

第 12 圖 コークス水分 \bar{R} と出鉄量、
コークス比との関係

にして炉況を不安定にする故、極力避くべきである。昭和 28 年 1 月～昭和 29 年 2 月の洞岡 No. 2, No. 3, No. 4 熔鋳炉に於ける水分及そのバラツキが炉況に与える影響は第 11 図及第 12 図に示す通りである。

VI. 結 言

以上八幡製鉄所の最近に於ける製鉄作業が、コークス灰分 13% にもかかわらず、1000t 熔鋳炉が 1000t 以上の生産を続け、コークス比 0.7 台に低下し、各熔鋳炉とも良好な成績を示し、欧米水準で操業されている原因は原料のサイジング、適正な焼結鉄の配合の増加及びコークス性質の向上による事を述べた。原料のサイジング、均一配合の徹底化こそ日本の製鉄作業が欧米水準を追抜く唯一の鍵である。終に關係従業員諸君の努力に深く感謝する次第である。(昭 29～5 月寄稿)

により小さくなし得る。

4. コークス水分

水分の多い事は熱量的に損失を招き、付着微粉の篩別を困難ならしめる他、そのバラツキは秤量時の誤差を大

高炭素帯鋼の硬度 組織に及ぼす焼鈍の影響 (II)

冷間加工後の高炭素帯鋼について

(昭和 28 年 10 月本会講演大会に於いて講演)

深尾雄四郎*

EFFECT OF ANNEALING CONDITION ON HARDNESS AND STRUCTURE OF HIGH-CARBON STEEL STRIPS (II)

(Studies of Cold-Rolled High-Carbon Steel Strips)

Yusiro Fukao

Synopsis:

Typical four samples among those samples which had been reported by Report I (Tetsu to Hagané No. 7, July 1954 p. 675~680), were annealed and cold-rolled in several degrees of reduction. The effect of annealing temperature and the rolling reduction on their hardness and structure was studied. The results were as follows:

- 1) The relation between the rolling reduction and the recrystallization temperature was such that the temperature was lowered as the rolling reduction increased.
- 2) The relation between the rolling reduction and the hardness value was lowered as the rolling reduction decreased except at around a temperature of the recrystallization.
- 3) The relation between the rolling reduction and the spheroidizing of carbide after annealing was such that the spheroidizing of carbide became slightly perfect and uniform as the rolling reduction increased.

* 新理研工業株式会社 平井工場

4) The effect of the rate of cooling from above the transformation temperature on the hardness was revealed in that the hardness was lower in the slow cooling than in air cooling.

In conclusion, the annealing condition of the hot-rolled high-carbon steel strips must be chosen within a narrow temperature range. In the case of a process-annealing of the cold-rolled steel strip, the structure and the hardness obtained were found uniform even if the temperature range had been chosen rather wide.

I. 緒 言

第1報に於いて熱間加工後の高炭素帯鋼の硬度組織に及ぼす影響について報告したが、高炭素磨帯鋼の製造工程途上に於ける、即ち冷間圧延後の焼鈍による軟化はソルバイト組織が球状組織になる為のものとは異り、再結晶によるものであるが、帯鋼の長手方向に極度の均質を要求されている現在では冷間圧延率、焼鈍温度がその硬度及び組織に如何なる影響を与えるかは現場作業の上から極めて必要な事である。筆者はこの点に着目し第1報で使用した供試材8鋼種中代表的なもの4鋼種を選び実験を行つた。

II. 供 試 材

第1報に於て使用せる供試材の中から代表的な試料2, 3, 5, 7の4鋼種を選び之を酸洗いせる後工業用焼鈍炉にて球状化焼鈍を行つた。(供試材の化学成分については第1報の第1表参照)

球状化焼鈍の条件は第1図の如くである。

上記の球状化焼鈍を行える試料を各々下記の工程に従つて冷間圧延を行つた。

試料2 3.08×80

3.08~2.85~2.64~2.46~2.26~2.02~1.83

試料3 2.89×98

2.89~2.63~2.43~2.23~2.11~1.90~1.67~1.50

試料5 2.85×104

2.85~2.62~2.40~2.08~1.84~1.63

試料7 2.34×98

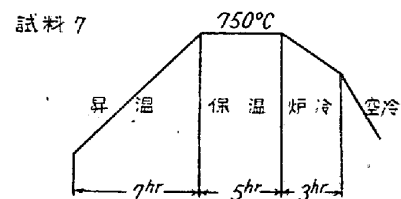
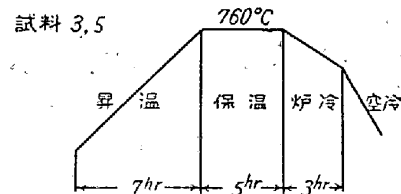
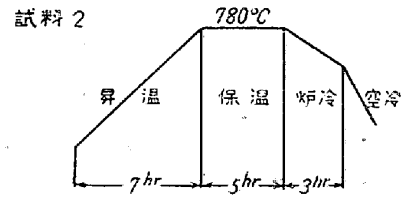
2.34~2.08~1.89~1.75~1.45~1.26
~1.05~0.87

之等の工程中より種々の厚さのもの若干枚をとり、之を巾20mmに切断して試験片とした。

III. 実験装置及試験条件

装置は第1報と同様のものを使用し(第1報第1図参照)試験条件は次の如く選んだ。

鋼種別冷間圧延率



但しこの温度はすべて供試材コイル外側温度が基準でコイルの内側はこの温度より30~40°C低目である。

第1図 コイル焼鈍条件

試料2	7.5	14.3	20.1	26.6	34.4	40.6	(%)
試料3	8.9	22.8	34.4	48.3			(%)
試料5	8.1	15.8	35.4	48.2			(%)
試料7	9.0	19.4	38.0	46.2	55.2	62.8	(%)

焼鈍条件

焼鈍温度	500	550	600	650	700	725	750	775	810 (°C)
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----------

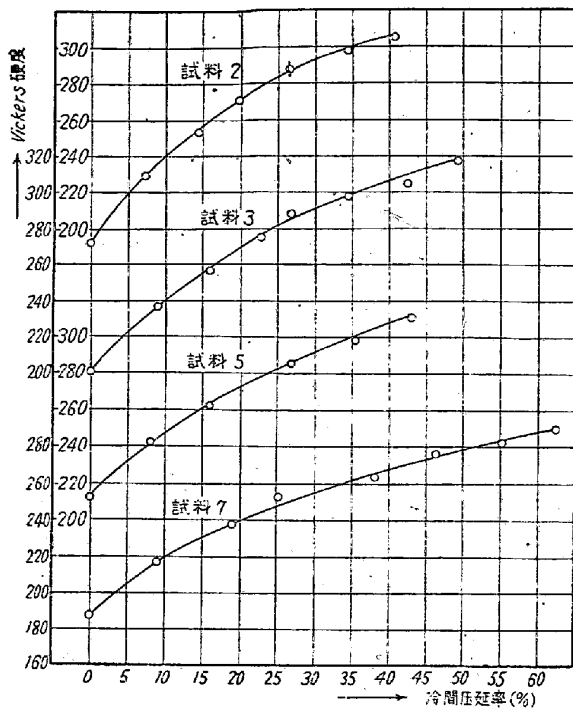
保持時間 2hr

冷却方法 加熱温度 725°C 以下はその温度から空冷
加熱温度 750°C 以上は空冷と 650°C迄
1°C/minの徐冷の両方

IV. 実験結果

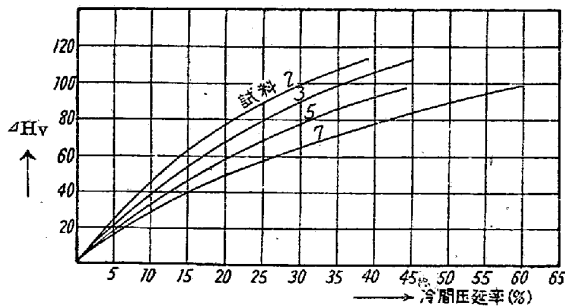
i) 冷間圧延率と硬度との関係

冷間圧延率と硬度との関係を第2, 3図に示す。



第2圖 冷間圧延率と硬度との関係

第2図は縦軸にヴィツカース硬度をとり、横軸に冷間圧延率をとつたものである。図に明らかな如く鋼種により若干相違があるが、傾向はすべて同一で冷間圧延率の大きくなるに従つて硬度は高く、冷間圧延率の大きい側の方が硬化は少い。即ち高冷間圧延側で若干飽和する傾向が見られる。又曲率は試料2が一番大きく試料3, 5, 7の順に小さくなり、之は炭素含有量の高い程曲率が大きい事となる。冷間圧延前の硬度を同一基点にとると第3図の如くなり、この傾向が明瞭である。



第3圖 冷間加工度、炭素含有量と硬化の関係

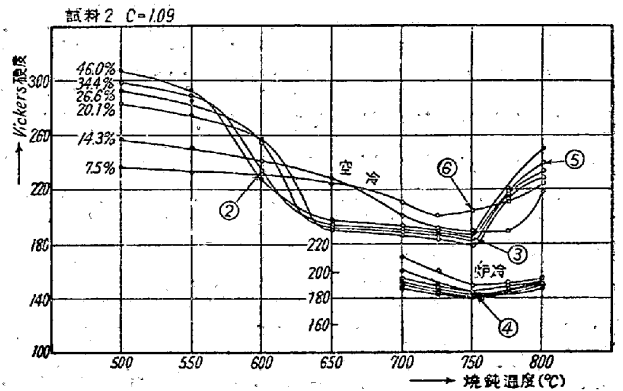
ii) 冷間圧延率焼鈍温度の硬度組織に及ぼす影響

各試料は第1回目の焼鈍で略々球状化しているので、各温度に於ける軟化は大部分冷間圧延による加工歪を除去する事による軟化であり、球状セメンタイトの成長や不完全球状セメンタイトの完全化による軟化は前者に比して極く僅であると思われる。焼鈍温度が変態点を超えると徐冷後の球状セメンタイトの形状は、温度が高い程

悪くなつて来る。鋼種により若干の差はあるが再結晶完了後の軟化は概して緩慢であり、冷間圧延率 20% 以上のものにあつては冷間圧延率の低いもの程、得られる硬度は低い。以下各試料毎にその傾向を詳述する。

ii-1) 試料2の硬度及び組織の変化

試料2の硬度及び組織の変化を第4図に示す。



第4圖 試料2の冷間圧延率焼鈍温度の硬度に及ぼす影響

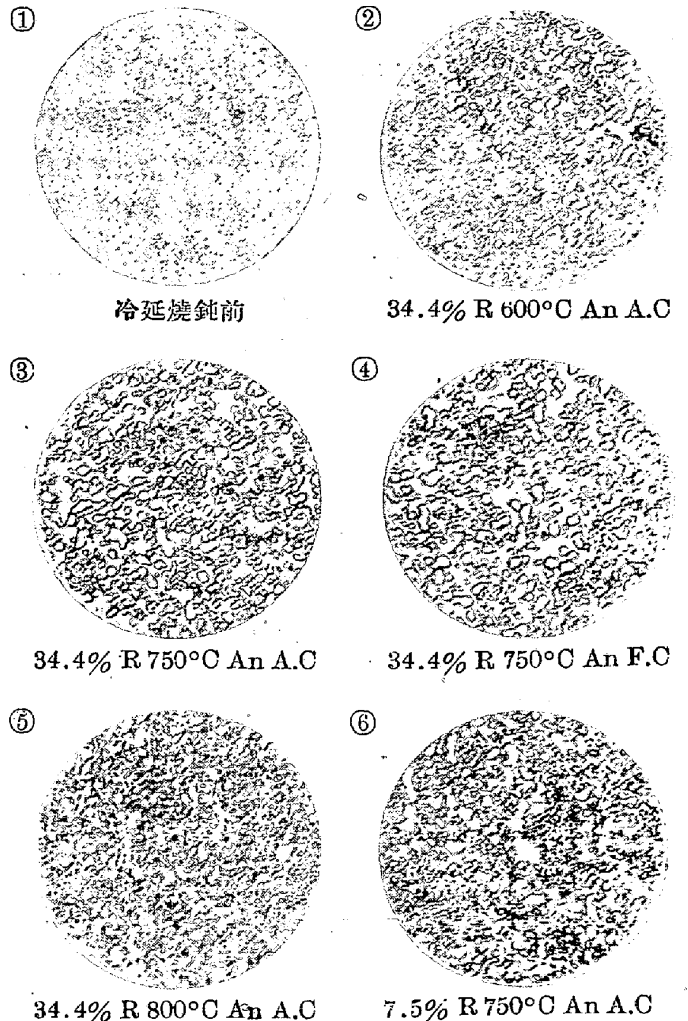


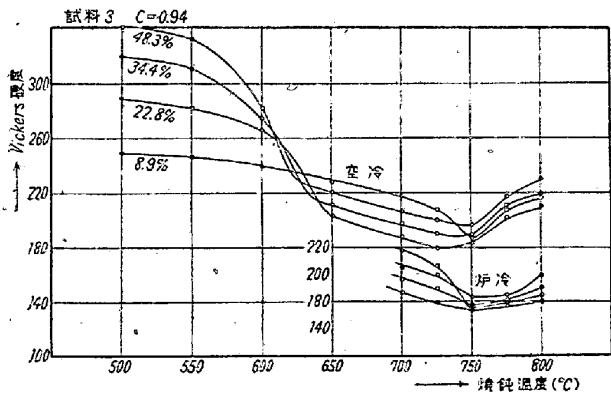
写真1 試料2の組織

冷間圧延率の非常に少ない 7.5, 14.3% のものは、焼鈍温度が高くなるにつれて漸次軟化し再結晶の始めと終りの区別も非常に不明瞭である。冷間圧延率が20%以上になると再結晶による軟化が極めて明瞭で、550°C 附近から再結晶を始め 650°C 附近で略々再結晶を終る。又再結晶の開始温度は冷間圧延率の高いもの程低く、終止温度も冷間圧延率の高いもの程低い。再結晶終了後の硬度はそれ以後の温度の上昇と共に極く僅かづつ低くなるが、20% 以上の冷間圧延率にあつては各温度に於ける硬度は冷間圧延率の高いもの程高い。7.5% 冷間圧延のものを除いては各冷間圧延率共 750°C で最低硬度を示し、それ以上の温度では空冷の場合は急激に、炉冷の場合は僅に硬化する。

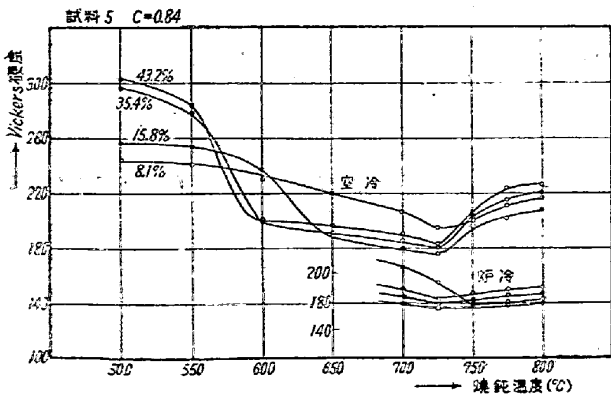
組織の変化は変態点以上の温度からの空冷を除き顕著な差は認められないが、冷間圧延率の高いものの方が冷間圧延率の低いものに較べて球状セメンタイトの分布が均一で粒度にもむらのない様に思われる。800°C からの空冷では大部分ソルバイトになつているが残留セメンタイトも相当認められる。

ii-2) 試料3の硬度及び組織の変化

試料3の硬度及び組織の変化を第5図に示す。

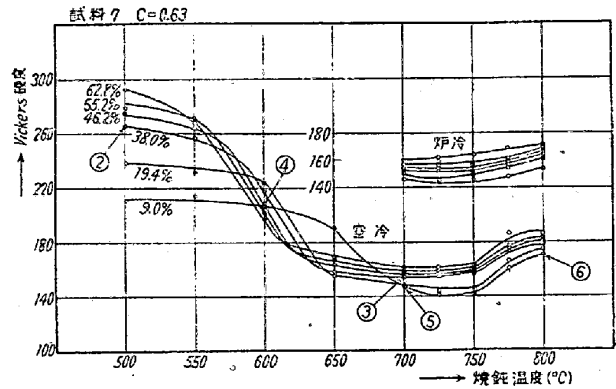


第5圖 試料3の冷間延率焼鈍温度の硬度に及ぼす影響

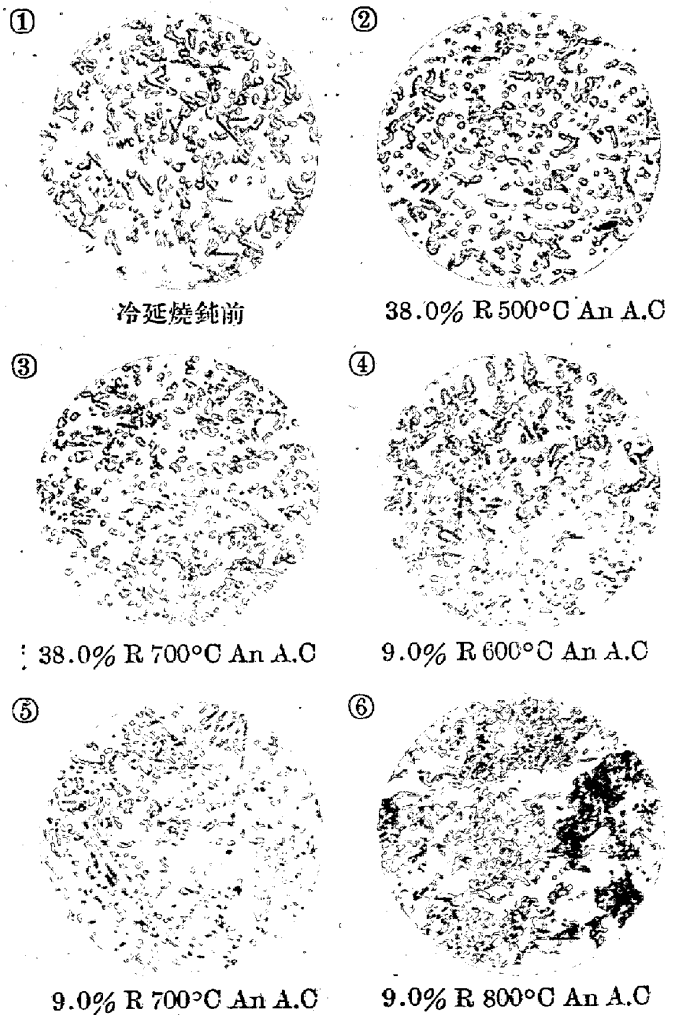


第6圖 試料5の冷間延率焼鈍温度の硬度に及ぼす影響

冷間圧延率 8.9% のものは 725°C 附近迄は殆んど直線的に僅かづつ軟化し、725°C を超えると急激に軟化して 750°C で最低硬度となる。冷間圧延率22.8, 34.4% のものは 600°C 迄は軟化が緩慢であるが、600°C を超えると急激に軟化し 650°C 以上では又緩慢な傾向を辿る。650~750°C の軟化は試料3の特徴で他の試料に較べて軟化の程度が急である。又 22.8% 以上は冷間圧延



第7圖 試料7の冷間延率焼鈍温度の硬度に及ぼす影響



寫眞2 試料7の組織

率の高い程硬度は高く、冷間圧延率の差による硬度の差は他の試料より大である。

ii-3) 試料5の硬度及び組織の変化

試料5の硬度及び組織の変化を第6図に示す。

此の6図に明らかな如く冷間圧延率の最も少ないものは試料2, 3と同様緩慢な軟化を示すが、冷間圧延率15.8%のものは600°Cより再結晶を始め650°Cで再結晶を終る。冷間圧延率35.4, 43.2%のものは550°Cで再結晶を始め600°Cで完了している。之は他鋼種には見られぬことで試料5は同一冷間圧延率の他鋼種に較べた場合再結晶が若干低温側にずれている。又各冷間圧延率共725°Cで最低硬度を示し之以上の温度では冷却方法の如何に拘らず硬化する。之はこの試料が共析鋼であると同時にNiが少量入っている事によりA₁変態点が若干降下し750°C以上の温度では殆んど大部分がオーステナイトとなり、空冷の場合のソルバイト、炉冷の場合のラメラパーライトも他の試料に比較して顕著である。然し前述せる再結晶温度の低下はNiの含有によるものとは一概に断定出来ず更に検討する必要がある。

ii-4) 試料7の硬度及び組織の変化

試料7の硬度及び組織の変化を第7図に示す。

前記の3鋼種の場合は冷間圧延率の最も少ないものは軟化が緩慢であったが、この場合は冷間圧延率9.0%のものでも再結晶による軟化と思われる硬度の急激な低下が650~750°Cの間で見られる。尙再結晶は冷間圧延率の高い程低温側で起つている。又各温度に於ける最低硬度は再結晶前後共冷間圧延率の高いもの程高い。

球状化は特に冷間圧延率の少ない9.0%のもと冷間圧延率38.0%のものについて観察したが、冷間圧延率の高い方が同一の温度では球状化が良好であるが、温度に

よる差は750°C以下では余り顕著ではない。

以上の4鋼種について述べた中間焼鈍に於いては硬度に大きく影響を与えるものは、球状セメントタイトの粒度の外にマトリックスを形成しているフェライトの結晶粒が考えられる。

第8図は炭素含有量0.06%の低炭素帯鋼の加工度、焼鈍温度と硬度との関係を示すもので、之を見ても高炭素帯鋼の場合の焼鈍条件と硬度との関係が低炭素帯鋼のそれに類似しているのが解る。

V. 結 言

以上冷間加工後の高炭素帯鋼に関する実験結果を要約すると次の事が云える。

i) 冷間圧延率と硬度との関係は冷間圧延率の増加と共に硬度は上昇し、冷間圧延率の高い程硬度の上昇は緩慢となる。又硬度の上昇は炭素含有量の多い程大である。

ii) 冷間圧延率と焼鈍による再結晶温度との関係は冷間圧延率の高いもの程再結晶は低温で行われる。

iii) 同一冷間圧延率の場合に於ける各鋼種の再結晶温度は試料5は温度が若干低く、他は略々同一温度で再結晶が行われる。

iv) 焼鈍後の冷間圧延率と硬度との関係は特に冷間圧延率の低いものを除き冷間圧延率の低い方が得られる硬度は低い。

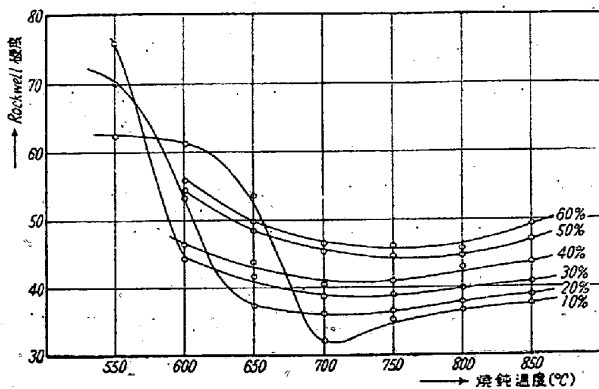
v) 焼鈍後の冷間圧延率と球状化との関係は冷間圧延率が高く温度の高い方が球状化は若干良好であるが変態点下の焼鈍温度、冷間圧延率と組織の間には顕著な差は認められない。

vi) 変態点以上の冷却速度は徐冷の場合は割合に硬化が緩慢であるが空冷の場合は硬化が速い。

以上の結果から高炭素帯鋼の製造工程中の焼鈍については、最初の球状化焼鈍の場合は相当焼鈍条件を適切に選ばねば帯鋼の長手方向に硬度組織のムラが出来るが一度球状化焼鈍を行つた後の冷間加工後の中間焼鈍は相当温度範囲を広くしても得られる硬度組織は均一なものとなる事が判つた。然し実際に現場作業に之を適應する場合には熱効率、熱原単位等の点を考慮して充分検討の上作業を行うべきであり、之等の事柄については今後共実験を進める積りである。(昭29-4月寄稿)

文 献

小柴, 九重: 鐵と鋼, 38 (1952) 159



第8図 低炭素帯鋼の冷間延率焼鈍温度の硬度に及ぼす影響