

摩耗剤を砂利としてテストした結果を Fig. 4. に示す. この結果から明らかなように炭化物の量の増加につれて耐摩耗性は著しく向上しており, 特に硬高度側で著しい.

3. 摩耗剤の種類の影響

Fig. 5. は縦軸は耐摩耗比でなく実際の摩耗減量そのものを示している. 供試材は Table 1 の No. 1 の材料を用い, 焼入焼戻により所定硬度とした. 摩耗剤としては砂利, 浜砂, 1号珪砂をえらんだ. この結果から明らかなように摩耗剤の影響は試験材の硬度が低いほど顕著であり, また摩耗剤の粒度が粗いほど摩耗量は多くなる.

IV. 結 言

1. 硬度の高いほど耐摩耗性は増す.
2. 炭化物量が多いほど耐摩耗性は増す.
3. 高マンガン鋼は表面加工硬化により H_{RC} 50 程度の炭素鋼と同程度の耐摩耗性を示す.
4. 摩耗剤が砂の場合に比し砂利の場合は摩耗は著しい.

文 献

- 1) 原, 薩摩林, 増村: 鑄物, 35 (1963) 9, 別冊.
- 2) 安達, 薩摩林: 鑄物, 35 (1963) 9, 別冊.

669.15.26.28.29.2-196:669.13.018.256

620.178.152.42.620.178.152.241

(133) 耐摩耗 Cr-Mo-V 鑄鉄の性質
におよぼす Cr および Mo の
影響

No. 64295

特殊製鋼

工博 日下 邦男・○村井 弘佑・真野 良介

Effect of Cr and Mo on Properties of
Abrasion Resisting Cr-Mo-V Cast Irons.

Dr. Kunio KUSAKA, Kousuke MURAI and
Riyousuke MANO.

I. 緒 言 1937~1939

過酷なすり合せ摩耗の要求される部品たとえば, メカニカルシール・スリーブ・プランジャーや土砂摩耗にさらされる建設機械部品には従来より 24~30% Cr 鑄鉄とか, Cr-Mo 鑄鉄のいわゆる白鑄鉄系材料が使用されるが, その硬度は熱処理を行なつても H_{RC} 62~66にとどまる. しかしメカニカルオイルシールのように土砂による摩耗の激しいそのものはさらに耐摩耗性が必要となるため, 多量の Cr, Mo を合金した Cr-Mo-V 系の白鑄鉄が現在使用されている. しかし成分的には C 3%以

Table 1. Chemical composition of Cr-Mo-V cast iron tested.

mark	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V
SR-1	4.06	0.96	0.63	0.25	12.34	7.98	1.77
-2	3.92	0.99	0.61	0.25	12.43	6.40	1.85
-3	4.12	0.77	0.52	0.24	12.63	2.55	1.76
-4	3.83	0.80	0.58	0.25	10.09	6.70	1.65
-5	4.13	1.13	0.59	0.15	10.19	2.38	1.60
-6	4.13	0.88	0.62	0.17	10.83	0.97	1.65
-7	4.19	1.37	0.80	0.20	10.45	3.16	1.76

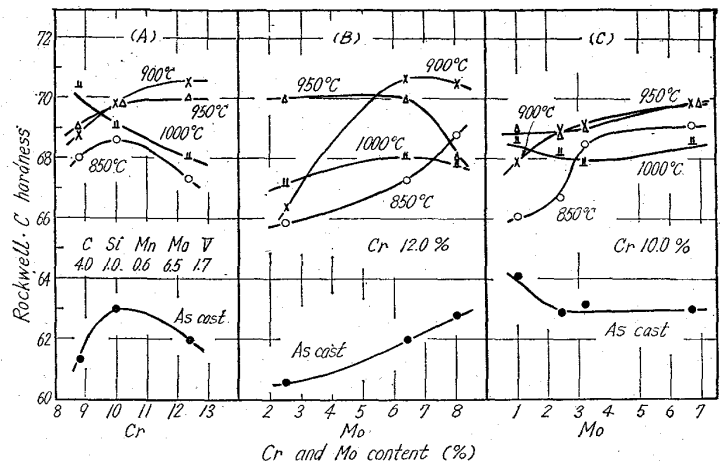


Fig. 1. Effect of Cr (A) and Mo (B), (C) on the cast and air cooled hardness.

上, Cr 12~20%, Mo 5~10%, V 1~6% と高合金のため経済的でない. これらの高クロム系鑄鉄の耐摩耗性は組織中に初晶として晶出する M₇C₃ 型のクロム炭化物によるものであつてこの炭化物の硬度が H_V 2200~2400¹⁾ と著しく高いことが耐摩耗性の原因となつている. 669.26:669.28

本実験では Cr, Mo の節減を目的とし, しかも鑄造ままで H_{RC} 60 以上, 空冷処理では H_{RC} 68 以上の硬度を有する耐摩耗性鑄鉄を得るため Cr, Mo を変化し, 鑄造ままおよび熱処理硬度におよぼす影響を調べた. つぎにこれらの実験結果より決定された特殊鑄鉄を溶製し加熱温度による硬度および曲げ強度の変化や, 鑄造寸法の影響, さらに耐食, 耐酸化性についても高温硬度, 酸化試験など行ない検討してみた.

II. 供試料および鑄造方法

試料成分を Table 1 に示す. SR-1~6 は 3 kw 真空管式高周波誘導炉で 500 g 溶解しこれをシエル鑄型に注入して外径 φ93, 内径 φ73, 巾 17mm のリング状試片に作製したもので硬度試験に使用した. SR-7 は 20mm³ の耐食および耐酸化性試験片, φ10×5mm の高温硬度試片および鑄造寸法の影響をみるための φ5, 7, 10, 15, 25mm の丸棒と曲げ試験用試片にそれぞれ鑄造した現場溶解のチャージであつていずれも乾燥砂型に鑄造したものである.

III. 実験結果

1. 鑄造および空冷硬度におよぼす Cr, Mo の影響
シエル型鑄造のリング試片の表面で測定した鑄造ままおよび 850~1000°C 1 hr 加熱空冷の硬度におよぼす Cr, Mo の影響を Fig. 1 に示す. (A) は Mo 6.5% で Cr の影響をみたもので Cr 10~12% の範囲では鑄造ままで H_{RC} 62 以上, 900°C~950°C 空冷で約 H_{RC} 70 の安定した硬度を示す. (B), (C) は Cr, 12 および 10% でそれぞれ Mo を変化した場合の硬度を示してあるが, Cr 10% におさえても Mo 3% 以上の添加で鑄造まま H_{RC} 63, 900~950°C 空冷で H_{RC} 68 以上の硬度が得られる.

2. 4% C, 10% Cr, 3% Mo, 1.7% V 鑄鉄の性質

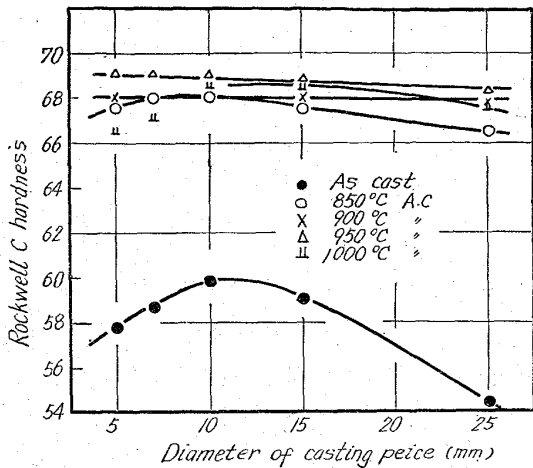


Fig. 2. Effect of sand casting size on as cast air cooled hardness.

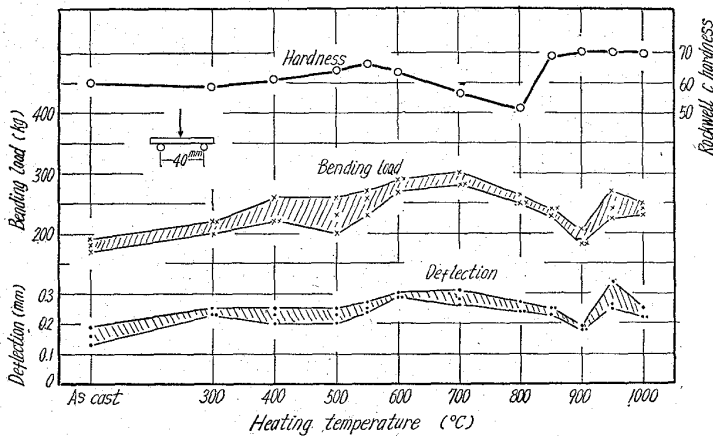


Fig. 3. Effect of heating temperature on bending load, deflection and hardness at room temperature.

(1) 铸造试片寸法の影響

铸造まま硬度は形状と肉厚からくる冷却速度の効果のため硬度がことなる。Fig. 2は铸造试片に丸棒を選び、直径を変化させて硬度におよぼす影響をみたものである。これによると铸造ままではφ10~15mmで硬度がやや高いが、φ5mmの小试片では残留オーステナイトが多いためか硬度は低い。しかし900~950°C空冷により、寸法の影響はなくなり、一定硬度となる。

(2) 曲げ強度

φ7×50mmの砂型试片を支点間距離40mm中央一点荷重で行なつた曲げ試験結果をFig. 3に示す。撓みは铸造ままより1000°C加熱処理にいたるまで0.15~0.30mmと低く変化が少ない。破断荷重は700°C前後の加熱で最大となる。900°C附近でやや低下するが、950°Cよりいくぶん上昇する傾向がある。

(3) 高温硬度

铸造ままおよび空冷试片の高温硬度測定結果をFig. 4に示す。铸造ままHv700と高く、加熱による軟化が徐々である。650°CでもHv500以上を保つ。950°C空冷试片は铸造ままに比べ、やや軟化が早い、初期硬度が高いため、400°CでもHv700の硬度を保持でき

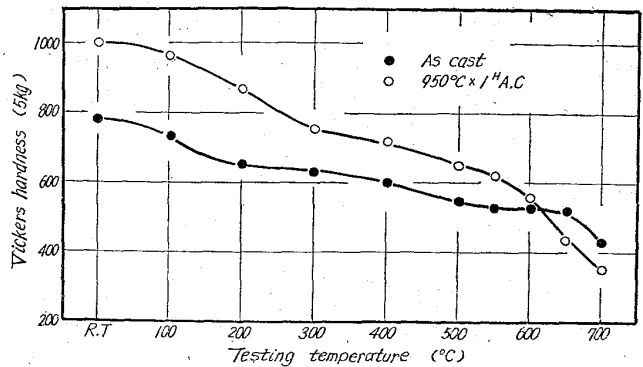


Fig. 4. Hot hardness of Cr-Mo-V cast iron.

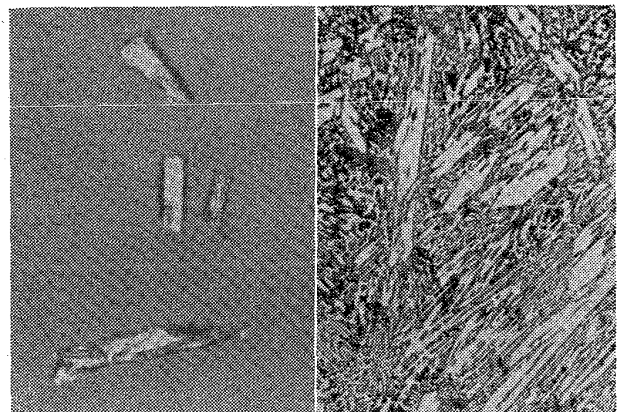
る。しかし600°C以上では低下が大きく铸造まより軟化する。

3. 耐食および耐酸化性

高クロム铸铁は一般に硝酸に強いといわれるが、本砂型试片の腐食試験の結果ではむしろ耐硫酸性がすぐれており、5% H₂SO₄ boilingでは铸造まま350.3 g/m², hr, 950°C空冷処理では365.8 g/m², hrの結果を得た。またアルカリ溶液に対しても抵抗があり、10% NaOH boilingでは铸造まま0.263 g/m², hrとSuS-2ステンレスと同じ程度の耐食性を持つている。耐酸化性については大気中酸化による酸化増量を測定したが、650°C 100 hrでは25 g/m²程度でスケールの発生はない。650°Cでは铸造まま、熱処理とも差は認められないが、550°Cでは铸造ままの方が酸化増量は少ない。

4. 組織

組織的に初晶(Cr, Fe, Mo, V)₇C₃炭化物のほか、Cr, Mo, Vを固溶したセメンタイト型炭化物が存在する。セメンタイト型炭化物はM₇C₃型炭化物に比べ、硬度は相当低いので耐摩耗性の点からはM₇C₃型炭化物を微細に分布させたほうがよい。しかし高クロム铸铁では、Cが高くなるとM₇C₃型炭化物の晶出が大きくなる傾向にある。2~4%のMo添加はこの傾向をおさえる効果があり、靱性も向上するが²⁾、本试料のようにCが4%と高い場合は初晶炭化物は相



(a) Primary cabbides isolated from cast iron. (x400)

(b) Casting structure. (x100)

Photo. 1. Micrograph of Cr-Mo-V cast iron.

当成長する。たとえば Photo. 1(a) に電解分離により抽出した炭化物の顕微鏡写真を示すが、大きなものでは長さが 0.5 mm に達するものも認められる。また初晶 M_7C_3 型炭化物は Photo. 1 (b) にみられるごとく六角柱状で晶出する特徴がある。

IV. 結 言

Cr-Mo-V 鋼鉄について実験結果を括めるとつぎのようになる、

(1) C 4.0%, Si 1.0%, Mn 0.6%, V 1.7% 鋼鉄におよぼす Cr, Mo の影響を調べた結果、Cr 10%, Mo 3% の添加により鑄造ままで $H_{RC} 63^{\circ}0$, 900~950°C 空冷で $H_{RC} 69^{\circ}0$ の硬度が得られる。

(2) 鑄造ままの硬度は鑄造寸法により差が認められるが、900°C 以上の空冷処理により硬度差はなくなる。

(3) 高温加熱による軟化抵抗が大きく、950°C 空冷処理では $H_{RC} 69^{\circ}0$ を示し、400°C までの温度では $H_{RC} 60^{\circ}0$ ($H_V 700$) 以上の高温硬度を保持することができる。また 5% 硫酸および 10% 苛性ソーダ溶液に対する耐食性にもすぐれる。

(4) 組織的には初晶 M_7C_3 型炭化物が大部分をしめ、しかも比較的大きく発達して存在するため、曲げ強さは一般に低い。

文 献

- 1) 佐藤, 西沢, 石原: 金属学会誌, 23 (1959) p. 403.
- 2) T. E. Norman: Foundry, 86 (1958), No. 6, p. 128.

669.15.26.27-194; 669.15.26.28-194
 669.14.018.258; 621.785.72; 620.178.152.40

(134) 5Cr-5W および 5Cr-5Mo 鋼の焼戻挙動について

(熱間工具鋼に関する研究-V)

日本特殊鋼

Na64276
 ○西村 富隆・新山 善之

On the Tempering Behavior of 5Cr-5W and 5Cr-5Mo Steels. 7P1939~1941

(Study on hot work tool steels-V)

Tomitaka NISHIMURA, and Yoshiyuki SHINYAMA.

I. 結 言

われわれは、熱間工具鋼に関する一連の基礎的な研究を続けているが、その中で 12Cr-W-V-Co, W-Cr-V,

5Cr-Mo-V, 5Cr-Mo-W-V, 5Cr-Mo-W 系 9 種類の鋼に対する焼戻挙動についての研究は終り、これらの結果はすでに報告¹⁾²⁾³⁾した。

今回は、5Cr-5W 型と 5Cr-5Mo 型の熱間工具鋼を今までと同様に焼戻時効した際の、硬度、衝撃値、炭化物反応、電子顕微鏡組織、内部応力などの変化を究明し、これらを総合して 2 供試鋼の焼戻現象を詳細に検討した結果について報告する。

II. 試料および実験方法

供試材としては、35 kVA 高周波誘導炉にて溶製した 8 kg 鋼塊を 14mm φ と 14mm φ に鍛伸してから焼鈍したものを使用した。これら試料の化学成分を Table 1. に示す。

実験方法はすべて前報³⁾の場合とまったく同様である。まず熱処理は、切削加工試料を 1200°C に 1 hr 保持して炭化物を基地中に完全に固溶してから油冷し、直ちに -73°C × 3 hr のサブゼロ処理をほどこし、しかる後焼戻しを行なった。炭化物抽出用電解液としては、今回から 0.2N 塩酸 + 5% クエン酸水溶液を用いた。内部応力測定は、シャルピー衝撃破断片の中から各温度における 1, 10, 100, 1000 hr 焼戻時間のもをえらんで行なった。すなわちこれら試料の基地であるフェライトからの (211)CoKα 回折線を用いて、その線の不均一結晶歪によつて生ずる広がりから、最大内部応力を求めた。もちろんこの場合、試料の表面加工層の影響を除くため、約 0.07mm 程度の深さまで表面を硝酸水溶液にて腐食除去した。

III. 実験結果

(1) 硬度および衝撃値

まず、焼入硬度 $H_{RC} 60^{\circ}5$ の H 14 鋼試料を 400~700°C の各温度で 0.35~1000 hr の焼戻時効を行なった場合には、時間と硬度との関係は Fig. 1 のようになる。400°C では 1000hr にいたるまで硬化が徐々に進行している。450°C では約 60hr くらいまでは硬化を続けるが、それ以後は軟化するので硬度極大は約 60hr のところにある。500°C ではこの硬度極大は約 6 hr, 550°C では約 0.5hr において生じている。このように硬度極大の位置は焼戻温度の上昇にともない規則的に短時間側に移行している。また 450, 500°C では軟化は単調に進行するが、550°C 以上の温度では、硬度は時間の経過とともに波状的に降下している。また、H 15 鋼の焼戻時効硬度曲線は H 14 鋼の場合と大体類似した傾向を示す。

Fig. 2 は、硬度の場合と同様に、H 14 鋼の常温に

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

Designation (Type)	Specimen No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	W	Mo
H 14 (0.4C-5Cr-5W)	1	0.38	0.81	0.31	0.008	0.016	4.28	5.25	—
	2	0.39	0.78	0.29	0.008	0.016	4.31	5.20	—
H 15 (0.4C-5Cr-5Mo)	1	0.42	0.24	0.33	0.009	0.018	4.37	—	4.72
	2	0.40	0.24	0.31	0.011	0.022	4.30	—	5.19

Specimen 1 was used for hardness, impact, extraction replica and internal stress tests, and 2 for electrolytic extraction.