

(71) 鋳鉄上に純鉄系の被覆アーク溶接棒で単相ビートをおいた場合に発生した割れの破面

— ビート・オン・プレート試験 —

(71) Fracture Surface of Cracking in Weld Metal Deposited on Cast Iron by Pure Iron-Type Covered Electrode

— Bead-on-plate Test —

材 料 (Material)

母 材 (Base metal) : FC-20 (板厚 40mm).

溶接材料 (Welding material) : 鋳鉄用被覆アーク溶接棒 DFC Fe (径 4.0mm)

化学組成 (重量%) (Chemical composition) (wt.%)

	C	Si	Mn	P	S
溶 着 金 属	0.04	0.43	0.44	0.007	0.007

機械的性質 (Mechanical property)

	引 張 強 さ (kgf/mm ²)	降伏点 (0.2%耐力) (kgf/mm ²)	伸 び (%)
母 材 (規格値)	≥17	—	—
溶 着 金 属	50	44	33

溶 接 (Welding)

溶接方法 (Welding method) : 被覆アーク溶接 (Shielded metal-arc welding)

溶接条件 (Welding condition)

溶接棒の乾燥条件	予熱・層間温度 (°C)	ア ー ク 電 圧 (V)	溶 接 電 流 (A)	積 層 方 法
350°C×1hr	室 温	22~24	140	1 層 1 パス

試 験 (Test)

試験方法 (Test method) : ビート・オン・プレート試験

試験条件 (Test condition) : 溶接のまま

破面の解説 (Fracture Surface Analysis)

Fig.1 にビートに直角に発生した割れの全体を示す. 写真上部は溶接金属, 下部でやや黒みをおびている部分が母材である.

Fig.2 は Fig.1 の②に見られた粒界破面を, また Fig.3 には③に見られた柱状晶粒界に沿った粒界破面を示す.

Fig.4 は Fig.1 の④に示すボンド部の破面を示す.

Fig.5 は Fig.1 中の⑤のミクロ破面で, 擬へき開破面である.

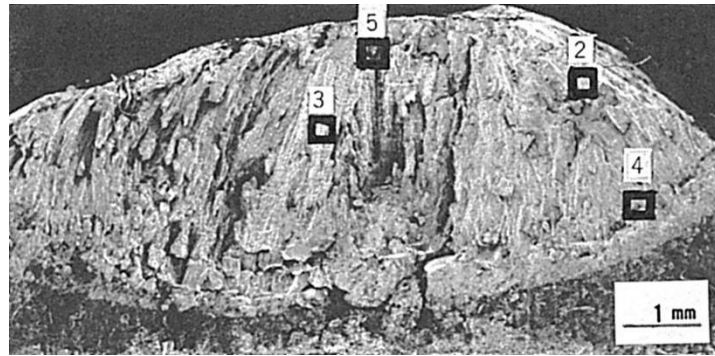


Fig.1 マクロ破面

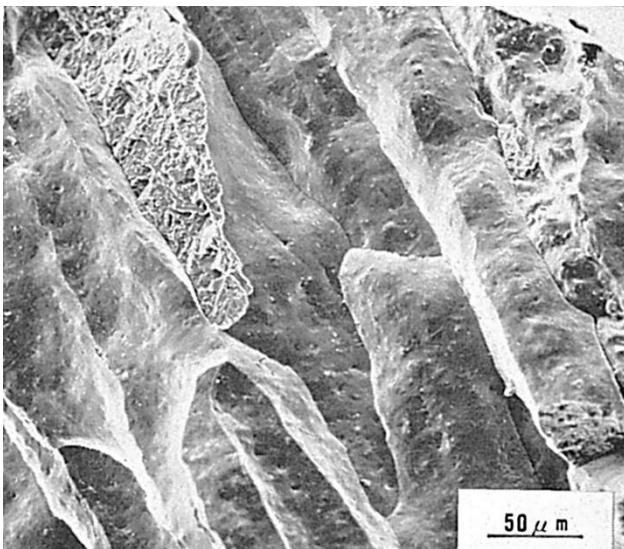


Fig.2 Fig.1 の 2 のミクロ破面

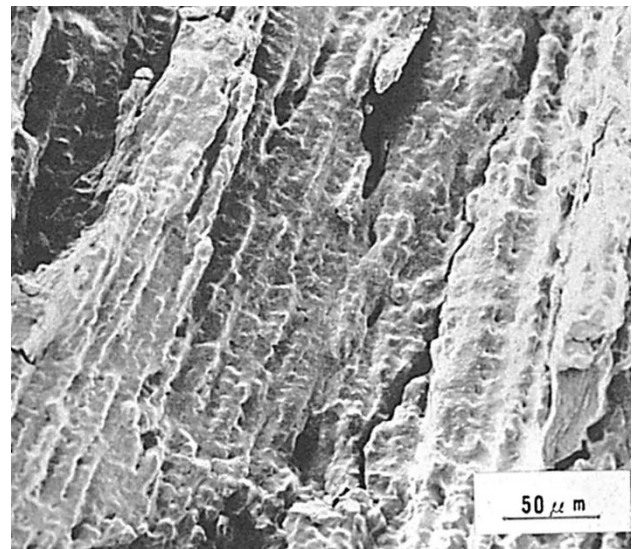


Fig.3 Fig.1 の 3 のミクロ破面

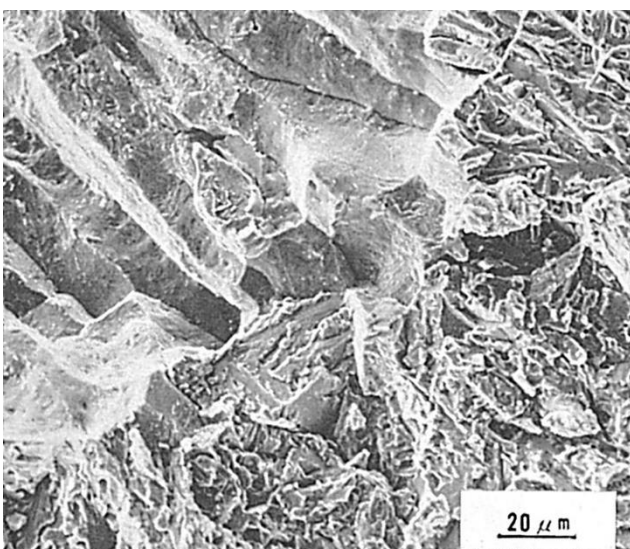


Fig.4 Fig.1 の 4 のミクロ破面

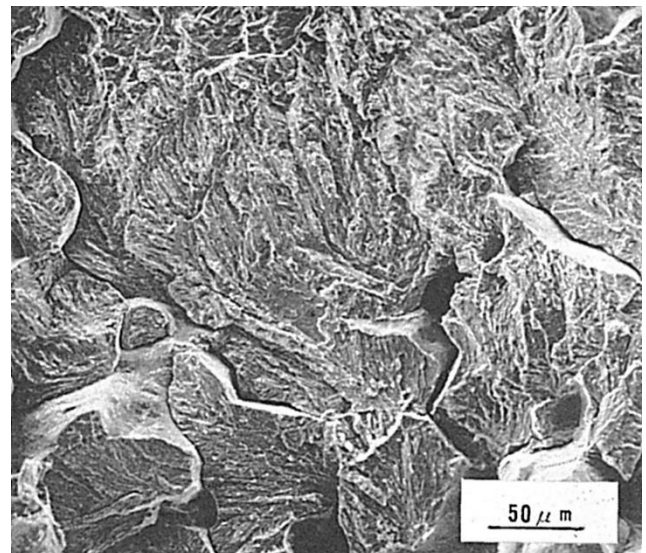


Fig.5 Fig.1 の 5 のミクロ破面

(72) 被覆アーク溶接による 13Mn 系硬化肉盛部の 1 層目に発生した割れの破面

— 硬化肉盛溶接試験 —

(72) Fracture Surface of Cracking in First Layer of 13Mn Hardfacing Deposited Metal by Shielded Metal-Arc Welding

— Hardfacing Test —

材 料 (Material)

母 材 (Base metal) : 一般構造用圧延鋼材 SS41 (板厚 25mm) .

溶接材料 (Welding material) : 硬化肉盛用被覆アーク溶接棒 DFMA (径 5mm) .

化学組成 (重量%) (Chemical composition) (wt.%)

	C	Si	Mn	P	S
母 材	0.12	0.01	0.85	0.015	0.013
溶 着 金 属	0.82	0.39	13.88	0.010	0.005

機械的性質 (Mechanical property)

	引 張 強 さ (kgf/mm ²)	降伏点 (0.2%耐力) (kgf/mm ²)	伸 び (%)
母 材	46.3	38.5	27

溶 接 (Welding)

溶接方法 (Welding method) : 被覆アーク溶接 (Shielded metal-arc welding)

溶接条件 (Welding condition)

開 先 形 状	溶 接 棒 の 乾 燥 条 件	予 熱 ・ 層 間 温 度 (°C)	アーク電圧 (V)	溶 接 電 流 (A)	溶 接 速 度 (mm/min)	積 層 方 法
平 板	200°C × 1hr	< 100	24~28	200~230	150~200	4 層 12 パス

試 験 (Test)

試験方法 (Test method) : 硬化肉盛溶接試験

破面の解説 (Fracture Surface Analysis)

この割れは、13Mn 系の被覆アーク溶接棒で、炭素鋼の上に直接肉盛を行なった場合に、1 層目に発生するはく離割れである。13Mn 系の溶着金属は、オーステナイトであるが、1 層目は母材の希釈を受けて、脆弱なマルテンサイトになりやすい。マルテンサイトが生成されると、積層数が増加するにしたがって収縮応力に耐えることができず、はく離が起る。

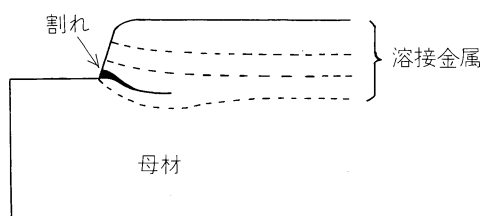


Fig.1 割れの発生状況



Fig.2 マクロ破面

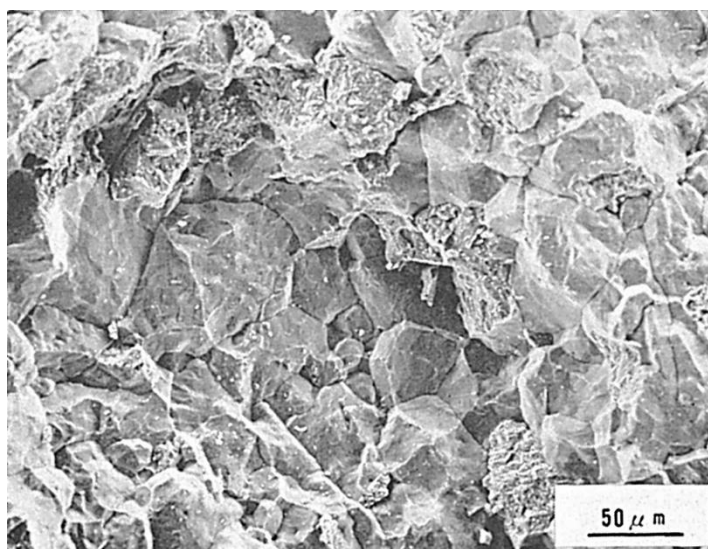


Fig.3 ミクロ破面

Fig.1 は割れ発生場所のスケッチで、Fig.2 は、割れのマクロ破面である。Fig.3, 4, 5 は、それを拡大したミクロ破面で、Fig.3 は粒界破面を示しており、Fig.4, 5 は水素擬へき開破面のような破面を示している。破面上にはこの2種類の破面が混在している。

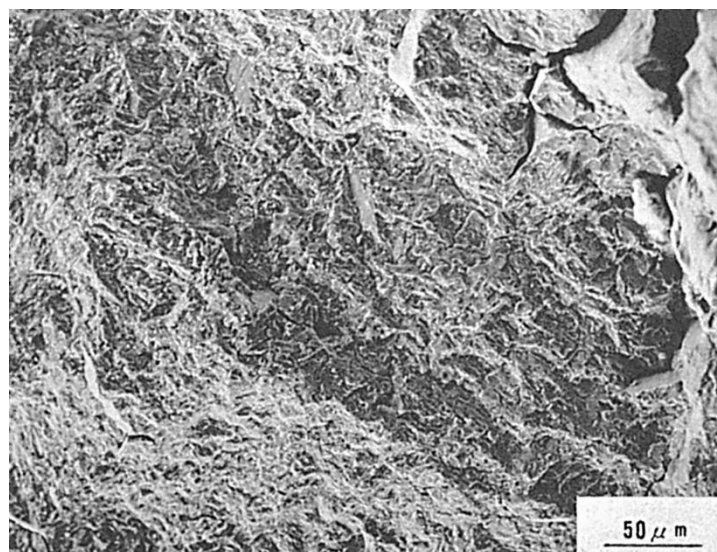


Fig.4 ミクロ破面

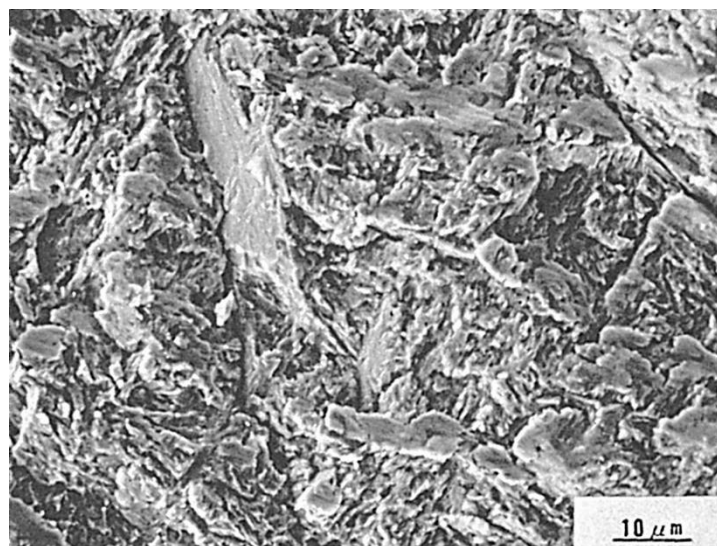


Fig.5 ミクロ破面

(73) サブマージアーク溶接による Cr-Mo 系硬化肉盛部に発生した横割れの破面

— 硬化肉盛溶接試験 —

(73) Fracture Surface of Cracking in Cr-Mo Hardfacing Deposited Metal by Submerged-Arc Welding

— Hardfacing Test —

材 料 (Material)

母 材 (Base metal) : 一般構造用圧延鋼材 SS41

溶接材料 (Welding material) : ワイヤ : Cr-Mo 系硬化肉盛用 (径 3.2mm).

フラックス : 塩基性

化学組成 (重量%) (Chemical composition) (wt.%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
母 材	0.12	0.01	0.93	0.011	0.010	—	—
溶 着 金 属	0.38	0.63	1.91	0.015	0.010	6.96	4.39

機械的性質 (Mechanical property)

	引 張 強 さ (kgf/mm ²)	降伏点 (0.2%耐力) (kgf/mm ²)	伸 び (%)
母 材	45.8	38.0	27

溶 接 (Welding)

溶接方法 (Welding method) : サブマージアーク溶接 (Submerged-arc welding)

溶接条件 (Welding condition)

フラックスの 乾 燥 条 件	予熱・層間 温度 (°C)	アーク電圧 (V)	溶 接 電 流 (A)	溶 接 速 度 (mm/min)	積 層 方 法
250°C × 1hr	150	29~31	430~470	300~350	3 層 30 パス

試 験 (Test)

試験方法 (Test method) : 硬化肉盛溶接試験

試験条件 (Test condition) : 溶接後 48hrs にて断面観察

破面の解説 (Fracture Surface Analysis)

硬化肉盛溶接は、溶着金属の硬さが高く、一般に極めて割れやすい。特に硬さがビッカース硬さ (Hv) で 400 を越える溶着金属では、適正な施工条件を選択し、十分な管理を行なわないと割れない溶着金属を得ることは難しい。Fig.1 は Hv600 級のサブマージアーク溶接肉盛部に発生した割れのマクロ破面で、Fig.2 はそのスケッチである。割れはビートに直角方向 (横割れ) に発生するもので、ビート表面に表われるものは少なく、ビート表面下 0.5~1mm 程度の所から発生しているものが多い。この割れは予熱不足により発生するもので、十分な予熱により防止できる。

Fig.3 は割れ開口部近傍のミクロ破面であり、粒界が一部に認められ、全体はいわゆる擬へき開破面を呈している。



Fig.1 マクロ破面

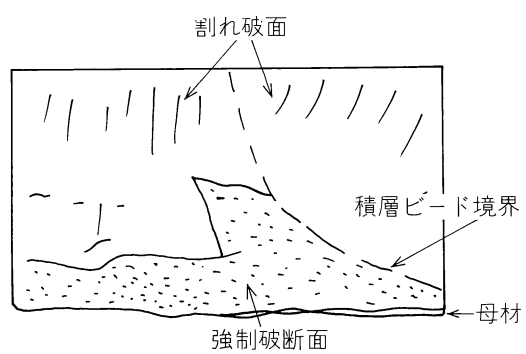


Fig.2 Fig.1 のスケッチ

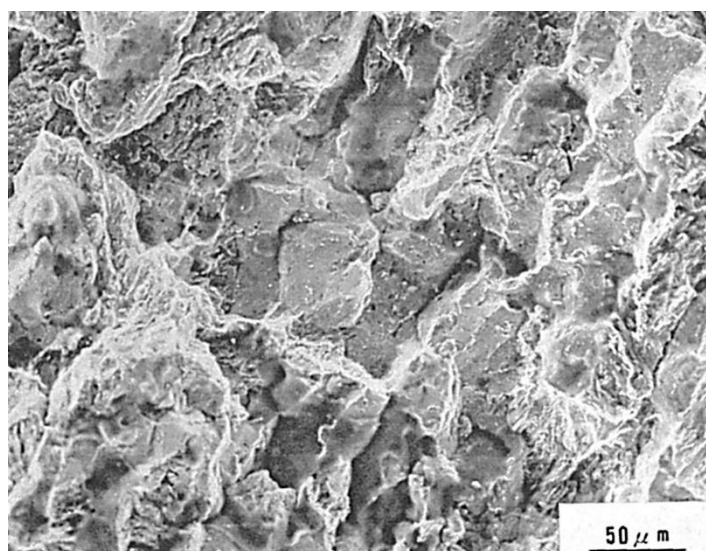


Fig.3 ミクロ破面

(74) 被覆アーク溶接による 30Cr 鑄鉄系硬化肉盛部に発生した割れの破面

— 硬化肉盛溶接試験 —

(74) Fracture Surface of Cracking in 30%Cr Hardfacing Deposited Metal by Shielded Metal-Arc Welding

— Hardfacing Test —

材 料 (Material)

母 材 (Base metal) : 一般構造用圧延鋼材 SS41 (板厚 25mm).

溶接材料 (Welding material) : 30Cr 鑄鉄系硬化肉盛用被覆アーク溶接棒 DFCrA (径 5mm).

化学組成 (重量%) (Chemical composition) (wt.%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Co
母 材	0.12	0.01	0.85	0.015	0.013	—	—
溶 着 金 属	3.98	1.88	1.41	0.017	0.007	29.16	2.88

機械的性質 (Mechanical property)

	引 張 強 さ (kgf/mm ²)	降伏点 (0.2%耐力) (kgf/mm ²)	伸 び (%)
母 材	46.3	38.5	27

溶 接 (Welding)

溶接方法 (Welding method) : 被覆アーク溶接 (Shielded metal-arc welding)

溶接条件 (Welding condition)

開 先 形 状	溶 接 棒 の 乾 燥 条 件	予 熱 ・ 層 間 温 度 (°C)	アーク電圧 (V)	溶 接 電 流 (A)	溶 接 速 度 (mm/min)	積 層 方 法
平 板	350°C × 1hr	250~300	26~30	150~180	150~200	3 層 15 パス

試 験 (Test)

試験方法 (Test method) : 硬化肉盛溶接試験

破面の解説 (Fracture Surface Analysis)

30%Cr 鑄鉄系の肉盛溶着金属は極めて割れやすい。組織的には、マルテンサイトを含み、高 Cr 鑄鉄の地に、Cr 炭化物が多量に析出したものである。

Fig.1 は、軟鋼上に肉盛を行なった表面の割れ発生状態のスケッチであり、割れは縦横に多数発生している。Fig.2 はマクロ破面を示す。Fig.3, 4 はミクロ破面である。柱状晶の結晶粒界より破断しているのがみられる。

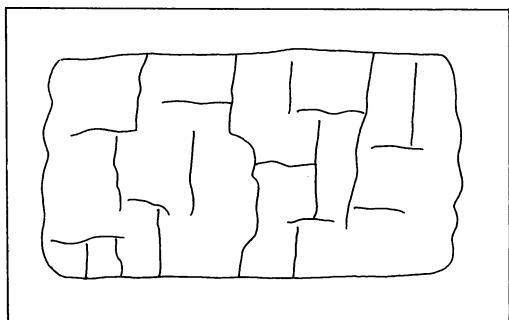


Fig.1 割れの発生状況

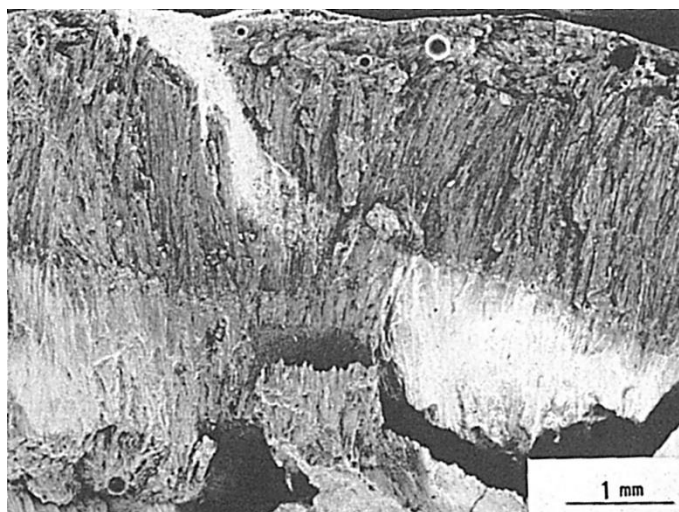


Fig.2 マクロ破面

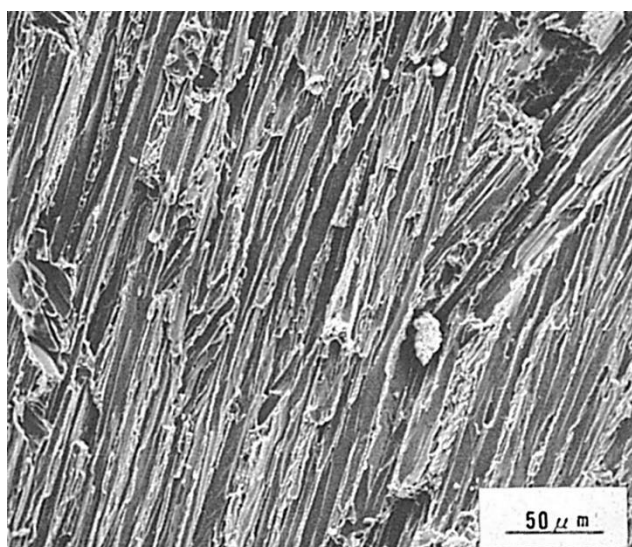


Fig.3 ミクロ破面

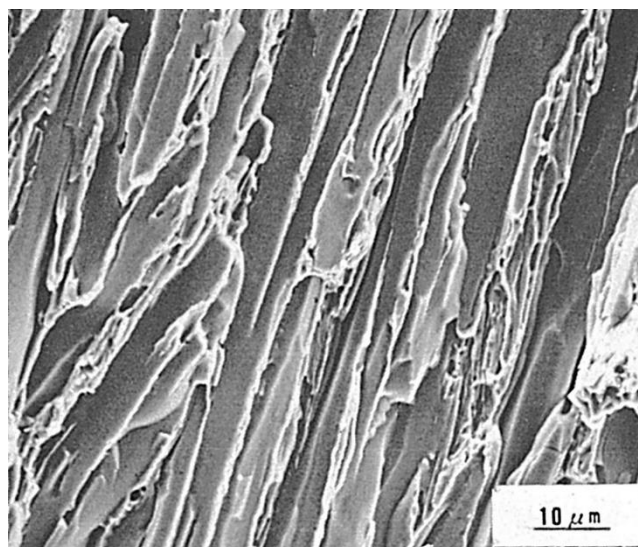


Fig.4 Fig.3の中央部の拡大