

5. 近代化に必要とする製鋼工場設備仕様

鑄鍛分工場の近代化計画の主要な項目はAODの採用である。これと同時に電気炉ではC-Injectionの導入を伴った電気炉操業方法の改善が要求される。

これらの近代化計画を達成するための操業方法の確立と設備の導入後には、新鋼種の製造、品質向上、生産性の向上、生産Costの低減が期待される。

ここでAOD法の採用と、電気炉の操業方法改善に必要とする設備の仕様について説明する。

5.1 製鋼工場Layout

図-48に近代化後の鑄鍛分工場の製鋼工場設備Layoutを示す。

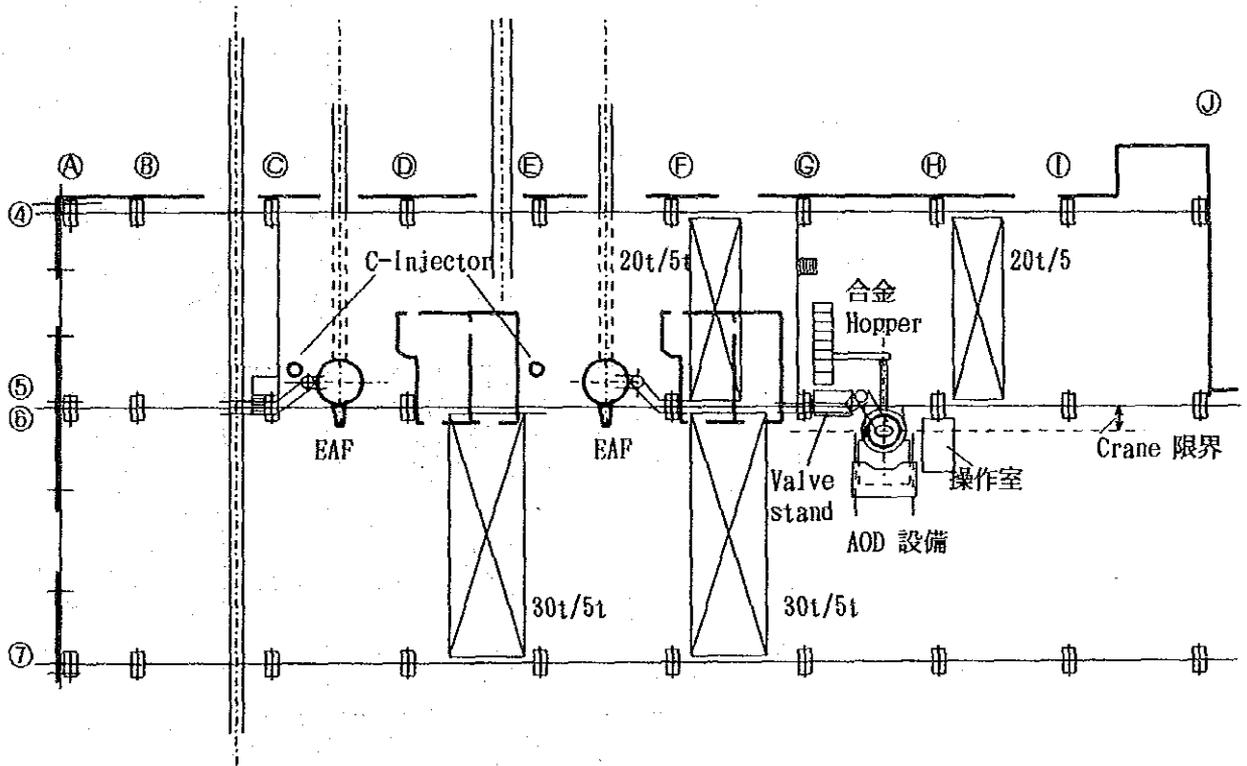


図-48 近代化後の鑄鍛分工場の製鋼工場設備Layout

詳細Layoutは設備設計段階でなされるべきであり、図-48は製鋼工場内に於ける設備の設置位置の可能性を示したものである。

AODは造塊棟の柱列GとHの間に設置される。AODの受鋼角度におけるVessel孔は30t取鍋Craneの有効範囲内でなければならない。

旋回hoodを経て集塵機へ排Gas を導くためのDuctの方向は、集塵装置の設置位置によって決定される。

AOD の溶鋼注入、冷却材装入、出鋼のために30t-Crane の補助巻きは⑦柱列側になければならない。

合金lopperは溶解棟に設置され、Scrap 装入Crane によって合金などはlooperへ充填される。

Valve stand は柱列⑤と⑥の直下に位置すべきである。

操作室はVesselの状態を常に監視できる位置でなければならない。

5. 2 設備仕様

(1) AOD Vessel

(A) Shell 寸法

Shell の高さと同径はその容量によって決定される。図-49は容量と高さ、内径の関係を示している。

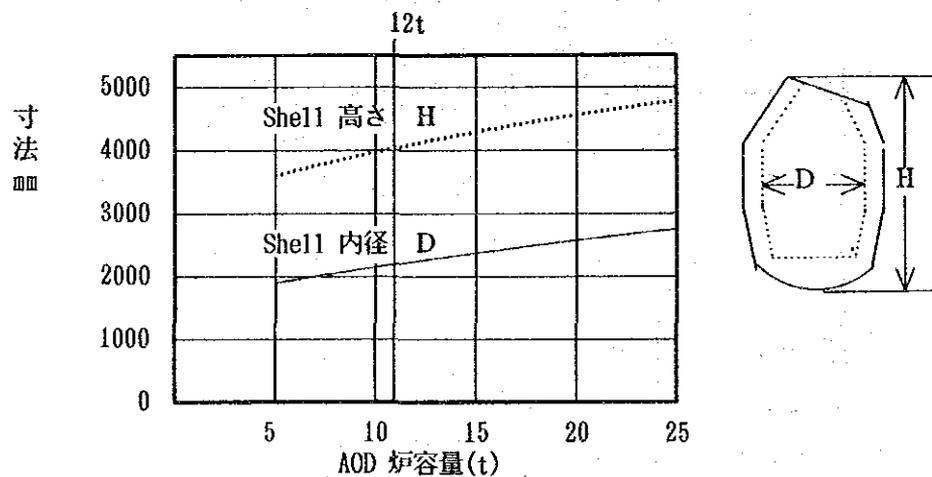


図-49 AOD 容量と寸法

鑄鍛分工場のAOD のShell 高さは約4 m、内径は約2.2 mである。

(B) AOD のFree boardと溶鋼深さ

AOD のFree boardは原単位と歩留に影響を与える重要な要素の一つである。Free board が小さすぎるとSplashの炉外への飛散のため溶鋼歩留が低下する。

また、Free boardが大きすぎると熱効率が低下し、FeSiとGas の原単位悪化の原因となる。

図-50 に溶鋼の深さとFree boardの関係を示す。

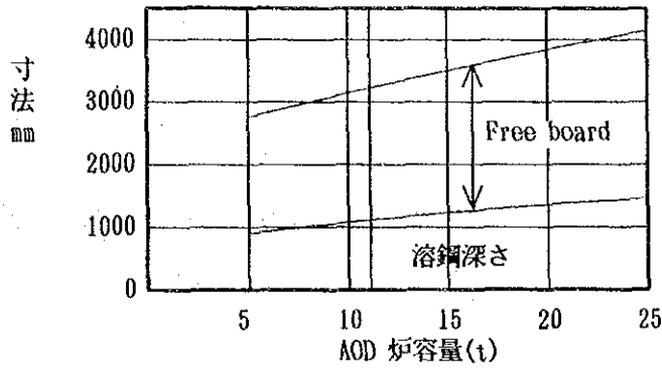


図-50 Free boardと溶鋼深さの関係

12t AOD の場合のFree boardは2,250mm 程度になり、その溶鋼深さは1,250mm 程度になる。

(C) Shell とVesselの重量

Vessel重量は使用される耐火物の種類によって異なるが、AOD に使用される耐火物は比重の大きい高級煉瓦である。比重の小さい煉瓦を使用してVessel重量を軽くしようとしてはならない。

図-51 に一般的なAOD の重量を示す。

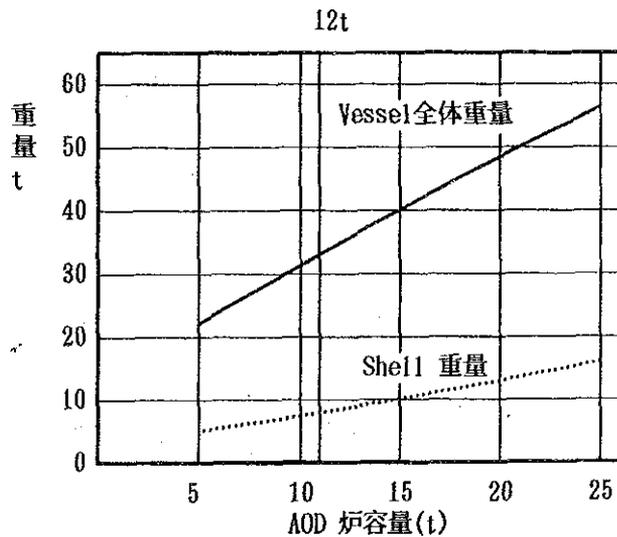


図-51 AOD 容量と設備重量

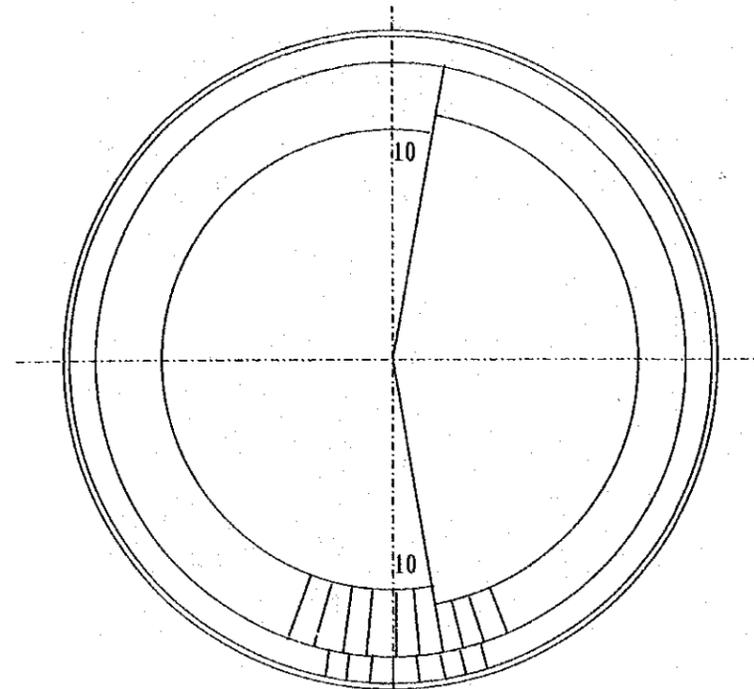
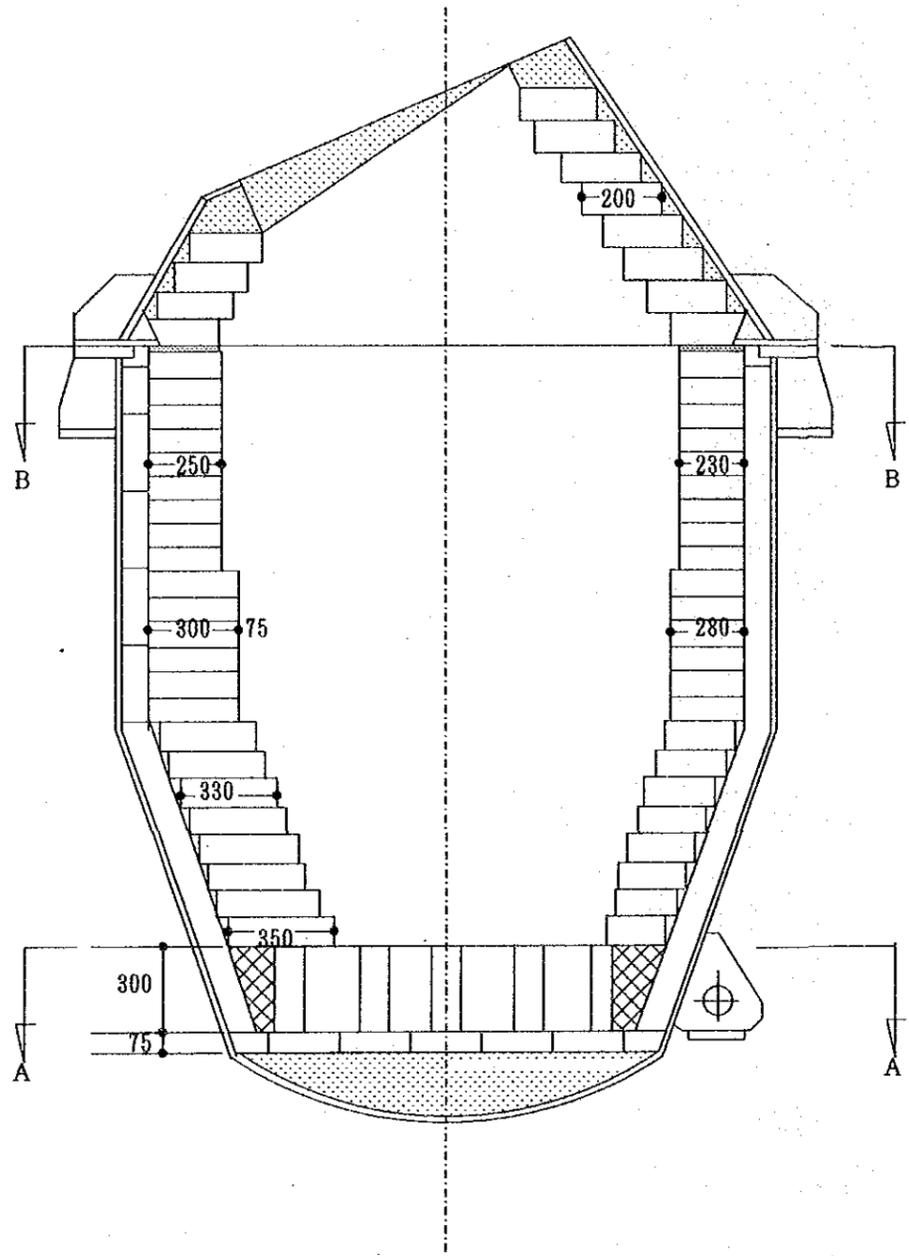
Vessel全体の重量は12t 炉の場合は約33t になる。図-50は一般的な耐火物を使用した時の重量であり、耐火物によっては多少の増減がある。Vesselの交換に用いられる鑄鍛分工場の取鍋Crane能力は30t であるので33t のVessel重量は微妙な数値である。設計段階では、煉瓦選定を行った上で詳細な計算がなされなければならない。Vessel重量が30t を超える場合にはCrane能力の増大を考える必要がある。

(D) AOD の炉体煉瓦

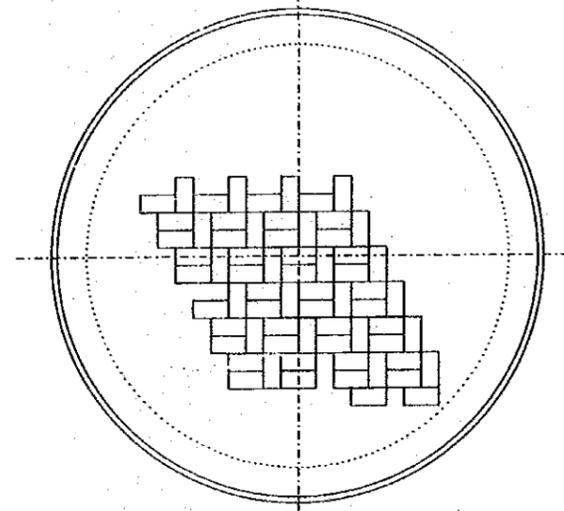
実出鋼量8tのAOD の操業状況を写真-6に示す。また、図-52にAOD 炉体煉瓦積み状態の一例を示す。



写真-6 実出鋼量8t AODの操業



断面 B-B



断面 A-A

图-52 AOD煉瓦積み図

(2) AOD 傾動装置

AOD のVessel中に溶鋼が入っている場合のTrannionにかかるTorqueは大きい。Vesselが傾動し、その角度が55° になったときが最もTorqueが大きくなり、12t 炉の場合は約16t のTorqueがかかる。Motor -減速機はこのTorqueに耐えることはもちろん、強力な酸素攪拌に伴う溶鋼の振動にも耐えるものでなければならない。

AOD のMortorは高速と低速の2段切替えが必要である。受鋼、出鋼時には低速、その他の傾動は高速で行われる。

各速度の概略は次の通りである。

高速： 1.0rpm

低速： 0.2rpm

傾動用Motor 定格は次の通りである。

高速： 12kW 4P 1.740rpm

低速： 5.5kW 4P 1.740rpm

多くの場合、傾動TrannionにはValve stand における吹込みGas の切替えのために、角度検出装置が接続されている。

(3) Valve stand と配管

AOD 精錬の各Step毎に酸素、窒素、Argon の量を調整し、また、精錬角度を外れる場合（受鋼、出鋼、Samplingと測温、予熱）は酸素、窒素、Argon の代わりに空気を吹込むなどの切替えを行う。表-3 2にVesselとGas の切替えを、表-3 3に各Gas の羽口での圧力を示す。

表-32 Vessel傾動角度とGas

角度	Vessel中溶鋼		角度名称	
	無し	有り		
-90		Ar	乾燥角	
S				
-10		Ar.O ₂	直立角	
S	空気			
0				
S		Ar	受鋼角	
10				
S				
40				
S				
60				
S				
70			除滓角	Sampling角
S	空気			
80				
S				
100				出鋼角
S				
170				

注：表-32の中のArは窒素と置き変わる場合がある。

表-33 羽口での各Gas 圧力 (kg/cm²-G)

Gas	Tuyer		Shroud	
	許容圧力範囲 (kg/cm ² -G)	設計流量率 (Nm ³ /min)	許容圧力範囲 (kg/cm ² -G)	設計流量率 (Nm ³ /min)
O ₂	最大	14	15	—
	最少	3	4	—
Ar	最大	14	15	6
	最少	3	3	0.3
N ₂	最大	14	15	6
	最少	3	3	0.3

(4) 電気・計装

AODの精錬は、従来の電気炉操業と異なり、理論的な反応によって進行する。これを遠隔・自動操作するために完全な自動制御化が必要である。

自動化あるいは遠隔操作すべき項目は次の通りである。

(A) Gas 関係

- ① Valve stand 入口と羽口への供給圧力調整
- ② Gas の種類の切替え

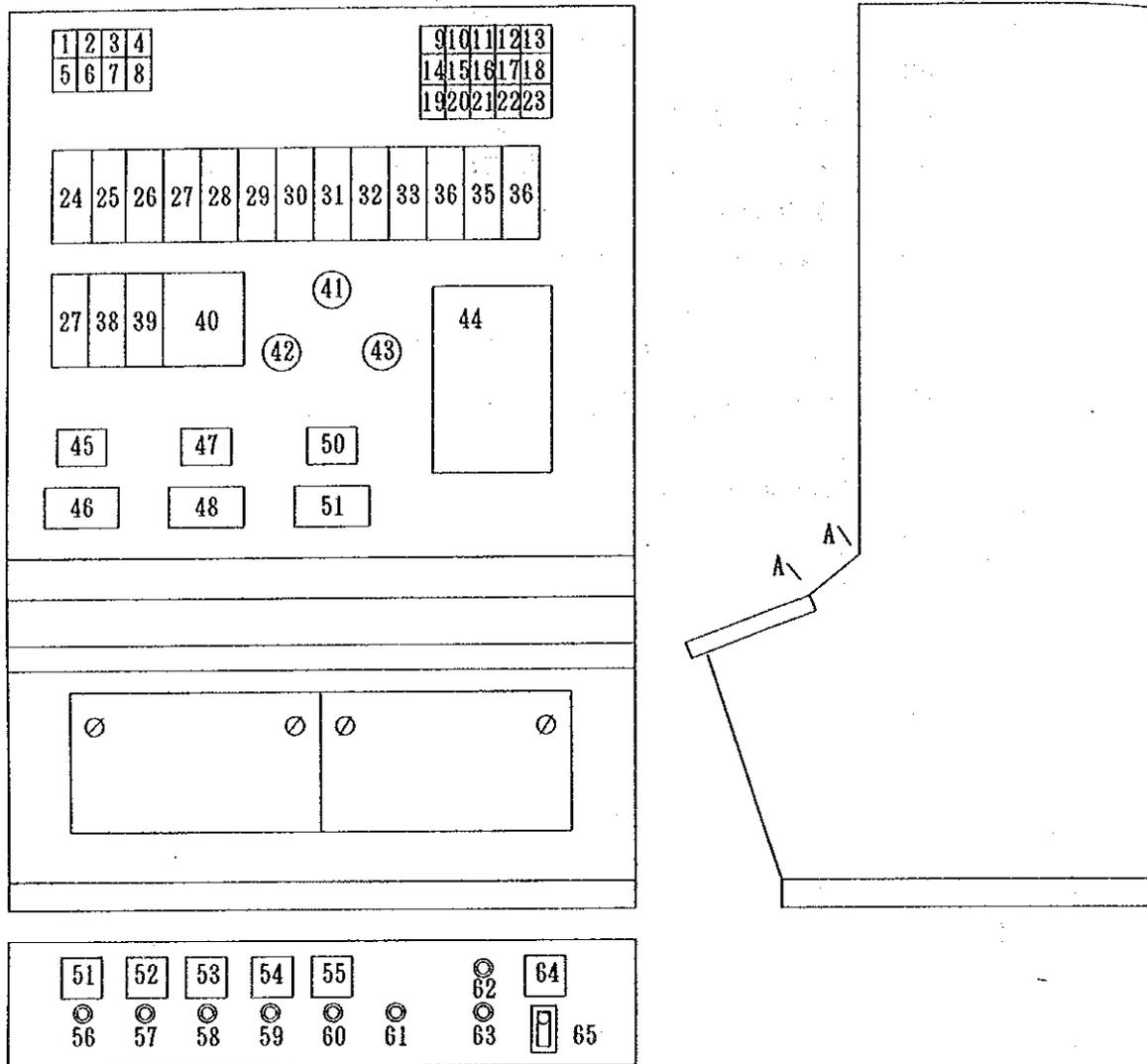
③ 精錬Step毎のGas 流量設定値の選択と流量制御

- (B) Vessel傾動のPattern 化と予め定められた角度への自動傾動 (表-3 2 参照)
- (C) 合金・添加物の自動投入 (種類と重量)
- (D) 集塵Hoodの旋回 (合金・添加物の自動投入、受鋼、出鋼時との連動)
- (E) 操業Platformの駆動
- (F) 乾燥用Burnerの自動燃焼制御とBurnerの昇降
- (G) Slag台車の前後進
- (H) Pit 内の酸素欠乏警報と送風機の起動
- (I) 冷却水Pump起動

写真-7 は操作盤の一例を、図-5 3 は操作室内に設置される計装制御盤の一例を示す。



写真-7 操作盤の一例



A - A

1	酸素压力低下警報	19	乾燥角表示	35	Ar STEP 5 設定器	51	Timer (STEP 1)
2	Ar压力低下警報	20	測温準備完了表示	36	(Blined)	52	Timer (STEP 2)
3	計装空気压低下警報	21	測温中表示	37	酸素本管压力指示	53	Timer (STEP 3)
4	酸欠警報	22	測温完了表示	38	Ar本管压力指示	54	Timer (STEP 4)
5	圧縮機停止	23	予備-窒素用	39	Ar(S) 流量指示	55	Timer (STEP 5)
6	給水Pump停止	24	酸素流量調節計	40	排Gas 成分・温度指示	56	STEP 1開始PB
7	排水Pump停止	25	Ar流量調節計	41	Tuyer 前压力指示	57	STEP 2開始PB
8	断水警報	26	酸素STEP 1設定器	42	Shroud前压力指示	58	STEP 3開始PB
9	STEP 1表示	27	Ar STEP 1 設定器	43	圧縮空気压力指示	59	STEP 4開始PB
10	STEP 2表示	28	酸素STEP 2設定器	44	溶鋼温度指示記録	60	STEP 5開始PB
13	STEP 5表示	29	Ar STEP 2 設定器	45	酸素連続積算計	61	STEP開始PB
14	出鋼角表示	30	酸素STEP 3設定器	46	酸素断続積算計	62	Lamp試験
15	除滓角表示	31	Ar STEP 3 設定器	47	Ar連続積算計	63	Buzzer reset
16	Sampling角表示	32	酸素STEP 4設定器	48	Ar断続積算計	64	Dumper開度指示
17	受鋼角表示	33	Ar STEP 4 設定器	49	窒素連続積算計	65	Dumper開・停・閉
18	直立角表示	34	酸素STEP 5設定器	50	窒素断続積算計		

図-53 AOD計装Panelの一例

(5) Hoodとその付帯設備

AOD は多量のGas を発生するため、それを吸引するための水冷式のhoodをAOD 炉頂に設置しなければならない。

HoodはVesselを傾動することなく、精錬角（直角）の状態のままで合金、副原料をAOD に投入できるように、図-5 4の如く水冷投入Chute を備える必要がある。

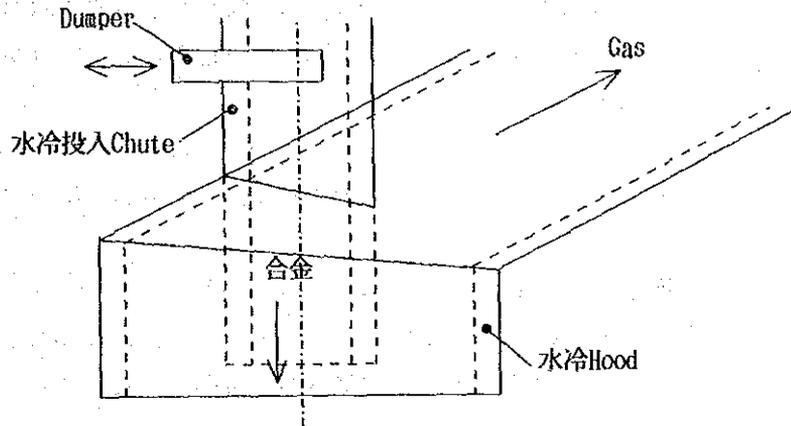


図-5 3 水冷hoodと水冷投入Chute

水冷投入Chute には、高温Gas がChute を通って排出しないようにDamperも必要である。

合金・副原料はConveyorを通過して水冷投入Chute に至る。Conveyorの一例を写真-7に示す。

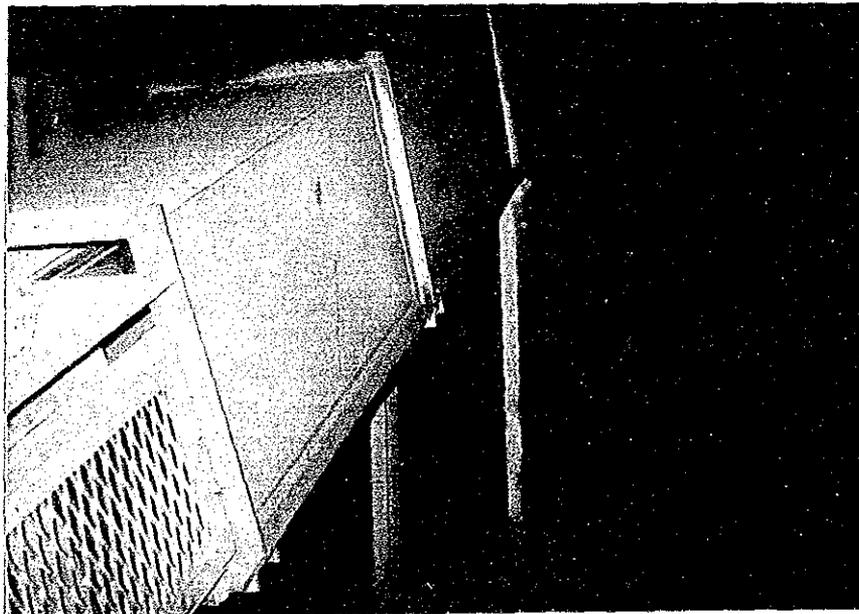


写真-7 AOD 合金投入用CONVEYOR

(6) Gas 貯蔵・供給設備

多量のGas を消費するAOD の操業のために、安定したGas を供給できるGas 貯蔵・供給設備が要求される。

Gas 貯蔵・供給設備の能力を設定するためには、Gas 製造企業の鋳鍛分工場への供給能力によって変わる。すなわち、鋳鍛分工場のGas 供給依頼を受けたGas 製造企業がどのくらいの時間で供給できるか、また、一回の供給可能な量はどの位かによって鋳鍛分工場のGas 貯蔵容量が決定される。

貯蔵Tank容量は、供給と供給の間で約20% 以上の残量がTankに確保されることが望ましい。

鋳鍛分工場のAOD によるGas 消費量は表-34 のようになる。表-34 は考え得る最大消費量であり、例えば、最も酸素を消費するNi系Stainless 鋼を1週間連続で生産した場合を計算したものである。従って、実操業の平均では表の数値よりも消費量は少なくなる。

表-34 AOD によるGas 消費量 (最大値)

Gas	消費量	
	(Nm ³ /Ton)	(Nm ³ /d) 注
酸素	27.8	7873
窒素	12.6	3568
Ar	13.8	3908

注：1日の最大Heat数 = $\frac{24\text{h/d} \times 60\text{min} \times 0.9}{55\text{min/heat}} = 23.6\text{heat/d}$

Gas 製造企業が1回で鋳鍛分工場へGas を供給できる量が、供給間隔の消費量よりも多い場合は貯蔵Tank容量は1回の供給能力に合わせる。

各液体ガスの必要量は、

$$\text{液体酸素Tank} : \frac{7873 \text{ Nm}^3 \times 1.4289\text{kg/Nm}^3}{1.14\text{kg/}\ell} = 9868 \ell$$

鋼中の窒素量の制限より全量アルゴン、或いはコスト上の観点より全量窒素を使用する場合があります、窒素、アルゴンのTank容量はこれを考慮して検討する必要があります。

$$\text{液体アルゴンTank} : \frac{7476 \text{ Nm}^3 \times 1.7828\text{kg/Nm}^3}{1.40\text{kg/}\ell} = 9506 \ell$$

$$\text{液体窒素Tank} : \frac{7476 \text{ Nm}^3 \times 1.2507 \text{ kg/Nm}^3}{0.81 \text{ kg/}\ell} = 11543 \ell$$

すなわち、10,000ℓのTankではの EAF(2基)-AOD にて最大の生産を行う時には液体ガスはほぼ毎日供給する必要がある。

ここでは12t AOD を対象とした日本における一般的なGas 貯蔵・供給設備を考えた。その概略Flow sheetを図-54に示す。

また、Gas 貯蔵・供給設備の例を写真-8に示す。

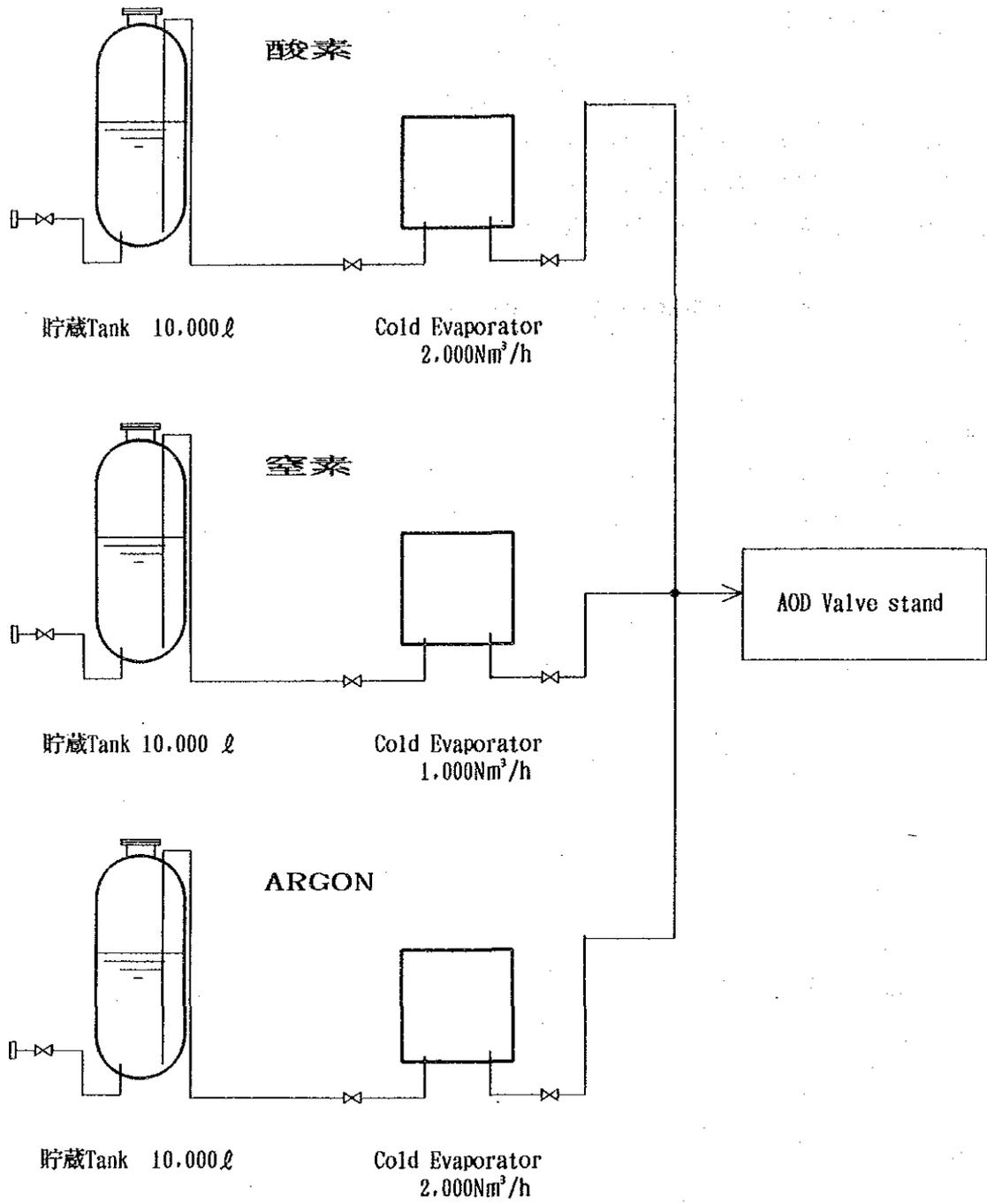


図-54 Gas貯蔵・供給設備

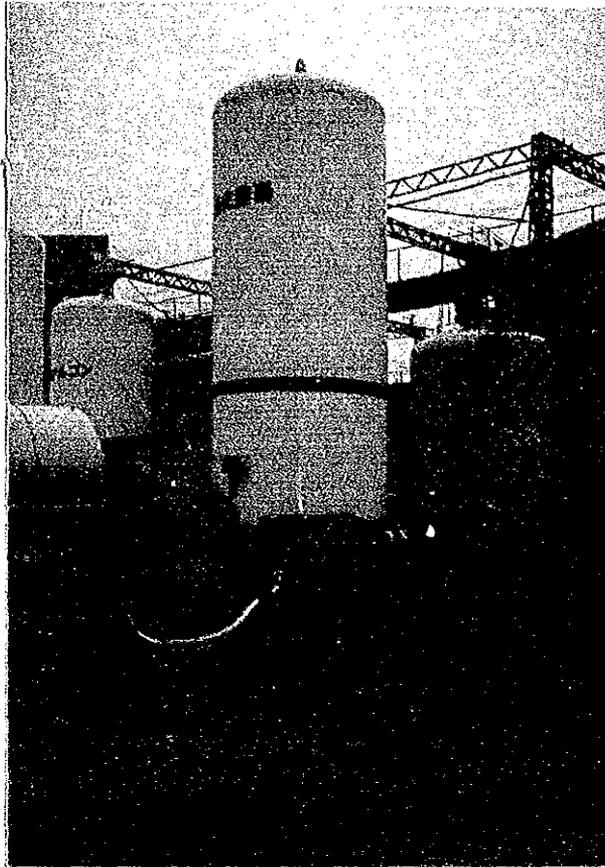


写真-8 AOD用Gas貯蔵・供給設備の一例

(7) 合金投入装置

AOD では多量の合金、副原料を使用するため、作業時間の短縮と正確な量の投入を行うために、自動投入装置が必要である。もし、合金、副原料の投入を人力で行うとすれば、投入の場合毎にAOD VesselをSampling角まで傾動させなければならない。この時はTuyer gas は空気に置き換えられ、精錬は中断される。投入作業も高温なVesselに対して行われるため、作業者の負担は大きくなる。このような人力作業は、頻繁に行われる合金・副原料の投入に対しては現実的な方法ではない。

図-55に合金投入装置の一例を示す。

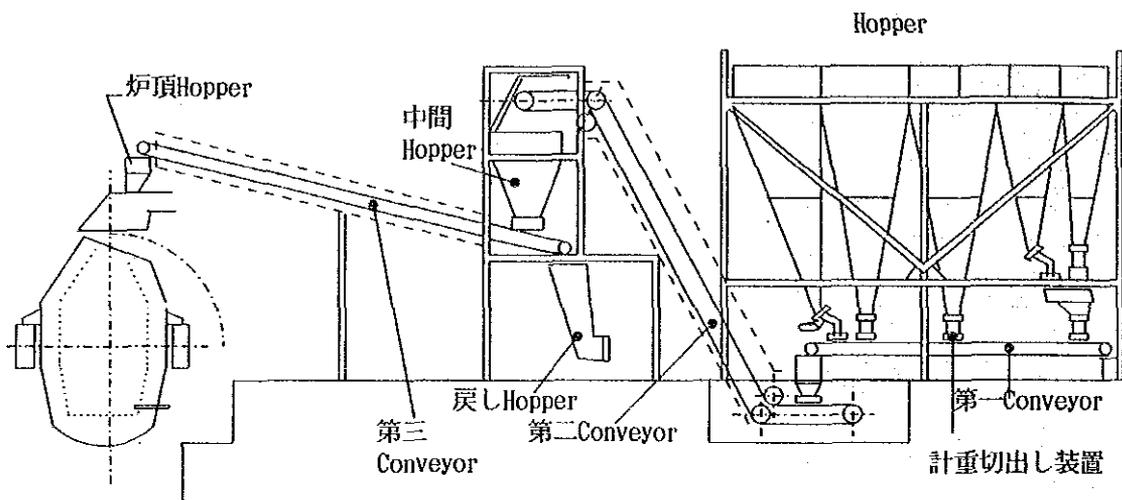


図-55 合金投入装置

鑄鍛分工場にAOD 採用時に必要とするhopper数は8基であり、その内訳は表-35の通りである。

表-35 合金・副原料Hopper

合金・副原料	Hopper容量
CaO	2.5 m ³
CaF ₂	2.0 m ³
Coke	2.5 m ³
FeSi	2.5 m ³
SiMn	2.0 m ³
高炭素FeCr	2.5 m ³
低炭素FeCr	2.0 m ³
(予備)	2.0 m ³

(8) 集塵装置

AOD は多量のGas と粉塵を発生させるため、製鋼工場内の作業環境と工場周辺の環境保全のため十分な能力を有する集塵装置が必要である。

集塵機的主要仕様は次の通りである。また、図-5.6にAODの集塵システムを示す。

- 集塵機形式： Bag filter
- 風量： 1,300 m³/min
- 濾過材： Tetron
- 送風機： 500mmAq 100kW (90kW)

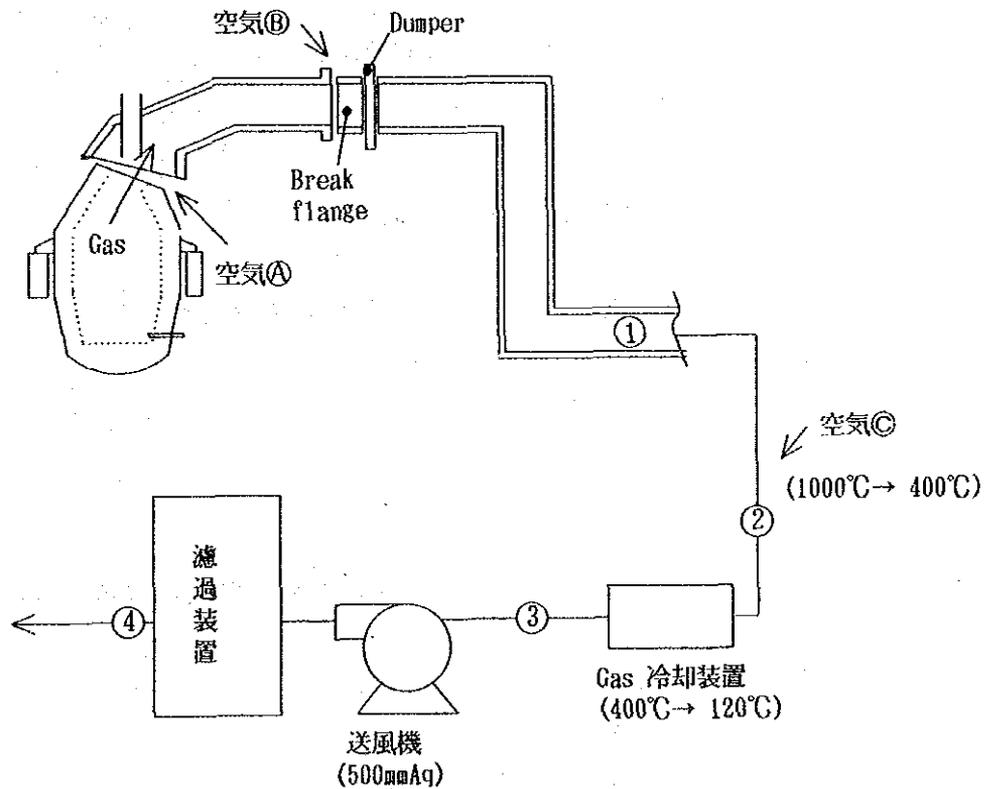


図-5.6 集塵系統図

(9) Vessel予熱装置

予熱装置として具備すべき事項は次の通りである。

- ① 火炎が長く安定していること
- ② 自動着火装置と火炎監視装置が備わっていること

- ③ Vessel耐火物の乾燥・予熱には長時間を要するため自動温度設定ができること
- ④ Burnerの昇降は遠隔操作ができること。また、上昇動作は消火確認と連動されていること

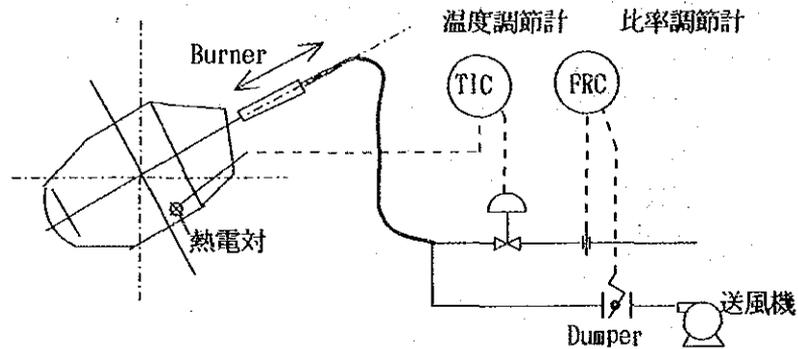


図-57 予熱装置系統図

燃焼装置の主な仕様は次の通りである

Burner形式 : 内部混合高圧Long flame
 重油使用量 : 40~300 ℓ/h
 送風機圧力 : 250mmAq 60m³/min

(10) C-Injection 装置

電気炉操業の改善のためにC-Injection 装置の採用を推奨する。その主な仕様は次の通りである。

吹込み能力 : 20~100Kg/min
 Tank容量 : 1.2 m³
 圧縮空気圧力 : 最大10Kg/cm²
 吹込み圧力 : 最大3.5Kg/cm²

図-58に装置の概略を示す。

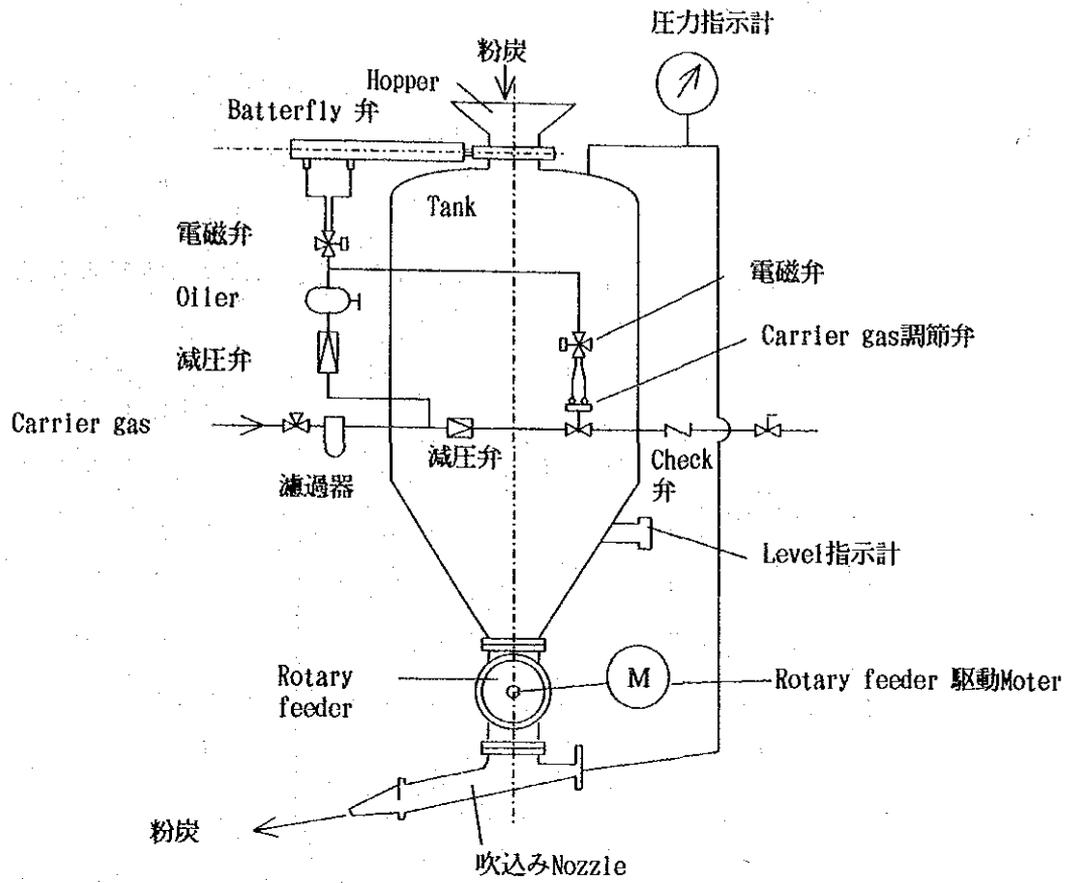


圖-58 C-injection 装置

6. 鑄鋼工程についての提案

6. 1 現状と将来計画

(1) 生産量

鑄鍛分工場での1987年における鑄鋼品の生産実績と近代化後の生産計画を表-36に示す。

表-36 1987年生産実績と近代化の生産計画

[溶鋼量(t/y)]

	1987年生産実績	近代化後
構造用炭素鋼	7,993	11,274
低合金鋼	830	8,364
軸受鋼	0	0
炭素工具鋼	0	0
合金工具鋼	0	345
Stainless 鋼	67	2,182
合計	8,890	21,820

近代化後の鑄鋼品の生産量は、現状の2.45倍に達する。現在の生産能率、歩留、工程などの見直しが必要となろう。

(2) 製造方法

鑄鍛分工場での造型法の主なものは生砂法とCO₂法であり、Furan樹脂法の導入も一部で為されているが、現状では試作段階である。また、Furan法の大々的な採用も計画されている。Furan法は、基本的には少量多種製品の造型に適しているものであるが、鑄型の崩壊性が良いことと、砂の回収が容易であるなどの利点があり、CO₂法よりも生産性に優れている。生産量が2倍以上になるため、製鋼工程の近代化が完成される段階ではFuran法の採用も完了していることが望まれる。

現状の鑄鋼品製造工程流れは第2章2.6項の「生産計画と実績」の項で示した。

(3) 品質

鑄鍛分工場ではPumpを中心とした鑄鋼製品を製造している。Pumpの材質仕様としては、超高压(1,000kg/cm²)に耐える強度を有していること、海水や化学腐蝕に耐えることが要求されている。したがって、清浄度の高い低S鋼が要求される。

現状の鑄鋼製品の不良量とその原因を表-37に示す。

表-37 鑄鋼製品の不良量とその原因 (1987年実績)

原因	Scrap化 重量(t/y)	Scrap化 比率(%)	Scrap化 構成比率(%)
Blow hole	52.04	0.59	36.19
砂噛み	9.44	0.11	6.56
表面割れ	9.06	0.10	6.30
Pipe	8.00	0.09	5.56
非金属介在物	39.81	0.45	27.68
形状不良	12.93	0.15	8.99
その他 ^注	12.53	0.14	8.72
合計	143.81	1.63	100.00

^注 その他の内、湯洩れが最大

鑄鋼品全生産量の1.63%の不良率(Scrap率)は、日本のD社のLevelに比較して非常に高い。
D社の一般砂型品の不良率は1%以下である。その内訳は表-38の通りである。

表-38 日本のD社における不良率 (重量比率)

欠陥	不良率
Blow hole 異物かみ欠陥 ^注	0.22%
割れ	0.35%
寸法不良 型こわれ等	0.36%
合計	0.89%

^注 砂かみ、レンガかみ、Slagかみ

表-39 日本のD社のと鑄鍛分工場の欠陥

日本のD社		鑄鍛分工場	
Blow hole 異物かみ欠陥	0.22%	Blow hole	0.59%
		砂噛み	0.11%
		非金属介在物	0.45%
		(小計)	1.15%
割れ	0.35%	表面割れ	0.10%
		Pipe	0.09%
		(小計)	0.19%
寸法不良 型こわれ等	0.36%	形状不良	0.15%
		その他	0.14%
		(小計)	0.29%
合計	0.89%	合計	1.63%

表-39の両者比較を見ると、鑄鍛分工場ではBlow hole と介在物を含めた異物欠陥が圧倒的に多い。表ではPipeを割れに属させているが、これをBlow hole の欄に入れるとその割合は更に増加する。

鑄鍛分工場の鑄造工程では、Blow Hole と非金属介在物の減少を図ることが急務である。

6.2 鑄鋼品の欠陥とその対策

鑄鋼品の欠陥については、古くは引果などの内部欠陥が大きな問題であったが、近年は押湯方案などの改善により内部欠陥の大部分の問題は解決されている。

近年では、内部欠陥に代って表面欠陥が問題とされていることが多いため、ここでは表面欠陥について述べる。

(1) Gas 欠陥

Gas 欠陥は鑄鋼表面欠陥の代表的なものであり、製品品質に大きな影響を与える。しかし、個々の製品に発生したGas 欠陥の発生原因を明確にすることは困難な場合が多い。しかしながら、いずれにしてもGas 欠陥は鑄型から溶鋼中に吸収されたGas 成分と、元来溶鋼中に含まれていたGas 成分の和が、凝固時にその合金がもつGas 成分の溶解度を越えた場合に発生するといえる。

図-59にFeとNiの水素溶解度と温度の関係を示した。

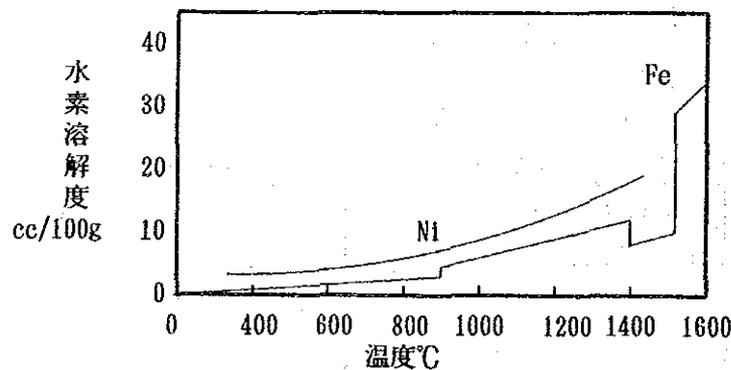


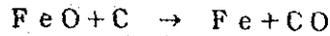
図-59 金属の水素溶解度

Gas 欠陥の防止対策は、溶鋼中のGas 成分 [O]、[H]、[N] 量と鑄型からの発生 Gas を抑えることである。

溶鋼中のGas による欠陥は、溶鋼中に含まれる [O]、[H]、[N] の個々の量と、それらの合計量に原因を求める二つの考え方がある。ここではこの両方について述べる。

(A) 酸素Gas の影響

溶鋼中の酸素は炭素と結合して、CO Gasの形でGas 欠陥の原因となる。



したがって、[O] を固定するAl、Si、Mnなどの脱酸剤の添加が要求される。Al量とGas 欠陥の関係を図-60に示す。炭素鋼ではSol. Al量が0.03%以上必要なことが判る。

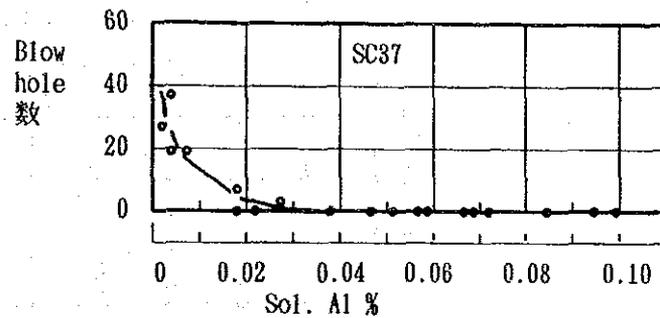


図-60 Sol. Al 量とBlow hole 欠陥数の関係

(B) 水素Gas の影響

鑄鋼中の水素 Gasの許容限度を図-61に示した。

許容限度は鋼種によって異なる。

炭素鋼(SC37)では4ppm、Martensite stainless鋼(SCS1)では9ppm、Austenite stainless鋼(SCS13)では10ppmである。

これはNiおよびCrの添加によって[H]の固溶度が高くなるためである。

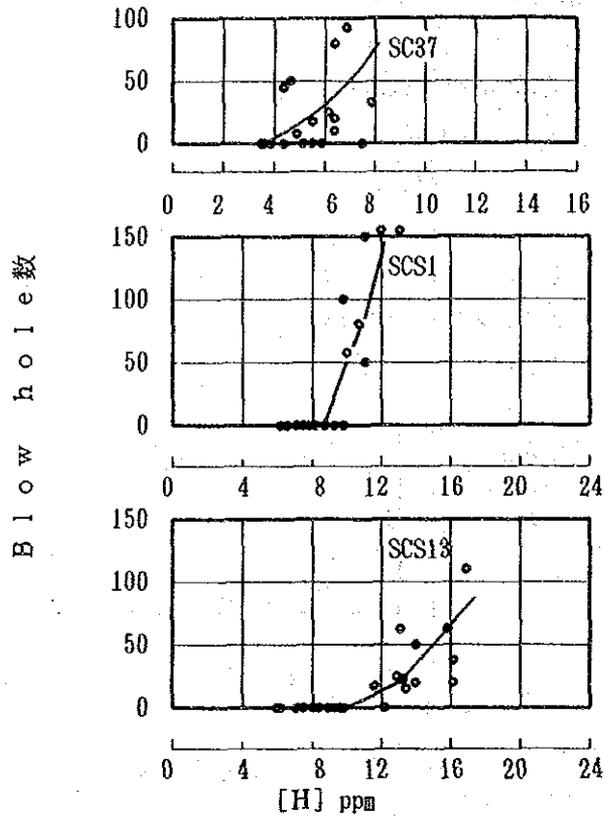


図-61 [H]量とBlow hole 欠陥数の関係

(C) 窒素 Gasの影響

鋳鋼中の窒素 Gasの許容限度を図-62に示した。
 炭素鋼(SC37)では120ppmに [N] を抑える必要があるが、Stainless 鋼ではBlow holeの予防に関しては [N] 量は関係がない。

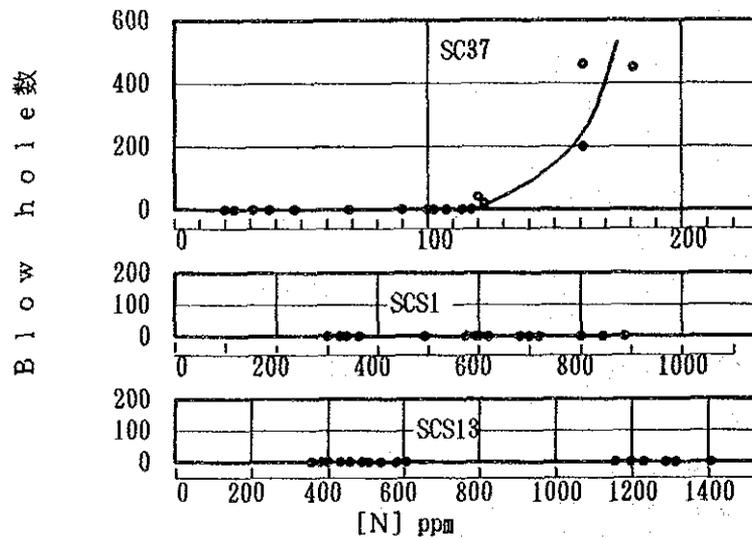


図-62 [N] ppm とBlow hole 欠陥数の関係

(D) 全 Gas 圧力の影響

溶鋼中の個々の Gas 成分 [O]、[H]、および [N] が Blow hole 欠陥の原因となり、Gas 欠陥に対して、それぞれの Gas 含有量に許容限界値が鋼種別にあることが判明した。一方、全 Gas 圧力による Gas 欠陥についても検討されている。

Gas 発生条件は、下式で示されるが、Gas 欠陥の気体圧 P_B は、[O]、[H]、[N] の Gas 圧力の和が 0.66 気圧であり、大気圧の 1 気圧に比べて非常に小さいため、全 Gas 圧力では説明できずにいた。

$$\text{Gas 欠陥発生条件} \quad P_B > A_p + L_p + C_p$$

ここで通常鑄込では $A_p = 1$ 気圧

$$L_p = h \cdot \rho / 76 \times 13.6 \text{ 気圧}$$

ただし h : 溶鋼深さ

ρ : 溶鋼密度

$$C_p = 2 \pi r / \pi r^2 = 2 \sigma / r \text{ 気圧}$$

ただし σ : 溶鋼の表面張力

r : 気泡の半径

しかし、凝固開始の固相と液相の界面における溶鋼中の Gas 成分の高濃度化を考慮すると、全 gas 圧力から Gas 欠陥の発生が予測できることが明らかになった。実験から求めた CO_2 型で Gas 欠陥が発生しない限界全 Gas 圧力 1.5 気圧を用いて、SC37 の Gas 成分の管理図を図-63 に示す。

図-63 から、Sol. Al = 0.01%、[H] = 2ppm のとき [N] < 100ppm にしなければならないことが判る。

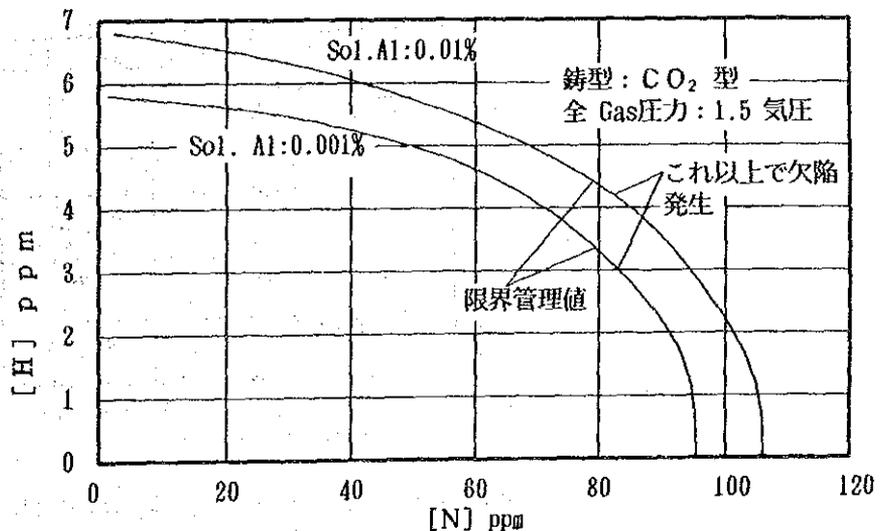


図-63 SC37における Gas 成分の管理図

(E) 鑄型に起因する Gas欠陥

鑄型からの発生Gas は、鑄型中に添加される粘結材の熱分解によって生じたGas である。したがって、鑄型の種類によって発生Gas の種類と発生Gas 圧力に差があるのは当然である。例えば、鑄型種類による鑄型内Gas 圧力の変化を調査した結果を図-64に示すが、Furan 型が生型とCO₂ 型に比べてGas 圧力が高いことが判る。

また、Furan においても、High Furanよりも尿素Furan、すなわち、尿素樹脂配合量の多いものほど発生Gas 圧力が高いことが判る。

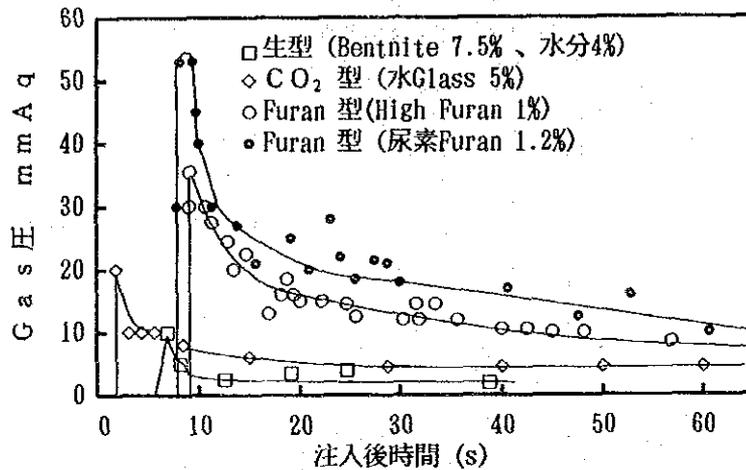


図-64 鑄型内Gas 圧力の経時変化

Furan 樹脂中のN%とGas 欠陥数の関係を図-65に示す。これによると明らかにN含有量の低いものほどGas 欠陥が少ないことが判る。

したがって、近代化に際してのFuran 型導入時には鑄型に起因するGas 発生に対して、配慮する必要がある。

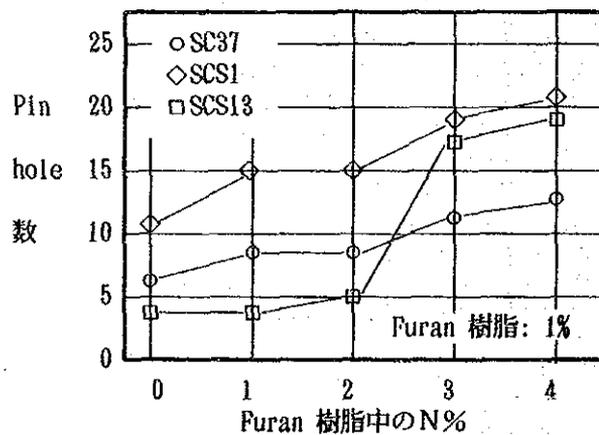


図-65 Gas 欠陥に及ぼす Furan樹脂中のN量の影響

以上の考察により、AOD を採用することにより [H] は2 ~7ppm、[N] は70~350ppmの範囲となり、Gas 欠陥の防止にかなりの効果が期待できる。しかし、炭素鋼のGas 欠陥の防止には電気炉での溶製に十分気をつけなければならない。

(2) 異物かみ欠陥

以前は、鋳物砂が溶鋼で洗われて製品表面に出現した欠陥と考えられ、「砂かみ欠陥」として処理されていた。

しかし、砂かみの組成の調査によって単なる砂かみではないことが判明し、現在では異物かみ欠陥と呼ぶようになった。

(A) 異物かみ欠陥の発生源

異物かみ欠陥を分析して、その発生源を推定した1例を図-66に示す。

発生源としては、溶解から鋳込工程までの間に溶鋼に接するすべてのものが異物かみの発生源と考えられる。

主な異物かみは、脱酸生成物、Slag、耐火物、鋳型砂およびSlagと耐火物または砂の反応したものである。

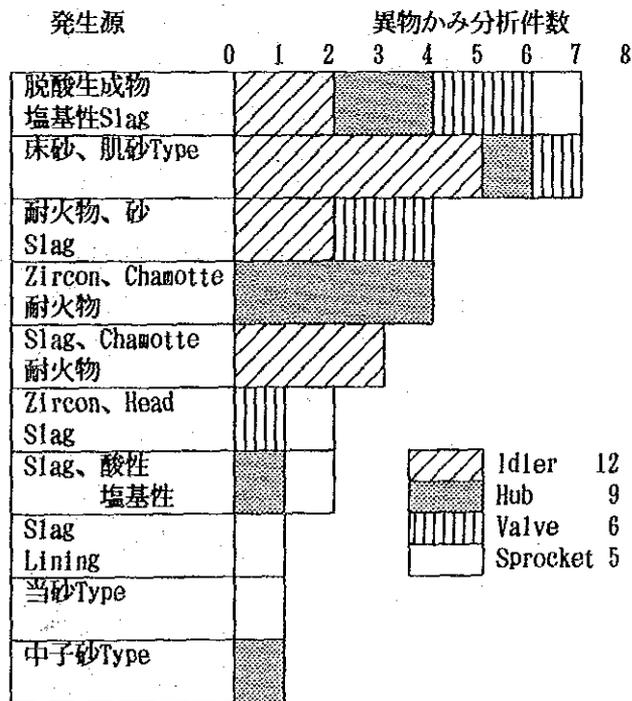


図-66 鋳鋼品の異物発生源調査結果の1例

(B) 異物かみ欠陥の防止対策

異物かみ発生源を断つことは、一部では耐火物などの検討はされているが、著しく困難であるため、現状では生成した異物を押湯まで浮上させ、製品の内部に残さないよう、湯道方案の検討が行われている。

湯道方案を決定するための実験には、透明鋳型を用いた水Model 実験法が採用される。

如何に溶鋼の澱みがない湯道設計を行うかが異物かみ防止対策となるが、製品形状が複雑なため、標準化できずに製品ごとに湯道方案を作成するなどの試行錯誤を行っているのが一般的な実状である。

6. 3 AOD 導入による鋳鋼品の仕上工数の減少

AOD を採用することにより、鋳鋼品の表面品質の向上などの理由により、その仕上（溶接、研磨）工数が減少した、との報告がある。

工数減少割合は鋳鋼製品の形状、鋼種によって異なるが、平均で29%、Ni系Stainless 鋼では20%、Cr系Stainless 鋼では30%、一般鋼では34%の仕上工数減少となっている。

7. 生産管理

機械廠が指向しているAODの導入を柱とした近代化に於ける生産計画量の変化は表-40、41の通りである。

表-40 鋼塊の変化

鋼種	1987年		近代化後		増加量	増加率
SC	10,914.0t	55.8%	1,135t	4.0%	▲9,779.0t	▲89.6%
低合金	7,213.0	36.9	17,091	60.7	9,878.0	137.0
軸受	605.4	3.1	409	1.5	▲1,964.4	▲32.4
SK	469.1	2.4	504	2.0	94.9	20.2
合金工具	211.0	1.1	0	0	▲211.0	▲100.0
Stainless	140.5	0.7	8,636	30.7	8,495.5	6,046.6
計	19,553.0	100.0	28,180	100.0	8,627.0	44.1

注： ▲ 減少

表-41 鋳鋼品の変化

鋼種	1987年		近代化後		増加量	増加率
SC	7,793t	89.9%	11,274t	51.7%	3,281t	41.0%
低合金	830	9.3	8,364	38.3	7,534	907.7
合金工具	0	0	345	1.6	345	α
Stainless	67	0.8	2,182	10.0	2,115	3,156.7
計	8,890	100.0	21,820	100.0	12,930	145.4

上表からも分る通り、生産管理の面では、鋼塊・鋳鋼品それぞれにつき①量の増加するものと②更に新規受注（質の変化）の両面から、変化による影響と対策を考慮しておく必要がある。

鋳鍛分工場の将来計画への変化を要約すると次の如くである。

鋼塊	SC → 低合金 Stainless 鋼	質的向上 新規受注
鋳鋼品	SC 低合金鋼 Stainless 鋼	量的拡大 新規受注 新規受注・量的拡大

7. 1 内容の変化に伴う生産管理上の対応

AODの導入によって、鋳鍛分工場の生産品の品質は改善され、改善した新製品が更に需要を生み受注増加となって相乗効果が期待できる。

生産管理は二次精錬工程の追加によって、量の増加と共に、より複雑化と事務量の増加をもたらすが、そのための次の如き管理基準を整備し、対応を考慮しておく必要がある。

- ① 社内発生屑の管理
- ② 生産管理基準
- ③ 特別管理
- ④ 受注管理

以下に生産内容の変化に伴う生産管理上の考慮すべき諸点を述べる。

(1) 社内発生屑の管理

特殊鋼製造では、品質管理上と原価の低減のために、社内発生屑を適正な管理基準に従って運用することが肝要である。

鋳鍛分工場では、低合金鋼、Stainless 鋼等、合金成分の高い鋼種が増加するので、購入原料を有効に活用するためにも、社内発生屑を最大限に活用し、原価低減に役立てねばならない。しかし、工場発生屑を適切に細分化して管理すべきであり、回収費用も勘案し、通常溶解の配合計算に足りる程度の区分で基準を設定すべきである。一方、発生屑使用时、成分不良を発生させない配慮が必要で、一部の管理の誤ちが成分不良→納期遅延、原価上昇にならぬよう注意が必要である。社内発生屑の含有元素を有効に活用するためには表-42の基準にて分類する。

表-42 発生屑分類基準

区分	鑄鍛分工場の鋼種		含有成分	JIS 鋼種名 (該当鋼種)
炭素鋼	WCB WCC		C <0.25 Si <0.6 Mn <0.25	S10C S50C
低合金	(1)	42CrMoA	0.5 < Mn < 0.8 0.9 < Mn < 1.2	SMn400系 SCr400系
	(2)	35CrMoA ZG20CrMo	0.4 < Mn < 0.8 0.5 < Cr < 1.10	SCM 系
	(3)	ASTM A487(40)	Mn < 1.0 0.4 < Cr < 0.8 0.15 < Mo < 0.30	SNC 系 SNM系
Stainless	(1)	0Cr13 2-3Cr13	Mn < 0.8 12 < Cr < 14	SUS400系
	(2)	00Cr18Ni10	Mn < 2.0 17 < Cr < 19 8 < Ni < 12	SUS300系
	(3)	00Cr17Ni14 -Mo3	Mn < 2.0 16 < Cr < 18 2.5 < Mo < 3.5	SUS316系

(2) 生産管理基準の確立

通常の生産管理では、鋼塊（鍛造品）、鑄鋼品の納期に合わせて、標準日程（工程所要日数）を基に生産計画に組入れられ、溶解計画を策定し製造に移され、実績（工程、歩留、能率）が把握される。製造技術の改善、工場努力による生産性向上が実績として把握され、製造標準が改定されるSystemとなっていることが肝要である。

鑄鍛分工場では、品質の改善と製品の高級鋼化（低合金鋼、Stainless 鋼等の増加）のため、二次精練設備の導入を計画しているが、当然工程が増加されるぶんだけ生産管理面では、計画及び管理が複雑化し錯そうするので、計画値及び管理基準を整備して、対処することが必要である。

- ① AOD対処品種（鋼種、製品名）
- ② 処理能力（能力、処理量、歩留＝操業条件別）

- ③ 炉修Cycle
- ④ 原単位

(A) 電気炉・AOD組入計画に於ける溶解編成

合金鋼、Stainless 鋼等合金成分の高い鋼種の溶製が増加するため、溶解成分の残存等から成分的中が困難なものが出てくる。

そこで、誤溶解防止上、溶解編成（順序）の基準を設定する必要がある。

(B) 電気炉・AODの操業Matching

鑄鍛分工場は、二つの電気炉とAODの組合わせ操業となるが、電気炉とAOD双方の操業原価節減及びAODの寿命の延長を図るため、待ち時間を最少限にした計画を組む必要がある。

また、後工程としての造塊及び鑄鋼品の造形作業の準備のためのAODの待ち時間を最少にするよう計画し、管理を徹底していく必要がある。

生産管理上、前後工程に作業障害が生じた場合のAODの処置及び生産計画組替えの基準をあらかじめ決めておく必要がある。

電気炉溶解と造塊、鍛造工程との間にAOD工程が挿入されることで、AOD工程の障害は前後の工程に影響する。

そこで、影響を最低限度に抑制するための前後工程との調整基準の設定や計画的に予備炉、取鍋等の準備と、酸素、Ar Gas、築炉用耐火物等資材を整える配慮が必要となる。

(C) 鋼塊歪割防止のための処理計画

高C低合金鋼やCr系Stainless 鋼の中には歪割の発生し易い鋼種が含まれており、量の増加に伴ない歪み割れ防止のための処理計画も必要となろう。

Product mix を勘案して、Pit 徐冷能力及び鍛造の加熱炉能力及び時機を考慮した処理計画を立案すべきである。

(3) 特別管理

鑄鍛分工場では、二次精錬を導入することで生産量が約2倍に、しかも、新規受注品が社内工程に大量に流れることになるため、通常生産管理システムだけでは混乱が生じやすいため、次のような補完的なシステムが必要と推測される。

- ① 新製品特別管理
- ② 異常品発生管理

(A) 新製品特別管理

AOD材は社内工程では、初めての製品であるため、通常品と区別して、工場に於ける現品、生産管理のための帳票も明示し、特別管理するSystemが必要である。

このSystemは、初物受注、実験材等を管理する場合の応用であるが、営業からの特別注文に従って技術が類似成品、過去の技術数値を参考に試作工程(工程、能率、歩留)を設定し、生産管理が原価を試算し、工程に組入れる。

工場は、特別管理帳票に基づいて現品管理(置き場管理)をし、生産管理が原価を試算し、工程に組入れる。

工場は、特別管理帳票にも基づいて現品管理(置場管理)し、工程促進を図る。

特別管理の完了したもものから、製造標準に組入れていく。

(B) 異常品管理

不良品の発生は、工程を混乱させ、納期に直接影響を与える。生産管理上、工場での異常発生(未だ不良ではなく、不良の発生の恐れのあるもの)と同時に、迅速な通報、技術的判定、現品の処置、注文者への対応が取られなければならない。

まず、異常発生通報と迅速な技術的判定基準決める必要がある。誰が、異常を点検し、誰にどんな方法で通報するか。誰が、どんな時機で技術的判断を下し工場にどんな方法で指示するか。

日本のD社では、工場での異常発生の現認は、現場の監督者が行い、ただちに、現品は異常品置場に保管される。異常発生通知が技術課に送付され、翌朝までに、技術的判定(屑、振替、手直し)を下し、生産管理課に連絡する。

この判定に従って、技術課は製造標準を見直し、生産管理課は現品屑化、再製作手配製造指示票の発行等を翌日中に完了する基準になっている。

(4) 受注品の構成と将来計画

鑄鍛分工場では、受注先の構成が次の割合いとなっている。

国家	>	44.2%
社内他工場		
直需		26.4%
営業努力による受注		29.4%

国家及び社内の他工場からの製造依頼は優先的に組入れ、消化していく方針で管理されている。

近代化後の生産能力増加により、現状の生産量を上回る量の販売は主に直需と営業努力による受注によるものである。従って、今後の受注品の傾向は鋼種としては低合金鋼、Stainless 鋼を主体となるため多品種、小Lot、短納期の受注が増加すると考えられる。そのため、営業部門と生産管理部門の緊密な連携が図られるSystemを構築しておく必要がある。国家及び社内の他工場からの受注は、将来計画においては現状で推移するものと思われる。

(5) 受注基準

受注と生産管理は、車の両輪と同じで、両者が同じ基準、同じ考え方で対処しないかぎり生産混乱、ひいては納期遅延、設備稼働率低下を招くこととなる。例えば受注過多の場合、工程が混乱し、納期調整を必要とし、また逆に受注不足においては設備休止、原単位の悪化をもたらす結果となる。営業部門は工場の設備をFull稼働させるための受注を集める責務を担っており、また生産管理から示された受注基準に従って効率のよい生産を達成するよう受注を図らねばならない。

受注基準は通常、技術指標、受注単位（量）、納期基準（標準日程）、価格基準で示される。

技術指標は今回の場合に限定すれば、AOD対象品種と、AOD編成上の条件（同溶解、精錬可否条件）等。

受注単位は、個別受注品（铸鋼品など）と重量受注（鋼塊など）に分けて設定。溶解当たり铸鋼品数量又は鋼塊本数で示すと利用に便利である。（通常生産管理は標準歩留に不良率を乗じて設定）

納期基準は溶解ChanceとChance当たりのCharge数、AOD対象品の標準日程（日数など）で示される。納期の設定は、組入れ基準（週、旬、月などで設定）に従って、標準日程との組み合わせで行う。

価格基準は製品当たりの限界利益で示すか、又は営業自らが見積り試算ができるような製造工程、工程別能率、原単位（諸元）と原価で示すと利用価値は大きい。

(6) 受注調整

(A) 注文品の変更

顧客から往往にして注文品の変更を要請される事がおこる。変更にも仕様、量、納期、その他種々あるが、注文品が既に生産計画に組入れられているか又は製造途中にある場合の変更は工場内を混乱させ、不良在庫を増加させるとか、異材を発生させる要因ともなりかねない。

AOD工程の加入により小ロット受注が増加すると考えられるので、取合わせ溶解及び精錬が行われることから、変更は他の注文への影響、製造品の取扱い上迅速かつ適切な措置が要求される。

予め営業と生産管理との間で注文についてのの変更可否の条件を取り決めるとよい。例えば、溶解前までは変更は可、溶解後は他の注文に引当て可能の場合のみ可、引当て不可の場合は工程費用を新注文に上乗せして再製作等。

(B) 不良品発生による調整

通常標準歩留と過去の不良率を基準に計画に組入れて製造されるが、Stainless 鋼、合金鋼等高合金になれば基準を超えた不良、低い歩留が発生しやすいため再製作による納期問題を起こし引いては顧客の生産を阻害しかねない。

生産管理は異状品発生通知にもとずいて、営業との間で顧客への影響を最小限に食い止める迅速な対応が必要である。

再製作期間が取れない場合、すなわち納期変更が出来ない場合、代替仕様品の仕様検討、他の注文品からの分割の対策を営業と話し合い解決を図る。

7. 2 製鋼工場工程管理についての提言

現状と近代化後とを生産量・物流の面で比較するとAOD工程の追加と共に生産量が約2倍に増加し、鋼種の拡大が図られている。これは、屑鉄、合金鉄、耐火物の使用量が約2倍になり搬送に要する時間および種類、数量が計画通りに遂行されないと次工程の作業が混乱し、生産計画が未達になる問題を含んでいる。従って、正常な生産活動を計画通りに実行するためには、資材・設備・人の面から現状実施されている管理方法を見直し改善する必要がある。

本章では予想される問題点を指摘すると共に、日本の製鋼工場で幅広く活用されている管理方式、すなわち実行が容易であるCheckに重点を置いた管理方法を示す。この方法の特徴は、標準によって作業方法を規定し、作業結果は計画値と対比することによって把握、物流は各伝票によって誤りを無くし、検討会議などで実施を点検、Follow up することによって実作業に反映させる方式である。

なお、ここで紹介する方法はD社において過去に実施したもの、あるいは現在も継続されているものであるが、あくまでも、D社の具体的状況の中で生まれたものであるゆえ、参考として記述する。ここで、具体的方法を持って示しているのは、その背景にある考え方をより良く理解できるものと考えられる故である。これに対応する鑄鍛分工場の具体的方法は当該状況に応じて考えていただきたい。

(1) 製鋼工場前後の生産工程と物流

AODの導入により生産工程と物流は図-67の様に6通りの流れとなり、各工程における物の受入れ払出し処理量が約2倍になり複雑になる。物を動かす場合は受払い出し時の二重点検を確実に行うことが必要である。

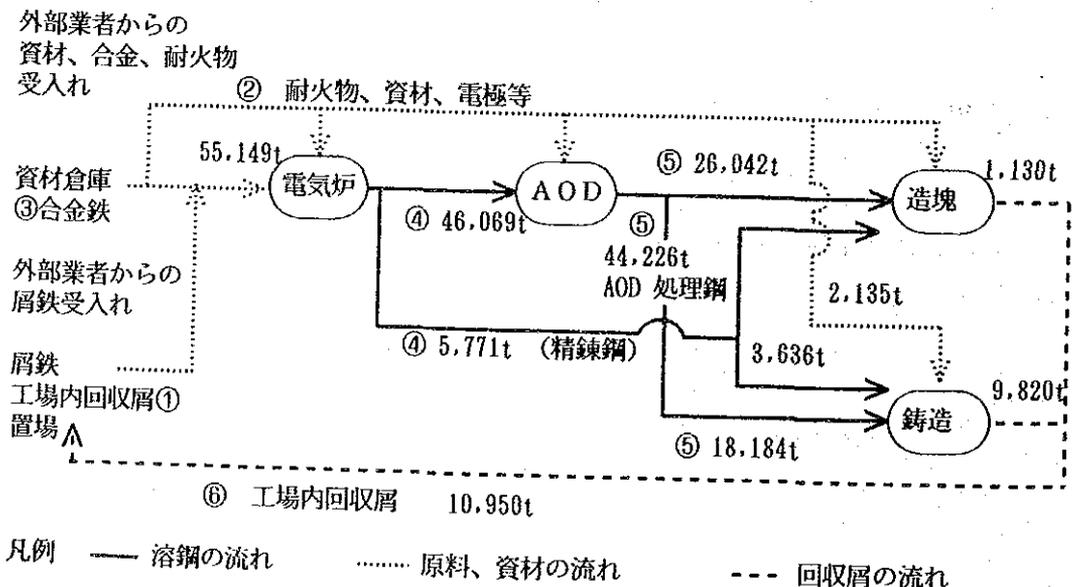


図-67 生産Flowと物流

(2) 各作業部門に予想される問題点

AOD の導入と増産とによって各作業部門に新たに次の問題の発生が予測される。

(A) 電気炉班

高級Stainless 鋼の増加によって、取扱う合金鉄の種類と量が倍増し、狭い炉前作業床での配合作業が繁雑になる。また、溶解時間もかなり短縮されることから、予定時間からの遅延、炉床耐火物の管理等が非常に難しくなる。

- ① 炉前配合量の増加にともなう電気炉への誤装入
- ② 鋼種変更の次のheatに発生する成分不良。

(B) AOD班

新たに導入される設備であるので、操業上、設備上で技能未熟から起こされる事故が多発する。合金鉄の受払いの際の誤りなどが起きるであろう。

- ① 精錬時間の遅延、成分不良
- ② 原単位・歩留不良
- ③ 合金鉄の受入・払出しの誤り

(C) 造塊班・取鍋班・湯道班

生産量の増加によって作業量が2倍となり、使用耐火物も数量、種類等が大幅に増えるので作業の繁忙と共にその管理が大変となる。

- ① 作業時間の増大
- ② 資材耐火物受入の誤り

(D) 炉蓋班

生産量の増加により炉蓋の修築頻度が高まり、更に新たにAOD炉の耐火物修築作業が加わり、取扱う耐火物の数量が増す。

- ① 作業時間の増大
- ② 耐火物の受入誤り
- ③ AOD 耐火物の修築作業の追加

(E) 修理班

全設備稼働率が高まり、点検不良・修理不良などから起こされる休転が多くなる。部品の在庫管理が的確でなければ、修理部品の不足を来すこともあろう。

- ① 突発事故の多発
- ② 予備品の不足

(F) 合金班

低合金鋼の生産が減少し、Stainless 鋼が増産されるので、取扱われる合金の量が約2倍に増え、計画された時間内での合金の受払いにおいて、その数量、品名等にあやまりが発生する危険がある。

- ① 合金鉄の種類と数量が増加するので誤搬入
- ② 合金鉄の計算、秤量等の誤り

(G) 管理班

計画値の算出、作業予定表、各帳票類の作成、Datum の統計的解析、作業標準書の作成等の業務が各管理を徹底させるためには必要であり、是非ともこの分野の技術員の養成が必須である。

- ① 管理項目の増加
- ② 新管理手法の導入作業標準
- ③ O₂、Ar、N₂等の管理

(3) 製鋼工場の各作業部門の機能に対する管理項目

前述の(2)で発生する問題点を如何に管理するか、または回避するかが製鋼工場に課せられる最大の任務であり責務である。これらの問題を解決するためには各作業部門に次の表に示す管理項目を設定し、それぞれの達成義務を課す必要がある。具体的な達成方案は各標準書、受払表、点検表等によって行われるべきである。

表-43 各作業部門とその管理項目

作業部門	管理項目	管理手段
電気炉班	(1) 合金鉄の種類と数量の管理 (2) 電気炉装入物の管理 (廃鋼、CaO 等) (3) 溶解時間の管理 (4) 溶鋼品質の管理 (成分、温度)	合金受払伝票 配合指示表 作業予定表 管理図・作業標準
AOD班	(1) 合金鉄の種類と数量管理 (2) 作業管理 (Gas 混合比、O ₂ 、作業方法) (3) 精錬時間の管理 (4) 溶鋼品質の管理 (成分、温度)	合金表受払表 作業標準 作業予定表 管理図
造塊班	(1) 作業管理 (鑄型、注入方法) (2) 資材管理 (受入数量、在庫量)	作業標準・鑄型管理表 在庫管理表 資材受払表
取鍋班	(1) 作業管理 (取鍋築造方法、消耗量の点検) (2) 作業時間の管理 (取鍋の乾燥、準備作業) (3) 取鍋耐火物の管理 (受入数量、在庫量)	消耗点検表 作業標準 受払伝票
湯道班	(1) 作業管理 (下注定盤張り作業方法、点検) (2) 作業時間の管理	作業点検表 作業計画表
炉蓋班	(1) 作業管理 (炉蓋築造方法、消耗料の点検) (2) 耐火物の種類と数量の管理 (受入、在庫量)	作業標準・消耗点検表 耐火物受払伝票
修理班	(1) 設備管理 (日常点検、定期点検) (2) 修理時間の管理	設備点検表 設備修理計画表
合金班	(1) 合金鉄の種類と数量の管理 (2) 合金鉄運搬時間の管理	合金鉄受払伝票 作業計画表
管理班	(1) 生産計画の検討 (2) 資材合金鉄の搬入計画 (3) 原料配合案の作成 (4) 計画値の算出及び点検 (5) 設備修理計画の作成 (6) 日常作業計画表の作成	

(4) 問題点を解消させる管理手法

(A) 受入伝票の活用

資材の受入れ時には種類又は数量において誤りが生じることはD社においても何度も経験していることである。この誤りの原因を追及すると単なる口頭連絡だけで資材の受払いが実施されていたとか、走書き程度で受払が行われ場合がよくあった。そこで、D社では表-44のような受払伝票を作成し、かならず担当責任者の検印を受けてから資材の受払を行い、物と伝票が同時に流れるようにすることにした。この伝票は管理台帳に記載されるとともに最少6カ月間は、受領双方で保管され作業の解析用資料として使用されている。

表-44 資材受払伝票 (例)

資材受払伝票		
1. 日時及び搬入時刻	年 月 日	時 分
2. 請求係 氏名	1号炉	検印
	2号炉	
	AOD	
3. 請求品目	数量(Kg)	備考
(1) 合金鉄		
Fes		
FeCr		
FeMn		
(2) 耐火物		

請求元は3枚綴りの伝票を発行し、1通は請求元の控、1通は払出部門の控とし、もう1通は払出の資材と共に返ってくるものとした。

受けとり時には、必ず物と伝票の記載内容とを照合したうえで受領するものとした。鑄鍛分工場においても、受払い量が増えればその頻度は更に高くなるものと思われるので、受払いのありかたを充分検討する必要があるものと考えられる。

(B) 資材及び合金鉄置場の確定化

物の置場については、置場を番地制度で区分し、各番地に看板を設け、物の名前・成分%表示したLay out を標準化し、常にある物はある決めた場所以外には置かないようにすることが大切である。

(C) 社内発生屑の整理

Stainless 鋼の精錬のためにAOD が導入され、社内発生屑の管理は従来以上に厳しく管理しなければならない。というのも、AOD の冷却材として社内発生屑を直接使用することがあり、もしある鋼種のAOD精錬時に間違えて成分の異なる社内発生屑を冷却材として使用した時、成分管理がむずかしく精錬時間の延長または鋼種変更をせざるを得ない場合が発生する。さらに成分管理不可能な場合には屑化という重大事故になることがある。

(D) 誤配合の防止

配合誤り(種類・数量)を防止するために配合指示票による作業方法が効果的である。配合指示票は管理の担当技術者が、廃鋼・合金鉄の状況、電気炉・AODの炉況を調査したうえでこれらの条件に合致するように配合計算を行うのがよい。指示票は担当技術員の点検を受けた後電気炉班に渡され実配合に使用されるものとする。表-45にSUS304の配合例を示す。

表-45 配合指示票 (例)

配合指示票		Heat No.	SUS304				
配合月日		溶解予定日					
		配合者	点検者				
		電炉装入者					
	配合量 (kg)	実装入量	配合純分(Kg)				
			C	Si	Mn	Ni	Cr
廃鋼							
A	5.820	6.800					
合金鉄							
FeCr(65%)	2.880						
NiO(76%)	1.420						
FeMn	280						
SUS304	2.000						
CaO	400						
計	12.800						

電気炉班は配合指示票にしたがって、Heat毎の廃鋼と社内発生屑の必要量を廃鋼置場班に受払伝票にて指示し、同時に合金班に必要合金量の搬入指示を合金受払伝票にて指示する。

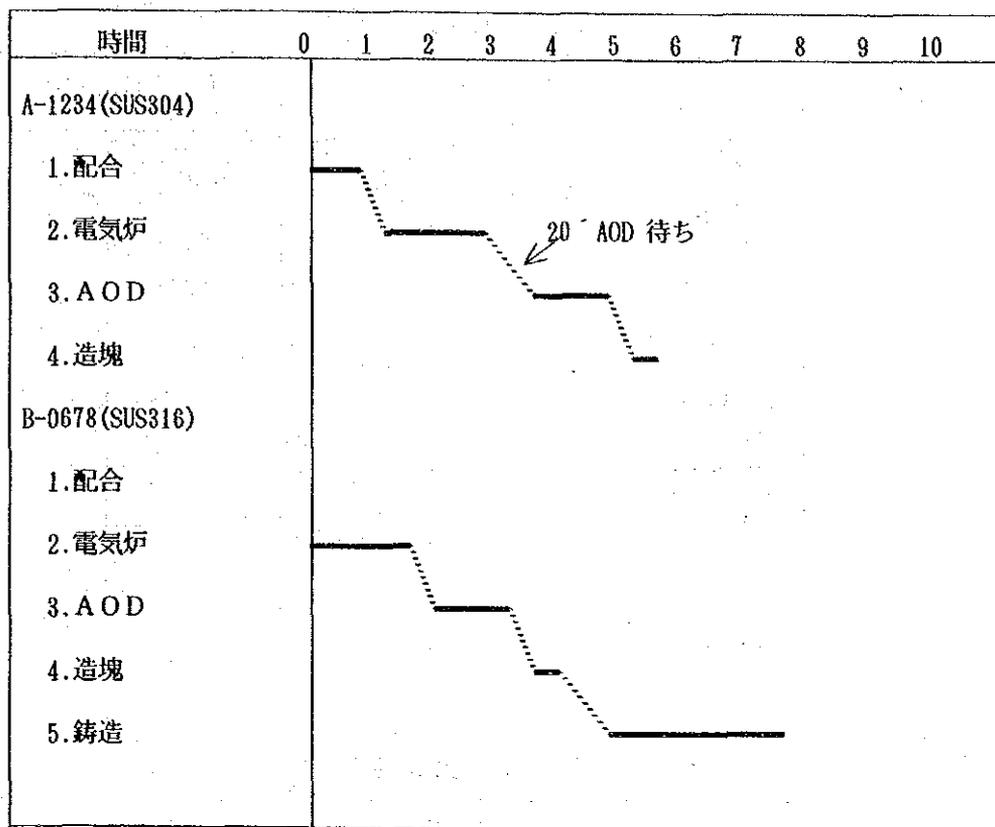
これらの電気炉装入の際は、必ず受払出伝票にて受領物を確認後、配合票に基づいて行う。

(E) 溶解・精錬計画表

生産を計画的に行い、十分に把握するために日々の溶解・精錬計画表を管理の担当技術者が作成する。これを作成するための基礎dataとして、過去三ヶ月間の平均値を算出し、計画値として採用する。日々の計画例を表-46に示す。

また、これは製鋼作業日誌とともに検討会での作業検討の貴重な資料となる。

表-46 日々の作業計画



各班の作業項目は出来るかぎり細分化したほうが作業を進める上で効果的である。

例えば、電気炉作業に於ける各作業を下記の通り細分化し、計画を更に明確にする。

- 電気炉装入
- 溶解-出鋼
- 熱間補修

(F) 設備点検表

設備の能力を100%発揮させるためには、設備保全(Maintenance)を如何に行うかが重要な問題で、設備の状態を良く知ることが大切である。このためには、設備の日常点検表が活用されている。

表-47にD社の気炉日常点検表及び電極支腕の定期点検設備表を示す。

表-47 電気炉日常点検表

電気炉日常点検表			
点検実施日時 点検者		年 月 日 時 分 検印	
点検項目	点検結果		備考
	実測値	通常状態	
1.変圧器 (1) 温度 (2) 異音	℃	<70℃ 無	
2.Circuit braker			
3.冷却水温度 (1) Bus bar (2) Jam cooler (3) Bezel (4) 扉	℃ ℃ ℃ ℃	<50℃ " " "	
4.電圧 (1) 1次電圧 (2) 2次電圧			

表-48 定期設備点検表

定期設備点検表			
設備名 : 電極支腕		炉名	
点検実施日時 点検者		年 月 日 時 分 検印	
点検項目		点検結果	備考
(1) 支腕冷却部分	Pipeの水洩れ	有 無	
(2) 絶縁	絶縁物	良 不良	
(3) 支腕と支柱間の接続	接続Voltの緩み Voltの緩み (Hammer test)	有 無 有 無	
(4) Liner	状態	良 不良	

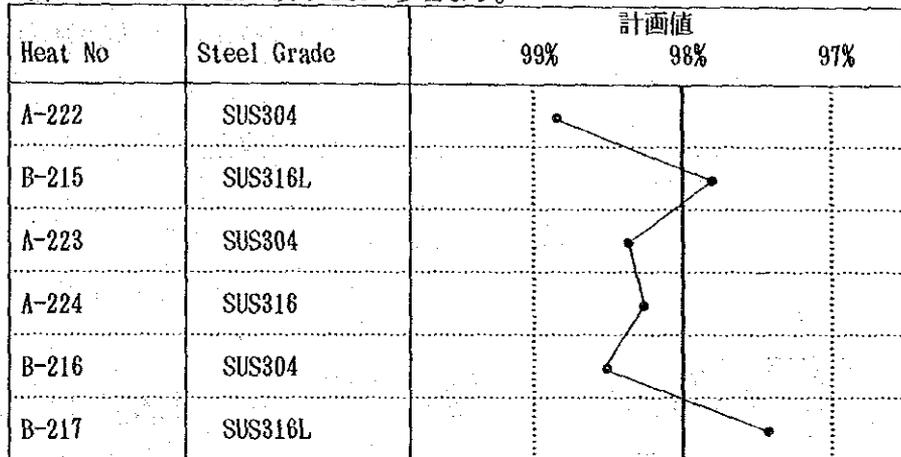
これらの点検表は整備計画の作成時の基礎資料となっている。

(G) 管理図の作成

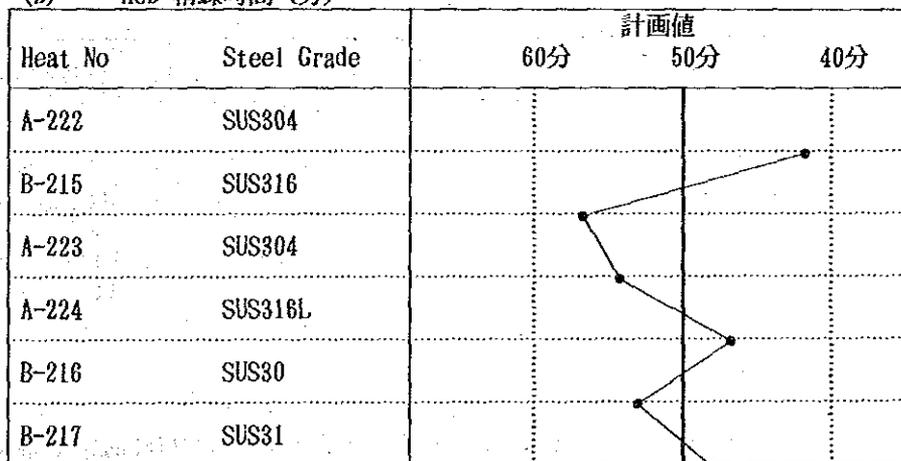
各原単位、生産性等を把握し、工場の現状を点検するためには計画値を対比した管理図が有効である。表-49にその例をしめす。計画値の未達になっているHeatは徹底的に調査し、原因を追及し対策を確立実施することが必要である。管理図によって推移を検討するものとして、各原単位（電力、酸素、Ar）、時間（溶解、精錬、挿入、注入、鑄造）、歩留（溶鋼、鑄造、Cr）等があげられる。

表-49 各原単位及び生産性の管理図

(A) SUS304, 316に於けるCrの歩留まり。



(B) AOD 精錬時間 (分)



(II) 標準化

現状の作業を再検討し標準化することが必要である。標準書の中には作業遂行上必要とされる事が作業順序に従って単位作業項目別に記載されることが望ましい。また、出来るかぎり簡単に、判り易く、図、数字で示す事が必要である。作業標準は完璧でなくて良い。不都合が生じた場合は改訂していくもので、検討会などで討議された結果をもとに徐々に完全なものにすれば良い。

図-71に電炉溶解作業標準、表-50にAODの作業標準の作成例を示す。電炉標準は現在までに経験のある作業であるのでoperation patternで示したのがわかりやすく、AODの方は未経験作業であるから作業順序に従って記述した方が解りやすい。

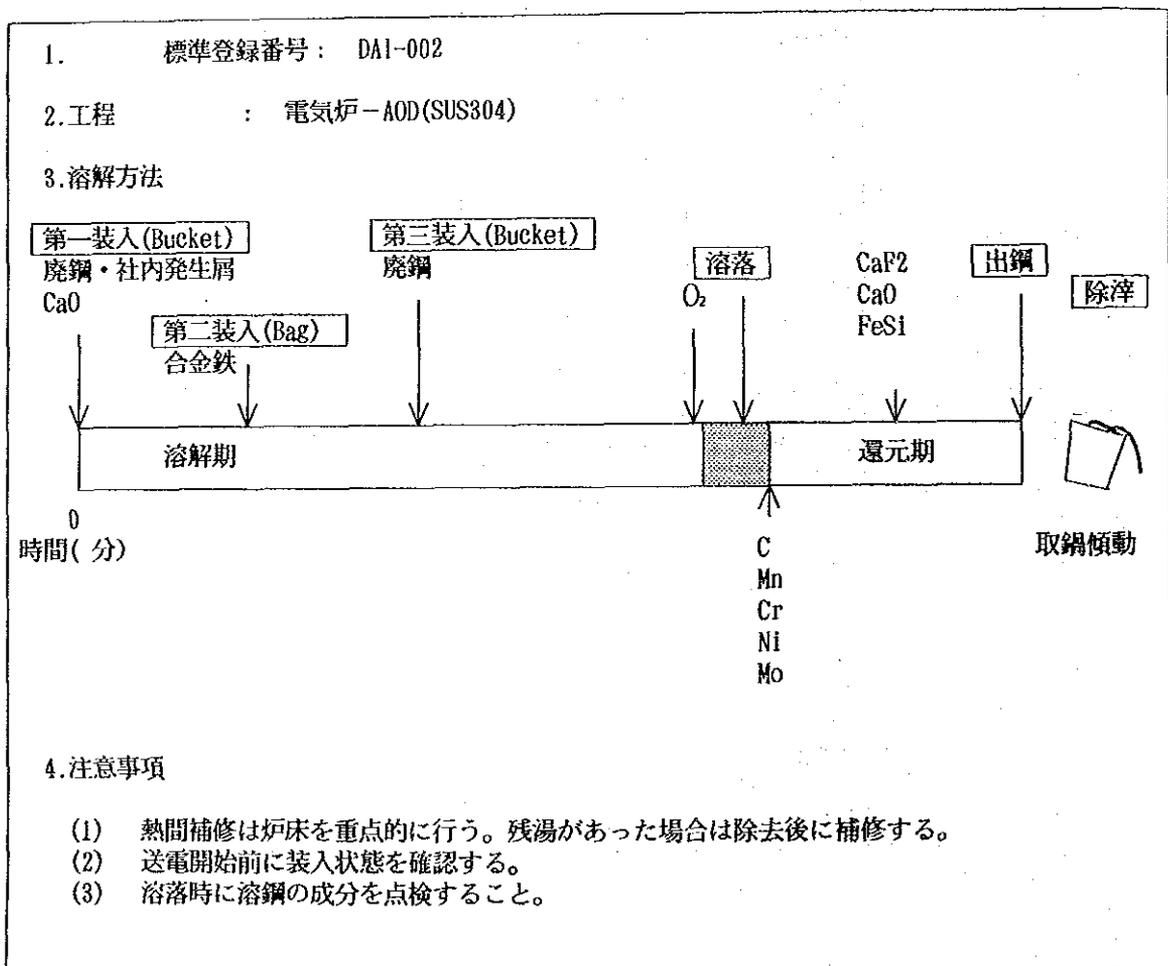


図-71 電気炉Stainless 作業標準(例)

表-50 AOD精練標準

登録番号： DAI-3001(SUS304)

項目	作業方法	計画時間	備考
製鋼	(1) AOD の受鋼口を60度に設定し取鍋 Spaut を受鋼口に合わせ受鋼	X 分	
	(2) 起重機にて取鍋を傾動		
脱炭			
(1) 第一段階	(1) Vesselを操業位置にするため垂直-5°にする。	XX分	6/22改訂朝会結論
	(2) O ₂ /Ar= xx に合わせGas 吹精開始		
	(3) O ₂ =100 m ³ Ar=25 m ³ の時点でCaO33Kg 添加		7/2 改訂

(5) 管理業務を遂行するための定例会議の組織化

製鋼工場内管理を十分に遂行するためには責任者の陣頭指揮のもとに作業単位毎に担当技術者が現状を把握し、過去の実績数字に基づいて計画を立て、その数字にしたがって実作業に生かす組織体制作りが必要である。D社に於ける一例を示す。

表-51 定例会議

活動名	開催頻度	出席者	開催目的	資料	作業指示
1.生産管理					
(1) 朝会	毎日	担当係長 技術者当 監督者	前日Heatの反省及び 日作業方案確立	製鋼作業日誌 作業予定表	作業指示票により会議の 結果を関係部門に指示
(2) 週間予定週 会議	1回	課長・ 担当係長 技術者 監督者	生産管理室作成の週間 製鋼予定の点検 及び修正	週間予定表 計画値	
(3) 事故対策 会議	その都度	課長 担当係長 技術者 監督者	事故の発生した都度 対策を立てる	事故報告書	会議の要点を指示する。
2.安全					
(1) 週間安全 会議	週1回	課長 担当係長 監督者	作業環境及び新作業 についての安全確認	安全作業標準	指示書で各関連部門に 指示
(2) 事故対策 会議	その都度	課長 担当係長 監督者	事故発生の都度 対策を立てる	事故報告書	指示書で各関連部門に 指示
3.資材					
(1) 資材会議	週1回	課長 担当係長 技術者 監督者	週間単位で必要資材を 算出点検し資材・運搬 管理室に払出伝票を送 付する。	週間予定表	払出伝票
(2) 配合会議	週1回	課長 担当係長 技術者 監督者	生産計画に見合った種 別原材料の入庫量の 検討	在庫報告書 生産計画書	在庫不足・入庫送れなど の場合は溶解順序の変更 指示
4.設備保守会議	週1回	課長 担当係長 技術者 監督者	修理計画の作成・修理 方法の検討 事故の対策及び修理計 画の検討	設備点検表 設備事故報告書	

8. 原料管理

8. 1 原料管理の重要性

AOD の導入後、鑄鍛分工場の製鋼工場の物流は大幅に変化する。特に生産性の増大と鋼種の増加は原料管理の上で大きな変更となる。

AOD の効果を十分に発揮できるかどうかは、原料管理の方法によっても大きな影響を受ける。

ここでは、AOD の稼動時のScrap および合金鉄の管理について説明する。

AOD 導入後には、AOD の対象鋼種の電気炉操業では単に原料を溶解するだけになり、電気炉の Tap to tap 時間は2時間以内に短縮されるであろう。この場合、原材料管理部門は電気炉の生産性を阻害しないように、電気炉の作業予定に即した準備、供給を行わなければならない。

現在の電気炉1基だけの操業では、原材料の準備を203分～205分で行っている。電気炉の Tap to tap 時間が215分であるから、現状では10～12分の余裕があることになる。

しかし、近代化後の電気炉のTap to tap 時間は110分になるため、原料準備時間が現状のままであるならば、原料準備遅れのために電気炉のTap to tap に対しても93～95分の遅れを生じさせることになる。

電気炉の Tap to tap 時間が増加すれば、AOD の待ち時間も増加し、AOD の各種原単位も悪化する。従って、原材料の準備遅れによる生産性阻害は許されないものとなる。

8. 2 Scrap 置場管理

鑄鍛分工場の製鋼工場に隣接するScrap 棟は 2,700 m^2 の面積を有しており、その貯蔵能力は1,200tであるとされている。

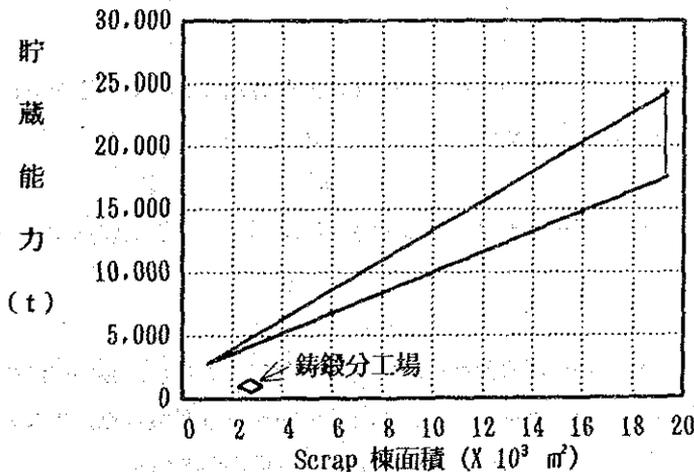


図-69 Scrap 貯蔵量とScrap 棟面積の関係

図-69は日本におけるScrap 棟の貯蔵能力とその面積の関係を示している。この図から判るように、
 鑄鍛分工場の現在の貯蔵能力は、その面積に比較して著しく少ない。

図-100によれば $0.9 \sim 1.25\text{t}/\text{m}^2$ の貯蔵は可能であるが、鑄鍛分工場では $0.44\text{t}/\text{m}^2$ の能力である。
 この理由は、写真-1でも明らかなように鑄鍛分工場のScrap 棟には仕切りがないためである。

鑄鍛分工場ではScrap 棟の貯蔵能力の不足を、 $2,000\text{m}^2$ の屋外仮置場(図-4参照)で補っているが、
 Scrap の運搬費用の増加と管理の複雑化を避けるために、Scrap 棟の貯蔵能力増加を図らなければなら
 ない。

貯蔵能力の向上策として、Scrap 棟に図-70に示すような仕切りを設けることが必要である。

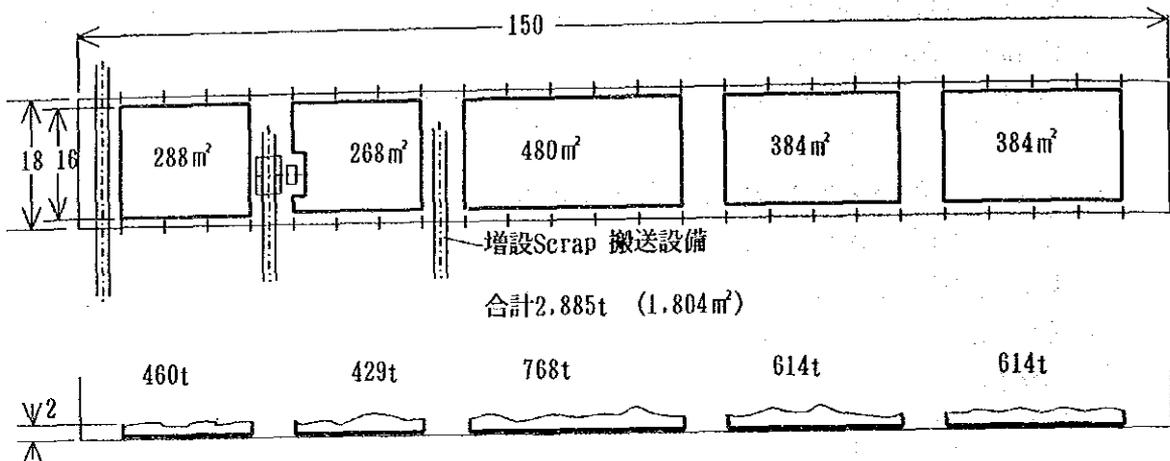


図-70 貯蔵能力向上対策

上図は仕切りで貯蔵場の仕切り高さを2mにし、Scrap 棟の有効利用幅を16m とした場合であるが、貯
 蔵能力は2,885tになる。 $2,700\text{m}^2$ のScrap 棟の面積に対して約 $1\text{t}/\text{m}^2$ の貯蔵能力なる。

仕切りは貯蔵能力の増加のばかりでなく、Scrap の品種区分のためにも要求されるものである。

8. 3 工場内発生Scrap の取扱い

鑄鍛分工場内で発生したScrap の取扱いについても、そのScrap が高価なものであるので総合的(工
 場全体的)な管理体制を確立しなければならない。

工場内では全ての製造部門でScrap が発生するが、ここでは製鋼工場における工場内発生Scrap の管
 理について述べる。

工場内で発生したScrap にはCr、Ni、Moなどの種々な有価元素を含有しており、原価低減のためには
 これらを有効に利用しなければならない。ともすれば、これらのScrap は軽視され、単なる[屑]と
 して扱われ、区分して管理されず一般屑と一緒に混合されてしまう場合が多い。

原価管理意識を工場全体に定着させ、工場内発生Scrap を管理しなければならない。

このような観点から、鑄鍛分工場の造塊工場で発生する「注余り」、「湯道」に対して次の処置を採用すべきであろう。

「注余り」

- ① 型抜き後の鋼種分類の表示
- ② 鋼種分類に従った保管箱への収納
- ③ 保管箱の原料棟への搬送
- ④ 鋼種分類別の保管枠内での在庫

「湯道」

- ① 鋼塊型抜き後の下注湯道処理場への搬送
- ② 湯道煉瓦屑の除去（湯道煉瓦屑の付着は、電気炉で再溶解する場合、送電時の電極折損の原因となることがある）
- ③ 鋼種分類の表示
- ④ 原料棟への搬送
- ⑤ 鋼種分類別の在庫

8. 4 Layoutの改善と物流

現状は電気炉1基の操業であるため、原料の物流について大きな問題は発生していないが、生産量が2倍になる近代化の段階で、現状の物流のままでは生産に支障を来す。

調査団はAODの導入後の原料の置場Layoutおよび物流について以下のように提案する。

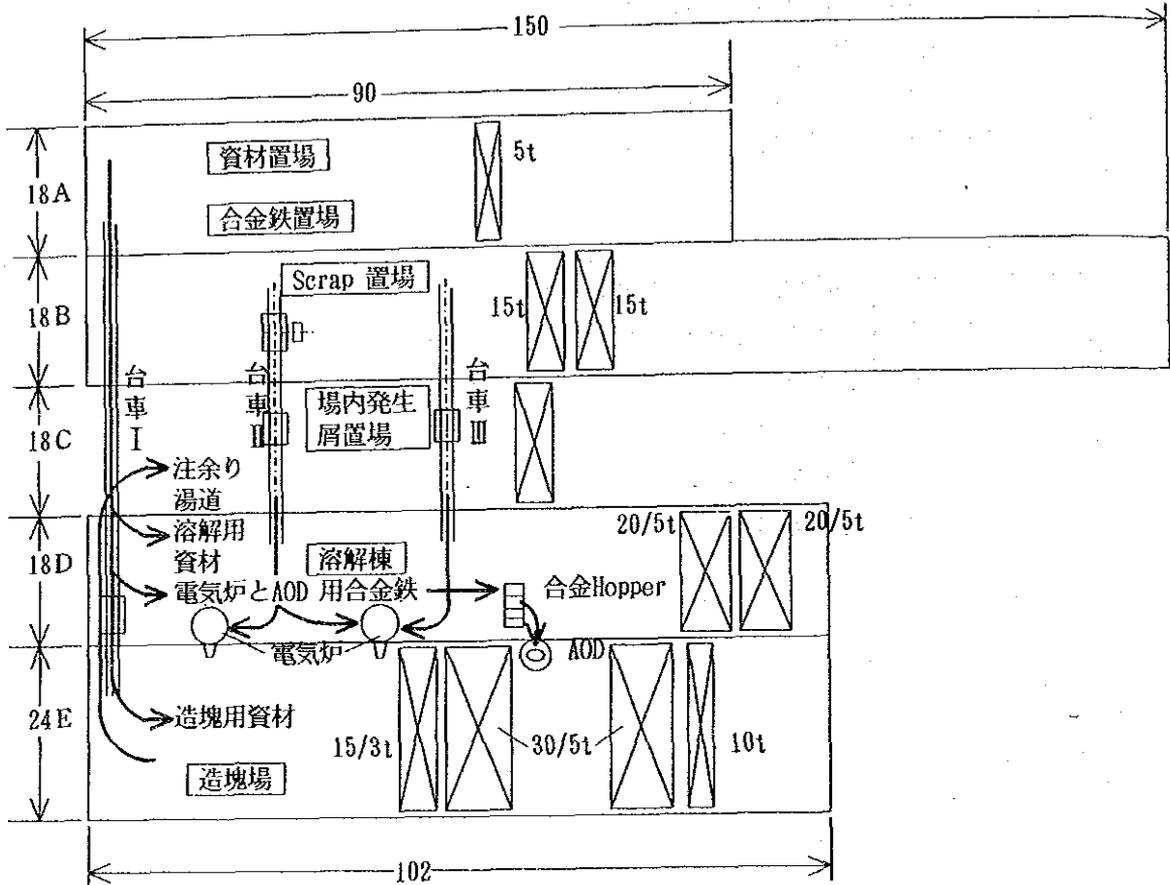


図-71 AOD導入後の物流

- [A棟] 従来通り、電気炉、AOD炉、および造塊用資材と合金鉄の置場であり、搬出は台車Iを使用する。
- [B棟] 購入Scrap置場であり、8.2項で述べたように仕切りを設けて貯蔵能力の増強とScrap品種区分管理を行う。
さらに、電気炉のTap to tap時間の短縮に対応するため、台車IIIを新設することによってScrapを供給能力を増加させる。
台車IIIの系統には台秤による計重ではなく、作業能率を向上させるため15tのCrane scaleを設ける。

- [C棟] 従来どおり、工場内で発生したScrap の置場とする。ただし、B棟同様に仕切りを設けて鋼種分類を行うこと。また、この場所でSlag解体・処理を行うことは好ましくない。Slag解体・処理は工場内の死地(Dead space)で行うことを推奨する。
- [D棟] 溶解用副資材、合金鉄は台車ⅠによってこのD棟に搬入され、装入Scrap は台車ⅡとⅢで搬入される。
また、AOD 用の副資材、合金鉄も台車Ⅰによって搬入され、合金HopperにCrane によって貯蔵される。Hopperに貯蔵された原材料はConveyor装置によってAOD に装入される。
- [E棟] 造塊とAOD で使用される資材、冷材はA棟から台車Ⅰによって搬入される。
このE棟で発生した「注余り」と「湯道」は台車ⅠによってC棟に搬出される。搬出されるまでの「注余り」と「湯道」はこのE棟内で整理されなければならない。

8. 5 原料の購入

AOD の導入は生産性と歩留の向上、品質の改善が主目的であるが、低品質、低価格な原料の使用が可能であることも大きな効果の一つである。

AOD の導入によって使用可能となる低価格な原料を表-52に示す。

表-52 AOD において使用可能な低価格原料

銘 柄	備 考
[Cr] FeCr	高Si高炭素のFeCr
[Ni] 酸化Ni 触媒Ni	NiO 脱硫触媒用Niであり、硫黄分が多い
[Mo] 酸化Mo 触媒Mo	MoO ₃ 脱硫触媒用Moであり、硫黄分が多い
[Stainless屑] 研削粉	Stainless 鋼のGrinder による研削時に発生するものであり、硫黄分が多い

以上の原料は日本では広く使用されている低価格な原料である。鑄鍛分工場でも、これらの原料市場の状態を調査し、可能であれば使用することを推奨する。

9. 教育訓練についての提案

9.1 教育概要

(1) 鑄鍛分工場の教育訓練概要

鑄鍛分工場の教育担当部門は人事教育管理室が担当し、2名が人事業務と兼任にて業務を遂行している。本社教育委員会の指導の基に鑄鍛分工場教育指導を遂行している。鑄鍛分工場教育の教育体系は図-72の通り。

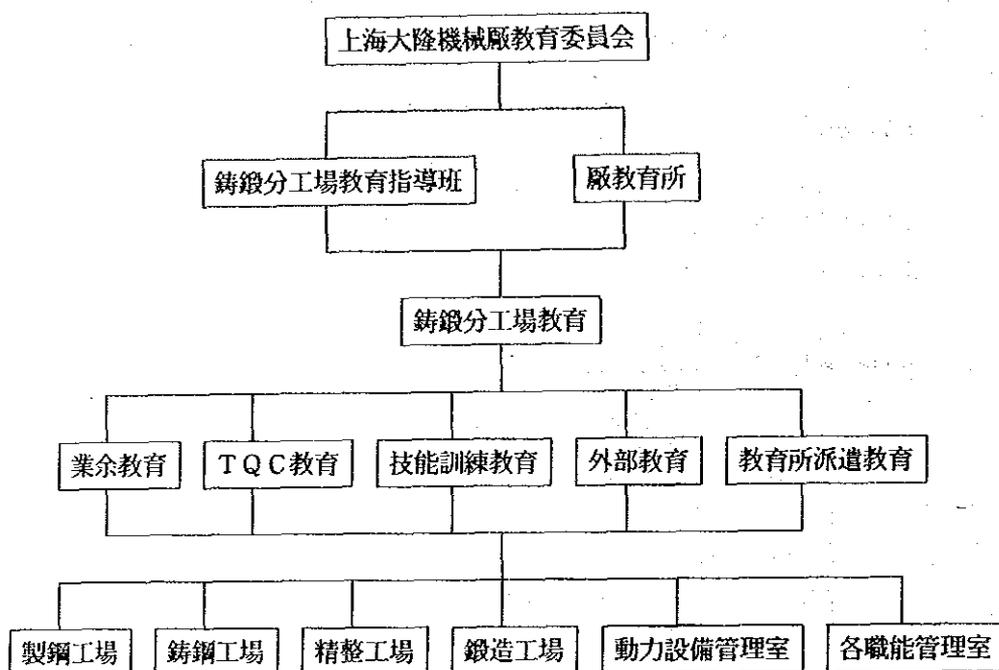


図-72 鑄鍛分工場教育体系

(A) 業余教育

現在鑄鍛分工場に入社する技能系新入社員の90%は技術学校或いは普通課程の高等学校卒業者が占めており教育水準はかなり高いものと言える。しかし、10%程は小学校或いは中学校卒業が現状である。

彼等の基礎学力水準を初等高校程度の学力に引き上げることが現在急務の課題であり、1982年より勤務時間外を利用して業余教育として基礎教育を行っている。

(B) 技能養成教育

新入社員が入社すると職場において先輩社員を指導員として付け、技能の養成を計るのが一般的な方法である。

技能系従業員にたいし技能水準に基づき8等級に区分されている。この区分は国家にて定めている分類基準である。

1級～3級	初級課程
4級～6級	中級課程
7級～8級	高級課程

各課程毎に教育訓練が用意されており、職能別等級別に要求される技能水準及び知識水準が定められている。

技能教育. 業務を通して訓練を行う

知識教育. 150～200時間の座学

鑄鍛分工場では6ヶ月～9ヶ月にわたり各課程の教育を開催し教育が修了すると上海市機電局に受験を申請する。機電局はその申請にしたがって試験を実施し各受験者の等級を判定する仕組みとなっている。現在、鑄鍛分工場の技能系従業員の等級は次の通り。

初級	544人
中級	144人
高級	34人
技師	4人 *技術員相当の水準が認められるもの。

この資格は全国共通の資格である。ただ、この資格への合格は直接人事の昇格制度と結び付いてはいない。

(C) 技術者及び管理者教育

① 技術者専門技術教育

- 外部講習会への参加
- 大学への委託による教育

② 管理技術教育

主として本社が各課程を設け実施する。

③ 幹部教育

工場幹部教育は国家経済委員会の統括の基に実施されており、定められた教育課程を終了後全国統一試験が実施される。

(D) TQC教育

① 1980年頃よりTQC活動が導入され、先ず幹部より順次啓蒙教育を行ってきた。作業員に対しても1986年より教育が開始された。教育内容は次の8項目にわたる。

- | | | |
|---------|-------|------------|
| ・市場調査 | ・製品仕様 | ・検査 |
| ・需要家の要望 | ・材料調達 | ・Aftercare |
| ・工程の決定 | ・製造工程 | |

② TQC活動の状況

全社組織としてTQC委員会が組織されており、委員会には鑄鍛分工場工場長が参加し、会社全体及び各工場の活動方針が決定される。

なお、QC班は6班組織されており、班員は技術管理室・品質管理室・作業班の責任者によって構成されている。成果達成班は全社発表会にて発表を行い、奨励金が支給される。

(2) 比較としてのD社製鋼工場教育体系。

調査は鑄鍛分工場の教育を中心に概要を確認したもので、機械廠全体の教育内容を網羅していない。しかも、企業教育はその国の学校教育制度や社会教育制度等の基盤のうえに成り立っているもののため、それを抜きにして論ずることは若干問題である。ただし、極めて特徴的なことを述べれば、教育の展開が一企業の教育政策により実施されているのではなく上海市あるいは国家の政策の一環として実施されていることである。

技能養成教育、幹部教育を取上げてみても全国規模にて実施されているもので、しかも試験制度により付与される資格は一企業に止どまらず全国的な意味を持っている。そのため、極めて体系的・制度的に運営されている模様で、手堅いものと言える。

具体的実践的教育活動としてはTQC活動が導入されている。現在は啓蒙的段階とも言えるが、活動も活発さを増している模様で、工場幹部の意見では、今後この方向を更に強化していくとのことである。

わが国の企業教育は、各企業の要請に合わせて独自に実行しているものであり、企業内教育が全国的な制度に影響を受けることは少ない。故に、一企業の教育体系はその企業が現在必要としている教育要請を実行しているものに過ぎず、必要に応じて変化していくものである。

ここにD社の工場の技能者教育体系を図-73に示し、各講座についての年度実施概要を表-53に示す。

表-53 各講座の実施概要

系列	区分	講座名	対象	人員x 講座数	期間	計画概要
技 能 系 列	監督者 教育	新任組長研修	組長	20 x 3	4日 (合宿)	組長としての仕事のあり方、教え方 職務の明確化
		新任班長研修	班長	20 x 6	4日 (合宿)	班長の役割と任務(労務、安全、原価、 品質、他)
		A I A 研修 工・組長講座	工長・組長	20 x 4	4日	伝達傾聴法、心構え、やる気、 人生設計、他(20単位)
		A I A 追研修	"	40 x 2	1日	A I A 研修1年後の追研修
	職 能 教 育	A I A 研修 班長・一般講座	40才~55才 班長・班員	20 x 22	4日	
		A I A 追研修	"	40 x 10	1日	A I A 研修1年後の追研修
		技能検定	班長・班員	延300名	(職種 により 異なる)	<前期>化学分析、配電盤制御盤組立、 開閉制御器具組立、電子機器組立、普 通旋盤、Milling 金属熱処理、機械組 立仕上げ、治工具仕上げ <後期>組織試験、機械試験、油圧装置 調整、機械検査、機械製図、配電盤制御 盤製図、機械保全、技術図面設計
		電気保全担当教育	電気保全職 班長	6 x 4	10日	伝導機及びThyristor の座学・実技
		機械保全担当教育	機械保全職 組長・班長	14 x 4	17日	機械組立技術の習得 油圧装置調整及び電気設備の故障修理
		留 学	D 工 大 留 学	勤続3年以 上35才未満	5名	1年間
	中部科学技術研究所 (電子回路技術科)		電気保全職	4名 電気機器科	5カ月間	電子回路の専門知識
	技術学園		高卒新入社 員	16名 機械組立科 17名	1年間	職業能力開発促進法に基づき、科学・実 技・教育行事などの教育を行う。

系列	区分	講座名	対象	人員x 講座数	期間	計画概要
技能系列	役割	労務実務講座	組長	8x2	3Hx2日	人事、労務実務知識
		文書作成講座	班長	8x2	3x2	文書の作り方、文書の書き方
	割	TWI (J S)	"	8x4	3x5	安全作業のやり方
		TWI (J R)	"	8x4	2x5	仕事の教え方
		TWI (J M)	一般	8x4	2x5	改善の仕方
		TWI (J I)	一般	8x4	2x5	人の扱い方
		独創力開発講座	6~12年	18x2	7x2	独創力開発法
	教育	中堅層合宿講座	10年目	15x1	3日 (合宿)	やる気開発
		教養講座	入社 5,6年目	15x1	2日 (合宿)	話の仕方、文書作成
		KJ法講座	入社 3,4年目	15x2	2日 (合宿)	創造力開発手法
		W・S・T・C	新入社員	16x1	3日 (合宿)	Team work、責任感、対人関係
		導入教育	"	16x1	7x4	工場概要、執務心得
	管理法教育	JK工・組長研修	工長・組長	20x5	2日 (合宿)	JK支援の在り方、JK指導力の活性化
		JK班長研修	班長	20x6	2日 (合宿)	品質管理手法、JK活動の活性化
		JK Leader 教育	班員	20x12	3.5	全員の合意を得るための技術
		JK Leader 研修	"	20x6	2日 (合宿)	JKの進め方、JK手法
	技術教育	監督者管理技術教育	工長・組長	20x5	3x1	TPM管理
		保全教育	班長	10x10	7x20	Gas 溶接、Arc 溶接、配管電気

系列	区分	講座名	対象	人員x 講座数	期間	計画概要
安全衛生教育		保全工・組長研修	工長・組長	20 x 2	7 x 2	安全衛生管理計画の要
		K Y T 講座	班長・一般	15 x 24	3 x 1	危険予知訓練
		玉掛技能講習会	班員	20 x 2	学科13H 実技 4H	
		Gas 溶接技能講習会	"	25 x 2	学科13H 実技 4H	
		Arc 溶接特別講座	"	20 x 2	学科11H 実技10H	

注： J Kとは自主管理活動の日本鉄鋼業界での呼称

9. 2 AOD導入のための教育

(1) AOD立上げ時の教育

AOD設備の立上げ時に、設備の順調な立上げを行うためには、関係者に対し適確な時期に適切な内容の教育訓練を施す必要がある。

表-54は、AOD立上げ初期流動管理表である。この表に従い、教育に必要な準備業務およびそれに基づく教育訓練について述べる。

(A) 実機による体験教育

立上げ 6カ月前頃、中国国内のAOD設置工場にて、実機による操業を体験することが望ましい。

期間 : 2週間程度
 派遣者 : 操業技術者 1人
 設備保全技術者 1人
 各直の作業責任者 3人 (1人 x 3直)

(B) 技術標準の作成

関係技術者は、各担当分野に対し国内外の情報収集・文献調査を通じてAODに対する技術情報は収集されていなければならない。この技術情報に加えるに上記で述

べた実機による体験教育の経験を踏まえて、鑄鍛分工場に適合した次の技術標準類を確立する必要がある。

- 操業技術標準
- 煉瓦築造標準
- 保全標準

(C) 操業標準・安全標準の作成

技術員の作成した技術標準を基礎に、技術員と作業責任者により、如何にAOD設備を安全にかつ効率的に操業するかという観点より、実機による体験教育および従来の現場の操業経験を踏まえて次の標準類を確立する必要がある。

- 操業標準
- 安全標準

(D) 操業教育

上記の各標準が確定すると、その標準に基づき実機操業に入る前に業操業方法及び作業手順を現場作業員全員に理解させておかねばならない。そのためには、教育が実践的効果があがるよう工夫する必要がある。

対象 : AOD班、造塊班、各3直全員

(E) 本稼動による実践教育

本稼動以降3カ月程度は、実際の予定された生産を行いながら操業方法を確立するための実践教育の期間である。この期間を最短にするために今までに述べた事前の準備業務および事前教育があると言える。この実践教育を通じて迅やかな操業標準の確立が望まれる。

(2) 関係部門の教育

(A) 経営幹部への教育及びPR

AOD導入決定時に経営幹部が判断できる経営的技術的情報は提供されていると思われる。建設の進捗状況、立上げ時の稼動状況の的確な報告は、経営幹部のAODに対する正しい認識を促進させるという教育的見地からもきわめて重要である。

初期流動管理表にあるAOD稼働報告書様式とは、経営幹部に稼働状況逐次を知らせるための様式を指す。

(B) 資材関係者への教育

AOD導入により、従来使用されていた廃鋼、合金原料、副資材の他に新たにStainless 関係のそれらが加わることになる。

この管理については、第3章8にて述べているので新しい管理体制にあわせて担当者の教育を実施することが要求されよう。

(C) 販売員に対する教育

AOD導入により新鋼種の拡販のための販売員の教育が必要となってくる。販売員にはすくなくとも次の知識が要求される。

- ・需要家に対し新鋼種の金属的性質、用途について説明し説得する知識
- ・新鋼種の技術仕様の範囲
- ・計画に組入るための標準日数

製品の販売時点までに、販売員に対する教育を設ける必要がある。D社においては、販売員に対する教育あるいは、Back up として次の事を行っている。

- 新鋼種開発時に工場技術者による担当販売員に対する技術的教育
- 新鋼種の型録、技術資料を作成し販売員の営業活動を援助する。
- 需要家に対する拡販に対し、技術者を同伴させ技術Service 活動を行う。
- その他販売員強化に対する教育

(D) 生産管理担当者に対する教育

技術担当者と次ぎの項目について確立を計るとともに、その内容について担当者に熟知させておく必要がある。

- ・鑄型編成の在り方・溶解編成の基準
- ・標準工程・標準日数
- ・標準能率・標準歩留
- ・原単位
- ・工程別品質の基準

(E) 検査担当者に対する教育

新鋼種に対する品質管理基準を確立し、検査担当者に検査標準を熟知させる。

- 工程別品質の基準
- 発生しやすい不良問題
- 異常品の処置標準

(F) 後工程に対する教育

新工程に対する一般的な啓蒙教育とともに、次のことについて熟知させておく。

- 発生屑の管理区分
- 発生しやすい不良問題
- 異常品の処置標準

9. 3 自主管理活動による現場管理水準の向上

AODの操業がたとえ順調に開始されても新しい職場には品質・能率・原価・安全等解決しなければならない問題は山積している。これらの問題を一つ一つ解決する事を通じて新設備を一日でも早く当初の狙い通りの水準に高める必要がある。そのためには、管理者・監督者・技術者が的確な判断の基に手を打つことは勿論だが、それだけでは充分とは言えない。現場の実際の作業員を如何にこの様な問題に参画させ、解決を図るかに掛かっている。その有力な手段として自主管理活動がある。

日本の工場管理において自主管理活動をめきにして考えらず、現場の最も重要な管理活動となっている。機械廠においてもTQC活動が展開されており、鋳鍛分工場において6組のTQC小組が結成されている模様である。只、技術者を中心に現場の責任者により組織化されており現場の末端までは組織化されていない模様である。もっとも、自主管理活動の展開方法は日本においても各産業・各企業においてかなり異なる。国が異なればもっと異なる事は言を待たない。しかし、日本の経験を直接中国の企業に持ち込む事は出来ないとしても十分に参考にすることは出来るものと言える。そこで、D社の自主管理活動の展開方法の紹介を通じてD社の自主管理活動を展開の在り方を説明する。(なお、D社においては自主管理活動をJK活動と呼んでいる。)

(1) D社のJK活動(自主管理活動)の推進体制

JK活動の支援・育成を活発に推進するためには、職制と自主運営組織が一体となった推進組織が必要であり、当工場においては、次のように運営している。

(A) JK活動の推進組織

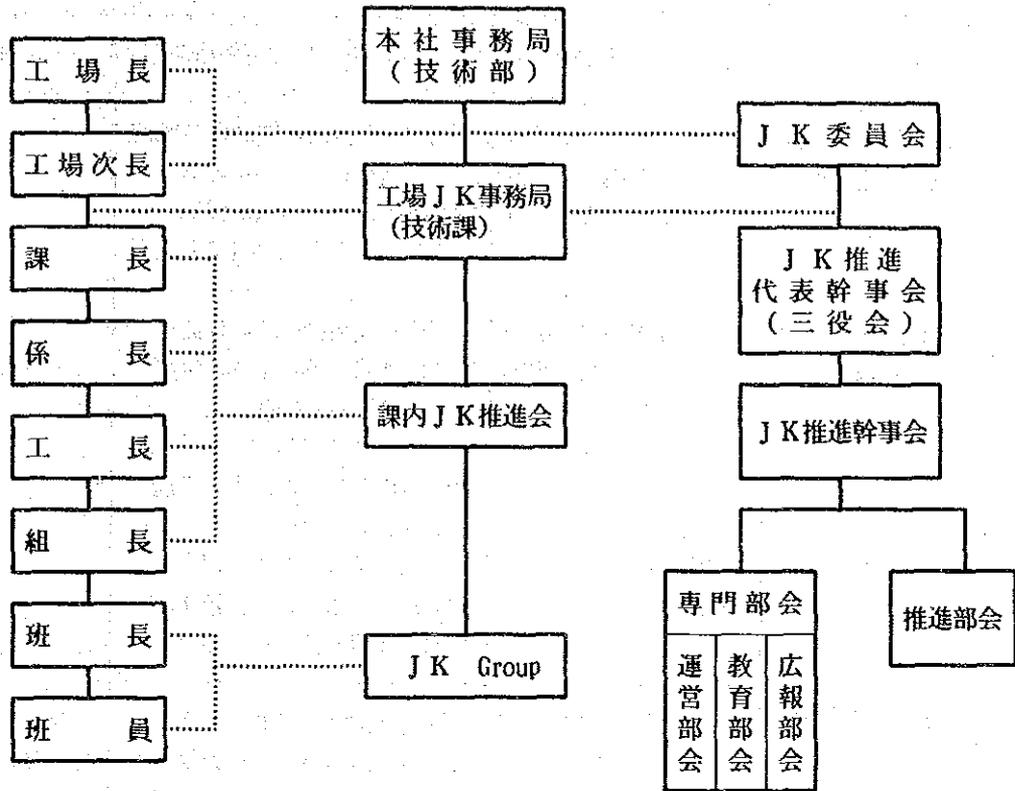
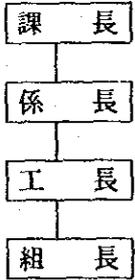
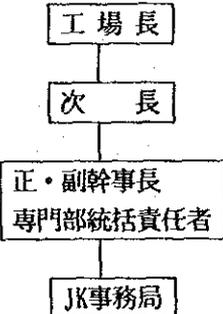


図-74 JK活動の推進組織

(B) 組織とその役割

表-55 JK組織とその役割

組 織	基本的な役割	具体的な活動内容	組織の構成
本社事務局 (技術部)	全社JK活動推進本部として工場間にまたがる諸活動の支援を行う。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 社内JK推進年間計画の策定 2. 社内諸行事の企画と運営 3. 社内外行事への派遣援助 4. JK世話人会議の召集と運営 	
工場JK事務局 (技術課)	運営組織の諸活動を支援し、円滑な運営と活性化を図る。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工場年間活動計画の作成 2. 社内外諸行事の企画運営についての助言・援助 3. 各部会への援助 4. 活性化のための企画と援助 5. 情報収集と提供 6. 活動実績のまとめと報告 7. JK活動に必要な統括事務 8. 予算管理・表彰等の事務 	
課内JK推進会	JK班の活性化を図るために課内諸活動の企画・運営を行う。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 課内年間活動計画の策定 2. 工場・課方針にそった活動への援助 3. 活性化への諸改善検討と実施 4. 進捗状況のまとめと援助 5. 工場、課内発表大会の運営 6. JK教育の企画と実施 7. JK情報の提供 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 課の任意により構成 2. 一般的構成 
JK委員会	JK活動の諸施策を協議・決定し、支援活動の統括を行う。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工場方針および重点実施事項の協議決定 2. 推進組織および表彰制度の改訂 3. JK表彰の審査と決定 4. 社内外発表会の提出事例の決定 5. 代表幹事の決定 	

組 織	基本的な役割	具体的な活動内容	組織の構成						
JK推進 代表幹事会 (三役会)	JK委員会、推進幹事会の円滑な運営を図るために諸活動の企画検討を行う。	1.工場年間活動計画の立案 2. JK委員会、推進幹事会の議題および審議案の検討 3.工場諸行事の企画・検討 4.専門部会および各課JK活動の調整と進捗管理 5.その他必要により諸問題を審議	<pre> graph TD A[幹事長] --- B[副幹事長] B --- C[専門部 統括責任者] C --- D[JK事務局] </pre>						
JK推進幹事会	工場JK活動の活性化を図るために諸活動の審議決定を行う。	1.工場年間活動計画の討議決定 2.工場諸行事の具体的な実施 3.代表幹事の推薦 4.専門部会および各課JK活動の調整と進捗状況の把握 5.工場発表大会の評価・審査 6.その他、活性化への諸問題の討議並びに研修会の実施	<pre> graph TD A[正・副幹事長] --- B[専門部 統括責任者] B --- C[専門部々長] C --- D[各課推進幹事] D --- E[JK事務局] </pre>						
専門部会	JK活動の活性化を図るために部会活動を展開し、諸問題の解決を図る。	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center; vertical-align: middle;">運 営 部 会</td> <td style="padding-left: 5px;"> 1.部会年間活動計画の策定 2. JK活動諸問題の解決と活性化への企画・運営 3.課内発表会の活性化への援助 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">教 育 部 会</td> <td style="padding-left: 5px;"> 1.部会年間活動計画の策定 2.人材育成教育の実施と教育効果追跡 3.教育資料の整備 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">広 報 部 会</td> <td style="padding-left: 5px;"> 1.部会年間活動計画の策定 2.自主管理広報紙の発行 3.情宣活動の企画と実施 </td> </tr> </table>	運 営 部 会	1.部会年間活動計画の策定 2. JK活動諸問題の解決と活性化への企画・運営 3.課内発表会の活性化への援助	教 育 部 会	1.部会年間活動計画の策定 2.人材育成教育の実施と教育効果追跡 3.教育資料の整備	広 報 部 会	1.部会年間活動計画の策定 2.自主管理広報紙の発行 3.情宣活動の企画と実施	<pre> graph TD A[統括責任者] --- B[部長] B --- C[副部长] C --- D[部員] </pre>
運 営 部 会	1.部会年間活動計画の策定 2. JK活動諸問題の解決と活性化への企画・運営 3.課内発表会の活性化への援助								
教 育 部 会	1.部会年間活動計画の策定 2.人材育成教育の実施と教育効果追跡 3.教育資料の整備								
広 報 部 会	1.部会年間活動計画の策定 2.自主管理広報紙の発行 3.情宣活動の企画と実施								
推進部会	JK活動の活性化を図るために諸問題の解決をする。	1.企業の要請に対応し、諸問題の解決を推進 2.専門部会以外の活性化への諸活動を企画・実施	必要の都度決定						

(C) JK活動の運営体系

表-56 D社JK活動の運営体系

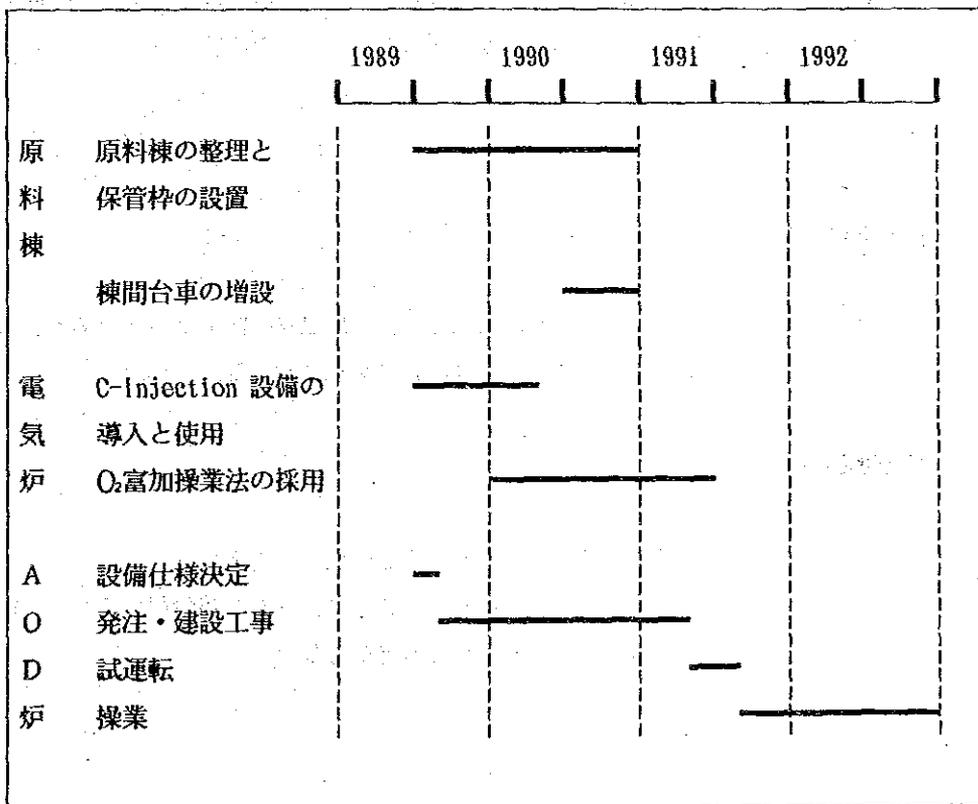
基本進路	運営方法	JK Group	職制および指導員	課内JK推進会	JK事務局	JK推進幹事会	JK委員会
年間計画	<ul style="list-style-type: none"> 工場、課方針にそって具体的な年間活動計画を作る。 安全、品質、生産、TPM等の課題から現状の問題課題を全て抽出する。(改善活動だけでなく管理活動も積極的に取り入れる) 活動課題により班、係、課でGroupを構成する。(Groupによっては、他課の協力を求め、合同にてGroupを結成する) 	年間活動計画作成	助言・指導	課・係活動計画		年度推進計画	承認
実行画 (P)	Group編成	Groupの編成	承認	Group数登録	Group数把握	確認	
	課題選定	課題選定	助言助導 援助指				
	問題点把握	問題点					
	目標設定	目標決定					
	活動計画作成	活動計画					
課題登録	<ul style="list-style-type: none"> JK Storyの段階毎に予定を決める。 Group員の役割、責任分担を明確にする。 JK活動進捗管理表を作成する。 JK活動管理台帳に記録する。 JK事務局へ管理台帳を送付し課題登録をする。 	活動登録	承認 管理台帳記録		課題登録数把握 管理台帳確認	確認	
実施 (D)	原因追究	活動実施	助言助導 援助指				
	対策立案	会合調査検討 対策		助言助導			
確認 (C)	対策実施						
	効果確認	効果の把握	助言・指導 評価指導	助言・指導			
処置 (A)	歯止め (標準化)	活動のまとめ 歯止め まとめと反省 完了報告書作成	確認 評価 承認	確認 評価	完了課題数把握 完了報告書確認		
	まとめと反省						
発表会	課・係発表会	発表資料の作成 工場・課・係 発表	承認 援助	発表会運営	援助	援助	
	工場発表会 社内発表大会 社外発表大会	社内外 発表資料の作成	推進	助言・援助	選考	確認	承認
交流会	交流会	社内交流会参加 部門・工場	援助	交流会計画	援助	援助	
	社内 社外	社外交交流会参加	援助	援助	交流会計画	援助	承認

10. 近代化への実施 Schedule

鑄鍛分工場における、1988～1992年の5ヶ年計画による近代化の中で、調査団の推奨する主な設備投資と技術改善は次の通りである。

- (1) 原料 (Scrap)棟の整理と保管枠の設置による保管量の増大化
- (2) 料 (Scrap)棟と溶解棟の棟間台車の増設による電気炉の Tap to tap 時間の短縮への対応
- (3) 電気炉のO₂富加操業とC-Injection Process の採用による Tap to tap 時間の短縮
- (4) EAF のTap to Tap時間短縮のため気送管、試料準備のための設備及び分析機器の近代化を考慮すべきである。
- (5) AOD 導入によるStainless 鋼の増産と、品質改善

これらの近代化計画が円滑に遂行するための実施Scheduleを以下に記述する。



10.1 原料関係

- (1) 原料棟の整理と保管枠の設置

製鋼工場への円滑な原料搬送を阻害している要員である、Scrap 貯蔵量の不足、Scrap 棟と溶解棟の間のSlag処理場の存在、棟間台車の搬送能力不足などを解決することが、鑄鍛分工場の製鋼能力工場のために最も急がれる。

このために、Slag処理場を移設し（候補地は豊富にある）、現在のSlag処理場を回収屑置き場にしてScrap 貯蔵能力を増加する。

また、前述のように、Scrap 棟に保管枠を設けてScrap 貯蔵能力を増加する。

この計画は、操業を行いながら1989の中頃から開始し、1990年中には完成させる必要がある。

(2) 棟間台車の増設

原料棟の整理が完成すると同時に、この章の8項で述べたように、電気炉の高効率化のために増設されたScrap bucket用の棟間台車が使用できることが望ましい。

10.2 電気炉関係

(1) C-Injection

電気炉の高効率化と原単位の低減を図るため、O₂富加操業を採用すべきである。これに先立って、C-Injection 装置を設置し、O₂富加操業の実施に備える。

(2) O₂富加操業

C-Injection 装置の設置後、O₂富加操業操業の試験操業を実施する。

操業に熟達しないうちに多量のO₂吹込みを行うことには種々な問題があるため、徐々にO₂の吹込み量を増加させ、最適条件を把握しなければならない。

10.3 AOD関係

AOD炉を導入するに際して、炉本体とその付属設備のみならず、酸素、Argon、(窒素)の安定供給のための設備、炉体修理などのためのCraneの条件見直し、集塵設備の検討など、周辺設備の準備も同時に行わなければならない。

また、設備の検討と平行してAOD操業方法の確立とStainless製品（特に鑄鍛分工場にとっては新製品となる鋼種）について十分な情報収集も要求される。

これらの諸条件を勘案すると1989年中頃には仕様を決定し、AOD建設工事が1991年の初めに完成しなければならないであろう。もし、それ以上計画が遅延するならば、試験操業を経て、1991の終わり頃には操業に習熟する、というScheduleが実現困難であると思われる。試験運転の段階から、操業に至る期間は、品質を確認しながら、鋼種の拡大を図る期間である。

11. 経済効果の概要

11.1 売価と利益の想定

(1) 製造Cost

1987年の鋳鍛分工場の炭素鋼製造Cost実績は表-100の通りである。

表-100 炭素鋼 1987年実績 (元/t)

溶解COST		造塊COST		鍛造COST		鋳鋼COST	
主原料	237.14	補助材料	15.32	GAS	332.05	[造型]	
補助材料	115.60	鋳型	22.59	石炭	68.05	補助材料	203.08
燃料	17.13	直接人件費	4.10	電力	14.59	燃料	98.49
電力	106.75	小計	42.01	直接人件費	50.95	砂型	26.30
直接人件費	4.90	溶鋼	584.15	間接費用	273.80	直接人件費	47.65
間接費用*	42.90	(歩留換算)		蒸気Hammer	69.5	間接費用	192.76
						(小計)	568.28)
合計	524.42	合計	626.16	合計	808.94		
* (MAINTENANCE、 安全具、照明など の職場間接費)		注：間接費用は溶鋼 COSTに含まれる		注：間接費用は異常 値。平均は3/5の 164.28(合計699.42)		[精整]	
						補助材料	120.16
						燃料	48.51
						直接人件費	22.30
						間接費用	165.96
						(小計)	356.93)
						合計	925.21

したがって、炭素鋼の鋳鋼品と鍛造品の製造Costは次のようになる。

- 炭素鋼鍛造品 $(626.16 + 699.42)/0.7$ 注 = 1,893.69 (元/t)
- 炭素鋼鋳鋼品 $524.42 + 925.21 = 1,449$ (元/t)

注 加工歩留

11.2 経済効果の概要

表-58にAODを導入した場合の経済効果の概要を示すがこれは参考値であり中国の諸事情を考慮した上で中国側で再計算する必要があるものと思われる。

表-58 AOD導入の経済効果の概要

		1987年	近代化後(1992年)	
製品量(t/y)		23,660.4	39,050	
売上(元/y)		55,147,000 (2,331元/t)	182,279,000 (4,668元/t)	
製造 原 価 (元 / 例 y)	固 定 費	人件費 (1,500名)	3,975,000 (1,500名)	
		工場管理費 ^{注1}	2,190,000	
		金利(7.8%)	-	
		償却(7.488%一定率)	-	
		(小計)	6,165,000	
	比 例 費	原材料費	33,449,000	74,431,000
		比例加工費	9,563,000	14,432,000
		(小計)	43,012,000	88,913,000
	合 計		49,177,000	97,775,000
	税引前利益(元)		5,970,000	84,504,000

注1 鑄鍛分工場の管理費 現状92.55 元/t— 調査資料より (近代化後の管理費は現状と同じ)

JICA