

(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 Fe_3C が現れ 1% Cr で白銹化し, γ の壁開面に二次 Fe_3C 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 Fe_3C は減り同時に γ の壁開面に析出する. Fe_3C 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 Fe_3C 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 Fe_3C ではなく V_4C_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銹中に析出し 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銹鉄を使用して 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った.

II. 実 験 方 法

原料銹鉄は不純元素の少いダクタイル用大暮木炭銹を用い 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 メツシユのフェロシリコン (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 で原料銹約 500 gr を装入溶解し, 熔銹温度約 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 ϕ \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 分で熔銹温度を約 1400°C とし, Mg 処理を行い約 3 分

保持後除滓し、Si 量で 0.4% に相当するフェロシリコンで接種、約 1 分保持して試料を鑄造した。この場合熔解配合 C 量は約 4% 及び 3.2% の 2 種とした。

(2) 処理 B: Si 量を約 1.4% 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 分間保持後除滓し、Si 量で約 0.4~4% に相当するフェロシリコンで接種、約 1 分保持して試料を鑄造した。この場合も熔解配合 C 量は約 4% 及び 3.2% の 2 種とした。

(3) 処理 C: Si 量を約 1.4~4.6% に調整後約 15 分でアラウンド・セメントを表面に塗布した黒鉛棒を熔銑温度を測定しつつ浸漬し、約 1280°C に熔銑を冷却し約 2 分後に約 1300°C とし、Mg 処理を行い約 3 分保持後除滓し、Si 量で 0.4% に相当するフェロシリコンで接種、約 1 分保持して試料を鑄造した。この場合配合 C 量は約 4.1% とした。

なおこれら熔解処理操作の各段階において適時熔銑を汲出し、厚さ約 2mm の金型に鑄造して分析試料とし、5mmφ×10cm の金型試料に鑄造して Mg 分光分析用とした。又上記の各熔製試料は上端より約 1.5cm で破断し破面を調べると共に顕微鏡検査に供し、なお必要に応じて試料下端より約 1.5cm の面、或は試料を縦断した面について検査した。

III. 実 験 結 果

(1) 原料銑単味に Si 量のみを調整して Mg 処理後 0.4% Si の接種をし約 1.8% Si 含有の場合に約 0.037% Mg 以上含有すれば完全に黒鉛が球状化することを基準として、さらにフェロシリコンの使用量の多いものではフェロシリコン中に含有される Al, Ti 等の球状化阻害元素が侵入増加することを考慮して適当の試料について Al, Ti 等の分析を行い球状化程度の判定の参考として、Si の黒鉛球状化に及ぼす影響を調べた結果次のことが認められた。各処理操作別の Si の球状化に及ぼす影響については判定が困難であるが、総括的には Si 含有量 1.8~4.99% で所謂 C 当量 ($C + \frac{1}{2}Si$) 約 4.0~5.0 の範囲の成分においては殆んど黒鉛球状化程度は変化がないものと推察された。

(2) (i) 処理 A では約 4% C 配合のとき添加 Si 量

の増加に伴い遊離炭素の析出が接種以前に起るか約 3.2% C 配合のときは添加 Si 量が 2.18~4.12% の範囲では遊離炭素の析出は起らない。(ii) 処理 B では約 4% C 配合のとき接種 Si 量の増加と共に接種前後で 0.1~0.6% 程度の C が減少するも、約 3.2% 配合のときは接種 Si 量約 3% 以上でも殆んど C の減少は認められない。(iii) 処理 C では約 4% C 配合で調整 Si 量の増加と共に冷却による C の減少 (0~0.7% C 程度) が起る。これらの C の減少の起つたものでは接種後の Si 量がほぼ同一であれば C 量もほぼ近似となり Si 含量約 3% 以上では C 当量はほぼ 4.9 前後になることより 3 種の処理による夫々の C の減少は何れも主として Si 増加により黒鉛が析出して熔銑表面に遊離するものと認められた。

(3) 球状黒鉛の粒数及び大きさに對しては Si 量の増加は粒数を増し、大きさを小とするも、特に (2) に述べた如き C の減少の起る C 当量が約 4.9 以上のものでは、処理操作による C の減少の時期が異つても粒数、大きさに大差がなく、約 3.2% 配合で Si 含量が多くても C の減少が殆んどない C 当量の約 4.8 以下のものに比して、Si 量の増加による粒数及び大きさの変化が大であることが認められた。これらは過共晶での液相線に近い温度より凝固するため凝固範囲を通過する冷却速度が大となりそれによる過冷現象より黒鉛核の増加を来すことによるものと推察された。

(4) 接種 Si 量を 0.4% 以上に増加するも、接種後の C, Si 量のほぼ同一のものについては球状黒鉛粒数及び大きさに殆んど差がないが、接種 Si 量を増したものがパーライトがより少ない傾向が認められた。

(5) 過共晶熔銑を急冷し遊離黒鉛を晶出させた約 1300°C の熔銑に Mg 処理を行い 0.4% Si で接種するも特に黒鉛球状化が悪くなることは認められなかつた。

(6) 3 種の処理操作において、C 配合量の多い場合 Si 接種後 C 当量が約 4.9 以上になつたものでは局部的に細粒の黒鉛群が現れる傾向があるが特に Si 接種量が多い処理 B の場合では著しい出現を認めた。なお C 配合量の低い場合、Si 接種後の C 当量が 4.9 に近い 4.8 のものでも細粒黒鉛群の出現は認められなかつた。