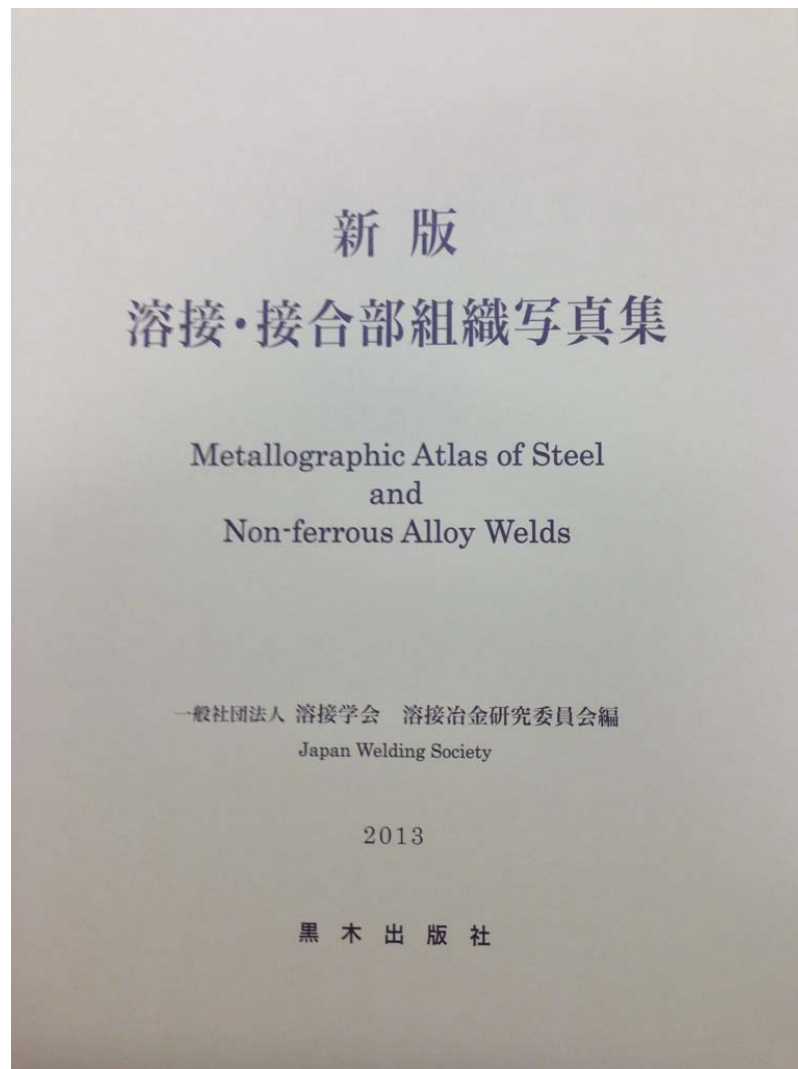


# 新版 溶接・接合部組織写真集

溶接学会溶接冶金研究委員会編（2013年度版）

A4判 720頁 表紙 ハードカバー



## 【目次】

### 第I章 凝固組織

- I-1 用語
- I-2 溶接金属の凝固と凝固組織の特徴
- I-3 凝固組織と変態後の常温組織の関係

### 第II章 低合金鋼溶接部の組織

- II-1 低炭素低合金鋼溶接金属の組織解説
- II-2 低炭素低合金鋼溶接熱影響部の組織解説
- II-3 低合金鋼溶接部の組織集

#### II-3.1 軟鋼, 400MPa クラス鋼

- (1) 軟鋼の被覆アーク溶接部 (2) 軟鋼の溶接凝固組織 (3) Si-Mn系サブマージアーク溶接金属 (4) Ti-B系サブマージアーク溶接金属
- (5) SM400B鋼のFCB片面サブマージアーク溶接部 (6) KL24B鋼の片面一層サブマージアーク溶接部
- (7) SM400鋼のエレクトロスラグ溶接部 (8) 炭素鋼の電子ビーム溶接金属 (9) 複合組織高張力熱延鋼板のレーザ溶接部
- (10) 軟鋼のレーザ溶接部 (1) (11) 軟鋼のレーザ溶接部 (2) (12) 440MPa級亜鉛めっき鋼のレーザ溶接部
- (13) 軟鋼板, 高強度鋼板の抵抗スポット溶接部 (14) 極低炭素鋼板の抵抗スポット溶接部 (15) テンパー通電した抵抗スポット溶接部
- (16) 440MPa級鋼の抵抗スポット溶接部 (17) 軟鋼板のフラッシュバット溶接部 (18) ティンフリースチールの抵抗シーム溶接部
- (19) 軟鋼のガス溶接部 (20) KL24B鋼再現溶接熱影響部の粒界フェライトと上部ベイナイト
- (21) 軟鋼およびTi, Nb, Zr, B添加鋼の再現溶接熱影響部 (22) 溶接金属中の硫化物の形態と分布

#### II-3.2 490MPa クラス鋼

- (23) SM490A鋼の被覆アーク溶接部 (24) SLA325鋼の被覆アーク溶接金属凝固組織
- (25) ASTM A515 Gr.70鋼最高硬さ試験片の溶接熱影響部 (26) ASME SA516 Gr.70鋼溶接熱影響部のマルテンサイトとベイナイト
- (27) 大電流ミグ溶接金属 (28) SM490鋼2層盛ミグ溶接部 (29) SM490鋼ウィービングミグ溶接熱影響部
- (30) SLA325鋼交流ミグ溶接金属凝固組織 (31) 高電流密度CO<sub>2</sub>アーク溶接金属 (32) SM490A鋼の狭開先CO<sub>2</sub>アーク溶接部

- (33) SM490A 鋼の多層盛 CO2 アーク溶接金属 (34) STK540 鋼の CO2 アーク溶接部 (35) HT490 厚鋼板のサブマージアーク溶接部
- (36) ASTM A516 Gr.70 鋼サブマージアーク溶接金属の高温熱処理組織 (37) API-5LX-X60 鋼の多層盛サブマージアーク溶接部
- (38) KD36 鋼の大入熱片面サブマージアーク溶接金属 (39) EH36 鋼の片面一層サブマージアーク溶接部
- (40) SLA365 鋼のエレクトロガス溶接部 (41) SM490A 鋼のエレクトロスラグ溶接金属
- (42) SM490A 鋼エレクトロスラグ溶接金属中の等軸晶と柱状晶 (43) K36D 鋼のエレクトロスラグ溶接部
- (44) EH36 鋼の消耗ノズル式エレクトロスラグ溶接部 (45) SM490 鋼のエレクトロスラグ溶接金属
- (46) SM490A 鋼の熱処理エレクトロスラグ溶接金属 (47) ASTM A516 Gr.70 鋼の電子ビーム溶接金属
- (48) ASTM A633A 鋼の電子ビーム溶接金属 (49) SB480 鋼の電子ビーム溶接部
- (50) ASTM A516 Gr.70 鋼の電子ビーム溶接金属凝固組織 (51) HT490 鋼のレーザ溶接部
- (52) Dual phase 鋼板のフラッシュバット溶接部 (53) 0.1C-1.5Mn-(Nb)鋼の大入熱溶接再現熱影響部
- (54) 大入熱溶接用 EH36 鋼の再現溶接熱影響部

### II-3.3 非調質 HT590 クラス鋼

- (55) API-5LX-X65 鋼管の円周溶接部 (56) API-5LX-X70 鋼のマグ溶接部 (57) 非調質 HT590 鋼の CO2 アーク溶接部
- (58) API-5LX-X70 鋼管のサブマージアークシーム溶接部 (59) Nb 含有鋼の MA 組織 (60) HT590 厚鋼板のサブマージアーク溶接部
- (61) HT590 厚鋼板のエレクトロスラグ溶接部 (62) YP460 厚鋼板のエレクトロガス溶接部 (63) HT590 鋼のレーザ溶接部
- (64) HT590 DP 鋼の抵抗スポット溶接部 (65) 低変態温度溶接材料を用いたアーク溶接部

### II-3.4 調質 HT590, HT780 鋼および超高張力鋼

- (66) SPV490 鋼の被覆アーク溶接部 (67) SPV490Q 鋼のエレクトロガス溶接金属 (68) HT590 厚鋼板の電子ビーム溶接部
- (69) HT780 鋼のティグ溶接部 (70) HT780 鋼のマグ溶接部 (1) (71) HT780 鋼のマグ溶接部 (2)
- (72) HT780 鋼のサブマージアーク溶接金属 (73) HT780 鋼の多層盛サブマージアーク溶接金属
- (74) HT780 厚鋼板の電子ビーム溶接金属 (75) HT780 鋼のレーザ溶接部 (76) HT780 鋼の抵抗スポット溶接部
- (77) HT780 鋼の再現溶融境界部 (78) HT780 鋼の再現溶接熱影響部 (79) HT780 鋼再現溶接熱影響部の MA 組織
- (80) API-5LX-X80 鋼のサブマージアーク溶接部 (81) API-5LX-X120 鋼のサブマージアーク溶接部
- (82) API-5LX-X120 鋼管のシーム溶接部 (83) HT980 厚鋼板のサブマージアーク溶接部 (84) HT980 級 DP 鋼のレーザ溶接部
- (85) HT980 級 DP 鋼の抵抗スポット溶接部 (86) HY130 鋼溶接金属の常温組織
- (87) HY130 鋼ティグ溶接金属中の酸化物系介在物の分布 (88) HY130 鋼ティグ溶接金属の凝固組織
- (89) 1500MPa 級熱間プレス鋼のレーザ溶接部 (90) 1500MPa 級熱間プレス鋼の抵抗スポット溶接部

### II-3.5 超微細粒鋼

- (91) 超微細粒鋼のマグ溶接部 (92) 超微細粒鋼のレーザ溶接部 (93) 超微細粒鋼の再現溶接熱影響部

### II-3.6 クロム?モリブデン鋼, 高強度耐熱鋼

- (94) 2.25Cr-1Mo 鋼のすみ肉溶接部 (10 万時間使用後) (95) STBA24 鋼のティグ溶接部 (96) STBA26 鋼のティグ溶接部
- (97) 2.25Cr-1Mo 鋼の多層盛サブマージアーク溶接部 (1) (98) 2.25Cr-1Mo 鋼の多層盛サブマージアーク溶接部 (2)
- (99) 2.25Cr-1Mo 鋼のエレクトロスラグ溶接金属 (100) 2.25Cr-1Mo 鋼の電子ビーム溶接金属
- (101) 2.25Cr-W 鋼用被覆アーク溶着金属 (102) 9Cr-W 鋼のティグ溶接部 (103) 9Cr-W 鋼のティグ溶接部 (クリープ試験後)
- (104) 11Cr-W 鋼の後熱処理後の多層盛ティグ溶接部 (105) 改良 9Cr-1Mo-V 鋼用被覆アーク溶着金属
- (106) 2.25Cr-1Mo-V 鋼用被覆アーク溶着金属

### II-3.7 低温用鋼 (ニッケル鋼)

- (107) 3.5%Ni 鋼の被覆アーク溶接部 (108) 3.5%Ni 鋼の多層盛サブマージアーク溶接金属
- (109) 高 Ni 被覆アーク溶接棒による 9%Ni 鋼溶接部 (110) 共金ワイヤによる 9%Ni 鋼ティグ溶接部
- (111) ハステロイ系ワイヤによる 9%Ni 鋼ティグ溶接部 (112) 9%Ni 鋼の共金ミグ溶接金属 (113) 9%Ni 鋼再現溶接熱影響部
- (114) Ni 基合金フラックス入りワイヤによる 9%Ni 鋼溶接部

## 第三章 特殊鋼, 高合金鋼溶接部の組織

### III-1 特殊鋼, 高合金鋼溶接部の組織解説

#### III-1.1 特殊鋼, 高合金鋼溶接部の組織形態

#### III-1.2 Cr-Ni 系ステンレス鋼溶接金属の組織分類と形成機構

### III-2 特殊鋼, 高合金鋼溶接部の組織集

#### III-2.1 フェライト系ステンレス鋼

- (115) フェライト系ステンレス鋼 SUS405 および SUS430 の被覆アーク溶接部 (116) SUS444 ステンレスクラッド鋼のティグ溶接部
- (117) 30Cr-2Mo ステンレス鋼のティグ溶接部

#### III-2.2 オーステナイト系ステンレス鋼

- (118) SUS304 ステンレス鋼の被覆アーク溶接部 (119) SUS304 ステンレス鋼溶接金属の凝固組織

- (120) SUS304 ステンレス鋼溶接金属の組織におよぼす窒素の影響 (121) SUS304 ステンレス鋼のサブマージアーク溶接金属  
 (122) SUS304 ステンレス鋼の電子ビーム溶接部 (123) SUS347 ステンレス鋼肉盛溶接金属の $\sigma$ 相  
 (124) SUS309 および SUS347 ステンレス鋼肉盛溶接金属 (125) SUS316 ステンレス鋼サブマージアーク溶接金属の組織形態  
 (126) SUS316 ステンレス鋼の電子ビーム溶接部 (127) SUS316L ステンレス鋼のレーザ溶接部  
 (128) 24Cr-14Ni-1Mo-0.35N ステンレス鋼のティグ溶接部 (129) 高窒素ステンレス鋼のティグ溶接部  
 (130) 高窒素ステンレス鋼のレーザ溶接部 (131) 高窒素ステンレス鋼の摩擦撹拌接合部  
 (132) 25Cr-20Ni ステンレス鋼サブマージアーク溶接金属の凝固組織 (133) SUS310S ステンレス鋼溶接金属の凝固組織 (1)  
 (134) SUS310S ステンレス鋼溶接金属の凝固組織 (2) (135) 25Cr-20Ni ステンレス鋼溶接金属中の炭化物  
 (136) SUS310S ステンレス鋼のレーザ溶接部 (137) スーパーオーステナイト系ステンレス鋼のティグ溶接部  
 (138) B 添加ステンレス鋼のティグ溶接部

### III-2.3 二相ステンレス鋼

- (139) SUS329J1 二相ステンレスクラッド鋼の被覆アーク溶接部 (140) SUS329J1 二相ステンレス鋼のティグ溶接部  
 (141) SUS329J4L 二相ステンレス鋼のティグ溶接部 (142) DIN 1.4462 二相ステンレスクラッド鋼のミグ溶接部  
 (143) スーパー二相ステンレス鋼のティグ溶接部

### III-2.4 マルテンサイト系ステンレス鋼

- (144) SUS410 ステンレス鋼の被覆アーク溶接部 (145) SUS410 ステンレス鋼のティグ溶接部  
 (146) 13%Cr ステンレス鋼のエレクトロスラグ溶接部 (147) スーパーマルテンサイト系ステンレス鋼のティグ溶接部

### III-2.5 耐熱ステンレス鋼

- (148) SUH660 耐熱ステンレス鋼のティグ溶接部 (149) KA-SUS304J1HTB ステンレス鋼のティグ溶接部  
 (150) KA-SUS310J1TB ステンレス鋼のティグ溶接部

### III-2.6 析出硬化型ステンレス鋼

- (151) SUS630 ステンレス鋼の被覆アーク溶接部

### III-2.7 耐熱鋳鋼

- (152) SCH22 耐熱遠心鋳造管のティグ溶接部 (153) HK40 耐熱鋳鋼の多層盛ティグ溶接部  
 (154) HK40 耐熱遠心鋳造管のプラズマ溶接部 (155) IN519 耐熱鋳鋼のティグ溶接部 (156) IN519 耐熱鋳鋼の電子ビーム溶接部  
 (157) ACH HP 系遠心鋳造管の被覆アーク溶接部 (158) SCH24 耐熱遠心鋳造管のティグ溶接部  
 (159) SCH24 耐熱遠心鋳造管のプラズマ溶接部 (160) HP-Nb,Ti 系耐熱鋳鋼の多層盛ティグ溶接部

### III-2.8 鉄基耐熱超合金

- (161) インコロイ 800 の被覆アーク溶接部 (162) インコロイ 800HT の多層盛ティグ溶接部

### III-2.9 低熱膨張合金

- (163) インバーのプラズマアーク溶接部 (164) インバーのティグ溶接部 (165) インバーの抵抗シーム溶接部

### III-2.10 高マンガン鋼

- (166) 高マンガン非磁性鋼の電子ビーム溶接部

### III-2.11 鋳鉄, レール鋼

- (167) 鋳鉄の補修溶接部 (鋳鉄溶加棒によるもの) (168) 鋳鉄のトービンプロンズ継手 (補修溶接) (169) レール鋼のガス圧接部  
 (170) レール鋼のフラッシュバット溶接部

## 第IV章 非鉄合金溶接部の組織

### IV-1 非鉄合金溶接部の組織解説

### IV-2 非鉄合金溶接部の組織集

#### IV-2.1 ニッケルおよびニッケル基合金

- (171) 工業用純ニッケルのティグ溶接部 (172) モネルのティグ溶接金属 (173) ハステロイ B2 のティグ溶接部  
 (174) ハステロイ C-276 のティグ溶接部 (175) ハステロイ X の電子ビーム溶接部 (176) インコネル 600 のティグ溶接部  
 (177) インコネル 625 のティグ溶接部 (178) インコネル 617 のティグ溶接部 (179) インコネル 690 の多層盛ティグ溶接部  
 (180) インコネル X-750 のティグ溶接部 (181) ワスパロイのティグ溶接部 (182) インコネル 718 のティグ溶接部 (1)  
 (183) インコネル 718 のティグ溶接部 (2) (184) インコネル 718 のレーザ溶接部 (185) ユディメット 500 のティグ溶接部  
 (186) IN738LC の電子ビーム溶接部 (187) アロイ 713C のティグ溶接部 (188) MM007 のティグ溶接部  
 (189) TD ニッケルの電子ビーム溶接部 (190) TD ニッケルの抵抗スポット溶接部 (191) TD ニッケルの固相接合部

#### IV-2.2 コバルト基合金

- (192) HS188 のティグ溶接部 (193) ヘインズアロイ 188 のティグ溶接部 (194) ヘインズアロイ 25 のティグ溶接部

#### IV-2.3 アルミニウムおよびアルミニウム合金

- (195) A1100P-0 材のティグ溶接部 (196) A2024P-T4 材のティグ溶接部 (197) A3004P-0 材のティグ溶接部

- (198) A4043F 材のティグ溶接部 (199) A5083P-0 材のティグ溶接部 (200) A5083P-0 材の大電流ミグ溶接部  
(201) A5083P-0 材の重ねすみ肉ミグ溶接部 (202) A5083P-0 材のミグ溶接部 (203) A5083P-0 材の電子ビーム溶接部  
(204) A6063F 材のティグ溶接部 (205) A6063S-T5 材の溶接熱影響部 (206) A6063-T5 材の CO<sub>2</sub> レーザ溶接部  
(207) A6N01 のレーザ溶接部 (208) A7N01P-T4 材のティグ溶接部 (209) A7N01P-T6 材の溶接熱影響部  
(210) A7N01P-T5 材の重ねすみ肉ミグ溶接部 (211) A7N01P-T4 材の抵抗スポット溶接部 (212) 高純度アルミニウムのセル状組織  
(213) 工業用純アルミニウムのセル状樹枝状晶 (214) 工業用純アルミニウムの等軸晶 (215) A2024P-T3 材の等軸晶  
(216) A7N01P-T4 材の溶接金属における結晶増殖ならびに結晶微細化 (217) アルミニウム合金摩擦攪拌接合部

#### IV-2.4 チタンおよびチタン合金

- (218) 純チタンのティグ溶接部 (219) 純チタンのレーザ溶接部 (220) Ti-5Al-2.5Sn のティグ溶接部  
(221) Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo のティグ溶接部 (222) Ti-8Al-1Mo-1V のティグ溶接部 (223) Ti-6Al-4V の電子ビーム溶接部 (1)  
(224) Ti-6Al-4V の電子ビーム溶接部 (2) (225) Ti-6Al-4V の YAG レーザ溶接部 (226) Ti-6Al-4V の溶接熱影響部  
(227) Ti-6Al-2Sn-4Zr-6Mo のティグ溶接部 (228) Ti-15Mo-5Zr-3Al のティグ溶接部

#### IV-2.5 マグネシウム合金

- (229) マグネシウム基铸造合金 (QE22A-T6) のティグ溶接部 (230) マグネシウム基铸造合金 (AZ92A-T6) のティグ溶接部  
(231) マグネシウム合金の摩擦攪拌接合継手 (232) AZ91 の摩擦攪拌点接合部

#### IV-2.6 銅および銅合金

- (233) 純銅のミグ溶接部 (234) 脱酸銅のパルスミグ溶接金属 (235) 硬銅トロリー線の常温圧接部  
(236) アルミニウム青銅のパルスミグ溶接部 (237) 90Cu-10Ni クラッド鋼のティグ溶接部 (1)  
(238) 90Cu-10Ni クラッド鋼のティグ溶接部 (2) (239) 異種黄銅のティグ溶接部

#### IV-2.7 その他の非鉄合金

- (240) 工業用純ジルコニウムの電子ビーム溶接部 (241) ジルカロイ-2 のティグ溶接部  
(242) 工業用純タンタルのティグおよび電子ビーム溶接部 (243) 工業用純ニオブのティグ溶接部  
(244) 電子ビーム溶解純モリブデンのティグ溶接部 (245) 電子ビーム溶解純モリブデンの電子ビーム溶接部  
(246) 焼結モリブデン合金 (TZM) のティグ溶接部 (247) 焼結モリブデン合金 (TZM) の電子ビーム溶接部  
(248) アーク溶解モリブデン合金 (TZM) の電子ビーム溶接部 (249) 異色金合金 (18K) の拡散接合部

#### IV-2.8 新材料

- (250) NiTi 金属間化合物のレーザ溶接部

### 第V章 異材溶接（肉盛溶接）部の組織

#### V-1 鉄鋼材料異材溶接部の組織集

- (251) SUS309L ステンレス鋼帯状電極肉盛溶接金属 (252) 鉄基硬化肉盛溶接金属  
(253) フェライト鋼へのオーステナイト鋼の肉盛溶接部 (254) フラックス入りワイヤによるオーステナイト系ステンレス鋼  
(255) フラックス入りワイヤによるフェライト系ステンレス鋼 (256) フラックス入りワイヤによる 825 合金クラッド鋼のマグ溶接部  
(257) 低合金耐熱鋼へのオーステナイト系ステンレス鋼の肉盛溶接部 (258) フェライト系ステンレス鋼の肉盛溶接部

#### V-2 非鉄材料異材溶接部の組織集

- (259) インコネル 690 のレーザ肉盛溶接部 (260) ニッケル基単結晶合金のレーザ肉盛溶接金属 (261) ステライト系肉盛溶接部  
(262) バイタリウム (HS21) のティグ肉盛溶接部 (263) X-40 (HS31) のティグ肉盛溶接部 (264) WI-52 のティグ肉盛溶接部  
(265) MAR-M509 のティグ肉盛溶接部 (266) アルミニウムめっき鋼板とアルミニウム合金板の異材抵抗スポット溶接界面  
(267) アルミニウム合金／鋼の摩擦攪拌点接合部

### 第VI章 新しい観察手法による溶接部の組織解析に関する解説

#### VI-1 その場観察

- VI-1.1 高速度カメラによる凝固組織の直接観察  
VI-1.2 高温レーザ顕微鏡による相変態の直接観察  
VI-1.3 高輝度放射光による相変態のその場解析

#### VI-2 結晶方位解析

- VI-2.1 EBSD による摩擦攪拌接合部の結晶方位解析  
VI-2.2 EBSD データを活用した微視的ひずみ解析

#### VI-3 分析電子顕微鏡観察 スーパー13Cr 鋼溶接熱影響部の鋭敏化組織