

の析出物を形成する。以上析出物は添加元素に影響されるが析出物の種類よりも間接的な元素の影響即ち析出速度、析出物中の固溶元素量等に影響され特に第一段析出物の形態、組成が第二段析出物に大きい影響を持つことが考えられる。

以上ごく簡単に実験結果および考察を記したが発表の際には化学分析による結果と併せて最終的結論を述べることにする。

## (32) パーライト球状黒鉛鑄鉄の研究 (I)

### Study on the Pearlite Nodular Graphite Cast Iron (I)

S. Tsutsui, et alius

関東特殊製鋼 ○筒井舜一  
相原博

As cast で free Fe<sub>3</sub>C も、ferrite も現われることなく、球状黒鉛と pearlite matrix とのみよりなる組織を確実に得ることは実際にやってみるとなかなかむずかしい問題である。即ち普通成分の球状黒鉛鑄鉄においては Mg 添加剤の違いにより、二次接種によりまた接種後鑄造までの経過時間により著しくその組織が変化することはよく経験する。成分によつては Fe-Si で二次接種直後の組織が free Fe<sub>3</sub>C はなく Bull's eye である熔湯を 5 分後に鑄造した組織は free Fe<sub>3</sub>C が多量に現れ、matrix は all pearlite であるというような事は常に認められる現象である。従つて普通成分では all pearlite の球状黒鉛鑄鉄を確実に造ることは非常にむずかしいと考えられるので ferrite 化を防ぎ pearlite 安定化作用を有すると考えられる合金元素を添加して Bull's eye 化を防ぐ事を目的として各種合金元素の影響を調べた。本報告では出来上りが high C high Si 成分となるもので Fe-Si-Mg で Mg 添加をし、二次接種を行わない場合について Mg 添加後の経過時間の影響も考慮して実験した結果について述べる。

熔解は溶解量を 1 kg と一定にし原料は岩手木炭銼、軟鋼棒、各種合金鉄、純金属を用い、黒鉛螺旋抵抗式電気炉で一定条件で行い、最高加熱温度 1450°C で直ちに湯出、Mg 添加処理をした。Mg 添加は Mg 19.98% Si 48.5% の Fe-Si-Mg を使用し予熱した坩堝の底に米粒ないし小豆粒大の Fe-Si-Mg を Mg=0.6% 相当量入れ、その上に黒鉛フロートを置き穴のある蓋の上か

ら注湯して行つた。Mg 添加後は良く攪拌し直ちに坩堝ごと炉中に戻し約 1350°C で保持し Mg 添加後 5, 8, 10 分で 35 mm φ × 40 mm の生砂型に鑄造し常温まで冷却後、試片中央断面の顕微鏡組織を調査した。基本成分を Mg 添加 5 分後において C 3.85%, Si 3.2%, Mn 0.33%, Cu 0.15%, P 0.07%, Mg 0.08% となるようにし Cr 0~0.8%, Mo 0~2.5%, V 0~2.5%, W 0~2.5%, Cu 0.15~2.5%, Mn 0.33~3.0%, Sn 0~0.40% の範囲について実験した。

**Cr の影響:** 基本成分のものは Mg 添加後 5 分、8 分、10 分の組織ならびに Bull's eye でその面積が pearlite 部分より多いものであるが、Cr 0.4% で Bull's eye は ferrite 量が減り、時間の経過と共に細い free Fe<sub>3</sub>C が僅かに現れて来る。Cr 0.6% で Bull's eye は更にやゝ減り、細い free Fe<sub>3</sub>C は増す。Cr 0.8% では Bull's eye は全然なくなり all pearlite となるが free Fe<sub>3</sub>C は非常に増す。Cr は ferrite 化を防ぎ pearlite を安定化するより free Fe<sub>3</sub>C の安定化作用の方がより強いといえよう。

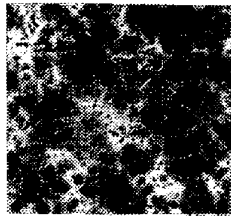
**Mo の影響:** Mo 0.8% で ferrite の多い Bull's eye が相当あり、その他に Mo 複炭化物と僅かの bainite が現れる。しかも時間の経過と共に free Fe<sub>3</sub>C が現れて来る。Mo 1.5% でも Bull's eye が有り時間の経過と共に free Fe<sub>3</sub>C を増す。Mo 2.5% で pearlite は非常に減り殆んど bainite matrix となつてもう。Mo は Bull's eye を pearlite 化する前に bainite 化してしまい、しかも free carbide の安定化作用も大であるといえよう。

**V の影響:** V 0.8% でも Bull's eye と僅かの V 炭化物が現れており時間の経過と共に free Fe<sub>3</sub>C を増す傾向を示す。V 1.0%, 1.2% になると Bull's eye が残っているのにかなりの free Fe<sub>3</sub>C が現れて来る。V 2.5% でも free Fe<sub>3</sub>C が非常に増加するに不拘 Bull's eye が一部に現れるが時間の経過と共になくなる。V は Cr と同様 ferrite 化を防ぎ pearlite を安定化するより free Fe<sub>3</sub>C の安定化作用がより強いといえよう。

**W の影響:** W 0.8%, 1.5%, 2.5% 共に ferrite の多い Bull's eye が現れ、しかも時間の影響を受けない W 量が増すと共に W 複炭化物の量が増す。W は ferrite 化を防ぎ pearlite を安定化する作用が殆どないといえよう。

**Cu の影響:** Cu は ferrite 球状黒鉛鑄鉄を造る場合に ferrite 化を防ぐといわれているので実験した。Cu 1.0% では ferrite 量の中程度の Bull's eye で

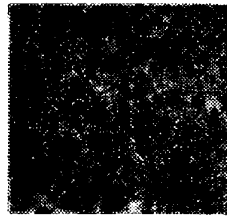
Photo. 1



×50(2/3)

C 3.85% Si 3.2% Sn 0.20%  
5 minutes after Mg added

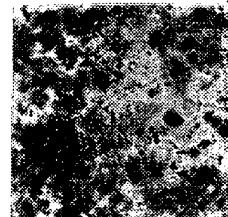
Photo. 2



×50(2/3)

C 3.85% Si 3.2% Sn 0.30%  
5 minutes after Mg added

Photo. 3



×50(2/3)

C 3.85% Si 3.2% Sn 0.40%  
5 minutes after Mg added

ある。Cu 1.5% になると ferrite 量の少い Bull's eye となり黒鉛の一部に pearlite matrix を有する quasi-flaky-graphite が僅かに現れる。この Q.F.G は時間の経過と共に減る。Cu 2.0% になると Q.F.G が大部分となるが時間の経過と共に急激に Q.F.G が無くなり ferrite の少い Bull's eye が増す。Cu 2.5% になると全部 pearlite matrix の Q.F.G になるが時間の経過と共に pearlite matrix の球状黒鉛が僅かに現れる。Cu 3.0% でも同様である。Cu は pearlite を安定化させるが同時に黒鉛の球状化を悪化させるといえよう。時間の経過と共に球状化が良好になることは黒鉛球状化の難易に対して Cu 量だけでなく Mg 量と Cu 量との合成効果が影響を与えるのではないかと考えられる。

**Mn の影響:** Mn 1.5% では ferrite 量の相当ある Bull's eye である。時間の影響も殆どない。Mn 2.0% になると Bull's eye の ferrite 量は非常に減り pearlite matrix を有する球状黒鉛の方が多くなるが細い free Fe<sub>3</sub>C が僅かに現れる。時間の経過と共に、Bull's eye は益々 ferrite が少くなり pearlite が増す。Mn 2.5% になると Bull's eye はなくなり all pearlite となるが細い free Fe<sub>3</sub>C がかなり目立つようになる。Mn 3.0% でも同様である。Mn は ferrite 化を防ぎ pearlite 安定化作用が相当強いが同時に free Fe<sub>3</sub>C もやゝ安定させるといえよう。

**Sn の影響:** Sn 0.10% では ferrite 量の相当ある Bull's eye が主で pearlite が周りにある黒鉛は少い。Sn 0.15% では Bull's eye の数は非常に減り ferrite 量も非常に減り pearlite matrix が大部分となる。Sn 0.20% では極く僅かに粒状の Q.F.G に類する黒鉛があらわれるが殆ど pearlite matrix となる。Sn 0.25%, 0.30% でも Q.F.G に類する粒状黒鉛が僅かにあらわれるが完全に pearlite matrix となる。Sn 0.4% では Q.F.G に類する粒状黒鉛が目立つ程度に増すが完全に pearlite である。Photo 1, 2, 3 に Sn 0.2, 0.3

0.4% の Mg の添加 5分 後の顕微鏡組織を示す。

以上の結果よりして Fe-Si-Mg で Mg 添加し二次接種を行わない場合 all pearlite matrix を確実に得る方法としては Sn を適量合金してやるのが最も適当であり次で Mn が有効であり Cu はその次に位し Cr, Mo, V, W は不適當であることを明らかにすることができた。

### (33) パーライト球状黒鉛鑄鉄の研究 (II)

#### Study on Pearlite Nodular Graphite Cast Iron (II)

S. Tsutsui, et alius

関東特殊製鋼 工〇筒 井 舜 一  
相 原 博

前報で high C high Si 成分のものについて Fe-Si-Mg で Mg 添加を行い二次接種しない場合について、各種合金元素の ferrite 化防止、pearlite 安定化作用におよぼす影響について述べた。

本報告においては low C low Si 成分のものについて、Fe-Si-Mg 添加後 Fe-Si で二次接種を行った場合について各種 pearlite 安定化元素が組織に如何なる影響を与えるか、また二次接種量を変えた場合に如何なる影響を与えるかについて二次接種後の経過時間の影響も考慮して実験した結果について述べる。即ち二次接種による free Fe<sub>3</sub>C の黒鉛化、matrix の Bull's eye 化に対して合金元素が如何に影響するか二次接種後の経過時間の影響を考慮して実験したものである。溶解原料、方法 Mg 添加合金、添加方法、鑄造方法は前報と同様である。二次接種方法は Fe-Si-Mg で Mg 0.6% 添加後直ちに坩堝ごと炉中にもどし約 1350°C で 5分 保持後 Si 78% の Fe-Si で二次接種し、接種直後、3分 後、5分 後の組織を調べた。必要に応じ 3分 後、5