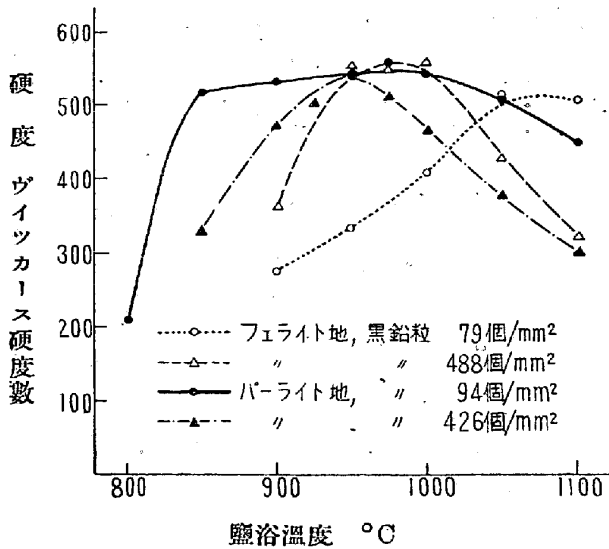


mm 内部である。黒鉛分布の微細なものではフェライト地とパーライトを有するものとの相違は余り認められないようである。之は焼入処理前に行つたパーライトを析出させる熱処理の際に、冷却速度が比較的速かつた為に黒鉛の微細な試料に於いてパーライトが余り生じなかつた事に依るのである。



第 3 図 鹽浴温度と焼入硬度との關係

次に鹽浴を用いて急熱急冷処理を行つた実験について述べる。供試材は地組織にパーライトを有するものについては本報告の高周波焼入のものと同じであるがフェライト地組織は前回の報告の供試材である黒鉛粒数 37~488 個/mm² のものを用いた。それらの供試材より、9 × 3 × 8 mm の小片を加工しそれを 800~1100°C の温度範囲内の各段階の鹽浴中に 10 秒間浸漬し直ちに急冷した。第 3 図はそれらのうち主なもの実験結果を示し Vickers 硬度数と鹽浴の温度即ち焼入温度との關係である。先づ黒鉛粒度の大きいもの即ち黒鉛の微細なものを見ると、鹽浴温度 950~1000°C 附近で著しく硬度が高くなり (550 Vhn.) それより温度が高いと急に硬度は低くなる。之は黒鉛の微細な鑄鉄が高温度になると急速な加熱に拘らず C は十分に地組織中に拡散して高炭素になる為マルテンサイト以外の残留オーステナイト等が焼入組織中に生ずる為である。そして地組織にパーライトを有するものではその最高硬度の位置が幾分温度の低い方にずれている。そしてこの様な組織に強く高周波焼入を行つると表面硬度は著しく低下し最高硬度の位置は内部に移る。フェライト地中に粗大黒鉛を有する試料では低い温度から焼入れたのでは硬度は上らず 1050°C を超えてやつと 500 Vhn. に達するに過ぎない。黒鉛粗大にして黒鉛相互の間隔が大きい為 C がフェライト地中へ拡散し

難いからである。従つてこれに高周波処理を行つても高い硬度は得られない。パーライトを有する組織は黒鉛粗大であつてもパーライトそのものが硬化し易く、又高温になつても黒鉛相互の距離が大きいので地組織は高炭素とはならず焼入れても可成の硬度を保つ事が出来る。従つて図の如く広い温度範囲に於いて高い硬度を保持している。

以上の実験より知り得た事柄を要約すれば、(1) 鹽浴短時間浸漬によつて得られた各種鑄鉄の鹽浴温度と硬度との關係曲線はそれぞれ高周波による焼入特性とよく関連しておりそれを地組織及び黒鉛の分布状態によつて説明する事が出来る。即ち (2) 黒鉛が微細であれば処理条件が強いと表面硬度は著しく低下し最高硬度は内部に移る。(3) フェライト地中に粗大黒鉛を有するものは高周波焼入によつて高い硬度は得られない。(4) パーライト地中に粗大黒鉛をもつものは広い範囲の焼入条件で高い硬度を得る。

(110) 耐熱鑄鐵に関する研究

(Studies on Heat-Resisting Cast Irons)

住友機械工業 K. K. 鹽崎 廣 嗣

○篠原 申之

I. 緒 言

従来耐熱鑄鉄に関する研究は数多くあり、実用的にも種々の材質が知られているが、各種鑄鉄の耐熱性に関する相互の比較研究は殆んどなされていらない。ここでは Ni 鑄鉄、高 Cr 鑄鉄を除外して普通鑄鉄、高 Si 鑄鉄、高 Al 鑄鉄の夫々に Cr, Mo, Al, Cu などを少量添加せる 22 種類の鑄鉄についてその耐熱性を比較することとした。

鑄鉄の耐熱性としては耐酸化性、耐成長性が主として論ぜられてきたが、高温で長時間使用することによる材質の変化に基づく強度の低下については殆んど研究されていないので、特にこの点に留意して高温長時間保持による強度の減衰度を測定するとともに、高温抗張試験、耐酸化試験、耐成長試験などを行つた結果について報告する。

II. 試 験 方 法

基材として C=3.35%, Si=1.35% の普通鑄鉄を使用し、第 1 表に示す如く、普通鑄鉄系 7 種、高 Si 系 7 種、高 Al 系 3 種と、以上の一部について低炭素としたもの、或は Fe-Si の代りに Ca₂Si を使用したもの等に

第1表 各種鑄鐵の耐熱性比較 (900°×30hr 加熱, 10 回繰返)

試料 番號	種別	代 表 的 成 分	酸化増量 mg/cm ²	成長率 %	鑄放抗張力 kg/mm ²					900°×300hr		ブリネル硬度 (10/1000/30)		
					常温	200°C	400°C	600°C	800°C	抗張力 kg/mm ²	減衰 度%	鑄放 900°×300hr	減衰 度%	
														°C
10			427	5.7	32.5	34.4	31.0	24.9	7.8	13.9	43	218	101	46
11	普通	Al(1)	465	11.2	30.2	31.8	32.7	22.5	7.7	11.2	37	209	83	39
12	鑄	Cr(0.8)	397	4.4	36.9	33.0	32.5	23.4	8.3	30.1	81	260	185	72
13	鐵	Cr(0.8)-Mo	389	4.1	39.7	41.0	41.8	34.0	11.6	34.9	88	277	209	75
14	系	Cr(0.8)-Al(1)	396	7.7	34.6	38.1	38.1	32.0	9.6	23.8	69	255	159	63
15		Cr(0.8)-Al(1)-Mo(0.3)	384	4.8	48.4	43.4	41.5	34.5	13.2	36.7	76	260	171	67
16		Cr(0.8)-Al(1)-Cu(1)	364	4.0	31.7	30.7	28.0	22.8	8.5	19.5	61	235	143	60
20		Si(5)	363	2.4	17.8	14.4	14.3	9.3	3.1	16.9	92	154	146	95
21	高	Si(5)-Cr(0.8)	345	1.5	18.4	14.8	14.9	10.2	3.4	17.3	94	165	161	98
22	Si	Si(5)-Mo(0.3)	333	1.6	17.9	14.8	12.9	11.1	3.8	18.4	103	159	168	106
23	鑄	Si(5)-Cr(0.8)-Mo(0.3)	290	1.4	18.9	15.2	16.8	11.6	4.1	19.5	106	168	185	110
24	鐵	Si(5)-Al(1)	315	2.1	16.3	14.5	16.1	10.4	3.4	14.2	87	155	138	90
25	系	Si(5)-Al(1)-Cr(0.8)	218	1.5	17.2	14.6	16.9	11.4	5.7	18.5	107	159	181	114
26		Si(5)-Cr(0.8)-Cu(1)	207	4.3	17.4	14.0	12.6	9.9	4.0	14.0	80	159	138	87
30	高	Al(6)-Cr(1)	63	2.0	32.9	26.2	29.4	28.1	10.4	30.0	91	253	148	58
31	Al	Al(4)-Si(5)	20	0.2	13.5	12.2	12.5	9.1	5.3	14.2	105	148	173	117
32	系	Al(4)-Si(5)-Cr(1)	1.6	0	14.8	16.9	19.6	11.9	7.5	16.1	109	159	200	126
20-1	低	Si(5)	422	4.6	25.5	28.5	21.6	20.2	11.8	22.1	89	218	211	96
32-1	炭	Al(4)-Si(5)-Cr(1)	3.3	2.1	15.4	16.8	13.2	12.7	8.1	16.9	110	181	194	122
20-2	Ca	Si(5)	146	1.1	25.1	30.3	30.1	17.9	4.7	23.0	90	218	211	96
30-2	處	Al(6)-Cr(1)	52	0.9	36.4	37.2	46.3	38.4	11.4	37.1	104	253	237	93
32-2	理	Al(4)-Si(5)-Cr(1)	15	0	16.3	18.3	21.2	13.7	9.2	13.7	88	200	159	79

註: 高 Cr 鑄鐵酸化増量=1.6mg/cm², 高 Cr 鑄鋼酸化増量=0.26mg/cm²
 球狀黒鉛鑄鉄 (C=3.33%, Si=3.22%) 酸化増量 43mg/cm², 成長率 2.8%

つき試験した。試料は 10 番黒鉛坩堝を使つてユークス
 炉で溶解し、35φ×50mm の試料 1 個、15φ×220mm
 の試料を 10 個いずれも乾燥砂型で鑄込んだ。35mmφ
 の試料からは 30φ×5mm の円盤を削り出して耐酸化試
 験片とし、15mmφ の試料を鑄放のまま 100mm に
 切断せるものを成長試験片とした。高温長時間保持後の
 抗張力、硬度測定用試料は 15mmφ の試料をそのまま
 用い、成長試験片及び磁製皿に載せた耐酸化試験片な
 どと共に箱型エレマ炉に装入、900°C に 30 時間保持し
 て炉冷することを 10 回繰返して、毎回酸化増量、成
 長量、硬度を測定した。900°C×300hr の処理を終つた
 15mmφ の試料から平行部が 7φ×10mm で全長が
 80mm の小型抗張試験片を製作して、抗張試験を行つ
 た。高温抗張試験は 15mmφ の鑄放試料から同一寸法
 の小型試験片を製作し、特別に設計されたホルダーでつ
 かみ、縦型エレマ炉を設置せるアムスラー引張試験機に
 て行つた。試験温度は常温、200°C、400°C、600°C、
 800°C とし、各温度に 20 分間保持した後引張つた。

なお、抗張試験片の残部から鑄放および 900°C×300
 hr 保持後との組織変化を検鏡によつて比較した。

各試料の酸化増量、成長量、鑄放試料の常温および高
 温抗張力、900°C×300hr 処理後の抗張力、硬度の変化
 を第 1 表に示す。なお、比較のため高 Cr 鑄鉄、高 Cr 鑄
 鋼、球狀黒鉛鑄鉄についても耐熱試験を行つた結果を第
 1 表の欄外に示しておく。

(1) 耐酸化性と耐成長性

普通鑄鉄に Cr を 0.8% 添加すると酸化量は 90% に
 減少するに過ぎないが成長は約 4/5 に減少する。1% 前
 後の Al の添加は耐熱性を低下せしめ、Mo、Cu の添
 加は多少よい結果を示している。Si 5% になると酸化
 量は普通鑄鉄の 85% に減少するに過ぎないが、成長は
 0.8%Cr 鑄鉄の半分、即ち普通鑄鉄の 2/5 に減少してい
 る。高 Si 鑄鉄に Cr、Mo、Al、Cu などの少量添加は
 何れも耐酸化性を向上しており、一方成長に及ぼす影響
 としては Cr、Mo は成長を少くし、Al は殆んど影響な
 く、Cu は成長を著しく増加せしめている。

Al (6%)-Si (1.5%)-Cr (0.8%) 鑄鉄では酸化増量
 は普通鑄鉄の約 5%、成長は約 1/3 に減少している。
 Si (5%)-Al (4%) 鑄鉄では酸化増量は普通鑄鉄の約
 5%、成長は約 4% にすぎず、このものに更に 1% の Cr
 を添加せるものは高 Cr 鑄鉄に匹敵する耐酸化性を有

III. 結果と考察

し、成長は皆無である。

高 Si 鑄鉄、Al (4%)-Si (5%)-Cr (1%) 鑄鉄について炭素を約 2% 程度に下げたものではいずれも酸化量、成長量を増加し、Fe-Si の代りに Ca_2Si を用いたものでは高 Si 鑄鉄、高 Al 鑄鉄いずれも耐熱性が向上したが、高 Al-高 Si 鑄鉄では殆んど影響がなかった。

(2) 機械的性質

鑄放品の常温抗張力についてみると、高 Si 系鑄鉄 (フェライト地) は普通鑄鉄 (パーライト地) の約 60% の抗張力にすぎず、高 Al 系では低 Si のものは普通鑄鉄程度の強度を有すが、高 Al-高 Si 系ではずつと低く普通鑄鉄の約 40% にすぎない。鑄放抗張力に及ぼす添加元素の影響として Cr, Mo は強度を高め、Al は低くし、Cu は殆んど影響しない。炭素量は低いほど強く、Ca 処理の効果は高 Si 系で 40% の抗張力増加、高 Al 系及び高 Al-Si 系では約 10% の増加となつている。

耐熱鑄鉄では鑄放の状態での機械的性質を問題としても無意味であるので、本研究では特に高温および長時間高温保持後の強度の低下の少い材質を得ることを目的とした。900°C に 300hr 保持後の抗張力、硬度の低下の状態をみると、普通鑄鉄では鑄放の半分以下、0.8%Cr 鑄鉄では鑄放の 80% に下つている。少量の Al 或は Cu の添加は何れも減衰度を増し悪い結果を示し、少量の Cr 添加は普通鑄鉄では減衰防止の効果を示すが、高 Si 系においては Cr 単独では効果乏しく、Mo 又は Al と併用すると減衰を完全に防止するのみならず鑄放よりもかへつて強くなつている。又高 Al-高 Si 系及び Ca 処理せる高 Al 系でも鑄放より強くなつておる。

次に高温抗張力の共通せる傾向として常温よりも 200°C, 400°C のほうが高い値を示し、多少の例外はあるが 400°C 附近で最高を示し、特に Ca 処理のものでのこの傾向が強いようである。更に試験温度が上ると 600°C では常温の 50~80% に低下し、800°C では常温の 20~50% に低下する。高温強度の保持に及ぼす添加元素の影響をみると、Cr, Mo 特に Mo の効果が明かに認められ、少量の Al も効果が多少認められ、特に高 Al 系では顕著な効果を示し、又 Ca 処理せるものは一般に高温強度の低下が少いようである。

高温に長時間保持せる試料につき高温強度の測定は行なわなかつたが、「耐熱強度」とでも云うべき σ' を比較することが耐熱鑄鉄の強度を論ずるには適當と考えられる。

(ここで $\sigma' = \sigma \times K_1 \times K_2$, σ : 鑄放常温抗張力, K_1 : 高温減衰度, K_2 : 高温長時間保持減衰度)

IV. 結 言

(1) Cr 0.8~1.0% の添加は耐熱性の向上ならびに高温強度保持の効果を示し、さらに高温長時間保持による強度の減衰を防ぐ効果は普通鑄鉄系では著しく、高 Si 系でも Mo, 或は Al と併用したときは鑄放よりも強くなる。

(2) 0.3% 位の Mo の添加は Cr 同様耐熱性を向上するとともに、特に高温強度の保持、高温長時間保持による強度の減衰防ぎ、Cr とともに最も有益な元素である。

(3) 1% 程度の Cu の添加は耐酸化性を多少向上せしめる位の効果に過ぎず、成長を増加することもあり、耐熱強度の点でもよろしくなく、Cu 添加は無意味と云えよう。

(4) 1% 程度の Al の添加はむしろ有害な場合の方が多いが、Al 4~5% の添加は著しく耐熱性を向上し、強度の減衰も少く、高 Al, 高 Si のときは高 Cr 鑄鉄に匹敵する耐熱性を発揮する。

(5) 炭素量を減らすと機械的性質は向上するが、耐熱性は低下し、且つ鑄造性を悪くする。

(6) Ca 処量の効果は何れの場合も強度を向上するとともに、高温強度の保持に効果あり、耐熱性は改善する場合とそうでない場合とがある。

(7) 一般の耐酸化性、耐成長性の良好なものは高温および高温長時間保持による強度の減衰も少いといえる。

以上の結果より余り強度を必要としないものには耐熱性の最もよい Al (4%)-Si (5%)-Cr (1%) が最適であり、多少耐熱性を犠牲としても強度を必要とするときは Ca 処理せる Al (6%)-Cr (1%) のものが最もよい結果を示す。

(111) 特殊鑄鉄の高温硫化試験について

(On the High-Temperature Sulphidation Test of Special Cast Iron)

早稲田大學教授 鹽 澤 正 一

早稲田大學助手 ○中 井 弘

I. 緒 言

化学工業に於いては硫黄の蒸溜など高温度の硫黄化合物をふくむ瓦斯中で金属を使用するが多いが、実際の操業の際に参考とすべき金属材料の高温硫黄ガスに対する耐久性についての研究報告は僅少である。そこで筆