

鑄鉄への鑄込み同時表面改質層の作製

花房龍男, 大石 郁, 大田耕平, 佐々木秀和, 田中太平*1, 高橋宗介*1

Making of Surface Stiffening Layer on Casting Iron

HANAFUSA Tatsuo, OHISHI Kaoru, OHTA Kouhei, SASAKI Hidekazu,
TANAKA Taihei and TAKAHASHI Sousuke

In this paper, the kind of main reforming material element and the mixing ratio to binder was investigated, purpose to make the surface-hardened layer on casting with the pearlite structure more than matrix in ductile cast iron. As a result, the pearlite layer was able to be hardened in 60-200Hv than the matrix.

鑄込みと同時に、球状黒鉛鑄鉄における表面硬化層を作製することを目的とし、改質剤主材元素および粘結剤との混合条件を検討した。この結果、マトリックスのパーライト層の硬さを母材部のものと比較して60~200Hvほど硬くすることが出来た。

キーワード：球状黒鉛鑄鉄, 表面改質, 耐摩耗性

1. 緒 言

近年、資源の枯渇・省エネルギー化が問題となっており、製品の一部のみに耐摩耗性や耐食性が必要な高機能性部品の作製技術が必要とされている。そこで、著者らは鑄造時の熱を利用して鑄込みと同時に表面改質を行う改質方法に取り組み、これまでに、鑄鋼材（炭素量1.3%以下の鋼）に対する最適条件を把握し技術展開を図った^{1)・2)}。

これまでの鑄鋼材では炭化ケイ素を用いて改質が可能であるが、鑄鉄は高炭素および高ケイ素素材であるので溶融鉄と炭化ケイ素との反応性が鑄鋼材と比較して低い。従って、他の元素によって改質する必要がある。具体的には、微細パーライトを析出させることにより硬化層を形成するが、表面改質剤にパーライト形成元素を用いる必要がある。

現在、パーライト形成元素として、スズ、銅、クロム、マンガンなどが知られており、予備試験において、ニッケル、クロム、銅を用いることで母材よりも硬くて厚い硬化層が得られることが分かっている。そこで、これらの元素を中心に、より改質層を厚くすることができ、母材硬さを硬くすることができる改質剤を調査・検討する。

また、粘結剤は注湯時に熱分解されガスとなることから、鑄造時に鑄型外に排気される必要がある。これらがうまくいかない場合、ピンホールなどの鑄造欠陥となる。従って、ガス化および排気が問題無く行われる粘結剤の種類、改質剤と粘結剤との混合比を検証する必要がある。

以上のように、本研究では、球状黒鉛鑄鉄品を鑄込みと同時に表面改質することを目的とし、改質剤の主剤元素や粘結剤の検討およびそれらの混合比を検討した。

2. 実験方法

マトリックスをパーライト化させる金属元素を検討するため、図1に示すような階段状の鑄型（厚み：89mm）を用いて鑄込みの試験を行った。なお、階段状鑄型を用いることで、肉厚変動や湯流れに対する改質層の挙動を調べることができる。母材は球状黒鉛鑄鉄(FCD600)を用い、1480℃で出湯させて鑄込んだ。改質剤は図1の底面部（太線部）に、膜厚が1mmとなるように刷毛で塗布した。改質剤の主材には、純ニッケル粉(Ni:粒径3μm)、純クロム粉(Cr:粒径10μm)、純銅粉(Cu:粒径6μm)、純炭化ケイ素粉(SiC:粒径84μm)を用いた。粘結剤には重合度2000のポリビニルアルコール(以下:PVA)を用い、イオン交換水により粘度を110mPa·sに調整したものをを用いた。改質実験を行った改質剤の主材の種類と粘結剤との構成割合を表1に示す。

改質後の評価は、改質層および母材部におけるマトリックスのパーライト組織の硬さ試験を行い、5点平均により評価した。なお、パーライト部を有しない箇所については、同様にフェライト部を測定した。

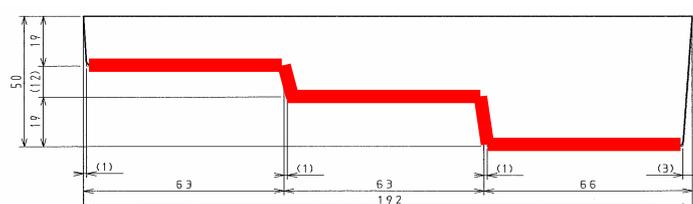


図1 試験用鑄型の形状 (単位:mm)

2011.5.31 受理 加工技術研究部

*1 日本ホイスト株式会社

表1 改質剤の種類と粘結剤との割合

改質剤の主材元素		Cu 粒径:6 μ m	Cr 粒径:10 μ m	Ni 粒径:3 μ m	SiC 粒径:84 μ m
改質剤における主材の濃度	50%	試験番号 : (1)	試験番号 : (3)	試験番号 : (5)	試験番号 : (7)
	70%	試験番号 : (2)	試験番号 : (4)	試験番号 : (6)	試験番号 : (8)

3. 結果及び考察

3.1 改質層作製結果

各条件における改質を行った。このマクロ組織写真を図2に示す。改質剤の主材にCu粉末およびCr粉末を用いたものは、底面付近に様に濃色部を有することが分かった。各階段状部位の中央付近でのこの層の厚みは、0.4~5.2mmであった。表面および母材部(表面から10mm内部)におけるマトリックスのパーライト組織の硬さ試験を行ったところ、表2に示す結果となり、濃色部を有する部分で明らかに硬化し、改質層部のマトリックスのパーライト層の硬さは母材部のものと比較して60~200Hvほど硬化していた。また、改質主材の割合が70%のものの方が主材50%のものと比較して、改質層厚さが厚くなった。このように、Cu粉末およびCr粉末を用いることで

改質を行うことが出来、改質剤中に占める主材の量を多くすることで厚くすることが出来た。

しかし図2の試験番号(1)、(2)のように特に厚肉部において、改質層が溶湯に流され、拡散している部位があることが分かった。この現象は、特にCu粉末を用いたもので顕著であった。

表2 改質鋳物の表面および母材部のパーライト層平均硬さ値

試験番号	改質剤の主材元素と主材濃度	薄肉部		中間肉厚部		厚肉部	
		表面部硬さHv(0.3)	母材部硬さHv(0.3)	表面部硬さHv(0.3)	母材部硬さHv(0.3)	表面部硬さHv(0.3)	母材部硬さHv(0.3)
1	50%Cu	323	232	356	267	326	197
2	70%Cu	333	212	348	191	276	162
3	50%Cr	351	238	332	241	401	201
4	70%Cr	338	231	301	238	352	271
5	50%Ni	282	254	274	242	244	241
6	70%Ni	294	253	288	231	252	265
7	50%SiC	266	199	284	223	256	199
8	70%SiC	281	225	291	201	243	198



図2 各条件における改質実験のマクロ観察結果

3.2 反転機スプロケットへの適用

前節で得られた結果から、重量物反転装置の球状黒鉛鋳鉄製のスプロケット部品に、厚く改質することができ溶湯に流されにくい条件である、改質主材：Cr(10 μ m)70%，粘結剤：PVA とした改質剤を、塗型された鋳型の反転機スプロケット部に刷毛塗りし、改質試験を行った。図3-1および図3-2に改質した試作反転機スプロケットの外観を示す。これより、形状を良く転写し、鋳造を行うことが出来た。この改質部の断面マクロ試験結果を図4に、この部位の硬さプロファイルを図5に示す。図4からほぼ均一に改質層が形成され、約1.5mmの改質層を有することが分かる。さらに、未改質のものとは比べ、約4.5mmの硬化層を有することが分かった。なお、この部位の組織写真結果を図6に示す。これより、表面の改質部位は、球状黒鉛鋳鉄特有の黒鉛周辺のフェライト層がパーライト化していることが分かる。

これらのことから、反転機スプロケットへの鋳物の厚膜硬化層の作製を行うことが出来た。

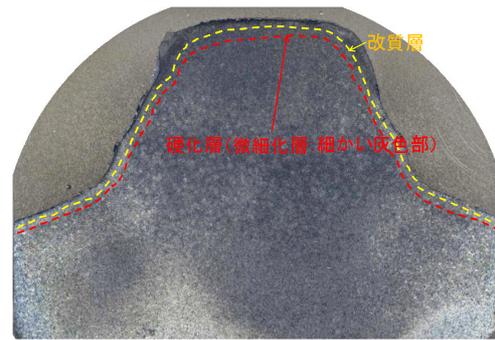


図4 改質部位のマクロ観察結果

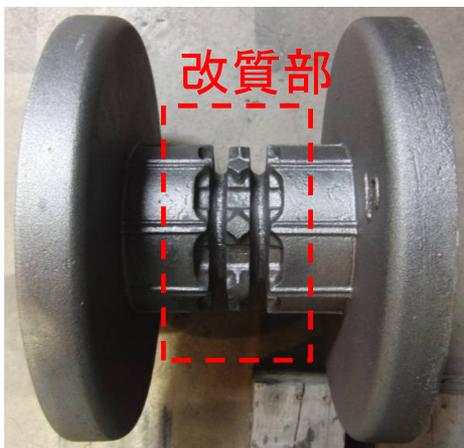


図3-1 試作した反転機スプロケットの外観

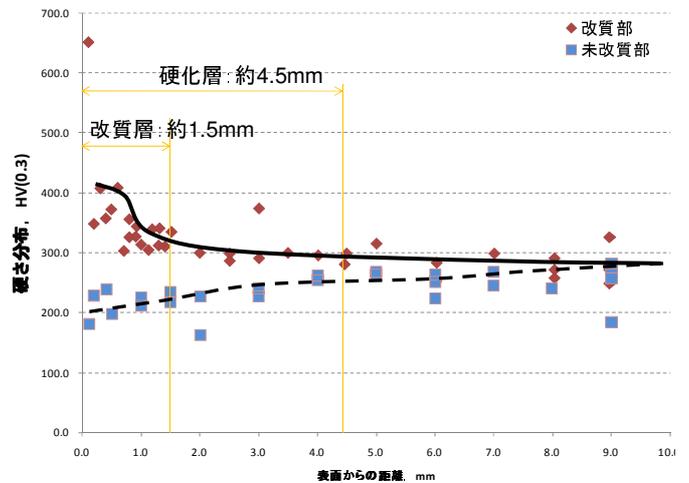


図5 改質部位と未改質品との硬さプロファイル

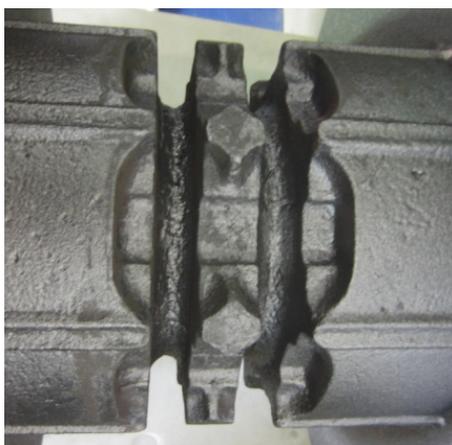


図3-2 試作反転機スプロケットの改質部拡大写

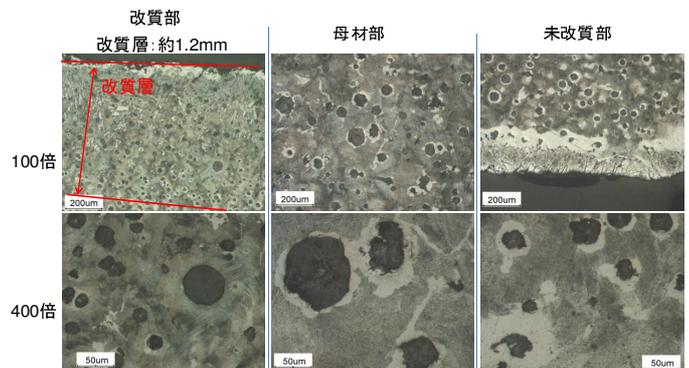


図6 改質部および母材部の組織観察結果

4. 結 言

球状黒鉛鋳鉄におけるパーライト組織による表面硬化層の作製を目指し、次の結果を得ることが出来た。

- ・ 改質剤の主材となる金属元素を検討したところ、Cu 又は Cr を用いるのが良いことが分かった。
- ・ 改質層部位のマトリックスのパーライト層の硬さは母材部のものと比較して60~200Hvほど硬化していた。

・ 本技術を用いて反転機スプロケットに適用したところ、鋳物の厚膜硬化層の作製を行うことが出来た。ただし、特に厚肉部において改質層が溶湯に流され、拡散するという問題があり、今後の検討課題である。

謝 辞

本研究の一部は、(独)科学技術振興機構研究成果最適展開支援事業 フィージビリティスタディ【FS】ステージ探索タイプ「鋳鉄部品への高靱性厚膜硬化層形成技術

の開発」(平成22年度採択課題)により実施したものである。ここに記し、深く謝意を表す。

文 献

- 1) 花房龍男 他4名：(社)日本鋳造工学会中国四国支部会報こしき, 31, 1-4 (2008).
- 2) 花房龍男, 遠藤栄治, 大石郁, 浅利憲和：広島県立総合技術研究所東部工業技術センター研究報告, 20, 13-16 (2008).