

Table 4. An example of the results of V-notch Charpy impact tests

Class	Marks	Plate thickness (mm)	Testing temp.	Top		Bottom	
				Impact value (ft-lb)	Crystallinity (%)	Impact value (ft-lb)	Crystallinity (%)
P-4 (S-K)	1	12.7	20	83.4	30	48.4	70
			0	46.6	70	35.0	70
			-20	18.3	98	15.2	100
			-40	3.8	100	5.3	100
		19.0	20	86.3	20	57.7	0
			0	63.0	67	56.0	0
			-20	24.9	100	41.3	25
			-40	6.5	98	7.7	80
P-5 (S-K)	5	22.0	20	98.7	25	68.8	0
			0	80.7	63	66.0	0
			-20	57.3	82	56.8	8
			-40	5.7	100	6.5	8.2
		25.0	20	123.3	0	68.2	0
			0	86.7	58	71.8	0
			-20	30.0	93	58.3	8
			-40	11.5	100	7.7	8.3
		32.0	20	98.5	40	82.8	1
			0	84.5	63	77.3	7

## (1) 介在物

非金属介在物分析結果は Table 2 に示すごとく良好でありその他 JIS G 0555 法でも良好な成績を示した。

## (2) 機械的性質

引張り試験, 曲げ試験, 粒度試験の結果を Table 3 に示すがいずれも良好で安定した結果である。

## (3) 衝撃試験

V notch-Charpy 試験結果を Table 4 に示す。

## V. 結 言

純酸素転炉による造船用厚鋼板の熔製について概略を報告したが, 熔製法としては製鋼時間の約12分間延長が問題点となるに止まり, その他は one-slag catch-carbon 法でなら障害となるものはなかつた。

品質上では, 介在物および [N][H] とともに平炉鋼より低い値で良好であり, 引張強さは平炉鋼と同一 [C][Mn] ではやや低く伸びが良い結果を示した。衝撃値は 0°C ではいずれも規格値をはるかに超え, さらに低温においても良好な値を示した。

## (68) 純酸素転炉における終点判定について

日本鋼管川崎製鉄所

岸田正夫・水井 清・斎藤 剛・○伊藤雅治

## Determination of the End Point in L.D. Process.

Masao KISHIDA, Kiyoshi Mizui  
Katashi SAITO and Masaharu ITO.

## I. 緒 言

日本鋼管川崎製鉄所の純酸素転炉は昭和 33 年 1 月操業を開始して以来, きわめて順調な経過をへて現在 42 t 転炉 2 基にて 50,000 t/月, 良塊歩留 92.0%, 能率 80 t/h を越える好成績を収めている。一方出鋼鋼種も多種多様で 60 数種におよび高炭より低炭, 高磷より低磷はもちろん, 一部特殊鋼の分野にも拡大されている。

かかる操業条件下において, 出鋼成分を規格内に収めることはもつとも重要なことであり, このためには幾多の努力が払われて来た。幸に過去の底吹き転炉操業により, 炉口における焰による終点の判定に対しては優れた技術をもっており, 純酸素転炉となつて多少の変化はあつたが, 低炭素鋼に対する終点判定は, 確率の高いものである。

また吹錬時間, 酸素流量計による使用酸素量も終点の判定には, 他の法と組み合わせて有効である。さらに新しいものとして, 炉口における排ガス分析値の変化によるもの, ランス, カミン冷却水温度変化による方法など色々行なわれ, その判定技術は飛躍的に向上した。一方熔銑の管理, 高磷材, 低磷材別, 石灰配合基準の設定など色々操業管理の強化が行なわれた。

また上記の判定のもとに倒炉し, 採取した試料による鋼中成分の迅速なる推定法として, グラインダー火花による [C] の判定, サンプル鑄型内の湯面の観測による [C] 判定, さらに試料破断面の状況より [Mn][P] の判定などで, 倒炉時の鋼中成分を推定し, Fe-Mn 投入量の調整, 加炭量の決定, または追吹き判断の基準とし最終鋼中成分を規格内に入れるべく努力している。

かかる数々の推定, 判断により規格外れは漸次減少の一途をたどり, 操業当初, 成分規格外れ率が 10% 前後もあつたものが最近にいたり 1% という好成績を収め, これが持続され, さらに将来は 0% を目標にして努力している。もちろん, これらの推定法の外に急速分析の迅速化をねらつて急速分析室を新設し, 試料送付時間の短縮, 分析法の検討により分析時間の短縮を行なつたこ

とも大いに規格外れの減少にあずかつていないことはいうまでもない。

II. 各判定法の概論

当所において、現在実施しているあるいは研究中の終点およびサンプルの判定法にはつぎのごときものがある。

- 終点判定
  - 炉口における燃焼炎の観察
  - 酸素使用量の測定
  - 炉口における廃ガスの分析
  - ランス冷却排水、カーミン温度測定
- サンプル判定
  - 湯面判定
  - 破面粒度判定
  - グラインダーによる火花判定

i) 終点判定

a). 炉口における燃焼炎の観察

脱炭反応によつて発生する CO ガスはその大部分が炉口外で二次空気により燃焼するので、この燃焼炎の観察により炉内の脱炭速度を推定できる。転炉における脱炭の一般的状態は Fig. 1 に示すごときもので、終点近くにおいては脱炭速度がいちじるしく減少する。

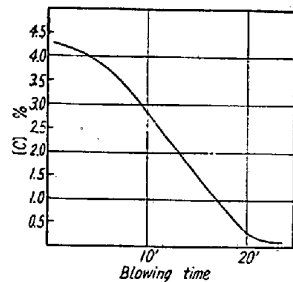


Fig. 1. Refining curve of the carbon.

Fig. 2 は炉口より約 500 mm 上部の廃ガス成分分析結果を示すが、これからも終点近くの燃焼炎の変化を知り得る。このような燃焼炎の変化の観察により相当高度な [C] 判定が可能となるが、この判定にはつぎの要因を考慮して行なう必要がある。

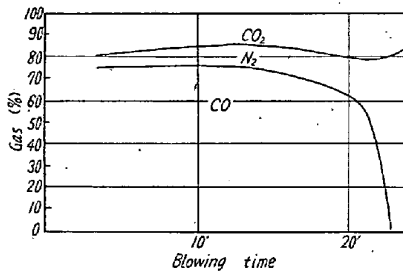


Fig. 2. Composition of gas at the converter nose.

【燃焼炎の状況と [C] の関係に影響を与える要因】  
 熔鋼量、鋼浴の形状、鋼滓層の状況、吹錬酸素圧力、ランス湯面間距離、炉口面積形状、出鋼口の大きさ\*、ランス振れ、廃ガス吸引状況

注) \* 第 14 回製鋼部会で報告

b) 酸素使用量の測定

積算流量計による酸素使用量の測定は終点判定の一手段として用いられているが、酸素使用量と [C] の関係はつぎのごとき要因によつて変化するので、現在のとこ

ろ細かい判定には利用できない。

【酸素使用量と [C] の関係に影響を与える要因】

全装入量、熔銑量、成分、温度、媒熔剤種類、量、使用方法、炉体持続回数（炉口形状、鋼浴形状、鋼滓層形状）酸素圧力、ランス湯面間距離

c) 炉口における廃ガスの分析

炉口における燃焼炎の肉眼判定を計測化せんとする一つの方法として、炉口における廃ガスの分析が考えられる。この方法について当所では赤外線 CO 分析計を用いた装置を作成し、現在試験を行なつている。これは脱炭速度の変化により、CO 発生量が変化すると CO の炉内における燃焼割合が変化することを利用し、炉口における廃ガス中の CO% を分析して終点を判定するものでこの場合も a) に述べた要因によつて影響を受ける。

d) ランス冷却排水、カーミン温度の測定

脱炭反応によつて発生する CO ガス量の変動をその燃焼による熱量の変動に移行して終点を判定せんとする方法であつて、この熱量変化を知るために、ランス冷却排水、カーミン側壁などの温度変化を使用する。この中、ランス冷却排水の温度変化測定は装置的に非常に容易であり、CO 発生量との関係が割合信頼度高く認められるので、作業化しやすい。Fig. 3 に吹錬中のランス冷却排水温度変化を示す。

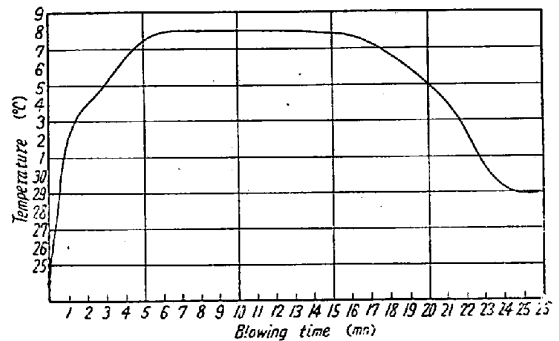


Fig. 3. Temp. of lance-cooling-water.

ii) サンプル判定

a) 湯面判定

熔鋼を炉内よりスプーンで採取し、熔鋼表面の色、ボイリングの状況、火花の状況などから主として [C] を判定している。

b) 破面粒度判定

サンプル凝固後、これを 1200~1300°C で鍛延、焼入破断し、その破面粒度によつて反応の進行状況を判定している。当所では一般には [C] を他の判定法あるいは急速分析によつて求め、この値を加味し、この判定法により [Mn], [P] の判定を行なつている。

c) グライNDERによる火花判定

当所ではグライNDER室を炉裏に設置し、C 0.02% の単位で標準サンプルを準備し [C] を比較判定している。

III. 結 言

当所の操業経過からみて、純酸素転炉の終点判定は燃焼炎の観察を熟練化することにより、相当高度の適中率をもつて行ない得ることが判つた。

さらに熟練度の減少を目的として炉口塵ガス分析、冷却水温度測定などにより終点判定を計測化する研究を行っているが、この成果によつては computer system との組み合わせによる転炉の自動操業も可能となるであろう。

(69) 転炉の炉型と吹精条件に関する研究

八幡製鉄所技術研究所

田尻惟一・吉田秋登・島田道彦・石橋政衛

Study of the Profile and Blowing Conditions of the L.D. Converter.

Ichi TAJIRI, Akito YOSHIDA,

Michihiko SHIMADA and Masae ISHIBASHI.

I. 結 言

純酸素転炉の運動状況につき模型実験と、5t 試験転炉で調べ、作業条件と溶鋼運動との関係を定量的に導いた既報りに引きつづき、現在操業中の 50t 炉で既報の関係式を幾分補正し、これらの式が炉容量の上でかなり広範囲に利用できることを確めた。

今回はさらに炉が大型化する時の攪拌ひろさや、ガス-液体の接触効率、および溶鋼のうごきについてしらべた。その結果これらの点については、炉が大型化するほど能率のよくなることがわかつた。

II. 吹精条件と溶鋼の運動

実際の炉が 5t から 100t まで大型化したと考えると 20 倍の大きさとなる。模型実験では 50t 炉の 1/18 から 1/5 まで大きさを変え、容量比として約 47 倍の大きさまでの範囲で実験した。

このように模型大きさを変えても実験式は変化なく成立した。そこでこの関係式を実用的なものとするために 50t 炉の操業条件で検討し、鋼浴連動のうち O<sub>2</sub> jet の侵入深さ、溶鋼のはね上り高さ、攪拌のひろさについてつぎの各式が得られた。

(1) O<sub>2</sub> jet の侵入深さ

$$v d = 1.24 \sqrt{L} (h + L) \dots \dots \dots (1)$$

ここで  $v$ : O<sub>2</sub> 噴出速度 m/s (標準状態)

$d$ : 噴出口径 mm

$L$ : O<sub>2</sub> jet 侵入深さ mm

$h$ : 浴面上のランス高さ mm

(2) 溶鋼のはね上り高さ

$$H = 3.0 \times 10^{-3} v d \sqrt{h + L} \dots \dots \dots (2)$$

ここで  $H$ : O<sub>2</sub> 侵入先端からのはね上り高さ mm

$v, d, h, L$  は (1) 式に同じ

(3) 攪拌のひろさ

$$D' = 0.068 v d + 0.428 h \dots \dots \dots (3)$$

ここで  $D'$ : 攪拌のひろさ mm

他は (1) 式に同じ

以上 3 つの関係のうち炉がさらに大型になつた場合、攪拌のひろさは充分であるかどうかを、(3) 式を用いて検討する。すなわち、50t 炉の現状操業条件と 5t 試験炉の場合を (3)

式に代入し、さらに 50t 以上の場合には、炉の形状は幾何的な scale-up を行ない、必要 O<sub>2</sub> 量および 50t 炉と同じ吹精時間として (3) 式に代入すると、Fig. 1 に示す炉容量と攪拌ひろさの関係が得られ、浴の径よりも攪拌ひろさの増加が大きく、大型炉になつてもこの点の心配はないことがわかつた。

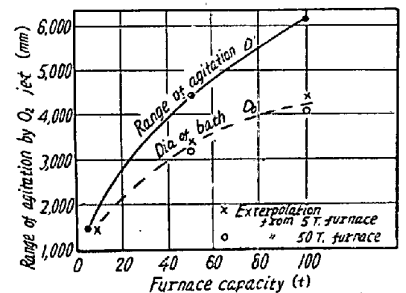


Fig. 1. Relation between furnace capacity and agitation area.

Fig. 1 に示す炉容量と攪拌ひろさの関係が得られ、浴の径よりも攪拌ひろさの増加が大きく、大型炉になつてもこの点の心配はないことがわかつた。

(4) 酸素と溶鋼の接触効率

O<sub>2</sub> jet と鋼浴との接触の係りに似た模型実験を行なつた。実際炉でおこる O<sub>2</sub> と溶鋼の接触は

- a. 鋼浴内に侵入したあぶくの部分で接触。
- b. 溶鋼の飛沫と接触する。
- c. 鋼浴の表面で接触する。

以上の接触過程は模型実験でも同様であつて、その再現を H<sub>2</sub>O の bath と NH<sub>3</sub> の気体との関係で実験した。実験の結果

$$\eta = k_1 (v d / h)^{1/2} D_0^{1/3} \dots \dots \dots (4)$$

ここで  $\eta$ : 液体のガス吸収効率%

$k_1$ : 係数

$D_0$ : 鋼浴の直径 mm

$v, d, h$  は他の式に同じ

式中  $k_1$  は、O<sub>2</sub>-溶鋼の場合と NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O の場合では