

纖維狀組織鋼の研究(III)

(熱処理と縞状フェライトとの関係)

(昭和24年10月本會講演大會にて講演)

内山道良*

STUDY ON FIBROUS STRUCTURE OF STEEL (III)

(Relation between Ferrite-banding and Heat-treatment)

Michira Uchiyama

Synopsis: The S curve and fiber growth of free cutting steels were measured here, and arrived at the following result.

1. The phenomenon of "critical cooling velocity of ferrite banding" appears in pearlite field of S curve.
2. "Critical cooling velocity of ferrite banding" as well as critical structure of ferrite banding in S curve is irreversible.
3. Naturally, grain growth is reversible reaction. On the other hand fiber growth is undoubtedly irreversible one.
4. MnS inclusion contains in primary ferrite banding of free cutting steel, but it does not affect its artificial secondary ferrite banding.

I. 緒言

亞共析鋼のフェライトに基く縞状組織は、加熱温度並に加熱保持時間の函数として不可逆的に低下する縞状組織限界冷却速度と名付けた等速冷却の際の徐冷側に現れる事は既に第1報¹⁾に詳述した所であるが、本報告ではこの現象と恒温変態曲線との関係、縞状組織の生成と熱処理前の組織との関係及び縞成長の現象についての實驗結果を略記する。

II. 恒温變態に於ける縞状組織の發生

(1) 試料及び實驗法

試料としては顯著に現れる縞状組織と焼入性とを併有する第1表中の熱処理用快削鋼 No. 118 を選びこれを

(A) 熱間低温壓延のまま (850°C 以下)

(B) A のものを 1300°C に5分間加熱したもの

(C) A のものを 1300°C に30分間加熱したもの

の3種に區別して實驗に供したが、之は第1報²⁾の結果に基いて夫々縞状組織限界冷却速度の違つたものを作り出した事を意味する。次で各試料から 1×5×10mm の小試片を削り出し、鉛浴を用いてパーライト分野内に於

ける種々の温度について恒温變態を行つた後水冷して組織を調べた。

第1表 試料の成分

試料 No.	化學成分 (%)				
	C	Si	Mn	P	S
93	0.20	0.22	0.66	0.021	0.170
118	0.37	0.30	1.27	0.025	0.138

(2) 實驗結果

第1圖はAの状態のものに就て66個の試片、第2圖はBの状態にしたものに就て74個の試片、第3圖はCの状態にしたものに就て78個の試片を用いて畫いたS曲線のパーライト分野であるが、其の形は炭素鋼と同様であると共にパーライトの析出速度は著しく遅れている。そして此の原因は1%餘り過剰に含まれているMnに歸す³⁾可きものゝ様である。又B及びCの場合には試料の最高加熱温度を考えねばならないが、この點については既に少なからざる研究^{4)~8)}があり、粒子大きとの密接な關係が認められている。そして本實驗に於てもこの事は

* 東京鋼材(元三菱製鋼)株式會社研究課長

試料 A~B~C 順に S 曲線が長時間側に移行する結果となつている。

扱て第 1~第 3 圖によればこれ等一般的事項の他に

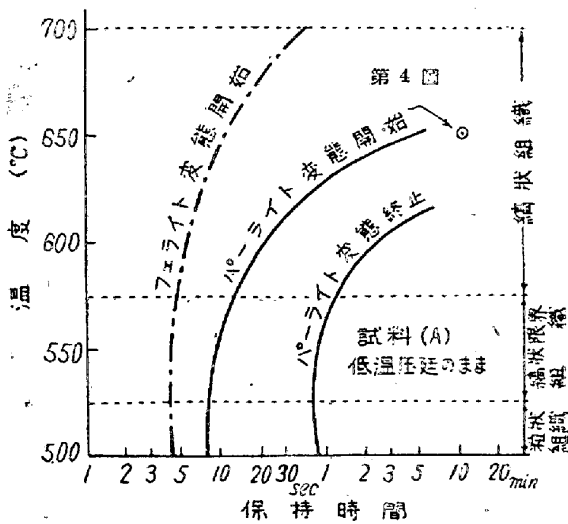
(a) A にあつてはパーライト分野に於ける S 曲線中變態時間の短い所の組織は粒状であるが、長い所の組織は縞状である。そしてこの中間には縞状限界組織が現れその時の變態温度は約 550°C でトルースタイトの部分に近い。

(b) B にあつても組織の現れ方は A と同様であるが縞状限界組織の位置は餘程變態時間の長い方に移動して居り、その時の變態温度は約 625°C となつている。

(c) C に於ては、變態時間 1 時間迄の間、温度に拘らず最早縞状組織は現れず、縞状限界組織は圖中の曲線外に逸脱している。

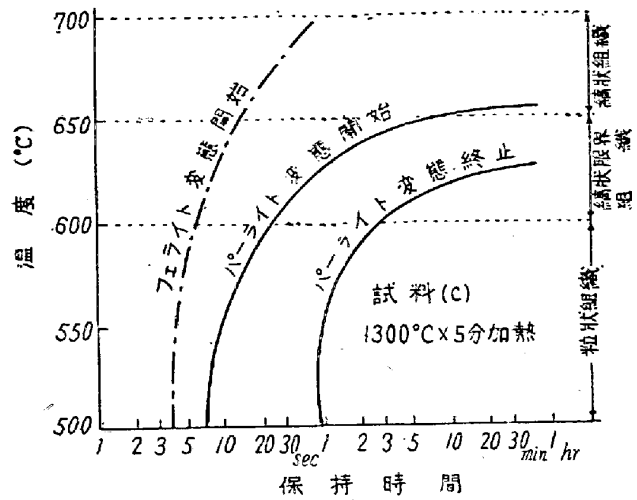
等の事がわかるが、之は高温加熱したものゝ縞状組織の發生が、曲線自身が移行するより遙かに早い速度で S 曲線のパーライト分野を長時間の方向に移る事を示すものであつて、縞状組織限界冷却速度が高温加熱によつて低下すると言う第 1 報^(9),10)に述べた等速冷却時の現象と符合する。

茲に第 4 圖は A を 650°C で 10 分間恒温變態させて水冷したものゝ縞状フェライトであり、第 5 圖は C を同様に處理したものゝ粒状フェライトである。

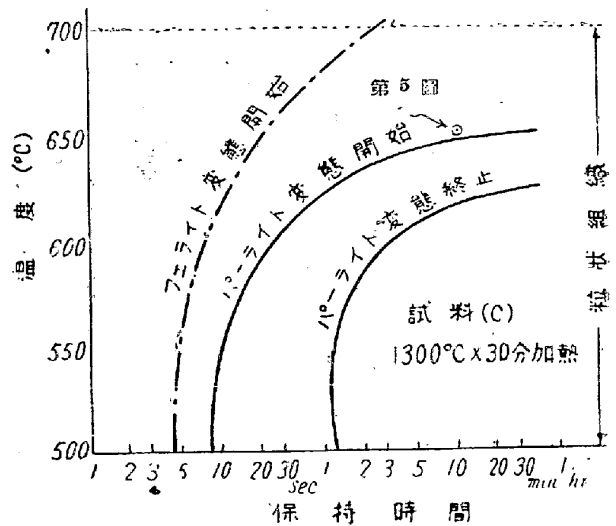


第 1 圖 縞状組織と S 曲線との關係 (1)

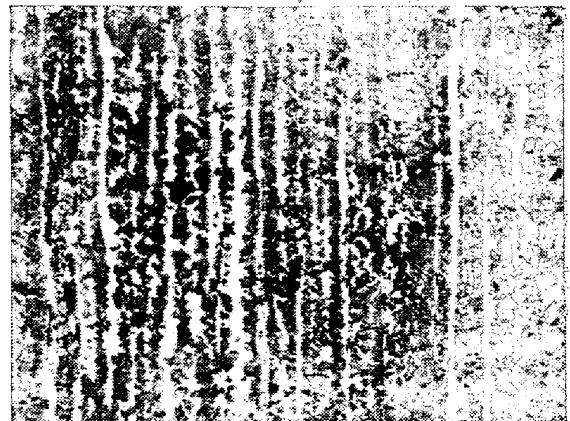
尙この場合試料を一旦微粒にして同様の實驗を行えば、全體的に右に移行した S 曲線は元に戻るが、S 曲線の上を右に移行した縞状限界組織は再び元には戻らない。そしてこの事は等速冷却の場合に於ける縞状組織限界冷却速度が加熱によつて不可逆的に低下すると言う事⁽¹¹⁾と一致する。



第 2 圖 縞状組織と S 曲線との關係 (2)



第 3 圖 縞状組織と S 曲線との關係 (3)

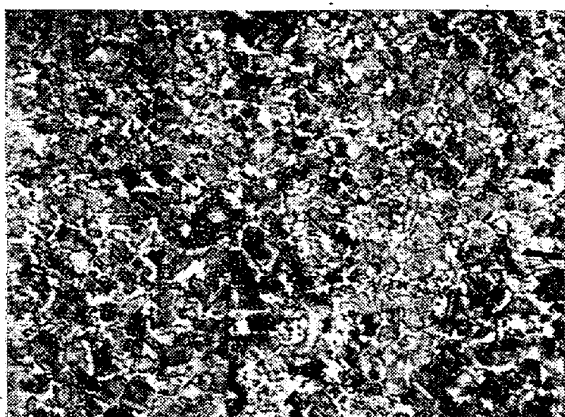


第 4 圖 ×100

試料 A 650°C x 10min の析出フェライト

III. 縞状組織の生成と熱處理前の組織との關係

(1) 試料及び實驗法



第 5 圖 ×100

(試料 C 650°C×10min の析出フェライト)

試料には前項の A 及び B を選んだが、之等は一旦 900°C に加熱した後の冷却速度を変える事により夫々を縞状及び粒状に作り分けた。次で之等の各試片を同一に操作し乍ら、850°C に保つた第 1 の鉛浴中に 10 秒間浸漬してオーステナイトとし、引續き 740°C に保つた第 2 の鉛浴中に 3 秒～5 分間浸漬してから水焼入を爲し、 $A_3 \sim A_1$ の中間で析出して来たフェライトの状況をマルテンサイトの地の中に検出した。尙この場合試片は 1×5×10mm であり、試料 C は縞状組織限界冷却速度の著しい低下の爲組織を縞状と粒状とに作り分けるのが困難なので一應之を除外した。

(2) 実験結果

第 2～第 3 表は結果を取りまとめたものであるが、これによれば試料が A, B 何れの状態に置かれた場合にも

(a) 初めの組織を縞状にして置いたものは粒状にして置いたものより遙かに早くフェライトの析出がおこること。

(b) 析出するフェライトは縞状であること。

(c) フェライトの析出は、 $A_3 \sim A_1$ 間での同一保持時間に對し A の方が B よりも當初多量であること。

等を知り得るが、之は要するにフェライトは析出する形状の上からも、又析出する量の上からも母材の組織と同様の縞状の方が人為的に粒状にしたものよりも元の状態に復し易いと言ふ事、並に高温に加熱したものはこの傾向が減少する事を意味するものと思はれる。

第 2 表 フェライトの析出と熱処理前の組織との関係 (試料 A)

試片 No	組織	740°C での保持時間	得られた組織
2309	=	3 秒	M
2310	○		M

2311	=	5 秒	Ff+M(Ff 少量)
2312	○		M
2313	=	10 秒	Ff+M
2314	○		M
2315	=	15 秒	Ff+M
2316	○		M
2317	=	20 秒	Ff+M
2318	○		M
2319	=	30 秒	Ff+M
2320	○		M
2321	=	45 秒	Ff+M
2322	○		M
2323	=	1 分	Ff+M
2324	○		Ff+M(Ff 少量)
2325	=	3 分	Ff+M
2326	○		Ff+M
2327	=	5 分	Ff+M
2328	○		Ff+M

* M=マルテンサイト, F=フェライト, f=縞状, =縞状組織, ○粒状組織

第 3 表 フェライトの析出と熱処理前の組織との関係 (試料 B)

試片 No	組織	740°C での保持時間	得られた組織
2329	=	3 秒	M
2330	○		M
2331	=	5 秒	Ff+M(Ff 微量)
2332	○		M
2333	=	10 秒	Ff+M(Ff 少量)
2334	○		M
2335	=	15 秒	Ff+M
2336	○		M
2337	=	20 秒	Ff+M
2338	○		M
2339	=	30 秒	Ff+M
2340	○		M
2341	=	45 秒	Ff+M
2342	○		M
2343	=	1 分	Ff+M
2344	○		Fg+M(Fg 微量)
2345	=	3 分	Ff+M
2346	○		Ff+Fg+M
2347	=	5 分	Ff+M
2348	○		Ff+M

* M=マルテンサイト, F=フェライト, f=縞状, g=粒状, =縞状組織, ○粒状組織

IV. 縞成長と粒子成長との関係

(1) 試料及び実験法

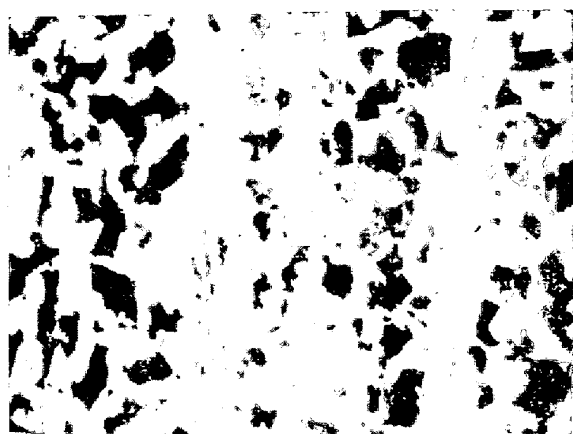
試料としては普通快削鋼たる第 1 表中の No.93 を選

び、これを種々の温度と時間に加熱した後約 2°C/min の速度で徐冷し、中央縦断面に於て幅 1mm が切斷するフェライトの縞数を測定した。次に各試料は 800°C での焼準を繰返しその都度粒子の平均径とフェライト縞の数とを同様に測定した。

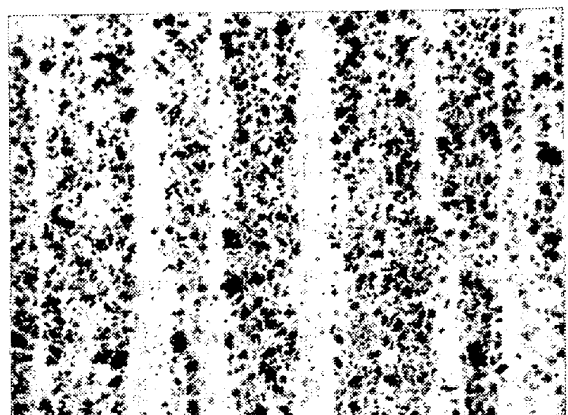
(2) 實驗結果

焼鈍によつて粒子が成長する場合同時に縞の成長が伴はれるものであるが、巨大な縞の成長に對しても粒子は案外成長しない爲にこの場合縞の形状は不鮮明になつて來る。茲に第6圖は試料の初めの組織、第7圖は之を 1000°C に3時間保持した時に得た組織、第8圖は之を 1200°C に1.5時間保持して得た組織である。

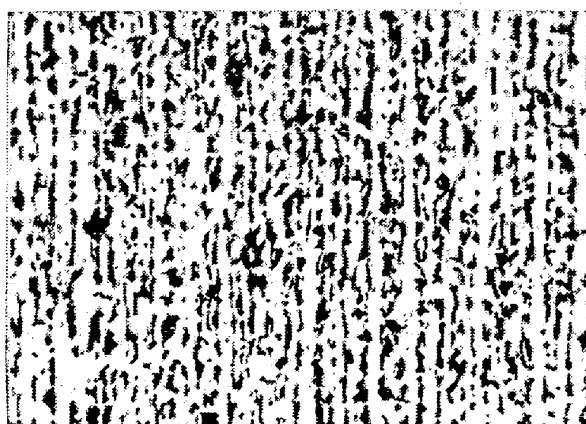
次に之等の粒子成長及び縞成長を起したものを微粒化する、縞幅は粒子径と異り決して元には戻らずそのままの幅を保持する。茲に第9圖は第7圖のものを微粒化した組織であり、又第10圖は以上の關係を示したものである。そして又吾々はこの様な幅の上での縞變化の各期を通じ非金屬介在物の位置は常に不變である事を見出すのである。



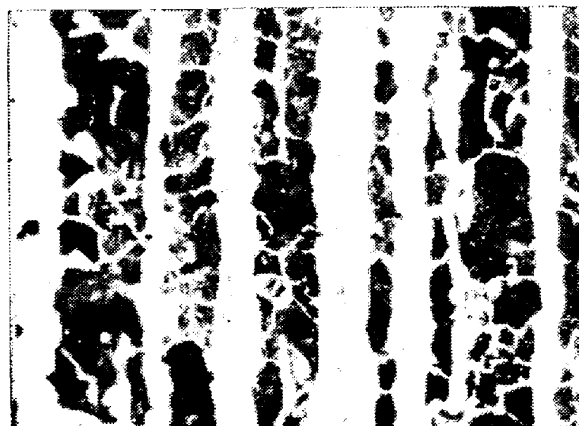
第8圖 1200°C×1.5hr の焼鈍組織 ×100



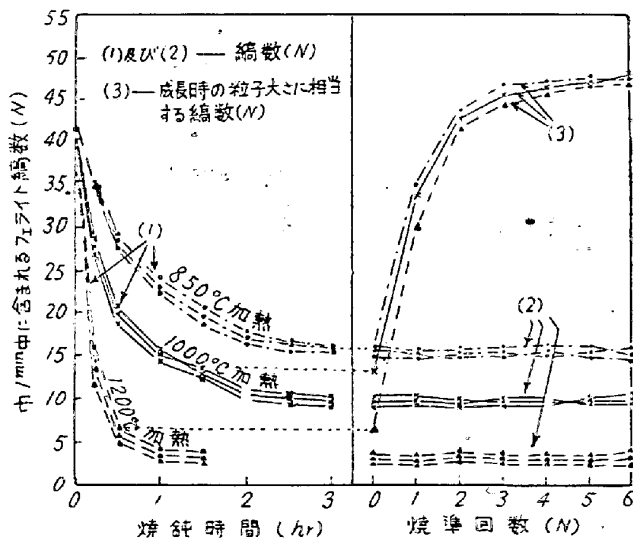
第9圖 第7圖のものを微粒化した組織 ×100



第6圖 壓延まゝの組織 ×100



第7圖 1000°C×3hr の焼鈍組織 ×100



第10圖 縞及び粒子の成長と微粒化の關係

從來縞狀組織と非金屬介在物の關係については Ziegler¹²⁾, Whitery¹³⁾, Carpenter & Robertson¹⁴⁾¹⁵⁾等により相異つた見方があるが第2報¹⁶⁾及び本實驗の結果によれば、鋼塊に於ては硫化非金屬介在物 MnS とフェライトの共存を凝う餘地はない。尙鋼塊の粒子が一度び破砕されて縞狀組織となつた後の加熱では縞成長の爲にこ

の相伴關係は破れ、且つ縞狀組織限界冷却速度の低下が著しいもの程この關係が稀薄になる事が認められた。

V. 結 言

以上の實驗により次の事を知り得た。

1. 加熱と縞狀組織限界冷却速度との關係はS曲線のパーライト分野内にも認められる。
2. 縞狀組織鋼の組織は人為的に粒狀にしても元に戻り易い性質を有し、且フェライトは縞狀のものの方が析出し易い上にこの傾向は加熱と共に稀薄になる。
3. 粒子の成長は縞の成長を伴うが、粒子の微細化は縞の微細化を意味しないのみならずこれ等の現象は硫化非金属介在物の位置に拘束されない。

(昭和 25 年 5 月寄稿)

文 献

- 1)~2) 筆者: 鐵と鋼, 第 35 年, 第 2 號, 39
- 3) 村上武次郎, 今井勇之進: 日本金屬學會誌 第 6 卷, 第 5 號, 145

- 4) F. Scheil & A. Lange: Arch. Eisenhüttenwes 10 (1937) 93
- 5) H. Harris: Trans. Inst. Weld 1 (1938) 235
- 6) H. Harris: Welding J. 20 (1941) 267
- 7) R. H. Aborn: Welding J. 20 (1940) 414
- 8) Laboratory of U. S. Steel & Co: Metals & Alloys 8 (1937) 22
- 9)~11) 筆者: 1) に同じ
- 12) Ziegler: Alloys of Iron & Carbon, 1 (1936) 347
- 13) J. H. Whitery: J. of Iron Steel Inst. 113 (1926) 213
- 14) H. C. H. Carpenter & J. M. Robertson: J. of Iron Steel Inst. 123 (1931) 345
- 15) H. C. H. Carpenter & J. M. Robertson: J. of Iron Steel Inst. 127 (1933) 259
- 16) 筆者: 鐵と鋼, 第 36 年, 第 1 號, 13