

レーザーセンサーによる注銑鍋溶銑重量の測定システム

Measuring System of Hot Metal Weight in Charging Ladle by Using Laser Sensor

日新製鋼(株)呉製鉄所 岡本泰夫*・武名泰弘・中上 拡
峰 昭彦

1. 緒言

呉製鉄所2製鋼脱硫プロセスにおいて、転炉への溶銑装入量を目標値にコントロールすることは重要である。しかし操業行程の中で、脱硫中間鍋注銑口のスラグによる閉塞を防止するために、オペレーターの判断により約5t、脱硫後の溶銑に脱硫前の溶銑を注ぐ作業があり、転炉装入溶銑の重量にばらつきを生じる原因となっている。そこで今回、より正確な転炉装入溶銑重量を把握するために、レーザーにより注銑鍋の溶銑湯面レベルを測定し、重量換算する装置を設置したので、その概要と測定結果について報告する。

2. 操業概要と問題点

Fig. 1に脱硫プロセスの概要を示す。混銑炉から溶銑を払出し、注銑鍋から脱硫用の中間鍋へ注銑する。この中間鍋は払出時に溶銑とスラグを分離できる特殊な構造を有し、脱硫後は、注銑鍋へ溶銑を払出し、残ったスラグをスラグ鍋へ排滓する。この後、注銑口に付着するスラグを洗浄するために、次のヒートの脱硫前溶銑を中間鍋に受入れ、注銑鍋へ少量注ぐ作業がある。この作業を「湯通し」と呼んでいる。

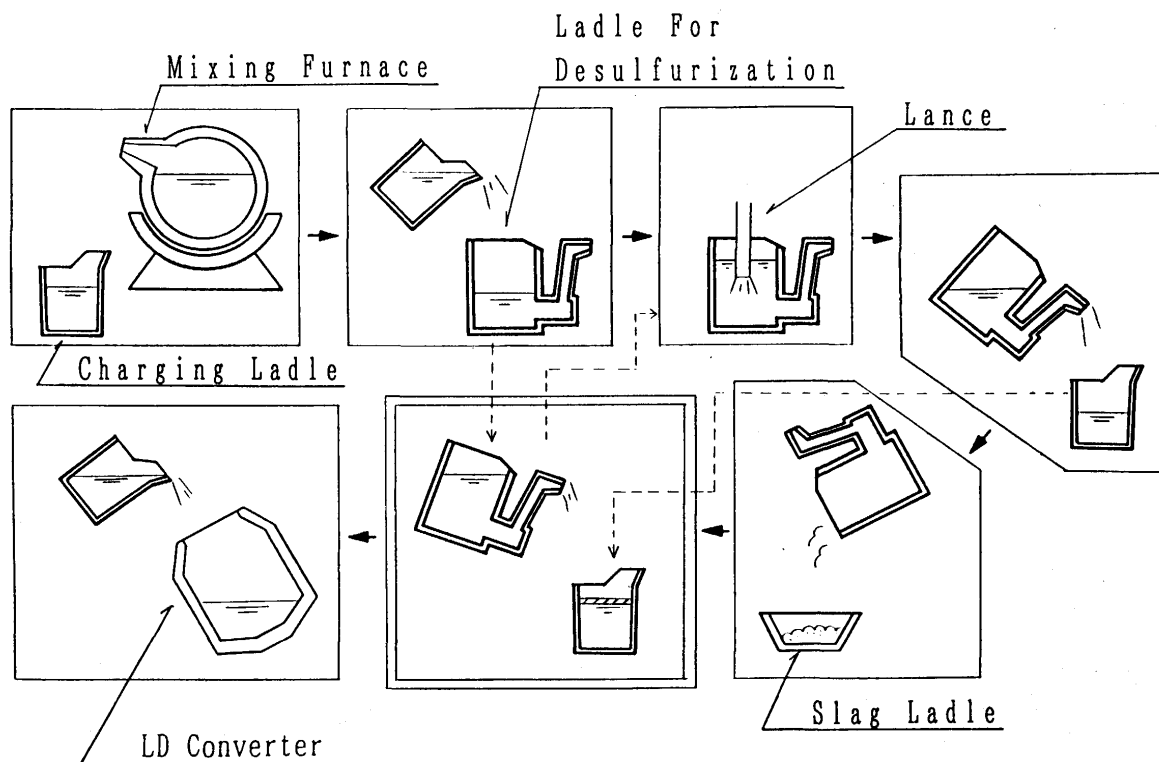


Fig. 1 Desulfurization Process

平成5年7月21日受付 (Received on July 21, 1993)

* Yasuo Okamoto (Kure Works, Nisshin Steel Co., Ltd., 11-1 Showa-cho Kure 737)

従来作業での問題点は、この湯通し重量を測定せず、オペレーターの判断に頼っていたため、正確な転炉装入溶銑の重量を把握できなかったことである。(装入重量は転炉での吹錬状況に影響を及ぼすために、常に把握しておくことが望ましい。)

3. レーザーによる重量測定

重量の測定は、秤量機を使用するのが一般的であるが、レーザーによる測定方法を採用したのは、以下のような理由による。

- (1) 秤量機を新たに設置するための、土建・機械工事にコストがかかるため。
- (2) 当社における、溶銑・溶鋼等、高温溶融物のレベル測定技術開発の推進のため。
- (3) 溶損による注銑鍋の内容積の変化が、過去の鍋使用実績データから予測できるので、目標とする重量測定精度 ± 1 (t)を満たすことを期待できるため。

4. レーザー重量測定装置の概要

Table. 1 Technical Data

Wave Length of Laser	905 (nm)
Maximum Measurable Surface Temperature	1600 (℃)
Measurable Distance	~30 (m)
Distance Resolution	1 (mm)
Effective Precision	± 10 (mm)

(1) レーザーセンサー

本装置では、レベル測定に半導体パルスレーザーを使用している。

Table. 1にその仕様を示す。

(2) 設置場所

Fig. 2にレーザーセンサーと注銑鍋の位置関係を示す。センサーは鍋の斜め上方約20mの位置に設置した。本来なら、もっと近距離から垂直に測定するのが望ましいが、溶銑飛散による装置破損の危険や建屋の設置条件から、現在の位置に決定した。

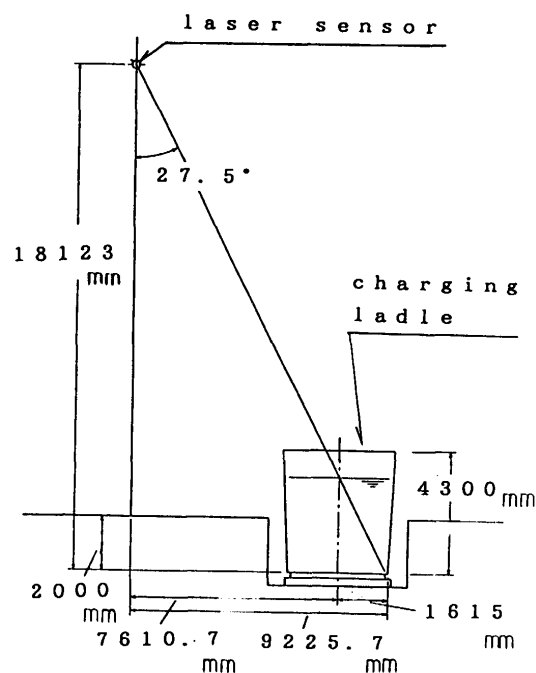


Fig. 2 Setting Position of Laser Sensor

(3) 機器構成

Fig. 3に機器構成のブロック図を示す。測定装置は、レーザーセンサーボックス、パソコン、インターフェイスボックス、重量表示ボックスから構成される。レーザーセンサーとパソコンは、RS232Cで通信を行い、計算結果は、重量表示ボックスへ表示する。

Personal Computer

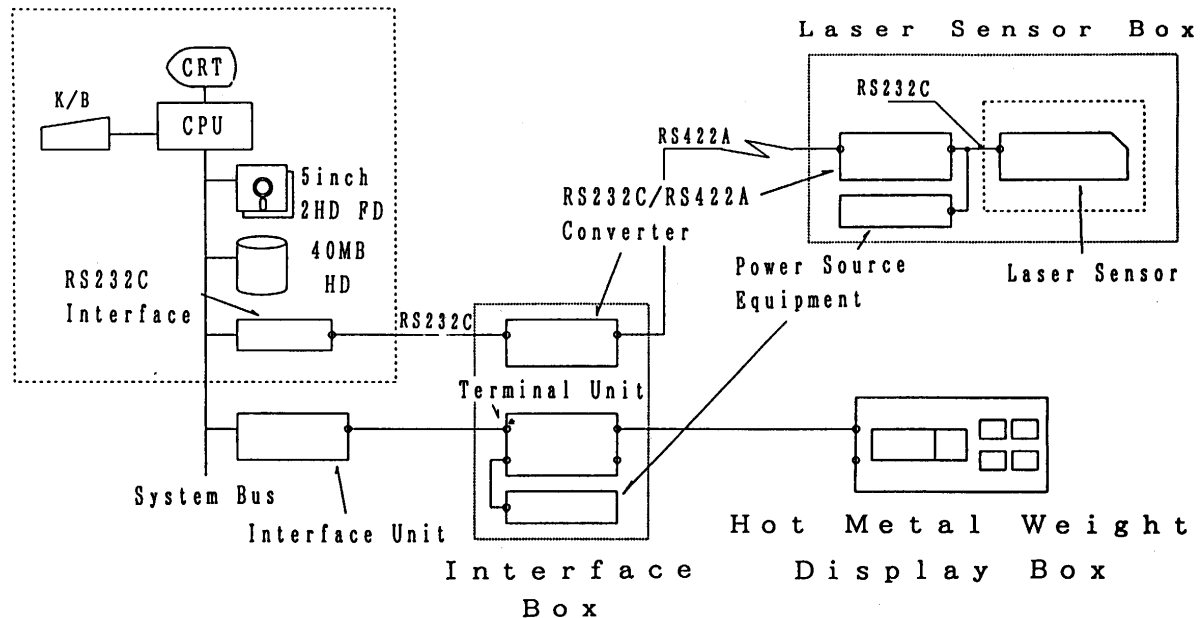


Fig. 3 Weight Measuring System by Using Laser Sensor

(4) 測定方法

Fig. 4に注鋇鍋の断面略図を示す。

R_n は使用回数 n の注鋇鍋の内半径(mm)、 R_0 は新品時の内半径(mm)、 H_0 ・ H_1 はそれぞれ湯通し前後の湯面レベル(mm)を示す。

- ① 注鋇鍋の使用回数： n を入力する。これにより、溶損による鍋の内径の変化を補正する。補正式は次のとおりである。

$$R_n = R_0 + n \cdot \Delta r$$

[Δr ：溶損率(mm/H)]

- ② 湯通し前の湯面レベル： H_0 を測定する。
 ③ 湯通し後の湯面レベル： H_1 を測定する。
 ④ 湯面レベルの差： $H_1 - H_0$ から次の式で重量： $W(t)$ を求める。

$$W = \pi \cdot R_n^2 \cdot (H_1 - H_0) \cdot M$$

[M ：溶鋇の密度(t/mm³)]

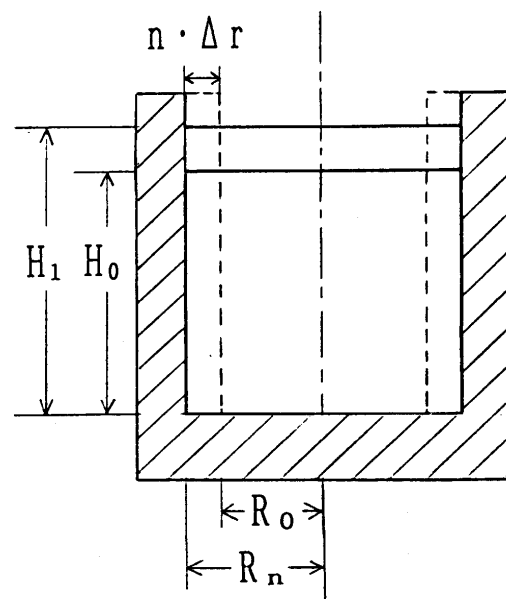


Fig. 4 Cross Section of Charging Ladle

5. 測定結果と考察

レーザー重量測定装置の測定精度を確認するために、混銑炉払出用の秤量機で湯通し前後の注銑鍋重量を測定し、レーザーと秤量機による湯通し重量の測定値を比較した。Fig. 5は秤量機による測定値を真値とした時のレーザーによる測定値の誤差を表すヒストグラムである。結果としては、 $0(t)$ を中心として、それぞれ $-1.5(t)$ 、 $+2.0(t)$ の二カ所にピークを持つ2つの山ができる形となった。 $-1.5(t)$ の山は、測定値が低めにでている状態であるが、これは鍋の内半径の初期値設定が小さかったため、測定は正常に行われた状態であると考ええる。これに関しては、データの数を増やし鍋の

半径補正を行うことで解決できる。次に、 $+2.0(t)$ の山であるが、これはおそらくレーザー光が湯面上に浮遊するスラグに当たったために測定値が高くなったものと推測する。これを解決するためには湯面レベルの測定を複数カ所で行えるようにし、その平均値を採る等、システムの改造が必要である。

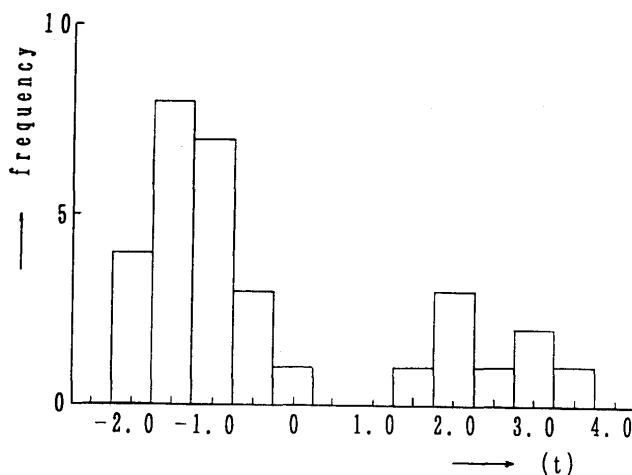


Fig. 5 Measured Error
by Laser Sensor

6. 結言

以上、レーザーにより湯面レベルを測定し、その湯面レベル差を重量に換算する装置の概要について述べた。

今後は、以下の方針で改善を行い信頼性の向上を目指していく。

- (1) 浮遊スラグによる誤差を減少させるべく、湯面レベルを複数カ所測定できるようにシステムを改造する。
- (2) さらに多くの測定データを採取し、重量換算の計算式の適正化を計る。