

TiN が結晶粒の成長阻止物質と考えられるが TiN は AlN に比較してかなり高温になるまで安定で、オーステナイトへ固溶しないため成長特性の急変が少ないものと考えられる。Fig. 1 からわかるように Ti 系脱酸のものは Al 系脱酸のものより成長が緩慢であり、1050°C の温度でも GS 3 以下にはなりにくい。このことから安定して粗粒鋼を作るのに適していることがわかる。

3.5 熱間加工によるオーステナイト結晶粒の変化

オーステナイト結晶粒は窒化物の析出温度と関連し、熱間加工により変化する。5.5mm φ 線材でオーステナイト結晶粒を粗粒にするには casting のままの状態での程度の結晶粒にするかが重要となる。Fig. 2 は取鍋下試料 (casting のまま, 熱間加工比=1), 75mm 角ピレット (熱間加工比=65), 5.5mm φ 線材 (熱間加工比=15,000) のおのおのにおけるオーステナイト結晶粒を示したものである。Al 系脱酸のものは熱間加工により不規則的な変化をし、たとえ casting 状態で結晶粒を調整しても 5.5mm φ 線材で一定の結晶粒を得ることはむづかしい。これは AlN の析出温度の低いことに関連している。これに反し Ti 系脱酸のものは漸進成長型でかつバラツキも少なく非常に安定している。 casting の状態で GS 5~6 の範囲に調整すれば 5.5mm φ 線材で GS 3~4.5 の範囲となる。Ca 系脱酸のものは Ti 系脱酸のものと同様に漸進成長型であるが、Ca 系脱酸剤の添加方法とも関連し、

混粒になり易い欠点を有する。

4. 結 言

1) Ti 系脱酸によりオーステナイト結晶粒を調整した硬鋼線材は熱間加工による結晶粒の変化が漸進的成長型で清浄度良好、地疵も少なく良質な粗粒鋼を製造しやすい。

2) Ca 系脱酸によりオーステナイト結晶粒を調整した硬鋼線材は熱間加工による結晶粒の変化が漸進的成長型であるが混粒の発生しやすいこと、清浄度、地疵の点で劣っていることから脱酸剤添加方法の検討が必要である。

3) Al 系脱酸によりオーステナイト結晶粒を調整した硬鋼線材は熱間加工による結晶粒の変化が不規則であり、整粒な粗粒鋼の製造には難点が多い。清浄度、地疵の点では [Si] を低目に調整すれば良好である。

文 献

- 1) 川上, 吉野: 鉄と鋼, 29 (1943) 9, p. 766
- 2) 菅浦: 鉄と鋼, 47 (1961) 7, p. 956
- 3) 河井, 益子: 鉄と鋼, 40 (1954) 3, p. 238
- 4) 河井, 益子: 鉄と鋼, 41 (1955) 4, p. 435
- 5) 益子, 鉄と鋼, 42 (1956) 3, p. 242
- 6) 益子: 鉄と鋼, 42 (1956) 6, p. 482
- 7) 益子: 鉄と鋼, 43 (1957) 10, p. 1122

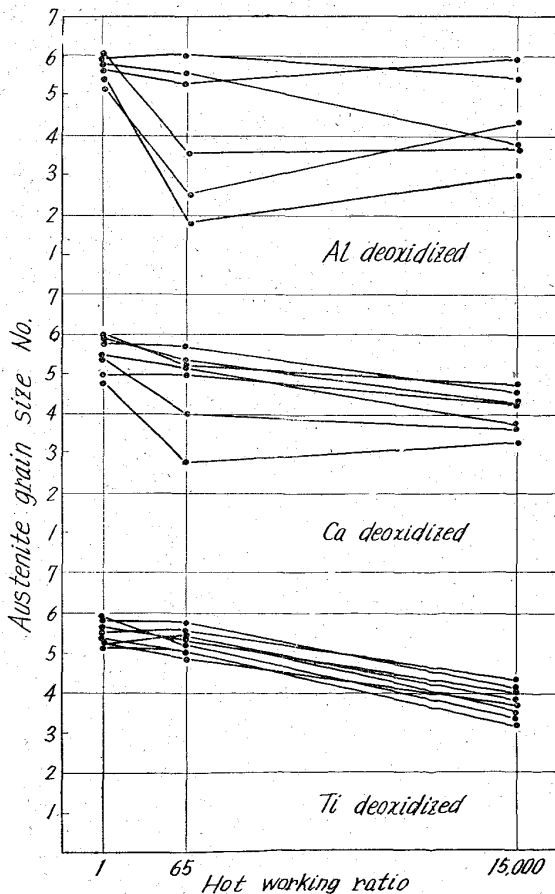


Fig. 2. Relation between austenite grain size and hot working ratio in steels treated by several deoxidizer.

(202) 高炭素鋼線材の材質におよぼす配合主原料の影響

八幡製鉄, 光製鉄所

岡本一生・江口直記・富永治朗

Influence of Raw Materials on the Properties of High Carbon Steel Wire Rod.

Kazuo OKAMOTO, Naoki EGUCHI and Ziro TOMINAGA.

1. 結 言

バネ, ピアノ線などに用いられる高級高炭素鋼線材は一般高炭素鋼線材に比し、表面疵, 機械的性質, その他の品位は高くしかもそれらの変動がきわめて少ないことが要求されている。このため製造に当たってはいろいろな考慮がはられ、中でも不純元素の制限が厳しいので、優良な原料を使用し材質の安定に力がそがれている。

本研究は2, 3の製鋼原料を用いて溶製したものについて、熱処理, 伸線加工を行ない、機械的諸性質およびその他の特性値におよぼす影響を調べたものである。

2. 実験方法

実験に用いた鋼の大略の化学成分は次のごとくである。

C 0.80~0.86%, Si 0.20~0.30%, Mn 0.45~0.60%, P & S 0.02% 以下。これら鋼は(イ)砂鉄または砂鉄銑を原料とした中炭素銑(ロ)高炉銑(ハ)特殊高炉銑(ニ)屑銑などをそれぞれ単独に主原料として電気炉または平炉で溶製し、平常作業通りの工程で線材圧延を行ない 9.5~5.5mm φ とした。線材はパテンチング熱処理→伸線加工を施し 2.6mm φ とし機械的諸試験, 応力弛緩試験, 疲労試験などを行なった。

Table 1. Chemical analysis of samples (wt%).

No.	Charged raw materials	Melting Furnace	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Sol Al	N
1	Pig iron	B. O. H.	0.84	0.29	0.53	0.012	0.006	0.09	0.03	0.06	0.005	0.015	0.0041
2	"	"	0.80	0.28	0.51	0.020	0.013	0.10	0.03	0.07	0.005	0.016	0.0041
3	Special pig iron	E. F.	0.82	0.30	0.54	0.010	0.004	0.01	0.01	0.02	0.002	0.018	0.0076
4	"	"	0.82	0.22	0.54	0.010	0.006	0.01	tr	0.02	0.002	0.018	0.0065
5	Iron sand pig	E. F.	0.86	0.28	0.56	0.010	0.004	0.04	0.02	0.06	0.004	0.012	0.0068
6	"	"	0.81	0.22	0.54	0.010	0.015	0.04	0.03	0.05	0.005	0.010	0.0064
7	Return scrap	E. F.	0.83	0.22	0.59	0.011	0.004	0.11	0.01	0.06	0.010	0.007	0.0045

3. 実験結果

3.1 化学成分

実験試料の現品分析の 1 例を Table 1 に示す。

5 元素以外の不純元素では特殊高炉鉄材が最少でスウェーデン材と同程度で、以下砂鉄銑、高炉銑、屑鉄材の順である。

3.2 熱間加工性

70mm φ 鋼片より直径 9.5mm φ 平行部 40mm の試片を切出し 800~1300°C の間の各温度で熱間捻回試験を行ない加工性を調べた。結果は Fig. 1 に示すごとく砂鉄銑材は高炉鉄材に比較し著しく熱間加工性がよい。

Table 2. Austenite grain size.

Charged raw materials	Nos. of charge	Austenite grain size (Range)
Pig iron	3	6~6.5
Special pig iron	3	2.5~3.5
Iron sand pig	8	3.5~4.0
Return scrap	2	4.2~5.7

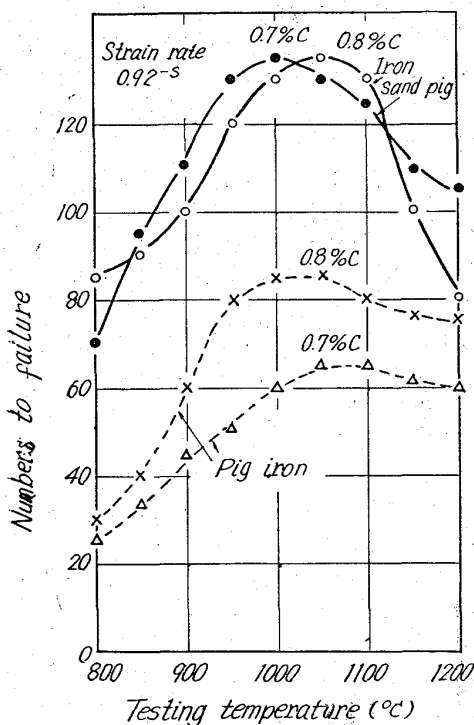


Fig. 1. Effects of iron sand pig on hot workability.

歪速度、加工条件を変えてもこの傾向は変わらない。この理由は明瞭でないが粒界における不純元素の偏析が少ないこと、再結晶速度が早いことが考えられる。

3.3 オーステナイト結晶粒度

オーステナイト結晶粒度は焼入性の面から整粒でかつ小さいことが望まれる。925°C × 6hr 浸炭粒度は Table 2 のごとく、平炉材が最も大きく、電炉材は 2.5~5.7 で、Al 量および不純元素の多寡により若干変化するが溶製法による変化が最も大きい。粒成長特性を調べた結果、砂鉄銑および特殊高炉鉄材は徐々に成長するが、高炉および屑鉄材は 975°C 付近で粒の成長が急激に起る。

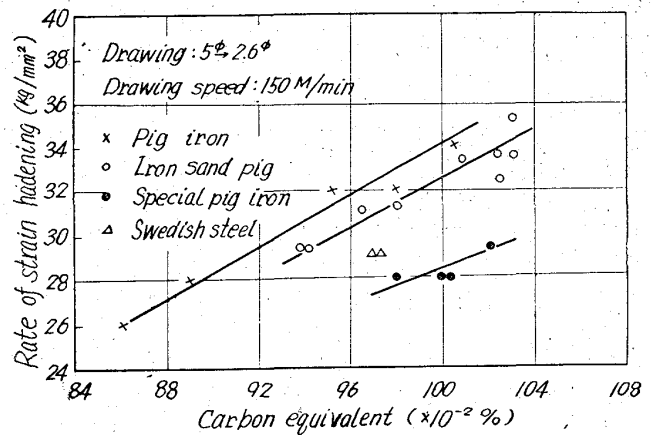


Fig. 2. Influence of raw materials on the rate of strain hardening during cold drawing.

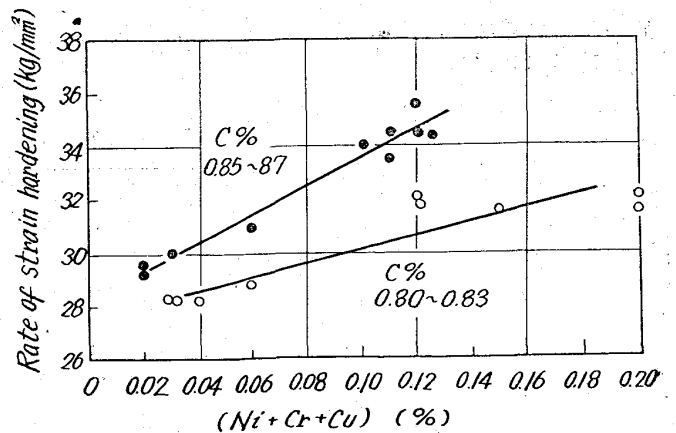


Fig. 3. Influence of tramp elements on the rate of strain hardening during cold drawing.

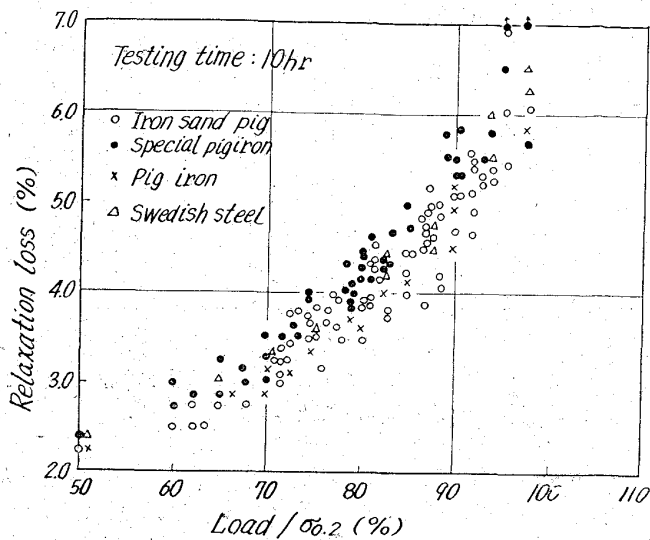


Fig. 4. Relations between the relaxation loss(%) and load/ $\sigma_{0.2}$.

3.4 機械的性質

5mm ϕ 線を 880°C 加熱後 550°C 鉛浴焼入し引張試験した結果、引張強さは 118~135 kg/mm² で C% の影響が最大であるが、Mn, Si, P の影響を補正し C 当量同一で比較すると屑鉄、高炉鉄、砂鉄鉄、特殊高炉鉄材の順に引張強さは高く、伸び、絞りは大差ない。この原因は Table 1 に示すごとく Cu, Ni, Cr 含量の多い鋼ほど焼入硬化が大なるため、その和 0.1% は引張強さを約 5 kg/mm² 上昇せしめる。

伸線加工時の減面率を真歪に直しこれと引張強さとの関係を求め歪硬化係数を計算すると Fig. 2 のごとく C 当量の増加と共に歪硬化係数は増大する。原料別に比較すると高炉鉄、屑鉄材は最大で特殊高炉鉄材はかなり低い。このことは歪硬化係数はまず C% によつて支配的に変るが、主原料の差による Ni, Cr, Cu の不純元素の多寡にも影響されることを示す。

C% 毎に (Ni+Cr+Cu) の和の影響を調べると C% が高い程その影響程度は大となるが、その和 0.1% は平均 4.2 kg/mm² 増加させる (Fig. 3)。また C 当量 0.1% は 6.3 kg/mm² に相当する。このようなことから伸線材の強度は特殊高炉鉄、砂鉄鉄材は高炉鉄、屑鉄材に比しやや低くなる。絞りはこれと逆になるが、捻回値、屈曲値には差はない。

3.5 応力弛緩

試験機は東京衡機製 5t のものでスパン 500mm とし常温でいろいろの負荷のもとで 10hr 測定した。応力弛緩量は負荷の増加と共に最初緩かに後は急速に増し、鋼毎には C% の増加と共に少なくなる。Fig. 4 は $\sigma_{0.2}$ に対する負荷の比率で示したものであるが、応力弛緩は特殊高炉鉄材、砂鉄鉄、高炉鉄材では差は殆んどなく、応力弛緩量は主として引張強さに比例するようである。

3.6 回転曲げ疲労

Haigh Robertson 式回転曲げ疲労試験機で測定した結果、おおむね 47.5 kg/mm² で原料別に特別な差はなかつた。Blueing すれば 55~60 kg/mm² に上昇するがこの場合も原料別に明瞭な傾向は現われない。

4. 実験結果の考察

原料による材質の変化は熱間加工性および歪硬化性に明瞭に現われ、応力弛緩、疲労強度などでは大差なかつた。これは前者が不純元素主として Cu, Cr, Ni 量によつて影響され、後者は主として引張強さによつて影響されるので原料の差は二次的に影響するからと思われる。鋼材におよぼす微量不純元素の影響は従来から研究¹⁾されているが高炭素鋼線材に関するものは殆んどない。本研究では Fig. 3 のごとく不純元素の影響を Cu, Ni, Cr の相和効果としたが、歪硬化性には微量 Ni の影響が最大と考えらる。なお歪硬化係数には伸線前の線材組織²⁾ (Fe₃C の形状、層間距離)、伸線速度³⁾、熱処理条件の影響があり必ずしも一定ではないが、不純元素量が多くなると C の増加と同様な効果となることが注意される。

応力弛緩、疲労強度には引張強さの影響が支配的である。このことは実用的には化学成分の些細な変化は熱処理、加工条件の調節で引張強さを同一にすることで補われることを示すものである。

5. 結 言

高級高炭素鋼線材の材質におよぼす製鋼主原料の影響を実験した。この結果、原料の相異による含有不純元素の影響は、熱間加工性に顕著に現われ、次いで線材の焼入性、伸線加工時の歪硬化性にもあらわれるが、熱処理加工条件の調節により、成品の性能はおおむね一定にすることができるようである。

文 献

- 1) 大竹, 村山, 江口: 鉄と鋼, 45 (1959) 3, p. 315
- 2) 岡本, 江口, 富永: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 2034