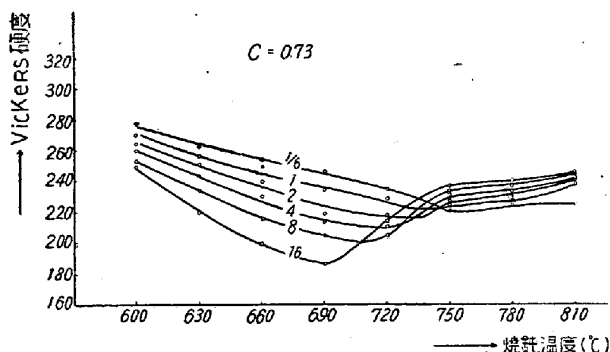


附近で保持時間の短いものでもさして急激でなく、逆転が保持時間の短い程高温で、然も得られる最低硬度も高い。組織も逆転後は速かに層状パーライトとなり、高温長時間程この傾向が明瞭になる。試料 5 は殆んど試料 4 と同一の傾向であるが、逆転が若干低温側で行われている。

iii) 亜共析鋼の硬度及び組織の変化

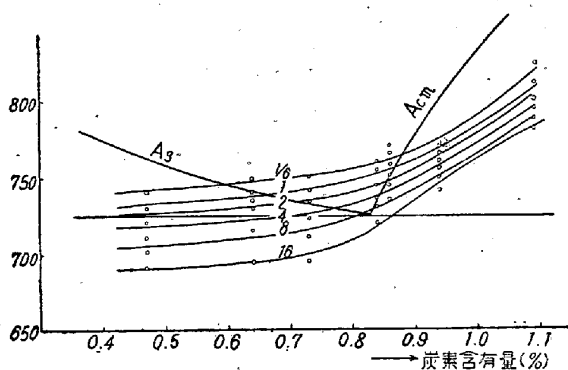
試料 6, 7, 8 の中試料 6 の傾向を第 3 図に示す。



第 3 図 試料 6 の焼鈍温度、保持時間の硬度に及ぼす影響

試料 7, 8 もやゝ軟化量が全体的に少い以外はさして差は認められない。いづれの試料も保持時間の長いもの程逆転が低温側で行われ、得られる硬度も低い。この現象は共析鋼に較べ遙かに顕著である。組織は逆転後、高温長時間程著しく結晶粒が粗大化する傾向が見られる。

iv) 炭素含有量、焼鈍温度、保持時間と軟化との関係 鋼種別の結果を総合すると第 4 図の如くなる。第 4 図は Fe-C 系状態図に各保持時間に於ける最低硬度を鋼種毎にプロットしたものである。



第 4 図 炭素含有量、焼鈍条件の最低硬度との関係

即ち各曲線の傾向は保持時間の長い程低温となり、炭素含有量の増加と共に曲線の傾向は上昇し、過共析鋼となると各曲線の温度の巾は狭くなる。

VI. 結 言

上述の実験結果を要約すると次の事が云える。

i) 軟化、硬化は組織と密接な関係を有しソルバイトが球状化するに従つて軟化し、層状化すると硬化する。

ii) 過共析鋼の場合は硬度の逆転が炭素含有量が高い程高温で行われ、得られる最低硬度は保持時間にさして影響されず略々等しい。

iii) 共析鋼の場合は硬度の逆転が保持時間の長い程やゝ低温で行われ、得られる最低硬度も若干低い。

iv) 亜共析鋼の場合は硬度の逆転が保持時間の長い程低温で行われ、得られる最低硬度も低く、両者の傾向が共析鋼に較べ遙かに顕著である。

v) 鋼種の如何に拘らず、得られる最低硬度は保持時間の長い程低温である。

vi) 各保持時間で得られる最低硬度の温度は炭素含有量の多い程高温で、過共析鋼では特に温度が高い。

(27) 冷間加工後の高炭素帯鋼の硬度組織に及ぼす焼鈍の影響

(Effect of Annealing Condition on Hardness and Structure of Cold Rolled High Carbon Steel Strip)

新理研工業株式会社王子工場 工 深尾雄四郎

I. 緒 言

高炭素帯鋼の製造工程途上に於ける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当社で生産されている高炭素帯鋼の代表的なもの 4 鋼種を選び実験を行つた。

II. 供試材及試験条件

供試材として熱間圧延、酸洗い後工業用焼鈍炉にて球状化焼鈍を行い、更に之を第 2 表の如き工程にて冷間圧延せるものの中若干枚を用い各種の温度で焼鈍した。

第 1 表 試料の化学成分

試料 No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni
1	1.09	0.28	0.47	0.021	0.004	0.25	0.23	
2	0.94	0.24	0.41	0.023	0.009	0.28		
3	0.84	0.23	0.29	0.011	0.013	0.24	0.10	1.16
4	0.64	0.30	0.37	0.011	0.011	0.29		

第2表 各試料の壓延工程

試料 1	3.08→2.85→2.64→2.46→2.26→2.02→1.83
試料 2	2.89→2.69→2.43→2.23→2.11→1.90→1.67 →1.50
試料 3	2.85→2.62→2.40→2.08→1.84→1.63
試料 4	2.34→2.08→1.89→1.75→1.45→1.26→1.05 →0.87

焼鈍温度は次の如く選んだ

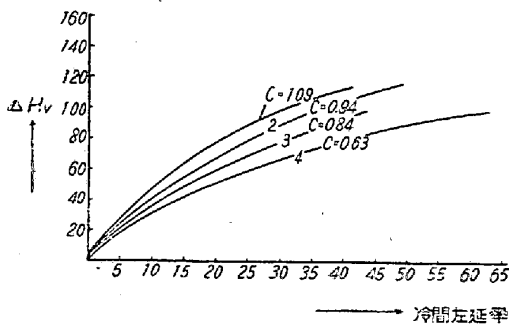
500 550 600 650 700 725 750 775 800 (°C)

但し 725°C 以下はすべて空冷とし 750°C 以上は空冷、炉冷を併用した。尚保持時間はすべて 2hr, 炉冷速度は 650°C 迄 1°C/min を用いた。

III. 實驗結果

i) 冷間圧延率と硬度との関係

第1図に冷間圧延率と硬度との関係を示す。この図は横軸に冷間圧延率をとり縦軸に冷間圧延前と冷間圧延後の硬度の差をとつて鋼種別の加工硬化の程度を比較したものである。



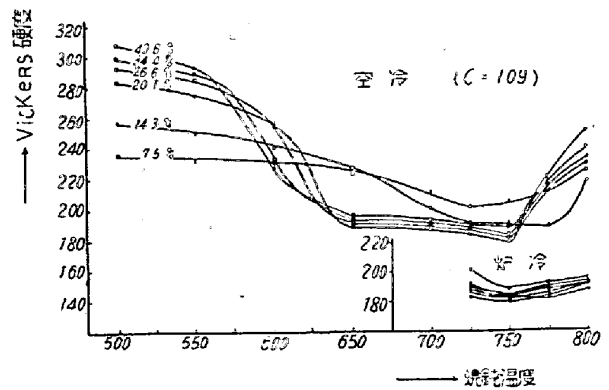
第1圖 冷間圧延率と硬度との関係

図に明らかな如く鋼種により若干の相違があるが、傾向はすべて同一で冷間圧延率の高い程硬度は高く、冷間圧延率の高い側で飽和する傾向が見られる。又鋼種別には炭素含有量の多い程硬度の上昇は大きい。

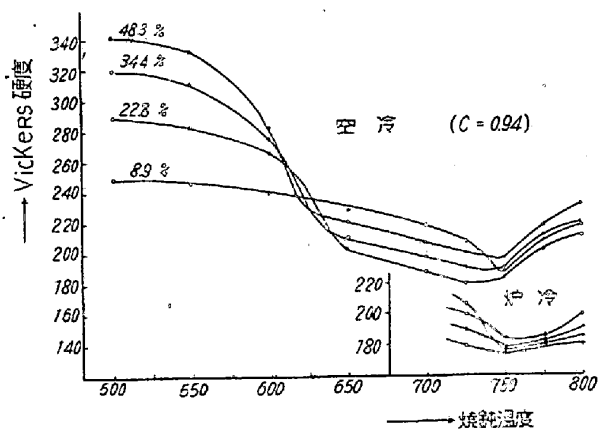
ii) 冷間圧延率、焼鈍温度の硬度に及ぼす影響

各試料の中試料 1, 2 の冷間圧延率、焼鈍温度の硬度に及ぼす影響を第 2, 3 図に示す。各試料は冷間圧延前の第 1 回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、球状セメントタイトの完全化による軟化は前者に比して僅かであると思われる。

第 2 図は試料 1 の軟化曲線であるが冷間圧延率の少ないものは軟化が緩慢で再結晶の始めと終りの区別が不明瞭である。冷間圧延率 20% 以上のものは再結晶による軟化は明瞭で、再結晶は冷間圧延率の高いもの程低い温度で行われる。再結晶完了後即ち 650°C 以上の温度では軟化は極めて緩慢で 750°C 迄は僅かに硬度は低くなる。



第2圖 試料 1 の冷間圧延率、焼鈍温度の硬度に及ぼす影響



第3圖 試料 2 の冷間圧延率、焼鈍温度の硬度に及ぼす影響

又 20% 以上の冷間圧延率のものにあつては 650°C 以上の温度では冷間圧延率の低いもの程得られる硬度は低い。

第 3 図は試料 2 の軟化曲線であるがその傾向は殆んど第 2 図のものと変りはないが、再結晶後の軟化は他の試料に較べて軟化の程度がやや著しい。之は冷間圧延前の第 1 回目の球状化焼鈍がやや不完全であつたため再結晶後、之の完全化による軟化が行われたものと思われる。

試料 3, 4 の軟化も殆んど同一の傾向があるが、試料 3 の場合は他の試料に較べて再結晶がやや低温で行われ高温側の硬化も他の試料に較べて低温で開始している。試料 4 の場合は冷間圧延率の低いものでも他の鋼種に較べて再結晶が割合に明瞭で 700°C 以上の温度では冷間圧延率の低いもの程得られる硬度は低い。

iii) 冷間圧延率、焼鈍温度の組織に及ぼす影響

一度球状化焼鈍を行つたものにあつては冷間圧延による加工硬化はマトリックスのフェライトが加工硬化して球状化したセメントタイトはさして影響を受けないと云われているが各試料共第 1 回目の焼鈍で略々球状化しているので、組織的には変態点以上の熱処理を施しては顕著な差は認められない。然し各試料共冷間圧延率の大きい

方が、又温度の高い方が若干球状セメントの粒度及分布が均一である様に思われる。

IV. 結 言

上述の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 3 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の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、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に割合に硬化が緩慢であるが空冷の場合に硬化が速い。
- 以上の結果から高炭素帯鋼の中間焼鈍の場合は割合にコイルの外内に温度差があつても得られるものは均質であり、冷却方法を徐冷にすれば相当焼鈍温度を高くしても硬度、組織は余り変化しない事が判明した。

(28) 焼鈍雰囲気による低炭素鋼薄板の窒化現象に就て (III)

(窒化剤の使用)

On the Nitrogen Absorption of Low Carbon Steel Sheets from Annealing Atmosphere.

(III): (Application of Some Nitriding Agents.)

東洋鋼鉄 K. K. 安藤卓雄・工博 吉崎鴻造

前報(第 45 回大会に発表)に於いて述べた如く、低炭素鋼薄板を木炭末中で焼鈍する時、多量の窒素を吸収する。熱した木炭より発生するガスを該温度に於て試料薄板に接触させただけでも、同様の窒化現象が見られる。然して、木炭末を繰り返し使用すればその効果は衰える。これより推論すれば、木炭末中に吸蔵されていたガスが、焼鈍時の加熱に際して発生して試料を窒化するのであろう。本報に於ては、まず此の点を立証し、更に

各種の窒化剤を試料表面に塗布して加熱窒化し、併せて窒素を吸収した試料の機械的性質を検した。

I. 木炭末より発生するアンモニアの定量

7~16 メッシュの木炭末 100g を磁製管中で加熱し、空気又は水蒸気を約 100cc/min の割合で送り、木炭から発生するガスを 1N 硫酸に吸収させアンモニアを定量した。800°C×5hr で木炭末を反覆 3 回使用した結果は第 1 表の如く、1 回の使用で大部分のアンモニアが発生し終る事が知られる。

第 1 表 木炭より発生する NH₃ (mg)

木炭使用回数 送人物	1 回目	2 回目	3 回目
空 気	43.4	11.4	1.7
水 蒸 気	38.9	10.2	7.0

次に新しい木炭末 100g に就いて、100 cc/min の割合で空気を送りつゝ加熱開始より 30 分毎に吸収液を取りかえ、各時間に於けるアンモニア発生量を検して第 2 表の値を得た。これにより、木炭末による窒化は吸蔵アンモニアの放出に起因し、加熱の比較的初期に概ね窒化を終るものと考えられる。

第 2 表 1/2 時間毎のアンモニア発生量

時間 (hr)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5
温度 (°C)	300	490	600	700	800	800	800
NH ₃ (mg)	0	0	1.8	13.4	36.2	21.9	10.8

II. アンモニア系窒化剤を塗布した焼鈍

木炭末による窒化機構は判明したが、実際に薄板を積み重ね或はコイルとして焼鈍しつゝ窒化を行わしめるには、他に適当な手段があると考えられるので、アンモニア其他の窒化性ガスを発生すべき薬品を試料表面に塗布して焼鈍を行った。試薬水溶液の濃度は 1~20% の範囲で、試料は冷圧板 C、熱圧板 K 及び Y の 3 種とし、厚み 0.25 mm、大きさ 3×5 cm のものに薬液を塗布乾燥後、5 枚づゝ密着結束して焼鈍した。保護ガスとして、前記の木炭ガスを稀硫酸で洗いアンモニアを除いたのを通じた。結果は第 3 表に例示する如くである。

第 3 表の示す所によると、試料 K (Al, Ti の微量を含む) のみは稍々窒化しやすいが、概して N₂ の吸収は不充分で、たゞ K₄Fe(CN)₆ のみ優れた効果を示している。しかし黄血塩の分解生成物は作業上好ましくないもので、これに代る安全にして廉価な窒化剤を探索した結