

5. 酸 素 製 鋼

5.1 緒 言

酸素製鋼に関する調査は第3回(昭和31年6月)第4回(昭和31年10月)の二回の研究会において行なわれた。この内第3回会議では主として酸素製鋼の設備、作業の方法、反応上の問題等を取上げ、第4回会議では酸素製鋼の特色利害、将来の見通し等を討議した。本章はこの二回の内容の概要である。設備その他に関しては昭和

和34年9月に一、二の訂正を受けたところがある。この部分には総て#記を附し区別した。

5.2 酸素製鋼の設備

5.2.1 酸素源より炉前までの経路

酸素源には自家発生装置、購入液酸、購入気酸等があり、気酸の場合には、隣接の化学工場、あるいは自家発生装置から、かなりの遠距離をパイプで送ることもあ

表 5.1 酸素源、貯蓄槽、配管

会社名	酸素元		購入酸 素種類	貯蓄槽 容 量	高圧配管		低圧配管		
	型 式	発生量 m ³ /h			管 種	距離 m	酸素圧 kg/cm ²	管 種	距離 m
日 特#	ハイランド	30	気 酸 液 酸	240 m ³ ×3 720 m ³ ×2			10	STφ90%	200
日 鋼	クロードPA	500							
特殊鋼#	—	—	液 酸	10t 8.77m ³			8~10	STP 33φ70	430
菱 鋼 材	—		液 酸	120本×4 (2,400 m ²)				ST φ 1½"	120
大同(星崎)	クロードCA	80							
大同(平井)	—		液 酸	大型 8 本	Cut 15×26	60		SGP φ 2"	80
愛 知	ハイランド	30 75			Cut 10×16 22×34		12 15	ST φ 1", 2"	
不 二 越#			気 酸 (パイプ送酸)	ポンベ2郡 200本	3"	3,000			
ステンレス			気 酸 (パイプ送酸)					φ 3"	440
住 金			液 酸 液 酸 (気化装置)	769.5				φ 2½" φ 3"	
神 鋼#		2,000×2	気 酸	30kg/cm ² 2,200 m ³ 圧縮タンク			10	ST φ 82	
川 鉄			気 酸 (パイプ送酸)	500×3	Cut 20~30		12	ST 68.6~75	700
山 陽	ハイランド	60		60×6				φ 2"	
日 立#			気 酸	16本カドール				φ 2"	
八 幡#	日立科 全低圧 リンデフレンケル リンデフレンケル 日立科 全低圧	450 2000 4250 4500	気 酸	10m ³ ×22 220 m ³ ×2	4", 5"	1,000	20	φ4", φ 8"	
菱 製 鋼			気 酸					φ 2½"	530

る。発生装置の形式、能力、購入酸素の種類、貯槽容量、高低圧配管等の諸元を表5・1に示した

5.2.2 使用酸素の純度、脱水剤使用の有無 およびその種類

酸素の純度は大部分が99%以上で使用しているが、98%まで落とし、更には95%以下で用いることもある。これら純度の差は後の調査結果には殆んど影響が現われていない、酸素中の水分含量にもかなりの差があり、製造方法

表 5・2 酸素の純度含水分量脱水法

会 社 名	O ₂ (%)	H ₂ O mg/m ³ O ₂	脱 水 剤
日 特 日 製 特 殊 菱 鋼 材	99・2 99・5~99・6 99・4 99・7	— — 0 10~20	ソバビート
大同(星崎) 大同(平井) 愛知(知多) 愛知(刈谷) ステンレス	99 ~99・5 99・8 99・8 99・8 99・4	— — — — —	粒状苛性ソーダ
住金(車鑄) 住金(鋼管) 不二越# 神鋼(本社) 神鋼(高砂)	99・8~9・99 99・7 99・8 90~95 99・5	— — — tr tr	脱水分離器
川 鉄 山 陽 日 立	98(>97) 99・4~99・6 >98	300 30 (脱水剤) tr 300	シリカゲル 苛性ソーダ
八 幡#	99・6	10	フロン冷凍 シリカゲルの 併用、ラビニ ユース、コン プレッテ シリカゲル
菱 製 鋼	99・5(>95)	20	

式の差によるものと考えられる。このため脱水分離装置を設置したりあるいは脱水剤を用いる例がある。脱水剤としてはソバビート、苛性ソーダ、シリカゲル等が用いられるが結果はいずれも良好という。この例を表5・2に示す。

5.2.3 酸素購入または受入れ価格

価額は8円~50円/m³O₂である。この変動は自家発生と購入の違い、その容量、液酸と気酸の別、地域差、電力単価の変動等のためである。

5.2.4 流量計、減圧器の形式、名称

提出された流量計、減圧器の名称は種々であるが、機構は同一と思われるものが多い。これを表5・4に示す。

表 5・3 酸 素 価 格

会 社 名	価格円/m ³	酸 素 源
日 特 日 鋼 特 殊 鋼# 菱 鋼 材 大同(星崎)	約 30 12~15 48(kg) 44 14~15	自家発生 (30 m ³) 自家発生 (500 m ³) 液 酸 液 酸 自家発生 (80 m ³)
大同(平井) 愛 知 ステンレス 住 金 神鋼(本社)	48 22~23 10 32 7	液 酸 自家発生 (75 m ³ , 30 m ³) パイプ受酸 液 酸 自家発生 (2,000 m ³ × 2)
神鋼(高砂) 川 鉄 山 陽 日 立 八 幡	41 25 30 40 12	気 酸 パイプ受酸 自家発生 (60 m ³) 気 酸 自家発生 (2,000 m ³ , 4,500 m ³ × 2)
菱 製 鋼	35	パイプ受酸

表 5・4 流 量 計, 減 圧 器

会 社 名	流 量 計	減 圧 器	減圧値(kg/cm ²)
日 特	オリフィス差圧式電子管自動平衡記録積算計	ベローズ式	150→10 10→4~6
日 鋼	U字管誘導式記録積算計	ダイヤフラム型	→10
特 殊 鋼		日酸式 5,000 m ³ /h	150→8~10
菱 鋼 材	島津式 SMF-21 流量指示積算計	帝酸 100 m ³ /h 隔膜式圧力調整器	→9
大 同(星崎)		帝酸 625 圧力調整器	→5~10
大 同(平井)	北辰 FL-222B 型面積式流量発信機 F-43 型受信記録積算計		10 150→(15~7)
愛 知		ベローズ式 ベローズ式	120→15 15→9 150→12 12→8
ス テ ン レ ス	北辰 U 字管浮子式電磁誘導型 (M-173)	ストップバルブ	→4

表 5.4 つ づ き

会 社 名	流 量 計	減 圧 器	減圧値 (kg/cm ²)
住 友(車 鋳)	オルフィス記録積算計	レスリ式酸素減圧弁	→7
住 友(鋼管)	同 上	特殊減圧調整器	10
神 鋼(本社)	北辰U字管浮子式流量記録計 (F-32 A) オルフィス差圧式電子管自動平衡記録積算計		
神 鋼(高砂)		丸三製鋼用特大型調整器	→10
川 鉄	機械浮子式流量記録積算計及指示積算計	(マングラン減圧弁 ピストン型減圧弁)	150→12 12→5
山 陽		スプリング式	150→7~10
日 立		日本理化製自動減圧弁	150→8
八 幡	山 武 浮 子 型	スプリングダイヤフラム式	20→6~8
菱 製 鋼	差圧式電子管自動平衡記録積算計	副 減 圧 弁	→6~9.5

表 5.5 酸 素 吹 込 時 期 及 び 位 置

会 社 名	酸 素 吹 込 の 時 期	炉 内 位 置	深 さ cm	角 度
日 特 菱	特鋼鋼材 溶落ち脱磷作業後 酸化期 (溶落直後) 酸化期 (第1回除滓後) 酸化期 (溶落10~15mn後)	中央装入口より 中心 除滓口側電極周囲内附近 炉床内径1/2程度装入口又は側 口より No.1 電極下と炉壁の中間	鋼浴面下 10~15 鋼浴面下 10~20 鋼浴面下約10 鋼浴面下 7~12	30° (20~30°) 20~30° 20° 20°
大 同(星崎)	溶落後10~15mn		鋼浴面下 3~5	30°
大 同(平井)	溶落後一定温度となつた時 (5~10 mn後)	中心より少し手前	鋼浴面下 15	30°
愛 知(知多) 愛 知(刈谷) ス テ レ ス	溶落直後, 第二酸化期中期 酸化 中 期 溶落後除滓し造滓出来上つた時 期	炉床内径1/3装入口側 炉床内径1/3装入口側	鋼浴面下 30	20° 15~20° 30°
住 友(車 鋳)# 住 友(車 鋳) 神 鋼(本社)#	酸 化 未 期 酸 化 期 通電困難時, 材料落下困難時及 び第二酸化期に使用	炉 内 中 央 主装入口より30cm 炉内装入口側	鋼浴面下約 30 鋼浴面下 10 鋼浴面下 10	40° 22° 20~25°
神 鋼(高砂)	酸化期末に脱炭不足を補う程度 に使用	先端がほぼ炉の中央	鋼浴面下 10 以内	25°
川 鉄	溶落前 30mn に吹崩し酸化期に 吹精	中 央	鋼浴面下 5~10	30°
山 陽	P<0.03%まで脱磷作業し溶鋼 温度上昇した後 (溶落後30mn)	電極直下	鋼浴面下 15~20	10~20°
日 立	酸化期除滓後 (10~15mn)	反応部分が炉の中心になるよ う中心より少し手前	鋼浴面下 5~10	20~30°
八 幡	溶解期および加熱期精錬期に使用	中心より手前1m	鋼浴面下 3~50	20°
菱 製 鋼	第二酸化期(吹込後数分で除滓)	中心より 6cm(8t炉)~110cm (20t炉)手前	鋼滓, 鋼浴接触面又は 湯面に僅かに入る	15~20°(20t炉) 13~16° (8t炉)

5.3 作 業 方 法

5.3.1 吹込の時期, 炉内位置, 深さ, 角度

酸素の使用目的には溶解期の材料溶落を促進するための吹崩しと, 溶落後の吹精とがある。吹崩しは溶落前約30

mn 頃から行なわれるが実施例は比較的少ない。吹精の時期は各社で異なり, 溶落直後, あるいは酸化末期, またはこれらの組合せの場合等であるが, 溶落後10~15mnが多い。吹込位置は炉内中央あるいはこれより少し手前で溶鋼面下 10~30cm の深さに挿入する。挿入角度は 20~30° である。これらを表 5.5 に示した。

表 5.6 吹 込 用 管

会 社 名	ランス の寸法	コーティングの 有 無 及 種 類	ランス消耗量 (m/出鋼t)			ラ ン ス 消 耗 量 (m/mn/t)		
			高 炭 素 鋼	肌 焼 鋼	構造用 合金鋼	高 炭 素 鋼	肌 焼 鋼	構 造 用 合 金 鋼
日 特#	1/2 ガス管	な し カ ロ ラ イ ズ	0.58 0.19	0.68 0.23	0.64 0.31	0.097 0.032	0.091 0.030	0.095 0.032
日 鋼	1/2	な し	4~6					
特 殊 鋼	1/2	煉瓦粉に粘土を 加え試験中	0.34	0.46	0.51	0.057	0.067	0.066
菱 鋼 材#	1, 3/4	カ ロ ラ イ ズ	0.25	0.1		(0.105)		
大 同(星崎)	1/2	なし (フアルコロイ ランスパイプ計画)		0.40		(0.040)		
大 同(平井)	1/2	カ ロ ラ イ ズ		0.29		0.041	0.036	0.036
愛 知(知多)	5/8	な し	0.505	0.505	0.505	0.072	0.063	0.072
愛 知(刈谷)	5/8	な し	0.505	0.505	0.505	0.137	0.157	0.122
ス テ ン レ ス	3/4	マグネシア被覆		0.23				0.085
住 友(車鑄)	1, 3/4	カ ロ ラ イ ズ	0.29			0.077		
住 友(鋼管)	3/4	な し		(0.204 0.322)	0.176		(0.047 0.054)	0.059
神 鋼(本社)#	3/4	カ ロ ラ イ ズ	0.35~0.65					
神 鋼(高砂)#	3/4	な し		0.230				
川 鉄	3/4 (内径)	カ ロ ラ イ ズ	0.42	0.45	0.50	(0.070)	(0.075)	(0.084)
山 陽	1/2	な し	0.3~0.7	0.6~1.00	0.70~1.20	(0.075~0.175)	(0.100~0.167)	(0.127~0.218)
日 立	1/2	耐 火 粘 土	0.203	0.211	0.207	0.039	0.038	0.038
八 幡	3/4 (内径)	粘土 珪 材 被 覆	0.048		0.041	0.001		0.001
菱 製 鋼	1/2	カ ロ ラ イ ズ	0.226 0.520	0.213 0.348		(0.023) (0.039)	(0.021) (0.028)	

5.3.2 吹込用ランスパイプ

ランスパイプは1/2吋及至1吋のものが用いられるが、1/2吋および3/4吋のガス管が殆んどである。パイプを耐火被覆して消耗量の減少を計る試みも多い。

被覆にはカロライズ、あるいは煉瓦粉、粘土、マグネシア等が用いられる。ランスの消耗量は0.20~1.4m/tの変動があるが大部分は0.20~0.50 m/tである。これらを表5.6に示す。表中の日鋼は不銹鋼溶製の例である。なお()で示してある数字は提出資料の基本値が巾をもつて示されているので計算上その平均をとつたものである。ランス寸法のmmφ等で示されているものは吋の呼称になおしてある。

5.3.3 吹込圧力、流量、流速、吹込時間 酸素使用量

酸素吹込圧は4~10kg/cm²であるが、特に9~10kg/

cm²位で使用する例が多い。流量は2~12m³/mnであるが、4 m³/mn附近と8 m³/mn 附近の二系統の用い方が認められる。この変動は炉容量の差によるところも多いと考えられる。吹込時間、酸素使用量は溶解量 脱炭量に左右されるものであるが吹込時間としては3~15mn吹込量としては3~10 m³/t程度である。中でも6~7 mn, 4~5 m³/tのところが多い。これ等を表5.7に纏めた。

5.4 酸素製鋼の反応

酸素製鋼法は鉱石法と異なり脱炭反応は速かで、脱ガスが期待され、また溶鋼温度が上昇しMn, Crの歩留が良好となる等の効果が認められる。

これらの基礎となる脱炭速度、酸素効率、脱ガス効果等を取上げた。

5.4.1 脱炭速度

表 5.7 吹込圧力・流量・流速・時間量

会 社 名	圧 力 (kg/cm ²)	流 量 (m ³ /mn)			流 速 (m/sec)	吹 込 時 間 (mn)			酸素使用量 (m ³ /ton)			吹 崩 (m ³ /ton)
		高炭 素鋼	肌焼鋼	構 造 用鋼		高炭 素鋼	肌焼鋼	構 造 用鋼	高炭 素鋼	肌焼鋼	構 造 用鋼	
日 特 鋼	4~6		4~5			6	7.5	6.5	2.75	3.25	3.0	<1.0
日 特 鋼	10		4.2		347		(20~25)			(10~12)		
大 同 (星崎)	8~10	6	8	7.8	350	6	7	7.7	4.2	5.6	6.2	
大 同 (星崎)	10		8~12		250~350		8~10			6~6		2~3
大 同 (星崎)	{9~10 5~6}		8		670		8~12			6.5~9.5		5 t 炉
大 同 (平井)	10	3.84	3.84	3.84	420		8~12			4.0~6.0		10 t 炉
大 愛 知 (知多)	8	8	8	8		7.1	9.5	8	3.96	5.52	4.57	
大 愛 知 (刈谷)	9	8	8	8		7	8	7	5.9	6.7	5.9	
ス テ ン レ ス	4			7.3		4	3.5	4.5	5.8	5.1	6.5	
住 友 (車鑄)	7						3~4				7.1	15.36
住 友 (鋼管)	10						43			5.3*	3.5	(吹崩)*
神 鋼 (本社)	8~9.5		11.5		250	12~15	10~13	8~10	5.5	8.0	3.5	
神 鋼 (高砂)	10		3.5		286		6	3		45		
川 鉄	{4~5** 5~7}	2~4**	2~4**	2~4**		5~7	5~7	5~7	4.5	6.5	5	3**
山 陽	7~10	4~6	4~6	4~6		3~5	4~8	4~7	4.3~7.2	5.7~10	5.7~10	
日 立	5~7	2.8	3.2	2.7		5.2	5.5	5.5				
八 幡	6~10	12.1	11.9		390~550	5~7	—	8~10			5	加熱 2.4
菱 製 鋼	9.5		5.32				12~15		3	4.5~5.0	4.5~5.0	

() の数字は不銹鋼の例

* は吹崩を含む量

** は吹崩の場合の値

各社からの提出資料の脱炭速度は適用される時期が明確でないものがあるが、特に酸化全期と記入されないものは酸素吹込時間および脱炭量から推定して吹精期間中のものと解釈した。値は0.040%C/mnから0.100%C/mn

まで変動する。試料採取の僅かな時間差や、炉内温度、炉内状況等に左右されたものと思われるが、酸素の流量 (m³ O₂/mn/t) や脱炭量 (%C) にも影響される筈であるからその値も算出し一括した。

表 5.8 脱炭速度、酸素流量、脱炭量

会 社 名	脱 炭 速 度 (%C/mn)			時 期	酸素流量 (m ³ /mn/ton)			脱 炭 量 (%)			備 考
	高炭 素鋼	肌焼鋼	構 造 用鋼		高炭 素鋼	肌焼鋼	構 造 用鋼	高炭 素鋼	肌焼鋼	構 造 用鋼	
日 特 鋼	0.0060	0.0050	0.0048	酸化期中	0.45	0.45	0.45	0.25	0.25	0.25	13%Cr
日 特 鋼	0.0050~0.070										
大 同 (星崎)	0.068	0.072	0.078					0.38	0.40	0.52	
大 同 (星崎)	{0.04~0.06 0.050}	{0.03~0.05 0.045}	{0.035 0.045}	酸素吹精 中	(0.68)	(0.80)	(0.50)	(0.65)	(0.26)	(0.35)	10 t 炉 5 t 炉
大 同 (平井)	0.043	0.037	0.040		0.56	0.58	0.57	0.31	0.38	0.34	
大 愛 知 (知多)	0.060	0.050	0.060		*0.84	0.84	0.84	0.46	0.37	0.38	
大 愛 知 (刈谷)	0.10	0.09	0.11		**1.45	1.45	1.45	0.39	0.33	0.48	
ス テ ン レ ス			0.08				2.67			0.18	
住 友 (車鑄)	0.004~0.005										
住 友 (鋼管)		{0.055 0.044}	0.08			123 132	1.16	0.23 0.25		0.23	
神 鋼	0.035~0.045										
川 鉄	0.01	0.01	0.008	全期酸化	0.75	(1.08)	(0.83)	0.30	0.40	0.30	
山 陽	0.04~0.08	0.02~0.04	0.02~0.04		1.19	(1.31)	(1.42)	(0.19)	(0.19)	(0.19)	
日 立	0.038	0.038	0.038								
八 幡	0.05	—	0.033	酸化期中	0.6	—	0.6	0.30	—	0.30	20 t 炉 8 t 炉 20 t 炉
菱 製 鋼		{0.042*** 0.024***}					0.48*** 0.35***			0.40***	

註 1) () の数字は算定した基本数値が最大最小の範囲で示されたため、その平均をとって算出したもの。

2) * の値は t 当りに換算する為 9.5 t で割った。3) ** の値は t 当りに換算する為 5.5 t で割ったもの。

4) *** は図面から 20 t 及び 8 t の場合を讀取って計算したものである。

表 5.9 酸 素 効 率

会 社 名	日 特	日 鋼	特 殊 鋼	菱 鋼 材	大同 (平井)	大同 (星崎)	愛 知	不 二 越	ス テ ン レ ス	住 金	神 鋼	川 鉄	山 陽	日 立	八 幡	菱 製 鋼
酸素 効率	高炭素鋼	1.1		1.1	1.1	2.0 2.0	1.277	1.56	1.49			1.5	2.0~4.2	1.24	0.85	
	肌 焼 鋼	1.3	4.0~5.0	1.4	2	2.3 2.2	1.446	1.84	1.56	2.32 3.20	1.20~ 1.10	1.63	2.3~6.0	1.42	—	
(m ³ / kgC)	構造用鋼	1.2		1.2	3	2.3 2.2	1.336	1.56	1.36	0.4	1.53	1.65	2.3~6.0	1.18	1.14	1.2

これらを表 5.8 に示した。

5.4.2 酸素効率

酸素効率は表 5.9 のごとくで大体 1~2m³/kgC である。0.4 とか 4.2~6.0 という例もある。溶解原料吹精条件によつて異なるのであろうが、これは例外である。

5.4.3 脱ガス効果

酸素吹精の脱ガス効果は明らかに認められるがその程度は僅かである。脱水素量は 0.35cc/100g から 3.2cc/100g の間であつて、吹精条件、吹精前の水素量等によつて効果が異なっている。

5.4.4 そ の 他

酸素吹精の場合、鋼浴の温度上昇が速かで脱磷の困難なときがあるので、鉄鉱石で脱磷した後吹精する場合が多い。また純酸素法の工場でも磷の規格の酷しい場合には鉄石を併用している。この鉄石使用量 (kg/t) は表 5.10 に示すごとく各社で非常に差がある。

酸素吹精によつて発生する煙塵の量は甚だ多いが現在この処理を本格的に取上げているところは少ない。大同 (平井) では Water-Spray による除塵装置を完了し菱製鋼では 150HP 排風機により天蓋より吸引し煙突から放出させている。

5.5 酸素製鋼法の特徴

以上に設備、作業上の諸元および反応についてのべたがこの項では更に進めて作業上、反応上、製品の品質上の特徴について調査を行なつた。

5.5.1 作業管理上

鉄鉱石による酸化沸騰製煉法で従来経験されている欠点は使用鉄石自体の成分のばらつき、乾燥による粉化、乾燥度の不確実等であり、反応上では粉化鉄による脱炭

効率の低下、脱炭速度の変動、溶鋼の過酸化、鋼浴の温度降下、脱水素効果の不完全等が挙げられる。これに反し酸素吹精法は取扱が簡単で鉄石法のごとき準備作業が

表 5.10 鉄鉱石併用の有無、鉄鉱石の使用量

会 社 名	鉄鉱石併用の有無	使 用 量 kg/ton		
		高炭素	肌 焼	構造用
日 特	脱磷効果をねらい場合により使用	5		
日 鋼				
特 殊 鋼	特別の場合のみ使用			
菱 鋼 材	脱磷作業に使用 (普通は用いず)	3~5		
大同 (星崎)	規格 Cr>.15 P.S<.02 の鋼種には溶落後酸素に先立ち使用	10		
大同 (平井)	使用	18		
愛知 (知多)	使用			
ステンレス	使用せず			
住金 (車鑄)	肌焼鋼構造用合金鋼には使用		12	12
住金 (鋼管)	使用せず			
神鋼 (本社)	使用	13		
神鋼 (高砂)	使用	14		
川 鉄	使用	18	25	20
山 陽	溶落より酸素吹込までの間に 30 mn スケールを使用	35~48	29~40	29~40
日 立	鋼滓調整程度に使用	5		
八 幡	使用	10		10
菱 製 鋼	溶落後脱磷のため第一酸化期に鍛用特殊鋼炭素鋼は鉄石を、鍛用鋼には自家発生スケールを使用	10~12		

不要であり、脱炭速度が速く脱炭量も確実で酸化期末の炭素量の調整が楽である。さらに反応持続時間が短く溶鋼が過酸化に陥ることが少なく作業管理も容易になる。すなわち溶落時の鋼浴成分と吹精時間を管理することによつて酸化期末の鋼浴成分が統制でき、還元期作業も方案化される。

5.5.2 製 鋼 費

(1) 製鋼時間 (時間/出鋼t), 使用電力 (kWh/出鋼t)

現在では脱磷を考慮に入れて鉬石-酸素の併用が一般化しており両方法の厳密な比較は困難であるから、鉬石法から酸素法に切替えた当時の資料を持ちより比較することにした。

前述のごとく脱炭速度が速かで、時間も短くなり、

その上吹精中は切電するため電力の消費量は低下する。

第二酸化期に酸素圧力5~6 kg/cm²で通電のまま吹込み迅速に鋼浴温度を上昇せしめた後、圧力を9kg/cm²以上にあげて吹込むと製鋼時間、使用電力費双方にさらに効果があるという神鋼の提案もある。

肌焼鋼、構造用合金鋼、高炭素により多少の差はあるが一括して表5.11に示した。

(2) 総 合 費

経費上では差がないとする工場と節約になるという工場があり条件によつて異なっている。有利であるとする工場の方が多いが、その額は900円/tの節約を最高として種々である。大同(星崎)では鉬石法の費用を1とするに酸素法は0.85にあたりと指数で示し、愛知は原材料の変動は鉬石法の場合を1とすると酸素法では出鋼t当り

表 5.11 製 鋼 時 間 お よ び 電 力 の 節 約 量

会 社 名	日 特	特 殊 鋼	菱 鋼 材	大 同 (平井)	愛 知	住 金	神 鋼	川 鉄	日 立	八 幡
時 間 短 縮 (mn)	1	1~3	2	1.5~2.0	2.7	18.8	1.0	3~4	3	1.5
電力消費量の減少 (kWh/t)	110	59~98	40	65~90	83	200	30	90~190	22	40

表 5.12 Mn の 酸 化 損 失 (%)

方 法 / 会 社 名	日 特	特 殊 鋼			菱 鋼 材	大 同 (平井)	住 金	川 鉄			日 立			八 幡
		H.C	M.C	L.C				H.C	M.C	L.C	H.C	M.C	L.C	
鉬 石 法	34				60	50~60	50	33.6	45.0	42.9		67	62	53
酸 素 法	25				20	40~50	+15	32.5	4.83	36.5		72	70	35
差	+9	+10	+18	+19	+40	+10	+65	+1.1	+10.2	+6.4		+5	+8	+18

八幡は不銹鋼の例である。

表 5.13 Cr の 酸 化 損 失 (%)

方 法 / 会 社 名	日 特	特 殊 鋼			菱 鋼 材	大 同 (平井)	住 金	日 立			八 幡
		H.C	M.C	L.C				H.C	M.C	L.C	
鉬 石 法	30				50	50~60	60		83	77	
酸 素 法	16				10	30~40	10		89	81	7~10
差	+14		+12	+13	+40	+20	+50		+6	+4	

表 5-14 温 度 上 昇

会 社 名	日 特	特 殊 鋼	菱 鋼 材	大同(平井)	住 金	川 鉄	日 立	八 幡*
温 度 上 昇 °C	平均 35	良 好	10~30	3~4°C/mn	20~35°C/mn	5~15	5°C/mn	7°C/mn

石灰石1.63, 生石灰0.72, 練瓦1.31, 電極0.73, 電力1.02
鉄鉱石0.41となると報告している。

5.5.3 反 応 上

(1) Cr, Mn の酸化損失

肌焼鋼(L.C), 構造用合金鋼(M.C), 高炭素鋼(H.C)
溶製の際の Mn, Cr の酸化損失を%で示すと表5-12およ
び表5-13の通りである。

Mnについては大約10%以上, Cr についても10~20%
だけ酸化損失が少ない。住金のごとく Mn, Crとも50%
以上の差を示した例もある。

(2) 温度効果

鉄鉱石で酸化精錬を行なう場合の脱炭反応は吸熱で温
度低下を伴うため送電のまま行なうが, 酸素による脱
炭は発熱反応であつて切電しているにもかかわらず表
5-14のごとき温度上昇が認められる。

(3) 炉材への影響

酸素法の採用による炉材の損傷は当然予期されたところ
であつたが作業方法の改善で克服され影響は殆んど現
われていない。しかし愛知では損傷が著しく30%寿命短
縮し, 日立は炉床補修材が10%増している。菱鋼材では
損傷は増すが製鋼時間の短縮で, 天井, 炉壁, 炉床共か
えつて15%寿命が延びている。また菱製鋼では壁の損傷
がひどく天井練瓦棒を水冷して防いでいる。

(4) 反応上鉄石法に比しての欠点の有無

酸素製鋼法の脱炭反応に際して温度上昇を伴う利点
は同時に脱炭反応には著しい不利をまねく, このため鉄
鉱石を用いて脱炭した後酸素による酸化精錬を行なうと
ころが多い。隣の規格がゆるいときには酸素のみにて作
業を行ない, 規格の酷しい (P00.20%以下) 場合にのみ
鉄石を併用する工場もある。また酸素法では炭素鋼溶製
のごとき場合には不純物である Cr が酸化減少せず, む
しろ欠点となることもある。また, 吹精時発生する煙の
処理も次第に問題となつてきた。調査時の実状は表5-15
のごとく大半は自然放置であるが, その後各所に集塵装
置が設置されている。

(5) 従来困難であつた溶解への応用

従来の鉄石法では超低炭素鋼, 超低炭素不銹鋼の電気
炉溶製は著しく困難または不可能視されていた。酸素吹
精によつて鋼浴の温度が上昇し反応が合理的に進行する

ため実現容易となつたばかりでなく, 不銹鋼屑, 耐熱鋼
屑の再溶解における回収率も著しく改善された。

不銹鋼 (100%) 屑配合再溶解における日特の実績を表
5-16に示す。

表 5-15 煙 (フューム) の処理

煙 (フューム) の処理	
日 特	自然放出
日 製	//
特 殊 製	//
菱 鋼 材	//
大同(星崎)	現在は自然放出だが現在フード式収塵 装置の設置を計画中
大同(平井)	water sprayで除塵する装置完了
愛知(知多)	現在は自然放出吸煙塔を設置中
愛知(刈谷)	自然放出
ステンレス	// 換気窓より流出
住金(車鑄)	// 上方排出する建家構造
住金(鋼管)	// フード式では完全でない
神鋼(高砂)	//
神鋼(本社)	//
川 鉄	//
山 陽	//
日 立	//
八 幡	適宜煙突により排除
菱 製 鋼	150HP排風機により天蓋より吸引し 50m の煙突より外気に逃がす

表 5-16 不銹鋼屑再溶解例

化学成分	C%	Cr%	C%	Cr%	C%	Cr%
項 目						
配 合		12.5		12.5		13.80
溶 落	0.197	11.92	0.310	11.37	0.237	12.58
酸 化 期 末	0.092	9.58	0.07		0.068	
還 元	0.115	11.70	0.085	9.20	0.085	11.15
歩 留		94%		74%		82%
酸 素 量		7m ³ /t		15.5m ³ /t		19.3m ³ /t
酸 素 効 率		6.4 m ³ /kgC		6.5 m ³ /kgC		11.4m ³ /kgC
備 考	酸化期末 除滓せず		酸化期末 除滓		酸化期末 除滓	

高炭素フェロクロムを配合した川鉄の溶解例は次のよ
うである。

溶落 C% 酸化末 C% 溶落 Cr% 酸化末 Cr%
0.80 0.11 13.24 10.33

Cr回収率
78.02

また川鉄では表5-17のごとき極軟鋼を酸素法および酸
素鉄石合併法で製造している。鉄石酸素併用法では鉄石
による脱炭量0.40% (0.48→0.08%) 鉄石使用量270kg 酸

化時間 2h35mn 酸素による脱炭量0.06% (0.08→0.02%)
 酸素圧10気圧吹込時間 6 mn 総精錬時間 3 h にて、酸素
 法では酸素による脱炭量0.95% (0.97→0.02) 酸素圧10気
 圧吹込時間 25mn 総精錬時間 1h15mn である。

高Cr鋼再溶解における Cr の歩留率の例を表 5.18 に示す。

表 5.18 高 Cr 鋼再溶解における Cr 歩留

会 社 名	日 特	大 同 (平井)	愛 知	川 鉄	八 幡*
クロム歩留	74~94%	90~95%	80%	78.02%	90~93%

5.5.4 品質上の問題

品質上での悪影響は認められていない、かえつて作業
 管理が容易となつたため品質が安定した(日特、住金)、
 高合金鋼屑の再溶解の場合非金属介在物が減少した(特
 殊鋼)の報告がある。Cr-Mo 肌焼鋼の非金属介在物につ
 いては次のごとき日立の例がある。

表 5.17 極 軟 鋼 組 成 例

化 学 成 分 方 法	C (%)	Mn (%)	Si (%)	P (%)	Cu (%)	Ni (%)	Cr (%)
鉱石-酸素併用法	0.02	tr	0.03	0.002	0.03	0.04	tr
酸 素 法	0.02	0.03	tr	0.005	0.38	0.07	0.04

表 5.19 歩留、炉材、鋼質等に及ぼす影響

	歩 留 に 及 ぼ す 影 響	炉 材 に 及 ぼ す 影 響	鋼 質 に 及 ぼ す 影 響
日 特	酸素を適当に用いれば特に鉱石法と差なし	酸素を適当に用いれば特に鉱石法と差なし	酸素を適当に用いれば特に鉱石法と差なし
日 製	不明	不明	不明
特 殊 製	特に顕著でない	特に顕著でない	特に顕著でない
菱 鋼 材	変化なし	吹込みにより損耗あるも製鋼時間の短縮の為天井、炉床、炉壁共寿命15%延長	表面気泡減少
大同(星崎)	Mn, Cr 歩留は優るが出鋼歩留は差なし	特に優れているとは認められない	脱水素効果あり非金属介在物では結論不明
大同(平井)			
愛知(知多)		炉壁、炉蓋の寿命著しく減少	
愛知(刈谷)		炉壁、炉蓋の寿命著しく減少30%	
ステンレス	吹酸による溶解歩留96.5%	炉床に影響なし炉蓋、炉壁は不明	影響なし
住金(車鑄)	特に影響なし	特に影響なし	特に影響なし
住金(鋼管)			
神鋼(本社)	Mn, Cr 等の合金元素歩留良好	特に悪影響は考へられない	特に悪影響は考へられない
神鋼(高砂)			
川 鉄	肌焼鋼では鉱石法に比し歩留やや向上	特に認められない	特に認められない
山 陽	出鋼歩留僅かに低下	殆ど影響なし	脱水素効果あり
日 立	酸化期同一[O]に対し[Mn]が高い、出鋼歩留は約1%わるい	炉床補修材使用量が10%多くなる	鋼塊吊切発生防止、低炭素鋼での衝撃値向上
八 幡	大差なし	原単位が増加する	向上する
菱 製 鋼	0.6~0.7%向上	生ドロは大差がないが不消化ドロは著しく減少、炉壁煉瓦の損傷はやや著しい	脱水素により製品水素による疵発生率低下

	A 系	B 系
酸 素 法	0.03 1.1μ	2.4 5.0μ
鉱 石 法	0.04 2.0μ	2.9 5.7μ

結晶粒度に対しても有効とする菱鋼材、大同(平井)と差が認められぬという川鉄とがある。機械的性質については肌焼鋼の衝撃値は若干改善されるとする日立と、抗張力、伸については(高炭素鋼を除く)むしろ鉱石併用法の方が有利であるという川鉄の報告とがある。これ等を表 5.19 に示す。

5.6 結 言

以上の各項で述べたごとく酸素法は従来の鉱石法に比較して作業の安定化、生産能率の向上、電力、電極原単位の低下、品質の安定、合金元素の回収の容易化、超低炭素鋼、低炭素不銹鋼溶製の可能化等の利点が数えられる。また酸素による吹崩の研究も進められ、その効果も大きいと考えられる。