

(67) 洞岡転炉工場における3基整備
2基操業時の生産能力検討につ
いて

八幡製鉄所, 製鋼部

若林一男・西村悦郎・武田雅男

阿南春男・○前田重男

〃 作業標準部 富田正夫

Simulation on Production Capacity of
Alternate 2-Unit Operation of 3 LD
Converters at Kukioka LD Plant.

Kazuo WAKABAYASHI, Etsuo NISHIMURA,

Masao TAKEDA, Haruo ANAN,

Shigeo MAEDA and Masao TOMITA.

1. 緒 言

当所, 洞岡転炉工場は, 1957年9月以降, 50t転炉の2基整備常時1基操業を行なつてきて, その操業成績は順調に推移し, 1963~1964年にかけて, 7万~7.4万t/月の安定した生産を続けてきた。第二次合理化計画の一環として, 1964年3月10日より, わが国第4番目の3基整備2基常時操業を開始し, 1964年9月には12万9千t/月を記録し, 2/3基操業後6ヶ月にして当初の目標12万1千t/月を越えることができた。この間, 2/3基操業, 生産計画および設備合理化計画を円滑にすすめるための一助として, I. B. M. 7070 を使用して Simulation を含めた検討を行ない, 工場内各工程能力算出を行なつたのでその概要を報告する。

2. 設 備 概 要

当工場は同一建屋内に電炉工場, 溶銑脱硫装置などがあり, 注入および鋼塊起重機を共用し, 多品種の鋼種構成, 鋳型構成と相まつて, 出鋼予定上, 作業工程上制約条件が非常に多く, 複雑なプロセスとなつている。

3. システムのモデル化

各工程能力算出にあつて, 原料より鋼塊払出しまでの全工程を, 6つのブロックに分割して検討した。

ブロック(I): 高炉溶銑を混銑炉に受銑し転炉に装入するまで(一部の溶銑は脱硫装置を経て転炉に装入される)

ブロック(II): 屑鉄ヤードでの屑鉄のシュート積み込み能力。

ブロック(III): 転炉の溶製能力。

ブロック(IV): 転炉での溶製から一造塊注入を経て, 二造塊での鋼塊積出しおよび鋳型処理まで。

ブロック(V): 鋳型置き場, 所要面積の検討。

ブロック(VI): 鋼塊トラックおよび貨車による鋼塊輸送能力。

ブロック I, II, V については Hand Simulation, III, IV, VI については I. B. M. 7070 による Simulation を行なつた。

4. 計算結果(各工程別能力)および考察

4.1 原料工程

4.1.1 溶銑関係

高炉から到着する16~20杯/日の溶銑の混銑炉への受銑, 溶銑脱硫装置の使用, 転炉への溶銑装入および雑作

業を, 90t起重機2基で行なわねばならないために, 起重機の差合い待ち, および作業工程の錯綜が予想された。そこで転炉装入を中心として, 溶銑脱硫装置の処理能力および起重機能力を Hand Simulation により検討した。溶銑比78%では, 溶銑脱硫処理8~9ch/日で約13万3千t/日の溶銑処理能力のあることがわかつたが, 高炉鍋の工場滞留時間が長くなり, 鍋の回転が間に合わなくなることが予想されたので, 高炉の出銑予定時刻の変更および高炉鍋の三列車編成などの対策をとつた。また混銑炉および溶銑脱硫装置の作業工程について起重機の使用標準を作成した。この結果, 作業待ちを起すことなく順調な作業を行なうことができた。

4.1.2 屑鉄積み込み能力

屑鉄積み込み能力については2/3基操業開始後, 実績のデータを使用して検討した結果, 溶銑比78%, 重量屑16.5%では生産量13万6千t/月の生産が可能であることがわかつた。

4.2 転炉溶製能力

転炉出鋼能力は出鋼量, 製鋼時間, 出鋼々種比率, lap時間, および転炉作業率(全製鋼時間/作業すべき歴時間)などによつて決まり, この間の関係の一例を Fig. 1 に示す。

4.2.1 最高 lap 時間の影響

最高 lap 5~6 min までは lap 1 min の延長につき約3,250 t/月に相当するが, 最高 lap 7 min 以上は勾配がゆるやかになり, 10 min 以上は lap 時間を増してもあまり増産とならず, 頭打ちとなる。無制限 lap, すなわち完全な常時2基稼働では, 鋼種構成④では13万6千t/月となる。これ以上の増産に対しては, 製鋼時間, 特に吹錬時間の短縮をはからねばならない。

4.2.2 鋼種構成の影響

| Steel grade | A | B | C | D |
|-------------|------|-----|-------|-------|
| 1 | 100% | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 97.5 | 25% | 0 | 0 |
| 3 | 80.5 | 25% | 0 | 17.0% |
| 4 | 69.0 | 25% | 11.5% | 17.0% |

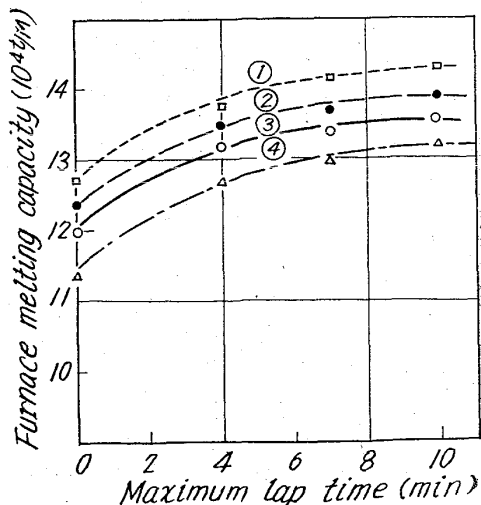


Fig. 1. The result of simulation.

鋼種 B, ±1% の変化は, 約 干800 t/月, 鋼種 C の ±1% は 干500 t/月, また鋼種 D の ±1% は 干120 t/月に相当する. これは主に製鋼時間の差によるものである. また鋼種 A のみでは最高 lap 9~10 min では 14 万 2 千 t/月である.

4.2.3 最高 lap 時間と吹錬待ち

最高 lap 時間の増加とともに, 吹錬待ち時間は減少して, lap 1 min は吹錬待ち 1, 300 min/月に相当する. しかし最高 lap が大きくなると勾配はゆるやかになる.

4.3 造塊能力

造塊能力についてはブロックⅣに示したごとく, 転炉の溶製から注入を経て, 鋼塊および鑄型処理までを一つのシステムと考えて Simulation を行なつた. これは造塊能力は転炉の溶製能力と密接な関係があり, 単独には考えられないためである.

鋼種, 鑄型, 作業改善などを行なつた場合について, 十数例, おおの 2,000 チャージ出鋼分の Simulation を行なつた. 主なる out-put は次の通りである.

- (i) 鋼種別, 鑄型別, 炉別出鋼杯数
- (ii) 各起重機稼働率
- (iii) 各作業待ち時間
 - (イ) 吹錬待ち
 - (ロ) 注入クレーン待ち
 - (ハ) 受鋼鋼待ち
 - (ニ) 注入線待ち
- (iv) 型据え終了~注入開始時間
- (v) 鋼種別製鋼処理時間

4.3.1 一造塊注入クレーン能力

注入起重機能力は, 勿論, 鋼種別, 鑄型別の注入時間によつて左右されるが, 当工場では, その他に 100 t 起

重機 3 基の中, 1 基は電炉との共用であるために, 起重機使用上制限を受ける. 注入起重機能力向上の対策として, 取鍋転倒装置の設置, 大型鑄型への移行などを検討した. 特に前者については, 約 3,000 t/月~4,000 t/月の能力向上が期待される.

4.3.2 二造塊能力 (鋼塊処理能力)

鋼塊処理能力は注入線能力, 鋼塊起重機能力, ならび

| | | |
|---|-----------------|-----------|
| 1 | Ingot from E.F. | 1,500 t/M |
| 2 | " | 7,500 t/M |

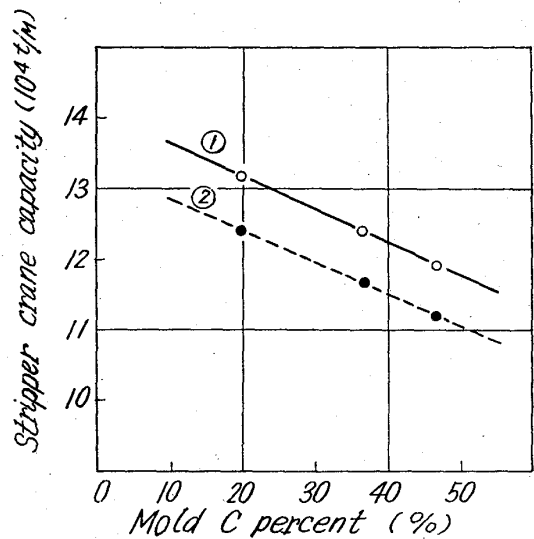


Fig. 2. The result of simulation.

| Categories & Installations | | | Process capacity (t/M) | | |
|----------------------------|-------------------|--|---|--|---|
| | | | 120,000 | 130,000 | 140,000 |
| Charging yard | Scrap cranes | (15/5t) / (25/5t) / 7 | | | Present capacity 136,000t |
| | Hot metal cranes | (90/25t) x 2 | Hot metal ratio 75% Heavy scrap 16.5% | Present capacity 130,000t | H.M. ratio 80% heavy scrap 14% |
| Oxygen converters | 50t x 2 / 60t x 1 | Steel kind B 3000 t/M Steel kind D 10,000 t/M | | Without slagging of before charging to mixer | Installation of H.M. crane & changing the place of S.I. equipments |
| Teeming yard | Teeming cranes | (100/25t) / (50/15t) / 7 | Mold c percent 30% | Present capacity 132,000t | Installation of nozzle handling equipments |
| | Teeming cars | 140t x 8 / 150t x 4 / 70t x 1 / 110 x 1 | Same in the case of burnaces & teeming cranes | Present capacity 135,000t | Raising boiler capacity & improvement of slag handling |
| Stripping yard | Stripper cranes | 35t x 2 / 25t x 1 | Mold c percent 30% Operational ratio 81.5% | Present capacity 123,000t | Installation of stripper crane mold c percent 3.2% / mold c percent 3.5% |
| | Area of mold yard | 1288 m ² | Mold c percent 30% reserve of mold 15% | Present capacity 123,000t | Mold c percent 50% |

Fig. 3. Process capacity of LD converter plant at Kukioka.

に鑄型構成、電気炉鋼塊処理量、などによつて決る。Simulation を行なつた結果、鋼塊起重機の稼働率が高くなることが予想された。結果の一例として鑄型構成、電気炉鋼塊処理と二造塊鋼塊処理量との関係をFig. 2に示す。すなわちC型鑄型使用鋼種比率の影響が最も大きい。C型材が40%では約12万1千t/月である。鋼種Aのみ出鋼で考えた場合は、二造塊鋼塊処理能力は、13万~13万5千月の生産能力があると考えられる。そこで、鋼塊起重機の使用時間を減少する方策として、生産計画に、C型材出鋼割合の減少、電気炉鋼塊の一造塊処理、および鋼塊貨車、鋼塊トラックの所要時間などについて検討を行ない、各対策を実施した。

以上の検討結果をまとめると、未検討部分(屑鉄積み込み能力、鑄型置場面積、鋼塊輸送能力)を若干残しているが、当工場2/3基操業時の生産能力はC型鑄型使用鋼種の比率が40%で12万1千t/月、またC型材が30%では12万5千t/月程度であると推測される。

5. 実際操業結果

2/3基操業当初においては予測されたごとく、鋼塊起重機の稼働率が高く、注入線待ちなどが発生したので二造塊を中心としてC型出鋼比率の減少、電気炉鋼塊の一造塊処理、鋼塊トラックおよび貨車の配車方法、計画休止などについて検討を行ない、各対策を実施しその後は順調な生産を続けている。

6. 将来の合理化計画

その後、2/3基操業を行なつていろいろの新しいデータが得られたので未検討部分を含めて、生産能力および設備合理化の再検討を行なつた。結果は2/3基操業開始前の予測とそれほどちがつていない。その結果の一覧表をFig. 3に示す。すなわち鋼塊起重機を1基増設するのみで、約13万t/月の生産が可能である。またFig. 3に示すごとく、作業改善、設備改造などにより13万5千t/月の生産も可能である。さらに14万t/月以上の工場にする見通しもついている。現在、鋼塊起重機の1基増設は既に決定されて、1965年3月からは、現在の鋼種構成で13万t/月(鋼種Aのみに換算すると14万t/月)の工場となる予定である。

7. 結 言

洞岡転炉工場3基整備、2基常時稼働操業に際して、Hand Simulation および I. B. M. 7070 を使用しての Computer Simulation を行ない各工程能力を算出し、生産計画、およびその達成、将来の設備合理化計画の一助とすることができた。現在当工場の能力は、12万3千t/月であるが、昭和40年4月よりは、鋼塊起重機1基が増設され、月産13万t(鋼種Aのみでは14万t/月)となる予定である。また月産13.5万t、さらには14万tの見通しもついている。

(68) LD 転炉の模型による研究

日本鋼管、技術研究所

下間 照男・○佐野 和夫

The Study of Several Phenomena in LD Converter by Cold Models.

Teruo SIMOTUMA and Kazuo SANO.

1. 結 言

LD 転炉操業において、製鋼能率の向上のために、噴出量の減少、製鋼時間の短縮を図らねばならぬが、噴出量におよぼす要因として、他の条件が一定ならば、ノズルの型式、形状、炉体プロフィールなどはかなり重要なものと考えられる。

われわれはこれら要因の水準を大巾に変えて、それらの要因と、噴出量および製鋼時間との関係を明らかにするために、LD 転炉の噴出機構および製鋼反応をある程度までは Simulate できると思われるモデルを考えて、このモデルによる実験ならびに解析を行なつた。その結果ノズルの中心軸の傾斜角度と噴出量および製鋼時間との関係、ノズルの孔数と噴出量および製鋼時間との関係、鋼浴直径と鋼浴深さの比と噴出量および製鋼時間との関係などを求めることができたので報告する。

2. 研究 方法

2.1 モデル

酸素気流の代りに無水塩酸を適量の空気で稀釈した混合気流を、鋼浴の代りに重曹の過飽和水溶液を、slagの代りにメチルオレンジをヘキシルアルコールに溶解して流動パラフィンに混合させたものを使用した。

2.2 模型の縮尺材質

模型の縮尺は炉体、ノズルともに実炉の1/10とし、炉体の材質は透明塩化ビニールを、ノズルはSUS18を使用した。

2.3 相似条件

流体力学的、反応工学的に多くの相似条件が考えられるが、これらのすべてを満足させることは原理的に不可能であるので、噴出量と反応速度を最も支配する次の諸要因について重点的な相似させた。相似条件を次に示す。

2.3.1 凹みの深さの相似条件

模型実験と実炉とで凹みの深さ ϕ と鋼浴の深さ L との比 ϕ/L が等しくなるように選ぶ。

すなわち、

$$\phi_m/L_m = \phi_f/L_f \dots\dots\dots (1)$$

凹みの深さ ϕ は S. G. Afanasev¹⁾らの結果を使つて(1)式を整理すると次のようになる。

$$U_{mm} = k\sqrt{(\gamma_{gf}/\gamma_{gm})(\gamma_{bm}/\gamma_{bf})(d_{d,f}/d_{d,m})}U_{mf} \dots\dots\dots (2)$$

こゝに、

γ_g : 噴流ガスの密度

γ_b : 鋼浴の密度

d_d : divergent jet の鋼浴面における直径

U_m : 鋼浴面上における噴流中心軸上の流速

k : 模型の縮尺

[添字]

f : 実 炉