

アーク炉によるハイテン鋼再生鑄鉄の溶製

(株)宇部スチール ○宮本諭卓, 石橋富士夫, 高杉泰行, 小野信介, 田中 誠
 大鉄産業(株) 永田功治, 岩原奈穂 元(株)宇部スチール 長谷川和彦 (株)I2C 技研 糸藤春喜

1. はじめに

近年, 自動車部門の加工屑において, いわゆるハイテン鋼の比率が増加している. 加工屑は鑄鉄の主溶解原料であるがハイテン鋼は Mn 含有量が高く, 鑄物を製造する際に様々な問題が発生することが知られている. そのため現状では, 高純度銑鉄の使用・接種法・除去装置での問題解消が図られている.

一方, アーク炉は主に鋼の溶製に用いられており, 酸素吹精による酸化精錬を行うことが一般的であり, Mn の除去が理論上可能である. そこで本研究では, 大型アーク炉にて Mn 低減が可能かを確認することを目的とし, 30,000kg の鑄鉄の溶製を試みた.

2. 実験方法

表 1 に溶解に供した加工屑(表面メッキ除去後)の成分分析結果を示す. 標本数は 15 で, Mn の値は平均値, 中央値ともに 0.68%である. これらを EBT 方式 60ton アーク炉(以降, EAF)に装入し溶解を行った.

表 2 に溶製の操業条件概要を示す. Mn 除去を含む酸化精錬までを EAF で, 脱酸と成分調整を取鍋および取鍋製錬炉(以降, LF)で実施した. また, 温度と各元素の推移を把握するため, 溶鋼测温およびサンプリングを行った. O と N はガス分析装置にて分析したため, 酸可溶性と不溶性を合計した値を示す. 酸化期は溶鋼が過酸化状態であり, 分析サンプルのポーラス発生を防止するため, Al ワイヤを溶かし込みながらサンプリングした.

図 1 に鑄造方案の概略を示す. 鑄造形状は φ400mm×400mmH の円筒形状で, 上型面に φ60mm の揚がり, 下型に φ13mm の鉄筋製の運搬用吊環を設置した. 鑄枠は φ4.0m を使用して円筒鑄造品を 30 個配置して φ100mm の陶管湯道で連結した. 鑄型はフランプロセスの再生珪砂とし, MgO 系塗型を塗布したものを 2 型製作した. 鑄込みは 35ton ストップパー式取鍋を使用し, 連続して鑄込みを行った.

3. 実験結果

図 2, 表 3 に溶製時の温度・各元素の推移, 合金・造滓材の投入時期・添加量を示す. 溶け落ち時点での各元素は 0.15%C, 0.01%Si, 0.32%Mn, 0.007%P, 0.006%S, 182ppmO, 65ppmN であった.

EAF における酸化精錬後の各元素は 0.02%C, 0.002%Si, 0.05%Mn, 0.005%P, 0.008%S, 324ppmO, 66ppmN であった.

EAF-LF 間(取鍋での脱酸および加炭・加珪)における

表 1 加工屑の成分分析結果(mass%)

No.	C	Si	Mn	P	S
1	0.17	0.022	0.69	0.015	0.007
2	0.00	0.007	0.10	0.015	0.008
3	0.15	0.011	0.15	0.016	0.007
4	0.01	0.000	0.28	0.017	0.006
5	0.15	0.020	0.45	0.014	0.006
6	0.15	0.164	0.59	0.012	0.006
7	0.15	0.014	0.64	0.018	0.007
8	0.07	0.053	0.67	0.018	0.006
9	0.12	0.089	0.68	0.015	0.006
10	0.08	0.056	0.80	0.022	0.006
11	0.14	0.152	0.98	0.012	0.006
12	0.06	0.008	1.01	0.016	0.008
13	0.17	0.006	1.02	0.020	0.005
14	0.08	0.064	1.08	0.017	0.004
15	0.16	0.014	1.11	0.017	0.009
平均値	0.11	0.045	0.68	0.016	0.006
中央値	0.14	0.020	0.68	0.016	0.006
最頻値	N/A	0.014	N/A	0.015	0.006
標準誤差	0.015	0.014	0.085	0.001	0.000

表 2 溶製の操業条件概要

No.	操業区分	酸素	造滓材および合金			
1	60Ton EAF	初装	CaO	加炭材	Al	
			CaO	加炭材	Al	
		追装 溶け落ち	燃焼 カッティング	-		
				酸化精錬	酸素吹精	-
2	80Ton 取鍋	予備脱酸	-	-	-	Fe-Si
3	LF取鍋	移動成分調整	-	CaO	CaO-Al ₂ O ₃	加炭剤 Fe-Si
4	LF	成分調整	-	CaO	CaO-Al ₂ O ₃	加炭剤 Fe-Si
5	35Ton 取鍋	鑄込み	-	-	-	加炭剤

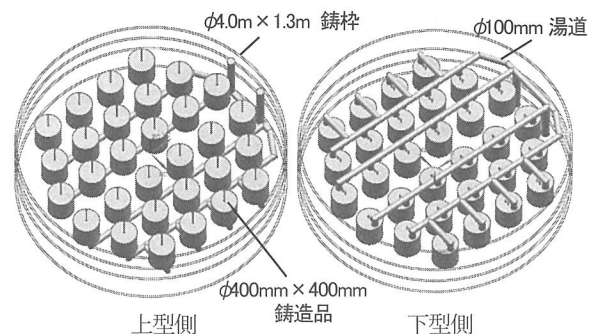


図 1 鑄造方案概略図

各元素は 1.82%C, 0.72%Si, 0.14%Mn, 0.010%P, 0.014%S, 31ppmO, 66ppmN であった。LF 最終における各元素は 1.97%C, 0.98%Si, 0.14%Mn, 0.013%P, 0.007%S, 27ppmO, 78ppmN であった。また、35Ton 取鍋へ鍋移し後の各元素は 2.26%C, 0.91%Si, 0.14%Mn, 0.013%P, 0.006%S, 28ppmO, 86ppmN であった。

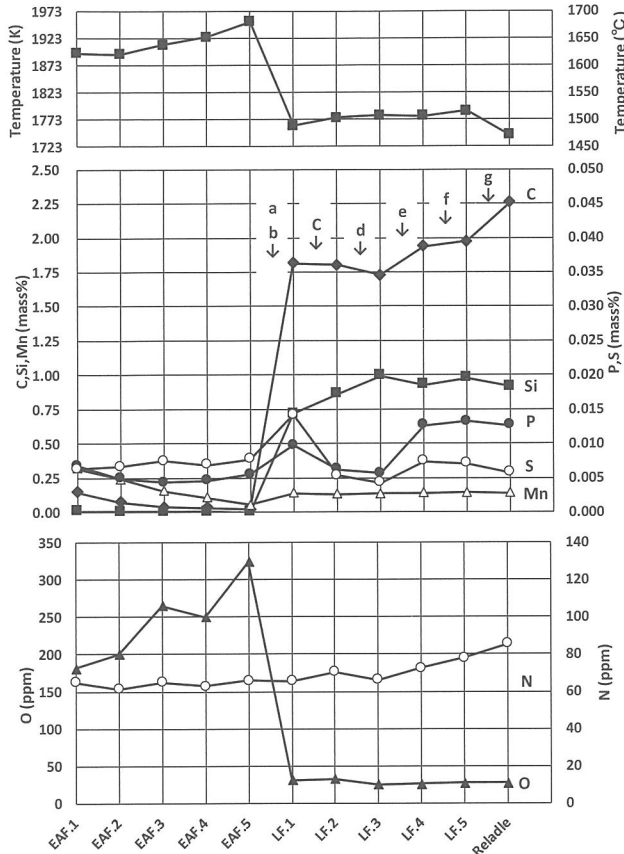


図 2 溶製における温度および各元素の推移

表 3 合金・造滓材の投入時期および添加量(wt%)

a	b	c	d	e	f	g
CaO CaO-Al ₂ O ₃	加炭材 Fe-Si	Fe-Si	Fe-Si CaF	加炭材	Fe-Si	加炭材
1.00	2.55	0.16	0.11	0.33	0.03	0.33



図 3 ショットブラスト後の铸造品外觀



図 4 湯道切断後の铸造品外觀

図 3 にショットブラスト後の铸造品外觀を示す。1384°C で铸込みを行い、焼着きもない铸造品が得られた。図 4 に湯道溶断後の铸造品を示す。運搬用吊環も問題なく铸包まれており、運搬作業を問題なく行うことができた。

4. 考察

Mn の推移について、スクラップ中の Mn 中央値が 0.68%であったのに対し、溶け落ち時の分析値は 0.32%まで低下した。これは、溶解期のカッティング酸素や大気により Mn が酸化されスラグ中へ移動したためと考えられる。またその後、酸素吹精により 0.05%まで低下し、LF での初回分析時には 0.14%に上昇した。これは EAF 出鋼時のスラグ巻き込みによる還元反応によるものと考えられる。

O および N の推移について、O の値は LF 初回分析時にすでに 30ppm 以下であり、予備脱酸のみで十分な値まで低下し、以降の LF でもその推移を維持した。これは LF が還元期であるためと考えられる。N の値は LF 初回から铸込みまでの間に 66ppm から 86ppm まで推移した。これは、大気および合金から吸窒したものと考えられる。

加炭・加珪は想定通りの推移を示しており、更なる C, Si の添加も可能であると考えられる。今回は取鍋添加での加炭が上手くいかなかった場合を想定し、LF での最終成分調整を行ったが、本結果より LF を使用せずとも溶製は可能であると考えられる。

5. 結言

大型アーク炉にてハイテン鋼を溶解し、Mn を低減した鉄溶製を試みた結果、以下の結論が得られた。

アーク炉を使用して Mn を鉄レベルまで低下することが可能である。

C, Si の添加量が適宜調整可能であるため、鉄から鉄までの成分調整が可能である。