

Table 2. Length and number of crack (100 cycles).

Series	No.	0~5 mm		5~10mm		10mm 以上		Total		Mean
		number	length	number	length	number	length	number	length	
A	4	21	62.0	19	128.5	6	69.0	46	259.5	5.64
	7	13	36.5	14	94.5	8	98.0	35	216.5	6.74
	1	18	54.5	15	102.5	6	66.5	39	223.5	5.73
	60	7	16.0	10	70.5	10	115.0	27	201.0	7.44
	58	10	22.0	15	100.5	8	88.0	32	210.5	6.57
B	23	29	83.5	19	126.5	8	83.0	56	293.0	5.23
	65	23	59.0	16	103.5	5	74.0	44	236.5	5.37
	9	17	45.5	11	67.5	7	86.5	35	191.5	5.70
	61	8	20.0	12	74.5	9	110.5	29	205.0	7.07
	14	20	62.0	15	101.5	6	68.0	41	231.5	5.64

度サイクルの点から上設定温度，下設定温度の決定が問題であつたが，鋼塊用鑄型が實際上受ける熱作用は鑄型内面において 800~900°C に急熱され，外面はそれに依りて 400~500°C に温度上昇し，その後は比較的ゆるやかに冷却される．この作用を繰返し受けるわけであるが炉の能力，サイクルの時間などを考慮して上設定温度を 800°C におさえ，下設定温度を 500°C と定め，繰返し加熱冷却を 100 回おこなつて表面に発生した熱亀裂を測定比較した．この測定については試験片の X 線透過写真を撮影し，そこに現われた熱亀裂の箇数および長さを測定して比較の基準とした．

V. 試験の結果

試験の結果を Table 2 に示す．

また試験片表面の熱亀裂写真および X 線写真をそれぞれ Fig. 2 および Fig. 3 に示す．

VI. 結果の考察

この試験においては試験片表面の直径約 15mm の部分がさきに急冷され，その部分と外周部との間の温度差のために円周方向の応力が発生し，内部の抵抗圧力に対する外面の抗張力の不足のために外周部に亀裂が発生するものであろう．そしてこの加熱冷却の作用を繰返し受けることによつて亀裂が成長してゆくようである．この結果を炭素当量によつて図示すれば Fig. 4 のごとくに

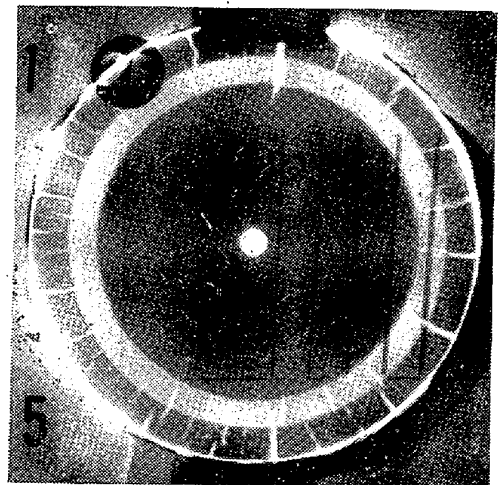


Fig. 3. X-ray photograph after 100 cycles (Specimen No. 23)

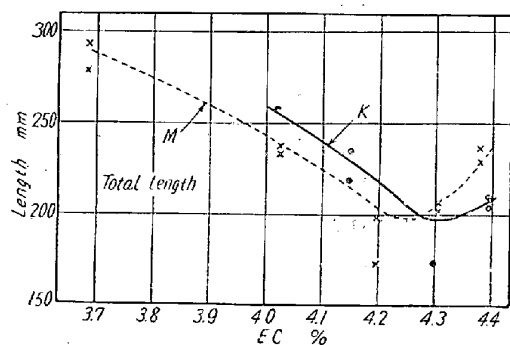


Fig. 4. Change of cracks with equivalent carbon.

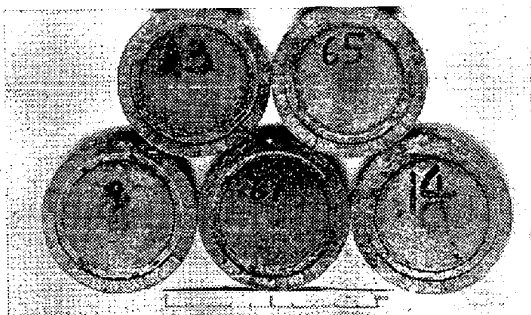


Fig. 2. Appearance of specimens after 100 cycles (Specimen B series)

なる．すなわち炭素当量がほぼ 4.3% の共晶点近傍において亀裂の最小値を示す部分があり，この点より過共晶になつても亜共晶になつても亀裂は増加する傾向を有する．この結果の考察に関してはさらに今後加熱冷却回数の変化による熱亀裂発生状況の変化ならびに加熱冷却の温度範囲を種々変化することによる熱亀裂発生の変化等の調査を続けて解明していきたいと考えている．

文 献

1) 下田・渡辺: 鉄と鋼, 43 (1957) 996

### (38) 鑄鉄の組織および硬度とクロームおよび珪素含有量との関係

(耐熱性鑄鉄の基礎的研究—I)

#### Relations Between Micro-Structures to be Related to Hardness and Contents of Chrome and Silicon

(Fundamental study on heat-resisting cast iron—I)

Y. Kawano, et alii.

京都大学工学部冶金学教室

工博 森田志郎・工〇川野 豊

工 倉井和彦・工 里見祥明

#### I. 緒 言

Cr および Si は鑄鉄の耐熱性を増進させる元素として知られているが、鑄鉄に Cr を増加させると炭化物を生じ、その切削性をいちじるしく阻害するが、Si を同時に添加すれば炭化物の析出を防ぐとともに鑄鉄の耐熱性をさらに良好にすることが予想される。C 量のことなる 2 種のキュポラ鉄を用いて、Cr を約 1% まで、Si 約 1.5%~3.0% の範囲で鑄鉄の組織および硬度と Cr および Si 含有量との関係を調べ、さらにこれらの結果にもとずきセメントタイトの現出しない範囲の試料につき熱膨張計を用いてそれらの含有量が鑄鉄の生長性におよぼす影響を調べた。

#### II. 実験材料

キュポラよりの同一熔湯を #2 黒鉛をつばに鑄造凝固させた 1 個重量約 1.7 kg の鑄塊を原料に用いた。キュポラ鉄は Table 1 に示すごとく化学成分を有する C 約 3.4% および C 3.8% の 2 種である。成分の調整には Si 約 77% のフェロシリコンおよび C 約 7%, Cr 約 56% のフェロクロームを用いた。

#### III. 実験方法

上述の鑄塊をクリプトル電気炉にて再溶解し C 量は 3.4% および 3.8% とし、各 C 量において、Si 量を約 1.5~約 3% の範囲で、Cr 量を約 0.03%~約 1% の範囲で変化させた。成分調整後、最高加熱温度約 1400°C で約 10 分保持し、試料の液相線温度上約 50°C を鑄込温度とし、分析用板状金型縦込のシエル鑄型に 40

mm φ × 205 mm の試験棒を鑄造し、この中央部より破面組織および顕微鏡組織試料を採取して顕微鏡試験をおこなうとともに下端面より約 20 mm の断面より上方で 7 mm φ × 70 mm の生長試験片を採取し、その生長性を熱膨張計を用いて測定した。試料の加熱にはニクロム線巻電気炉を用い、900°C で 5 時間保持する場合の加熱前後の寸法差より生長率を測定した。

室温 → 900°C 5h 保持 → 600°C → 室温  
10°C/mn                      5°C/mn                      空冷

なお硬度は顕鏡面をエメリー紙 06 番まで研磨し、ロツクウエル B スケール (1/16 in 球) により中央部、中間部、周辺部のそれぞれ各 3 カ所を測定し各その平均値を硬度とした。実験結果では HRB 値を HB 値に換算してのべる。

#### IV. 実験結果

##### 1. 顕微鏡組織

C 量 3.4% の場合、Si 約 1.5~2%, Cr 約 0.03~0.6% の範囲では、基地組織はすべてパーライトであり組織の差は認められず、Si 約 2.5% の場合は、Cr 約 0.3~0.7% の範囲で、Cr 約 0.5% まではわずかにフェライトが存在するが、ほとんどパーライト基地で、それ以上ではパーライトのみになることが認められ、Si 約 3% では、Cr 約 0.03% の場合はかなりフェライトが存在し、Cr 約 0.3% ではほとんどパーライト基地になるが多少のフェライトの残存が認められ、さらに Cr の増加にともないフェライトが減少し、Cr 約 0.7% で全くパーライトのみとなる。黒鉛組織はすべて片状黒鉛で C 量 3.8% の場合、Si 約 1.5~2% においては Cr 約 0.03% ではいずれも基地組織はパーライトに相当量のフェライトをふくむ組織であるが、Cr 約 0.4% 以上では、パーライトのみとなり、Si 約 2.5% では Cr 約 0.4% までは、Cr の増加にともないフェライトが減少するが、約 0.5% 以上ではパーライトのみの基地となり、Si 約 3% では、Cr 約 0.5% まではフェライトは Cr 含有量の増加とともに減少し、約 0.7% 以上ではパーライトのみの基地となる。黒鉛組織はすべて片状黒鉛である。しかして Cr が約 0.2% より大なる範囲の成分ではステダイト中いわゆる角柱状の組織 (Hanemann & Schrader<sup>1)</sup>) は "Balken" と称し、

Table 1. Chemical composition of materials.

Specimen	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Cu %	Ti %	V %
No. 1	3.42	1.15	0.36	0.064	0.097	0.036	0.174	0.023	0.020
No. 2	3.81	1.46	0.55	0.118	0.068	0.031	0.158	0.040	0.039

Fe<sub>3</sub>C でも Fe<sub>3</sub>P でもないとのべており、谷村、松田<sup>2)</sup>は Cr を固溶したセメンタイトであるとのべている) が認められた。これは約 1000~1200 のマイクロピツカーズ硬度を有している。

## 2. 硬度測定結果

(a) C 3.4% の場合: Si 約 1.5% において Cr 約 0.4% までは H<sub>B</sub> で約 6 増加するのみでほとんど硬度に変化は認められなかつた。Si 約 2% の場合は Cr 約 0.6% まで、Si 約 2.5% の場合は Cr 約 0.3~0.7% でほとんど硬度に変化はなく、Si 約 3% の場合は Cr 約 0.03~0.3% で H<sub>B</sub> 約 20 増加しそれ以上 Cr 約 0.7% まで硬度は漸増する。しかして Si 3%, Cr 0.7% の硬度と Si 2%, Cr 0.4% の硬度がほぼ等しい。

(b) C 3.8% の場合: Si 約 1.5% では Cr 約 0.03~0.2% の増加で H<sub>B</sub> 約 30 増加するがそれより Cr 約 0.5% までは H<sub>B</sub> 約 7 増加する程度であり、Si 約 2%, 2.5% および 3% の場合はそれぞれ Cr の増加にともなつてほぼ直線的に硬度は漸増する。しかして Si 2%, Cr 0.4% の硬度と Si 3%, Cr 1% の硬度がほぼ等しい。

## 3. 生長率測定結果

C 3.4%, Si 約 2%~3% の生長率は、いずれの場合も Cr 約 0.4~0.5% まで生長率は著減し、それ以上 Cr が増すと低 Si の場合はほとんど成長率は変化しないが、高 Si の場合はさらに生長率は少なくなることが認められた。約 0.5% 以下の Cr では、低 Si の方が生長性は少いが、それより Cr が高くなれば高 Si と低 Si の生長率に大差ないことが認められた。

本研究(第1報)は耐熱性鑄鉄として Cr および Si をふくむ鑄鉄をとりあげ、従来のごとき高 Cr および高 Si 含有量の場合とことなり、基地の組織をパーライト組織のみとして遊離炭化物をほとんどふくまない範囲の Cr および Si の含有量を求め、その生長性の変化を調べた結果をのべたもので、切削性の良好な耐熱鑄鉄を探索する基礎的研究結果である。

## 文 献

- 1) Hanemann & Schrader: Atlas Metallographic Bd. 2, Tafel 15.
- 2) 谷村, 松田: 鉄と鋼, 39 (1953) 362; 鑄物, 28 (1956), 709

## (39) 全塩基性天井平炉についての二三の検討

### Some Studies on an Open Hearth Furnace with an All-Basic Roof

T. Yamaguchi, et alii.

八幡製鉄所製鋼部

小田重徳・工 下郷良雄

工 甲斐 幹・工〇山口武和

## I. 緒 言

この数年いちじるしい発達を示している酸素製鋼法は能率および燃料原単位にその効果を明らかにしているが、炉体の損傷いちじるしいことは大きな問題である。したがつて炉体構成の改善、操業法の検討が常に考えられているが、最も有効な手段として塩基性煉瓦の採用がある。この点諸外国の燃焼を主体とした効果を考えるのに対していちじるしく異なる点であり、また問題点もこゝに集約される場所である。当所においても各製鋼工場(S.T.K)で32年5月より種々検討を続け、固定式平炉ではすでに試験期もすぎ日常作業となつている。この間の操業の概要と、二、三の現場的な検討結果を報告する。

## II. 操業概要と問題点

32年5月 T-7 炉をテスト炉としてスタートし、この1年間に天井寿命を終つたものの概略を Table 1 に示す。33年5月現在操業中の炉は 60 t 平炉×3基、120 t 炉×4基であり、さらに大型傾注炉および 120 t 炉×2基について準備を完了している。とくにK工場では近い将来全基を全塩基性天井炉として稼働し、重点的な作業をおこなうことになつている。33年4月までの3基の経験から次のようにまとめられる。

Table 1. Furnaces and results.

(May 57~Apr. 58)

Manufacturer	A		B	
	S-5	K-7	T-7	
Furnace	60 t	120 t	60 t	
Capacity & type	stationary	stationary	stationary	
Actual charging capacity	78 t	137 t	78 t	
Hearth area(m <sup>2</sup> )	38.6	51.0	42.6	
Roof	Radius (mm)	5,700	4,850	6,055
	Span(mm)	5,390	5,610	5,653
Campaign			1st	2nd
Roof life (No. of charge)	458	369	420	389
O <sub>2</sub> Consumption (m <sup>3</sup> /t)	19.2	13.6	11.5	14.6