

最新接合技術総覧総目次

第1編 総 論

1章 近代工業における接合技術の位置づけ	1	5.1 要求される技術者像	25
2章 生産工場における接合技術選択 指針とその実用例	3	5.2 技術者育成における基本的考え方	26
2.1 溶接(融接・圧接・ろう接)	3	5.3 企業内教育のあり方	28
2.2 ウエルドボンディング	5	5.3.1 教育に関する組織とその分担	28
2.3 機械的締結法	5	(1) 社内工業専門学院	29
2.4 接着による接合	5	(2) 技術研修所	30
2.4.1 接着剤による接合の利点・欠点	6	(3) 技術委員会活動	30
(1) 利 点	6	(4) 総合経営研修所	30
(2) 欠 点	6	(5) 生産技能研修所	30
2.5 製品分野別接合マップ	6	5.3.2 技術者の分類と必要知識	31
3章 接合のための技術管理	21	5.3.3 定形教育講座の組み方	31
3.1 溶接技術管理	21	5.3.4 OJT教育の例	32
3.2 溶接構造物の信頼性	22	(1) 技術委員会活動	32
(1) システム化	22	(2) タスク活動	33
1) 外力の推定と強度計算基準	22	5.3.5 技能者に対する技術教育	33
2) 適正材料	23	(1) 基本技能	33
(2) 加工技術力の確立	23	(2) 実務技能	33
(3) 作業者の技術力向上	23	5.4 接合技術分野の技術者に要求され る内容	34
4章 自動化, 省人化の推進	23	5.5 技術講座の具体例	34
4.1 溶接自動化, 省人化の経緯	23	5.5.1 接合に関する強度設計関係	34
4.2 効果的自動化, 省人化の経緯	23	5.5.2 溶接施工および接合組立関係	36
4.3 コンピュータの応用	24	(1) 技術者教育	36
4.4 溶接ロボットとその適用	24	(2) 技能者教育	36
5章 接合技術分野における技術者の育成	25	5.5.3 自動化技術	38

第2編 溶 接

1章 概 説

1.1 溶接の定義と種類	39	1.2.1 融 接	40
1.2 溶接法の種類	40	(1) アーク溶接	40
		1) 被覆アーク溶接	40
		2) 消耗電極式ガスシールドアーク	

ク溶接	40
3) 非消費電極式ガスシールドアーク溶接	41
4) サブマージアーク溶接	42
5) エレクトロスラッグ溶接	42
6) 電子ビーム溶接	43
1.2.2 圧接	43
(1) スポット溶接	44
(2) シーム溶接	44
(3) バット溶接	44
1.2.3 ろう接	44
1.3 溶接継手の種類とその選択	45
1.3.1 溶接継手の種類	45
(1) グループ溶接	46
(2) すみ肉溶接	47
(3) グループ溶接とすみ肉溶接の併用継手	48
(4) プラグ溶接	49
(5) ビード溶接	49
1.3.2 溶接継手の精度	49
1.3.3 溶接継手の選択	51
1.4 各種材料の溶接	51
1.4.1 溶接性	51
1.4.2 鉄系材料の溶接	51
(1) オーステナイト系ステンレス鋼	54
(2) フェライト系ステンレス鋼	54
(3) マルテンサイト系ステンレス鋼	54
1.4.3 非鉄材料の溶接	55
(1) アルミニウムおよびアルミニウム合金	55
(2) 銅および銅合金	55
1.5 溶接継手の諸性質	56
1.5.1 鉄系材料の溶接継手	56
(1) 溶接熱影響部における材質の変化	56
(2) 溶接割れ	57
(3) 溶接熱影響部のぜい(脆)化	59
(4) 溶接後熱処理とその影響	59
(5) 溶接部の耐食性	60
1.5.2 非鉄材料の溶接継手	61
1.6 溶接部の検査の品質保障	64
1.6.1 溶接部の検査	64
(1) 溶接部の検査の位置付け	64
(2) 溶接検査の種類	64
(3) 検査・試験方法の分類	64
1.6.2 溶接部の品質保証	64

(1) 品質保証の定義	64
(2) 溶接部の品質保証	65
1.7 応用の概況	69
1.8 溶接技術のすう勢	71
1.8.1 溶接工場における生産向上指針	71
1.8.2 CAD/CAMシステムの概要	72
1.8.3 溶接工場におけるCAD/CAMシステムの実例	73

2章 融 接

<電気溶接>

2.1 被覆アーク溶接	75
2.1.1 被覆アーク溶接法の原理と特徴	75
2.1.2 被覆アーク溶接の電源と極性	75
2.1.3 被覆アーク溶接棒の概要	75
(1) 心線	75
(2) 被覆剤	75
(3) 被覆剤の種類	77
2.1.4 被覆アーク溶接棒の種類と規格	77
(1) 軟鋼用溶接棒	77
1) イルミナイト系	77
2) ライムチタニア系	77
3) 高セルロース系	78
4) 高酸化チタン系	78
5) 鉄粉酸化鉄系	78
6) 低水素系	78
(2) 高張力鋼用溶接棒	79
(3) 低温用鋼溶接棒	80
(4) 耐候性鋼用溶接棒	80
(5) モリブデン鋼およびクロムモリブデン鋼用溶接棒	81
(6) ステンレス鋼用溶接棒	83
(7) 硬化肉盛用溶接棒	84
(8) 鋳鉄用溶接棒	86
(9) ニッケルおよびニッケル合金用溶接棒	91
(10) 銅および銅合金用溶接棒	91
(11) 低ヒューム溶接棒	91
2.1.5 被覆アーク溶接の溶接施工	92
(1) 被覆アーク溶接棒の選択	92
(2) 仮付け	95
(3) 予熱	96
(4) 後熱	98
(5) 溶接棒の吸湿と再乾燥	99

(6) 溶接入熱	100	2.4.1 M I G溶接の原理と特徴	123
(7) 溶接後熱処理	102	2.4.2 M I G溶接法の分類と使い分け	125
2.1.6 被覆アーク溶接用治具	103	(1) ショートアーク溶接法	125
(1) グラビティ溶接機	103	(2) スプレーアーク溶接法	125
(2) 低角度溶接機	104	(3) パルスアーク溶接法	126
(3) エンクローズ溶接用治具	104	(4) 大電流M I G溶接法	127
2.2 炭酸ガスアーク溶接（アルゴン-		2.4.3 M I G溶接装置の構成と機能	127
炭酸ガスアーク溶接を含む）	105	(1) 溶接電源	128
2.2.1 概 要	105	(2) ワイヤ送給装置	129
2.2.2 原理および特徴	105	(3) 溶接トーチ	130
(1) 短絡移行溶接（CO ₂ , Ar-CO ₂		(4) シールドガス供給装置	130
シールドの小電流溶接）	105	(5) 走行台車およびアークロボット	131
(2) 粒滴移行溶接（CO ₂ シールド大		2.4.4 各種材料のM I G溶接材料と施	
電流溶接）	106	工法	131
(3) スプレー移行（Ar-CO ₂ シー		(1) アルミニウムおよびアルミニウ	
ルド大電流溶接）	106	ム合金	131
2.2.3 溶接材料	107	1) 母材の種類と電極ワイヤの選択	131
(1) 溶接ワイヤ	107	2) 溶接性	132
(2) シールドガス	107	3) 溶接条件	133
2.2.4 溶接装置	109	4) 応用例	135
2.2.5 溶接施工法	109	(2) ステンレス鋼	137
(1) 溶接条件	109	1) 母材の種類とワイヤの組合せ	137
(2) 溶接施工上の注意点	109	2) 溶接条件	138
1) 溶接条件の選定	109	3) 応用例	139
① 溶接電流	110	(3) 銅および銅合金	141
② アーク電圧	110	2.5 T I G溶接	141
③ 溶接速度	113	2.5.1 T I G溶接の原理と特徴	141
2) チップ-母材間距離	113	2.5.2 各種T I G溶接法の分類と使い	
(3) 溶接欠陥	113	分け	142
2.2.6 溶接継手の特性	113	(1) 直流T I G溶接法	143
2.3 セルフシールドアーク溶接	113	(2) 交流T I G溶接法	143
2.3.1 概 要	113	(3) パルスT I G溶接法	143
2.3.2 原理および特徴	114	(4) 大電流T I G溶接法	144
2.3.3 溶接材料	114	(5) T I Gホットワイヤ法	145
2.3.4 溶接装置	116	2.5.3 T I G溶接装置とその機能	146
2.3.5 溶接施工法	118	(1) 溶接電源	146
(1) 溶接条件	118	1) 直流電源	147
(2) 溶接施工上の注意点	120	2) 交流電源	147
1) 溶接条件の選定	120	3) 交直両用電源	147
2) 開先形状	120	4) パルス電源	147
3) ワイヤ突出し長さ	123	(2) 高周波発生装置および制御装置	148
4) 被覆アーク溶接との組合せ	123	(3) 溶接トーチ	149
(3) 溶接欠陥	123	2.5.4 各種材料のT I G溶接施工法	150
2.3.6 溶接継手の特性	123	(1) アルミニウムおよびアルミニウ	
2.4 M I G溶接	123	ム合金	150

1) 溶接条件	151	(2) 適用例	181
2) 応用	151	2.9 特殊アーク溶接	181
(2) ステンレス鋼	151	2.9.1 アークスタッド溶接法	181
1) 溶接条件	152	(1) 原理および特長	181
2) 応用	152	(2) アークスタッド溶接機器	183
(3) 銅	155	(3) 溶接材料	183
(4) その他の材料	156	(4) 溶接部の性質	184
2.6 プラズマ溶接	156	(5) 溶接施工	185
2.6.1 プラズマ溶接の原理と特徴	156	(6) アークスタッド溶接法の適用例	187
2.6.2 プラズマ溶接法の分類と適応性	157	2.9.2 パーカッション溶接法	187
(1) キイホール溶接法	157	(1) 原理および特長	187
(2) 小電流プラズマ溶接法	158	(2) パーカッション溶接機器	188
(3) 逆極性プラズマ溶接法	160	(3) 溶接材料	188
2.7 サブマージアーク溶接法	161	(4) 溶接部の性質	188
2.7.1 概要	161	(5) 溶接施工	188
2.7.2 原理と特徴	161	2.10 エレクトロスラグ溶接	189
2.7.3 溶接機の構成	162	2.10.1 エレクトロスラグ溶接法の原理 と特徴	189
2.7.4 溶接材料	163	2.10.2 エレクトロスラグ溶接機の機器 の構成と施工法	190
(1) フラックスの選定	163	2.10.3 経済性	191
(2) ワイヤの選定	164	2.10.4 溶接材料と溶接継手の性質	192
2.7.5 溶接施工	165	2.11 電子ビーム溶接	192
(1) 開先形状	165	2.11.1 電子ビーム溶接の原理と特徴	192
(2) 溶接条件	165	(1) 原理機構	192
(3) 溶け込み	166	(2) 電子ビーム溶接の特徴	193
(4) ワイヤの溶着速度	166	(3) 深溶込み機構	194
(5) 傾斜面の溶接	166	2.11.2 電子ビーム溶接装置	194
(6) 溶接欠陥とその防止対策	167	2.11.3 施工上の諸問題	195
2.8 エレクトログラスアーク溶接	168	(1) 溶接条件と溶け込み	195
2.8.1 概要	168	(2) ポロシティ	195
2.8.2 原理および特徴	168	(3) コールドシャット, スパイキング	195
(1) E G 溶接の原理	168	(4) 割れ	196
(2) E G 溶接の特徴	169	(5) 目外れ	196
2.8.3 溶接材料	170	(6) アーキング孔	197
2.8.4 溶接装置	171	2.11.4 溶接部の性質	197
2.8.5 溶接施工法	172	2.11.5 実用化の状況	198
(1) 標準溶接条件	172	(1) 厚板構造物への応用例	198
(2) 溶接施工手順および施工上の注 意点	172	(2) 小型部品への応用例	199
(3) 溶接変形	180	(3) その他の応用例	199
(4) 溶接欠陥	180	2.12 レーザービーム溶接, 切断	200
(5) 特殊な溶接施工法	180	2.12.1 概説	200
1) 目違い合せ装置付 E G 溶接装置	180	(1) レーザの特徴	200
2) 傾斜継手溶接用 E G 溶接	181	(2) レーザの原理	200
2.8.6 溶接継手の特性	181	(3) レーザの種類	201
(1) 継手特性	181		

(4) レーザの加工の種類	202	＜そ の 他＞	
2.12.2 レーザ溶接	202	2.15 溶 射	219
(1) レーザ溶接の特徴	202	2.15.1 溶射法の概説	219
(2) CO ₂ レーザ溶接	203	2.15.2 溶射法の種類	219
1) CO ₂ レーザ発振器の種類	203	(1) ガス溶射法	219
2) 他の溶接方法との比較	204	1) フレーム溶射法	219
3) 溶接条件と溶込み深さ	204	2) 爆発溶射法	220
4) 照射パワー、集光スポット径		(2) 電気式溶射法	220
と照射パワー密度の関係	206	1) アーク溶射法	220
5) 集光スポット径と集点深度	206	2) プラズマ溶射法	220
6) 照射エネルギー密度と溶込み深さ	207	3) 線爆溶射法	221
7) 溶接データの一例	207	(3) その他の溶射法	221
(2) YAGレーザ	207	2.15.3 溶射材料	221
2.12.3 CO ₂ レーザ切断	208	(1) 線 材	221
(1) 切断基本能力	208	(2) 棒 材	222
(2) 切断面の特性	209	(3) 粉 末	222
(3) 補助ガス用ノズル	209	2.15.4 溶射被膜の性質	223
(4) 照射エネルギー密度	210	(1) 密着強さ	223
(5) 切断データ	211	(2) 耐摩耗と低摩擦特性	224
2.12.4 レーザの安全性	211	(3) 耐熱性と断熱性	225
＜ガス溶接＞		(4) 耐 食 性	225
2.13 酸素・アセチレン溶接	213	2.15.5 溶射被膜の応用	226
2.13.1 酸素・アセチレン炎	213	① 一般機械部品への応用	226
2.13.2 溶接装置	214	② 耐食、耐酸化を主対象とした応用	227
2.13.3 溶接方法	214	(1) オートバイのエンジン	227
2.13.4 各種金属の溶接	215	(2) 航空機用ガスタービン	228
(1) 軟 鋼	215	(3) プレス型	229
(2) 鋳 鉄	215	(4) 薄鋼板のめっきラインの炉床ロール	229
(3) 鋳鉄のブロンズ溶接	215	(5) ガスタービン部品	231
(4) 可鍛鋳鉄の溶接	216	2.16 熱 切 断	233
(5) クロムモリブデン鋼	216	2.16.1 ガス切断	233
(6) 高炭素鋼の溶接	216	(1) 酸素切断の原理	233
(7) マンガン鋼	216	2.16.2 切断酸素と予熱炎	234
(8) ステンレス鋼	216	(1) 切断用酸素	234
(9) クロム鋼の溶接	216	(2) 予 熱 炎	235
(10) 銅 の 溶 接	216	(3) ガス切断の実際	235
(11) 黄銅の溶接	216	2.16.2 プラズマ切断	236
(12) 青銅の溶接	216		
(13) ニッケルの溶接	216		
(14) モネルメタルの溶接	217		
(15) モネル鋳物の溶接	217		
(16) インコネルの溶接	217		
2.14 酸水素溶接	217		
2.14.1 鉛 の 溶 接	217		
2.14.2 ガラスの溶接	217		
		3章 圧 接	
		3.1 概 説	239
		＜抵抗溶接＞	
		3.2 抵抗溶接一般	241
		3.2.1 抵抗溶接の原理と特徴	241
		3.2.2 抵抗溶接の種類	241
		(1) スポット溶接	241

1) ダイレクト・スポット溶接	241	3.3.3 スポット溶接部の強さ	256
2) インダイレクト・スポット溶接	241	(1) 1点の引張せん断強さ	256
3) シリーズ・スポット溶接	242	(2) 多点継手の引張せん断強さ	257
4) マルチプル・スポット溶接	242	(3) 1点の疲れ強さ	258
5) ロール・スポット溶接	242	(4) スポット溶接部の評価	258
6) ツイン・スポット溶接	242	1) ピールテスト	258
(2) シーム溶接	242	2) 圧縮せん断試験	258
(3) プロジェクション溶接	243	3.3.4 各種材料のスポット溶接	258
(4) アプセット溶接	243	(1) 軟鋼	259
(5) フラッシュ溶接	243	1) 軟鋼の種類と性質	259
(6) バットシーム溶接	243	2) 軟鋼薄板のダイレクト・スポット溶接	259
(7) 高周波抵抗溶接	243	3) 軟鋼のシリーズ・スポット溶接	259
3.2.3 抵抗溶接のための電源	244	4) 軟鋼厚板のスポット溶接	259
(1) 単相交流(商用周波)式	244	(2) 硬化性鋼	260
(2) 単相整流式	244	1) 硬化性鋼の種類と性質	260
(3) 多相整流式	244	2) 後熱処理	260
(4) 三相低周波式	244	(3) めっき鋼板	261
(5) コンデンサ式	245	1) めっき鋼板の種類と性質	261
(6) 矩形波交流式	245	2) 亜鉛めっき鋼板	261
(7) 高周波式	245	(4) ステンレス鋼	263
3.2.4 溶接現象	245	1) ステンレス鋼の種類と性質	263
3.2.5 溶接に影響する諸因子	245	2) 溶接条件と溶接時の注意事項	263
(1) 溶接電流	245	(5) アルミニウム合金	264
(2) 通電時間	246	1) アルミニウム合金の種類と性質	264
(3) 電流波形	246	2) 溶接性	264
(4) 加圧力	246	3) 表面処理	265
3.3 スポット溶接	246	4) 溶接条件と溶接時の注意事項	265
3.3.1 溶接原理	247	3.4 プロジェクション溶接	267
(1) スポット溶接に関する用語	247	3.4.1 電極および治具	268
(2) ジュール発熱	247	3.4.2 各種材料のプロジェクション溶接	268
1) 固有抵抗と単位体積当りの発熱量	247	(1) 適用への注意事項	268
2) 抵抗の温度係数	248	(2) プロジェクションの形状・寸法と構造上の注意	268
3) 接触抵抗	248	3.5 シーム溶接	273
4) 電流分布	249	3.5.1 原理	274
(3) 熱伝導	249	3.5.2 電極	276
1) 溶接部の冷却	250	3.5.3 軟鋼のシーム溶接	277
2) 電極の温度上昇	250	3.5.4 アルミニウム合金のシーム溶接	277
(4) 溶接部の温度分布と板厚による変化	251	3.5.5 ステンレス鋼のシーム溶接	282
3.3.2 溶接条件の選び方	251	3.6 アプセット溶接	283
(1) 電極の選び方	251	3.6.1 概説	283
1) 電極材料の選び方	251	3.6.2 原理と特徴	283
2) 電極形状の選び方	253	3.6.3 溶接作業	284
(2) 加圧力の選び方	254	3.7 フラッシュ溶接	285
(3) 通電時間の選び方	255		
(4) 溶接電流の選び方	256		

3.7.1	概 説	285	(3)	電極加圧装置	296
3.7.2	原理と特徴	285	(4)	電 極 装 置	296
3.7.3	フラッシュ溶接現象	285	(5)	制御装置と品質管理	297
(1)	フラッシュ工程	285	3.9.2	スポット溶接機	297
(2)	アプセット工程	286	(1)	卓上スポット溶接機	297
3.7.4	フラッシュ溶接条件	286	(2)	定置形スポット溶接機	297
(1)	フラッシュ速度	286	(3)	ポータブル・スポット溶接機	297
(2)	フラッシュ電圧	286	①	分離形ポータブル・スポット 溶接機	298
(3)	フラッシュ時間	287	②	トランス・ガン形・ポータブ ル・スポット溶接機	298
(4)	アプセット圧力	287	③	ダブル・リンク式・ポータブ ル・スポット溶接機	298
(5)	アプセット電流	287	④	機動式スポット溶接機	298
3.7.5	設計・施工	287	⑤	ロボット溶接機	299
(1)	材料の損失	287	(4)	マルチスポット溶接機	299
(2)	熱平衡 (ヒートバランス)	287	3.9.3	その他の溶接機	299
(3)	溶接面と加圧方向	288	(1)	プロジェクション溶接機	299
(4)	分 流	289	(2)	シーム溶接機	300
(5)	材料の表面	289	(3)	アプセット溶接機	300
(6)	ば り	289	(4)	フラッシュ溶接機	300
(7)	ガスシールド	289	3.10	高周波抵抗溶接	301
(8)	健康・安全	289	3.10.1	原理と特徴	301
3.7.6	溶接部と品質管理	289	(1)	高周波加熱のメカニズム	301
3.7.7	新しいフラッシュ溶接	290	(2)	接合部形成現象	302
3.7.8	フラッシュ溶接の応用	290	3.10.2	生産工程	303
3.8	バットシーム溶接	291	(1)	前 工 程	303
3.8.1	原理と特徴	291	(2)	成形工程	303
(1)	接 合 機 構	291	(3)	溶 接 工 程	303
(2)	溶接電流波形とスティッチ効果	291	(4)	後 工 程	303
3.8.2	製管工程	292	3.10.3	適正溶接条件の選定	303
(1)	前 工 程	292	3.10.4	高周波抵抗溶接の応用	304
(2)	フォーミング工程	292	3.10.5	高周波誘導圧接	304
(3)	溶 接 工 程	293	<その他の圧接>		
(4)	後 工 程	293	3.11	摩擦圧接	306
3.8.3	溶 接 条 件	293	3.11.1	摩擦圧接の原理と摩擦圧接方式	306
(1)	溶 接 電 流	293	(1)	原理と特徴	306
(2)	突合せ形状	293	(2)	連続駆動式摩擦圧接	306
(3)	加圧力・アプセット量	293	(3)	蓄積式摩擦圧接	306
3.8.4	バットシーム溶接の応用	294	(4)	その他の方式	307
3.9	抵抗溶接機器	294	3.11.2	摩擦圧接条件	307
3.9.1	抵抗溶接機の構成要素と特性	294	3.11.3	摩擦圧接機	308
(1)	抵抗溶接機の電気的特性	294	3.11.4	摩擦圧接継手の性質	309
(2)	低入力形溶接機	295	3.11.5	施工上の注意点	309
1)	三相低周波式抵抗溶接機	295	(1)	素材面の粗さ	311
2)	三相 (または単相) 整流式抵 抗溶接機	295			
3)	コンデンサ・スポット溶接機	295			

(2) 素材面の加工法	311	3.14 爆発溶接	328
(3) 素材面の傾き	312	3.14.1 爆発溶接の接合機構	328
(4) 素材面のセンタ穴	312	3.14.2 爆発溶接部の性質と特徴	328
(5) 素材面のよごれおよび表面処理 皮膜	312	3.14.3 爆発溶接の応用例	329
(6) 素材の把握	312	3.15 常温圧接	330
(7) その他	312	3.15.1 概 説	330
3.11.6 品質管理	313	3.15.2 常温圧接の機構	330
3.11.7 摩擦圧接の応用例	313	3.15.3 圧接に及ぼす諸因子	331
(1) 素材溶接	313	(1) 表面処理法	331
(2) 中間製品溶接	313	(2) 酸化膜の性質	331
(3) 完品溶接	313	(3) 材 質	332
(4) 応用例	314	(4) 変 形 度	332
3.12 その他の高温圧接	315	3.15.4 常温圧接の方法	333
3.12.1 鍛 接	315	(1) 圧 接 工 具	333
(1) ハンマ溶接	316	(2) 圧 接 装 置	334
(2) 型 鍛 接	316	3.15.5 常温圧接の応用	334
(3) 圧 延 鍛 接	316		
(4) ベル・ダイス鍛接	316		
(5) 継手の設計	316		
3.12.2 ガス圧接	317		
(1) ガス圧接方法	317		
1) オープン・バット法	317		
2) クローズ・バット法	317		
(2) ガス圧接の特長と制約	317		
(3) 継手の設計と溶接条件	317		
(4) ガス圧接部の性質	318		
(5) ガス圧接の応用	319		
3.12.3 磁気駆動アーク圧接 (n I A B溶接)	321		
(1) 磁気駆動アーク圧接の原理	321		
(2) M I B A 溶接の特徴と制約	321		
(3) M I B A 溶接の応用	321		
3.13 超音波圧接	323		
3.13.1 概 要	323		
3.13.2 装 置	323		
3.13.3 圧 接 機 構	324		
3.13.4 圧接強度を左右する条件	324		
(1) 出力, 振動速度	324		
(2) 周 波 数	325		
(3) 制 御 機 能	325		
(4) チ ッ プ	325		
(5) 加 圧 力	325		
(6) 圧接片材質	326		
3.13.5 超音波圧接の特長	326		
3.13.6 応 用 例	326		
		4 章 ろ う 接	
		4.1 概 説	336
		4.1.1 ろう接の意義	336
		(1) ろう接の工業的背景	336
		(2) ろう接の原理および特長	336
		(3) ろう接法の分類	337
		4.1.2 ろうおよびフラックス	338
		(1) ろ う	338
		1) ろうの種類	338
		2) ろうの形状	338
		(2) フラックス	340
		1) フラックスの作用	340
		2) フラックスの種類	341
		4.1.3 ろう接継手の設計	341
		(1) 継手の設計指針	341
		1) 継手強さ	341
		2) ろう接間隙	342
		3) 母材の熱膨張	342
		(2) ろう接継手の種類	343
		4.2 ろう付	343
		4.2.1 炎ろう付	343
		(1) 炎ろう付の特長	344
		(2) 炎ろう付の選択	344
		(3) 炎ろう付のポイント	345
		(4) 炎ろう付の自動化	345
		4.2.2 高周波ろう付	346
		(1) 原 理	346
		(2) 特 徴	347

(3) 高周波ろう付装置	347	(2) 光ビームろう付実例(1)	363
(4) 高周波電源	347	(3) 光ビームろう付実例(2)	364
(5) 高周波変流器	348	(4) 光ビームろう付実例(3)	364
(6) 加熱コイル	348	(5) 光ビームろう付実例(4)	364
(7) アプリケータ(ろう付装置)	349	4.2.6 真空ろう付	365
(8) 治具	350	(1) 真空ろう付法の特徴	365
4.2.3 ふん囲気ろう付	351	(2) 母材, ろう付およびろう付圧力	365
(1) 保護ふん囲気の働きとその選択	352	(3) 真空ろう付炉の特長	369
(2) ふん囲気ガスの種類	352	(4) 真空ろう付の応用	369
(3) 発熱反応型ガス発生器	352	4.3 はんだ付	370
(4) 吸熱反応型ガス発生器	352	4.3.1 リフロソルダリング(リフロは	
1) 分解アンモニア型ガス発生器	353	んだ付)法	370
(5) ふん囲気炉内ろう付の基本とガスの選定	353	(1) はんだの供給方法(載置方法)	370
1) ガスの導入と置換	353	1) はんだめっき	370
2) 露点の調整	354	2) はんだディップ	370
(6) ふん囲気ろう付炉の種類と構造	354	3) クリームはんだの塗布	371
(7) 各種材料の炉内ろう付	355	4) 成形はんだの載置	371
1) ステンレス鋼	355	(2) リフロ用熱源	371
2) 高炭素鋼	355	1) 材料自身の抵抗発熱(ジュール熱)	371
3) 一般鋼材	355	2) 特殊なヒータ材料の抵抗発熱	371
① 横型マッフル炉	355	3) 常時加熱状態にあるツール	371
② ベル型炉	356	4) ホットプレート(熱板)	371
③ ポット型ふん囲気ろう付炉	356	5) 特殊な液体の気化潜熱	371
④ メッシュボルトコンベア型炉	357	6) 赤外線	371
⑤ プッシャー型ふん囲気ろう付炉	357	7) レーザ	371
⑥ ローラハウス型ふん囲気ろう付炉	357	8) 熱風	371
(8) 特殊仕様のろう付炉	357	(3) 各種リフロ用熱源の特徴	371
① 省エネルギー型ふん囲気ろう付炉	357	1) 接触式	371
4.2.4 アークろう付(MIG法・TIG法)	358	2) 非接触および中間媒体を用いる方式	371
(1) MIGアークろう付法	358	3) 局部(部分)加熱方式	371
(2) TIGアークろう付法	359	4) 全体加熱方式	372
① 冷蔵庫ケースのコーナ	360	4.3.2 浸漬はんだ付(ディップソルダ	
② 板厚の異なるステンレス鋼の接合	360	リング)	372
4.2.5 熱線その他を熱源とするろう付	361	(1) 浸漬はんだ槽	372
(1) はじめに	361	(2) はんだ槽の加熱と温度制御	373
1) 光ビームの集束原理と構造について	362	(3) 自動はんだ付装置	373
2) エネルギー密度と分布	362	1) フラックス塗布	374
3) 集点よりズレた面でのエネルギー分布	363	2) 予備加熱	374
① 拘束, 加圧, 方式の利用例	363	3) 浸漬はんだ付	374
② 遮光効果利用例	363	4) 冷却	374
③ 治具材料の利用果例	363	4.3.3 こてはんだ付	374
④ ヒートバランスの効果例	363	(1) 電気はんだこて	375
		1) こて先温度	375
		2) リーク電流および静電気	375

3) パラレルシーム溶接	415
5.4.2 マイクロ融接	416

6章 非破壊検査

6.1 放射線透過試験	418
6.1.1 放射線透過試験の原理	418
(1) 放射線の種類	418
(2) 放射線透過試験の種類	418
(3) 透過写真のコントラスト	419
6.1.2 放射線透過試験に使用する機器	420
(1) X線発生装置	420
(2) γ 線透過試験装置	412
(3) X線装置および γ 線源の選択	422
(4) 感光材料と増感紙	423
(5) 透視法に使用する蛍光増倍管	424
(6) 映像方法と観察	424
6.1.3 放射線透過試験による欠陥の検出精度	426
(1) 線質と透過写真のコントラスト	428
(2) 透過写真濃度と識別度	428
6.1.4 放射線透過試験の溶接部への適用	429
(1) ビード形状の不良による欠陥	430
(2) プロホール	430
(3) スラグ巻込み	430
(4) 融合不良および溶込み不良	430
(5) われ	431
6.1.5 放射線透過試験に対する適用規格の概要	432
(1) 国内規格	432
(2) 外国規格	432
6.1.6 放射線透過試験の応用	433
(1) 立体撮影法	435
(2) トモグラフィ	436
(3) 拡大撮影	437
(4) 中性子ラジオグラフィ	437
6.2 超音波探傷試験法	438
6.2.1 超音波探傷試験の基礎	438
(1) 超音波について	438
(2) 超音波の発生と受信	439
(3) 超音波の波動と種類	439
(4) 超音波の音速	440
(5) 超音波の波長	441
(6) 超音波の反射と通過	441
(7) 円形振動子音場	442
(8) 欠陥からのエコー高さ	443

1) 円形平面欠陥	443
2) 球状欠陥	444
3) 円柱形欠陥	444
4) 大きな平面による反射	444
6.2.2 超音波探傷法の種類	445
(1) パルス反射法	445
1) 垂直探傷法	445
2) 斜角探傷法	446
3) 表面波探傷法	447
(2) 透過法	447
(3) 共振法	447
6.2.3 超音波探傷器および探触子	448
(1) 超音波探傷器	448
(2) 探触子	448
1) 垂直探触子	448
2) 斜角探触子	449
3) 分割形探触子	449
4) 高温用探触子	449
5) 点集束(フォーカス)探触子	450
6) 高分解能探触子	450
7) 表面波探触子	450
6.2.4 探傷手順	450
(1) 探傷方法の選定	451
(2) 探触子の選定	451
(3) 探触子の屈折角の選定	452
6.2.5 欠陥エコーの表示方法	452
6.2.6 欠陥寸法の定量評価法	453
(1) エコー高さを用いる方法	453
(2) 接触子の移動距離による方法	455
(3) エコーの伝搬時間差を用いる方法	456
(4) 周波数分析法	457
(5) 映像法	458
6.3 磁粉探傷試験, 浸透探傷試験	458
6.3.1 磁粉探傷試験	458
(1) 前処理	459
(2) 磁化	459
(3) 磁粉の適用	462
(4) 観察	463
6.3.2 浸透探傷試験	463
(1) 前処理	464
(2) 浸透処理	464
(3) 洗浄処理	465
(4) 現像処理	466
(5) 観察	468

第3編 機械的締結

1章 概 説

1.1 機械的締結の分類	469
(1) ねじ締結	469
(2) リベット締結	469
(3) ピン締結	469
(4) 簡易締結	469
(5) くさび締結のおよび力ばめ締結	469
1.2 機械締結の特徴	470
(1) 分解の可能性	470
(2) 締結部の強度	470
(3) 締結部の容積と重量	470
(4) 締結作業時の温度	470
(5) 締結作業の難易	470
(6) 価 格	470
(7) 外 観	470

2章 ねじ締結

2.1 ねじ基本とその規格	471
2.1.1 ねじの種類	471
2.1.2 ねじ基本規格の推移	471
2.1.3 わが国におけるねじの体系	473
2.1.4 メートルねじ	475
(1) 基準山形および公式	475
(2) 直径とピッチとの組合せ	475
(3) 基準寸法	477
(4) メートルねじ公差方法	477
1) 公差グレード	477
2) 公差位置	477
3) ISO等級	477
4) 表面処理後の寸法	478
5) はめあい長さ	478
6) 公差グレードに対する公差	478
7) 谷底の形状	478
8) 等級の選択	478
(5) ISO等級と在来等級との対応	479
2.1.5 ユニファイねじ (ISOインチねじ)	480
2.1.6 ウィットねじ	480
2.1.7 管用ねじ	480

(1) 管用平行ねじ	480
1) 種類, 等級	480
2) 基準山形	480
3) ねじの呼び	481
4) 基準寸法および寸法許容差	482
5) 管用平行ねじの表わし方	482
(2) 管用テーパねじ	482
1) 種類	482
2) 基準山形	482
3) ねじの呼び	482
4) 基準寸法および寸法許容差	483
5) ねじ部の耐密性	484
6) 管用テーパねじの表わし方	484
2.2 ねじ部品およびねじ付属品	484
2.2.1 ねじ部品の種類	484
2.2.2 ねじ付属品の種類	485
2.2.3 ねじ部品およびねじ付属品の規格	485
2.2.4 ねじ部品の機械的性質	487
(1) 鋼製ボルト・小ねじの機械的性質	487
1) 適用の対象になるボルト・小ねじ	487
2) ボルト・小ねじに対する強度区分の表わし方	487
3) ボルト・小ねじの機械的性質	487
4) ボルト・小ねじの材料および熱処理	488
(2) 鋼製ナットの機械的性質	488
1) 適用の対象になるナット	488
2) ナットに対する強度区分の表わし方	490
3) ナットの機械的性質	491
4) 材料および熱処理	492
(3) 鋼製止ねじの機械的性質	492
1) 適用の対象になる止めねじ	493
2) 止めねじに対する強度区分の表し方	493
3) 止めねじの機械的性質	493
4) 止めねじの材料および熱処理	494
(4) ステンレス鋼製耐食ねじ部品の機械的性質	494
1) 適用の対象になるステンレス鋼	

製ねじ部品	494	(1) ねじ締結体に作用する外力と内力	525
2) ステンレスねじ部品の性状区分	494	(2) 締付線図	525
3) ステンレスねじ部品の機械的性質	496	(3) 内外力比	525
2.2.5 形状・寸法に関する共通規格	496	(4) へたり系数	526
(1) ボルト穴径およびざぐり径	496	(5) ねじの強度区分	526
(2) 二面幅の寸法	497	(6) 最大締付応力および最小締付応力	527
(3) ねじ先の形状・寸法	498	2.4.2 ねじの強度設計	528
(4) ねじ下穴径およびねじ下ドリル径	498	(1) 軸方向荷重だけを受けるねじ棒の大きさ	528
(5) ねじ用十字穴	498	(2) ねじ山のせん断破壊を考慮したナットの長さ	528
(6) ねじ部品の公差方式	500	(3) 被締付け物同士が離間しないねじの設計	529
2.2.6 ねじ部品の選び方・使い方	501	(4) 被締付け物同士が横ずれしないねじの設計	529
(1) ねじ部品選択上の心得	501	(5) 被締付け物同士の接合部から流体が漏れないねじの設計	529
1) 種類の単純化を図ること	501	(6) 疲れ破壊を考慮したねじの設計	529
2) J I Sによるねじ部品の採用を図ること	501	(7) 遅れ破壊について	530
3) 品質の仕様を明確にすること	502	2.4.3 ねじのゆるみとその防止対策	530
4) 経済性を考慮すること	502	(1) 接触部の小さな凹凸のへたり	530
5) 作業性を考慮すること	502	(2) ガスケットなどのへたり	531
6) 保全対策を考慮すること	502	(3) 座面部の被締付け物への陥没	531
(2) ねじ部品共通要目の選び方	502	(4) 接触部の微動摩耗	531
1) ねじ形式の選び方	502	(5) 熱的原因	531
2) 頭部形状の選び方	503	(6) 軸回り振動	531
3) ねじ先の選び方	504	(7) 軸直角振動	532
4) 仕上げ程度の選び方	505	(8) 軸方向荷重の増減	533
5) 表面処理の選び方	505	(9) 衝撃的外力の繰り返し	533
6) 機械的性質の選び方	506	2.5 ねじの締付けおよび締結用具	534
(3) ねじ部品の使い方	507	2.5.1 締結力	534
2.2.7 ねじ付属品の使い方	507	2.5.2 トルク法	534
(1) 座金の使い方	507	(1) 締付けトルクと締付力の関係	534
(2) 割ピンの使い方	509	(2) トルク係数および摩擦係数	539
2.3 ねじの材料	509	(3) 締付け目標トルク	540
2.3.1 まえがき	509	2.5.3 回転角法	540
2.3.2 汎用材料	509	2.5.4 トルクこう配法	541
(1) 冷間加工性	509	2.5.5 ボルトまたはナットを回転しないで締付け力を与える方法	542
(2) 熱処理性	511	(1) 機械的張力法	542
(3) 表面状態および内部織	511	(2) 熱膨張法	543
(4) ねじ部品の強度区分	514	2.5.6 締付け力測定用座金	543
(5) 標準材料	514	(1) PLI座金	543
(6) ねじ部品の防錆処理	517	(2) コロネット荷重指示座金	543
2.3.3 耐食用材料	518	2.5.7 締付け用具	543
2.3.4 高温用材料	521		
2.3.5 低温用材料	522		
2.4 ねじ締結の設計	525		
2.4.1 共通的事項	525		

(1) 手動締付け工具	543	(3) スラスト荷重に対する強度	569
(2) 動力締付け工具	543	1) スナップピン	569
		2) スナップリテーナ	569
3章 リベット		5.4 スプリングクリップ	569
3.1 リベットの分類	545	5.4.1 ボタンクリップ	570
3.2 リベットの材料	546	5.4.2 リベット (ピーディングクリップ)	570
3.3 リベット締結の設計	546	5.4.3 金属性トリムクリップ	570
(1) リベット継手の強度	546	5.4.4 ワイヤリングクリップ	571
(2) リベット継手の効率	547	5.4.5 ロッドワイヤホルダクリップ	571
(3) リベット締結の設計	547	5.5 モールクリップ	571
		5.6 クイックファスナ	571
		5.6.1 ロータータイプ	571
4章 ピン締結		5.6.2 レバータイプ	572
4.1 ピン締結の機能	548	5.6.3 スライドタイプ	572
4.1.1 固定ピン締結	548		
4.1.2 可動ピン締結	549	6章 くさび締結および力ばめ締結	
4.2 ピン締結の用途	549	6.1 コッターおよびキー締結	572
4.2.1 固定ピン締結の用途	550	6.1.1 コッター	572
4.2.2 可動ピン締結の用途	550	(1) コッターの設計	572
4.3 ピンの材料	550	6.1.2 キー	573
4.3.1 固定ピンの材料	550	(1) キーおよびキーみぞの設計	574
4.3.2 可動ピンの材料	550	1) 沈みキー	574
4.4 ピン締結の設計	556	2) 滑りキー	577
4.4.1 固定ピン締結の設計	556	3) 半月キー	578
4.4.2 可動ピン締結の設計	557	4) 接線キー	578
		5) くらキーおよび平キー	578
5章 簡易締結		6.2 スプライン及びセレーション	579
5.1 簡易締結の分類	558	6.2.1 スプライン締結	579
5.2 止め輪	559	(1) 角形スプライン	579
5.3 止め軸およびテーナ	561	(2) インボリュート・セレーション	583
5.3.1 止め輪	561	(3) インボリュートスプライン	583
(1) 種類と形状	561	6.3 力ばめ締結	583
1) 軸方向から装着する止め輪	561	6.3.1 締結力	584
2) 軸直角方向から装着する止め輪	563	(1) 締結力	584
(2) 止め軸の応力計算	563	(2) 摩擦係数	585
1) 偏心止め輪	563	1) 表面あらさの影響	585
2) 同心止め輪	565	2) 潤滑の影響	585
3) 止め輪の許容応力	565	3) 圧入速度の影響	585
(3) 止め輪のスラスト荷重に対する強度	566	4) 真円度の影響	585
5.3.2 リテーナ	567	6.3.2 はめ合い面の応力状態	585
(1) 種類と形状	567	(1) 面圧分布	585
1) スナップピン	567	(2) 外力が作用する場合の面圧	586
2) スナップリテーナ	567	6.3.3 力ばめ締結の強度設計	587
(2) リテーナの応力計算	568	(1) 疲労強度	587
1) スナップピン	568	(2) 許容応力	589
2) スナップリテーナ	568		

4 編 接 着

1 章 概 説

- 1.1 接着の原理と構造接着591
- 1.2 接着剤と接着強さ591
- 1.3 接着効率 η_a , 継手効率 η_j および
接着工法595
- 1.4 構造接着部の設計と応力解析597
 - (1) 一重重ね合せ接着部の引張せん
断応力598
 - (2) 曲げモーメントのかかる重ね合
せ接着部598
 - (3) 曲げモーメントのかかるT型接着部598
 - (4) 機械的締結と重ね合せ接着との
並列重ね合せ組合せ継手599
- 1.5 接着部の耐久性599
 - 1.5.1 環境耐久性599
 - (1) プラスチック自体の耐久性599
 - (2) 接着部の暴露耐久性599
 - 1.5.2 力学的耐久性601
 - 1.5.3 総合耐久性601

2 章 構造用接着剤

- 2.1 構造用接着剤の性質, 特長について603
 - 2.1.1 エポキシ樹脂接着剤603
 - (1) 特 長603
 - (2) 欠 点603
 - (3) 常温硬化型接着剤603
 - ① 硬化剤の混合611
 - ② 塗布および圧縮611
 - ③ 硬 化611
 - ④ 毒 性611
 - ⑤ 接着剤の保存612
 - ⑥ 接合部の破壊612
 - (4) 加熱硬化型接着剤612
 - ① 硬化剤とその混合612
 - ② 塗 布612
 - ③ 硬 化612
 - (5) 用 途613
 - 2.1.2 ポリクロロブレン (ネオブレン)
接着剤613

- (1) 特 長613
- (2) 使用法613
 - 1) 塗布方法613
 - 2) 塗 布 量613
 - 3) オープンタイム (開放放置時間)613
 - 4) 接 着 法613
 - 5) スプレー塗布による接着の問題点614
 - 6) 希釈剤と取扱上の注意614
 - 7) 接着剤の取扱い614
- (3) 用 途614
- 2.1.3 ニトリルゴム接着剤614
 - (1) 特長と欠点615
 - (2) 使用法615
 - (3) 用 途615
- 2.1.4 フェノール樹脂変性ニトリルゴ
ム接着剤615
 - (1) 使用法615
 - (2) 使用上特に注意すべき事項615
 - (3) 用 途615
- 2.1.5 嫌気性接着剤615
 - (1) 使用法616
 - (2) 用 途616
- 2.2 接着剤の選択617
- 2.3 接着強さに及ぼす温度の影響617
- 2.4 接着剤の熱劣化618
- 2.5 接着剤の耐久性620

3 章 接着部の耐久性

- 3.1 接着強さと耐久性621
- 3.2 接着層に働く応力622
- 3.3 単純重ね継手応力分布と接着強さ624
- 3.4 構造用接着剤と耐久性626
 - 3.4.1 混合系接着剤626
 - (1) フェノリックービニール系接着剤626
 - (2) フェノリックーニトリル系接着剤628
 - (3) フェノリックーネオブレン系接着剤629
 - (4) エポキシーフェノリック系接着剤629
 - (5) その他の接着剤629
 - ① エポキシーナイロン系接着剤629
 - ② エポキシーポリサルファイド

系接着剤	629	4.1.5	きりそぎ継手	651
③ エポキシ-シリコン系接着剤	629	4.1.6	突合せ継手	652
④ ニトリルゴム-エポキシ系接着剤	629	4.2	接着継手の強度設計	654
3.4.2 エポキシ樹脂系接着剤	630	4.2.1	接着継手の強度設計法の問題点	654
3.5 接着部の疲労特性	630	4.2.2	接着継手の設計基準値	654
3.5.1 疲労試験	630	4.2.3	接着継手強度設計の基準測定法	654
3.5.2 継手の形状と疲労特性	632	4.2.4	接着継手度則を用いた強度設計法	655
3.5.3 構造用接着剤の性能	633	4.2.5	単純重ね合せ継手の強度設計	655
3.5.4 接着剤とリベットの併用	634	(1)	解析方法	655
3.6 接着部のクリープ特性	635	(2)	解析結果	656
3.6.1 試験方法	635	(3)	強度則の決定	656
3.6.2 クリープひずみ-時間線図	636	(4)	継手の強度予測	656
3.6.3 接着部のクリープ特性に及ぼす 影響因子	637			
3.7 接着部の温度特性	639	5章	構造接着の応用と実際（接着の 機械締結への応用例）	
3.8 接着部の応力集中の緩和	640	5.1	接着継手の実際	658
3.8.1 機械的接合との併用	640	5.1.1	接着継手の補強方法	658
3.8.2 接着部の形状変化による方法	640	5.1.2	外力を考慮した接着継手	659
3.8.3 接着剤の物性を変えることによ る方法	641	5.2	接着接合の応用	660
3.8.4 接着部近傍の剛性の連続化	642	5.2.1	接着接合のメリット	660
3.9 あとがき	643	5.2.2	接着接合の応用とその実際	661
		5.3	生産工程と構造接着の応用	663
		5.4	大口径FRPパイプの接合	664
		5.5	接着設計の実際	666
4章 接着部の応力解析と設計		(1)	突合せ継手	666
4.1 接着継手の応力解析	644	(2)	重ね合せ継手	667
4.1.1 二重重ね合せ継手	646	(3)	円筒部の接着	668
4.1.2 単純重ね合せ継手	645	5.6	接着継手の設計	668
4.1.3 テーパー付き重ね合せ継手	648	5.7	FRP接着継手の形式	669
4.1.4 段付突合せ継手	648			

5 編 応 用

5.1 概 説	673	5.3.4	接合方法の実施例	678
<一般機械>		(1)	オーステナイト系ステンレス鋼 の肉盛溶接	678
5.2 土木建設機械	674	(2)	円周多層継手部の自動溶接	678
5.2.1 製品概要	674	(3)	鞍型継手部の自動溶接	678
5.2.2 本体構成	675	5.3.5	溶接部の品質管理	679
5.2.3 加工工程	675	5.4	エレベータ、エスカレータ	679
5.2.4 接合方法	676	5.4.1	構造製品の接合	680
5.3 ポンプ	677	(1)	エスカレータトラスの接合	680
5.3.1 製品概要	677	(2)	エレベータかご床枠の接合	680
5.3.2 対象製品の外観と構造	677	5.4.2	意匠品の接合	681
5.3.3 ボイラ給水ポンプの加工工程	677			

(1) エレベータ扉の接合	681	(3) 抵抗溶接部品の変遷	707
(2) エレベータカゴ室壁の接合	682	(4) 溶接条件と品質	707
5.5 エアコン	683	(5) 抵抗溶接機および装置	707
5.5.1 対象製品の外観およびエアコン の本体構造	683	5.9.2 ルームエアコン	707
5.5.2 接合方法, 特長等について	685	(1) ルームエアコンの変遷	707
5.6 電卓	685	(2) 抵抗溶接部品	707
5.6.1 電氣的接合	687	(3) 抵抗溶接部品の变遷	708
5.6.2 構造上の接合方法	689	(4) 外箱ベースの溶接条件	708
<電気機械>		(5) 垂鉛鉄板用電極の検討	708
5.7 発電機および電動機	691	(6) 抵抗溶接機および装置	708
5.7.1 水車発電機, 水車発電電動機	691	(7) 外箱ベース抵抗溶接の問題点	708
(1) 回転子用スパイダの構造と加工方法	691	<電子機械>	
5.7.2 タービン発電機	693	5.10 有線通信機器	710
(1) 固定子ステータフレームの構造 と加工方法	695	5.10.1 小形リレーの製造工程	710
5.7.3 電動機	695	5.10.2 接合技術の位置づけ	710
(1) 電動機シャフト構造と加工方法	696	5.10.3 小形リレーにおける溶接技術	710
5.8 電気機器	698	(1) 溶接工法	710
5.8.1 配電盤	698	(2) 被溶接部の設計	710
(1) 盤構造	699	(3) 溶接条件	712
1) ウェルドボンディングの適用	699	5.10.4 溶接装置	712
2) 構造接着の適用	699	1) 電源装置	713
(2) 導体	699	2) 溶接用トランス	713
1) 母線導体	699	3) 溶接ヘッド	713
2) 制御用配線	700	4) 電極	713
5.8.2 遮断器	700	5) その他の留意事項	714
(1) SF ₆ ガス遮断器	700	5.10.5 品質管理	714
1) ねじ締結	700	5.10.6 今後の課題	714
2) 圧力容器の製作	701	5.11 ファクシミリ	714
3) 大電力用接点材料の接合	702	5.11.1 製品概要	714
① 金属粉末添加フラックスの採用	702	5.11.2 ファクシミリの外観および本体構造	714
(2) 真空遮断器	702	5.11.3 ファクシミリ組立に用いられる 接合技術	715
1) 真空バルブ	702	5.11.4 接合の実際	715
2) 操作機構部品	703	(1) センサブロックの組立	715
(3) 小形電磁開閉器	703	(2) ミラーの組立	717
1) 接点プロジェクション溶接	703	(3) 自動給紙部組立	717
2) 水圧接法	704	(4) 受信部カバー組立	717
3) プレスかしめ	705	5.12 V・T・R	718
4) パーカッション溶接	705	5.12.1 回転ヘッドドラム部での応用例	719
5) その他	705	(1) ねじによる締結	719
5.9 家電製品	706	(2) 接着による締結	719
5.9.1 冷蔵庫	706	(3) 圧入接着による締結	720
(1) 冷蔵庫の変遷	706	(4) 圧入による締結	721
(2) 抵抗溶接部品	706	5.12.2 モータ部での応用例	722
		(1) アウトサートによる締結	722

(2) 接着による締結	722	5.16 乾電池	758
(3) かしめによる締結	723	5.16.1 電池と接合技術	758
5.12.3 シャシおよび機構部での応用例	724	5.16.2 汎用電池	760
(1) 圧入による締結	724	5.16.3 電池封口の気密性と特性	761
(2) 止め輪による締結	724	5.16.4 封口技術に関する種々の提案	762
5.13 テープレコーダ	725	<輸送機械>	
5.13.1 テープレコーダのしくみ	725	5.17 自動車	764
(1) テープレコーダの原理	725	5.17.1 自動車の接合技術に求められる特徴	764
(2) テープレコーダの基本構成	725	5.17.2 自動車への接合技術適用例	764
5.13.1 テープレコーダにおける接合技術	725	(1) 溶接の応用	764
(1) メカニカルデッキブロック	725	(2) 接着の応用	767
(2) 印刷回路ブロックにおける接合技術	727	(3) 機械的締結の応用	769
(3) 外装ブロック	729	(4) 接合技術応用一覧	774
5.13.3 これからの接合技術の方向	731	5.17.3 今後の展望	774
5.14 電子部品	731	5.18 鉄道車輛	774
5.14.1 概要	731	5.18.1 製品概要	774
5.14.2 接合技術の応用	731	(1) 構造	774
5.14.3 各電子部品への応用例	731	(2) 使用材料	775
(1) テレビ用チューナケース	731	5.18.2 電車製作方法	776
(2) チップ部品実装基板	731	(1) 台枠	777
(3) コネクタ	733	(2) 側構	777
(4) ポリバリコン	735	(3) 妻構	777
(5) ガラスディレーライン	737	(4) 屋根構	778
5.15 半導体(半導体素子, 集積回路)	738	(5) 総組立	778
5.15.1 LSIの製造工程	738	(6) 台車枠	778
(1) ウェハ処理工程(拡散工程)	738	5.18.3 電車製作に用いられる接合方法	778
(2) 組立工程	740	(1) 溶接	779
5.15.2 組立工程内の接合技術の実際	742	(2) 機械的締結	780
(1) チップ接着	742	(3) はんだ付け	781
1) 共晶合金(Au-Si共晶)方式	743	5.18.4 今後の展望	782
2) エポキシ樹脂(銀ペースト)方式	744	5.19 航空機	782
3) はんだ方式	744	5.19.1 航空機の構造	782
4) ガラスマウント方式	744	5.19.2 製造工程と接合技術	783
5) ダイボンダ	745	5.19.3 機械的接合ーファスナ	784
(2) ワイヤボンディング	745	(1) リベット	784
1) 熱圧着(TC, NTC)法	747	(2) ボルト・ナット類	785
2) 超音波(US)法	750	5.19.4 溶接	785
3) サーモソニック(UTC)法	751	5.19.5 接着	787
4) ワイヤボンダ	752	<精密機械>	
(3) 封止	753	5.20 カメラ	788
1) 気密封止(ハーメチックシール)	753	5.20.1 カメラにおける接合技術	788
2) 樹脂封止	755	5.20.2 カメラボディ・外観カバーの接合	789
(4) インナリードボンディング(ILB)	755	(1) カメラボディの接合	789
5.15.3 接合技術の将来展望	758	(2) 外観カバーの接合	789

5.20.3	ユニット基板の接合	790	(3)	外観	796
(1)	基板の接合方法	790	(4)	寸法変化についての留意事項	796
(2)	ユニット基板設計の留意点	790	(5)	特殊金属の溶接	796
5.20.4	機械的機構部の接合	791	(6)	溶接コスト	796
(1)	ねじ締結	791	5.21.2	ねじ締結	796
(2)	かしめ締結	791	(1)	適正締結力	797
(3)	カメラの熱溶接の動向	792	(2)	締結によるひずみ	797
(4)	その他	793	(3)	ねじ径と加工性	797
5.20.5	貼着シートの利用	793	(4)	異質部品の締結	797
(1)	1眼レフミラーの接着	793	(5)	熱容量の異なる部品の締結	797
5.20.6	光学部品の接合	793	(6)	ゆるみ止め	798
(1)	レンズの鏡胴内保持方法	793	(7)	アルミ材のねじ締結	798
(2)	光学ガラスの接合	793	(8)	ひっかかり率について	798
5.20.7	カメラの電気接続	794	(9)	軸の固定での注意事項	798
(1)	電気接続の留意点	794	5.21.3	接着	798
5.20.8	今後の方向	794	(1)	すべりを制御する接着	798
5.21	精密測定機器	794	(2)	石材と金属の接着	799
5.21.1	溶接	795	(3)	充填剤としての接着剤	799
(1)	溶接の残留応力とその対応	795	(4)	接着で精度を出す	799
(2)	溶接ひずみについて	795	(5)	瞬間接着剤により結合力強化	799