

高炉前作業の機械化

Mechanization of Work in Blast Furnace Cast House

西野 一宏*
Kazuhiro Nishino

栗原 淳作**
Junsaku Kurihara

水野 権一***
Gon-ichi Mizuno

相原 恒雄****
Tsuneo Aihara

三谷 宏幸*****
Hiroyuki Mitani

Synopsis:

Mechanization of work in a cast house was long desired to save operators from a number of unfavorable conditions such as heat and dust. The authors have succeeded in mechanizing work by solving such environmental conditions and space problems for installation, developing new machines including Rod exchanger for tap opener, Tuyere cooling box pulling-out machine and Pig and Slag leveller.

They have greatly contributed to eliminating burden of operators, and to shortening time of working time at Chiba Works of Kawasaki Steel Corp.

1. 緒言

高炉前作業は、高熱と粉塵に囲まれた悪環境のもとでの重筋労働作業で、従来から環境改善、作業の機械化¹⁾が叫ばれてきた。

近年、作業環境の面では集塵機や冷風設備が設置され、機能することにより改善された。

しかし、作業の機械化面においては、装置に必要な自由度が大き過ぎて設置スペースが足りないことなどの制約が障害となり、大きな進展が見られなかった。特に、高炉出鉄作業にかかわる機械は、小さなトラブルでも、操業面に重大な影響を及ぼすため、装置には、耐熱性や耐久性などに高い信頼性が必要とされた。

当社千葉製鉄所においても、作業員の安全性を高め、同時に高齢化に対応するという目的をもつ

て、数年前から機械化に取り組んできた。

当初は、苛酷な条件のもとで実用に供する機械化は容易には成し得なかったが、試作を繰返し実用に耐え得る機械の開発に成功し作業機械として使用することができるようになった。

これら機械化による省力等の成果と設備の概要についてここに報告する。

2. 設備の概要

2-1 機械化対象作業

機械化の対象作業は、炉前作業を単位作業に区分して、肉体および精神面への労働負荷の高いものから優先順位をつけて選定した。

具体的には、単位作業ごとに作業に必要とする時間を測定し、個々にエネルギー代謝率を加味し

* 千葉製鉄所設備部設備技術室主任(部長待遇)

*** 千葉製鉄所設備部設備技術室主任(課長待遇)

***** 千葉製鉄所設備部設備技術室

(昭和55年2月26日原稿受付)

** 千葉製鉄所製鉄部部長

**** 千葉製鉄所企画部企画開発室主任(部長待遇)

て作業余裕率を設定し、それらから作業標準時間を算出して指標とした。各作業の標準時間比率の一例を Table 1 に示す。

こうして選出した作業を機械化の対象とした。以下にそれらを示す。

- (1) 出鉄開孔機金棒交換装置
- (2) 出鉄開孔機金棒供給装置
- (3) 溶銑滓レベル計
- (4) 小冷却両(キリカス)引抜機
- (5) スプラッシュカバー
- (6) ブローパイプ交換台車
- (7) 溶滓傾注樋粕落し機

次に装置に必要な仕様は従来の作業をタイムスタディ等の手法により、さらに詳細に分析し、各機器に必要な動作を抽出して決定した。また、他産業界のロボットの動向と同様に、完全自動化を最終目標にするが、当面は判断等を人間が補う形の自動化を志向した。

開発した装置の高炉全体に対するレイアウトを Fig. 1 に示し、そのうちの主な装置の特徴や従来の作業について以下に述べる。

Table 1 Ratio of operation standard time

Item	Ratio (%)
Tap hole digging	7
Iron tapping	27
Tapping stop	3
Runner maintenance	33
Tap hole repairing	4
Others	26

2-2 主な装置の特徴

2-2-1 出鉄開孔機金棒交換装置

(1) 従来作業の分析と新装置の概要

出鉄開孔作業は、開孔機に人力で金棒を装着することによって行う。この作業は1回の出鉄開孔作業につき、約30kg/本の金棒を4~5本、樋の近くで交換する高熱雰囲気における重筋労働で、機械化の必要性が最も高い作業であった。

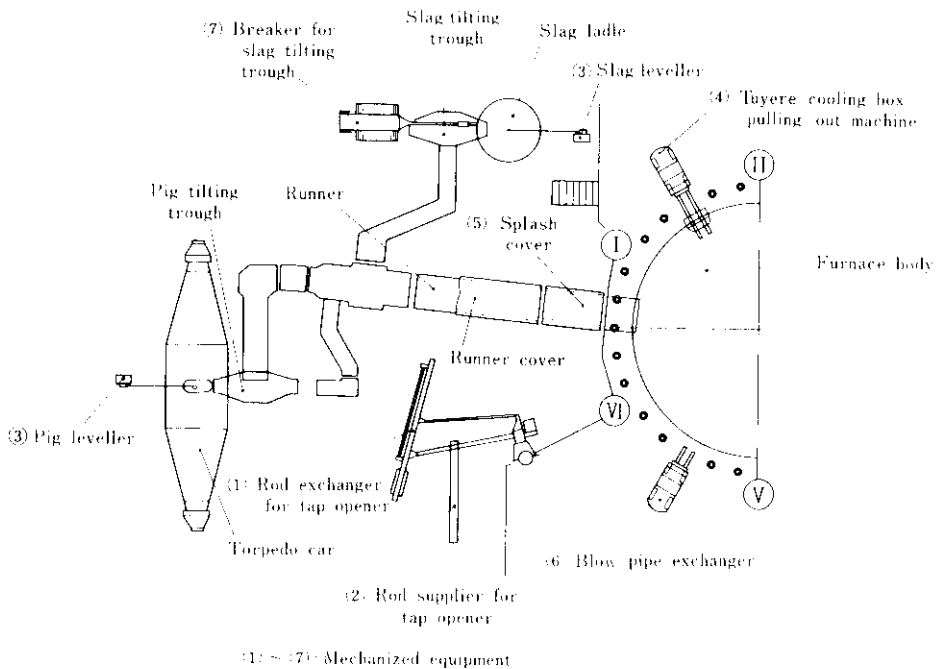


Fig. 1 Schematic layout of mechanized equipment in a cast house

ところが周囲の雰囲気は Photo. 1 に示されるように、温度条件が高く、それに加えて、粉塵も多い。さらに前述のように、本作業は出銑にかかわる作業のため、機器には十分な信頼性を必要とした。このため、過去において、「カム」式や「マグネット」式の金棒交換装置を考案し、試作したが、動作不良を起こしやすく実機としては使用に耐えなかった。



Photo.1 View of tap hole digging with Rod exchanger for tap opener

これらを勘案して、本装置は、駆動部の耐熱性向上のために熱に弱い電気・油圧類を避けて空圧を採用し、耐久性向上のために各部材を強化し、操作を簡略化するためにドリフタ位置をフィードバックするシーケンスを内蔵した仕様とした。また、金棒を交換する機構を「カム」や「マグネット」に代えて「レボルバー」方式にし、機器の軽量化と部品点数の削減を達成した。開発した本装置のプロフィールを Fig. 2 に示す。

(2) 装置の構成とその効果

本装置は、金棒を搭載するラック部と支持するためのホルダー部および各駆動部より構成される。駆動力は、すべてエアシリンダーにより与え

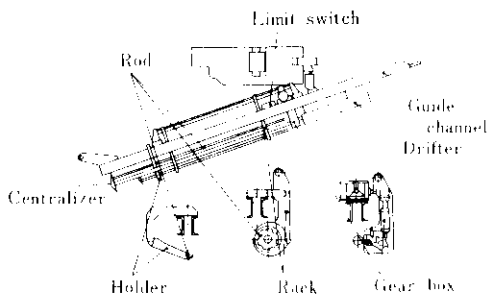


Fig.2 Schema of Rod exchanger for tap opener

られる。ラック部はギアボックスとシャフトでつながれ、内部の旋回および全体の開閉動作を行う。ホルタ部は開閉動作を行う。

主な装置と機能等を Table 2 に、出銑開孔作業時の動作フローを Fig. 3 に示す。

本装置の導入により、出銑樋付近での金棒運搬が不要になり、作業員は4名×4班から2名×4班に省力することができた。

Table 2 Main structure and function of Rod exchanger

	Structure	Function	Cylinder number
1.	Holder mechanism	Supporting a rod until its head reaches a centralizer. Cylinder is mounted back of a guide channel and is connected to a holder with a cable.	1
2.	Rack mechanism	Holding 6 rods. Open and shut to avoid interfering with a drifter	1
3.	Gear box	Cylinder is mounted inside. Feeding rods until one of them is located at the center of a drifter.	1
4.	Others	Limit switch is attached to a guide channel and feeds back a drifter's location to the holder.	

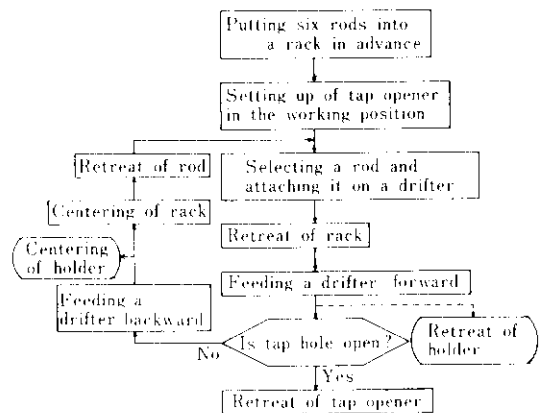


Fig.3 Operation flow chart of Rod exchanger

2・2・2 小冷却函（キリカス）引抜機

(1) 従来作業の分析と新装置の概要

キリカス引抜作業は、休風時に行い、人力で与

える分銅の衝撃力を利用して抜き取る治具を用いていた。この方式では、作業員が炉開孔部の延長線上に必要となり、炉からの熱やガス等の流出にさらされる危険性があった。

本装置では、炉開孔部で無人の操作を可能とし、キリカスの位置合せの微調整が容易なタイプを考案した。写真を **Photo. 2** にプロフィールを **Fig. 4** および **Fig. 5** に示す。

(2) 装置の構成とその効果

スライドビーム式キリカス引抜機は **Fig. 5** に示すように、フォークリフトにより運搬、位置合せされる。構成は、引抜ロッドとスライドビームおよびフォーク用ガイドからなる。引抜ロッドはスライドビームに固定され油圧ジャッキによりガイド上を走行する。引抜ロッドは、各々単独でキリカスの先端に位置を合せることができる。これはもし2本のロッドが固定されていると炉内容物の詰まりやキリカスの傾きがある時にロッドの爪の位置がずれてしまうのでそれを防ぐためである。仕様を **Table 3** に示す。本装置を千葉第6高炉にて使用の結果、引抜力は53.5tで作業員は8名から2名に省力することができた。



Photo. 2 View of Tuyere cooling box pulling-out machine

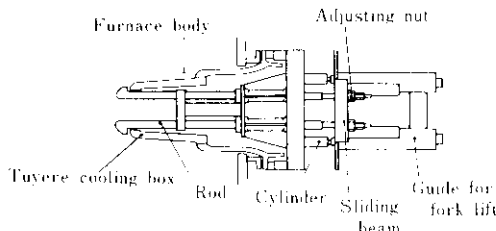


Fig. 4 Schema of Tuyere cooling box pulling-out machine

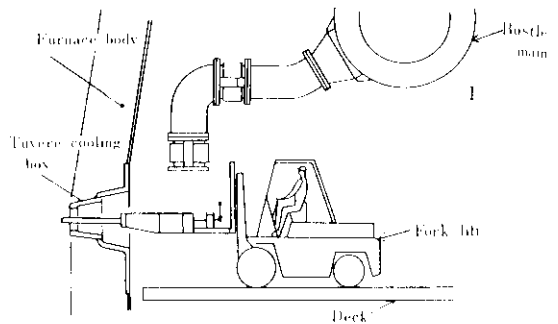


Fig. 5 Schema of operation by using Tuyere cooling box pulling out machine

Table 3 Specification of Tuyere cooling box pulling-out machine

Power	Nor. 50t max. 100t
Weight	Approx. 1 000kg
Handling	By fork lift
Type	Rod hooking
Power source	Hydraulic cylinder 50t×159st.×2

2-2-3 溶銑滓レベル計

(1) 従来作業の分析と新装置の概要

傾注樋から鍋に受け入れた溶銑（滓）のレベルを判定する作業は、傾注樋のワードのぞき窓から1名かはりつけて監視作業を行っていた。周囲は高熱の雰囲気で作業環境は良くなかった。

本装置では、溶銑は導通式サウンジングレベル計、溶滓は浮カトルク検出式サウンジングレベル計による測定方式を考案した。プロフィールを **Fig. 6** に示す。

(2) 装置の構成

本装置は、レベル接触端子と測定装置からなる。あらかじめ満量レベルに設定した接触端子が、受入レベルに接触すると警報を鳴らし、満量を知らせるタイプである。溶銑は電流がアースされることを、溶滓は端子を押し上げる浮力を検出することを測定方式にした。

また、別方式として、鍋重量が線路に与える歪を測定して鍋中の溶銑滓レベルを算出する歪測定タイプ²⁾も実験中である。

本装置は、サウンジング方式で測定方式や操作

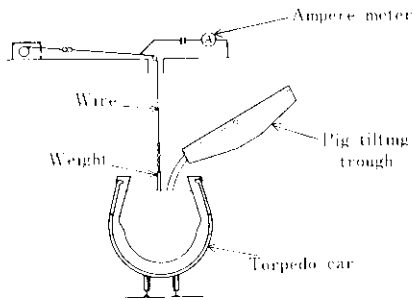


Fig. 6 Schema of Pig (and iron) leveller

が簡単であるため、測定誤差も少なく、ほぼ無人のレベル監視が可能となった。

2・2・4 その他

その他の各装置については下記的方式に依った。

金棒供給装置：リフター方式

スブラッシュカバー：ジブクレーン懸架方式

ブローパイプ交換台車 } フォークリフトや油
溶滓傾注樋粕落し機 } 圧シヨベル等の一般
的機種を導入

一般的機種の導入に際しては、操作性を向上させ、固有の作業に適応させるための仕様変更などを行い、作業の機械化を達成した。

3. 結 言

千葉製鉄所における高炉前作業の機械化により、作業時間の短縮および作業負荷の軽減に期待どおりの効果を得ることができた。現段階で、主要な機械の開発は一応完了したといえる。

今後の方向として、さらに残る作業の機械化を継続して推進するとともに、各単体機械を組合せ、総合的な作業システムの開発を狙って炉前作業を全自動化設備に近づけていきたい。

最後に、出鉄開孔機金棒交換装置の開発に御協力いただいた東京流機製造(株)に深謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 安田ほか：高炉か廻り機械について、日本鉄鋼協会共同研究会第19回鉄鋼設備分科会資料(1978)
- 2) 田宮ほか：川崎製鉄技報，10(1978)2・3, 33