

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 Ar<sub>1</sub> 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 Ar<sub>1</sub> 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。

3.1.1. ブラック・スポット 横断面サルファープリントに現われる黒点を中心より  $2/3D$  ( $D$  直径) 範囲について示した。

3.1.2. 内部砂疵 調査試験を圧延方向と平行に「カマボコ」型に縦断し、圧延方向と直角にセーパー仕上げして  $2/3D$  範囲に現われる砂疵を学振法により表示した。

3.1.3. 非金属介在物 圧延方向と平行な断面より  $1/2D$  範囲の検鏡試料をとり Point counting法 ASTM-B法により非金属介在物を定量化した。

3.1.4. フェライトバンド 3.1.3 の試料を etching して現われるフェライトバンドを定量化した。

3.1.5. ビレットの表面砂疵  $90\text{mm}\phi$  に旋削後のビレットに現われる砂疵を学振法により表示した。

3.2. 内面疵 管を切開して現われた疵をすべて疵の長さと程度を記録し、その積を疵の点数として示し、管材の調査点数と比較した。更に疵部を検鏡し、疵の原因を求めた。又疵の深さ、巾、高さを測定しこれより管材時の位置を求め、危険範囲を求めた。

3.3. 外面疵 管を酸洗して疵を明らかにし内面疵と同じ様に疵を点数として示した。

3.4. 機械的性質 熱間(絞り仕上げ)のまゝとそれを焼準した場合および冷間引抜後焼鈍した場合について引張り試験を行った。

#### IV. 結果および考察

4.1. 内面疵について Fig. 1 に示す如く  $S < 0.020$ ,  $Mn/S > 25$  が良好な結果を示しているが、 $S = 0.052$  で良好な場合があり、成分との相関は見られない。疵に最も相関があるのは Fig. 2 に示す如く、マクロ的にみられる砂疵および、ブラックスポットである。しかしミクロ的にみた非金属介在物とは関係なく細かく分散している介在物は影響しないことが示された。

疵の深さを管材時に換算して、疵発生範囲を見ると中心部より  $2/3D$  範囲が危険である。特に  $1/2D$  範囲は大疵となる可能性が大きい。

4.2. 外面疵について 成分との関係は少く管材表面に現われる砂疵との相関が強い。

4.3. ヒビ割れ疵: ヒビ割れ疵には絞り温度が強く影響し  $Cu$  は 2 次的である。特に絞り温度が  $830^\circ\text{C}$  では  $Cu 0.36$  迄無疵であり、 $0.46$  でも問題とする程の疵を発生しない。しかし  $1000^\circ\text{C}$  では  $Cu 0.20$  以上で相当のヒビ割れを発生し、 $0.10$  以下でなければならぬ。

4.4. 機械的性質 機械的性質には従来いわれている様な成分の影響が鋼管の場合にも適用されよう。又絞り仕上げのまゝの管は焼準した場合より抗張力、降伏点に比して伸びが高く特異な性質を示した。

#### V. 結論

試験電気炉により、 $S$ ,  $Mn$ ,  $Cu$  を種々に変えた 17 チャージの低炭素キルド鋼を実際に製管試験を行つて管の内外面疵におよぼす不純物の影響を調査した結果内面疵には、丸鋼の  $2/3D$  範囲内のマクロ的に見られる砂疵、ブラックスポット等の欠陥が疵の原因となる。又外面疵についても表面に見られる砂疵が決定的である。即ち配合成分上の問題より製鋼造塊上の問題が影響する所大である。

$Cu$  は絞り加工の際のヒビ割れに影響するといわれているが、ヒビ割れ疵には加工温度の影響が大きい。温度が適当であれば相当量許容出来る。

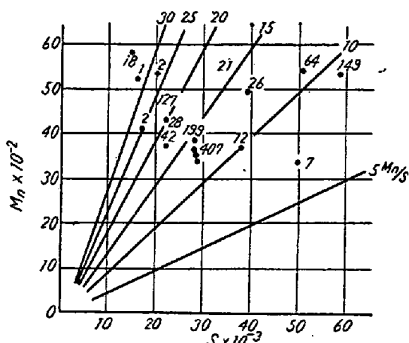


Fig. 1. Relation between internal cracks and Mn, S.

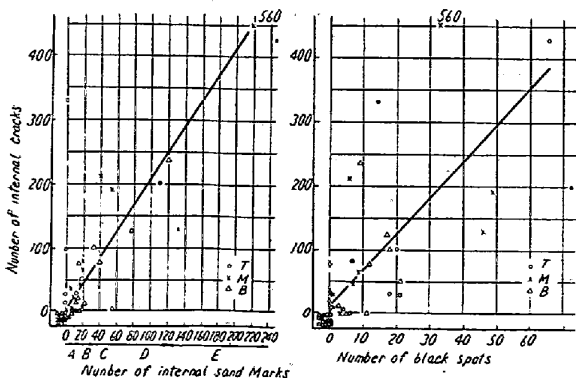


Fig. 2. Relation between internal cracks and internal sand marks, and black spots.