

Table 1. Chemical composition of specimens

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
Mn-7	0.16	0.26	0.70	0.015	0.007	0.12	1.15	0.16
Mn-10	0.13	0.48	1.08	0.012	0.007	0.30	0.97	0.32
Mn-12	0.15	0.42	1.23	0.016	0.007	0.27	0.96	0.31
Mn-16	0.18	0.10	1.66	0.034	0.009	0.13	1.12	0.29
Mn-22	0.18	0.10	2.23	0.032	0.010	0.11	1.11	0.34

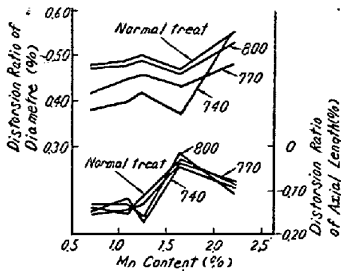


Fig. 1 Effects of Mn on the distortion of Cr-Mo case-hardening steel.

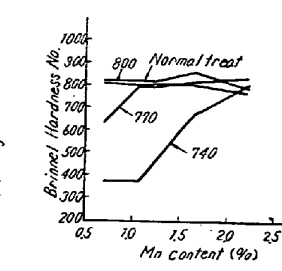


Fig. 2. Relations between Mn content and quenched Brinell hardness of carburized case.

熱処理後の寸度の変化率で示した。Fig. 1 はその結果を示す。図中正規処理 (normal treat.) とあるのは試料の加熱変態点よりもつとも妥当と思われる温度より焼入した場合で、Mn-7, Mn-10 は 830°C, Mn-12 は 820°C, Mn-16 は 815°C, Mn-23 は 805°C よりそれぞれ二次焼入を行つたものである。

Fig. 1 に示すように Mn 約 1.6% のところに変形率の極小点がある。Mn-22 は焼割れが入り易く実用的でない。Fig. 2 は上記の処理を行行つた場合の表面硬度を示したものである。

以上要するに焼入温度の低下は熱処理歪を軽減し、Mn の添加によつて実用的にこれを可能にすることができる。770°C で二次焼入を行つた Mn-16 がもつとも優秀な結果を示す。

IV. 機械的性質におよぼす Mn の影響

770°C 焼入および正規処理を行つた各試料の機械的性質を調査した。その結果、Mn の添加により著るしく抗張力が大となり、Mn-16 では正規処理において 154 kg/mm² となる。逆に絞、衝撃値は Mn の添加によつて減少するがその程度は抗張力の増加に比較して僅少である。770°C 焼入の場合は機械的性質を全般的に悪くする。その他、試料の顕微鏡組織について若干考察した。

V. 被削性におよぼす Mn の影響

試料は Table 1 に示す Mn-7, Mn-10, Mn-12, Mn-16 の 4 種類である。850°C で 1 h 保持後空冷し、所定の軟化硬度を得るために 720°C でそれぞれ低温軟化焼鈍を行つた。切込 6 mm, 送り 0.3 mm/Rev,

周速 50~60m/mn の切削条件で試料を旋削し、その表面状況をスンプ写真により、切削抵抗を切屑の加工硬化量および所要電力量により被削性を検討した。Mn を添加したものは一般に表面状況は良好となり構成刃先を形成することがない。しかし Mn の添加によつて切削抵抗がやゝ大となる。総括的に見て Mn 1.0~1.3% のものがよく、Mn 1.6% がこれに続く。即ち若干の Mn の添加は肌焼鋼の被削性を良好にするということが出来る。

VI. 耐摩耗性におよぼす Mn の影響

次に西原式磨耗試験機により、その耐摩耗性を研究した。試料は Mn-7, Mn-12, Mn-16 の 3 種類で同等の試料の組合せ磨耗を酸化磨耗の状態で行い、さらに SNC-3 をそれぞれ共通対象とした異種組合せ磨耗を酸化および輝面磨耗の状態で行つた。その結果、同種の試料の組合せ磨耗では Mn 量の多いもの程耐摩耗性がよく、一方 SNC-3 との組合せ磨耗では Mn を添加した肌焼鋼は相手の磨耗減量を多くする傾向がある。

VII. 結 言

以上 Mn を約 0.6~2.3% 添加した Cr-Mn-Mo 肌焼鋼について、その熱処理歪、機械的性質、被削性および耐摩耗性を研究し、これらの実用性を確めた。とくに Mn 1.6% を含有するものは、熱処理歪、機械的性質および耐摩耗性が優秀であり、被削性も従来の SCM-21 (SH85B) と比較して遜色のない結果を示した。

(101) Cr-Mn-Mo 肌焼鋼の熱処理歪に及ぼす熱処理法の影響

Effect of Heat Treatment on Distortion Caused by Heat Treatment of Cr-Mn-Mo. Case-hardening Steel.

K. Shinji, et alius.

日立製作所安来工場 ○工博新 持 喜 一 郎
工 清 水 欣 吾

I. 結 言

鋼に Mn を添加すると変態温度の降下を来し自硬

Table 1. Chemical composition of specimens

Specimen No.	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
1	0.18	0.10	1.66	0.034	0.009	0.13	1.12	0.29	0.18
2	0.16	0.26	0.70	0.015	0.007	0.12	1.15	0.16	—

Table 2. Distortion caused by heat treatment (%)

Specimen No.	Heat treatment		after car- burized	after 1st. quenched	after 2nd. quenched	after tempered	Hardness of surface (Hv)
	1st. quenching	2nd. quenching					
1	840°C, oil	815°C, oil	+0.27 *(0.07)	0.43 (0.03)	0.61 (-0.03)	0.55 (-0.11)	860
	—	ditto	0.28 (0.07)	—	0.50 (0.02)	0.47 (-0.03)	845
2	830°C, oil	830°C, oil	0.25 (0.00)	0.57 (-0.03)	0.66 (-0.09)	0.63 (-0.12)	830
	—	ditto	0.25 (0.02)	—	0.52 (-0.05)	0.48 (-0.14)	840
1	840°C, oil	815°C, air	0.26 (0.08)	0.46 (0.05)	0.42 (-0.05)	0.42 (-0.07)	670
2	880°C, oil	830°C, air	0.26 (0.01)	0.56 (-0.02)	0.38 (-0.06)	0.38 (-0.09)	371
1	840°C, oil	815°C f.c.→700°C, oil	0.30 (0.10)	0.50 (0.11)	0.60 (-0.01)	0.56 (-0.07)	810
	—	ditto	0.27 (0.05)	—	0.47 (0.01)	0.46 (-0.04)	800
2	880°C, oil	830°C f.c.→770°C, oil	0.26 (0.02)	0.57 (-0.04)	0.62 (-0.15)	0.59 (-0.19)	830
	—	ditto	0.25 (0.03)	—	0.50 (-0.06)	0.42 (-0.13)	810
1	840°C, oil	815°C a.c.→(590°C), oil	0.27 (0.07)	0.47 (0.03)	0.68 (-0.07)	0.61 (-0.12)	840
	ditto	815°C a.c.→(350°C), oil	0.30 (0.09)	0.48 (0.06)	0.60 (-0.03)	0.56 (-0.09)	740
	—	815°C a.c.→(590°C), oil	0.28 (0.08)	—	0.50 (0.06)	0.47 (-0.01)	800
	—	815°C a.c.→(350°C), oil	0.25 (0.08)	—	0.45 (0.09)	0.45 (0.02)	725
2	—	830°C a.c.→(590°C), oil	0.25 (0.01)	—	0.56 (-0.03)	0.49 (-0.07)	840
	—	830°C a.c.→(350°C), oil	0.25 (0.03)	—	0.40 (-0.01)	0.35 (-0.06)	550
1	840°C, oil	770°C, oil	0.26 (0.07)	0.46 (0.03)	0.61 (-0.04)	0.56 (-0.08)	815
	—	ditto	0.26 (0.06)	—	0.47 (0.01)	0.43 (-0.04)	815
2	880°C, oil	800°C, oil	0.25 (0.01)	0.58 (-0.03)	0.62 (-0.11)	0.58 (-0.17)	845
	—	ditto	0.26 (-0.01)	—	0.51 (-0.03)	0.48 (-0.13)	835

1	—	815°C, mq. 180°C	0.26 (0.07)	—	0.45 (0.02)	0.43 (-0.02)	810
	—	770°C, mq. 180°C	0.26 (0.07)	—	0.44 (0.01)	0.40 (-0.02)	760
2	—	830°C, mq. 180°C	0.24 (0.01)	—	0.44 (-0.03)	0.44 (-0.06)	845
	—	770°C, mq. 180°C	0.25 (0.02)	—	0.39 (-0.01)	0.37 (-0.05)	400
1	—	815°C f.c.→735°C mq. 180°C	0.22 (0.03)	—	0.38 (-0.01)	0.35 (-0.05)	820
2	—	830°C, mq. 180°C	0.25 (-0.01)	—	0.41 (-0.05)	0.40 (-0.06)	845

† distortion at diameter * distortion at length
f.c. : furnace cool a.c. : air cool mq. : marquench

Table 3. Mechanical properties of Specimen No 1.

Heat treatment		Tensile strength (kg/mm ²)	Yielding point (kg/mm ²)	Elongation (%)	Reduction of area (%)
1st. quenching	2nd. quenching				
840°C, oil quenched	815°C, oil quenched	154	136	14	56
—	820°C furnace cooled→ 770°C, oil quenched	135	95	15	55
—	820°C furnace cooled→ 700°C, oil quenched	136	88	15	54
—	770°C, oil quenched	127	112	17	50
—	820°C, marquenched at 180°C	142	125	14	49
—	770°C, marquenched at 180°C	138	123	14	46

性を増す。肌焼鋼の Mn 量を高くすることに依り焼入温度を下げ又焼入温度からの冷却速度を遅くする等に依り熱処理歪の少ない肌焼鋼を得たが、Mn 1.7% の Cr-Mn-Mo 肌焼鋼と肌焼鋼 7 種について熱処理法が熱処理歪におよぼす影響に関して究明した処を述べ参考に供し度い。

II. 試料および試験条件

試料の化学成分を示すと Table 1 の如くである。900°C で焼準の後 700°C で低温焼鈍した材料より 8φ×80 l の歪測定試験片を調製した。試験片の長さ並びに直径をマイクロメーターで測定した後 950°C にて 4 h あるいは 2 h 滲炭し次で各種の熱処理を施し、歪を測定した熱処理法については次の各項で述べる。

III. 熱処理歪測定結果 (Table 2 参照)

1) 正規熱処理を行った場合の歪

1 次、2 次焼入後 180°C に焼戻した場合の歪並びに 1 次焼入を省略した場合の歪は何れの試料においても 1 次焼入を省略した方が小である。

2) 2 次焼入温度より空冷した場合の歪

正規の 1 次焼入を施し次で正規 2 次焼入温度より空冷した場合、何れも硬度が不足しており、特に試料 2 は硬化不十分である。

3) 2 次焼入温度より炉冷後 Ar₁ 以上の温度より焼入を行った場合の歪

鋼におよぼす Mn の主効果は冷却変態点を降下せしめる点にある。この効果を十分に活用して歪の少ない処理方法として正規 2 次焼入温度より炉冷後可及的に低い温度 (Ar₁ 以上) から焼入れて目的を達せんとした。2 次焼入温度より 4°C/mn の冷却速度で滲炭部の Ar₁ 以上の温度まで冷却後直ちに油冷した。この処理に依り歪を若干軽減し得る。

4) 2 次焼入温度より空冷後 Ar₁ 以上の温度より焼入を行った場合の歪

上述と同様の目的から 2 次焼入温度より空冷後 590°C 並びに 350°C (何れも推定) から油焼入れした。前述の炉冷の場合に比し歪が若干大となる。

5) 2 次焼入温度を低下せしめた場合の歪

2 次焼入に際し正規の温度より低い温度から焼入れし

たが、1次焼入を実施した場合と実施しない場合とについて得た結果から判る如く本法は歪の点のみから云えばかなり有効なものと考えられる。

6) マルクエンテ処理を施した場合の歪

焼入に際し材料の内外の冷却速度の差に基く温度差を除き且つマルテンサイト化区域を徐冷することに依り熱応力並びに変態応力が小なる状態で処理が行われる。肌焼鋼の場合には滲炭部と芯部の Ms 点がかかなり異なり、その中間のしかも十分に表面硬度の得られるような温度を探ることが望ましく、低温浴温度として 180°C を採つた。この方法に依り歪はかなり低減した。

7) 滲炭直後焼入を行つた場合の歪

滲炭終了後2次焼入温度まで炉冷してその温度より油焼入れした結果、滲炭部にベーナイト組織を生じ表面硬度が出ない。

IV. 熱処理と機械的性質

試料1の各種熱処理を施した場合の機械的性質を示すと Table 3 の如くである。

V. 結 言

Cr-Mn-Mo 肌焼鋼の熱処理歪並びに機械的性質におよぼす各種熱処理法の影響について究明した。結果を要約すると次の如くである。

- 1) 1次焼入の省略は歪軽減に有効であるが、滲炭時の組織の影響が焼入後にも残る。
- 2) 2次焼入温度より Ar₁ 直上まで炉冷し、焼入れする処理は歪除去にかなり効果があり、十分な表面硬度を得るが実際作業に不適と考える。
- 3) 2次焼入温度より Ar₁ 直上まで空冷し、焼入れする処理は余り好結果を与えなかつた。
- 4) 低温2次処理は作業が簡便で歪もかなり僅少となるが芯部組織は良くない。
- 5) マルクエンテ法は歪除去の点で有効である。特に低温2次処理と併用した場合良好な結果を得た。
- 6) 滲炭直後焼入れする場合は表面硬度が十分に出来ない。

(102) 低炭素キルド鋼管材材質に及ぼす不純物の影響

Influence of Impurities on the Quality of Low Carbon Killed Steel for Tube Rounds.

M. Kato, et alius.

八幡製鉄技術研究所 工 加 藤 健
日本特殊鋼管 ○加 藤 信

I. 緒 言

スティフェルマンネスマン式製管法は非常に苛酷な加工である為、管材成分に厳しい制限が設けられている。即ち、僅かな不純物の増減が内外面疵に影響するといわれている。そこで、試験用電気炉で、種々の成分のキルド鋼管材を熔製し製管におよぼす成分あるいは介在物の影響を調査した。

II. 試 験 方 法

管材はすべて八幡技術研究所 250 kg 型電気炉で熔製(平炉の場合を考慮して還元期は実施してない)されたもので、チャージは17チャージにおよぶ。成分は Table 1 に示す如く、S 0.015~0.059%, Mn 0.34~0.58%, Mn/S 6.8~38.7, Cu 0.10~0.46% の範囲を占めている。造塊は約150 kg の押湯付鋼塊とし、これを100mmφ × 1850 mm に鍛造した。

Table 1

Charge	Chemical composition						
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Mn/S
R 466	0.10	0.14	0.42	0.007	0.017	0.26	24.7
R 467	0.12	0.20	0.54	0.008	0.015	0.20	36.0
R 468	0.14	0.20	0.58	0.009	0.015	0.29	38.7
R 469	0.13	0.19	0.53	0.008	0.016	0.36	33.1
R 470	0.12	0.22	0.54	0.010	0.020	0.46	27.0
R 471	0.11	0.17	0.43	0.010	0.022	0.10	19.5
R 472	0.15	0.22	0.54	0.011	0.059	0.14	9.2
R 473	0.14	0.20	0.50	0.019	0.039	0.15	12.8
R 474	0.12	0.20	0.55	0.012	0.051	0.15	10.8
R 475-1	0.16	0.20	0.37	0.009	0.028	0.13	13.2
R 475-2	0.17	0.20	0.39	0.009	0.028	0.13	13.9
R 476-1	0.11	0.20	0.36	0.009	0.028	0.13	12.8
R 476-2	0.12	0.18	0.55	0.010	0.034	0.13	16.2
R 477-1	0.15	0.21	0.36	0.012	0.022	0.14	17.2
R 477-2	0.17	0.21	0.48	0.013	0.022	0.14	20.9
R 518	0.12	0.27	0.34	0.007	0.050	0.16	6.8
R 513	0.10	0.24	0.37	0.007	0.038	0.15	9.7

鍛造後 90mmφ に旋削し、頭、腹、底部より管材の調査試料と約 800 mm のビレット 2 本をとつた。これ等は普通作業通りに加熱穿孔して外径 48.6 mm 肉厚 3.6 mm に製管した。

製管後パイプを切開あるいは酸洗して内外面疵を調査し管材の調査結果との相関々係を求めた。Cu 量を変えた試験材は絞り加工温度を変え更に 34 × 2.0 mm に冷間引抜いて Cu のヒビ割れ疵に対する影響を調べた。又熱間仕上り、冷間仕上りの管について機械試験を行い、成分の機械的性質におよぼす影響を調べた。

III. 調 査 方 法

3.1. 管材、頭、腹、底部の調査試料を下記について調査し、結果を点数で表示する様にした。