

新日鉄光製鋼工場のAOD炉寿命向上

Improvements on the Life of AOD Refractory at Hikari Works

新日本製鉄(株)光製鉄所

沖森麻佑巳*・山本哲也・柳 勝城
山口浩幸・森本幸夫・井本忠司

1. 緒言

光製鉄所製鋼工場では、電気炉(EF)-AOD-CC工程でステンレス鋼及び特殊鋼のスラブ、ブルームを製造している。近年、鋼の高級化対応として品質向上、市場拡大への対応として生産性向上が要求され操業条件が従来にも増して苛酷となってきた。特に耐火物コスト全体の約30%を占めるAOD炉の炉寿命向上は重要な課題となっていた。本論文では溶鋼取鍋からの放熱防止によるAOD出鋼温度低減、EF出鋼〔Si〕低減およびAODスラグ塩基度コントロール等による耐火物溶損防止対策に着手し良好な結果が得られたので以下に報告する。

2. AOD耐火物

図1にAOD耐火物のライニング構成、表1にAOD耐火物の材質を示す。

Tab.1 Composition of refractory in AOD

		Belly & bottom	Cone
Composition(%)	MgO	66 ~ 70	60 ~ 65
	Cr ₂ O ₃	17 ~ 21	17 ~ 21
	Fe ₂ O ₃	2 ~ 4	4 ~ 8
	Al ₂ O ₃	4 ~ 6	8 ~ 10
	SiO ₂	1 ~ 3	2 ~ 5

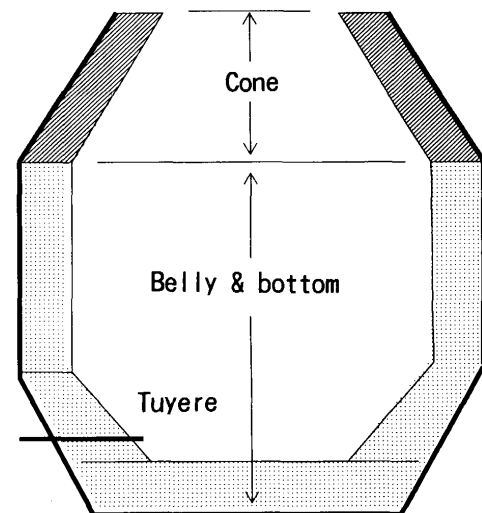


Fig.1 Lining of AOD

3. AOD炉寿命の改善経緯

図2にAOD炉寿命と操業条件の推移を示す。昭和58年頃から多連鑄操業の実施ために鑄造ピッチをあげた。AODで溶鋼を先出しすることになり溶鋼温度を補償するためAOD出鋼温度が上昇し炉寿命が低下した。またEFではスラグ中のCr₂O₃還元用Siを添加するが、実用上精度高く迅速にCr₂O₃濃度を測定する方法が無かったため、必要量以上にSiを添加する場合があった。EF出鋼〔Si〕が高い場合、AODで精錬すると初期のSi酸化によりスラグ塩基度が大幅に低下し、耐火物溶損原因の一つとなっていた。これらの課題に対応するため以下に述べる諸対策を実行した。

4. 溶鋼取鍋からの放熱防止技術

4. 1. 従来の問題点

AOD炉の出鋼後温度は約1620℃で設定されており鑄造スタートまでの温度降下(ΔT)

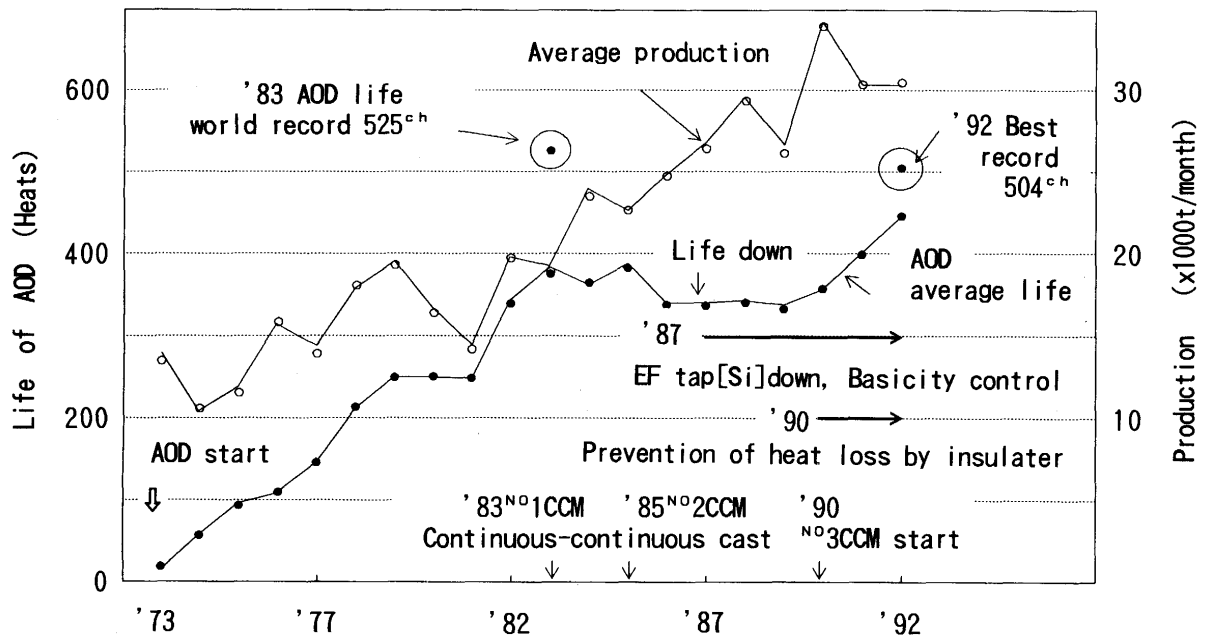


Fig.2 Transition of operation and life of AOD

は70℃もあった(後述図4参照)。溶鋼取鍋での溶鋼熱ロス(温度降下)要因を図3に示す。①の項目については不可避であるが、②、③については従来から保熱蓋の適用、取鍋の予熱強化により溶鋼温度降下対策が実施されてきた。一方、対策の実施されていなかった④鉄皮からの熱放散については、断熱材適用が効果的と考え対策をとることにした。

4. 2. 断熱材選定時の問題点

取鍋からの放熱を防止するには低熱伝導率の断熱材を適用する必要がある。一方、一般的に断熱材は外力が加わると簡単に圧縮され、高温になると更に収縮する問題があった。取鍋で使用される断熱材の収縮が大きいと内張りレンガの膨張収縮によるレンガの目地開きを助長し、溶鋼洩れ等のトラブルを発生する可能性があり高温下で収縮しにくい断熱材の選定が必要であった。

4. 3. 断熱材の選定とライニング構造

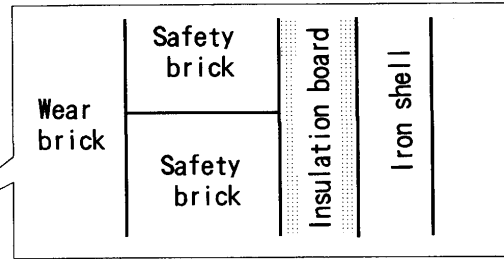
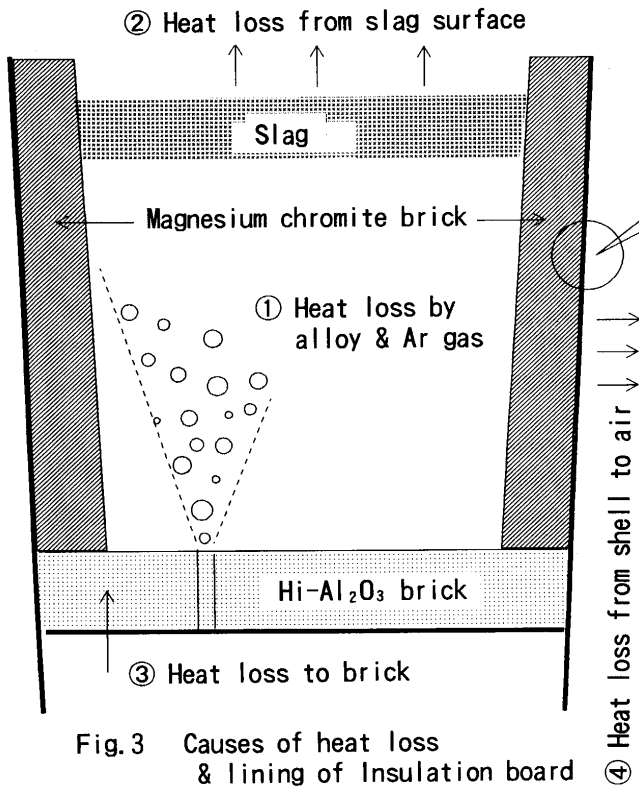
図3に取鍋の断熱材ライニング構造、表2に断熱材の特性を示す。断熱材の施工厚みは、操業上必要な取鍋のフリーボードが確保でき、必要なTon/chが得られる最大の厚みとした。また、断熱材の材質については、数種類の断熱材を比較試験し、一定圧縮荷重条件下で温度が変化した場合の圧縮量が最も小さかったセラミックファイバー圧縮成形品を選定した。

4. 4. 断熱材の適用効果

AOD出鋼後の取鍋の鉄皮温度を断熱材適用有無で比較した。断熱材を適用することにより鉄皮温度が最大80℃低減され、鉄皮からの放散熱が大幅に低減された。図4にSUS304製造時におけるAOD出鋼後の溶鋼温度を比較した。断熱材を適用した取鍋を使用することによりAOD出鋼後温度を約10℃低減することができた。

Tab.2 Specifications of insulation board

Ceramic fiber・Compression forming		
Density		0.8
Bending strength (N/m ²)		0.029
Compression streng. (N/m ²)		0.069
Thermal conductivity, 600℃ (W/m・K)		0.116
		800℃ 0.128
Composition (%)	SiO ₂	66
	Al ₂ O ₃	32



5. スラグ塩基度低下防止技術

5.1 従来の問題点

AOD精錬時の酸化期においてEF出鋼〔Si〕が高いとスラグ塩基度の低下量が大きくなる。図5にAODで使用されているマグクロレンガの溶損に与えるスラグ塩基度の影響を溶解炉内張試験で調査した。マグクロレンガはAOD酸化期でスラグ塩基度の低い程、溶損が大きいことが明らかとなった。このことから酸化期のスラグ塩基度調整をするためのCaO、MgO投入タイミングを最適化することにより耐火物溶損を低減できることがわかった。

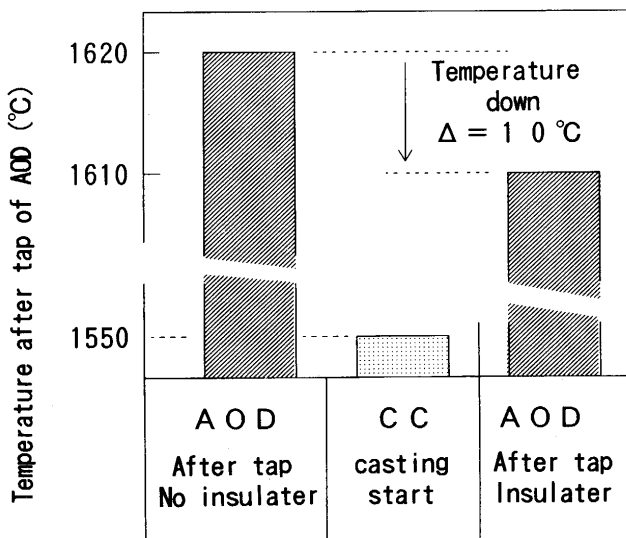


Fig. 4 Effect of insulator on decrease of temperature after tap

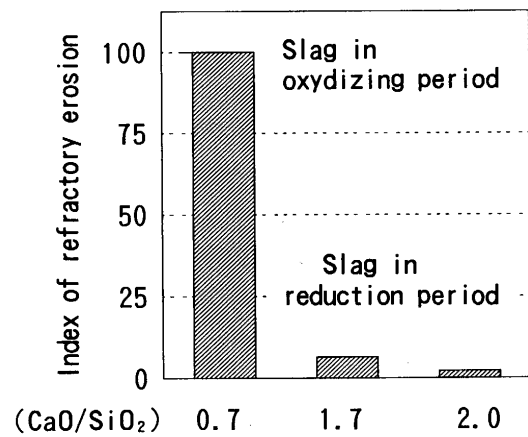


Fig. 5 Relation between basicity of slag and refractory erosion

5.2 EF出鋼〔Si〕低減

EFスラグ中のCr₂O₃還元用のSi添加量を最小にするためには、Cr₂O₃濃度を正確に把握する必要がある。しかしSi添加前にスラグを分析しCr₂O₃濃度を求める方法は長時間を要する。そこでスラグの磁着力を利用し簡易的に実用上必要な精度で迅速にCr₂O₃濃度を求める方法を考案した。図6にEFでのスラグ中Cr₂O₃濃度の簡易決定法適用有無によ

るEF出鋼〔Si〕の比較を示す。同法を適用しSi添加量を削減しEF出鋼〔Si〕を0.1%低減することが可能となった。

5. 3. スラグ塩基度低下防止効果

図7 にAOD酸化期におけるスラグ塩基度低下防止効果を示す。前述の簡易決定法適用によるEF出鋼〔Si〕低減および酸化期でのスラグ塩基度調整用CaO、MgO添加時期を①から②に変更してSiO₂の生成量を削減してスラグ最低塩基度が0.5向上した。

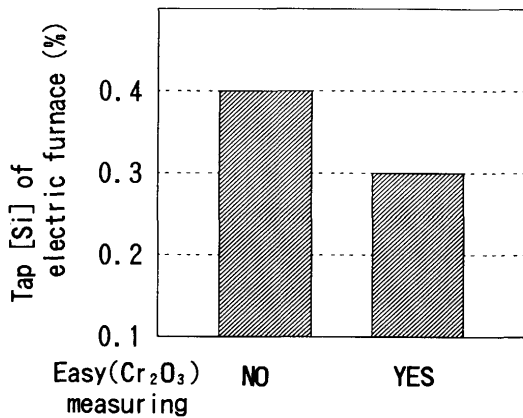


Fig. 6 Decrease of tap [Si] of electric furnace by easy (Cr₂O₃) measuring

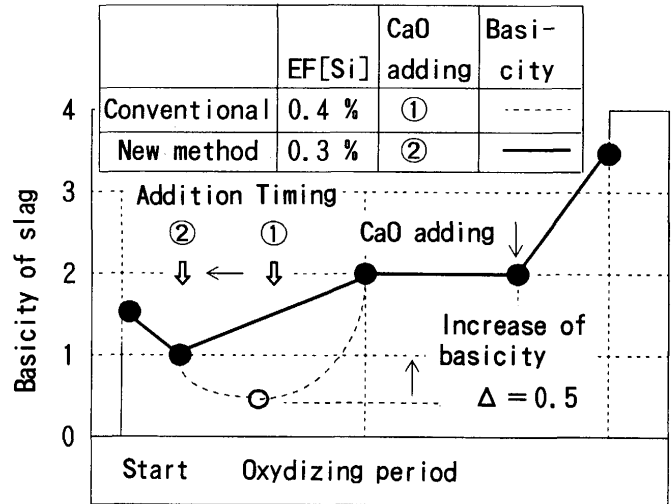


Fig. 7 Transition of basicity (Estimation)

6. まとめ

表3 に今回の対策によるAOD炉寿命向上効果を示す。溶鋼取鍋からの放熱防止技術、AOD酸化期スラグ塩基度低下防止技術の確立により炉寿命500チャージ以上の達成可能な技術が確立された。

Tab. 3 Items and effects of operation

		Conventional	Improved	Effect
Tap temp. down by insulater		1 6 2 0 °C	1 6 1 0 °C	- 1 0 °C
Operational improvement	EF [Si]	0. 4 %	0. 3 %	- 0. 1 %
	Min. slag basicity	0. 6	1. 1	+ 0. 5
Life improvement of AOD (heats)		3 0 5 ~ 3 9 5	4 4 0 ~ 5 0 4	+ 1 0 9 ~ 1 3 5