

# 砂型鑄造 MnCrMo 合金大型鋼塊におけるマクロ・マイクロ偏析挙動

(株)宇部スチール ○神田悟志, 宮本諭卓, 李 保柱

## 1. はじめに

構造用高張力炭素鋼及び低合金鋼鑄鋼品に分類される当材質は、大型鑄鋼品としてギヤ・タイヤ・ローラ・シャフトなどの表面硬度保証が必要な素材に適用されている。

大型鑄鋼は凝固時に成分偏析が発生し、溶接性や機械的性質に悪影響を与えること、鑄造後に成分偏析の無効化が困難であることが知られている。そのために材質毎の偏析傾向を把握し、鑄造方案や成分設計などでの事前対策をする必要があるが、これまでに当材質の偏析傾向を調査した事例は少ない。そこで本研究では大型鋼塊を鑄造し偏析傾向を調査した。

## 2. 実験方法

今回の材質は SCMnCrM3A とした。9ton ブロックの形状は 800×800×1800(mm)の四角柱形状で、湯口系は下型からのむくり上げ方案とした。鑄型は肌砂を再生クロマイト砂、裏砂を再生珪砂としフランププロセスで鑄型を作成した。塗型は MgO 系塗型を使用した。熱処理は 950°C で焼きなましを実施した。その後マクロ偏析確認のため、中心断面を切断しマクロ腐食を実施した。また、密度・化学組成・マイクロ組織を把握するために 9ton ブロックの各部位から 35mm 角の供試材を切り出した。また、化学組成分析値から理論上の密度を算出した。ソフトウェアは FactSageEducation7.3 (GTT-Technologies 製)を使用した。

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 マクロ組織観察

図 1 にマクロ腐食結果および供試材採取位置を示す。9ton ブロック表面より肉厚およそ 1/3 から 1/2、底部からおよそ 300mm 以上の範囲に逆 V 偏析が確認された。当該部位は分岐柱状晶領域であると考えられる。また、供試材 A-10 近傍に最終凝固位置と考えられる引け巣が確認された。

### 3.2 化学組成

表 1 に 9ton ブロックの化学組成を示す。SCMnCrM3A 相当であり、鑄込みは問題なく行うことができた。

図 2 に 9ton ブロックの化学組成分析結果を示す。A 系列(ブロック中心)および B 系列では、C・P・S が最終凝固部と推定される引け巣(図 1, A-10)へ向かい若干の負偏析の後、正偏析へ転じる傾向がみられた。Si の正偏析傾向はみられなかった。C 系列は C(炭素)に若干の正偏析傾向がみられたものの全体的に変化はみられなかった。D 系列は全元素に負偏析の傾向がみられた。この結果から、負から正偏析への遷移は最終凝固部と水平に発生していることが分かる。また垂直方向では底部に負偏析は発生していない。

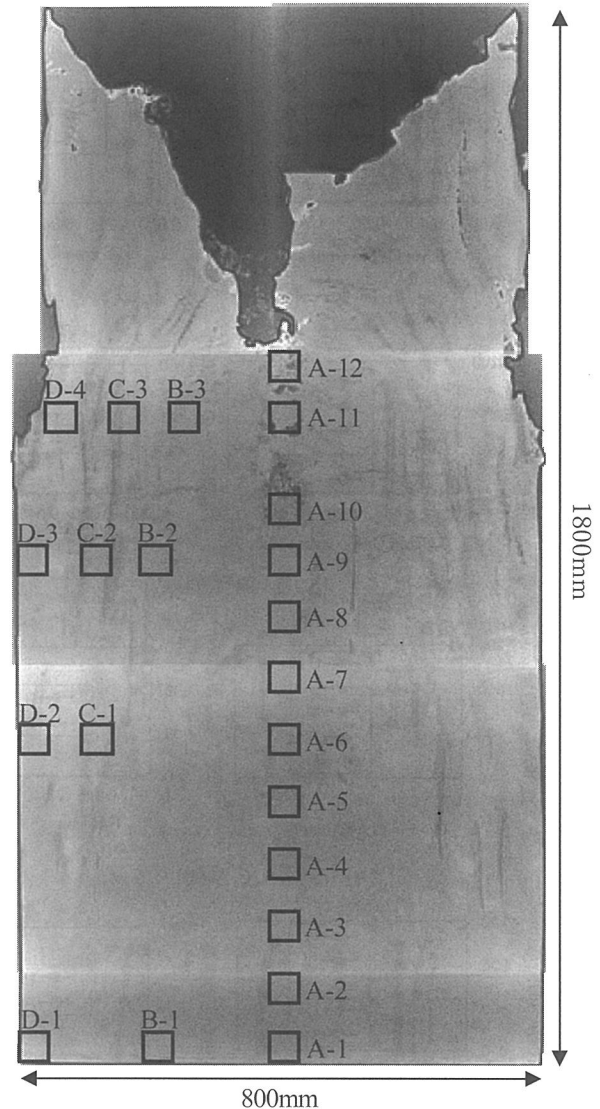


図 1 マクロ腐食結果および供試材採取位置

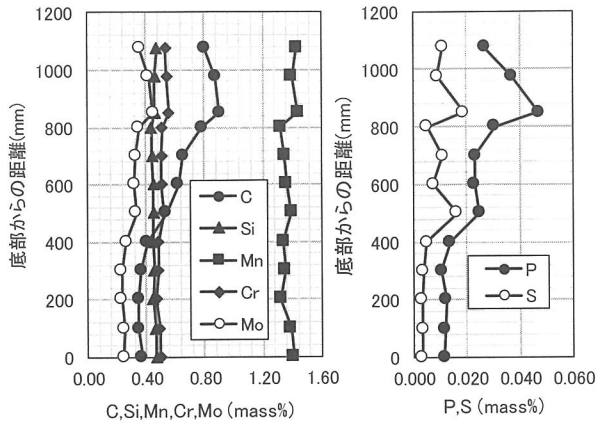
表 1 9ton ブロックの化学組成(mass%)

項目	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
SCMnCrM3A	0.30	0.30	1.20	0.040	0.040	0.30	0.15
(JIS G 5111)	~0.40	~0.60	~1.60	以下	以下	~0.70	~0.35
本実験	0.37	0.43	1.44	0.013	0.003	0.54	0.26

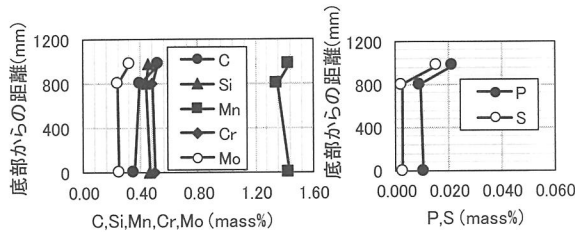
### 3.3 密度

図 3 に A 系列(ブロック中心)の密度を示す。実測値はマイクロシュリンケージを内包しており、最終凝固部近傍になると密度が極端に小さくなった。化学組成から求めた理論上の密度は、最終凝固部近傍ほど密度が小さくなっており、

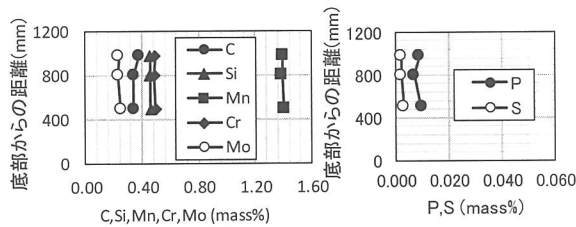
実際の密度も同様の傾向であると考えられる。



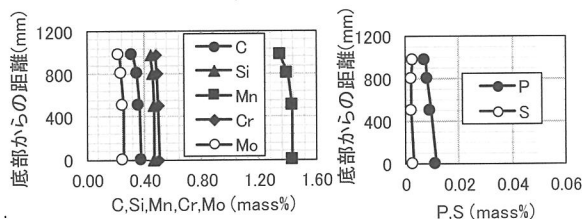
a) 図 1, A 系列 (ブロック中心)



b) 図 1, B 系列



c) 図 1, C 系列



d) 図 1, D 系列

図 2 化学組成分析結果

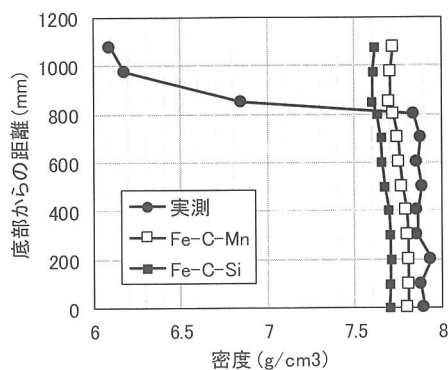
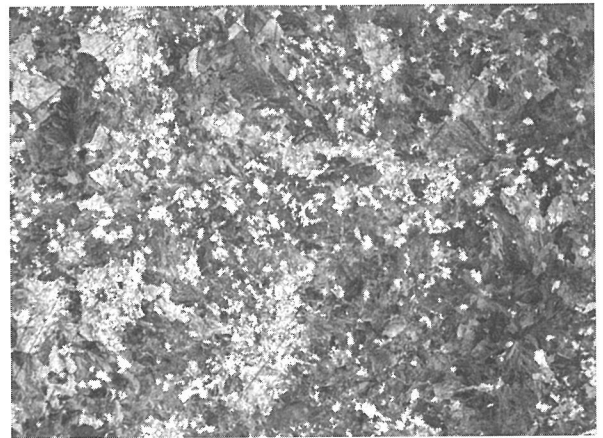
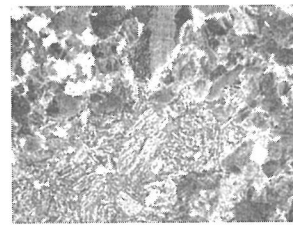


図 3 A 系列(ブロック中心)の密度

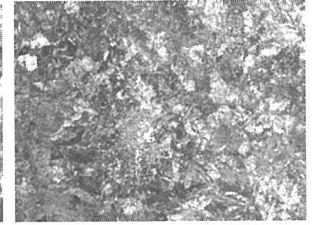


a) 図 1, A-1

150μm



b) 図 1, A-10



c) 図 1, D-4

150μm

図 4 代表部位のマイクロ組織

### 3.4 ミクロ組織

図 4 に代表部位のマイクロ組織を示す。a)は 9ton ブロックの中心底部のマイクロ組織である。パーライトと一部フェライトの混合組織を呈している。b)は最終凝固部近傍の組織であり、パーライトとセメンタイトの混合組織を呈している。c)は負偏析部の組織であり、フェライト・パーライトおよびベイナイトの混合組織である。

a)を基準とした場合に、b)は最終凝固部近傍の正偏析により C が共析点近傍になっているため、セメンタイトが晶出し、逆に c)は負偏析により C が減少し、その他合金の影響により 3 相混合組織になったと考えられる。

### 4. 結言

MnCrMo 合金鋳塊を調査した結果、以下の結論が得られた。

1. C は最終凝固部へ向かい最も偏析する。
2. Si は炭素鋼鋳鋼と異なり偏析傾向は確認できない。
3. 負から正への偏析遷移傾向は、最終凝固部近傍の水平方向が最も顕著である。
4. 成分系で偏析を抑制する場合、C 値を低めに抑え他の元素で補うことが有効である。