

アーク溶接における気孔及び 疲れ強さに関する研究

昭和 63 年
(1988 年)

長谷川 正義

目 次

序論	1
序論参考文献	3
第 I 編 溶接金属中の気孔に関する研究	7
緒論	7
第 1 章 溶接金属中の気孔発生に及ぼす溶接開先面の汚れの影響	9
緒言	9
1.1 亜鉛メッキ鋼板のアーカ溶接	11
1.1.1 実験方法	11
1.1.1.1 供試材料及び溶接機	11
1.1.1.2 被覆アーカ溶接棒による手溶接	12
(I) ビード溶接実験	12
(II) 溶接ヒューム発生量の測定	12
(III) 溶接ヒュームの化学分析	13
(IV) 溶接継手の機械試験	13
1.1.1.3 全自動ガス被包アーカ溶接	14
1.1.2 実験結果とその検討	14
1.1.2.1 被覆アーカ溶接棒による手溶接の諸実験	14
(I) ビード溶接実験	14
(II) 溶接ヒューム発生量の測定	19

(Ⅲ)	溶接ヒュームの化学分析	20
(Ⅳ)	溶接継手の機械試験	22
1.1.2.2	全自動ガス被包アーク溶接による諸実験	24
(Ⅰ)	ビード溶接実験	24
(Ⅱ)	溶接ヒューム発生量の測定	31
(Ⅲ)	溶接ヒュームの化学分析	34
(Ⅳ)	溶接継手の機械試験	34
1.1.3	結言	35
1.2	塗装鋼板の被覆アーク溶接における開先面の汚れについて	37
1.2.1	実験方法	37
1.2.1.1	供試材料及び溶接機	37
1.2.1.2	ビード溶接実験	37
1.2.1.3	突合せ溶接及びすみ肉溶接	39
1.2.1.4	溶接金属中の気孔の発生防止	39
1.2.2	実験結果とその検討	41
1.2.2.1	ビード溶接における溶接金属中の気孔発生に及ぼす 鋼板面の汚れの影響	41
1.2.2.2	突合せ溶接及びすみ肉溶接における溶接金属中の気 孔発生に及ぼす鋼板面及び開先面の汚れの影響	41
1.2.2.3	気孔防止に及ぼす補助被包ガス及び脱酸剤の影響	46
1.2.2.4	気孔防止に及ぼす突合せ溶接のルート間隔及びすみ 肉溶接の底面のすき間の影響	49
1.2.2.5	気孔防止に及ぼす溶込み深さの影響	52
1.2.3	結言	56
第2章	吸湿した被覆アーク溶接棒による溶接金属中の気孔発生	58
緒言		58
2.1	気孔発生に及ぼす被覆アーク溶接棒の吸湿量の影響	60

2.1.1	実験方法	60
2.1.1.1	被覆アーク溶接棒の吸湿	60
2.1.1.2	ビード溶接実験	60
2.1.1.3	水平すみ肉溶接実験	61
2.1.1.4	溶接金属中の拡散性水素量	61
2.1.2	実験結果とその検討	62
2.1.2.1	被覆アーク溶接棒の吸湿量に及ぼす 吸湿時間の影響	62
2.1.2.2	ビード溶接による諸実験	63
2.1.2.3	水平すみ肉溶接による諸実験	66
2.1.2.4	溶接金属中の拡散性水素量に及ぼす吸湿量の影響	69
2.1.3	結言	70
2.2	吸湿した低水素系溶接棒による溶接金属中の 気孔発生について	71
2.2.1	実験方法	71
2.2.1.1	供試材料及び溶接機	71
2.2.1.2	補助被包ガス及び脱酸剤	71
2.2.1.3	吸湿被覆溶接棒の再乾燥	72
2.2.1.4	気孔内ガスの分析	72
2.2.2	実験結果とその検討	73
2.2.2.1	気孔発生に及ぼす補助被包ガス及び脱酸剤の効果	73
2.2.2.2	気孔発生に及ぼす吸湿被覆アーク溶接棒の 再乾燥の効果	78
2.2.2.3	溶接金属中の気孔内ガス組成	78
2.2.3	結言	79
2.3	吸湿した低水素系溶接棒による溶接金属中の気孔発生の原因	81
2.3.1	実験方法	81
2.3.1.1	供試材料、溶接機及び溶解装置	81

2.3.1.2	溶融池の観察	82
2.3.1.3	溶融スラグの粘度測定	82
2.3.1.4	溶融金属からの水素の逸出に及ぼす被覆剤の種類	84
2.3.1.5	溶融金属からの水素の逸出に及ぼす被覆剤量	84
2.3.2	実験結果とその検討	85
2.3.2.1	溶融池に及ぼす吸湿量の影響	85
2.3.2.2	溶融スラグの粘度に及ぼす吸湿量の影響	86
2.3.2.3	凝固金属中の気孔発生に及ぼす 被覆剤の種類の影響	87
2.3.2.4	気孔発生に及ぼす被覆量の影響	90
2.3.3	結言	92
2.4	塗装鋼板溶接部の気孔発生に及ぼす 被覆アーク溶接棒吸湿の影響	94
2.4.1	実験方法	94
2.4.1.1	ビード溶接実験	94
2.4.1.2	溶接金属中の拡散性水素量	95
2.4.2	実験結果とその検討	95
2.4.2.1	ビード溶接による諸実験	95
2.4.2.2	溶接金属中の拡散性水素量に及ぼす 吸湿量及び付着物の影響	101
2.4.3	結言	105
第3章	水中溶接	107
	緒言	107
3.1	水中溶接金属中の気孔発生に及ぼす被覆剤及び 溶接条件の影響	108
3.1.1	実験方法	108
3.1.1.1	実験装置、供試材料及び溶接機	108

3.1.1.2	ビード溶接実験	110
3.1.1.3	水中溶接における溶滴移行現象	110
3.1.2	実験結果とその検討	110
3.1.2.1	ビード溶接による諸実験	110
(I)	気孔発生に及ぼす防水剤、溶接電流及び 溶接速度の影響	110
(II)	被覆アーク溶接棒の水中における吸湿量の 測定及び吸湿溶接棒によるビード溶接実験	114
(III)	気孔発生に及ぼす極性の影響	115
(IV)	気孔発生に及ぼす運棒角度の影響	118
(V)	硬さ分布の測定	122
(VI)	顕微鏡組織観察	122
3.1.2.2	オシログラフによる溶接電流及び アーク電圧波形の観察	124
3.1.3	結言	125
3.2	水中溶接継手の機械的性質	126
3.2.1	実験方法	126
3.2.1.1	実験装置及び供試材料	126
3.2.1.2	軟鋼板のV型突合せ溶接	127
3.2.1.3	軟鋼板のすみ肉重ね溶接	131
3.2.2	実験結果とその検討	132
3.2.2.1	V型突合せ溶接継手の機械試験	132
3.2.2.2	すみ肉重ね溶接継手の機械試験	139
3.2.3	結言	141
3.3	水中溶接における軟鋼溶接部の割れについて	142
3.3.1	実験方法	142
3.3.1.1	実験装置及び溶接機	142
3.3.1.2	CTS割れ試験	142

3.3.1.3	斜めY形溶接割れ試験	144
3.3.1.4	冷却速度の測定	145
3.3.1.5	溶接金属中の拡散性水素量	146
3.3.2	実験結果とその検討	146
3.3.2.1	CTS割れ試験による割れ発生傾向	146
3.3.2.2	斜めY形溶接割れ試験による割れ発生傾向	149
3.3.2.3	冷却速度に及ぼす板厚の影響	151
3.3.2.4	水中溶接における割れの発生についての考察	153
3.3.2.5	水中における溶接金属中の拡散性水素量	156
3.3.3	結言	157
第4章	溶接継手の応力集中係数及び切欠き係数に及ぼす気孔の影響	159
緒言		159
4.1.1	実験方法	160
4.1.1.1	供試母材及び疲れ試験法	160
4.1.1.2	試験片作製要領及び試験片形状	161
4.1.2	実験結果とその検討	163
4.1.2.1	気孔の存在する溶接継手の応力集中係数の測定	163
4.1.2.2	切欠き係数の測定	169
4.1.3	結言	172
結論 (第I編)		174
第I編	参考文献	178

第Ⅱ編 溶接継手の疲れ強さに関する研究	183
緒論	183
第1章 溶接継手の余盛形状と疲れ強さとの関係	185
緒言	185
1.1 溶接継手の疲れ強さに及ぼす余盛形状の影響	187
1.1.1 実験方法	187
1.1.1.1 供試母材及び疲れ試験法	187
1.1.1.2 溶接継手モデル試験片	187
(I) 母材平滑試験片 (BS)	188
(II) 余盛角度及び余盛止端半径の影響を調べるための 疲れ試験片 (RF)	188
(III) 余盛高さの影響を調べるための 疲れ試験片 (RH)	188
(IV) 余盛幅の影響を調べるための疲れ試験片 (RW)	189
1.1.2 実験結果とその検討	190
(I) 母材の疲れ強さ	190
(II) 余盛角度及び余盛止端半径の影響	190
(III) 余盛高さの影響	195
(IV) 余盛幅の影響	195
1.1.3 結言	198
1.2 T継手の疲れ強さに及ぼす余盛形状の影響	199
1.2.1 実験方法	199
1.2.1.1 供試母材及び疲れ試験法	199
1.2.1.2 T継手の溶接方法	199
1.2.1.3 疲れ試験片	201

1.2.1.4	余盛止端部形状	202
1.2.2	実験結果とその検討	203
1.2.2.1	母材の疲れ強さ	203
1.2.2.2	T継手の疲れ強さ	204
1.2.2.3	各種溶接法による余盛止端部形状の測定	205
1.2.3	結言	206
第2章	溶接継手の応力集中係数	208
	緒言	208
2.1	溶接継手部各組織のひずみ集中と疲れき裂の発生	209
2.1.1	実験方法	209
2.1.1.1	供試母材、溶接機及び疲れ試験法	209
2.1.1.2	疲れ試験片作製要領及び試験片形状	210
2.1.1.3	γ_p -N曲線	212
2.1.2	実験結果とその検討	212
2.1.2.1	溶接継手部各組織のひずみ分布の測定	212
2.1.2.2	溶接継手部の疲れき裂の発生とひずみ集中	217
2.1.3	結言	221
2.2	溶接継手の余盛形状の影響	222
2.2.1	実験方法	222
2.2.1.1	供試母材及び疲れ試験法	222
2.2.1.2	疲れ試験片作製要領及び試験片形状	222
2.2.1.3	余盛止端部の応力集中係数	224
2.2.2	実験結果とその検討	226
2.2.2.1	余盛角度及び余盛止端半径と 応力集中係数との関係	226
2.2.2.2	余盛高さ及び余盛幅と応力集中係数との関係	233
2.2.3	結言	238

2.3	アンダカットの影響	240
2.3.1	実験方法	240
2.3.1.1	供試母材、疲れ試験法及び溶接継手モデル試験片	240
2.3.2	実験結果とその検討	241
2.3.2.1	アンダカット部の応力集中係数の測定	241
2.3.2.2	アンダカット部の切欠き係数の測定	248
2.3.3	結言	252
第3章	溶接継手の疲れ強さの改善法	253
	緒言	253
3.1	軟鋼溶接継手の疲れ強さ改善に及ぼす 余盛止端部ハンマピーニングの効果	254
3.1.1	実験方法	254
3.1.1.1	供試母材、溶接方法及び疲れ試験法	254
3.1.1.2	溶接継手疲れ試験片	255
3.1.2	実験結果とその検討	256
3.1.2.1	ハンマピーニング条件の選定	256
3.1.2.2	疲れ強さ改善に及ぼすハンマピーニングの効果	257
3.1.2.3	硬さ測定	261
3.1.3	結言	262
3.2	アルミニウム合金A5083P-0溶接継手の疲れ強さに 及ぼす余盛止端部のレーザ処理の効果	264
3.2.1	実験方法	264
3.2.1.1	供試母材、溶接方法及び疲れ試験法	264
3.2.1.2	MIG溶接継手止端部のレーザ処理	265
3.2.2	実験結果とその検討	267
3.2.2.1	疲れ強さ改善に及ぼすレーザ処理の効果	267

3.2.2.2 レーザ再溶融部の硬さ測定	272
3.2.2.3 割れ発生の原因	272
3.2.3 結言	274
結論 (第Ⅱ編)	276
第Ⅱ編 参考文献	278
第Ⅰ編記号表	280
第Ⅱ編記号表	282
総括	284
謝辞	286