

(89) 高マンガン鋼の熱処理・組織におよぼす成分の影響

Effect of the Composition on the Heat-Treatment and Structure of the High Manganese Steel.

Hisashi Takada, et alii.

神戸製鋼所, 神戸研究部

工 鈴木 章・工〇高田 寿・楠岡宣太郎

I. 緒 言

高マンガン鋼はシヨベル部品, クラッシャー部品など, 耐摩耗部品に鑄鋼品として使用されており, この材料は鑄造のままでは脆く 1000°C 以上の高温から水冷して靱性の高いオーステナイト組織として使用するものであるが, 熱伝導度の低いこの材料の肉厚製品では水冷してもその成分によつては炭化物が析出しやすい場合があり, また反対に成分により炭化物の析出し難い場合もあるのではないかと考えられる. すなわち高マンガン鋼の規格成分中, C は 0.9~1.3% Mn は 11~14% と範囲が広く, これら元素はこのような熱処理特性にもつとも影響があると考えられるので C, Mn の変化によるオーステナイトの分解状況の差異を調査し, 製品の大きさと熱処理との関連を調査するために本実験を実施した.

II. 実験方法

(1) 供試材

規格成分中 C, Mn の上限, 下限を組合せた 4 種の材料を 100 KVA 高周波炉で熔解し, 40 kg 型鋼塊各 1 本舟型試験片各 2 本鑄造し以下に述べる試験に供した. その供試材の化学分析結果を Table 1 に示す.

(2) 実験方法

a) 恒温変態

高マンガン鋼の S 曲線は文献に二, 三見られるが, いずれも供試材の C, Mn は規格のほぼ中央にあり, わずかに G. Collett などが C 差による S 曲線を決定しているに過ぎない状態なので, 上記各試験材について恒温変態処理を行い, S 曲線の鼻の近辺の決定を試み, 各試料の変態の遅速を調査した.

b) 組織と衝撃試験

S 曲線の各界域に相当する組織を有する衝撃試験片を各供試材毎に製作して衝撃試験を行い, 組織と衝撃値の関連を求めた.

c) 焼入焼戻

さらに各供試材について, 焼入焼戻曲線を求め, 組織硬度におよぼす C, Mn の影響を検討した.

以上の三方法よりもつとも変態がおそく熱処理上取り扱いやすい組合せ材を決定した.

III. 実験結果と考察

(1) C, Mn の恒温変態におよぼす影響

各供試材とも grain size の均一化を目的として 40 kg 鋼塊を 30mm 角に鍛伸し, 15mm 角に切断したのち, 高マンガン鋼の標準熱処理をほどこした場合, 各試料とも完全なオーステナイト組織であることを確めたのち恒温変態処理を行なつた. そして各試料の顕微鏡組織を観察して S 曲線を求め, 同様な方法により grain size の粗い不均一な鑄物でチェックし打物の場合と比較した. その S 曲線の 1 例として low C low Mn, high C low Mn 材のそれを Fig. 1, Fig. 2 に示す.

各材質とも S 曲線の鼻は 550~600°C にあり, 高 C 材は低 C 材に比べてカーバイトの析出ならびに変態が相当早く, 保持時間 10 s ですでにオーステナイト粒界にカーバイトの析出が認められる. Mn による差は本実験ではほとんど認められなかつた. また鑄物の場合は各国において, 括弧内に恒温変態組織を示しているが, 各材質とも打物に比べて若干カーバイトの析出ならびに変態が

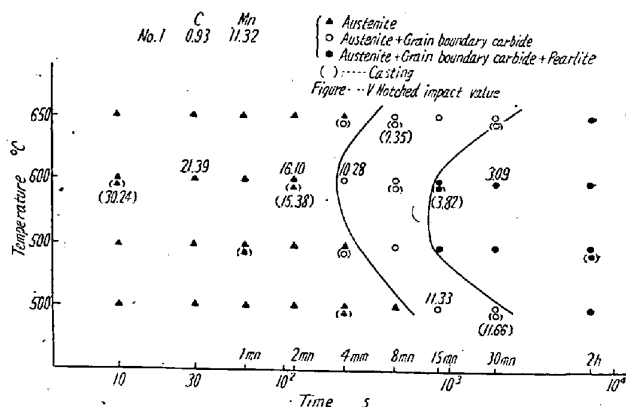


Fig. 1. S curve of low C low Mn Specimen.

Table 1. Chemical composition of test specimens

No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Remarks
1	0.93	0.29	11.32	0.038	0.009	0.19	0.22	0.43	Low C, low Mn
2	0.94	0.34	14.41	0.041	0.010	0.18	0.11	0.11	Low C, high Mn
3	1.27	0.51	11.17	0.039	0.011	0.16	0.10	0.10	High C, low Mn
4	1.27	0.53	14.49	0.046	0.010	0.15	0.09	0.10	High C, high Mn

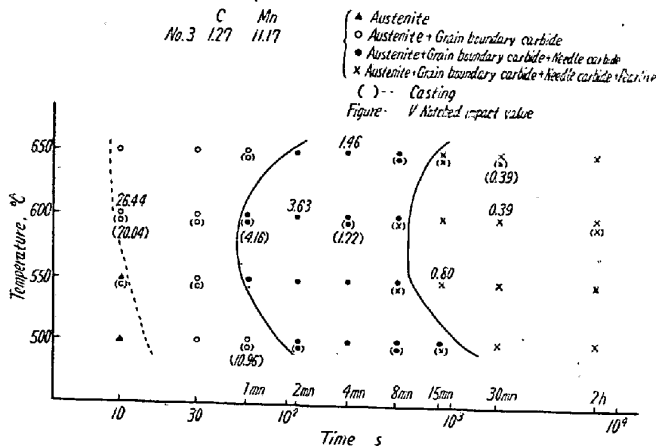


Fig. 2. S curve of high C low Mn specimen.

早いようである。

組織の点は Mn による差は認められないが、C 差によつては相当差異が認められ低 C 材では打物、鋳物ともに最初オーステナイト粒界にカーバイトが析出し、ついで粒界に沿つて nodular な変態生成物—パーライトを生じ、これが粒内にもできる。これに対して高 C 材ではやはりオーステナイト粒界のカーバイト析出に始まり、これが次第に太くなると同時に針状カーバイトが析出し終にはパーライトを生ずる。

(2) 組織と衝撃値の関係

元来この高マンガン鋼は熱処理さえ充分であれば、非常に靱性の高いオーステナイト組織であるが、とくに肉厚物では熱の不良導体であるがために、内部の冷却速度がおそくカーバイトあるいはパーライトの析出するおそれがある。このような組織では衝撃値が低く脆いものと思われる。したがつてここでは各組合せ材の恒温変態の各界域に相当する組織をもつ V ノッチ衝撃試験片を打物鋳物おのおのから作製し、衝撃試験を行なつた。その結果の 1 例を Fig. 1~2 の S 曲線上に数字で示してあるが、低 C 材では打物、鋳物いずれもパーライト変態を生ずると極端に衝撃値は低下し、高 C 材では針状カーバイトが析出するにおよんで衝撃値は同様にきわめて低くなる。したがつて各組合せ材とも、割れの危険性を伴なわぬと考えられる組織は完全なオーステナイト組織とオーステナイト粒界にカーバイトのみ析出している組織で、それ以上に変態の進んでいる組織は脆性の点で危険である。このような観点に立脚し、S 曲線を見ると低 C 材の方が高 C 材に比較して相当変態がおそいので、低 C 材の方が熱処理をする場合、組織ならびに衝撃値から考えて熱処理しやすいものと思われる。

とくに肉厚物では水冷してもこの材料の熱伝導の不良

性から、内部は冷却速度がおそいので変態のおそい低 C 材の方が取り扱いやすいものと思われる。

なお当然のことながら S 曲線の同一界域にあつても析出物の多いものほど衝撃値が低く、同一 C、同一組織であれば高 Mn の方が若干衝撃値が高いようである。また同一熱処理では鋳物は打物より衝撃値が低いが、これは grain size の粗いこと、および結晶偏析などの不均質性により変態進行程度が打物に比し早いことに起因していると考えられる。

(3) C, Mn の焼入焼戻におよぼす影響

15mm 角打物試験片について 1050°C × 30mn W.T. し 300°C から 100°C 間隔で (500°C から 700°C までは 50°C 間隔) 各温度に 1h 保持後、焼戻温度の組織、硬度におよぼす影響を調査しあわせて C, Mn の焼入焼戻におよぼす影響を検討した。その結果は低 C 材は 500° 800°C 間で硬度上昇し、最高硬度は 600°C にあり、一方高 C 材は 400°~900°C 間で硬度上昇し最高硬度はやはり 600°C 付近であるが、その最高硬度は低 C 材のそのほほ 2 倍に達す。また Mn による差は低 Mn の方がかなり硬度が高い。

この焼入焼戻曲線からも硬度が上昇する温度範囲が狭くかつ最高硬度の比較的低い低 C 材の方が脆性を防止する意味では有利であるといえるし、Mn は高目の方がよいようである。

IV. 結 言

以上の実験結果を要約すると、

低 C 材ではまずオーステナイト粒界にカーバイトが析出し、このカーバイト膜が漸次太くなり、終には粒界粒内にパーライトを生ずる。これに対して高 C 材では粒界カーバイトの析出について、針状カーバイトが析出し、さらにパーライトが粒界粒内に析出する。一方衝撃性の点から考えると、低 C 材ではパーライト変態が起ると、衝撃値が極端に低下し、高 C 材では針状カーバイトが析出するにおよんで、衝撃値が同様に極端に低下するので、C の如何を問わず、少くとも粒界カーバイト析出までの組織にとどめなければ靱性の点で保証できない。ところがこの組織を得るには S 曲線からみて低 C 材の方が高 C 材に比較して非常に変態がおそいので、低 C 材の方が遙かに熱処理上取り扱い易いものと思われる。また Mn の多少は恒温変態にはほとんど影響をおよぼさぬが、同一 C で同一熱処理をした場合高 Mn の方が若干衝撃値が高く、焼入焼戻実験の結果からも、低 C 材が硬度上昇の温度範囲が狭く、同一 C では高 Mn の方が上昇硬度が低いので、低 C 高 Mn が望ましいことになる。したがつて耐

摩耗性の点は別として、Cを低目Mnを高目を目標にする方が特に肉厚物の場合、靱性に富む組織の良い鋳物を得やすいものと思われる。

(90) 含鉛鋼の切削性におよぼす熱処理および含鉛の影響について

(鉛快削鋼の研究—X)

Effect of Heat Treatment and Distributed Pb Content on Machinability of Leaded Steels.

(Study of leaded free-cutting steels—X)

Toru Araki, et alii.

大阪特殊製鋼

工〇荒木 透・工 小柳 明・工 大橋久道

I. 緒 言

「切削性」におよぼす条件は従来より非常に複雑とされており、種々の研究がなされているが個々の切削現象の解析については未だ不十分な点が多い。特に含鉛快削鋼についてはその切削機構が無鉛鋼と異なるゆえ、実際の切削作業における最適条件を見出さんとする場合未解決な問題に遭遇する場合がしばしばある。

これらを実験的に吟味解析することも非常に困難であ

るが同一切削条件における素材因子の定性的な検討の第一段階として、実用熱処理条件における含鉛鋼の含鉛量およびマイクロ Pb の影響を調査してみた。なお切削性の評量としては旋削性および定荷重自由落下法による穿孔性指数を算出し試験材は実用鋼として普遍的な S50C系 S Cr 4 系、および SCM 22 系の 3 系列を選んだ。

II. 供 試 材

鉛以外の成分が比較的揃っており Jominy 値のほぼ類似しているチャージより前記三系列の供試材を選定した。素材はいずれも鋼塊底部より採取し結晶粒度は 7 ~ 8 である。ドリル試験のテストピースとしては径ほぼ 40 mm、長さ約 30 mm の円盤状を数個加工し実用熱処理条件は、

- ① 880°C × 30mn 空冷……㊸
- ② 850°C × 30mn, -50°C/h 炉冷……㊶
- ③ 850°C × 30mn, 水冷…600°C (または700°C) × 1 h 焼戻……㊸

の 3 つを選定(SCM 22 は㊸のみ)した。供試材は Table 1 に表示する。

III. 穿孔性指数の算出法

自由落下によるドリルの穿孔試験を行い種々の条件を検討した結果比較的簡単でかつ信頼し得る穿孔性の表示として研磨後 5 回の穿孔について各一穿孔当りの所要時間を測定し各 5 回の穿孔所要時間の偏差が平均値の 5 %

Table 1. Specimens used for machining tests.

System	Marks	Pb % (chemical analysis)	Hardness (BHN)			Other elements
			㊸	㊶	㊸	
S 50 C	10	0	212	179	277	C : 0.94~0.53 % Mn : 0.68~0.82 %
	11	0.07	217	192	262	
	12	0.09	223	207	269	
	13	0.11	217	192	248	
	14	0.13	223	162	269	
	15	0.15	217	192	269	
	16	0.17	212	197	255	
17	0.19	223	162	277		
S Cr 4	20	0	229, 174	183, 167	229, 277	C : 0.39~0.41 % Cr : 0.95~1.10 % J _{12mm} : HRC 43~46
	21	0.16	235	197	293	
	22	0.17	229	183	293	
	203	0.20	229, 201	197, 174	212, 277	
	24	0.21	235	187	269	
	25	0.27	235	197	302	
S CM 22	30	0	223			C : 0.19~0.22 Cr : 0.95~1.08 Mo : 0.20~0.24 J _{12mm} : HRC 28~31
	31	0.09	223			
	32	0.11	217			
	33	0.13	223			
	34	0.14	212			
	35	0.15	217			
	36	0.19	217			
37	0.23	217				