

目 次

第 1 章 緒 論

1.1 溶接の利点と欠点	1	1.2.6 その他の溶接法	9
1.1.1 溶接の利点	1	(1) テルミット溶接	9
1.1.2 溶接の欠点	1	(2) エレクトロスラグ溶接	9
1.2 各種溶接法	2	(3) 超音波溶接	9
1.2.1 溶接法および切断法の種類	2	(4) 真空溶接	10
1.2.2 アーク溶接	3	(5) 冷間圧接	10
(1) 被覆アーク溶接, サブマージド アーク溶接およびイナートガスア ーク溶接	3	1.3 溶接用語と定義	10
(2) 原子水素溶接	4	あ 行	10
(3) スタッド溶接	4	か 行	12
1.2.3 ガス溶接	5	さ 行	14
1.2.4 抵抗溶接	6	た 行	16
(1) 点溶接	6	な 行	19
(2) 縫合せ溶接	8	は 行	19
(3) 火花突合せ溶接	8	ま 行	21
1.2.5 ろう付け	8	や 行	21
		ら 行	23

第 2 章 被覆アーク溶接

2.1 概 説	25	(1) 種 類	32
2.2 アークの性質	26	(2) アークドライブ特性	34
2.2.1 アーク	26	2.3.3 交流溶接機	34
2.2.2 極 性	27	(1) 種 類	34
2.2.3 溶接入熱	28	(2) アーク溶接機の JIS 規格	36
2.2.4 溶融速度	28	2.3.4 溶接機使用上の注意	37
2.2.5 アークブロー(磁気吹き)とそ の対策	30	(1) 使用率	37
2.3 被覆アーク溶接機器	31	(2) 力率と効率	37
2.3.1 溶接機に必要な条件	31	(3) 高周波の併用	38
(1) 直流と交流の比較	31	(4) アークブースター	38
(2) 溶接材に必要な条件	31	(5) 溶接機用電源容量の算定	39
2.3.2 直流アーク溶接機	32	(6) 溶接機の保守	39
		(7) 溶接電流と電圧の測定	40

2.3.5 溶接用器具	40	ii) 作業性の種類	61
(1) 被覆アーク溶接棒	40	iii) 作業性の判定試験方法	63
(2) 溶接棒ホルダ	40	iv) 作業性を良くする要素	64
(3) 溶接用電線	41	2.5 被覆アーク溶接技法	65
(4) 防護器具	42	2.5.1 運棒法	65
(5) その他	43	(1) アークの発生および中断	65
2.4 被覆アーク溶接棒	43	(2) 棒の角度	66
2.4.1 心線	44	(3) ウィービング	66
2.4.2 被覆剤	44	2.5.2 溶接条件	66
(1) 被覆剤の作用	44	(1) アーク電圧およびアークの長さ	66
i) 被覆筒の生成	45	(2) 溶接電流	68
ii) アーク雰囲気	45	(3) 溶接速度	68
iii) スラグ作用	45	(4) 標準溶接条件	69
(2) 被覆配合剤の種類	45	2.5.3 溶接部の欠陥とその対策	69
2.4.3 軟鋼用溶接棒の規格と特性	47	2.6 特殊な被覆アーク自動溶接法	72
(1) 規格 (JIS Z 3211-1957)	47	(1) フューズアーク法	72
i) 種類と寸法	48	(2) BBC の方法	72
ii) 品質	48	(3) スパブ式	72
(2) 特性	53	(4) 赤崎式	73
2.4.4 溶接棒の選択	58	(5) E-H 法	73
(1) 溶接棒の評価	58	(6) 傾斜式	73
(2) 溶接棒の作業性	60		
i) 作業性の判定の基礎条件	60		

第 3 章 サブマージドアーク溶接と エレクトロスラグ溶接

3.1 概説	75	3.2.2 心線	81
3.1.1 サブマージドアーク溶接	75	3.2.3 フラックス	83
3.1.2 エレクトロスラグ溶接	76	(1) コンポジション	83
3.2 装置および材料	77	(2) ボンドフラックス	85
3.2.1 溶接装置	77	3.2.4 心線とコンポジションの選定	88
(1) 構成と種類	77	(1) 構造用鋼材	88
(2) 多電極溶接機	78	(2) 低合金高張力鋼	89
(3) 各方式の選択の手引	79	(3) ボイラ用鋼板	90
i) 直流溶接	79	(4) ステンレス鋼	90
ii) 交流溶接	80	(5) 肉盛および表面硬化	90
iii) 多電極溶接	80	3.3 溶接部の諸性質と欠陥	91

3.3.1 溶着部の諸性質	91	(2) その他の注意事項	100
(1) 溶着部の組織と化学成分	91	3.4.3 標準溶接条件	104
(2) 溶着部の性能	92	3.5 エレクトロスラグ溶接	105
3.3.2 変形と収縮	94	3.5.1 概説	105
3.3.3 溶接部の欠陥	94	(1) 原理	105
3.4 施工法	96	(2) 利点	106
3.4.1 溶接準備	96	(3) 条件	107
(1) 材料の選択	96	3.5.2 材料と装置	108
(2) 開先加工, 取付け	97	(1) フラックス	108
(3) 裏あて	97	(2) 心線	108
(4) 付足片(つけたし片)	98	(3) 装置	110
(5) 材料の防湿と清掃	98	2.5.3 施工法	110
3.4.2 施工上の注意事項	98	3.5.4 溶接部の性質	111
(1) 溶込みとビード形状	98		

第4章 イナートガスアーク溶接および 炭酸ガスアーク溶接

4.1 概説	113	iv) シールドガスとアーク特性	120
4.1.1 原理および利点	113	4.2.2 装置および機械	120
(1) 原理	113	(1) 構成	120
(2) 利点	114	(2) トーチ	122
i) 被覆剤およびフラックスが 不要	114	(3) タングステン電極棒	122
ii) 全姿勢の溶接が容易で高能 率	114	(4) ロッド(溶接棒)	124
iii) 溶接の品質が優秀	114	(5) イナートガス系統	124
4.1.2 種類	115	(6) 制御装置	124
4.2 イナートガスタンングステン アーク法(TIG溶接)	116	(7) 溶接電源	125
4.2.1 特性	116	(8) 防護器具	125
(1) 直流溶接	116	(9) 治具と固定具	125
(2) 交流溶接	117	4.2.3 継手準備と溶接条件	126
(3) 材料に適した極性	117	(1) 継手のクリーニング	126
(4) シールドガスとその作用	117	(2) 継手形状	127
i) 物理的性質	118	(3) 裏あて	127
ii) アルゴンガスの純度	118	(4) 溶接条件	128
iii) シールド特性	119	(5) 溶接技法	128
		i) スタート	128
		ii) トーチの角度	130
		(6) 自動溶接	130

4.2.4 アルゴンアーク点溶接	131	(2) 溶接技法	143
4.2.5 タングステンアーク切断	133	4.3.4 MIG 点溶接およびアーク 切断	144
4.3 イナートガスメタルアーク 法 (MIG 溶接)	134	4.4 イナートガスアーク溶接の 応用	145
4.3.1 特 性	134	4.4.1 溶接法の優劣と溶接費用	145
(1) 熔融速度	136	(1) 溶接法の優劣	145
(2) アークの自己制御	137	(2) 溶接費用	146
(3) シールドガス	137	4.4.2 応用例	148
4.3.2 装 置	138	4.5 炭酸ガスアーク溶接および その他のガスシールドアーク 溶接	152
(1) 構 成	138	4.5.1 炭酸ガスアーク溶接	152
(2) トーチとワイヤ (電極線)	138	4.5.2 その他のガスシールドア ーク溶接	156
(3) 制御装置	139		
(4) 直流溶接機	140		
4.3.3 継手準備と溶接条件	141		
(1) 溶込み	142		

第 5 章 ガスおよびアーク切断ならびにガス溶接

5.1 概 説	159	(1) 直線切断機	171
5.1.1 種 類	159	(2) 型切断機	171
5.1.2 原 理	160	(3) モノポール自動ガス切断機	172
(1) ガス切断	160	5.2.5 特殊切断器	173
(2) アーク切断	162	(1) 酸素プロパンガス切断器	173
5.2 ガス切断装置	162	(2) その他の特殊切断機	173
5.2.1 ガス切断装置の種類	162	5.3 ガス切断方法	173
5.2.2 切断トーチと火口	162	5.3.1 切断の基礎	173
(1) 切断トーチ	162	(1) 切断に影響する因子	173
(2) 切断酸素孔	165	(2) ドラグ (遅れ)	174
5.2.3 ガスとその供給装置	165	(3) 切断速度	174
(1) 予熱ガス	165	(4) 予熱炎	176
(2) アセチレンガス	166	(5) 火口距離と溝幅	177
i) アセチレン発生装置	166	5.3.2 切断操作と切断条件	178
ii) アセチレンの清浄	167	(1) 切断準備	178
iii) アセチレン安全器	168	(2) 切断操作と条件	179
iv) 溶解アセチレン	168	i) 手動ガス切断条件	179
(3) 酸 素	169	ii) 自動ガス切断条件	179
(4) 圧力調整器	169	iii) 切断面の良否	179
(5) マニフォルド (連結器) と配管	170	iv) 酸素プロパンガス切断条件	181
5.2.4 自動ガス切断機	171	3) 安 全	181

i) 保護めがね	181	(1) ガウジングとその条件	189
ii) 逆流	181	(2) ガウジング操作	191
iii) 逆火	181	5.6.3 スカーフィング	192
iv) 引火	181	5.7 アーク切断	192
5.4 ガス切断面の性質	182	5.7.1 炭素アーク切断	192
5.4.1 切断面の凹凸	182	5.7.2 金属アーク切断	193
5.4.2 温度分布	183	5.7.3 イナートガスアーク切断	193
5.4.3 かたさと顕微鏡組織	183	5.7.4 アークエアガウジング法	193
5.4.4 ひずみと内部応力	183	(1) 特色	193
5.4.5 切断面の機械的性質	184	(2) 装置	194
5.5 特殊ガス切断方法	185	(3) 操作方法	195
5.5.1 鋳鉄の切断	185	(4) 切断作業	195
5.5.2 重ね切断	185	5.7.5 酸素アーク切断	196
5.5.3 粉末切断	187	5.7.6 プラズマジェット切断	197
(1) 鉄粉切断方法	187	5.8 ガス溶接	197
(2) フラックス切断方法	188	5.8.1 概説	197
5.5.4 水中切断	188	5.8.2 酸素アセチレン溶接	198
5.5.5 酸素槍切断	189	(1) トーチ	198
5.6 ガス加工	189	(2) 溶接棒	199
5.6.1 種類	189	(3) フラックス	199
5.6.2 ガスガウジング(ガスはつり)	189	(4) 溶接方法	201

第6章 溶接冶金

6.1 金属の結晶構造と状態図	203	(3) 鉄-炭化鉄平衡状態図	209
6.1.1 金属の結晶構造	203	6.2.2 鉄-炭素合金の変態と組織(平衡状態)	211
(1) 結晶格子	203	(1) 共析鋼	211
(2) 樹枝状結晶と結晶粒	204	(2) 亜共析鋼	212
6.1.2 平衡状態図	205	(3) 過共析鋼	213
(1) 金属組織	205	(4) 種々の炭素鋼の顕微鏡組織	214
i) 顕微鏡組織	205	6.2.3 鉄-炭素合金の性質	214
ii) マクロ組織	205	(1) 機械的性質	214
(2) 組織成分と相	206	(2) 少量の含有元素の影響	215
(3) 平衡状態図	206	6.3 鉄鋼の種類と製法	215
6.2 鉄-炭素合金	208	6.3.1 鉄鋼の種類	215
6.2.1 鉄-炭素合金の状態図	208	6.3.2 製鋼	216
(1) 鉄	208	(1) 酸性および塩基性製鋼	216
(2) 炭化鉄	209		

(2) 転 炉	216	(3) 焼ならし	231
(3) 平 炉	217	(4) 焼入れ	231
i) 装入と融解	217	(5) 焼もどし	231
ii) 精 錬	217	6.4.7 焼入性	233
iii) 仕上げと脱酸	217	(1) 焼入硬化	233
(4) 電気炉	217	(2) 焼入性	233
i) アーク炉	217	(3) ジョミニ試験	234
ii) 電気誘導炉	218	(4) 焼入性に影響する要因	235
(5) 鋼塊の凝固	218	6.5 溶接熱影響	236
i) リムド鋼	218	6.5.1 溶接中の温度変化	237
ii) キルド鋼	219	(1) 熱影響部の熱サイクル	237
iii) セミキルド鋼	220	i) 溶接方法	237
(6) 圧 延	221	ii) 溶接入熱	238
6.3.3 鋼材の種類と規格	221	iii) 接手形状	238
(1) 鋼の種類	221	iv) 板厚と溶接前の母材の温 度	238
(2) 構造用鋼	222	v) 母材の温度拡散率	238
i) 普通鋼 (炭素鋼)	222	(2) 溶着金属の大きさ	239
ii) 低合金鋼	222	6.5.2 熱影響部の組織と機械的性 能	240
iii) 強じん鋼	223	(1) 組 織	240
iv) その他の構造用鋼	223	(2) 機械的性質とかたさ分布	242
(3) ステンレス鋼と耐熱鋼	223	6.5.3 母材割れ	243
6.4 鋼の熱処理	223	(1) 高温および低温割れ	243
6.4.1 加熱および冷却中の変態	224	(2) ビード下割れ	243
6.4.2 恒温変態	224	6.5.4 熱影響部のぜい化	245
(1) 共析鋼の恒温変態	224	(1) 焼入ぜい化	245
(2) 亜共析鋼の恒温変態	226	(2) 粗粒化と軟化	245
6.4.3 連続冷却変態と臨界冷却速 度	226	(3) 焼もどしぜい化	245
6.4.4 結晶粒度	227	(4) 時 効	246
(1) 結晶粒度	227	(5) 耐食性の低下	247
(2) 細粒鋼と粗粒鋼	228	(6) 黒鉛化	247
6.4.5 オーステナイト変態に影響 する因子	229	6.6 溶接金属と欠陥	247
(1) 化学成分	229	6.6.1 溶接金属とガス	247
(2) オーステナイト結晶粒度	230	(1) 熔融金属とガスの吸収	247
(3) オーステナイト均一度	230	(2) 酸 素	248
(4) 冷却速度	230	i) 酸素の溶解量	248
6.4.6 各種熱処理法	230	ii) 酸 化	248
(1) 熱処理の目的	230	iii) 脱 酸	248
(2) 焼なまし	231	iv) 気 孔	248

v) 影響	248	iv) その他	263
(3) 窒素	249	(3) 溶接部の切欠げい性	
i) 窒素の溶解量	249	試験法	263
ii) 窒化	249	i) 縦ビード曲げ試験	263
iii) 影響	249	ii) 横ビード曲げ試験	264
(4) 水素	249	iii) その他	264
i) 水素の溶解量	249	(4) 各種遷移温度とその相関	264
ii) 溶着鋼の水素の放出	250	6.7.3 切欠げい性に影響する試験	
iii) 影響	250	条件と寸度効果	265
6.6.2 溶接金属の凝固	250	(1) 低温	265
6.6.3 溶接金属の欠陥	251	(2) ひずみ速度	265
(1) 溶接金属割れ	252	(3) 切欠形状	265
i) 高温割れ	252	(4) 寸度効果	266
ii) 低温割れ	252	6.7.4 切欠げい性に及ぼす冶金的	
iii) 溶接金属割れの対策	253	諸因子の影響	266
(2) 気孔	253	(1) 化学成分と圧延	266
(3) スラグ巻込み	254	i) 脱酸方式	266
(4) 銀点	255	ii) 細粒化	267
(5) 線状組織	255	iii) 熱間圧延	267
(6) 形状不良	255	(2) 熱処理と焼入時効	268
(7) 溶接欠陥の原因と対策	255	(3) 板の異質性と偏析	268
6.7 鋼材の切欠げい(脆)性	255	(4) 冷間加工とひずみ時効	269
6.7.1 鋼材のぜい性破壊	256	(5) 腐食, 黒鉛化, 疲れ	269
(1) ぜい性破壊	256	i) 腐食	269
i) 実例	256	ii) 黒鉛化	270
ii) ぜい性破壊の特徴	256	iii) 疲れ	270
iii) 切欠き	257	6.7.5 切欠げい性に及ぼす溶接お	
(2) 鋼材の延性破壊とぜい性破		よびその他の影響	270
壊	257	(1) 溶接金属	270
(3) ぜい性破壊の機構	258	(2) 熱影響部	271
i) 延性からぜい性への遷移	258	(3) 溶接部の延性	271
ii) 切欠底部の三軸引張応力	259	i) 試験条件	272
iii) ぜい性き裂の伝播	260	ii) 母材	272
6.7.2 遷移温度と切欠げい性		iii) 溶接棒	272
試験	260	iv) 溶接条件	272
(1) 破壊様式の遷移温度	260	v) 予熱と後熱	273
(2) 母材の切欠げい性試験法	261	vi) 時効	273
i) 切欠衝撃試験	262	vii) ガス切断面	273
ii) 切欠引張試験	262	6.7.6 ぜい性破壊防止上の注意	273
iii) 切欠曲げ試験	262	(1) ぜい性破壊	273

- | | | | |
|--------------------|-----|------------------|-----|
| (2) 切欠じん性 | 274 | (4) ぜい性破壊に対する鋼材の | |
| (3) 切欠じん性と工作 | 274 | 選択方法 | 275 |

第 7 章 溶 接 設 計

- | | | | |
|--------------------------|-----|----------------------|-----|
| 7.1 概 説 | 277 | (2) 突合せ継手 | 306 |
| 7.2 溶接継手の設計 | 277 | (3) 重ね継手 | 308 |
| 7.2.1 継手の種類と開先形状 | 277 | (4) T型継手 | 309 |
| (1) 溶接継手の種類 | 277 | i) 引張荷重 | 309 |
| (2) 開先形状 | 277 | ii) 曲げ荷重 | 309 |
| (3) 標準開先形状 | 279 | (5) 疲れ強さの標準値 | 310 |
| 7.2.2 溶接継手の選択 | 283 | 7.3.5 溶接継手の耐食性 | 312 |
| 7.2.3 溶接記号 | 284 | 7.4 溶接継手の強度計算 | 313 |
| 7.3 溶接継手の諸性質 | 294 | 7.4.1 強度の計算式 | 313 |
| 7.3.1 軟鋼溶着金属の機械的性質 | 294 | 7.4.2 安全率と許容応力 | 319 |
| (1) 常 温 | 294 | (1) 安全率 | 319 |
| (2) 高 温 | 295 | (2) 許容応力 | 320 |
| (3) 低 温 | 296 | (3) 継手効率 | 320 |
| 7.3.2 溶接継手の静的強さ | 296 | 7.5 溶接の経費 | 324 |
| (1) 突合せ継手 | 296 | 7.5.1 一般的注意 | 324 |
| (2) 前面すみ肉継手 | 298 | 7.5.2 溶接棒所要量 | 325 |
| i) のど厚 | 298 | 7.5.3 溶接作業時間 | 326 |
| ii) 応力分布 | 299 | 7.5.4 消費電力量 | 327 |
| iii) 引張強さ | 299 | 7.5.5 換算溶接長 | 327 |
| iv) 引張強さの理論 | 300 | 7.5.6 その他 | 329 |
| v) すみ肉溶接の剥離 | 301 | i) 溶接準備費 | 329 |
| (3) 側面すみ肉継手 | 302 | ii) 熱処理費 | 329 |
| i) 応力分布 | 302 | iii) 検査費 | 329 |
| ii) 破断強さ | 302 | iv) 溶接設備その他 | 330 |
| (4) その他の継手 | 303 | 7.6 溶接構造物設計の基礎 | 330 |
| i) 併用すみ肉継手 | 303 | 7.6.1 溶接構造の欠点 | 330 |
| ii) 斜方すみ肉継手 | 303 | 7.6.2 設計上の注意事項 | 330 |
| iii) せん溶接および溝溶接 | 304 | 7.6.3 基本的継手形式 | 336 |
| 7.3.3 溶接継手の衝撃強さ | 304 | (1) 形鋼の溶接 | 336 |
| 7.3.4 溶接継手の疲れ強さ | 305 | (2) 鋼管の溶接 | 336 |
| (1) 溶着金属 | 306 | (3) 圧延板の溶接 | 336 |

第 8 章 残留応力と収縮変形

8.1 溶接による残留応力	339	8.2.2 残留応力の緩和法	355
8.1.1 残留応力の発生	339	(1) 応力除去焼なまし	355
(1) 応力	339	i) 原理	355
(2) 残留応力の発生機構	340	ii) 応力除去焼なまし条件	356
(3) 残留応力の分布例	341	iii) 効果	357
i) 突合せ継手の応力分布	341	iv) 方法	358
ii) 円板のはめ込み溶接	342	(2) 低温応力緩和法	360
iii) 円筒の突合せ継手	342	(3) 機械的応力緩和法	361
8.1.2 残留応力の測定法	343	(4) ビーニング	361
(1) 測定法の分類	343	8.3 溶接による収縮および変形	362
(2) 応力弛緩法	343	8.3.1 収縮変形の発生とその種類	362
i) 全解放型	344	(1) 収縮変形の種類	362
ii) 部分解放型	345	(2) 収縮変形に影響する因子	363
(3) グナート法	346	8.3.2 横収縮と縦収縮	363
(4) X線回折法	347	(1) 横収縮	363
8.1.3 残留応力の影響	348	(2) 縦収縮	365
(1) 静的強度 (延性破壊)	348	8.3.3 曲げ変形	365
(2) ぜい性破壊	348	(1) 突合せ継手の曲げ変形(角変	
(3) 疲れ強さ	351	化)	365
(4) 腐食	351	(2) すみ肉溶接の角変形	366
8.2 残留応力の軽減と緩和	352	8.3.4 構造物の変形	367
8.2.1 溶接施工法による残留応力の軽減	353	8.3.5 溶接変形の軽減と矯正	367

第 9 章 溶接の試験と検査

9.1 総説	369	(1) 寸法上の欠陥	371
9.1.1 溶接の試験と検査の意義	369	(2) 構造上の欠陥	372
9.1.2 溶接検査の種類	369	(3) 性質上の欠陥	373
(1) 溶接前の作業検査	369	(4) 欠陥と検査法	373
(2) 溶接中の作業検査	370	9.2 破壊試験法	373
(3) 溶接後の作業検査	370	9.2.1 機械試験法	374
(4) 受入れ検査	370	(1) 引張試験	374
(5) 溶接部の検査法の分類	370	(2) 曲げ試験	374
9.1.3 溶接欠陥の種類	371	(3) かたさ試験	375

(4) 衝撃試験	376	(2) CTS 割れ試験	395
(5) 疲れ試験	376	(3) バッセルビード下割れ試験	395
9.2.2 化学的、冶金的試験法	376	(4) リーハイ拘束割れ試験	395
(1) 化学分析	376	(5) 鉄研式割れ試験	395
(2) 腐食試験	376	(6) フイスコ割れ試験	396
(3) 冶金的断面検査	377	(7) 分割型円周溝試験片	396
9.2.3 溶着金属試験	378	9.4 非破壊検査(その1)	396
(1) 溶着金属化学分析	378	9.4.1 非破壊検査とその種類	396
(2) 全溶着金属引張試験	379	9.4.2 肉眼検査	397
(3) 型曲げ試験	379	9.4.3 漏洩検査	397
(4) すみ肉溶接試験	380	9.4.4 浸透検査	399
(5) 衝撃試験	381	(1) 蛍光浸透検査	399
(6) 腐食試験	381	(2) 染料浸透検査	400
(7) 水素量試験	381	9.4.5 超音波検査	401
9.2.4 溶接継手試験	382	(1) 原理	401
(1) 突合せ継手	383	(2) 種類	401
(2) すみ肉継手	384	9.5 非破壊検査(その2)	403
9.3 主要な溶接性試験	386	9.5.1 磁気検査	403
9.3.1 切欠ぜい性試験	386	(1) 磁粉検査	404
(1) シャルピー衝撃試験	386	(2) 捜査コイル法	404
(2) シュナット試験	386	(3) 応用	404
(3) ティップ試験	387	9.5.2 渦流検査	405
(4) ファンデアビーオン試験	387	(1) 原理	405
(5) カーン引裂試験	387	(2) 捜査コイル	407
(6) ロバートソン試験	387	(3) 検出方法	407
(7) ESSO 試験(SOD 試験)	388	(4) ステンレス鋼管の欠陥検査	407
(8) 二重引張試験	389	9.5.3 放射線透過検査	409
(9) DWT 試験(落重試験)	389	(1) X線透過検査の原理	409
(10) 爆破試験	389	(2) X線装置	410
(11) 円筒形爆破試験	389	(3) X線透過試験材料と条件	412
(12) 大型引張溶接試験	390	i) 感光材料	412
9.3.2 溶接延性試験	390	ii) 撮影条件	413
(1) コマレル試験	390	iii) 透過度計	414
(2) キンゼル試験	392	iv) 露出表	414
(3) T曲げ試験	393	v) 影像増幅器	415
(4) 再現熱影響部試験	393	(4) X線欠陥像	415
(5) 連続冷却変態試験	393	(5) γ 線透過検査	416
(6) IIW 最高かたき試験	394	(6) 放射線透過検査規格	417
9.3.3 溶接割れ試験	394	9.6 溶接工の技倆検定	419
(1) T型すみ肉割れ試験	394		

第10章 溶接施工

10.1 溶接施工とその計画	421	10.4.4 欠陥の補修	442
10.1.1 工程計画	421	10.5 溶接の管理	443
10.1.2 設備計画	421	10.5.1 統計的管理の基礎	443
10.1.3 工事量の見積	422	(1) 用語	443
10.2 溶接準備	423	(2) 品質管理	444
10.2.1 一般的準備	423	10.5.2 溶接技術の管理	445
(1) 溶接材料	423	(1) 管理の対象項目と方法	445
(2) 溶接工	423	(2) 溶接設計の管理	446
10.2.2 溶接治具	424	(3) 設備と治具の管理	449
10.2.3 組立と仮付け	427	(4) 溶接工の管理	449
10.2.4 開先の確認と清掃	428	(5) 溶接棒の管理	449
(1) 開先の確認と補修	428	(6) 溶接残棒の管理	450
(2) 開先の清掃	429	(7) 溶接作業の管理	450
10.3 本溶接	429	i) 開先の寸法管理	451
10.3.1 溶着法と溶接順序	429	ii) 溶接電流の管理	451
(1) 溶着法	429	iii) 溶接結果の特性管理	451
(2) 溶接順序	430	(8) 溶接能率の管理	452
10.3.2 裏掘りと裏溶接	430	10.6 衛生と安全	454
10.3.3 予熱	431	10.6.1 アーク溶接の安全	454
10.3.4 溶接条件	432	(1) 電撃による災害	454
10.3.5 その他の注意	440	(2) アーク光による災害	455
10.4 溶接後の処理	441	(3) ガス中毒による災害	455
10.4.1 応力除去	441	10.6.2 ガス溶接および切断の安	
10.4.2 ひずみ取り	441	全	456
10.4.3 検査	442		

第11章 各種金属の溶接(その1)

11.1 総説	457	iii) 使用性能に関する溶接性	460
11.1.1 各種金属の溶接法	457	(3) 溶接性判定試験	461
11.1.2 金属の溶接性と試験法	458	11.2 鉄、炭素鋼および鋳鋼の	
(1) 溶接性の定義	458	溶接	462
(2) 溶接性の分類と因子	459	11.2.1 鉄	462
i) 分類	459	(1) 種類	462
ii) 工作上的溶接性(接合性)	459	(2) 錬鉄の溶接	462

(3) 溶製鉄の溶接	463	vii) HSB 鋼	488
11.2.2 炭素鋼	464	viii) 調質鋼	488
(1) 種類	464	11.4.2 機械的性質	488
(2) 低炭素鋼(軟鋼)の溶接	465	11.4.3 切欠じん性	489
(3) 中炭素および高炭素鋼の溶接	471	11.4.4 冷間割れ	492
(4) 工具鋼の溶接	472	(1) 冷間割れと最高かたさ	492
11.2.3 鋳鋼	472	(2) ビード下割れと合金成分	493
11.3 鋳鉄	473	(3) ビード下割れの防止	494
11.3.1 種類	473	11.4.5 溶接部の延性	495
(1) 概説	473	(1) 縦ビード曲げ延性	495
(2) 普通鋳鉄	475	(2) 縦ビード切欠曲げ試験	497
(3) 高級鋳鉄と合金鋳鉄	475	(3) 横ビード切欠曲げ試験	497
(4) 延性鋳鉄	477	(4) 再現熱影響組織試験	498
11.3.2 ネズミ鋳鉄の溶接	477	(5) 後熱	500
(1) 概説	477	11.4.6 熱影響部の最高かたさと その推定法	500
(2) 高温予熱溶接法	478	(1) 合金元素の影響	500
(3) 低温予熱溶接法および予熱 しない溶接法	479	(2) 冷却速度の影響	501
(4) 溶着法	480	i) 溶接硬化曲線	501
(5) 高級鋳鉄と合金鋳鉄の溶接	481	ii) 連続冷却変態図	501
(6) その他の鋳鉄	481	(3) 溶接諸因子の影響	503
i) 延性鋳鉄の溶接	481	i) 板厚と予熱温度	503
ii) 可鍛鋳鉄の溶接	481	ii) 入熱	503
11.4 低合金高張力鋼の溶接	482	iii) 被覆の種類	503
11.4.1 種類	482	iv) パラメーター p	504
(1) 概説	482	v) ビード長さ	504
(2) 低合金鋼	482	vi) 継手形状	505
(3) 溶接用高張力鋼	483	11.4.7 溶接条件	505
i) マンガン(シリコン)鋼	483	11.4.8 熱処理鋼	509
ii) Vanity 型	483	(1) T-1 鋼	509
iii) 含銅析出鋼	487	(2) 2H 鋼	511
iv) 含リン鋼	487	11.4.9 溶接棒	513
v) モリブデン含有鋼	487	(1) 一般用	513
vi) モリブデン-ボロン鋼	487	(2) T-1 鋼の溶接棒	514

補章 炭酸ガスアーク溶接

補 1. 概説	517	その利点	517
補 1.1 炭酸ガスアーク溶接と		補 1.2 種類	517

補 1.3 冶金学原理	519	(1) 開先加工とクリーニング	547
補 1.4 シールドガスの種類	521	(2) トーチの位置と角度	548
補 1.5 溶滴移行	522	(3) 仮付けと拘束治具	549
補 1.6 スパッタとその防止法	524	(4) スタートおよびクレータ処 理	555
(1) 短いアークの利用(裸ワイヤ)	525	クレータフィラ	551
(2) イナートガスの混用 (裸ワイヤ)	525	補 4.3 安全と衛生	551
(3) セシウム被膜の裸ワイヤの 利用	525	補 4.4 溶接欠陥	552
(4) 短絡移行の利用	525	(1) 気孔	552
(5) フラックスの併用	525	(2) 割れ	554
補 1.7 CO ₂ 短絡アーク溶接	526	(3) その他	556
補 1.8 CO ₂ フラックスアーク 溶接	528	(4) 原因と対策	556
補 2. 溶接装置および材料	528	補 4.5 標準溶接条件	556
補 2.1 構成	528	(1) 純 CO ₂ アーク溶接	556
補 2.2 トーチおよびワイヤ送給	531	i) 開先形状	556
補 2.3 制御装置と溶接電源	532	(イ) 突合せ下向溶接	556
補 2.4 炭酸ガス	533	(ロ) すみ肉溶接	557
補 2.5 ワイヤ	535	(ハ) 重ねおよびへり溶接	562
補 3. 溶接部の性質	535	ii) 標準溶接条件	563
補 3.1 適用材料	535	(2) CO ₂ -O ₂ アーク溶接	563
補 3.2 ワイヤおよび合金元素の 移行	535	(3) CO ₂ フラックスアーク溶接	563
補 3.3 溶接部の機械的性質	537	(4) CO ₂ 磁性フラックスアーク 溶接	563
機械的性質	537	補 4.6 溶接費用	563
溶接金属の切欠じん性	539	(1) 純 CO ₂ アーク溶接	563
補 4. 溶接施工	541	i) 純 CO ₂ アーク溶接の場合	563
補 4.1 溶接条件選定の基礎	541	ii) 手溶接の場合	565
(1) アークの静特性	542	iii) 経済比較	565
(2) ワイヤの熔融速度	542	(2) CO ₂ -O ₂ アークその他	566
(3) 溶着率と溶着速度	544	補 5. 特殊な CO ₂ アーク溶接	567
(4) 溶込みとビード断面形状	546	補 5.1 アークスポット溶接	567
補 4.2 溶接施工上の一般的注意 事項	547	補 5.2 CO ₂ エンクローズアーク 溶接	569
		補 5.3 CO ₂ +UM 溶接	571
		補 6. 応用	573

付 録

1.	日本工業規格 (JIS)	583
	溶接技術検定における試験方法ならびにその判定基準	583
	1. 総 則	583
	2. 試験材の作成	583
	3. 試験片の試験方法とその合否判定基準	587
2.	数 表	590
	1. 度量衡換算表	590
	2. 合成単位換算表	591
	3. 温度換算表	592
	4. インチ・ミリメートルの換算表	594
	5. かたさ換算表	595
	6. 金属および合金の溶融温度	596
	7. 万国原子量表	597
3.	溶接用語対照表 (和 英 独 仏)	598
	索 引	609

