

加熱して曲線の変化点を測定し、以後高温顕微鏡により各変化点の意味を組織変化から確めた。この結果から C. C. T. 曲線と同じ考えで連続加熱析出曲線とも名付けるべき時間と析出温度との関係を plot したものが Fig. 2 である。膨脹曲線で炭化物析出は明瞭な折点、P. C. 析出は速度の遅い場合大きな収縮として現われるが、P.C. 析出のやゝ前に折点が一カ所あり高温顕微鏡で調べた結果ここでは粒内析出と判定した。高温顕微鏡の視野でその温度になると粒界と無関係に濃淡の模様が見われ、その模様は樹枝状晶によく似ているが、P. C. 析出の前に必ず現われるところから粒内析出と考えてよいであろう。Fig. 2 の結果から加熱速度の早いほど各析出温度は高くなり、速度が遅くなるとほぼ一定温度となることがわかる。

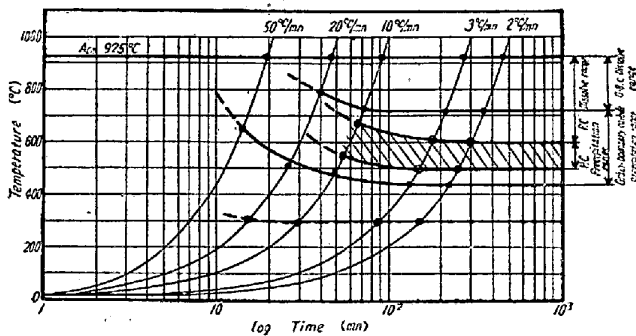


Fig. 2. Continuous heating precipitation diagram for standard austenitic manganese steel solution treated from 1050°C and reheated.

(4) 機械的性質におよぼす影響

溶体化処理後 1h 加熱した状態の機械的性質を Fig. 1 の析出状態と比較した。抗張力は粒界析出物により減少するが P. C. 析出範囲で最低とはならず、Carbide film の成長している 750°C 付近で最低となるが、伸び、絞り、衝撃値は P. C. 析出範囲で最低値をとる。

IV. 析出におよぼす微量 V, Ti, Zr 添加の影響

(1) 温度および時間の影響

Fig. 1 と同じ要領で析出曲線を測定した結果は Fig. 3 のごとくである。特に Ti は炭化物、P. C. とともに析出を早めるが、Zr は炭化物の C 曲線の下側を高温側に高める効果が認められる。

(2) 機械的性質におよぼす影響

いずれも標準 Mn 鋼と同じ傾向を示すがとくに Zr 添加が 450°C の加熱でもなお強度、靱性を低下せず、Fig. 3 で見られる炭化物析出線移動の効果を伺うことが出来る。

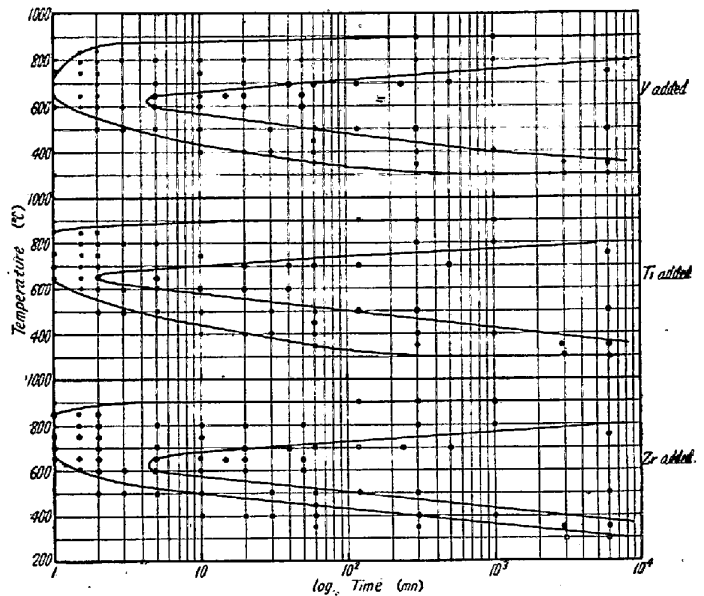


Fig. 3. Effect of a little amount of V, Ti and Zr addition on isothermal precipitation diagrams, each steel solution treated from 1050°C and reheated.

(118) 高マンガン鋼の熱処理特性におよぼす Cr の影響

(高マンガン鋼に関する研究—II)

神戸製鋼所

工 鈴木 章・工〇高田 寿・楠岡宣太郎  
Effect of Cr on the Heat-Treatment Characteristics of High-Manganese Steel.

(Study on high manganese steel—I)

Akira Suzuki, Hisashi Takada.

Nobutaro Kusuoka.

I. 緒 言

前報<sup>1)</sup>で高マンガン鋼規格成分中、規格範囲の広い C, Mn の上限、下限を組合せた 4 種の試験材を溶製して、C, Mn の熱処理、組織、衝撃値におよぼす影響を検討し、靱性に富む完全オーステナイト組織あるいは(オーステナイト+粒界炭化物)組織を得るには、規格範囲内で C は低目、Mn は高目の方が、とくに肉厚物の場合、熱処理上取扱いやすいことを明らかにしたが、今回は、当所でジョークラッシャー用ジョープレートなどに使用している Cr 含有の高マンガン鋼について、C は低目、Mn は高目を目標にして試験材を溶製し、Cr の熱処理特性におよぼす影響を調査した。

Table 1. Chemical composition of test specimens.

No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Remarks
1	0.99	0.57	13.12	0.040	0.011	0.18	0.10	1.93	Low C low Mn containing Cr
2	0.94	0.34	14.41	0.041	0.010	0.18	0.11	0.11	Low C low Mn

II. 実験方法

(1) 供試材

供試材は 100KVA 高周波炉で溶解し、40 kg 型鋼塊 1 本、舟型試験片 2 本鑄造し、以下に述べる試験に供した。その化学分析結果を比較材としての Cr を含有しない低 C 高 Mn 材とともに Table 1 示す。

(2) 実験項目

a) 恒温変態曲線の決定

上記 40 kg 型鋼塊を 30 mm 角に鍛造後、15 mm 角に切断した小試片を用いて、恒温変態曲線の鼻の近傍の決定を行い、オーステナイトの分解状況を調査し、鑄造材の舟型試験片より採取した同一厚みの小試片で、鍛造材で求めた恒温変態曲線をチェックした。

b) 組織と耐衝撃性

恒温変態曲線図の各界域の組織をもつ試験片について V ノッチ・シャルピー衝撃試験を行い、組織と耐衝撃性との関連を求めた。

III. 実験結果

(1) Cr の恒温変態におよぼす影響

Cr 含有の高マンガン鋼はオーステナイトに固溶し難い Cr 炭化物を生成するために、普通の高マンガン鋼に比べて当然焼入加熱温度の高いことが予想されるので、まず焼入加熱温度を検討した。すなわち 15 mm 厚の試片を舟型試験片より切り出し、1100°C×1 h. W. T. したが、Cr の炭化物と思われる析出物が残存しておるので、1150°C×1 h. W. T. した。その結果は完全オーステナイト組織なので、恒温変態処理を行う際、前処理として 1150°C×1 h. W. T. して炭化物を完全に固溶せしめ、1150°C×30mn 保持オーステナイト化後、650, 600, 550, 500°C の各温度の鉛浴中に、5, 10, 30 s, 1, 2, 4, 8, 15, 30mn 1, 2h 保持後水冷し、組織から恒温変態曲線を求めた。その曲線を Fig. 1, 比較材の曲線を Fig. 2 に示す。

この両曲線より明らかなように、Cr を含まない高マンガン鋼の恒温変態曲線の鼻は 550~600°C にあり、Cr

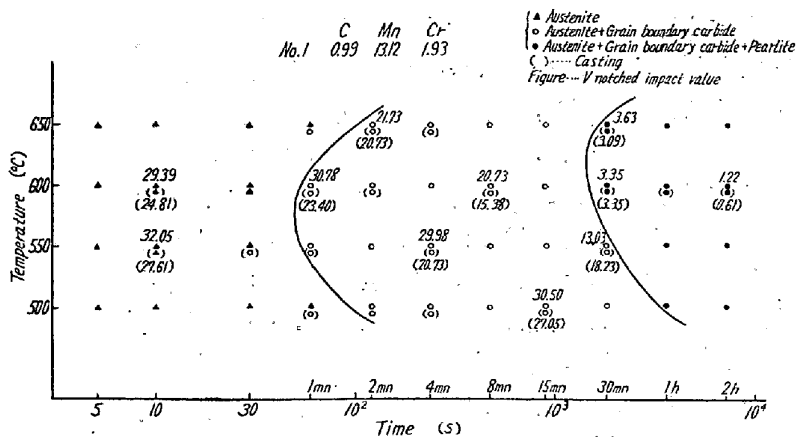


Fig. 1. Isothermal transformation diagram for specimen No. 1.

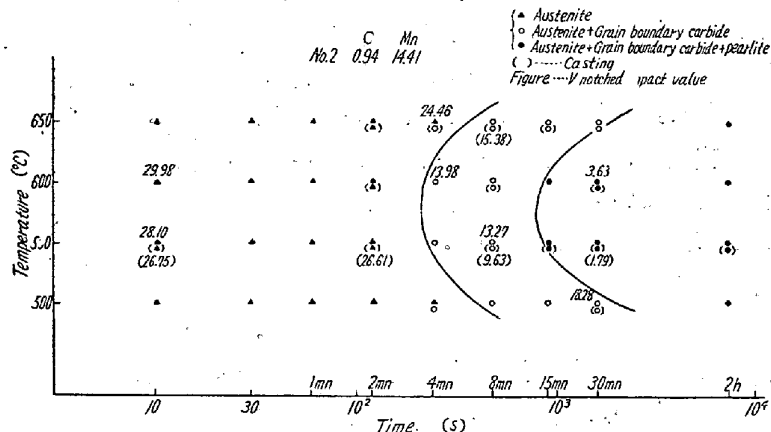


Fig. 2. Isothermal transformation diagram for specimen No. 2.

含有高マンガン鋼の粒界炭化物の析出する曲線の鼻は、やはり 550~600°C で同じであるが、ノジュールなパーライトの析出する曲線の鼻は若干高く 600~650°C にある。また、Cr を含まない場合の炭化物析出開始時間は 550, 600°C で 4mn であるのに対し、Cr 含有鋼は相当早く、1mn で炭化物の析出が始まるが、この析出範囲が非常に広く、パーライト析出開始時間は前者の 15 mn に対して 30 mn で逆におそい。なお、鑄造材は恒温変態曲線上で括弧内に示してあるが、粗い結晶と結晶偏析などの不均質のため、鍛造材に比べて変態進行程度の早いことは、Cr を含有しない普通の高マンガン鋼の場合と同様である。

## (2) 組織と耐衝撃性の関係

元来この高マンガン鋼は熱処理さえ十分であれば、非常に靱性の高いオーステナイト組織であるが、往々にして熱処理不十分、とくに肉厚物では熱伝導度が低いために、内部の冷却速度がおそく、炭化物あるいは、パーライトの析出するおそれもある。このような組織では脆くなるものと考えられるので、恒温変態曲線の各界域に相当する組織をもつVノッチシャルピー試験片を鍛造材、鑄造材各々から作製し、衝撃試験を行い、組織と耐衝撃性の関係を明らかにした。その結果は Fig. 1~2 の変態曲線上に数字で示してあるが、完全オーステナイト組織粒界にのみ炭化物を析出したものは靱いが、それ以上変態の進行したもの、すなわち、ノジュラーなパーライトの析出したものでは非常に脆くなっている。一方恒温変態曲線から考えると、実験温度範囲では、低C材は、550, 600°Cでは大体保持時間15mn以内、500, 650°Cでは30mn以内Cr含有高マンガン鋼は550, 600, 650°Cでは30mn以内、500°Cでは1h以内の組織であれば、耐衝撃性はよいと考えられる。したがって、Cr含有鋼は焼入温度さえCr炭化物の完全に固溶する1150°Cにすれば普通の高マンガン鋼の低C材よりさらに変態がおそく、なお一層取り扱いやすいものと思われる。

事実当所のジョークラッシャーのジョープレートなどに使用されているCr含有高マンガン鋼は1150°Cから水冷して好結果を収めている。

さらに当然のことながら恒温変態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い。また、同一熱処理では鑄造材は鍛造材より衝撃値が低いが、これは結晶粒の粗いこと、および結晶偏析などの不均質性により、変態進行程度が鍛造材に比し早いことに起因していると考えられる。

## IV. 総 括

以上の実験結果を要約すると、

恒温変態曲線より明らかのように、低CのCr含有高マンガン鋼は、普通の高マンガン鋼の低C材同様、その変態過程はまず、オーステナイト粒界に炭化物が析出し、この炭化物膜が漸次太くなり、終には粒界粒内にパーライトを生ずる。一方耐衝撃性の点は、パーライト変態が起ると衝撃値が極端に低下するので、少なくとも、粒界炭化物析出までの組織にとどめなければ靱性の点で保証出来ない。ところが、この組織を得るには、Crが2%前後あると、粒界炭化物の析出開始は普通の高マンガン鋼に比し相当早い、パーライト変態は逆におそいので、加熱温度さえ適当であれば、Cr含有高マンガン鋼

の方が靱性に富む組織が得易く、熱処理上とくに肉厚物の場合取り扱いやすいものといえる。

## 文 献

- 1) 鈴木・高田・楠岡: 鉄と鋼 45 (1959) No. 3 p. 351~352.

## (119) SKD 1 (高炭素, 高クロム鋼) の性諸質におよぼす W, Mo および V の影響

日立金属工業, 安来工場

工博 小柴定雄・工〇清永欣吾

Effects of W, Mo and V on the Various Properties of High C, High Cr Steel (SKD 1).

Sadao Koshiba, Kingo Kiyonaga.

## I. 緒 言

SKD1は抜型材として広く使用せられ、そのすぐれた性能はよく知られている所であるが、近來トランスフォーマーコアおよびモーターコアの需要が増加するにつれて、SKD1よりもさらに耐摩耗性がよく、したがって型寿余の長い抜型鋼が要望されている。

本研究はかかる要望に沿う目的で先ずSKD1にW, MoおよびVを1~1.5%まで単独あるいは同時に添加してその諸性能を調査した。

## II. 試 料

各試作鋼は50kg高周波炉を用いて吹製し、いずれも30kg鋼塊に鑄造した。これらを12mmφおよび32mmφに鍛伸後、875°Cで焼鈍を行い、各試験材を削り出した。Table 1は試料の化学成分および焼鈍硬度を示す。これらの試料の鍛造性はSKD1と大差なく焼鈍硬度もHb 220~260でSKD1とほぼ同程度である。

## III. 実 験 結 果

## (1) 変 態 点

本多式熱膨脹計により変態点の測定を行なつたが、試料MおよびMV2の加熱変態がやや高く、冷却変態(炉冷)ではMV2の変態点がいちじるしく低下する。その他は大差がない。

## (2) 焼入および焼戻

12φ材より硬度試料を採取し、850~1050°Cの各温度より油冷および空冷した場合の硬度ならびにマイクロ組織を観察した。Fig. 1に油冷の場合の焼入温度と硬度