

炉中 0 次接種剤の開発

ニューアロイ株式会社 代表取締役
岩田 透

1. テーマ設定の背景

数年前、台湾米漢納（ミーハナイト）の林良清老師より、「台湾では電気炉溶湯だとFC材の機械的性質が安定せず、又、日本の鋳物に比べて（機械にした時に）精度が出ない、何とかしたい」とのご相談があり、実際に様々な工場のFC材組織を見てみると、やはりもう少し黒鉛形状を良くする余地があると感じた。

又、改めて日本国内に目を向けてみると、やはり国内でも困っている鋳造工場があることに改めて気づき、単なる今までの接種など溶湯処理から一歩進めた溶湯性状の改善ができないか？と検討を始めた。

2. 素形材分野との関連性

鋳造工場様のニーズとしては以下の様な事がある。主に電気炉溶湯において

- ◎キュポラ溶湯よりもCE値を下げたり、合金元素を入れないと強度がクリアできない。
 - ◎機械的性質が安定しない。
 - ◎成分が同じでも出来栄えが違う。
 - ◎同じ材料を同じように溶解しているが時々不良が出る。
 - ◎加工時の面粗度が悪い。
- 等々

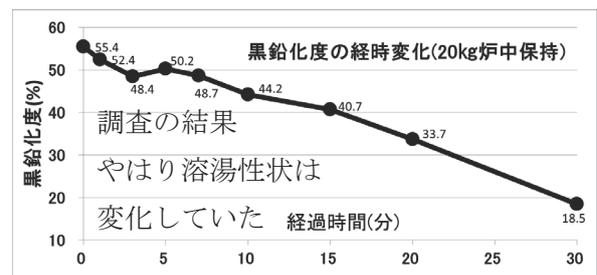
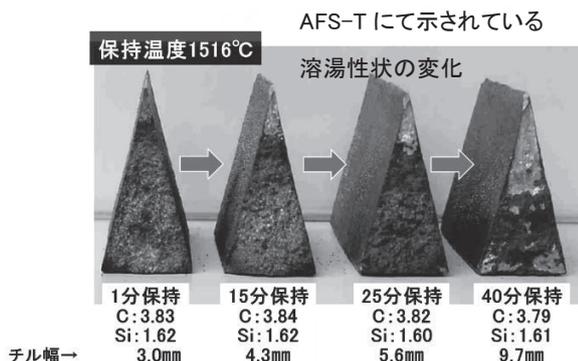
文献的にも長時間保持により溶湯性状すなわちチル化の度合いが変化している例もある。

現状を調べてみることにした。

調べるツールはチル試験片とか、引張強さTPなど様々あるが、それらは結果の判定であり、それをもたらず溶湯性状を測定するには別の方法が要ると考えた。そこで最近菅野利猛博士らにより開発されたワンカップ熱分析法を用いることにした。この方法は熱分析をもちいて、成分により決まる黒鉛共晶温度（黒鉛化度 100%）と同じくセメントイト共晶温度（黒鉛化度 0%）との間のどこで共晶凝固が始まるかを調べてその溶湯がどれだけ黒鉛を晶出させることができるかを調べる方法である。

弊社 20Kg高周波炉にて溶湯を調整し、1450℃にて 30 分間溶湯保持をした時の成分変化ならびに黒鉛化度の変化を見た。

炉中保持時間の経過と黒鉛化度、成分の変化													
No. 試料名	黒鉛化度	溶湯成分、%											
	%	CE	C	Si	Mn	P	S	Mo	Cr	Ni	V	B	Al
溶解 0 分後	55.4	3.75	3.33	1.81	0.74	0.084	0.044	0.003	0.020	0.016	0.007	0.001	0.006
溶解 1 分後	52.4	3.73	3.31	1.80	0.74	0.083	0.045	0.003	0.020	0.016	0.007	0.001	0.005
溶解 3 分後	48.4	3.72	3.30	1.80	0.74	0.084	0.047	0.002	0.020	0.015	0.007	0.001	0.005
溶解 5 分後	50.2	3.71	3.29	1.81	0.74	0.086	0.046	0.002	0.020	0.016	0.007	0.001	0.004
溶解 7 分後	48.7	3.71	3.29	1.81	0.74	0.085	0.047	0.002	0.021	0.016	0.007	0.002	0.003
溶解 10 分後	44.2	3.65	3.23	1.80	0.74	0.084	0.048	0.002	0.021	0.016	0.007	0.001	0.002
溶解 15 分後	40.7	3.62	3.19	1.81	0.74	0.086	0.048	0.003	0.021	0.016	0.007	0.001	0.001
溶解 20 分後	33.7	3.57	3.14	1.82	0.73	0.086	0.046	0.003	0.021	0.016	0.007	0.002	0.001
溶解 30 分後	18.5	3.49	3.06	1.82	0.73	0.086	0.047	0.002	0.021	0.016	0.007	0.002	0.001



1.23% /分の速度で黒鉛化度が低下した。

又、C値は0分時→3.33%、30分時→3.06%と0.27%低下した。(0.009%/分)

これらの炉中での溶湯変化(悪化)を解決すべく、炉中0次接種剤の開発を思いついた。

目標とした製剤設計は以下の5点を想定した。

- ① 効果(黒鉛化)が顕著であること。
- ② 持続時間が長いこと。
- ③ 成分にあまり変化を与えない事。
- ④ 他の添加剤との相互作用が少ないこと。
- ⑤ 様々な溶湯(FC、FCD)で使える事。

元素の周期表
The Periodic Table

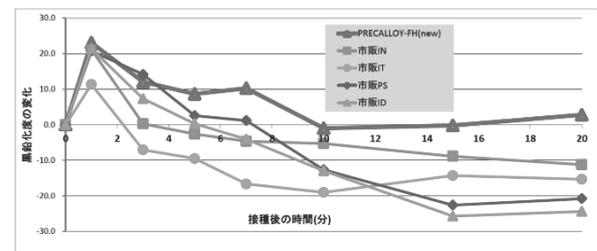
試料名、No.	分 析 値 (%)													
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	Ni	Al	Ti	V	Sn	Sb
元湯	3.52	2.23	0.521	0.093	0.117	0.007	0.018	0.002	0.009	0.002	0.030	0.010	0.001	0.010
PRECALLOY-F 0.1% 取鍋添加	3.52	2.24	0.513	0.092	0.107	0.007	0.018	0.002	0.009	0.002	0.030	0.010	0.001	0.009

試料名、No.	分 析 値 (%)													
	B	Co	Nb	W	Pb	As	Zr	Bi	Se	Te	Zn	Mg	Ce	La
元湯	<0.001	<0.001	<0.001	<0.007	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.005	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001
PRECALLOY-F 0.1% 取鍋添加	<0.001	<0.001	<0.001	<0.007	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.005	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001

成分の変化が少ないことから、他の接種剤との相互作用の心配もなく、組み合わせが任意で選択できることとなった。

また、その後の改良で、FC材、FCD材ともに使用できるものとなった。

4. 訴求点



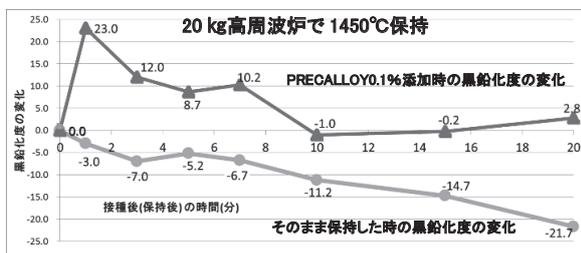
従来より接種剤に使用されている元素や接種効果の期待できる元素などの組み合わせを多く試して、結果目標を満足する組成の組み合わせが実現した。詳細は企業秘密上伏せさせていただいたが、効果の評価は1カップ熱分析法を主に用い、機械的性質、組織などを併用した。

3. 研究開発の成果

数十通りに及ぶ試行錯誤の結果

目標としていた炉中接種後の効果、持続性、についての性能を与えることができた。

成分の変化も極少で抑えることができた。



市販品で同様のプリコンディショナーなる炉中接種剤が数種あるが、それらと比較しても性能が上回っており、鑄造工場の評価も高い。

今まで不安定だったFC300材の機械的性質が安定した。あるいは黒鉛形状が理想的なA型黒鉛になった。あるいは球状黒鉛の黒鉛粒数が増加し、引け性が低下した。等である。

参考文献

D.N Reimer AFS Transactions 02-043 (2002)
Page 1 of 3
Chill Wedges In Ductile Iron Production

菅野利猛、岩見祐貴、姜一求：

鑄造工学 第89巻 (2017) 第6号 332

1カップ熱分析による球状黒鉛鑄鉄の黒鉛粒数とひけ性の判定