



Photo. 3. Specimen No. 6 (0.0085% B)
Original Magnif.: ×12000 [1/2]

の真の硬度を示すものではないが、比較値は得られるものと考えた。

いま数種の試料について測定したマイクロ・ヴィッカース硬度の代表的な測定結果を掲げれば Table 2 の如くである。これより次のことが定性的に明らかにされる。すなわち、

(1) Fe₂B はフェライトおよびパーライトに比してかなり高い硬度を示している。

(2) いわゆる B-constituent といわれる析出物もこの測定ではほとんど Fe₂B に一致した硬度をもっている。

(3) この析出物の硬度は試料の炭素または B 含有量によつて変化はない。

(4) また析出物の硬度はその形状、大きさによつても差は認められなかつた。

(40) 滲炭せる鋼の硬度および強度におよぼすサブ・ゼロの影響

(The Effect of Sub-zero Treatment of the Hardness and Strength of Some Carburized Steels)

Masayoshi Yamaki.

東都製鋼 K.K. 工 山 木 正 義

I. 緒 言

Ni 肌焼鋼, Ni-Cr 肌焼鋼等では、焼入後滲炭層の高炭素部分に残留オーステナイトが多量に出現しそのために表面硬度が減少することが知られている。この現象を防ぐにはサブ・ゼロ処理を行うことが有効であると考えられるのであつて、例えば Boyer 等は肌焼鋼 3316 について、サブ・ゼロ処理を施さぬ場合に表面硬度 Rc 45、サブ・ゼロ処理を施したときに Rc 60~63 を得たと報告している。著者は、滲炭した数種の Cr-Mo, Ni-Cr Ni-Cr-Mo 系の肌焼鋼に対してサブ・ゼロ処理を行い、

(2) Grange 処理によつてこの constituent は周知の如く何れの場合もオーステナイトの粒界に明瞭に析出するが、焼鈍程度の冷却速度では析出量は少く、従つて粒状に現われる。但し組織成分には変化がない。

(3) 析出物は微細構造を示す場合もあるが、その状態は析出時の生長過程によつて現れたものの如くで、何れも単相成分と思われる。

(4) 明らかに Fe₂B と考えられる 0.1% B の試料と、低 B 含有量の試料との析出物は何れもこれらの写真から同一組成の如く認められる。

(5) 一般に析出物の径は 0.5~1μ の範囲に変化するが、とくに B 含有量とは比例しない。

(6) なお析出物の形状、大きさなどは試料の炭素、マンガン量には関係なく、またチタン添加による窒素安定化処理の有無も影響はないように思われる。

微小硬度の測定

各試料の析出物の硬度をライヘルト・マイクロ硬度計によつて測定した。本硬度計はとくに小荷重による測定が可能であることを特徴とするが、しかもなお析出物の直径が前記の如く 1μ 以下であるため、本硬度計の最小荷重 1.6 g の場合の圧痕は対角線長さ 3μ 前後となり析出物よりはみ出すから、得られた硬度はもちろん析出物

Table. 2. Micro-Vickers hardness of various constituents.

Specimen No.	B. Contents (%)	Load (g)	Reichert micro-hardness (Hmv)			
			B-contg. str. or Fe ₂ B	Pearlite	Ferrite	Titanium nitrides
2	0.0013	1.6	742	330	—	—
3	0.0028	1.6	540	297	170	—
4	0.0030	1.6	667	287	209	—
6	0.0085	1.6	618	287	210	—
7	0.030	1.6	579	257	169	—
8	0.101	3.2	697	342	191	1410

Table 1. Chemical composition of the samples

Symbol	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
CM 3	0.08	0.42	0.77	0.016	0.026	0.91	—	0.71
CM 4	0.06	0.34	0.77	0.013	0.032	0.89	—	0.78
CM 6	0.10	0.29	0.72	0.017	0.032	0.91	—	0.55
CM 7	0.08	0.26	0.76	0.011	0.034	0.93	—	0.65
SCM21	0.15	0.28	0.83	0.011	0.010	1.01	—	0.21
SNC21	0.13	0.22	0.54	0.014	0.028	0.41	2.07	—
SNCM24	0.24	0.21	0.18	0.021	0.014	1.69	3.04	0.28

単に滲炭層の表面硬度におよぼす影響のみならず、この処理が滲炭した鋼の機械的性質におよぼす影響、即ち、主として耐破壊強度におよぼす影響をも調べた。

II. 実験概要

試料の化学成分は Table 1 の如くである。これ等の試料は何れも 19mmφ の丸棒である。900°C で焼準した後、次の如く試片を採取した。まず、滲炭層の硬度分布測定用としては 10mm 角のものを削り出した。耐破壊強度を調べるためには引張試験と圧縮試験を行い、引張試験用としては JIS 10 号試験片を用い、圧縮試験用としては 10mmφ、高さ 10mm の円筒形試片を削り出した。総ての試片は上述の寸法に仕上げた後、後述する所定の滲炭を施し、夫々所定の焼入、サブ・ゼロ処理、焼戻等を行った後、既述の各試験を行った。滲炭は固態滲炭法とし、滲炭剤には木炭と BaCO₃ を 3:2 (重量) の割合に混合したものをを用いた。サブ・ゼロ処理としては、石油エーテル中にドライ・アイス投入して、-78°C に保持した魔法瓶中に試片を投入し、原則として 2.5h 保持した。焼入は、所定温度の Pb 浴中に 5mn 間保持後、油中に冷却し、焼戻は 200°C の炉内に所定の時間保持後空冷した。

III. 実験結果

1) 硬度におよぼす影響

まず、試料 CM 3 を 1000°C で 3h 滲炭後 950°C および 1000°C から焼入れたものの硬度分布は Fig. 1 (省略) の如くである。本試料は Cr-Mo 鋼であるが、Mo% が高い上に特に焼入温度を高くしてあるので残留オーステナイト量も多く、滲炭のままでは表面から 0.7 mm 位の所に硬度の最高値があり、この値は V.H.N. 850 に達するが、表面附近は低下して 600 位になっている。これを、焼入後直ちにサブ・ゼロ処理すると最高硬度 900 を越え、しかも最高値が表面から 0.4~0.5 mm の所まで維持され、かつ表面附近の硬度も 800 位に保た

れている。なおオーステナイトの安定化なる現象があつて、焼入よりサブ・ゼロ処理に至る迄の時間が残留オーステナイトのマルテンサイト化に大きな影響をもつことが知られているが、同図にも示す如く、焼入後 24h 経過してからサブ・ゼロしたものは、焼入後直ちにサブ・ゼロしたものに比し、幾分異つた硬度分布曲線を示している。

次に試料 SNCM 24 について同様の実験を行った。即ち 1000°C で 3h 滲炭後、830, 900, 980°C の各温度から焼入れ、直ちにサブ・ゼロ処理し、次いで焼戻を行った。その結果は Fig. 2 (省略) に示す如くである。まず焼入れたままのものについて焼入温度の影響を見ると、830°C の場合には最高硬度 650 を越えるが最高値を示す位置は表面より約 1.0mm も距つた所にあり、夫より表面に近づくにつれて硬度は急激に減じ、表面附近では 300 位にしか達しない、これをサブ・ゼロすると著しく硬度を増加し、表面に近づくにつれて漸次硬度を増し、表面附近で最高値 700 以上を示す様になる。その他の焼入温度の場合にも大体同様な傾向を示しているが詳細は省略する。

2) 引張強度におよぼす影響

滲炭した引張り試験片に種々の焼入、サブ・ゼロ焼戻を施して、これをアムスラー試験機にかけ、静的に引張つて破壊に至るまでの最大荷重を求めた。まず、試料 CM 4 について得た結果によれば、最大荷重は焼入れたままのものが最高であり、焼入後直ちにサブゼロしたものが最低である。試料 CM 6 についても同様な結果を得た。次に、Ni-Cr 鋼として SNC21 についても同様な実験を行ったが、これによれば、焼入れたままのものと、焼入後直ちにサブ・ゼロしたものとは、前者の方が遙かに最大荷重が大きい。また、長時間 (16h)、焼戻をすれば、その前にサブ・ゼロをしてもしなくてもその差は無い様である。次に、残留オーステナイトの出易い試料 SNCM 24 についても同様の実験を行ったがその詳細はここには省略する。

以上の各実験により得た結果を要約すれば、サブ・ゼロ処理を行うと、引張強度が相当に減少するが、これを長時間焼戻せば、サブ・ゼロ処理しないものと殆んど同程度に強度を恢復することが認められた。

3) 圧縮強度におよぼす影響

試料 SNC 21, SNCM 24 および CM 7 について、滲炭、焼入、サブ・ゼロ、焼戻等の処理を行い、圧縮試験を行い、破壊するまでに要した最大荷重を求めた。まず Ni-Cr 鋼 (SNC21) に関しては、①焼入温度の如何に拘らずサブ・ゼロ処理を施すと焼入れたままのものより荷重が大になる。②短時間 (2.5h) 焼戻すとサブ・ゼロ処理の有無に拘らず、焼入れたままのものより荷重はやや大になる。③長時間 (17h) 焼戻すとサブ・ゼロ処理の有無に拘らず焼入れたままのものより荷重はやや低下する。④焼戻時間の長短に拘らず、焼戻せばサブ・ゼロ処理の有無による荷重の差はなくなる。

Ni-Cr-Mo 鋼 (SNCM 24) についても略々同様なことがいえる。

次に、Cr-Mo 鋼 (CM 7) に関しては、上述の Ni 系鋼種における場合とやや異なる結果を得た。即ち、焼入温度の有無に拘らず、サブ・ゼロ処理を施すと焼入れたままのものより荷重は低下する。

以上の如き結果を生じた理由についての考察は、ここに省略する。

(41) Timken 16-25-6 の高温機械的性質に関する研究 (II)

(Studies on Mechanical Properties at Elevated Temperature of Timken 16-25-6)

Taro Hasegawa, et alii.

住友金属工業 K.K. 製鋼所研究課

工O長谷川太郎・落合 治・稻生 順一

I. 緒 言

前報においては Timken 材の高温機械的性質におよぼす固溶化処理法の影響、H.C.W. の加工温度および加工度の影響につき報告した。前報においては H.C.W.

の加工温度の影響は明らかにできたが、加工度の影響については明らかにできなかった。前報の実験に使用した小型試料の断面組織を調べると必ずしも様な組織を呈していなかった。そこで今回は前報の如き角材に H.C.W. した小型鍛伸材を使用せず、丸材に H.C.W. した鍛伸材および 40mm 径に H.C.W. した稍々大型鍛伸材の断面の数箇所より採取した試験片につき高温クリーブ破断試験を行った。

II. 実験法

小型試料は、前報の実験に使用したものと同一溶解の Timken 材で鍛錬比 5 以上の 30mm 径 素材を更に 20mm φ に鍛伸しこれを 120mm に切断した試験材 9 個を使用した。この中 3 個は鍛造の儘、残り 6 個は 1150°C × 1h 水冷の固溶化処理後何れも 16, 17, 18mm φ に機械仕上後 700, 800°C にて 3h 加熱後 15mm φ タップにて丸材に H.C.W. して夫々 10, 20, 30% の加工度を目標とした。

大型試料は 50kg 鋼塊を 50mm 径に鍛伸後 700°C にて 35% の H.C.W. を行った 40mm 径 素材で鍛錬比約 5 である。H.C.M. 後は何れも 650°C × 6h 空冷なる応力除去焼鈍を行った。Table 1 に供試材の化学成分を示す。

40mm 径試験材は横断面のマクロおよび顕微鏡組織、硬度分布等を調査した後 Fig.1 に示す 3 箇所より試験片を採取した。試験片は 6.35φ × 30mm のクリーブ破断試験片で試験条件は 650°C 31.5 kg/mm² で総べて前報同様とした。この実験によりクリーブ破断時間、クリーブ速度、伸、絞り等におよぼす加工条件の影響をしらべんとした。

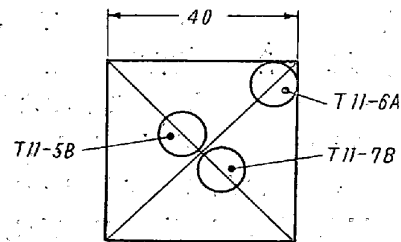


Fig. 1. Location of specimen from 40mm φ forged bar

Table 1. Chemical composition of tested materials

Symbol	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Form of forged bar
T 8	0.07	0.65	1.82	0.014	0.024	15.92	24.88	6.72	0.150	20mm φ forged bar
T 11	0.05	0.61	0.61	0.13	0.032	15.79	25.48	5.95	0.092	40mm φ forged bar