

(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。

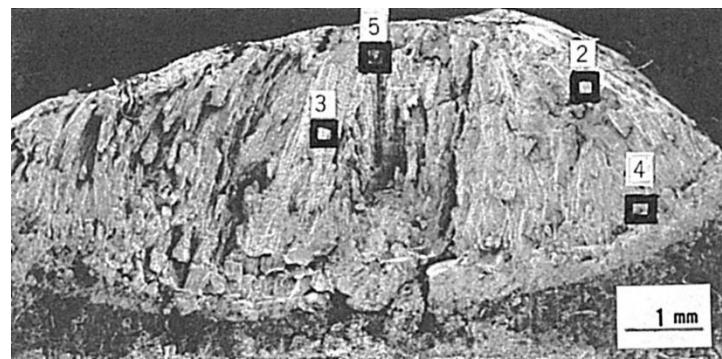


Fig.1 マクロ破面

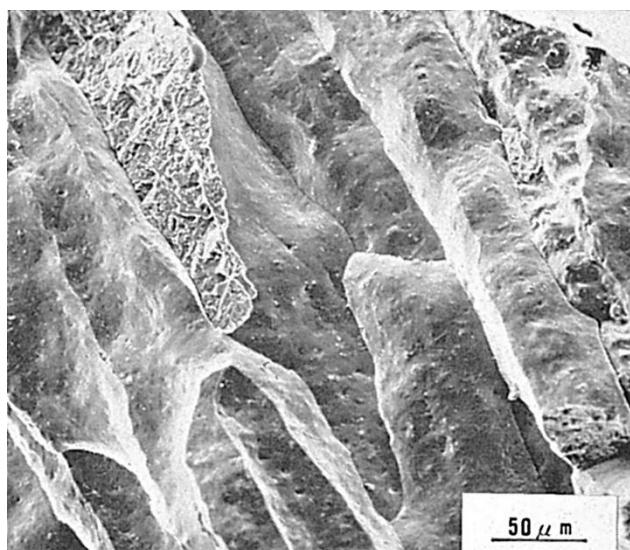


Fig.2 Fig.1 の 2 のミクロ破面

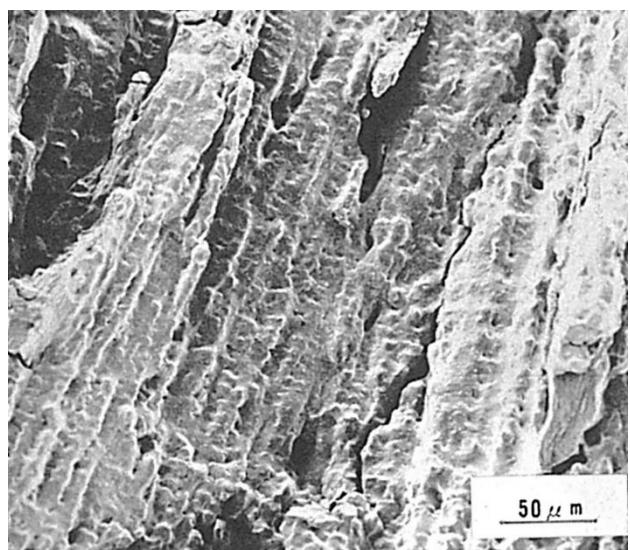


Fig.3 Fig.1 の 3 のミクロ破面

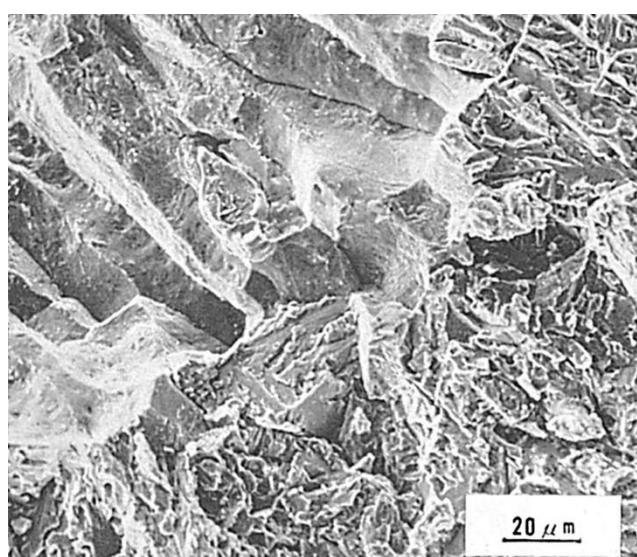


Fig.4 Fig.1 の 4 のミクロ破面

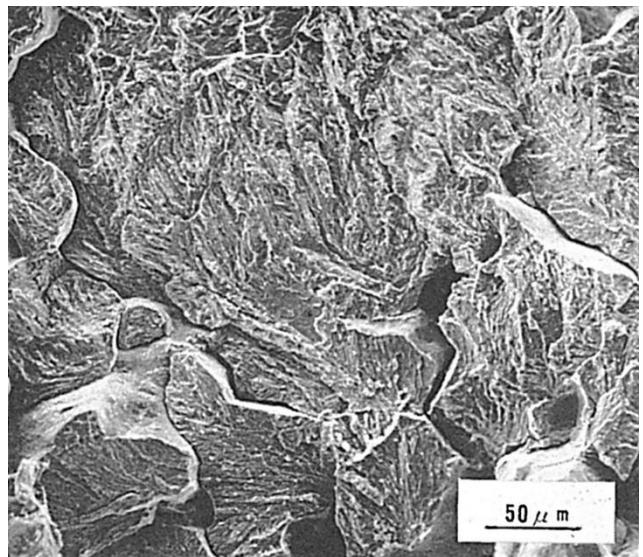


Fig.5 Fig.1 の 5 のミクロ破面

(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。

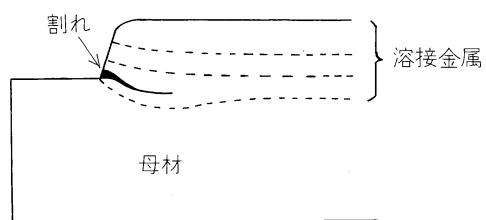


Fig.1 割れの発生状況



Fig.2 マクロ破面

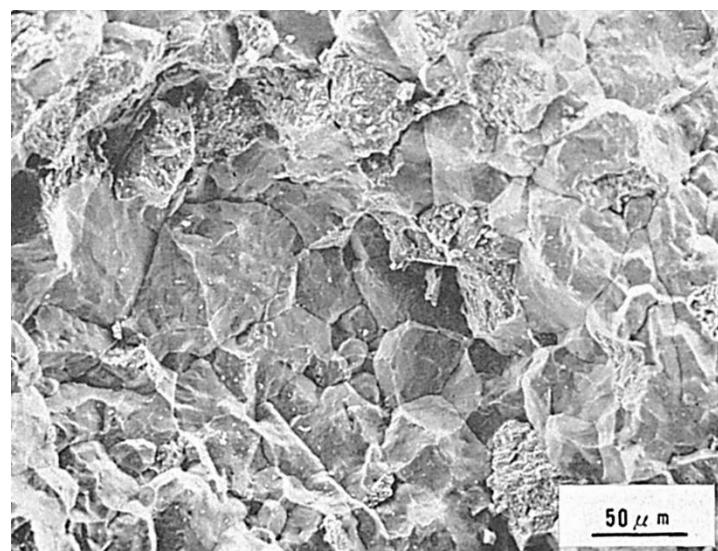


Fig.3 ミクロ破面

その他の割れ

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 は水素発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。

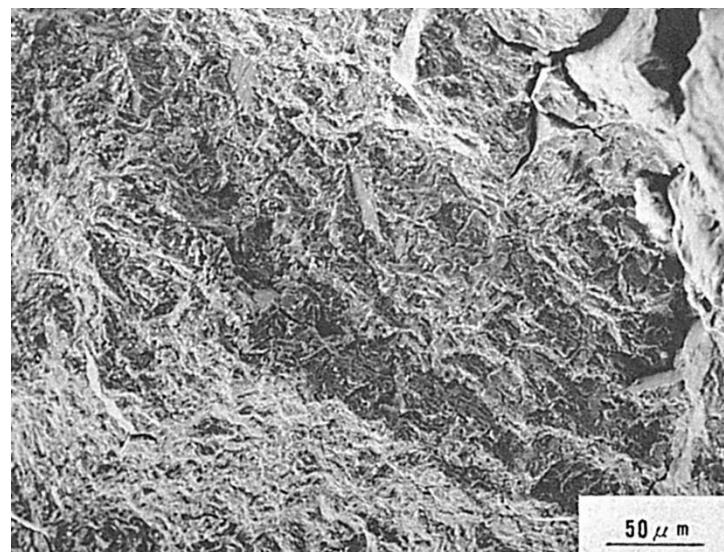


Fig.4 ミクロ破面

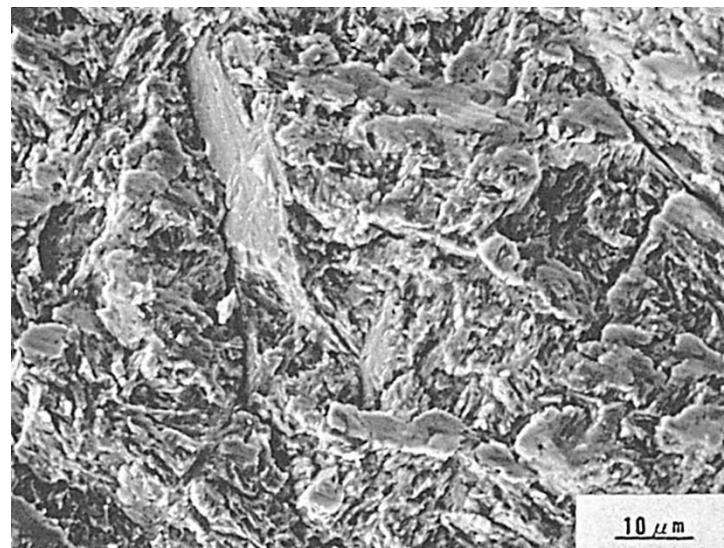


Fig.5 ミクロ破面

(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 屬	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の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。

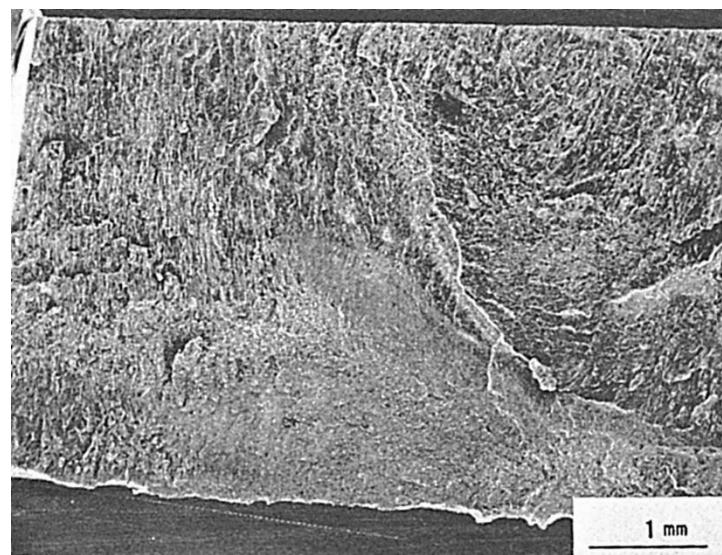


Fig.1 マクロ破面

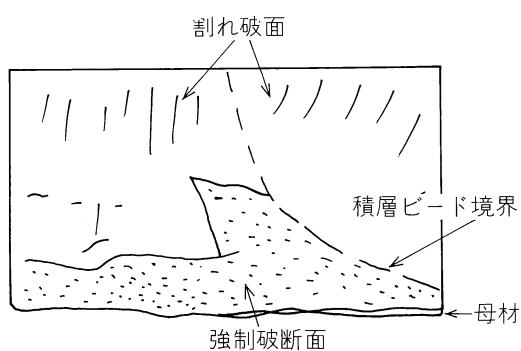


Fig.2 Fig.1 のスケッチ

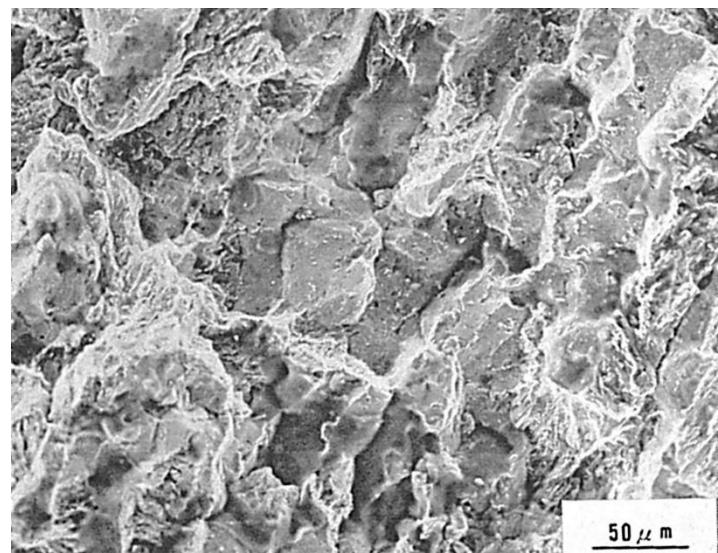


Fig.3 ミクロ破面

(74) 被覆アーク溶接による 30Cr 鋳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 鋳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 鋳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 鋳鉄の地に、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。

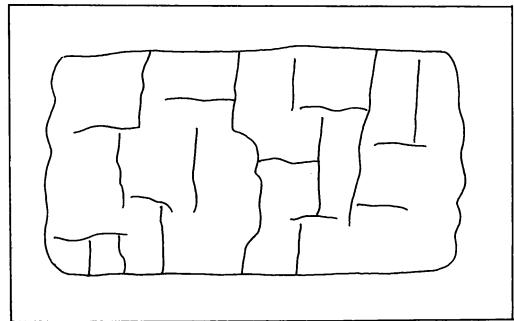


Fig.1 割れの発生状況

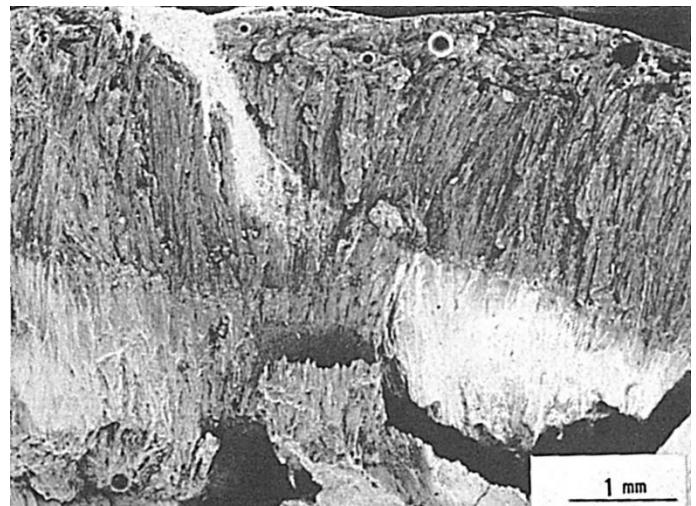


Fig.2 マクロ破面

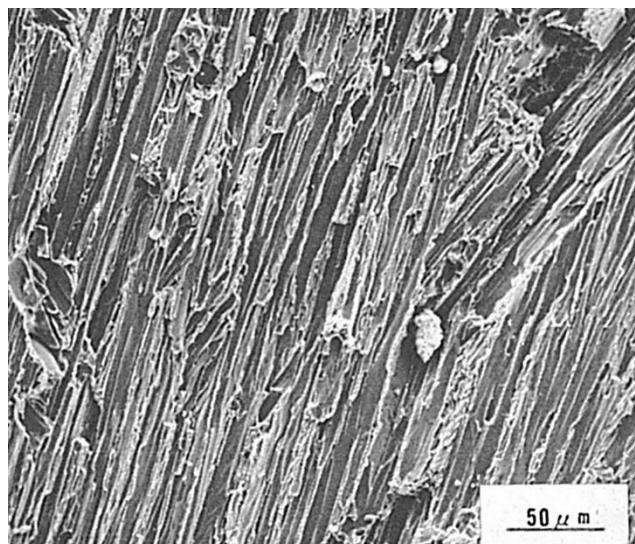


Fig.3 ミクロ破面

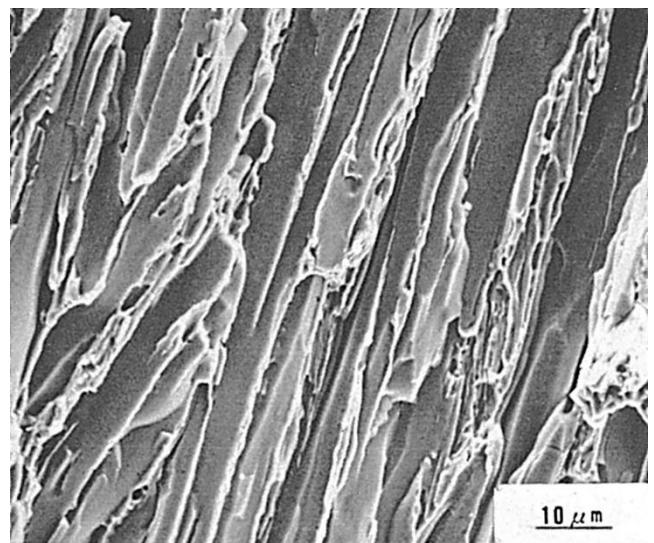


Fig.4 Fig.3 の中央部の拡大