
千葉製鉄所の製鋼工場向けスクラップ供給システム

A New Scrap Supply System for Basic Oxygen Furnace at Chiba Works

岡崎 有登(Arito Okazaki) 香月 淳一(Jun-ichi Katsuki) 曾我部 亢二(Koji Sogabe)
前田 誠(Makoto Maeda) 高橋 真人(Masato Takahashi)

要旨：

千葉製鉄所西工場に第3製鋼工場を建設するにあたり、省力およびクレーン、ヤードなど設備面の重複を避ける目的で新方式のスクラップ供給システムを採用した。製鋼工場建屋外でスクラップを炉内装入用シュートに直接配合し、シュートごと台車で建屋内に搬入し、クレーンで吊り上げ挿入する方式である。新システムで特に問題となったのは、製鋼命令に対する追従性と雨水による水蒸気爆発の防止対策であった。追従性については、迅速な情報管理体制とシュート数の増加で補った。水蒸気爆発防止のためにはシュートに水切り穴を設け、台車の積載面に勾配を付けて水切りを容易にしたほか、降雨時にはスクラップの銘柄を制限するなどの対策を実施した。

Synopsis：

A new system has been developed for the purpose of labor saving and the avoidance of double installation of, for instance, cranes and yards. According to the system, scrap is gathered at another indoor yard instead of the BOF shop. The scrap in required type and amount is loaded into the charging chute on a freight car at the yard and then carried into the BOF shop where it is charged into the furnace. In consideration of the long distance between the scrap yard and the BOF shops, a newly introduced information control system and the increase of the chute number solved the quick response problem to any change of steelmaking order, and the drain holes made on the chute bag and a slope given to the surface of the freight car helped occasional rainwater flow out. The elimination of water pool in the chute, together with the inhibition on rainy days of using water absorptive scrap such as pressed one, assures a good evasion of vapor explosion in the furnace.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

千葉製鉄所の製鋼工場向けスクラップ供給システム

A New Scrap Supply System for Basic Oxygen Furnace at Chiba Works

岡崎 有 登*

Arito Okazaki

香 月 淳 一**

Jun-ichi Katsuki

曽我部 亢 二***

Koji Sogabe

前 田 誠****

Makoto Maeda

高 橋 真 人*****

Masato Takahashi

Synopsis:

A new system has been developed for the purpose of labor saving and the avoidance of double installation of, for instance, cranes and yards. According to the system, scrap is gathered at another indoor yard instead of the BOF shop. The scrap in required type and amount is loaded into the charging chute on a freight car at the yard and then carried into the BOF shop where it is charged into the furnace. In consideration of the long distance between the scrap yard and the BOF shops, a newly introduced information control system and the increase of the chute number solved the quick response problem to any change of steelmaking order, and the drain holes made on the chute bag and a slope given to the surface of the freight car helped occasional rainwater flow out. The elimination of water pool in the chute, together with the inhibition on rainy days of using water absorptive scrap such as pressed one, assures a good evasion of vapour explosion in the furnace.

1. はじめに

製鋼工場で使用するスクラップは、鋼の最終成分を決定する重要な役割をもっている。従来、このスクラップを転炉に装入する場合は、製鋼工場建屋外のスクラップヤードから、軌道または無軌道で工場内に輸送後仮置きし、製鋼工場内でチャージ単位に炉内装入用シュートへ銘柄別に所要量

を計量しながら積み、完了後炉内へ装入する方式が一般に用いられていた。今回第3製鋼工場を当所西工場に建設するにあたり、既設の第1、第2製鋼工場の要員面および天井クレーン、積み込みヤードなどの設備面での重複を避け、さらに環境改善を図るといふ近い将来の計画をも考慮して、スクラップ積み込み場を製鋼工場から分離独立させた集中ハンドリングシステムの採用に踏みき

* エンジニアリング事業部製鉄技術協力部主査
(部長待遇)

*** 千葉製鉄所業務部材料管理課掛長

***** 千葉製鉄所工程運輸部運転課

[昭和53年6月6日原稿受付]

** ツバロンプロジェクト協力本部企画調整部技術調整室
主査(部長待遇)

**** 千葉製鉄所企画部企画推進室掛長

た。ただし現在は過渡的な段階であるので、第3製鋼工場用のみにこのシステムを実施し1年ほど稼動している。以下に新システムの内容を紹介する。

2. 新システムの概要

2.1 スクラップの流れおよび輸送手段

千葉製鉄所のスクラップヤードおよびスクラップ配合ヤードと各製鋼工場との位置関係を Fig. 1 に示す。現在、第1・第2製鋼工場向けのスクラップは、生浜スクラップヤードで貨車積みし、そのまま各々の建屋内のスクラップヤードまで送り込み、リフマグ付クレーンで炉内装入用シュートに積み込んでいる。第3製鋼工場向けは生浜からの貨車をスクラップ配合ヤードに集中配車し、この配合ヤードで台車上に載置した炉内装入用シュートに必要な量をリフマグ付クレーンで積み込み、この台車を製鋼工場に搬入している。将来は、生浜スクラップヤードを配合ヤード脇に移設し、この新スクラップヤードから貨車積みしたスクラッ

プを配合ヤードに横持ちし、第1・第2・第3製鋼工場向けすべてに現在の第3製鋼工場向けと同じ方式を採用し、製鋼工場建屋内での炉内装入用シュートへの積み込み作業をすべて廃止する考えである。基本となるスクラップのフローを現状の第3製鋼工場1基操業時と最終案につき Fig. 2 に示す。粗鋼850万t/year体制のもとでは、出鉄量を636千t/monthと見込むとスクラップの必要量は136千t/monthである。所内発生スクラップは大略115千t/monthであるが、そのうち10千t/monthは他の製鉄所に振り替えるか外販されるため、31千t/monthを国内外から購入する計画である。ただし Fig. 2 の現状図は、生浜地区に現存のスクラップヤードを従来どおり使用し、さらに第1・第2製鋼工場用のスクラップの配合も従来どおり自工場内で扱った場合のフローである。現状図と最終図におけるスクラップの供給は、図中に(a), (b), ..., (h)の符号で対応させている。完成時において、配合ヤードでスクラップを積み込んだシュートは120t積み台車に搭載し、遠隔無線操縦の35tディーゼル機関車で各製鋼工場へ輸送する。この輸送に必要なディーゼル機関車およびシュート台車の数を Table 1 に示す。

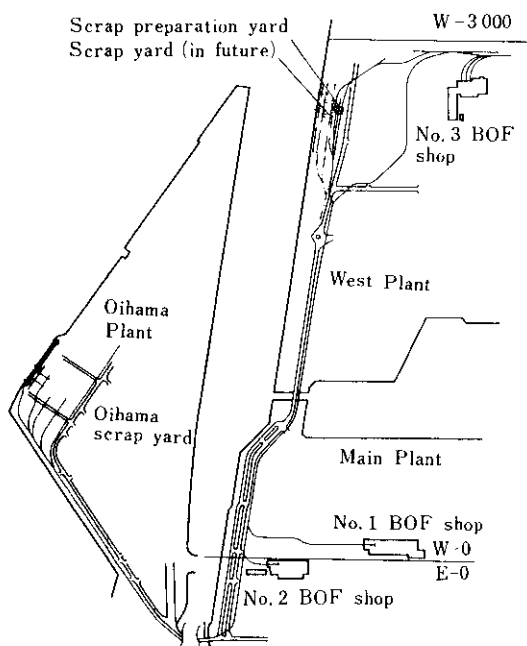


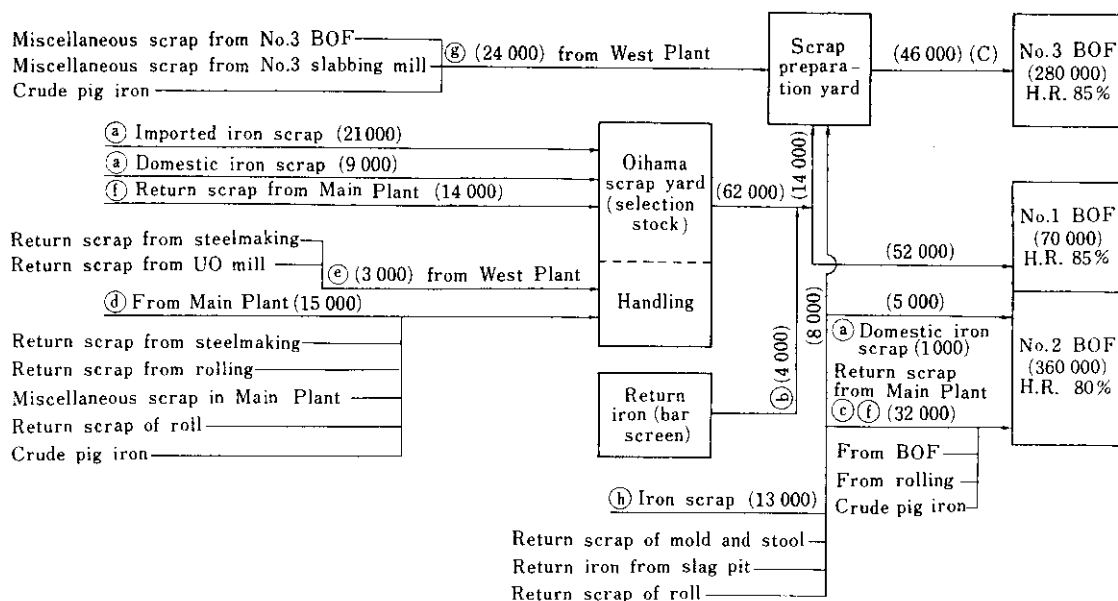
Fig. 1 General layout of scrap yards and steelmaking shops

Table 1 Required number and cycle time of transport equipment in the final stage

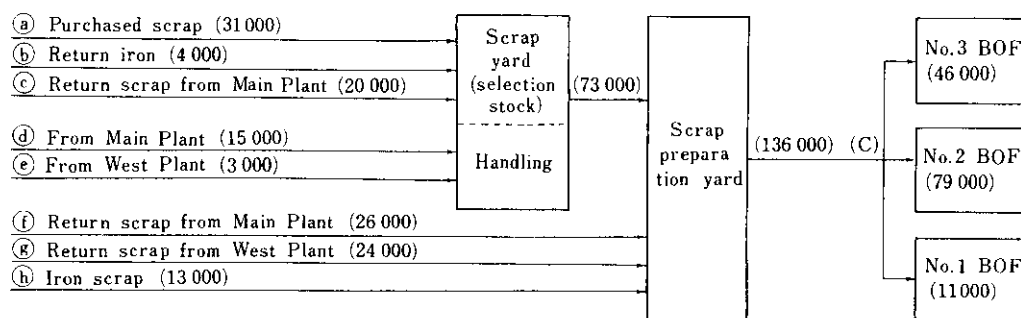
	No.1 BOF	No.2 BOF	No.3 BOF
Locomotive engine	1	2	1
Train constitution	1 loco. + 2 cars	1 loco. + 2 cars	1 loco. + 2 cars
Freight car	5	7	6
Shuttle cycle time	60 min	56 min	38 min
Tap to tap interval	70 min	36 min	40 min

2.2 新スクラップヤード、配合ヤードからのスクラップの流れとそのコントロール

完成時のヤードスペースは、鋼屑10万t、銑鉄10万tの貯蔵用と、ガス切り場、配合ヤードおよ



Present flow



Final flow in future

BOF : Basic Oxygen Furnace

(C) : Chute bag car

H.R. : Hot metal Ratio

Figure in parenthesis denotes flow or consumption rate of scrap in the unit of t/month

Fig.2 Comparison of present and final scrap flows

び貨車留置線あわせて10万 m^2 である。Fig. 3に新スクラップヤードおよび配合ヤードのレイアウトを示す。新スクラップヤード内でガス切りなどによって処理したスクラップは、すべて貨車積みし

ディーゼル機関車で配合ヤードへ搬送する。処理を要しないスクラップは原則としてスクラップヤードには降ろさず、直接配合ヤードへ搬入する。貨車線は配合ヤードに3線配置し、スクラップの

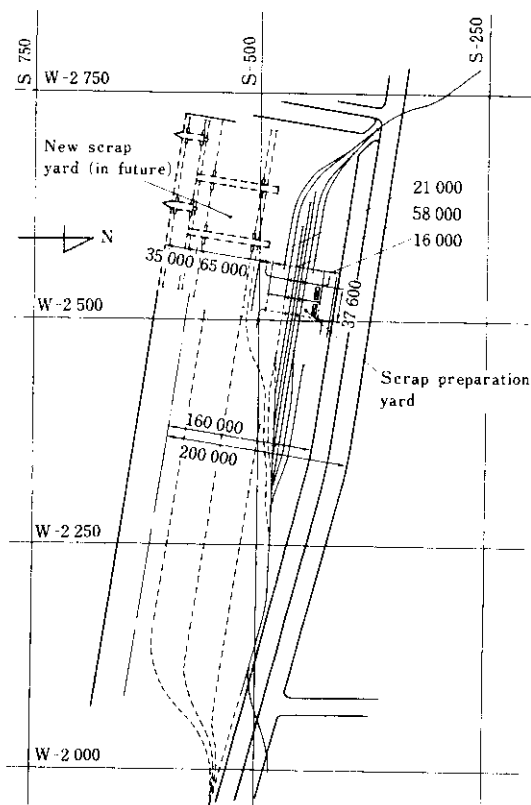


Fig. 3 Layout of new scrap yard and compound yard

銘柄別に分けて使用する。配合ヤードの平面図を Fig. 4 に、断面図を Fig. 5 に示す。仮置スペースは配合ヤードへ送り込まれる量および使用量のバラツキ、または安全在庫量（移動式クレーンの故障を考慮して 1h 分）を加えて 540t 分、約 600m² とした。空になった貨車は次々と出側へ押し出されて行き、出側線が満杯になったら入れ換えを行う。スクラップ配合ヤードの指令室は、配合ヤード内全体が一望できるようにクレーンガーダに設置した (Fig. 4, 5 参照)。その機能を以下に示す。

- (1) 製鋼命令（鋼種）に対するスクラップ積み込み銘柄と重量の調整と連絡
- (2) 配合ヤード内貨車の位置合わせ
- (3) スクラップヤードに対する貨車積み段取り指示
- (4) 受け入れダンプトラック、貨車の連絡調整
- (5) 天井クレーンオペレータへの積み込み指示

2・3 第 3 製鋼工場でのハンドリング

第 3 製鋼工場スクラップ搬入口付近を Fig. 6 に示す。破線部分は転炉が将来 2 基稼動になったときのものであり、1 基稼動の現在はスクラップ線は 1 線で、将来第 3 転炉のノロ鍋の搬出入に使用

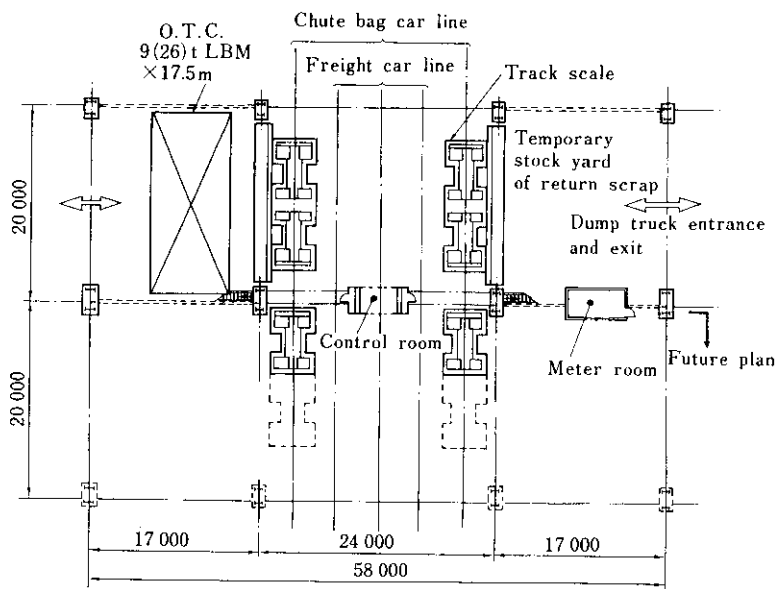


Fig. 4 Plan view of preparation yard

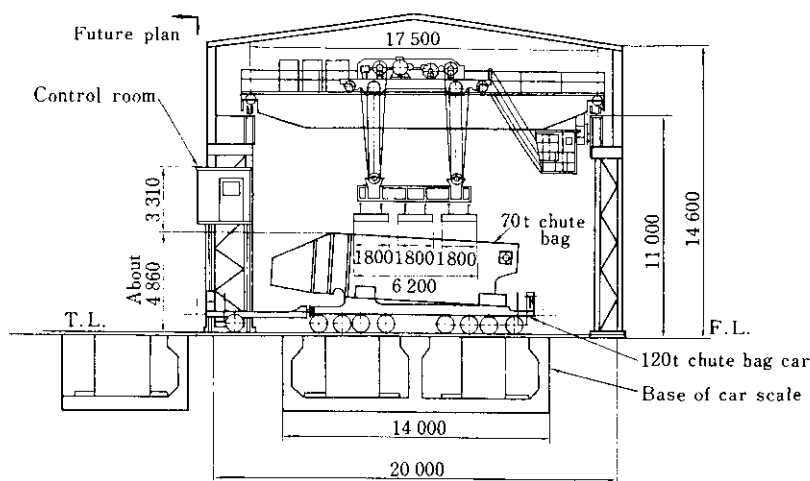


Fig. 5 Cross sectional view of preparation yard

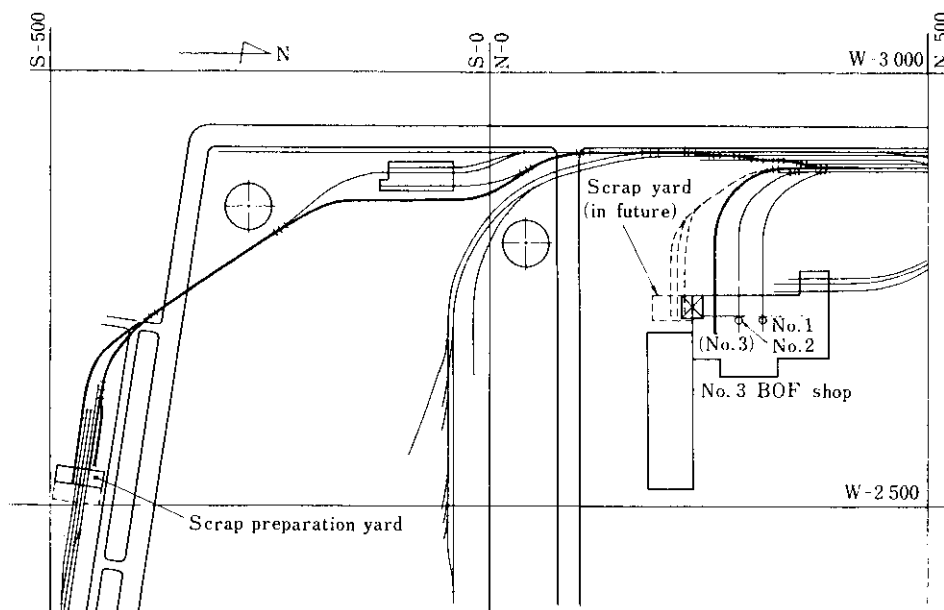


Fig. 6 Transportation line between scrap preparation yard and No.3 BOF shop

される線路(図では太線で示す)を使用している。2基稼動時にはスクラップ搬入線は3線必要であることをシュミレーションを行って確認した。また製鋼側の緊急の命令変更, または配合ヤードでの段取り遅れ, 機関車の遅れなどに対処するため, スクラップを積み込んだシュートの仮置場を4箇

所, 第3製鋼工場内に設ける予定である。

2・4 情報システム

新システムでは炉内装入用シュートへの積み込み作業が遠隔地となり, 1サイクルの輸送時間が最短の第3製鋼工場でも38minを見込まなければ

ならない(Table 1 参照)。それゆえ送り出したシュートの積み替えは事実上不可能となるので、配合ヤードと製鋼工場との速やかな情報交換が特に重要になる。その主体となる計算機システムを Fig. 7 に示す。プロセスコンピュータ P/C PFU-400 で転炉を中心としたプロセスを、ライン制御コンピュータ L/C H-80 で造塊関係を主として処理するが、2 台の計算機は伝送回線によって結合し、互いに補完し合い十分機能を発揮するよう計画している。配合ヤード指令室には製鋼命令、スクラップ積み込み、特殊屑積み込み、シュート状況などを CRT で表示する。命令変更の場合は、L/C 側の管制室で操作をすると変更結果が P/C に送信され、各職場の作業には命令変更のあったことをランプとブザーで知らせる。変更の内容は、CRT に表示し確認したことを管制室の L/C 側命令職にフィードバックされる。特に先行して積み込まれ、送られるスクラップに対して命令変更が生じた場合、配合ヤードと製鋼工場の間では次のような原則をもとに調整する。

- (1) 配合ヤードでシュート積み込み前のものについては命令変更を受け付ける。
- (2) 積み込み完了のものでも重量の増減のみであれば応ずる。
- (3) 製鋼工場到着以降のものについては変更は行わない。

各時点のシュートの状態を明らかにするために、

CRT へのシュート番号の表示を、転炉装入中は赤色、積み込み完了以降を黄色、積み込み中以前を白色としている。

3. 新システムの利点

集中管理システムの利点は、炉内装入用シュートへのスクラップ積み込みを当所全体として集中することによる作業能率のアップと要員の節減や、積み込み場を製鋼工場から外へ出すことによる製鋼工場側の余裕スペースの増加、作業環境の改善などである。

4. 問題点と対策

従来の一般的供給システムでは、製鋼工場内にスクラップを相当量（第 2 製鋼工場で約 8 チャージ分）ストックしているので、鋼種変更に対する順応性が高く、また雨天時にスクラップに雨水が付着しないので装入後炉内で水蒸気爆発を起こす危険がないなど、新システムにない利点をもっていた。以下に新システムの採用にあたり生じたおま問題点とその対策について列記する。

(1) 鋼種変更に対する順応性

相当懸念されたところであるが、積み込み前（2 チャージ前）の変更であれば追従できるため、稼動後 1 年あまりたつ第 3 製鋼工場では問題となっ

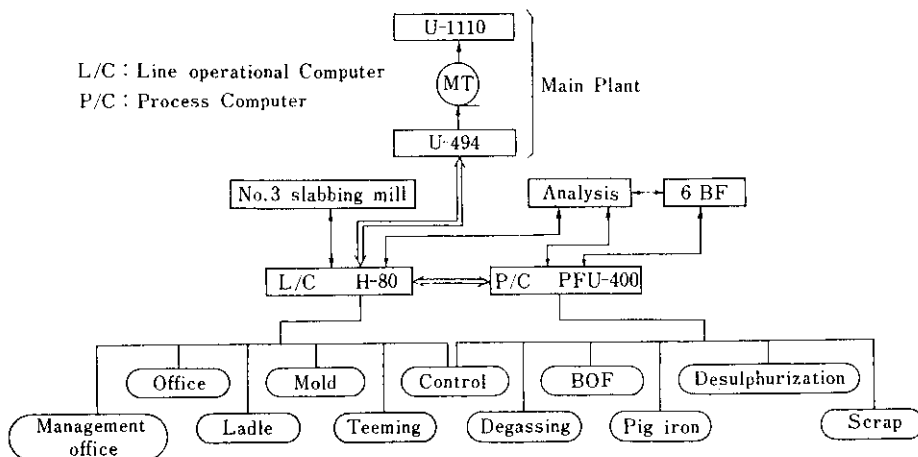


Fig. 7 Schematic computer system of basic oxygen furnace

ていない。初期には送り出したあとの変更が生じたが、その場合も予備シュートで回避し、実際にシュートの中のスクラップを積み替えるまでには至らなかった。シュートごと積み置かれたスクラップは、該当鋼種の機会を待って炉に装入した。最近では第6高炉、第3製鋼工場とも安定した操業を行っており、装入直前の変更はみられない。

(2) 雨天時対策

スクラップが雨で濡れている場合や、満シュート輸送中降雨でシュート内に水が溜った場合、転炉装入時水蒸気爆発の恐れがある。濡れたスクラップの水切りを完全に行うのは困難であるため、以下の対策を施し、水蒸気爆発の発生を防いだ。

(a) 降雨時はスクラップ銘柄を選び、クロップエンドのような水の溜らないものを使用する。

特にブローラは雨天日後、数日間使用しない。

(b) 輸送途中にわか雨に襲われた場合、製鋼工場内のシュート仮置き場にシュートを置いて水切りを行う。そのために、シュートに水切り穴(100mmφ)5箇所を設け、かつ置台に勾配をつけた。

(c) 輸送途中でも水が溜らないように、台車にも50/1000の勾配をつけた(Fig. 5参照)。

5. 建設ステップ

第3製鋼工場1基操業時を1次として、スクラップ配合ヤードは完成時の約半分を建設した。シュート数は使用中のもの3個、予備1個である。シュート台車は3台で運行している。第3製鋼工場ではスクラップ棟を設けず、将来建設予定の第

Table 2 Comparison of workers required between existing and final systems

Type of work, and location			Number of workers required	
			Existing	Final
Work at BOF shop	Scaling	No.3 BOF	8	8
		No.2 BOF	8	
		No.1 BOF	8	
	Operation of O.T. crane	No.1 BOF No.2 BOF No.3 BOF	(1 crane) (2 cranes) 8 (1 crane) 4	(2 cranes) 12
Sum			36	20
Transportation of scrap	Scrap yard		(1 loco.) 8	(1 loco.) 8
	Preparation yard		—	(1 loco.) 8
	No.1 BOF		(1 loco.) 8	(3 locos.) 12
	No.2 BOF		(1 loco.) 8	
	No.3 BOF		(1 loco.) 8	(1 loco.) 4
	No.2 slabbing mill		(1 loco.) 8	(1 loco.) 8
	No.3 slabbing mill		(Three 12t dump trucks) 9	(Two 18t dump trucks) 6
Sum			49	46
Handling at scrap yard	Yard leading		4	4
	Charging and discharging of cargo		4	4
	Checking up of transfer		4	4
	Dispatch to BOF		8	—
	Connection of cars		(Contractor) 4	—
	Guiding		(Contractor) 2	(Contractor) 2
Sum			26	14
Amount of workers required			111	80

3号転炉用のスペースでシュートの受け入れを行っている。スクラップヤードの生浜工場から西工場への移設工事、第1・第2製鋼工場の配合ヤード統合工事の着工は、諸般の状況をみて決定される。新システム完成時の要員の予定表を **Table 2** に示す。設備面では現状の設備にかなりの改造、または移設、新設備の設置を要し、単純な計算ではこの方式のメリットを算出することはむずかしいが、要員面ではかなりの省力効果が見込まれる。

6. おわりに

本システムは、第3製鋼工場にとどまらず、既存の第1・第2製鋼工場の現状作業をもまったく

変えてしまうものであるため、関係者により諸種の角度からの検討が行われた。スクラップヤード移設のタイミング、生浜のスクラップ水揚げ設備（岸壁設備）の移設費用、既設工場との取り扱いなどを考慮すると、明確な定量的効果算定が困難であり数値的な評価が出しにくい。しかし、昭和52年2月本設備の一部稼動以来、多少の問題を含みながらも第3製鋼工場の38チャーj/day、溶銑比80%程度の操業に対しても追従でき、製鋼工場はもちろん、スクラップ積み込み配合ヤードもクリーンな状態に保たれている。今後は、さらに刻々変化する状況に対する本システムの問題点をフォローし、最終計画の完全実施を目指している。