891	
50・2・3 その他の銅合金……………892	
50・3 銅の溶接における基本的因子……………895	
50・4 ガス溶接……………899	
50・4・1 銅のガス溶接……………900	
50・4・2 銅合金のガス溶接……………901	
50・5 炭素アーク溶接……………902	
50・5・1 銅の炭素アーク溶接……………902	
50・5・2 銅合金の炭素アーク溶接……………903	
	<b>53. 鉛と亜鉛</b>
	……………(大西巖)……………932
	53・1 鉛の溶接……………932
	53・1・1 鉛の性質……………932

53・1・2 鉛の溶接 .....932

53・2 亜鉛の溶接.....934

53・2・1 亜鉛の性質 .....934

53・2・2 亜鉛の溶接 .....934

**54. 黒鉛およびサーメット**  
 .....(安藤良夫・藤村理人).....936

54・1 黒鉛の一般的性質およびその  
 応用.....936

54・2 黒鉛の接合法.....937

54・3 サーメットの一般的性質およ  
 びその応用.....937

54・4 サーメットの接合法.....938

**55. プラスチックスの溶接と金属  
 などの接着**  
 .....(大西巖・木村博).....940

55・1 プラスチックスの溶接.....940

55・1・1 溶接用プラスチック ..940

55・1・2 溶接用プラスチック  
 の鑑識法 .....941

55・1・3 熱風溶接法 .....941

55・1・4 熱器具溶接 .....947

55・1・5 摩擦圧接 .....948

55・1・6 その他の溶接 .....949

55・2 金属などの接着.....950

55・2・1 接着一般 .....950

55・2・2 実際の接着 .....952

55・2・3 接着技術 .....953

**X. 設計と経費**

**56. 溶接継手の性質**  
 .....(大谷 馨).....959

56・1 溶接継手の静的強さ.....959

56・1・1 突合せ継手 .....959

56・1・2 すみ肉継手 .....960

56・2 溶接継手の衝撃強さ.....964

56・2・1 構造用鋼 .....964

56・2・2 各種金属 .....965

56・3 溶接継手の疲れ強さ.....965

56・3・1 疲れ曲線の表わし方 .....965

56・3・2 溶着金属の疲れ強さ .....966

56・3・3 各種の溶接継手 .....966

56・3・4 溶接欠陥の影響 .....969

56・3・5 各種処理の影響, その  
 他 .....970

56・3・6 疲れ強さの標準値 .....973

56・4 溶接継手の腐食.....977

56・4・1 腐食の種類 .....977

56・4・2 各種材料 .....978

**57. 鋼材のぜい性破壊**  
 .....(大谷 馨).....982

57・1 溶接構造のぜい性破壊.....982

57・2 遷移温度.....982

57・3 切欠ぜい性試験.....984

57・3・1 衝撃曲げ試験 .....984

57・3・2 切欠引張試験 .....985

57・3・3 静曲げ試験 .....985

57・3・4 Drop weight 試験.....986

57・3・5 伝ば試験 .....986

57・3・6 切欠じん性の判定 .....987

57・4 ぜい性破壊の条件.....989

57・4・1 ぜい性破壊発生の応力

条件	989
57・4・2 ぜい性破壊伝ばの応力 条件	991
57・4・3 転位論のぜい性破壊機 構	993
57・5 ぜい性破壊に影響を及ぼす諸 因子	994
57・5・1 温度の影響	994
57・5・2 切欠きの影響	994
57・5・3 ひずみ速度 (strain rate) の影響	995
57・5・4 塑性加工の影響	996
57・5・5 材質	997
57・5・6 溶接の影響	999
57・6 ぜい性破壊の防止方法	1001
57・6・1 設計上の注意	1002
57・6・2 溶接施工上の注意	1003
57・6・3 鋼材の選択	1003
<b>58. 溶接設計</b>	
……(上野 誠)……	1005
58・1 溶接継手の形式	1006
58・1・1 継手の種類	1006
58・1・2 グループ溶接	1006
58・1・3 すみ肉溶接	1009
58・1・4 フレアグループ溶接	1010
58・1・5 みぞ溶接, せん溶接	1011
58・2 溶接継手の応力計算	1011

58・2・1 溶接継手の強度計算式	1011
58・2・2 許容応力度と安全率	1019
58・2・3 溶接継手の疲労設計	1020
58・3 溶接設計計画	1024
58・3・1 構造材料	1024
58・3・2 溶接継手形式の選択	1024
58・3・3 設計計画の基本	1025
58・3・4 設計上の注意事項	1026

**59. 溶接経費の計算**

……(吉田 兔四郎)……1028

59・1 概説	1028
59・2 設計費と研究費	1029
59・3 準備費	1029
59・4 本溶接	1030
59・4・1 溶接棒	1030
59・4・2 自動溶接の心線および フラックス	1033
59・4・3 シールドガス量	1033
59・4・4 電力量	1033
59・4・5 工費	1035
59・5 その他の費用	1039
59・5・1 焼なましを必要とする 溶接製品	1039
59・5・2 ひずみ取りその他	1040
59・5・3 設備保全, 保護具費	1040
59・6 むすび	1040

**XI. 施 工****60. 溶接施工**

……(吉田 兔四郎)……1043

60・1 溶接法の決定	1043
60・2 準備	1043

60・2・1 開先加工	1043
60・2・2 溶接姿勢, および治具	1045
60・2・3 組立ならびに仮付け	1046
60・2・4 開先の確認および不良 開先の補修	1046

60・2・5 開先の清掃……………1048  
 60・2・6 溶接工の技倆と溶接棒  
           の選択……………1051  
 60・3 本溶接……………1052  
   60・3・1 溶接順序……………1052  
   60・3・2 溶着法……………1053  
   60・3・3 運棒法……………1053  
   60・3・4 溶接条件……………1054  
   60・3・5 裏掘, 裏溶接……………1058  
 60・4 溶接後の処理……………1059  
 60・5 溶接部の欠陥と母材への影響 ……1059  
 60・6 むすび……………1060

**61. 収縮および変形**

……(渡 辺 正 紀)……1061

61・1 概 説……………1061  
 61・2 横収縮……………1061  
   61・2・1 突合せ継手の横収縮……………1061  
   61・2・2 すみ肉継手の横収縮……………1062  
 61・3 回転変形……………1062  
 61・4 縦収縮……………1063  
 61・5 曲げ形式の変形……………1063  
   61・5・1 突合せ継手の横曲り……………1064  
   61・5・2 すみ肉継手の横曲り……………1065  
   61・5・3 縦曲り変形……………1066  
 61・6 座屈形式の変形……………1066  
 61・7 構造物における変形……………1066  
 61・8 残留変形の防止対策……………1067  
 61・9 溶接変形のきょう正……………1070

**62. 残留応力**

……(渡 辺 正 紀)……1072

62・1 残留応力の分類……………1072  
 62・2 溶接残留応力の発生機構……………1072  
   62・2・1 固有応力……………1072  
   62・2・2 溶接による残留応力……………1073  
 62・3 各種溶接継手の残留応力分布 ……1075  
   62・3・1 周辺自由な突合せ溶接

継手……………1075

62・3・2 拘束せられた突合せ溶  
           接継手……………1077  
 62・3・3 すみ肉溶接継手……………1077  
 62・3・4 肉盛溶接……………1077  
 62・4 残留応力の影響……………1079  
   62・4・1 静荷重をうける溶接継  
           手……………1079  
   62・4・2 ぜい性破壊と残留応力…1080  
   62・4・3 残留応力と疲労……………1082  
   62・4・4 振動特性に及ぼす影響…1082  
   62・4・5 応力腐食……………1085  
   62・4・6 仕上げ加工による変形…1086  
   62・4・7 変形硬化設計……………1086  
 62・5 施工の条件と残留応力……………1087  
   62・5・1 溶接金属と変形との関  
           係……………1087  
   62・5・2 各種溶着法と残留応力…1087  
   62・5・3 溶接順序と残留応力……………1087  
   62・5・4 ポジショナの使用……………1087  
   62・5・5 予 熱……………1087  
   62・5・6 室温における時効……………1089  
 62・6 残留応力の測定法……………1089  
   62・6・1 測定の原理……………1089  
   62・6・2 薄板の応力測定……………1089  
   62・6・3 厚板の応力測定……………1090  
   62・6・4 マタル法……………1092  
   62・6・5 国際標準測定法(グナ  
           ートひずみ計)……………1092

**63. 溶接物の熱的機械的処理**

……(前 田 豊 生)……1094

63・1 概 説……………1094  
 63・2 予 熱……………1094  
   63・2・1 予熱の目的……………1094  
   63・2・2 予熱の方法……………1094  
   63・2・3 予熱による溶接作業性  
           の改善……………1095

63・2・4 予熱と冷却速度……………1095	63・3・3 完全焼なまし……………1100
63・2・5 予熱による割れの防止…1096	63・3・4 その他の後熱処理……………1101
63・2・6 予熱による残留応力の 緩和……………1096	63・4 低温応力緩和法……………1101
63・3 後熱……………1097	63・5 ピーニング……………1103
63・3・1 後熱の目的……………1097	63・6 過ひずみ法……………1104
63・3・2 応力除去焼なまし……………1097	63・7 溶接継手の使用性能に及ぼす 熱的機械的処理の影響……………1104

## XII. 試験, 検査および管理

### 64. 溶接の試験と検査

……(小林卓郎)……1111

64・1 母材の溶接性試験……………1111
64・1・1 母材の化学成分と溶接 性……………1111
64・1・2 母材の物理的性質と溶 接性……………1113
64・1・3 溶接割れ試験……………1113
64・1・4 溶接硬化性試験……………1115
64・1・5 母材の切欠ぜい性試験…1115
64・1・6 母材の溶接延性試験…1116
64・2 溶接棒の試験……………1116
64・2・1 溶接棒の使用性試験…1117
64・2・2 溶接割れ試験……………1117
64・2・3 溶接金属の水素試験…1117
64・3 溶接作業の検査……………1118
64・4 溶接欠陥検査……………1118
64・4・1 アークおよびガス溶接 の場合に発生する欠陥…1118
64・4・2 点, 縫合せ, および突 起溶接部の良否……………1123
64・4・3 火花突合せ, アブセット パット溶接部の良否…1126
64・5 試験, 検査法……………1128
64・5・1 外観肉眼検査……………1128

64・5・2 放射線透過検査……………1128
64・5・3 磁気検査……………1141
64・5・4 けい光検査……………1143
64・5・5 滲透検査法……………1143
64・5・6 超音波検査法……………1144
64・5・7 音響検査法……………1145
64・5・8 穿孔検査……………1145
64・5・9 機械的検査……………1146
64・5・10 化学的検査……………1148
64・5・11 組織検査……………1149
64・5・12 その他の検査法……………1149
64・6 溶接欠陥と機械的性質……………1150
金属材料の放射線透過試験方法 (JIS) ……………1153

### 65. 溶接技術管理

……(矢部 満)……1158

65・1 緒言……………1158
65・2 溶接技術管理の概念……………1158
65・2・1 緒言……………1158
65・2・2 管理対象項目……………1158
65・2・3 管理の方法……………1160
65・2・4 管理体系……………1162
65・3 溶接品質管理……………1163
65・3・1 緒言……………1163
65・3・2 材料管理……………1164

65・3・3 ガス切断管理……………1166

65・3・4 溶接員の管理……………1171

65・3・5 溶接棒の管理……………1172

65・4 溶接設備, 溶接能率および安全管理……………1174

65・5 結 言……………1175

**66. 溶接工の訓練と検定**  
 ……(小宮山賢郎)……………1176

66・1 溶接工の訓練……………1176

66・1・1 わが国の職業訓練……………1176

66・1・2 イギリスにおける溶接技能者の訓練……………1178

66・2 溶接工の技量検定……………1181

66・2・1 日本工業規格による溶接工技量検定試験……………1184

66・2・2 検定試験実施規定……………1188

66・2・3 A.S.M.E. ボイラ・圧力容器規格における溶接

試験……………1191

**67. 溶接および切断の安全**  
 ……(高 梨 湛)……………1199

67・1 アーク溶接の安全……………1199

67・1・1 アーク溶接における災害……………1199

67・1・2 安全対策……………1200

67・1・3 その他の災害の防止対策……………1203

67・1・4 アーク溶接の安全に関する行政措置……………1205

67・2 ガス溶接および切断の安全……………1205

67・2・1 ガス溶接および切断による災害……………1205

67・2・2 災害の防止……………1207

67・2・3 イナートガスアーク溶接における特殊危険性とその対策……………1209

**XIII. 溶 接 応 用**

**68. 機 械**  
 ……(三 上 博)……………1213

68・1 機械溶接の概要……………1213

68・2 機械溶接設計通論……………1214

68・2・1 機械溶接構造設計の基  
 本……………1214

68・2・2 溶接設計の考え方の一,  
 二の例……………1214

68・3 溶接設計ならびに施工上犯し  
 やすい共通の注意事項……………1220

68・4 振動に関する問題……………1233

68・4・1 材料の制振能力……………1233

68・4・2 固有振動……………1233

68・4・3 制振継手および構造……………1234

68・5 溶接構造用材料……………1234

68・5・1 炭素鋼……………1234

68・5・2 低合金高張力鋼……………1235

68・5・3 低温構造用鋼……………1236

68・6 機械溶接構造部品例……………1236

68・7 架構溶接構造設計要領……………1238

68・7・1 耐力部分構成のいろいろの形式……………1239

68・8 肉盛溶接……………1243

68・8・1 肉盛用材料……………1244

68・8・2 肉盛材料の選択……………1246

**69. 化学用機器**  
 ……(山 本 竹 治)……………1248

69・1	化学用機器とその性質	1248
69・1・1	種類と形式	1248
69・1・2	特 質	1249
69・2	設計上注意すべき事項	1250
69・2・1	溶接設計	1252
69・2・2	関係法規	1253
69・2・3	溶接継手設計基準について	1254
69・3	材 料	1254
69・3・1	化学機械用材料	1254
69・3・2	材料の決定	1257
69・4	溶接施工	1257
69・4・1	材料検査	1258
69・4・2	部材の加工	1258
69・4・3	組立て	1259
69・4・4	異種金属材料の溶接	1260
69・4・5	検 査	1263
69・5	内張り (ライニング)	1264
69・5・1	使用材料	1264
69・5・2	ライニング方法	1264
69・5・3	溶接棒	1265
69・5・4	プラグ溶接	1265
69・5・5	ストリップ溶接	1266
69・5・6	貫通溶接	1267
69・5・7	施 工	1267
69・5・8	特殊ライニング	1268
69・5・9	検 査	1269

## 70. 圧力容器とボイラ

……(高木乙麿)……1270

70・1	序 言	1270
70・2	ボイラの溶接	1271
70・2・1	設計上考慮すべき諸点	1271
70・2・2	材 料	1275
70・2・3	工 作	1276
70・3	溶接部の検査	1292
70・3・1	非破壊検査	1293
70・3・2	破壊検査法	1296

70・4	溶接工技量試験	1298
------	---------	------

## 71. 建 築

……(上野 誠)……1302

71・1	種 類	1302
71・1・1	溶接構造の種類	1302
71・1・2	建築物の溶接に関連する規定の種類	1302
71・1・3	溶接法の種類と適用	1303
71・2	形 式	1303
71・2・1	溶接継手の形式	1303
71・2・2	鉄骨建築の柱とはりの形式	1304
71・2・3	鋼管構造の継手形式	1304
71・3	設 計	1306
71・3・1	荷重の種類および組み合わせ方	1306
71・3・2	材料の許容応力度	1306
71・3・3	接合部の許容応力度	1309
71・3・4	溶接継手の計算	1310
71・3・5	細部設計規準	1315
71・4	材 料	1316
71・4・1	アーク溶接用鋼材	1316
71・4・2	アーク溶接棒	1317
71・4・3	ガス圧接用丸鋼	1317
71・4・4	建築用鋼材の断面形状の種類	1317
71・5	施 工	1318
71・5・1	鉄骨建築工事の工程	1318
71・5・2	溶接機器および設備	1320
71・5・3	溶接工	1320
71・5・4	工作, 組立	1321
71・5・5	溶接施工	1321
71・5・6	補 正	1322
71・5・7	溶接部付近の塗装, 防錆	1323
71・6	管理, 検査, 積算	1323
71・6・1	溶接鋼構造の工事管理	



者……………1323

71・6・2 溶接工事の管理および  
検査項目……………1323

71・6・3 非破壊検査……………1324

71・6・4 鉄骨建築の工費の積算…1324

**72. 橋 梁**  
……(友 永 和 夫)……1328

72・1 一 般 ……………1328

72・1・1 溶接橋梁の沿革と概要…1328

72・1・2 構 造……………1331

72・1・3 使用材料……………1333

72・2 設 計 ……………1333

72・2・1 荷 重……………1333

72・2・2 許容応力度……………1338

72・2・3 部材設計に対する制限…1343

72・2・4 継手の計算……………1345

72・2・5 設計に関する注意およ  
び構造詳細……………1347

72・3 製 作 ……………1348

72・3・1 製作の基本方針……………1348

72・3・2 橋梁部材の製作……………1349

72・3・3 試験および検査……………1355

72・3・4 橋梁製作上の諸問題…1356

**73. 船 舶**  
……(渡 辺 正 紀)……1359

73・1 総 説 ……………1359

73・1・1 船体を溶接建造する場  
合の利点および欠点…1359

73・1・2 溶接法……………1360

73・1・3 ガス切断……………1361

73・1・4 材 料……………1362

73・2 船体溶接設計法 ……………1366

73・2・1 溶接船の強度……………1366

73・2・2 継手設計……………1368

73・2・3 溶接船設計上の注意事  
項……………1372

73・3 船体溶接工作法 ……………1376

73・3・1 一 般……………1376

73・3・2 船体建造方法……………1377

73・3・3 溶接前の船体工作…1378

73・3・4 溶接工作法……………1380

73・3・5 船体のひずみ防止…1384

73・3・6 溶接船体の非破壊検査…1386

**74. 鉄 道**  
……(中 根 金 作)……1387

74・1 鉄道車両 ……………1387

74・1・1 蒸気機関車……………1387

74・1・2 電気機関車およびディ  
ーゼル機関車……………1390

74・1・3 客車, 電車, ディーゼ  
ル動車……………1392

74・1・4 貨 車……………1407

74・1・5 客電貨車の溶接修理…1409

74・2 レール ……………1410

74・2・1 連続溶接……………1410

74・2・2 肉盛溶接……………1413

74・2・3 焼入れ……………1414

74・2・4 レールボンドの溶接…1414

**75. 自 動 車**  
……(中 村 孝)……1416

75・1 一 般 ……………1416

75・2 溶接施工と応用 ……………1416

75・2・1 シャーン・グループの  
溶接……………1417

75・2・2 ボディの溶接……………1419

75・2・3 その他の部品の溶接と  
溶接法……………1422

75・3 溶接施工と経済性 ……………1424

**76. 航 空 機**  
……(榎 易)……1426

76・1 まえがき ……………1426

76・2	被溶接材料	1426
76・3	点および縫合せ溶接法	1427
76・3・1	設備	1427
76・3・2	付属設備	1428
76・3・3	表面処理	1428
76・3・4	検定試験	1429
76・3・5	品質標準の概要	1430
76・4	溶融溶接法	1431
76・4・1	設備	1431
76・4・2	溶接棒	1432
76・4・3	表面処理	1432
76・4・4	溶接工技量検定試験	1432
76・5	生産状況ならびに実施例	1433
76・6	火花突合せ溶接法	1435
76・7	ろう付法	1436
76・7・1	炉中銅ろう付	1436
76・7・2	アルミニウムのろう付	1437
76・7・3	はんだ付	1437
76・8	ガス切断法	1437
76・9	むすび	1438

## 77. ペンストック

……(神谷貞吉・矢島基臣)……1439

77・1	概説	1439
77・1・1	定義	1439
77・1・2	種類	1439
77・2	構造	1440
77・3	設計	1441
77・3・1	板厚の決定	1442
77・3・2	材料	1443
77・3・3	溶接棒	1444
77・3・4	溶接継手の設計	1444
77・3・5	溶接性の試験, 許容応力	1446
77・4	建設	1447
77・4・1	要旨	1447
77・4・2	工場製作	1447
77・4・3	現場製作	1448

77・4・4	工場溶接	1448
77・4・5	据付け	1449
77・4・6	検査	1450
77・5	保守	1450

## 78. 工業用管

……(大森仁平)……1452

78・1	概説	1452
78・2	管の材質ならびに製造法	1453
78・3	管の溶接継手設計	1454
78・3・1	管の溶接開先	1454
78・3・2	パッキングリングの採用	1455
78・3・3	裏波溶接の適用	1456
78・3・4	管溶接用補助継手の利用	1457
78・3・5	管の交さ継手	1458
78・3・6	すみ肉溶接	1458
78・4	施工	1458
78・4・1	工場溶接と現場溶接	1458
78・4・2	溶接法の選定	1459
78・4・3	鋼管溶接用被覆アーク溶接棒	1459
78・4・4	収縮ならびに変形に対する考慮	1460
78・4・5	特殊管の溶接法	1461
78・4・6	溶接工数	1462
78・5	実施例	1463
78・5・1	高張力鋼管の溶接	1463
78・5・2	ボイラ主蒸気管の溶接	1465
78・5・3	石油分解用加熱管の溶接	1466
78・5・4	オーステナイトステンレス鋼管の溶接	1467
78・5・5	フラッシュパット溶接	1468

## 79. 原子炉

……(安藤良夫)……1469

79・1 原子炉の種類 .....1469  
 79・2 動力炉の形式 .....1470  
 79・3 原子炉の溶接設計 .....1471  
 79・4 原子炉材料 .....1472  
 79・5 溶接施工 .....1474  
 79・6 試験検査 .....1476

**80. ロケット**

.....(安藤良夫).....1479

80・1 種類と形式 .....1479  
 80・2 設 計 .....1480  
 80・3 材 料 .....1481  
 80・4 施 工 .....1482  
 80・5 検 査 .....1483

**81. 電気機器と部品**

.....(中村孝).....1484

81・1 一 般 .....1484  
 81・2 溶接方法 .....1484  
 81・3 溶接材料と溶接設計 .....1484  
 81・4 溶接の応用と施工 .....1485  
     81・4・1 電気機器のハウジング  
             類の溶接.....1485  
     81・4・2 鉄心の溶接.....1485  
     81・4・3 小形変圧器の溶接.....1487  
     81・4・4 家庭用電気機器の溶接.....1487  
     81・4・5 その他の機器の溶接.....1490  
 81・5 作業および品質管理と経済性 ...1490

**XIV. 諸 表**

**82. 溶接用語**

82・1 溶接用語と定義 .....1495

**83. 溶接記号**

83・1 概 略 .....1510  
 83・2 記号の種類 .....1510  
 83・3 記載方法 .....1511

**84. 規 格**

84・1 規格一覧表 .....1528  
 84・2 規格関係抜萃 .....1532

**85. 参考数表**

85・1 温度換算表 .....1558  
 85・2 応力換算表 .....1559  
 85・3 元素の周期律表 .....1560  
 85・4 万国原子量表 .....1561  
 85・5 金属および合金の溶融温度 .....1562  
 85・6 かたさ比較表 .....1563

索 引 .....1565

