

度の蒸気圧となりきわめて容易に除去される。溶鉄中の Cu は理想溶液を作るとすれば蒸発除去される可能性はないが活量は RAULT の法則からいじめるしく正に偏移するため蒸発することになる。S, As などは純粋系での蒸気圧はきわめて高いにもかかわらず、鉄溶液中の蒸発はあまり行なわれない。Ag, Pb, Sb はいずれも純粋系で蒸気圧はきわめて高く溶鉄中でも蒸発しやすい。Sn は純粋系での蒸気圧は Cu と同程度であり、かつ溶鉄中では理想溶液を形成するといわれているがその蒸発による稀釈は理論的な推定値よりもやや大きい。また Si は蒸気圧および活量からの観点ではきわめて安定で蒸発し難い筈であるが本実験では炭素を共存せしめた場合以外は減少する傾向を示した。これは斎藤らも指摘されたごとく溶鋼中の Si と耐火材との反応あるいは溶鋼中の Si と酸素の反応による suboxide ガスの生成によるものであるかもしれない。このようにルツボ耐火材料と反応する可能性のある元素の蒸発現象はまた別の観点から考察されねばならないことを意味する。

V. 結 言

実験室的規模の誘導式真空溶解炉を用い、MgO ルツボ中での鉄基金属の不純物あるいは合金として含有される成分の真空溶解中の組成変化に関して実験した結果、Ni, Co, Mo はほとんど変化なく、Cr, Mn, Cu, Sn, Pb, Ag, Sb は純金属または鉄溶液中での蒸気圧から推定される場合と同様の傾向を示したが、As, S の除去はあまり効果的でなく、P はまったく除去できない。また Si のようなルツボ材と反応する可能性のある元素は単に鉄溶液中の蒸気圧から単純に蒸発現象を考察することはできないことが判った。

文 献

- 1) 斎藤恒三, 川合保治: 学振 19 委—5862

(174) 高炭素低合金鋼におけるカーバイトの固溶と焼入性について

神戸製鋼所神戸研究部

西原 守・〇中野 平・喜多壮大

高砂工場

牧 岡 稔

Relation between Hardenability and Solution of Carbide of High-Carbon Low-Alloy Steels.

Mamoru Nishihara, Taira Nakano,
Sodai Kita and Minoru Makioka.

I. 緒 言

一般にロール材料、軸受鋼、工具鋼などにおいては耐摩耗性と靱性の点からカーバイトの球状化処理が施されて使用される。

この場合オーステナイト化条件によつてカーバイトの溶込みが変化し、そのために焼入性がかなり変化してくることが考えられ、品物の重量と使用条件に応じた焼入条件を採用することが肝要である。かかる観点に立つて数種の高炭素低合金鋼の焼入性を試験したのでその結果を報告する。

II. 供 試 材

供試材は熱間圧延用ロールまたは冷間圧延用ロールなどに使用される Table 1 に示すような 5 種類の高炭素低合金鋼で、いずれも塩基性 500 kg 高周波炉で溶製した 350 kg の鋼塊を 30 mm 角材に鍛伸後焼ナラシ→低温焼鈍を行なつて使用した。

III. 実 験 結 果

1) カーバイトの球状化処理

カーバイトの球状化は Ac_1 点よりも少し高い温度から徐冷を 2 回繰返す方式によつて行ない、R-1, R-2 に対しては 785°C, R-3, R-4, R-5 に対しては 770°C でそれぞれ 4 時間保持し、冷却速度は 5°C/h とした。カーバイトの大きさは電子顕微鏡による観察の結果、0.5~2.0 μ であった。

2) オーステナイト化条件とカーバイトの溶込みとの関係

ジョミニ一端焼入試験によりオーステナイト化温度を 800°C, 850°C, 900°C, 950°C の 4 とおり、保持時間を 5 分, 30 分, 1 時間, 3 時間の 4 とおりに変化させてジョミニ焼入曲線を求めた。その一例として R-1 R-3 の曲線を Fig. 1, 2 に示す。

Table 1. Chemical composition of samples.

Mark	Steel	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
R-1	Cr-Mo-V steel (low Si)	0.64	0.20	0.64	0.013	0.008	<0.05	<0.05	1.54	0.37	0.23
R-2	Cr-Mo-V steel (high Si)	0.62	0.84	0.74	0.007	0.007	0.06	0.09	1.62	0.46	0.26
R-3	Ni-Cr-Mo-V steel	0.62	0.24	0.65	0.013	0.013	0.05	1.22	1.62	0.40	0.25
R-4	Cr-Mo steel (low C)	0.73	0.20	0.39	0.014	0.014	<0.05	0.06	1.70	0.25	0.11
R-5	Cr-Mo steel (high C)	0.88	0.27	0.37	0.013	0.013	<0.05	<0.05	1.78	0.24	0.11

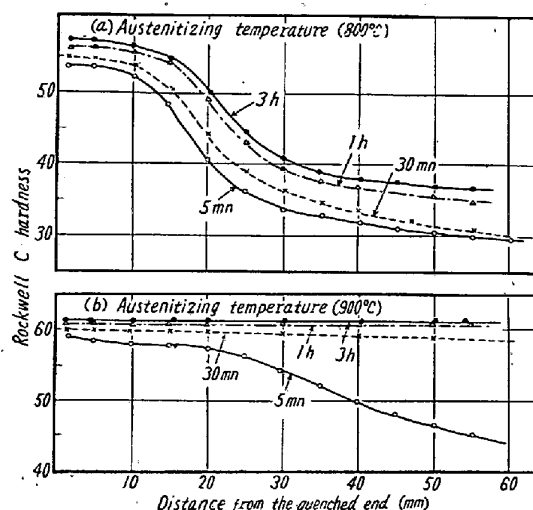


Fig. 1. Jominy hardenability curves (R-1).

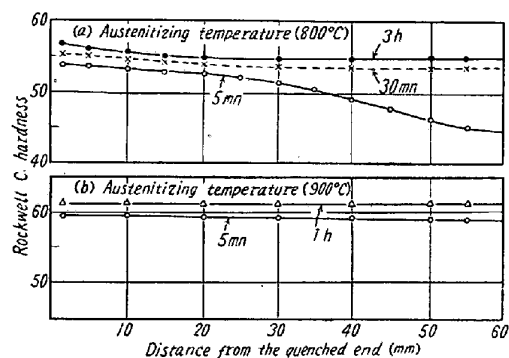


Fig. 2. Jominy hardenability curve (R-3).

温度が高くなるほどかつ時間が長くなるほどカーバイトのオーステナイトへの固溶量が増し、焼入性が增大することが明瞭に認められた。なお試験片は焼入後ただちに液体酸素中に浸漬して残留オーステナイトを極力少なくした。

つぎに水冷端から 1/16 吋の位置における焼入硬度(一般に初硬度と呼ばれる)でもつてオーステナイトへのカーバイトの溶込みを推定した。Fig. 3 はその一例を示したもので、この方法から全炭素量をオーステナイトに固溶させるには必要なオーステナイト化条件は R-1, R-2 の場合 900°C で 3 時間、または 950°C で 30 分であり R-3 の場合 900°C で 30 分、または 950°C で 5 分という結果が得られた。R-4, R-5 は炭素量が高くてこの方法が採用し難いので顕微鏡観察を併用したが、950°C で 3 時間保持でもなおカーバイトの残留が認められた。

3) 焼入性

ジョミニー一端焼入試験では精々直径 4 吋程度までの焼入性しか判らないので、ロール材のような大型材の焼入性を知るために冷却速度可変の特殊焼入装置を用いて

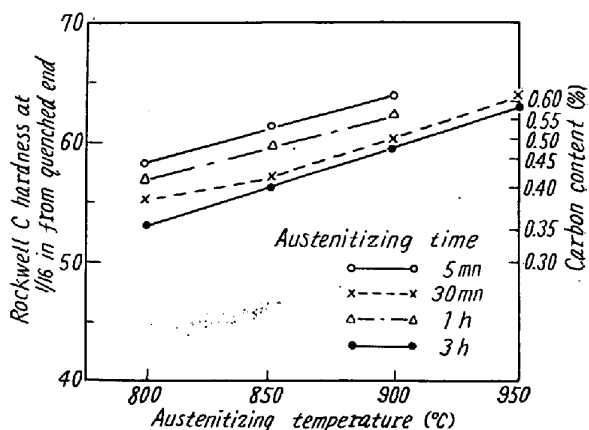


Fig. 3. Relation between the austenitizing condition and the carbon content in austenite (R-1).

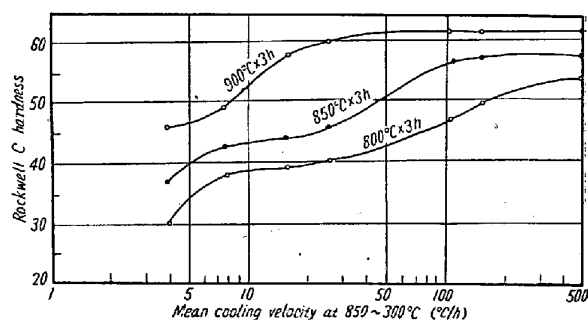


Fig. 4. Quenched cooling velocity versus quenched hardness (R-2).

いろいろのオーステナイト化条件の下における焼入性を試験した。焼入性はオーステナイト化温度の上昇によっていちじるしく向上し、また鋼種の比較としては Ni を含有する R-3 がもつともすぐれ、ついで R-2, R-1, R-6, R-5 の順序で焼入性の劣化することが示された。Fig. 4 に結果の一例を示す。

IV. 結 言

1) カーバイトの球状化は Ac_1 点よりも若干高い温度から 5°C/h の冷却速度での徐冷を 2 回繰返す方式を採用し、0.5~2.0 μ の球状カーバイトを得た。

2) 各鋼種についていろいろのオーステナイト化条件の下での焼入性を、ジョミニー一端焼入曲線ならびに特殊焼入装置を用いての 5~500°C/h の範囲の焼入冷却速度に対応する硬度曲線でもつて示した。

3) ジョミニー一端焼入曲線的水冷端から 1/16 吋の位置での焼入硬度(初硬度)および顕微鏡試験からカーバイトのオーステナイトへの溶込み状態を調べ、R-1, R-2 の場合は 900°C で 3 時間、または 950°C で 30 分 R-3 の場合は 900°C で 30 分または 950°C で 5 分でカーバイトがほとんどオーステナイトに固溶すること。一方炭素量の高い R-4, R-5 は 950°C で 3 時間でもなおカーバイトの残存することを確認めた。