

## (82) 徐冷鑄鉄の研究

## (Influence of Alloying Elements and Inoculations on Slowly Cooled Cast iron)

Shun-ichi Tsutsui.

関東特殊製鋼株式会社 工〇筒 井 舜 一  
相 原 博

## I. 緒 言

大型鑄物を研究対象として実験室的に徐冷された鑄鉄の組織及び機械的性質に対して合金元素及び接種がどう影響するか実験した結果に就て報告する。

## II. 実 験 方 法

先づ Fig. 1 に示す大型黒鉛螺旋抵抗式電気炉で岩手木炭銑, 軟鋼, 及び各種 Ferro-alloy を用いて各種合金鑄鉄を熔製した。原料は銑を grinder で良く落し溶解は 1500°C 以上に過熱よく攪拌後約 11mm $\phi$ の生砂型に鑄込んだ。成分は基本を 2.5% C, 1.25% Si, 0.37% Mn, 0.06% P, 0.02% S とし C 2~3%, Si 0.5~2%, Mn 0.37~2%, P 0.06~1%, S 0.02~0.34%, Cu 0.11~2%, Ni 0~2%, Cr 0~1%, Mo 0~1.5%, V 0~1% の範囲である。

これ等の材料を内径 12mm $\phi$ , 長さ約 100mm の磁性タンマン管に入れ8箇所 Fig. 1 の黒鉛螺旋抵抗式電気炉で 1400°C  $\times$  5mn 保持後炉冷した。本炉は黒鉛

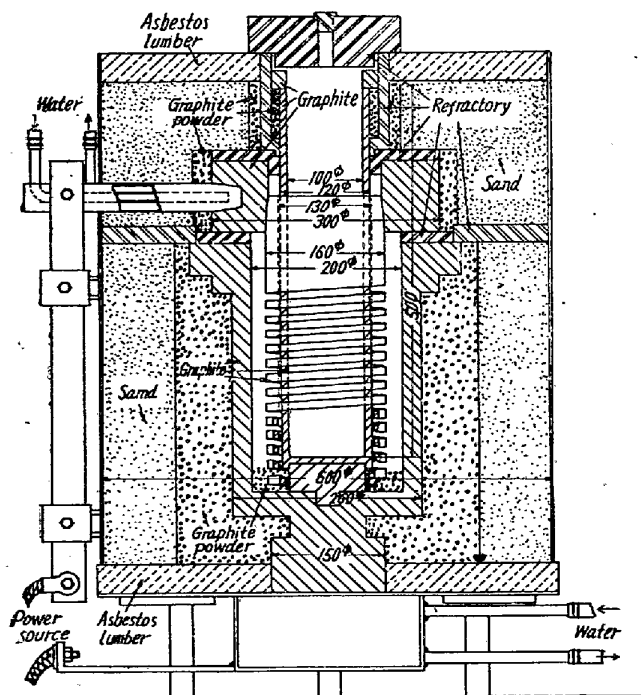


Fig. 1. Graphite spiral furnace.

螺旋発熱体の内外に黒鉛円筒をもうけ発熱体の酸化及び機械的損傷を防止したもので数百時間の操業実績を挙げている。炉冷時炉中央の冷却速度は 1300°C  $\rightarrow$  1100°C 間は平均 5°C/mn, 800°C  $\rightarrow$  600°C 間は平均 1.25°C/mn である。測温はすべて Pt-Pt-Rh 熱電対で行った。接種する場合は 1400°C 5分保持後 Ca 31%, Si 60% の Ca-Si を 0.5% 添加した。室温まで炉冷後タンマン管の底より約 10mm の点で切断し顕微鏡組織の観察, H<sub>B</sub> 硬度, matrix の微小硬度の測定, 残部から 5.00mm $\phi$  の試験片を製作し抗張力試験を行つた。

## III. 実 験 結 果

結果の一部を Photo 1 及び Fig. 2 に示す。(Photo 1 及び Fig. 2 省略会場で掲示)

(1) Cが増すにつれて黒鉛は量を増し片晶状 $\rightarrow$ 連鎖状 $\rightarrow$ 片状となり Ferrite が増す。pearlite の硬度は下る。抗張力は 2.6% に max がある。Ca-Si 接種により黒鉛は小片状化し抗張力が数割増す。特に low Si の場合にきくようである。

(2) Siが増すにつれて黒鉛は共晶状 $\rightarrow$ 連鎖状, 片状となり Ferrite が増す, 抗張力も増す。Ca-Si 接種により黒鉛は小片状化し抗張力は数割増す。特に low C の場合にきくようである。

(3) Mnが増すにつれて黒鉛は連鎖状 $\rightarrow$ 共晶状となり Fe<sub>3</sub>C が僅に現れる。ferrite はなく pearlite は微細となり硬化する。抗張力は余り変化がない。Ca-Si 接種により黒鉛は大共晶状乃至連鎖状にまで改善されるが小片状となりにくく抗張力は余り増さない。

(4) Pが増すにつれて黒鉛は片状化し長く太くなる。同時に steadite が急増し粗大化する。ferrite は増す。pearlite は微細となり粒状化傾向があり硬化する。抗張力は 0.3% に max. がある。Ca-Si 接種の効果は殆ど認められない。

(5) Sが増すにつれて黒鉛は共晶状 $\rightarrow$ 網状, 粒状化傾向を示す。同時に細長い硫化物が増し Fe<sub>3</sub>C が僅に現れる。抗張力は 0.13% S に min. がある。Ca-Si 接種により黒鉛は S が少い場合には小片状化するが S が増すにつれて共晶化し接種効果は認められなくなるが硫化物は粒状化する。接種による抗張力の増加も S が多いほど減る。

(6) Cuが増すにつれて黒鉛は連鎖状 $\rightarrow$ 中共晶状となり ferrite を増す。pearlite は微細となり粒状化傾向があり硬化する。抗張力はやや減る。Ca-Si 接種により黒鉛は小片状化し抗張力は約2倍になる。

(7) Ni が増すにつれて黒鉛は共晶状→連鎖状、小片状となり ferrite は増す。pearlite は微細となり硬化する。抗張力は 0.6% Ni に min. がある。Ca-Si 接種により黒鉛は小片状で太くなり抗張力は数割増す。

(8) Cr が増すにつれて黒鉛はこまかく切れた共晶状、連鎖状となり同時に含クロム  $\text{Fe}_3\text{C}$  が現れ 1% Cr で白銑化し、 $\gamma$  の壁開面に二次  $\text{Fe}_3\text{C}$  が析出する。Ferrite はなく pearlite は微細となり硬化する。抗張力は増す。Ca-Si 接種により黒鉛は low Cr では小片状化し Cr が増すにつれて太短くなり 1% Cr では塊状黒鉛が現れ  $\text{Fe}_3\text{C}$  は減り同時に  $\gamma$  の壁開面に析出する。 $\text{Fe}_3\text{C}$  は殆どなくなる。抗張力は数割増す。

(9) Mo が増すにつれて黒鉛はこまかく切れた黒鉛よりなる共晶状となり更に太短い連鎖状となると同時に  $\text{Fe}_3\text{C}$  ではなく Mo 複炭化物が現れる。又黒鉛は ferrite をともなう様になる。pearlite は微細となり粒状化傾向があり硬化する。抗張力は 1% Mo に max. がある。Ca-Si 接種により太短い小片状となり抗張力は増す。

(10) V が増すにつれて黒鉛はこまかく切れた崩れた共晶状となり更に太短い連鎖状、小片状となると同時に  $\text{Fe}_3\text{C}$  ではなく  $\text{V}_4\text{C}_3$  が羽毛状に現れる。又黒鉛は ferrite をともなう様になる。pearlite は微細となり粒状化傾向があり硬化する。抗張力は上る。Ca-Si 接種により黒鉛は小片状となり抗張力は増す。

#### IV. 結 論

徐冷された鑄鉄に対する各種元素及び Ca-Si 接種の影響を研究し次のことがわかった。

(1) C, Si, P は黒鉛組織を粗大化させ、Mn, S, Cu, Ni, Cr, Mo, V はこれを細かくするが各元素共独特の黒鉛組織を生ぜしめる。

(2) Mo, V は黒鉛の他にそれぞれ特殊炭化物を生ぜしめる。

(3) Ferrite 化に対して C, Si, P, Cu, Ni, Mo, V は促進し Mn, S, Cr は阻止する。

(4) pearlite 組織に対して、C, Si, S は余り影響を与えないが Mn, P, Cu, Ni, Cr, Mo, V は微細化させ硬化せしめる。特に P, Cu, Mo, V は粒状化させる傾向がある。

(5) Ca-Si 0.5% 接種により黒鉛組織は改善されるがしかし P, S, Mn の多い場合は効果が余りない。

(6) 機械的性質の改善には Si, Mo, Cr, V が特に効果がある。Ca-Si 接種により更に改善される。

### (83) 球状黒鉛鑄鉄の基礎的研究 (XII)

(黒鉛球状化に及ぼす Si の影響)

#### Fundamental Studies on Spheroidal Graphite Cast Iron (XII)

(Influences of Si on the Formation of Spheroidal Graphite Cast Iron)

Ryohei Ozaki, et alii.

京都大学工学部

工博 森田 志郎・工〇尾崎 良平

工 倉井 和彦・木村 皓

#### I. 緒 言

Mg 処理により球状黒鉛鑄鉄を製造する場合の基本的成分である Si の影響については本鑄鉄の性質を左右する点において甚だ重要なもので、その機械的性質或は耐熱性に及ぼす影響については W. H. White 等 (Trans. A.F.S. 59 (1951) 337) により発表されている。Mg 処理による黒鉛の球状化に及ぼす Si の影響としては 2, 3 の実験報告 (田中氏等: 鑄物 23 (1951) 1, 堤氏等: 本協会昭和 26 年秋季講演大要 p. 22, 木下氏等: 日本鑄物協会講演概要昭和 30 年 5 月 p. 11) があり、Si は球状化に悪い影響がないといわれているが、H. Morrogh & J. W. Grant (Foundry, 76 (1948) No. 10, p. 90) は Ce 処理の場合に Ce 合金の添加温度は 1350~1450°C がよくて 1300°C 以下では添加前に過共晶黒鉛が熔銑中に析出し Ce の球状化作用を妨げるとしている。

本研究においては不純元素含有の少い一定の銑鉄を使用して Si 量を変化し、Si の組織に及ぼす影響を C 量の変化を考慮して実験研究を行つた。

#### II. 実 験 方 法

原料銑鉄は不純元素の少いダクタイル用大暮木炭銑を用い C 量調整には電解鉄を、Si 量調整にはフェロシリコン (75% Si) の約 3mm 大のもの及び Mg 処理後の接種用には -28~+35 メツシュのフェロシリコン (75% Si) を、又 Mg 処理には金属 Mg をホスホライザにより約 0.8% 添加した。

試料熔製はクリプトル電気炉で No. 3 黒鉛坩堝を用い約 1450°C で原料銑約 500 gr を装入溶解し、熔銑温度約 1450°C でフェロシリコンを加え所要の Si 量に調整以後次の 3 種の処理操作を行い 2cm  $\phi$   $\times$  7cm の約 500°C 加熱砂型に約 1350°C で鑄造した。

(1) 処理 A: Si 量を約 1.4~4.6% に調整後約 18 分で熔銑温度を約 1400°C とし、Mg 処理を行い約 3 分