

Table 1. Operational data when dusts were sampled.

	No. 2 BF	No. 3 BF	No. 4 BF
Blast vol. (Nm ³ /min)	1600	1550	2250
Top gas vel. (Nm ³ /sec)	38.0	35.7	51.5
Top gas temp. (°C)	200	200	200
Top gas press. (kg/cm ²)	0.80	0.80	0.80
\bar{u}_g (m/sec)	0.95	0.98	1.74
Gas density (kg/m ³)	1.40	1.40	0.78
Coke density (kg/m ³)	1100	1100	1100
Ore density (kg/m ³)	3000	3000	3000
Gas viscosity (kg·m/sec)	0.22×10^{-4}	0.22×10^{-4}	0.22×10^{-4}

布の 1 例を、またこの時の高炉操業データおよび(20)式より d_p を求めるのに必要な諸数値を Table 1 に示した。

Table 1 より(20)式によつて各高炉のその時の炉口平均ガス速度で持ち出し得るダストの粒子径を概算するとつぎのようになる(ただし、ダスト粒子は球形と仮定)。

	鉄石径 (mm)	コークス径 (mm)
第 2 高炉	0.140	0.260
第 3 高炉	0.150	0.270
第 4 高炉	0.200	0.370

この計算は、炉口ガス速度として、単純な平均速度を用いたり、ダストの粒子を完全な球形と仮定するなど、非常に簡略化した結果であるが、ダスト粒度構成の 80% 以上が説明づけられるようである。

3. 結 言

室蘭第 3 高炉で、高圧操業について種々検討を加えた結果、つぎのようなことが判明した。

1) 送風量、送風圧、炉頂圧は、 $P_1^2 - P_2^2 = KV_B \alpha$ の形で定量的に結ばれている ($\alpha < 2$)。

2) 燃料比は、炉内ガス速度とほぼ直線の関係がある。炉頂圧 0.1 kg/cm² の上昇につき、燃料比は 4~5 kg/t-p 低下するが、その低下の度合は炉頂圧上昇につれて減少すると推察される。

3) 高圧操業により生産性は増大するが、圧損失から考えると、炉頂圧 1 kg/cm² 当たり 30% 位の生産性の向上が期待されよう。

4) ダスト発生量およびその粒度構成は、炉口部のガス速度と密接な関係がある。

文 献

- 1) 横山, 他: 富士技報, 13 (1964) 1, p. 42
- 2) T. YAMADA: Iron & Steel Eng., 42 (1965) 6, p. 85
- 3) 山田, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p. 1599
- 4) 米沢, 他: 鉄と鋼, 52 (1966) 3, p. 319
- 5) 大山: 化学工学 II, 1963, p. 29
- 6) DALLAVALLE: Micromeritics, 2nd Edition, p.23

(討-3) 水江第 1 高炉の高圧操業設備について

日本鋼管, 水江製鉄所

○堀江 重栄・宮本 健彦

Installations of Mizue No. 1 Blast Furnace for High Top Pressure Operation.

Shigeyoshi HORIE and Takehiko MIYAMOTO.

1. 緒 言

日本鋼管(株)水江製鉄所第 1 高炉はわが国最初の炉頂高圧高炉(内容積 1709 m³, 炉床径 9m)として計画され昭和 37 年 11 月火入されたものである。稼動以来順調な操業を続け、昭和 39 年 10 月以来出鉄比 2.0 t/m³ 以上を長期にわたつて維持している。この間炉頂圧は 0.4 kg/cm² を続けており、この高生産性に貢献している。昨年の成績を Table 1 に示す。0.4 kg/cm² 以上の炉頂圧による操業を行なつていないのは送風機能力によるものである。

わが国において炉頂高圧操業の採用が比較的遅かつた 1 つの原因は炉頂の圧力を増加することによる炉頂装置の保守に対する危惧にあつた。本高炉においてはすでに稼動以来 3 年半を経過し 400 万 t 近い出鉄を行なつているが、この間小ベルを 2 回交換しているが大ベルはとくに問題なく、炉頂装置の保守上取立つた点もない。この間の状況について報告する。

2. 高圧設備の概要

2.1 炉頂設備

本高炉の炉頂設備は Fig. 1 に示されるごとくである。装入装置は、デストリビューターとしてはマッキー式を用い、2 ベル型を使用している。炉頂圧上昇に伴ない、

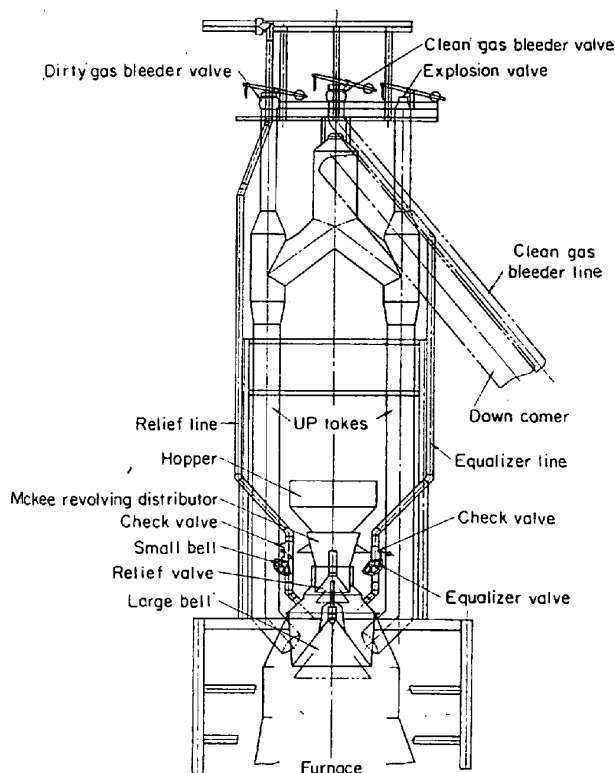


Fig. 1. Furnace top equipment.

Table 1. Monthly operation results in 1965.

Item	Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
		Iron production	t/day	3396	3361	3462	3346	3325	3390	3342	3429	3383	3594
*Corrected	t/day	3444	3526	3525	3530	3513	3442	3547	3525	3624	3600	3177	3407
"	t/day/m ³	2.02	2.06	2.06	2.07	2.06	2.02	2.07	2.06	2.12	2.11	1.86	1.99
Coke rate	kg/t	459	460	463	464	464	472	476	489	486	488	526	509
Oil rate	kg/t	53	52	53	53	52	52	52	53	53	53	39	33
Total fuel	kg/t	512	512	516	517	516	525	528	542	539	541	563	542
Sinter	%	63.3	64.8	64.0	62.4	62.7	63.0	64.4	63.8	64.6	64.3	64.4	68.1
Slag vol.	kg/t	271	267	279	271	287	285	285	294	298	306	295	297
Dust	kg/t	23	25	28	25	21	22	26	30	28	32	22	25
Blast vol.	Nm ³ /min	2933	2988	3050	3042	3029	3009	3045	3056	3106	3116	3021	3072
Blast press.	g/cm ²	1930	1916	1969	1925	1941	1922	1968	1957	1980	1999	1841	1908
Blast temp.	°C	1090	1090	1090	1090	1090	1090	1100	1060	1100	1100	1080	1087
Moisture	g/Nm ³	21	20	21	21	21	25	26	28	25	25	25	23
Top press.	g/cm ²	400	371	400	373	400	400	400	400	400	400	400	400
[Si] in metal	%	0.52	0.55	0.53	0.53	0.61	0.55	0.57	0.55	0.52	0.54	0.58	0.70
[S] in metal	%	0.044	0.047	0.051	0.051	0.055	0.048	0.048	0.046	0.050	0.055	0.050	0.052
Slag basicity		1.16	1.16	1.19	1.22	1.18	1.19	1.20	1.20	1.20	1.19	1.19	1.18

* Corrected for lost time

大ベルの開閉困難およびベルの摩耗防止のため、セプタム弁前から引出した半清浄ガスを昇圧しないでベル間に充圧している。一次ガス洗滌装置としてオリフィスクラバーを使用し、これによる圧損が氷柱 1,000~1,200 mmあるためベル間圧は炉頂圧よりその分だけ低い。均排圧弁としては、スイングゲート型の古くから米国その他で用いられていたもので、空気作動による。ブリーダー弁としては、空気作動による内開式2基と重錘により制御される外開式1基を設備しており、内開式2基のうち1基は上昇管から直接粗ガス放散用で、他はセプタム弁前から引出した半清浄ガス用ブリーダーである。いずれも急激な炉頂圧変動に対して自動的に開閉可能としてある。旋回装置のガスシールは、インナーシールとアウターシールの間にニトリルゴムのシールリングを4本配置しラビリンスを構成し、この間にグリースを注入する方式をとっている。これら諸設備を固定する炉頂床もとくに炉頂圧に耐えるように設計され、炉頂圧は最高 1.0 kg/cm² として計画された。

2.2 高圧制御設備

第1次ガス洗滌装置オリフィスクラバー後に炉頂圧力制御のためセプタム弁を設置した。セプタム弁は 900 mm φ のパタフライ弁3個からなり、そのうち2コは連結動作で油圧により自動制御をおこない、他の1コは現場手動である。オリフィスクラバー散水の水位調整はガス圧変動に応じてウォーターシールを保つため液面の制御を行ない、油圧駆動による2系列のパタフライ弁を設備している。セプタム弁および液面制御用油圧ポンプは同系列のものを用い AC 2台 DC 1台を設備している。

3. 各設備の使用経過と保守

3.1 小ベル

小ベルおよび小ベルホッパーは従来通り高マンガン鋼であった。これらは39年6月と40年9月の2回ガス漏洩のため交換されたが、いずれも 140万 t 程度の出鉄後である。交換時の小ベルおよびホッパーの摩耗状況の1例を Fig. 2. に示す。(39年6月~40年9月, 第2次使

用のもの) 上部 1/3 程度が特に摩耗が著しく、全周にわたって平滑で平均に 50~60 mm 摩損している。下部のホッパーとの接合部は局部的に 40~50 mm えぐられたところがあるが総じて 20 mm 程度であった。また中間部はほぼ 10 mm 前後の摩耗がみられた。上部の摩耗は明らかに装入物によるものであり、落差約 8m からの落

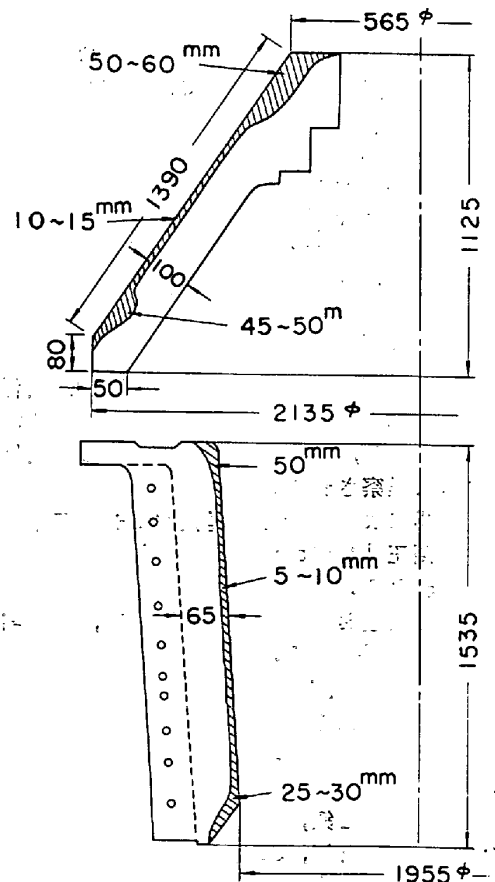


Fig. 2. Profil of small bell and hopper after production of about 155×10⁴ t hot metal.

下衝撃および引掻によるもので、交換時摩擦部硬度が $H_s 35$ と比較的lowく、最近のごとく整粒鉱による高炉操業においては、装入物の衝撃が小さく、表面の硬化が不十分のよちに摩損したものと考えられ、とくに高圧操業とは無関係のものと思われる。ベルの中間部における傾斜面のそれはすべり摩耗によるものである。また下部のシート面においてはすべり摩耗に加えて、高圧ガスと装入物の粉体が漏洩しガスカットを成長させたものと推定される。また小ベルは若干変形しており(下部における直径の最大最小の差約 10 mm)、ガス漏洩の端緒として作用したものと推定される。ホッパーもシート面に 20~30 mm の摩損が見られた。現在第 3 次の小ベルを使用中であるが、これは第 1 次(稼動~39年 6 月)使用のものに肉盛補修を加えたものであり、高クロム系合金によりハードフェーシングした。現在若干の摩耗発生が見られているが、使用期間が短く、高マンガン鋼との比較段階までに至っていない。小ベルの 140 万 t 出鉄程度の寿命は必ずしも不良とはいえないが、高圧操業を行なう際の摩耗に対しては形状材質の検討を要する点である。材質的には高マンガン鋼の使用は再検討されなければならないと考えている。すなわち上述のごとく、上部の最も装入物の衝撃を受ける所で表面の硬化程度は比較的少ないところより判定して、現在の高炉操業のごとく整粒された原料を使用している操業では装入物の衝撃エネルギーは比較的小さいものと考えられる。またベルの変形がシート部の摩耗の一原因と考えられるが、高マンガン鋼の場合むしろ変形は起こしやすい。さらに高マンガン鋼は高温において著しく性質が劣化するため、この点に操業上考慮を払う必要がある不便さがある。

3.2 大ベル

大ベルおよび大ベルホッパーの構造は Fig. 3 の通りである。すなわち普通鋼の本体を高マンガン鋼板の保護板張および溶接によるハードフェーシングにより保護したものである。大ベルに関しては、高マンガン鋼板の相互の溶接部が破断し脱落交換を行なつた外は問題はない。400 万 t 近い出鉄の間、大ベルの交換なしに高圧操業が続け得たことは貴重な経験と考えている。

3.3 均排圧弁およびブリーダー

均排圧弁に関しては排圧弁の摩耗が若干早く、ダストの堆積もやや多いがとくに著しいものではない。

ブリーダー弁は、内開型のものは高クロム鋼の弁板であり、外開式のものは溶接によるハードフェーシングされたものであるが、いずれも建設以来摩耗、ガス漏洩もなく全く手を加えていない。

3.4 その他

稼動後 2 年程度より下降管上部に摩耗により孔があり、時々ガス漏洩が起こつたが、ダストの多い高圧ガスの漏洩のためその成長がきわめて早く、普通炉頂圧高炉に比して早期の補修を要する。とくに下降管を交換するほどの致命的なものではなく予定休風時に修理を行なう程度である。

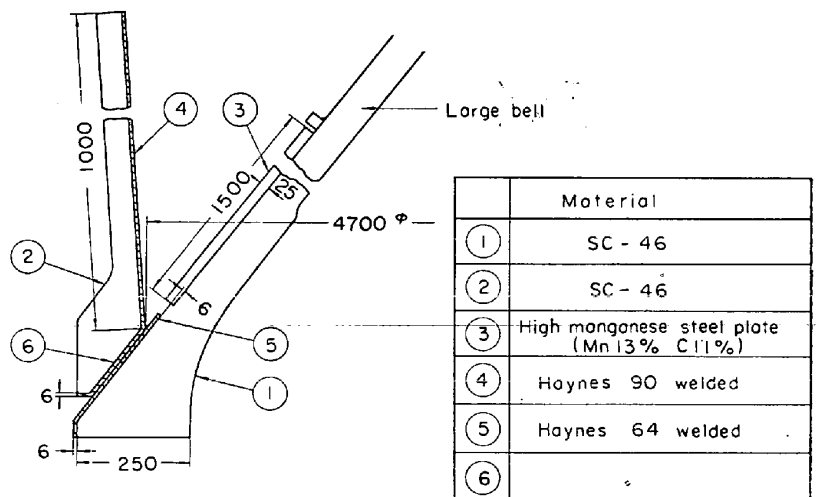


Fig. 3. Lining on large bell and hopper.

旋回装置のオイルシールは当初若干のガス漏洩も生じたが給油装置の一部改造と給油時間の適正度を検討した結果、以来トラブルは生じてない。

生産性が向上してからオリフィススクラパーでの圧損が大きく、オリフィスの開口比を若干大きくした。またスクラパーでのミストの分離が悪く、セプタム弁および短管部の摩耗が早くなつており、弁板の材質も従来の普通鋼から耐摩耗鋼に変更しつつある。その他高圧制御装置においては現在までに何ら支障はきたしてない。

4. 結 言

以上水江第 1 高炉の高圧設備の概要と、その後の経過保守の概要を述べたが、400 万 t 近い出鉄を行なつている現在まで保守上問題はなく、休風時間、保全費ともそのために特に大きな上昇はない。炉頂装入装置は 0.4 kg/cm^2 程度の炉頂圧では通常のマッキー式デストリビューターを使用した 2 ベル方式でよい。ただ小ベルの形状および材質はさらに検討されるべきであり、これによつてより一層の成績の改善とより高い炉頂圧に対する信頼性が増加する。それ以外の点では現在操業度上昇により 1 次洗滌の能力不足のため、小ベル同様セプタム弁の形状材質になお一考を要するほかは何ら支障なく満足すべきものである。

以上のごとく本高炉においての炉頂高圧操業は設備面においてほぼ満足すべき結果を得ており、また操業面においてもその高生産性に寄与するところが大きいと考えられ、これにより、より一層の炉頂高圧の設備上の問題点操業上の効用の検討の足がかりを得たと思つている。