

— 論 文 —

最近の八幡製鐵所に於ける製鉄作業に就て

(昭和 29 年 4 月本会講演大会にて発表)

和田 龜 吉*・白石 芳 雄**・小 菅 高**

BLAST FURNACE OPERATION IN THE YAWATA IRON
AND STEEL WORKS TO-DAY*Kamekichi Wada*

Synopsis:

Six blast furnaces now are operating in Yawata Iron & Steel Works: No. 4 (350t/day), No. 5 (400t/day) and No. 6 (400t/day) at Higashida and No. 2 (700t/day), No. 3 (1000t/day) and No. 4 (1000t/day) at Kukioka.

The No. 5 furnace at Higashida produces foundry pig iron and the other furnaces the basic pig iron to be used for steel plants. Recently, the operating results of these furnaces have rapidly been improved and coke ratio has also decreased down to about 0.7. Especially, the 1000t/day furnace has been producing practically from 1000t/day to 1250t/day since July 1953, while their output before the War was only about 800t/day, In spite of the coke-ash being 13%, the iron-making by each furnace in the Yawata Iron & Steel Works is showing a favorable operation and stands almost on a level of the European and American standard. This is presumed mainly due to the sizing of raw materials, the extended equipment of the sintering plant and an improvement in the coke-behavior.

I. 緒 言

八幡製鐵所に於ける現在の稼働熔鉄炉は東田 No. 4 (350t), No. 5 (400t), No. 6 (400t), 洞岡 No. 2 (700t), No. 3 (1000t), No. 4 (1000t), の6基で東田の No. 5 は鑄物鉄, 他は製鋼鉄を吹製している. 最近に至り鉄石の予備処理設備の強化, コークス性状の向上と共に之等熔鉄炉の作業成績は急速に向上し, コークス比は漸次低下し, 特に 1000t 熔鉄炉は戦前, 月に1日平均約 800t 前後出鉄したが, 昭和 28 年 7 月頃より 1000t 以上を確実に生産し, 世界水準に到達するに至つた. 以下之等の成績に就て現場的考察を行う.

II. 設 備

炉形に関しては大した変化はないが, 洞岡 No. 4, 東田 No. 6 は第 1 図に示す通り, 夫々湯溜径 7,600mm 及 6,200mm, 朝顔高さ 3,200mm 及 2,800mm と

なり, 従来より更にローボッシュ, ワイド・ハースの方向に進みつつあり, カーボン煉瓦を昭和 26 年以後洞岡 No. 3 は湯溜周辺に, 東田 No. 3, No. 6, 洞岡 No. 4 は炉底部も全面的に使用している関係上第 1 図の炉底部は 800mm の深さを有している.

冷却函は逐次増設され, 羽口数は 1000t 炉 16 本, 700t~350t 炉 12 本, となり, 装入装置は東田 No. 6. のブラウン式をマッキー式に改造した. 付属設備としては原料予備処理の強化の他, 東田コークス・コンベアー及コークス篩別機の新設, 電動マツドガン, 熱風炉バーナー, 送風温度の自動調節装置, 各羽口温度の調節等が改良されている.

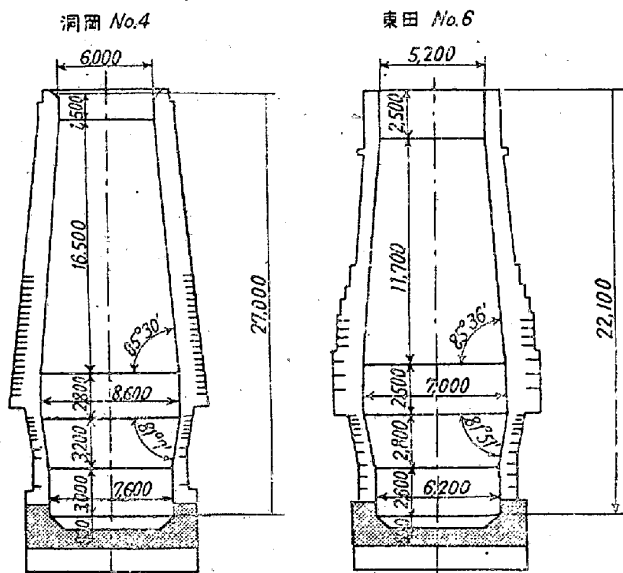
III. 作 業 状 況

昭和 28 年度の八幡製鐵所の製鉄成績は原料の予備処

* 八幡製鐵所工博 ** 八幡製鐵所

第1表 昭和28年度出鉄量及コークス比

	出鉄量 t/day						コークス比								備考
	東田洞岡						東田洞岡								
	4	5	6	2	3	4	合計	4	5	6	2	3	4	平均	
28年4月	363	409	447	615	835	927	3,596	0.890	0.856	0.822	0.835	0.874	0.858	0.857	
5	389	415	499	610	926	913	3,752	0.880	0.914	0.795	0.869	0.866	0.870	0.865	
6	347	385	478	598	833	924	3,665	0.877	0.950	0.813	0.900	0.884	0.889	0.886	
7	353	405	490	622	1,008	1,005	3,888	0.885	0.929	0.781	0.842	0.844	0.845	0.849	
8	339	399	515	597	993	973	3,816	0.908	0.945	0.753	0.857	0.855	0.852	0.855	
9	360	424	511	635	1,009	1,033	3,972	0.899	0.872	0.761	0.842	0.845	0.821	0.835	
10	351	450	542	615	987	1,062	4,007	0.863	0.839	0.701	0.819	0.854	0.815	0.817	
11	353	471	548	648	1,068	1,088	4,176	0.860	0.821	0.695	0.776	0.803	0.793	0.787	F式焼結設備完了
12	382	453	446	623	997	1,036	3,937	0.837	0.827	0.768	0.789	0.780	0.722	0.776	
29 1	372	459	542	617	986	1,148	4,124	0.828	0.855	0.724	0.778	0.815	0.714	0.775	
2	376	439	524	626	1,028	1,227	4,220	0.780	0.831	0.712	0.766	0.790	0.713	0.758	



第1圖 洞岡 No. 4 東田 No. 6 プロフィール

理の強化、焼結鉄の生産増加及コークス性状の向上等により炉況は安定し、各熔鉄炉は漸次ヘビー・チャージとなり、出鉄量増加と共にコークス比は低下し、鉄鉄成分も向上して変動少なくなった。之の生産状況は第1表の如く、特に昭和28年11月東田 No. 6 熔鉄炉のコークス比0.695及洞岡 1000t 炉が1100t 以上出鉄していることは画期的成績と云えよう。

第2表に昭和29年1月の東田 No. 6 及洞岡 No. 4 熔鉄炉の操業記録を示す。昭和29年2月現在の出鉄状況から推定すると、炉1代にて東田は100~150万噸、洞岡 1000t 炉は150~200万噸生産し得ると考えられる。

IV. 原料について

八幡製鉄所に於ける原料の予備処理としては鉄石、副

第2表 東田 No.6 洞岡 No.4 熔鉄炉の操業記録 (昭和29年1月)

		東田 No.6	洞岡 No.4
爐出鉄量	(t/d)	2.2 542 ⁴	1.2 1.147 ³
鉄	輸入地	725	849
鉄	輸入地	167	0
鉄	輸入地	565	606
鉄	輸入地	137	149
鉄	輸入地	8	9
鉄	輸入地	322	219
鉄	輸入地	120	101
鉄	輸入地	724	714
コークス	灰分	13.14	12.76
コークス	潰裂 15mm	92.35	92.25
コークス	潰裂 50mm	41.60	38.24
石	炭比	1.152	1.142
鉄	石/コークス量	2.022	2.079
送風	風量	985	1.822
送風	風温	696	663
送風	風圧	821	1.086
送風	風速	573	577
送風	風量	26	28
送風	風温	188	260
送風	風速	2.485	2.517
ガス	CO ²	14.2	12.5
ガス	CO	27.2	28.0
鉄	C	4.27	4.46
鉄	Si	0.86	0.84
鉄	S	0.031	0.033
鉄	SiO ₂	32.76	33.00
鉄	Al ₂ O ₃	13.65	13.84
鉄	CaO	43.84	44.20
鉄	CaO/SiO ₂	1.34	1.34

原料の破砕、篩別、焼結工場の増設を行い、銘柄別炉前貯鉄量の確保により、装入物の計画的配合に努力している。

1. 鉄石のサイジング

東田にては鉱石は索道或は貨車にて炉前に運搬されるが、索道置場のみに碎鉱機が設備されているので貨車輸送による鉱石には大塊の混入多く、屢々炉況悪化の原因となつていた。

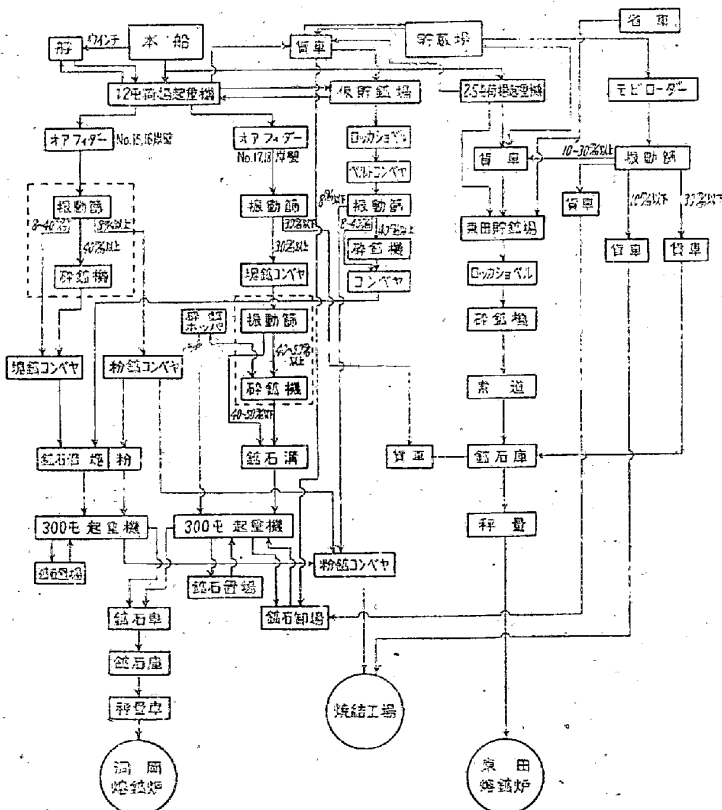
昭和 27 年 6 月索道作業を常昼より二交代として索道能力を増加し、同年 8 月より破碎目の 70mm を 50mm に下げて一段と破碎効果を強化し、更に昭和 28 年 8 月からは野鉱場で 30mm~50mm にて篩別を行い、30mm~50mm 下を東田に使用することにより第 3 表に示す通り、東田は 50mm 以上の塊鉱石は皆無となり、又洞岡に於いては昭和 28 年 10 月碎鉱設備完成し、11 月以降 50mm 以下に破碎された鉱石使用率は 100% に達した。

第 2 図は八幡製鉄所に於ける鉱石破碎篩別の系統を示す。

第 3 表 未破碎鉱石使用割合

年月	28												29											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2		
東田(%)	2.6	2.1	2.4	2.7	1.4	1.3	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
洞岡(%)	22	24	32	17	10	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

第 2 図



第 2 図 鉱石の破碎、篩別作業系統圖

2. 副原料のサイジング

主原料の他に平炉滓、石灰石、鉄滓等の副原料の破碎を強化した。即ち平炉滓を昭和 28 年 8 月より破碎、篩別した結果は第 4 表に示す通りである。この際 10mm~22mm は焼結工場の床敷原料とする。石灰石は従来 100mm 以下であつたが 70mm 以下に破碎されたものを受入れるように改めた。

第 4 表 平炉滓粒度分布

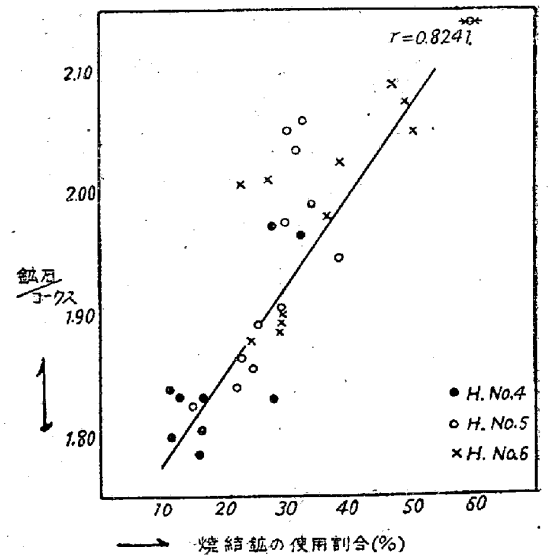
100mm <	100~70	70~50	50~30	30~10	10mm >
%	2.13	9.29	34.33	47.16	7.09

3. 焼結鉄

従来焼結鉄の熔鉱炉に於ける使用割合は比較的少く、平均して昭和 27 年は約 25% であつたが、昭和 28 年 11 月ドワイトロイド焼結機増設に伴い使用割合は約 35% となつた。又既設グリナワルト工場に於いては成品篩別機を強化し、粉の除去に努めた。八幡に於いては焼結鉄使用割合が此程度ならば、焼結鉄は FeO 含有量よりも粉の少い事、大塊のない事が第一義と考えて居る。

第 1 表に示す如く、昭和 28 年 11 月以降焼結鉄の配合割合の増加と共に熔鉱炉の成績は向上して来ている。

東田に於けるこの関係を第 3 図に示す。



第 3 図 焼結鉄の使用割合と鉄石/コークス (昭 28.4~29.2)

4. 炉前貯鉄量の確保、原料の計画的な使用
 熔鉱炉に装入される鉄石は絶えず品位或いは性状に於いて変化のないことが望ましい、そのためベディング方式が考えられるのであるが、装入物の銘柄変更のない様計画的に原料を

第5表 コークスの諸性状

年 月	灰 分				水 分				ドラムテスト	
	H ₁	H ₂	K ₁	K ₅₆	H ₁	H ₂	K ₁	K ₅₆	H ₁	H ₂
28. 4	13.9	13.8	13.7	13.7	3.4	4.5	2.5	3.3	91.6	92.0
5	13.7	13.7	13.8	13.8	3.0	6.1	2.3	3.1	91.3	91.6
6	13.7	13.6	13.7	13.7	4.1	5.7	2.0	2.9	92.1	91.8
7	13.7	13.7	13.6	13.6	3.6	4.7	2.5	3.3	91.8	91.8
8	13.8	13.6	13.3	13.3	3.2	4.9	2.3	2.8	91.4	91.3
9	13.6	13.2	13.0	13.0	3.3	4.6	2.0	2.6	91.7	91.9
10	13.2	13.0	13.0	13.0	3.1	3.5	2.0	2.4	91.6	92.3
11	13.1	12.9	12.9	12.9	3.0	3.8	2.0	2.6	91.8	92.2
12	13.5	13.1	13.0	12.0	3.2	3.8	1.9	2.7	91.7	92.4
29. 1	13.2	13.1	13.0	12.4	2.5	3.2	2.4	2.7	92.0	92.3
2	13.0	12.8	12.8	12.8	1.9	2.1	2.4	2.3	91.5	92.3

(15mm上)		ドラムテスト (50mm上)				タンブラテスト (25mm上)				備 考
K ₁	K ₅₆	H ₁	H ₂	K ₁	K ₅₆	H ₁	H ₂	K ₁	K ₅₆	
91.4	91.2	36.3	42.1	38.5	38.5	55.6	58.0	56.7	56.4	} 1400 回轉
90.9	90.6	32.1	41.1	38.8	37.4	53.8	57.5	57.2	53.3	
91.2	91.2	34.4	39.8	36.6	35.6	56.5	57.1	55.7	56.0	
91.8	91.7	36.6	40.6	34.7	33.0	55.6	56.8	57.8	57.5	
91.9	91.7	30.2	33.5	34.8	33.0	—	—	—	—	
91.6	91.4	29.6	35.2	36.3	35.0	—	—	—	—	
92.0	91.9	31.7	35.2	36.3	35.0	—	—	—	—	
92.2	91.9	36.6	37.4	40.0	39.3	74.9	75.6	74.2	74.8	} 400 回轉
92.5	92.6	37.2	41.9	37.8	37.9	75.2	76.1	75.6	77.3	
92.5	92.5	37.8	39.3	38.3	38.1	75.3	77.0	77.3	76.8	
92.3	92.3	34.6	39.4	37.8	38.7	73.8	77.0	75.4	75.3	

第6表 コークス性状の變動

	灰 分 \bar{R}				水 分 \bar{R}				15mm \bar{R}				50mm \bar{R}			
	H ₁	H ₂	K ₁	K ₅₆	H ₁	H ₂	K ₁	K ₅₆	H ₁	H ₂	K ₁	K ₅₆	H ₁	H ₂	K ₁	K ₅₆
28. 4	0.3	0.3	0.4	0.3	2.0	2.1	2.1	3.1	1.0	1.0	1.6	1.9	10.0	9.0	10.3	9.4
5	0.3	0.3	0.4	0.4	—	—	1.9	2.7	1.4	1.4	1.9	1.8	9.8	10.8	9.6	9.3
6	0.3	0.2	0.3	0.5	3.0	3.9	1.9	2.5	1.2	1.2	1.6	1.6	9.8	10.5	10.8	11.0
7	0.2	0.2	0.4	0.4	2.6	3.2	1.9	2.8	1.1	1.5	1.6	1.9	10.0	10.4	7.4	9.1
8	0.2	0.2	0.3	0.4	2.2	2.8	2.3	2.4	1.5	2.0	1.3	1.2	9.4	11.8	8.8	6.9
9	0.2	0.2	0.4	0.3	2.6	3.2	1.4	1.8	1.0	1.1	1.0	1.0	7.8	9.0	6.9	5.2
10	0.3	0.3	0.4	0.3	2.2	2.3	1.2	1.4	0.9	0.9	1.2	1.1	6.8	9.6	7.7	6.7
11	0.4	0.4	0.5	0.5	2.1	2.7	1.7	1.8	0.8	0.9	1.1	1.4	8.8	8.1	7.8	7.0
12	0.3	0.4	0.4	0.4	2.3	2.8	1.3	2.0	0.9	0.8	1.1	1.1	7.4	8.9	8.4	9.6
29. 1	0.4	0.4	0.4	0.4	2.0	2.2	1.7	1.8	0.8	0.8	1.3	1.3	7.2	8.9	6.8	7.1
2	0.3	0.3	0.4	0.4	1.7	1.9	1.6	1.6	0.7	0.7	1.0	1.3	7.5	8.0	7.1	6.4

使用する事も我が国に於いては大切である。即ち我が国に於いては多種類の原料を海外から求めるため、入船、輸送関係から屢々鉱石配合変更を余儀なくされているので、炉前に於ける銘柄別の標準貯鉱量の確保に努め、毎月の使用計画を炉別に詳細に決定して使用する事により、装入変更を減少せしめ、炉況安定に大きな効果をおげることが出来た。

V. コークスについて

鉱石関係の予備処理と共にコークス性状特にその均一

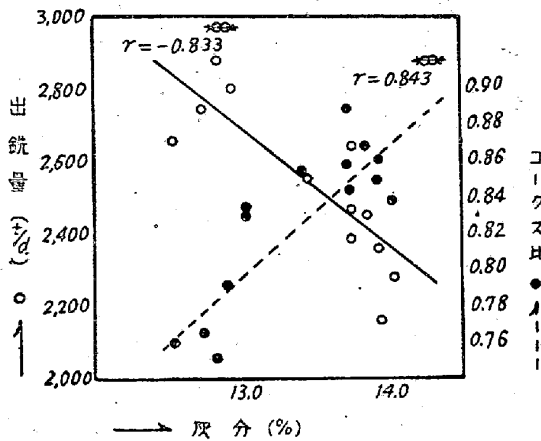
化が頗る重要であり、昭和 28 年に於いて種々コークス粒度に関し各所に於いて研究が進められた。即ち、従来コークス性状としては主として灰分及潰裂強度のみを重視しているが、最近ではコークス適正粒度の管理迄行われ、成品は運搬途中の破碎を極力防止したる後、熔鉱炉前に於いてローラー・グレートにより 25mm~30mm に篩い、25mm~30mm 以下は更に 10mm~15mm にて再篩いし、篩下は装入1回分まとめて装入される。コークス再篩別はコークス粒度調整と共に 10mm~15mm の中粉コークスを使用し得る点で頗る有効であ

る。

昭和 27 年 4 月装入炭をボイドメーターを使用して配合する様になつてより、強度及灰分の変動が著しく少くなり安定して来た。消火装置の改善により水分も平均し及その変化が少くなつてゐる。

1. コークス灰分

昭和 28 年度の入幡に於けるコークス灰分は第 5 表に示す如く、13.9% が 13% に約 1% 低下したが、国内及欧米に比べて比較的高い方である。昭和 28 年 1 月～昭和 29 年 2 月の洞岡第 2, 第 3, 第 4 熔鉄炉の実績に就いて、コークス灰分と出鉄量及コークス比との関係を見ると第 4 図に示す様な強い相関関係がある。本図を見ると、コークス灰分 1% に付、コークス比 2~3% 増減すると云われているものが、実際には約 7% 低下しているが、之は灰分 14% の時にコークス管理と共に原料処理が不充分の事を示すものであり、此の際コークス管理及原料処理が充分行われていれば、灰分 14% にてもコークス比は 0.80 程度が可能であつたろうと想像される。逆に灰分だけを下げても、強度、粒度の管理が俱わらず、原料の処理が不充分ならば、ヘビーチャージにし得ずしてコークス比は下らない。

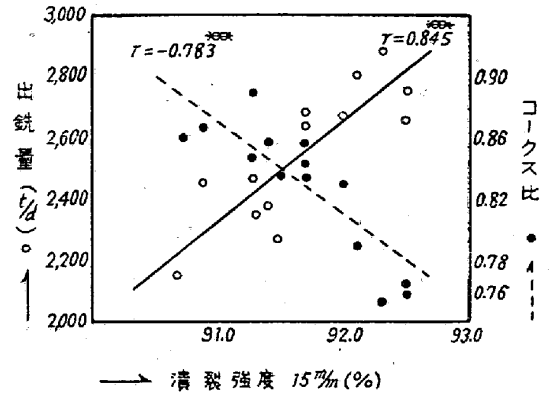


第 4 図 コークス灰分と出鉄量、コークス比との関係

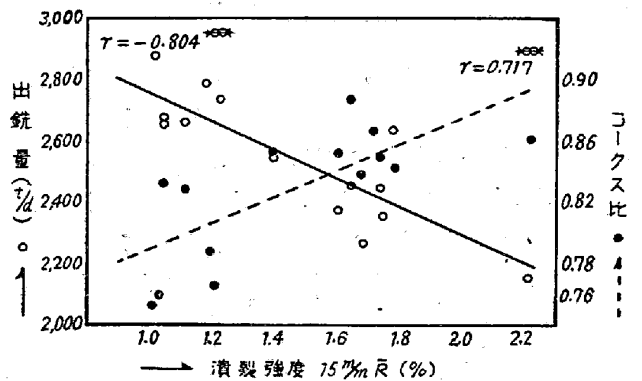
2. コークス潰裂強度

コークスの強度も熔鉄炉の操業に重大な関係を有し、昭和 28 年 1 月～昭和 29 年 2 月の洞岡 No. 2, No. 3 No. 4 熔鉄炉の実績について、潰裂強度の \bar{X} , \bar{R} と出鉄量、コークス比との関係は第 5 図～第 8 図の通りで、潰裂 15mm 指数の増加及 15mm, 50mm 指数のバラツキの減少が、出鉄量及コークス比に大きな影響を与えている事がわかる。

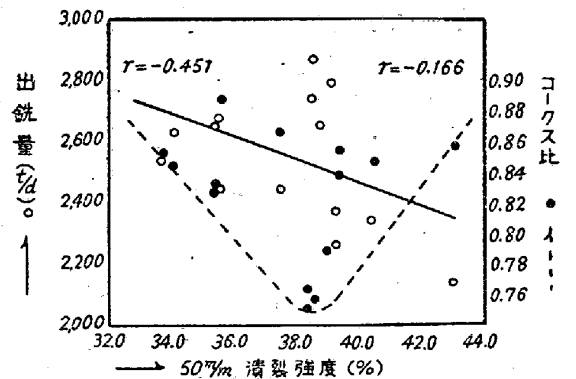
而して 15mm 指数と 50mm 指数は炉況に逆の影



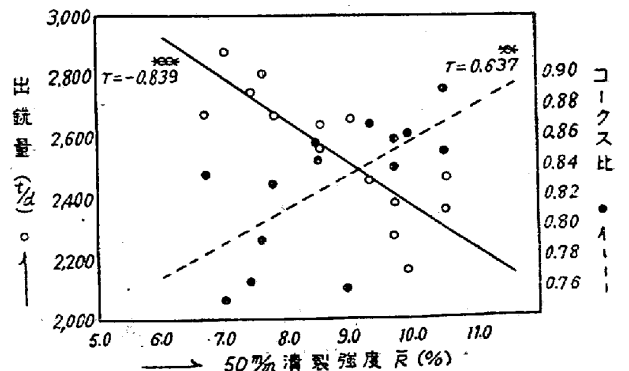
第 5 図 コークス潰裂強度 15mm と出鉄量、コークス比との関係



第 6 図 コークス潰裂強度 15mm \bar{R} と出鉄量、コークス比との関係



第 7 図 コークス 50mm 潰裂強度と出鉄量、コークス比との関係



第 8 図 コークス 50mm 潰裂強度 \bar{R} と出鉄量、コークス比との関係

第7表 コークス粒度

	平均粒度				>100mm				<25mm				
	H ₁	H ₂	K ₂	K _{5,6}	H ₁	H ₂	K ₁	K _{5,6}	H ₁	H ₂	K ₁	K _{5,6}	
28.													
4	73.0	75.9	84.2	81.1	14.9	18.5	27.3	25.4	6.7	6.0	4.6	6.1	
5	71.9	75.7	82.4	78.4	13.0	17.5	26.8	23.9	7.0	6.6	4.6	7.2	
6	72.0	74.4	82.3	79.8	13.7	16.7	25.8	23.7	6.6	6.4	4.8	6.0	
7	72.8	74.6	81.1	76.6	14.2	16.8	24.0	19.9	6.6	6.2	4.8	5.7	
8	72.4	73.9	81.8	77.0	14.4	16.2	24.1	19.9	6.6	6.4	4.1	5.7	
9	71.6	73.9	81.6	78.3	13.1	16.5	23.6	21.5	6.3	6.4	4.4	5.9	
10	72.0	73.7	81.4	77.8	13.4	15.3	23.8	21.6	6.2	5.5	4.2	5.8	
11	72.8	72.9	80.9	77.2	13.8	14.5	22.1	19.3	5.8	5.4	4.4	5.7	
12	74.3	75.8	80.8	76.0	15.4	16.9	22.1	18.3	5.5	5.1	4.1	5.3	
29.													
1	75.8	76.3	80.3	75.5	17.8	17.8	21.6	18.1	5.7	5.1	4.1	5.9	
2	79.5	80.2	80.6	75.4	21.5	21.8	21.3	18.5	5.0	4.7	3.8	5.7	

響を与える傾向があり、50mm 指数小さき時はコークスが軟弱になるため、コークス比が上る傾向があるが、50mm 指数の余り高い時は、コークス粒度が大きくなり、分布及燃焼性の面からもまた或限度がある事を示す。故に 50mm 指数は或る範囲内にありて、尙且つ 50mm 指数の変動 (\bar{R}) を少なくする様に望むべきである。

3. コークス粒度

昭和 28 年に至りコークス粒度の管理を強化することにより、第7表に示す如く、100mm 以上の大塊が減少し、25mm 以下の小粒も減少し、平均粒度は次第に

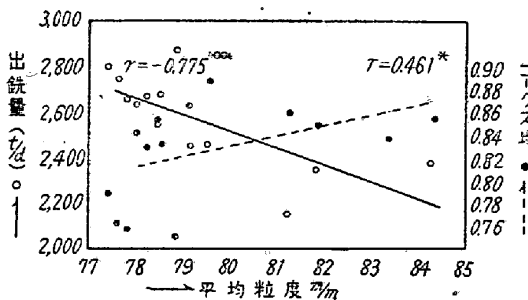
小さくなり、全体としてコークス炉前にて 70mm~80mm 程度になった。

昭和 28 年 1 月~昭和 29 年 2 月の洞岡 No., No.3 No.4 熔鉄炉の実績に基き、コークス粒度と出鉄量、コークス比との関係を調査した結果は第9図及第10図に示す通りである。

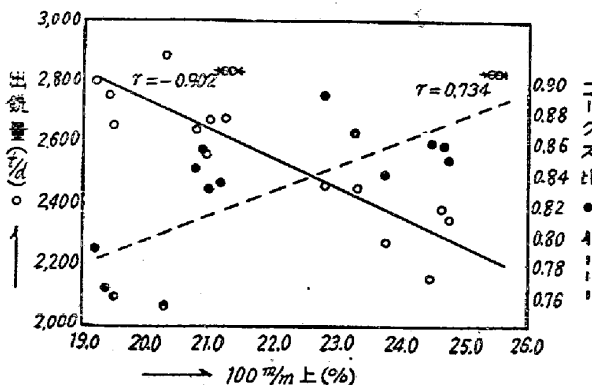
上図に示す様に 100mm 上粒度の減少、平均粒度の適正化が、熔鉄炉の成績向上に大きな影響を持っている事が分る。相関としては平均粒度よりも 100mm 上の粒度の方が強い様である。

100mm 上粒度と炉況とは、略直線的な関係が見られるが、平均粒度と炉況の間にも相当相関関係があり一応東田にてはコークス炉前にて 60mm~80mm、洞岡にては 70mm~90mm を目標として操業している。コークス比 0.695 であつた東田 No. 6 熔鉄炉11月の平均粒度は 73mm、100mm 上は 14.5% であつた。

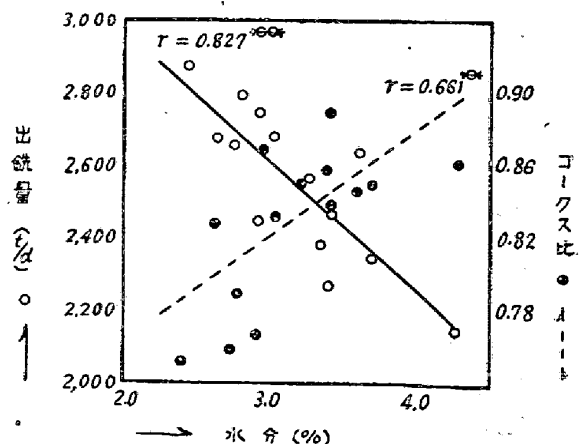
コークスの粒度は配合炭の撰択と共に、フリュー温度を上昇し、炭化速度を早くし、窯出し本数を増加する事



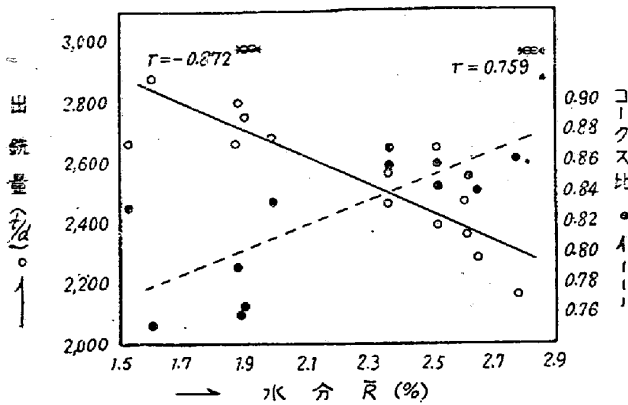
第9図 コークス平均粒度と出鉄量、コークス比との関係



第10図 コークス 100mm 上と出鉄量、コークス比との関係



第11図 コークス水分と出鉄量、コークス比との関係



第 12 圖 コークス水分 \bar{R} と出鉄量、
コークス比との関係

にして炉況を不安定にする故、極力避くべきである。昭和28年1月～昭和29年2月の洞岡 No. 2, No. 3, No. 4 熔鋳炉に於ける水分及そのバラツキが炉況に与える影響は第 11 図及第 12 図に示す通りである。

VI. 結 言

以上八幡製鉄所の最近に於ける製鉄作業が、コークス灰分 13% にもかかわらず、1000t 熔鋳炉が 1000t 以上の生産を続け、コークス比 0.7 台に低下し、各熔鋳炉とも良好な成績を示し、欧米水準で操業されている原因は原料のサイジング、適正な焼結鉄の配合の増加及びコークス性質の向上による事を述べた。原料のサイジング、均一配合の徹底化こそ日本の製鉄作業が欧米水準を追抜く唯一の鍵である。終に關係従業員諸君の努力に深く感謝する次第である。(昭 29~5 月寄稿)

により小さくなし得る。

4. コークス水分

水分の多い事は熱量的に損失を招き、付着微粉の篩別を困難ならしめる他、そのバラツキは秤量時の誤差を大

高炭素帯鋼の硬度 組織に及ぼす焼鈍の影響 (II)

冷間加工後の高炭素帯鋼について

(昭和 28 年 10 月本会講演大会に於いて講演)

深尾雄四郎*

EFFECT OF ANNEALING CONDITION ON HARDNESS AND STRUCTURE OF HIGH-CARBON STEEL STRIPS (II)

(Studies of Cold-Rolled High-Carbon Steel Strips)

Yusiro Fukao

Synopsis:

Typical four samples among those samples which had been reported by Report I (Tetsu to Hagané No. 7, July 1954 p. 675~680), were annealed and cold-rolled in several degrees of reduction. The effect of annealing temperature and the rolling reduction on their hardness and structure was studied. The results were as follows:

- 1) The relation between the rolling reduction and the recrystallization temperature was such that the temperature was lowered as the rolling reduction increased.
- 2) The relation between the rolling reduction and the hardness value was lowered as the rolling reduction decreased except at around a temperature of the recrystallization.
- 3) The relation between the rolling reduction and the spheroidizing of carbide after annealing was such that the spheroidizing of carbide became slightly perfect and uniform as the rolling reduction increased.

* 新理研工業株式会社 平井工場