

Fig. 2. The relation of O content to revolution to failure. (Testing temperature at 1100°C)

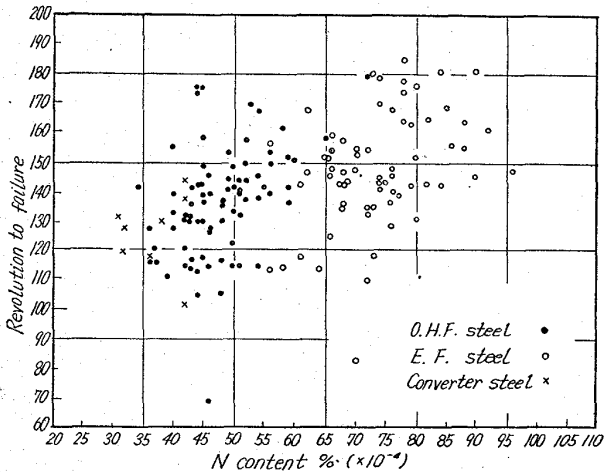


Fig. 3. The relation of N content to revolution to failure. (Testing temperature at 1200°C)

なお、このような統計結果のみからはこれ以上の考察は困難と思われ、含有N量の影響についてはN量をいろいろと変えた材料を製造し、これについて調査を行なっている。

4. 含有 P, Cu, As および Sn 量あるいは C, Si, Mn, Mn/S, Sol.-Al, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> および地キズなどについては、今回の調査の含有量範囲では破断ねじり数との相関は認められなかつた。しかしこれは必ずしも熱間加工性に対して影響を与えないということではない<sup>10)</sup> と考えられ、今後検討をはかりたいと考える。

VI. 結 言

熱間加工性に影響を与えると思われる種々の冶金的因素について高温ねじり試験成績をもとに、キルド炭素鋼について統計的に調査を行なつた。その結果明らかになつたことは

1. S, O, サンド量 SiO<sub>2</sub>, ミクロ清浄度(特にA型)などは高温ねじり成績に対し強い負の相関を示した。これらの因子は熱間加工性を劣下させるものと思われる。
2. N は高温ねじり成績に対し強い正の相関を示した。固溶 N は熱間加工性を向上させるものと考えられ

る。

文 献

- 1) 森島: 鉄と鋼, 44 (1958) 5, p. 552
- 2) 森島: 鉄と鋼, 44 (1958) 6, p. 660
- 3) 圧延理論分科会資料
- 4) A. NIEDENTHAL: Arch. Eisenhüttenw., 79, 3, 1929
- 5) 盛, 他: 日本學術振興会製鋼第 19 委員会資料, No. 6682
- 6) 中島: 「鋼材表面の脆性に関する研究」(1960)
- 7) F. NEHL: Stahl u. Eisen, 58 (1958), 779

669.14-426:62.1778.1.0163.011  
620.187

(172) 高炭素鋼線材の組織と伸線加工性

八幡製鉄, 光製鉄所

岡本一生・江口直記・○富永治朗

Relation between the Structures and Cold Drawabilities of High Carbon Commercial Steel Rods. No. 64334

Kazuo OKAMOTO, Naoki EGUCHI and Jiro TOMINAGA.

I. 結 言

高炭素鋼線材の伸線にあつては、パテンティングして組織を調整しておくのが普通であり、この場合目的に応じ種々の熱処理が施されるが、組織と伸線加工性の関係については必ずしも明瞭でない。

西岡はコピー破断と組織の関係を調べているが<sup>1)2)</sup>、本報告は数種の実用鋼を用い、特にセメントの分布様式、機械的性質と伸線加工性の関係について研究した結果である。

II. 実験試料および実験方法

炭素含有量がそれぞれ 0.75%, 0.65%, 0.40%, 0.25% の 5.5mm φ の炭素鋼線材を Table 1 に示す熱処理によりパーライト, ソルバイト, 焼戻ソルバイト, 球状パーライトにした。

伸線は引張試験機と伸線機の両者で行なつた。引張試験機による場合は、同刃の脱炭などの影響除去のため、片面 0.3mm 研削して 4.9mm φ に仕上げ、コーシムMを潤滑剤として 30t アムスラー式引張試験機で 0.3m/min の速度で 1 ダイス当り約 23% の減面率で 0.95mm φ まで伸線した。伸線機伸線の場合は、普通作業通り酸洗、石灰漬け後コーシムMを用い、昭和機製ノンスリップ横型試験機二連で 150m/min の速度で 0.95mm φ まで伸線した。

断線の発生をチェックするとともに、伸線途中で試料を採取し、引張試験および電子顕微鏡観察を行なつた。

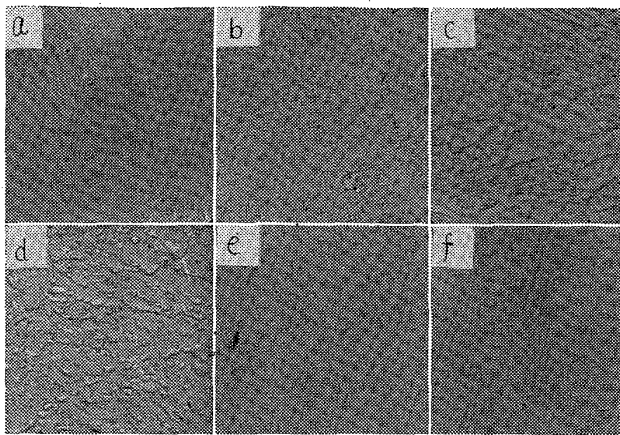
III. 実験結果

1. 各種鋼の伸線限界

Table 1 に各実験試料に施した熱処理条件と機械的性質を示し、伸線速度を変えた場合の伸線限界サイズを示す。これより C% が低いほど、また伸線速度が小さいほど細線まで断線は生じ難いことは明瞭である。また同一鋼種でも伸線前の組織が変わることにより伸線限界は著しく異なり、鉛および空気パテンティング材は球状化

Table 1. Mechanical properties and drawing limit of carbon steel rod after various heat treatments.

No.	Heat treatment	Structure ( ) ; mean ferrite path	Carbon content (%)																
			0.75				0.65				0.40				0.26				
			T.S kg/ mm <sup>2</sup>	R.A. %	Drawing limit Low speed	Drawing limit High speed	T.S kg/ mm <sup>2</sup>	R.A. %	Drawing limit Low speed	Drawing limit High speed	T.S kg/ mm <sup>2</sup>	R.A. %	Drawing limit Low speed	Drawing limit High speed	T.S kg/ mm <sup>2</sup>	R.A. %	Drawing limit Low speed	Drawing limit High speed	
1	Lead patenting 900°C×3min→ lead 450°C	bainitic sorbite	128.5	50.6	0.95φ	—	111.5	40.2	0.95φ	1.25φ	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	" 900°C×3min→ lead 550°C	Sorbite(0.1μ)	115.2	62.3	"	1.25φ	"	106.0	56.7	"	1.1φ	"	0.95φ	0.95φ	60.1	69.3	0.95φ	0.95φ	
3	Air patenting 900°C×3min	Fine pearlite (0.3~0.4μ)	94.1	53.8	"	1.1φ	"	90.5	48.5	"	0.95φ	"	"	"	59.4	69.0	"	"	
4	As rolled (high temp. reeling)	Coarse pearlite (0.5~0.8μ)	78.9	27.9	1.45φ	3.9φ	"	77.5	39.0	1.25φ	3.0φ	"	1.45φ	"	56.5	70.6	"	"	
5	Furnace cool 900°C×5min	Coarse pearlite (0.5~1μ)	81.2	27.1	3.9φ	—	"	71.0	30.9	3.0φ	—	"	—	"	47.9	68.0	"	—	
6	Quench-temper (900°C×5min oil →450°C×5min)	Stringer Fe <sub>3</sub> C	—	—	—	—	"	103.3	1.8	4.4φ	—	"	—	129.6	66.5	3.4φ	—	111.0	71.7
7	" (900°C×5min oil →550°C×5min)	"	122.3	46.2	3.0φ	—	"	115.9	44.0	"	—	"	—	106.0	71.7	"	—	93.5	73.3
8	" (900°C×5min oil →650°C×5min)	Semi- spheroidized Fe <sub>3</sub> C	100.3	58.0	2.65φ	—	"	88.2	56.7	2.65φ	—	"	—	84.1	70.9	1.25φ	—	74.9	73.8
9	Spheroidizing (700~740°C×2hr)	Spheroidized Fe <sub>3</sub> C	60.2	70.1	1.45φ	—	"	—	—	—	—	"	—	50.9	71.8	0.95φ	—	47.6	77.0
10	As rolled (lower temp. reeling)	Sorbite (0.1~0.2μ)	108.0	62.6	0.95φ	1.85φ	"	95.2	59.7	0.95φ	1.85φ	"	—	—	—	—	—	—	—



a: Lead patenting (lead temp. 550°C)  
 b: Air patenting c: Furnace cool  
 d: Quench-temp. e: Spheroidizing  
 f: As rolled (lower temp. reeling)

Photo. 1. Electron microscopic structures of 0.75%C steel rod after various heat treatments. (by acetyl cellulose carbon replica Cr shadowing; mag: ×2500) (1/2)

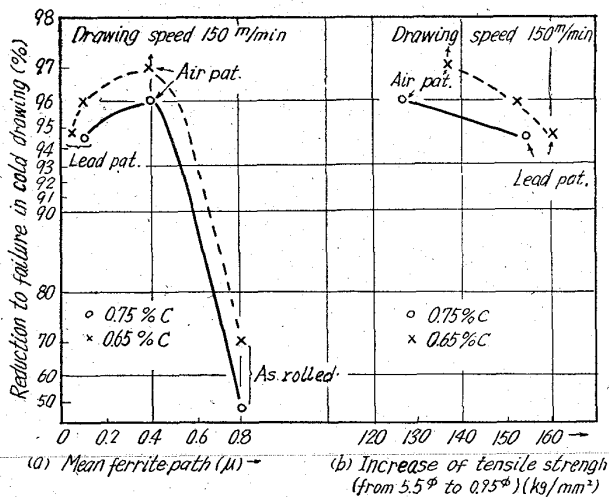


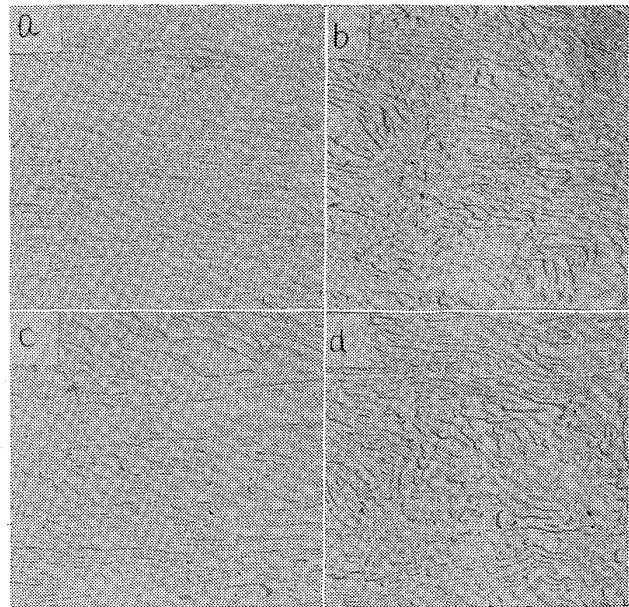
Fig. 1. Influence of mean ferrite path and work hardening on drawing limit.

材, 焼戻材, 炉冷材に較べ伸線限界は大きい。しかしこの差は C% が低くなるほど小さくなり 0.25% C では実験条件内での組織の影響は少ない。

2. 組織と伸線限界

0.75% C の伸線前の電子顕微鏡組織 (×2500) を Photo. 1 に示す。鉛および空気パテンティング, 圧延のまま, 炉冷材の組織はいずれも層状を示しその層間距離は Table 1 に示すごとく上記順序に小さい。焼入焼戻材は 550°C ではセメントイトは糸状に析出し, 650°C では半ば球状化しているが, 球状化パーライトと比較すれば炭化物が多く分散析出しているし, フェライトに凹凸が見られ歪が完全に除去されていないようである。

Fig. 1 (a) は層間距離と伸線限界との関係を示し, 層間距離が小さくなるほど伸線限界は著しく大になるが, 0.4 μ 以下になるとわずかに減少する。この理由はセメントイトが小さいと容易に伸線方向に並び, フェライトの可塑性を妨げないためであろうが, 層間距離が小さくセメントイトが余り小さくなるとフェライトとセメ



a: Lead patenting, 4.9φ (86.2% reduction), speed 0.3m/min  
 b: Lead patenting, 5.5φ→2.05φ (82.5% reduction, speed 150m/min  
 c: As rolled (lower temp.) 4.9φ→2.05φ (86.2% reduction), speed 0.3m/min  
 d: As rolled (lower temp.) 5.5φ→2.05φ (82.5% reduction, speed 150m/min

Photo. 2. Influence of drawing speed on the electron microscopic structures of 0.75%C steel wire drawn by acetyl cellulose carbon replica Cr shadowing; mag: ×5000) (2/3)

ンタイトの境界での変形の乱れがフェライトの硬化を助長するため, 加工硬化が大きくなり伸線限界が低下する。

球状パーライト, 焼戻ソルバイトのごとく球状または微粒のセメントイト組織は, 層状セメントイトに比べ限界は低くこの理由は西岡氏の報告にあるように, 球状セメントイトはほとんど変形せず周囲のフェライトが過加工気味となるためであろう。

伸線速度の組織におよぼす影響を見ると, Photo. 2 に示すごとく, 低速伸線では層状組織が伸線方向に揃っているが, 高速伸線では揃ってなく乱れている。

3. 機械的性質と伸線限界

Fig. 2 に示すように引張強さは加工とともに増加するが, 80% 加工を超えるとその増加は著しくなり, 特に層間距離の小さいものは激しい。

伸線前の伸びは組織によりかなり差があるが, 40% 加工を超えると 2% 以内に落ち, 組織による差はほとんどわからなくなる。

絞りに注目すると炉冷材は極端に低く, 球状パーライト材, 焼戻ソルバイト材は伸線とともに減少し, 50% 加工を超えるとパテンティング材より低くなる。パテンティング材は絞りの減少は最初ほとんどなく 80~90% から減少がおこる。このようにセメントイトの分散した組織の絞りの減少は, フェライトの過加工によるものであろう。層状組織のものは層間距離が小さいほど絞りが良好である。しかし伸線性と絞りは完全に一致はしてい

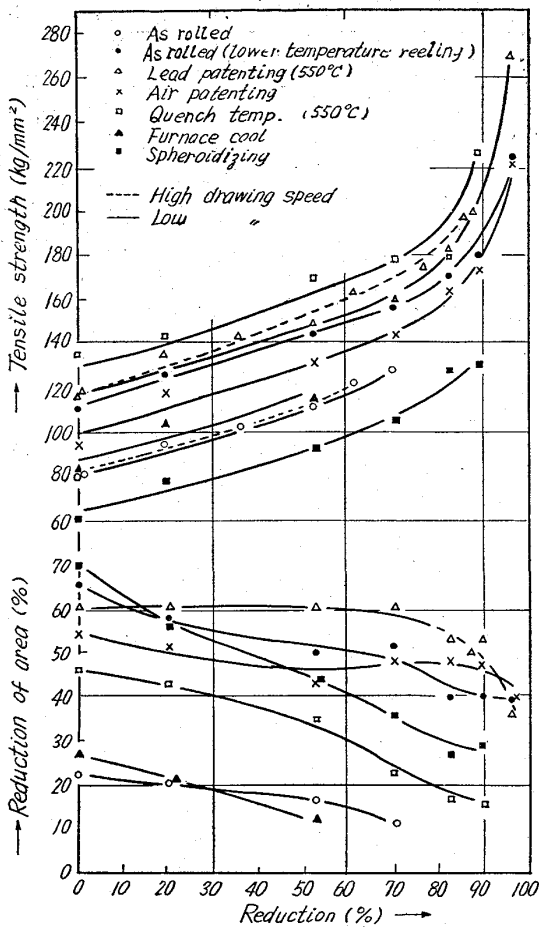


Fig. 2. Influence of drawing reduction on mechanical properties of 0.75% carbon steel rod.

ない。Fig. 1 (b) は加工硬化量と伸線性の関係を示したものであるが、層間距離の小さい鉛パテンティングのほうが加工硬化が大きく<sup>3)</sup>、このため伸線限界は小さくなる。したがって伸線性に関係する要因として、絞り、加工硬化の両者が働くので Fig. 1 (a) のごとき関係が得られると思われる。

また伸線速度の影響は Fig. 2 からわかるように高速のほうが大である。

#### IV. 考 察

鋼線は伸線前にパテンティング組織に調整することは鋼線業界の常識であるが、加工限界については実用サイズが限界内にあることが多いため明瞭にされていないことが多い。加工性はセメントタイトの分布様式、層間距離と密接な関係があることが判つたが、これらが絞り、歪硬化性にも影響することは留意すべきである。

圧延材は一般に徐冷されるので、Photo. 1 に示すごとく層間距離が大で伸線加工性に乏しいが、これを向上させるためにはセメントタイトの析出様式を変更すればよい。そこで現用の heavy coil に低温捲取処理を施すことより、硬線の伸線加工性を向上させることを試みた。まず微細なセメントタイト組織を得るため、高炭素鋼の CCT 曲線を作成し、これに基き急冷条件を定め仕上げ圧延後適当な冷却誘導管を用い、圧延線材を直接急冷し、適当な捲取温度で捲取つた<sup>4)</sup>。Photo. 1 (f) は

0.75% C の低温捲取処理材の組織を示し、空気パテンティングと鉛パテンティングの中間に位する組織である。この coil の機械的性質を示すと、引張強さ 108 kg/mm<sup>2</sup> (S=2.5 kg/mm<sup>2</sup>)、伸び 8% (S=1%)、絞り 62% (S=1.5%) 程度で、これを伸線した時の機械的性質は Fig. 2 に示すごとくであり、また限界加工率は 90% 近くで普通圧延材の 60% に比して著しく大きい。

#### V. 結 言

高炭素鋼線材の伸線加工性と組織の関係を明らかにするため 4 種の鋼を用い実験を行なつた。

この結果、加工性は C% が低いほど、伸線速度が遅いほど加工限界は高い。また同一鋼では層状組織の層間距離が 0.4 μ までは小さいほど加工性はよく、これ以上小さくなると加工硬化の増加によりかえつて減少する。また球状パーライト組織は微細パーライトより劣る。これらのことから鋼線の加工性にはセメントタイトの分散様式、層間距離と密接な関係のあることがわかつた。

#### 文 献

- 1) 西岡, 他: 日本金属学会誌, 18 (1954), p. 358
- 2) 西岡: " 20 (1956), p. 181
- 3) GENSAMER: Trans. Amer. Soc. Metals, 30 (1942), p. 983
- 4) 太宰: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 1676

669.15'26'28-196:669.162.275.124.8.015.5

#### (173) 高純度砂鉄銑を原料とする高炭素 Cr-Mo 鋼の特性について

(高純度砂鉄銑を原料とする各種鉄鋼の性質-I)

日曹製鋼, 富山工場

工博 佐藤祐一郎・○松倉 清

On the Properties of High Carbon Cr-Mo Steels Made from High Purity Iron Sand Pig. PP2037~2039

(Properties of several kinds of iron and steels made from high purity iron sand pig-I)

Dr. Yuichiro SATO and Kiyoshi MATSUKURA.

#### I. 緒 言

砂鉄を原料として得られる高純度砂鉄銑はロール、鋼塊鑄型などの高級鑄鉄製品ならびに軸受、工具などの高級鋼製品の原料としてすぐれた諸性質を有することが知られている。また筆者らの一人は高純度砂鉄銑が C, Si および Mn 以外の微量不純元素の含有量の合計が 0.1% 以下のため、スエーデン木炭銑とともにすぐれた特性をもつ原料銑であることを明らかにしたり。しかし高純度砂鉄銑を原料とする各種鉄鋼の性質についてはいまだ明らかにされていない点が多く、実用上これらの鉄鋼の諸性質を十分に把握することが必要である。

筆者らは熱間圧延用ロール、熱間工具などに用いられる高炭素 Cr-Mo 鋼について顕微鏡組織、焼入性、機械的性質、耐熱き裂性、耐摩耗性などの諸性質を調査した。

#### II. 供 試 材

本実験に用いた試料の化学成分を Table 1 に示す。