

Fig. 1. Nomogram for controlling of ladle carbon content (%).

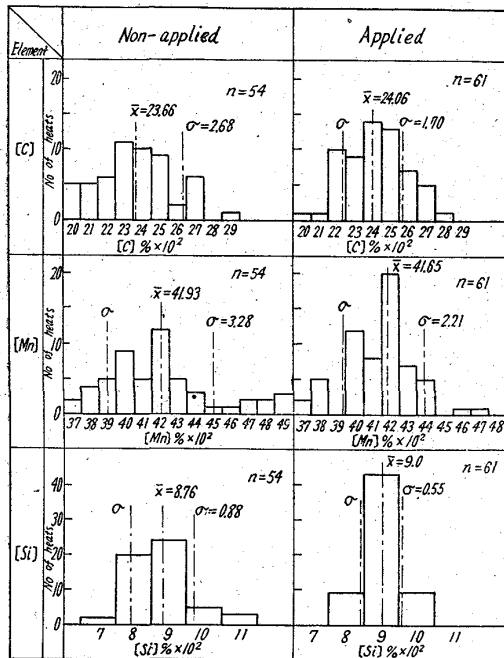


Fig. 2. Comparison of ladle analysis (%).

取鍋 [C]% の適中率は向上し、バラツキが減少して来ることが確かめられた。また目標取鍋 [C]% = 0.24% に対する実績との差から精度を検討すると、当工場における [C]% の管理限界は ±0.03% で、目標 [C] = 0.24% とすれば、取鍋 [C] = 0.24% ± 2σ = 0.24% ± 2 × 0.017 = 0.27% ~ 0.21% となり、2σ の精度で十分使用可能であることが判明した。取鍋 [Mn] および [Si] は全て取鍋投入により添加しているが、出鋼時の溶鋼中の [C]% を計算図表を使用して一定範囲内に入れることにより、取鍋 [C]% の適中率の向上が認められるとともに取鍋 [Mn] および [Si] のバラツキが減少し、特に [Si] については歩留の向上が確かめられた。

(2) 精錬中の昇熱状況と取鍋 [C]%

精錬中の昇熱状況は製鋼作業上重要な作業条件であり温度の上昇状況を4つのグループ (A, B, C, D) に分類して温度カーブ別に取鍋 [C]% におよぼす影響の調

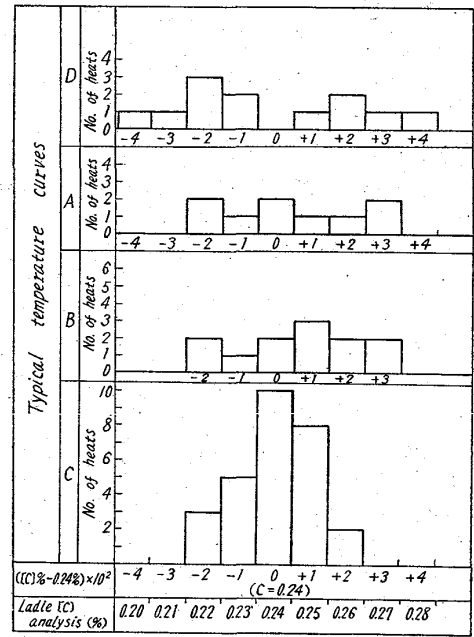


Fig. 3. Effect of temperature curves on ladle carbon content (%).

査を行なった。この結果を Fig. 3 に示す。C型のように直線的に温度が上昇したものが最も取鍋 [C]% の適中率が高く、これに対してA, B, D型のように精錬中の温度上昇の一定しないものは取鍋 [C]% のバラツキも多くなっているのが認められる。

VI. 結 言

セミキルド鋼の取鍋 [C]% に影響をおよぼす平炉作業要因を解析し、解析結果を同鋼種の出鋼作業に応用した結果、

(1) 取鍋成分については、[C]% は目標値に対して適中率が高く、目標取鍋 [C]% は ±0.03% の範囲内に入り、2σ の精度をもつて、取鍋 [C]% を安定化することが出来る。[Mn] および [Si] も [C]% の安定化に伴って二次的に安定化し、[Si] については歩留も向上することが判明した。

(2) 精錬作業については取鍋 [C]% を安定化させるには、精錬中の温度上昇が一定であることが望ましい。

(3) セミキルド鋼の出鋼作業に計算図表を使用することにより、出鋼作業を技術的に標準化することが可能となった。

(65) 製鋼工場における鋼滓処理について

八幡製鉄所製鋼部

御手洗良博・西村 悦郎

On Handling of Slag in Steelmaking Plants.

Yoshihiro MITARASHI and Etuo NISHIMURA.

I. 緒 言

製鋼工場における鋼滓処理の方法には大別して次の2方式がある。

1) 鋼滓を出鋼時に slag pit(滓壺)に溢出させこれを冷却、破砕、貨車積および搬出の行程を経て処理する。

2) 鋼滓を鋼滓鍋にとり溶滓または半溶滓の状態での搬出し処理する。

酸素製鋼の発達はいちじるしい製鋼能率の向上をきたし、出鋼ピッチの急激な上昇に対して鋼滓処理場である造塊ヤードは必ずしも追従し得なくなり2)の処理方式をとる方向へと向つてきた。

八幡製鉄所においては1952年4月第4製鋼工場が2)の溶滓処理方式を採用して操業を始めた最初の工場である。その後他の平炉工場においても鋼滓処理場を兼ねていた造塊ヤードは増産にともなつて本来の造塊作業を行なうだけで手一杯となり従来行なはれていた上記作業を行なうための場所的、設備的余裕が不足し逐次2)の方式へと移行してきた。しかし一個所の鋼滓処理場に転炉工場を含めた5工場からの溶滓が送付されているため処理場面積の狭隘、作業の輻湊などが原因でときに溶滓鍋傾倒のさい爆発、破裂の事故を発生することがありこのために鋼滓処理方式にたいして設備および作業管理の強化が計られてきた。ここに当所における処理状況の経過と爆発防止のためにとられた種々の対策とその成果について報告する。

II. 溶滓処理設備

i) 平炉工場における溶滓処理設備

増産に対処し、同時に鋼の品質向上を目的とし前排滓を強化するため溶滓処理方式に切換えられてきたが、現在の設備が完成したのは Table 1 に示すように1959年3月である。これにともなう溶滓鍋および台車の保有数を Table 2 に示す。

ii) 溶滓処理場設備

鍋倒場として平地およびヤードを有し、ヤードでは平炉溶滓鍋のみ、平地では残余の平炉溶滓鍋および転炉溶

滓鍋を倒している。隣接して滓加工場が建設され下請業者により滓の加工処理が行なわれているが現在の設備は1955年4月に完成した。Table 3 に処理場設備および能力を示す。

iii) 処理場における作業状況

製鋼工場で発生した鋼滓は鍋粕を含めて溶滓処理場に送りこまれ、溶滓鍋からヤードにあげられ、後の加工工程に送られる。この送付工程および鍋倒作業は各製鋼工場と処理場間の地理的条件 (Table 4) 溶滓台車の運行ダイヤにより送付にかなりの時間を必要とすること、増産にともなつて滓量が増加したこと、鍋倒時爆発の危険があること、および処理場自体狭隘であることなどが重なつて最大公約数的な作業を余儀なくされ漸次複雑になり現在に至つている。

III. 爆発、破裂原因およびその対策

平炉工場内で鋼滓を処理していた当時においても時折滓壺内の水分により爆発事故の発生をみることはあつたが水分の管理により大きな被害を出すには至らなかつた。水分によつて爆発事故が発生するのは処理場においても同様であり過去1年余の爆発の約1/3が雨天の日に発生した時期別に7月が最も多いということからも肯ける。この他に同時期の爆発29件を解析した結果1) 鋼種別に差が認められ低炭素リムド鋼々滓(86.2%)、中炭素鋼々滓(13.8%)で前者が爆発しやすい。したがつてこれらを主成品にしているS、T、工場滓に爆発が多い、(87%)、2) 重ね受鍋に多い、(39.6)、が判明した。また製鋼作業原因に加えて前述の地理的条件から処理場に送付される溶滓は自動車で送られる転炉滓を除いては必ずしも全部が熔融状態にあるとは限らず、時間の経過にしたがつて外表面が凝固した半熔融状態になっていることが多い。これらの半熔融滓は凝固にともないガスを析出し鍋倒時のショックによりガスが一時に逸出

Table 1. Date of completion of hot slag handling equipments.

Steel making plant	Date of completion	O. H. with hot slag handl. equip. (t)	Notes
H	1955, Mar.	100×3, 130×1, 150×1	All furnaces
S	1959, Mar.	60×8, 150×1	"
T	1958, Oct.	60×4, 130×2, 150×1	
K	1952, Apr.	120×7	All furnaces

Table 2. Number of slag ladles and cars.

Pt.	Date of completion					Total	L
	H	S	T	K			
Slag ladles	24	29	28	30	111	12	
Slag cars	16	9	8	9	42	2	

Table 3. Area and capacity of hot slag handling yards.

	Area of yard (m)	Crane capacity (t)	Cap. of handling	Note
Yard 1	120×21	25×1 10×1	90 ladles/D	Belt-conveyor
Yard 2	170×6	7.5×2	30 ladles/D	—

Table 4. Distance from steelmaking plants to yard.

Plant	Distance (km)
H	2.4
S	3.4
T	1.7
K	0.7
L	2.7

しようとして爆発することがある。同時に玉(塊)の状態での処理場におかれた滓を他の場所に動かしたりまたはパイレン処理する場合にも爆発の危険がともなう。

一方爆発事故は溶滓処理作業開始当初ときたま発生したが大事に至ることはなかつた。その後処理滓量の増加によつて爆発回数は増加し、処理場付近に工場が建設さ

れたことと相俟つて危険度はいちじるしくたかまつた。この間該作業は請負業者に移管されたが 1955 年および 1957 年の 2 回にわたり災害多発工場として特安工場に指定され、水分の管理および退避の励行を重点項目として安全作業の推進をはかつたが不十分であり、爆発件数は増加の一途をたどり所期の目的を達成することができなかつた。さらに 1957 年にガス抜きの方法として 13 t 珍棒設備を作り溶鍋到着と同時に滓上面に開孔を行ないガス放出を容易にした。しかるに 1959 年 10 月ついに下請従業員 2 名が滓爆発によつて死亡するという重大災害の発生をみるにおよび再三にわたつて所轄官庁の注意をうけた。ここにおいて当所でも抜本的な安全対策樹立の必要性を痛感し 1960 年 4 月製鋼部内に鋼滓処理委員会を関係諸部門を含めて構成し、請負業者に対する安全指導を始めるとともに製鋼工場内においても爆発防止の諸対策を強化した。また爆発事故と製鋼作業との関連性の解析を同時に行なつた。鋼滓処理委員会は毎月 1 回開催し、過去実績および安全対策を検討し、一方ではこれまで統一されていながつた溶滓処理に関する作業標準を請負業者関係の作業を含めて確立した。そのおもな重点項目は以下に示す通りである。

1) 標準作業の確立, 2) 重ね受の防止, 3) ガス抜きの励行, 4) 地金混入の防止, 5) 処理場における撒水管理, 6) 雨天時の滓処理作業方法, 7) 溶滓処理全般に関する設備の検討

Table 5 に過去 5 カ年間の爆発件数の推移を示す。鋼滓処理量は従前の月当り 3500 t から 5800 t に増加したにもかかわらず爆発件数は漸次減少し 1960 年 10 月 22 日に軽微な爆発をみたのでその後平炉鋼滓については 6 カ月以上無爆発を続けており、1961 年 10 月新設大型電炉の鋼滓の軽い爆発があつたのみで本来の目的である爆発防止にたいしてはこれを完全に達成し得たと確信している。

Table 5. The number of occurrence of explosions.

	Handled slag weight (t)	Number of explosions	Number of damages
1957	41×10 <sup>4</sup>	36	21
1958	47	42	11
1959	53	28	7
1960	63	19	4
1961 (Jan. ~ July)	45	0	0
Total	249	125	43

Table 6. Results of slag ladle preparation.

Plant	Prepared ladles	Send back ladles	Percentages (%)
	(Ladles)	(Ladles)	
S	435	21	4.8
T	416	43	10.3
K	76	0	0
Total	927	64	6.9

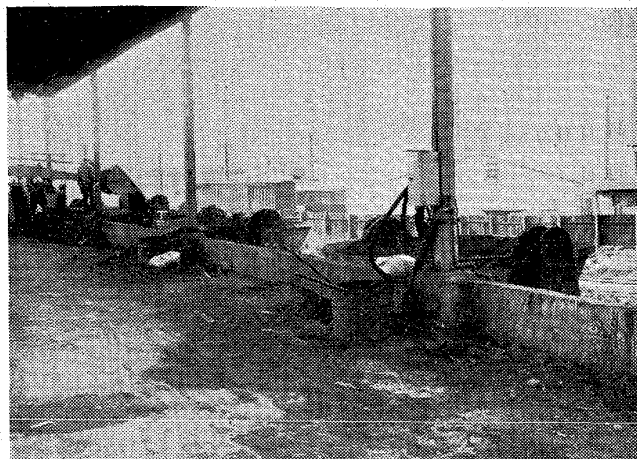


Photo. 1. Yard for slag-ladle preparation.

#### IV. 最近における滓処理の問題点

生産量の増加は溶滓処理場のみならず製鋼工場内においても種々の問題を提起し、工場合理化の目的のために以下の滓処理対策が講じられた。

##### 1) 敷滓作業場の新設 (Photo. 1 参照)

不出鍋は生産量の増加につれて増す傾向にあることがわかる。この原因は造塊場繁忙のため十分な滓鍋準備作業ができないことにある。また不出鍋は爆発防止の見地から製鋼工場内で処理しなければならぬいちじるしく生産を阻害する。この対策として準備作業場を工場外に新たに建設し敷滓および枕木立作業を行なつた結果 Table 6 に示す不出鍋が激減した。

##### 2) 利材作業の機械化

溶滓処理場の作業幅狭防止および造塊起重機の有効稼働を目的として H 工場において滓を滓壺に放流し冷却後ショベルカーおよびダンプカーで処理する方法を採用した。この結果処理場における滓量の減少および台車の転用により他工場の滓処理の円滑化が促進された。

##### 3) 転炉溶滓鍋倒場の新設

平地の東側に転炉鍋倒場を新設し 1961 年 11 月から転炉滓処理を開始した結果、従来共用であつた平地を平炉専用として使用することができるようになつた。

#### V. 結 言

当所における滓処理作業上の諸問題について述べたが要約すれば従来大問題として取り上げられていた爆発防止問題は工場側と処理場の協力および標準作業の確立によつて解決された。また溶滓処理作業は処理場の狭隘が原因で非常に複雑な作業を行なつているが滓鍋準備作業の一元化、製鋼工場内における処理作業の再開、および処理場の増設により徐々に好転し不十分ながら目途がついたといえる段階である。