

3.2 製造技術

3.2.1 鋳造工場の鋳仕上げ研磨工程

鋳造品の研磨工程の近代化にあたっては、次のような点についての合理化を目標とする。

- ・設備の近代化による生産性の向上
- ・運搬を考慮したレイアウトの合理化
- ・研磨された品質の向上
- ・労力の軽減、作業環境の改善

これらと関連して、前工程における鋳造品の品質の向上、並びに、鋳仕上げ工程に含まれる前後工程の技術向上も望まれるところである。

従ってこの節に於ては、

- ・研磨機械設備に関する工作法
- ・鋳仕上げ工程の運搬作業を考慮したレイアウト
- ・鋳仕上げ研磨工程に影響を与える造型部門への配慮
- ・研磨工程・前後の鋳仕上げ部門の技術確立

について述べることにする。

1) 研磨機械設備に関する工作法

鋳造品の研磨は、従来より基本的には砥石による研磨仕上げがなされてきており、今後将来においても変化はないと考えられる。従ってここでいう技術とは砥石を使った工作法の違いについて考慮し、当工場に適切な機械を選定する基礎となるべきものについて述べることにする。

現在当工場に於ては、鋳物の研磨作業には、懸垂グラインダー、固定式グラインダー、ハンドグラインダー等が使用されている。近年、自動車用鋳物など、一般に大量生産される鋳物の研磨作業には、専用自動研削盤や、ロボットなどが開発されつつあるが、多種少量生産の鋳造工場に適する汎用の研磨機械は未だ開発途上にある。しかしながら、当工場に於けるライナーなどを考慮した場合ある程度の数量があり、汎用性をもたせた自動研削盤の適用が可能である。又、従来よりある懸垂グラインダー、固定式グラインダー、ハンドグラインダーは、当工場で作られる製品の研磨には、今なお有用である。但し、今までも繰り返し述べてきた通り、それらの性能タイプは旧

式で生産性も低く、又使用年数も30~40年を経たものもあり、これらの更新も必要であると考えられる。

(1) 自動研削盤

当工場で生産されている鋳造品は多種少量生産である。このため量産工場に適用されているような専用の自動研削盤は無理であるが、汎用性を持たせた自動研削盤の導入は大きな効果が期待出来る。

当工場で製作される鋳造品はボールミルや、バーミルのライナーが比較的多い。従って、このライナーを1つのターゲットとして研削工程の能率向上を考える。ライナーの生産量は、1989年に於て約10,000個と考えた場合、尚当機械では余力があると考えられるので、出来るだけ類似の製品を投入する計画も必要である。

この自動研削盤の導入によって、当工場における主力製品の研磨作業が容易となり、かつ作業者が重労働から開放されるという大きなメリットが期待できる。

a) 自動研削盤の必要な機能

自動研削盤の形状の1例を図 3.2.1-1 に示す。

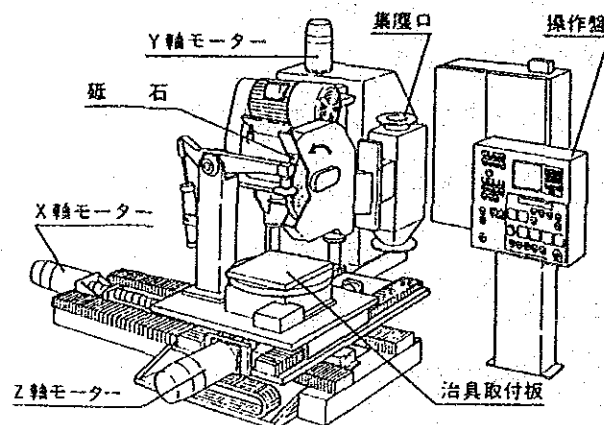


図 3.2.1-1 自動研削盤

この自動研削盤は、鋳物の鋳バリや押湯跡、堰跡、鋳肌の凹凸などを除去するために開発されたものである。

自動研削盤の選定にあたっては、当工場の鋳造品の性格に照らして考えて見た場合、特に注意すべき点は、研削される鋳物の材質が、高クロム鋳鉄のようなクラックの発生しやすいものが多いということである。

従って、いたずらに研削能力を上げるために、重研削のみで、強引に研削を行うタイプであるとクラックを発生するという危険がある。ここに示す自動研削盤はこれらについて配慮された機能を持つものである。

従って基本的に必要な特性としては、

- (a) CNCプログラムによる“接離動システム”を持っていることが必要である。この接離動システムは一定以上の負荷がかかると、グラインダーが逃げて必要以上の重研削をしないようコントロールされるようになっている。下図 3.2.1-2 はこれらの研削過程を示し、接離動しながら研削されている。

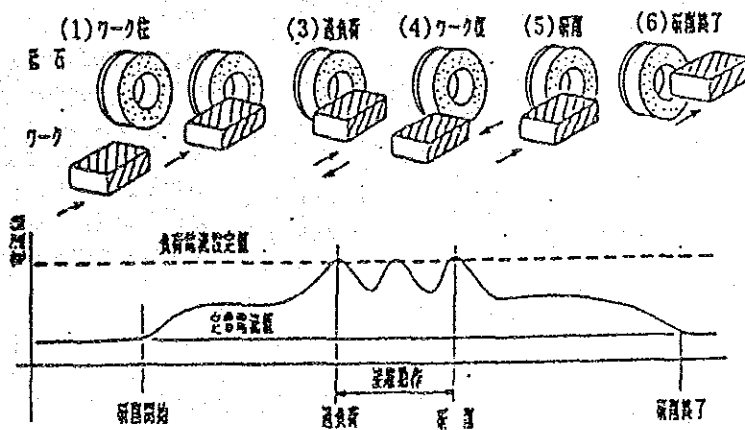


図 3.2.1-2 接離動研削過程

(b) 鋳肌追従研削システム

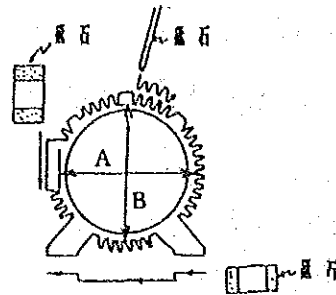
鋳肌追従研削システムによって鋳肌に倣った研削が出来る機構をもっていること。これにより、バリ取り品質が手作業に近くなり、又鋳造品の寸法バラツキにも対応できる。

これらは、鋳物品の見切り部の凹凸、及び堰跡、巾木部の鋳バリ、異なる高さの揚り部、重研削の必要な堰、押湯部の形状大きさに合わせてティーチングによ

り研削が自動的に行なわれる。例えば、これらの適用される例を図 3.2.1-3 に示す。

対応例

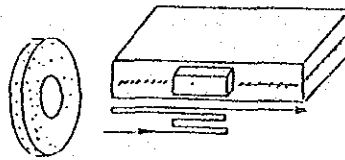
(1) モーターフレーム



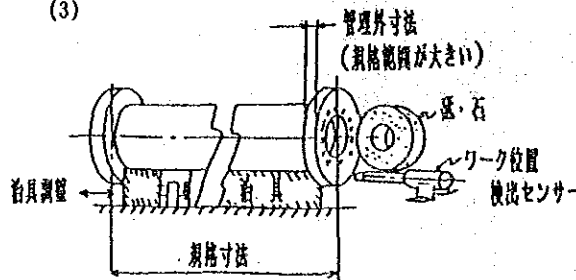
- 1) 铸造铸枠内の配置等により A ≠ B となりバラツキが大きい。
- 2) 治具セット時の铸造品寸法バラツキによる公差

(2) 特殊鋼

研削割れ特性のある特殊鋼の研削



(3)



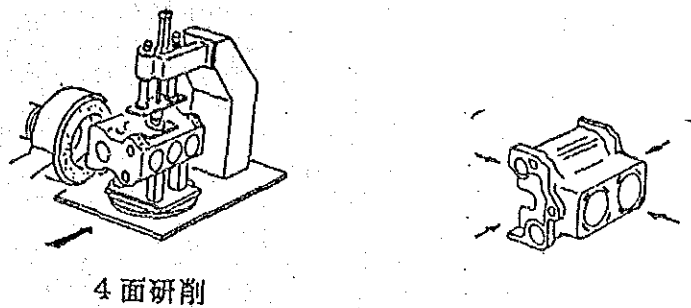
铸造品の管理外寸法に対応する大巾に寸法が違う場合はワーク接触センサーにより位置検出をし、テーチングラインを修正して研削できる。

図 3.2.1-3 铸肌追従研削

(c) 砥石は使用するにつれて磨耗し、周速度が落ちるが、これについては砥石自動検出装置を有し、パルス信号等によって一定設定量が送り出され、砥石研磨による研削精度の維持が出来るようになっていなければならない。本機は CNC システムによりコントロールされるので砥石が合理的に使われ、従来の機械による使用量より大巾に砥石の磨耗量が少ない。

(d) 研削面

研削面は 4 面研削を行うのを基本とする。従って、横 4 面について研削し、上下面は同一段取りでは行われぬ。



4面研削

図 3.2.1-4 4面研削例

研削工程例

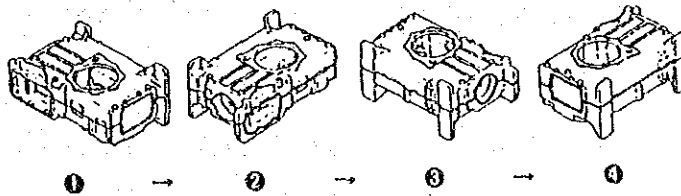


図 3.2.1-5 4面自動研削例

b) 附帯設備

自動研削盤の導入にあたっては、単独に機械のみを設置し、前後の作業について充分考慮が払われないと、その機械の性能を満身に発揮出来ない恐れがある。本機の導入計画にあたっては、治工具など、装着の段取りを含めて前後工程がスムーズに流れるよう1つのシステムとして導入する必要がある。研削作業の物流方式は、扱う製品がかなりの重量になり、手装入はむずかしいので、シャトル方式を使い、治工具を使用した準備作業→研削機への送り込み→研削後の治工具の取りはずしを行うのがよいと考える。

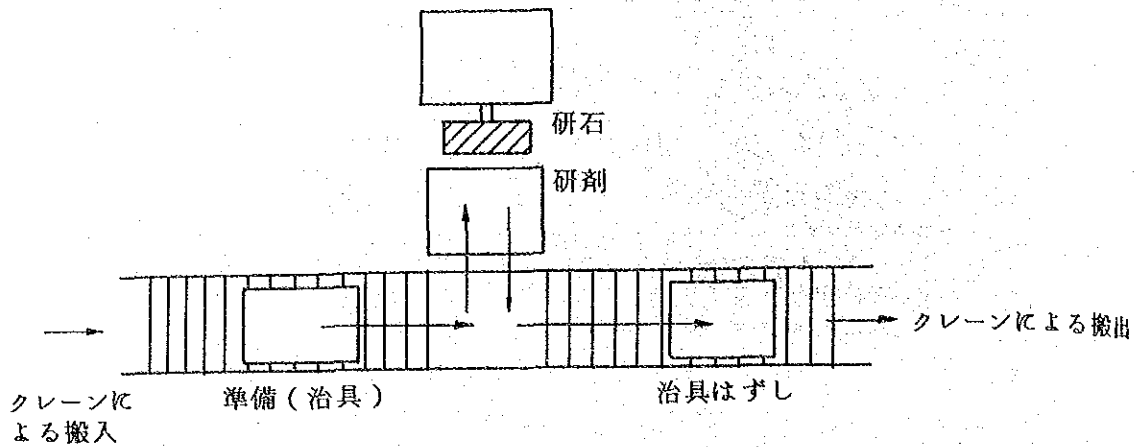


図 3.2.1-6 シャトル搬入出自動研削例

C) 鋳造品の作り方に対する注意点

鋳造品の研磨される部位は、製品のサイズが変わっても、同じ部位であることが望ましい。今回導入を計画しているものは側面を対象とし、上下面は同時には行なわれない。これを同時に行うのは装置が複雑になり、汎用的に使われる場合あまりメリットはない。したがって、ライナーを考えた場合は側面の4面の身切線の鋳ばりと、サイドライザー破断面の凸部を研削するのを基本とする。かかる考え方を基本とした場合、トップライザーが使用されているライナーについては出来るだけサイドライザー方式に変更することが望ましい。このようにしないと一部の例外品のために、機械の機構が複雑になり、高価な設備となってしまうからである。

以下にその改善すべき例を図 3.2.1-7 及び8 に示す。

(例-1) ライナーのトップライザーをサイドライザーに変更する。

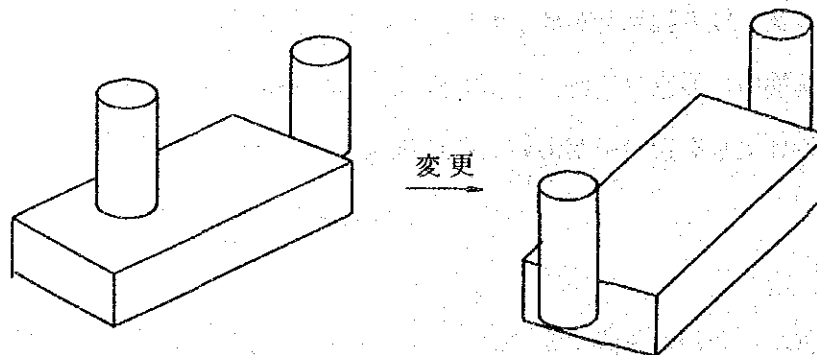


図 3.2.1-7 押湯位置変更例

(例-2) バルブボディの揚りをサイドに変更する。

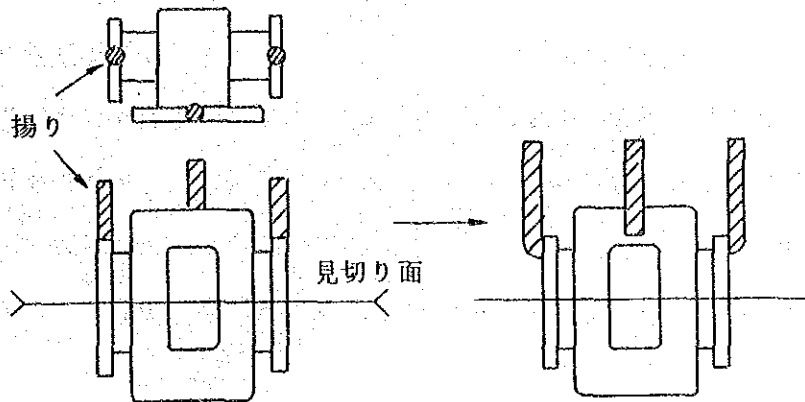


図 3.2.1-8 押湯位置変更例

研削の機械化について重要なことは、全ての鋳ばり等を機械化で除去しようとする
とイニシャルコストも高く、採用がむずかしくなる。したがって重要部分に限定
すると容易に行うことが出来る。この場合、同一チャックでいかに多くの研削が出
来るかが重要である。このためには次のような事柄をよく検討する必要がある。

- (a) ワークを支持する側は下型とする。通常この面は鋳ばりが少なく、又、出ない場
合も多い。
- (b) 上型面は、押湯などがあるが、これを上記のように出来るだけ側面に移動出来
ないか事前に検討する。
- (c) 同一外周部について砥石の入らないような狭い所や袋状の形状は砥石が入るよ
うに形状変更が出来ないか検討する。
- d) 設備使用の効率化

このような自動機械の適用にあたっては、機械の稼働率を上げるための対処が必要
である。

- (a) 出来るだけ同種のをまとめて生産する。従って生産計画時に部品によって
は仕込み生産も考慮する。
- (b) この機械はライナーを主体として考えているが、他の種類の製品も出来るだけ
利用する。このためにセッティングの治具を工夫し活用する。トップライザー

のものでも製品のトップライザー側が研削時に側面となるような位置にセッティング出来る受け治具を製作すればトップライザー位置の研削も可能となる。

(2) 懸垂グラインダー

当工場に於いては大型の懸垂グラインダーが5台、中型の懸垂グラインダーが4台保有されている。このうち大型懸垂グラインダー5台が、当工場に於ける铸仕上げ研磨作業の主力として使われている。しかしながらこの大型懸垂グラインダーは数10年を経えており、その間改造されながら使用されてきた。現在の使用状況は、周波数変更に伴い周速度も落ちて35^m / sec程度となっている。この状況では研削能力はかなり落ちている。

近年、懸垂グラインダーにかわる各種の研削盤等も開発されつつあり、懸垂グラインダーは、これら他機種によって置き換えられつつあるも、その用途によっては未だ尚、有用である。特に多種少量生産铸物でかつ、中、大型铸物の研磨作業にはこの懸垂グラインダーは利用価値がある。

この大型懸垂グラインダーは、現状のままでは明らかに能力が低下しており、モーターの変更など改造の余地があるが、今後の耐用年数を考慮した場合、新規のものに替える方が得策であると考える。

現在作られている懸垂グラインダーといえども工作法からみれば何ら変わることはないが、機構的には、かなり改善され、能率が向上するようになっているものもある。

a) 懸垂グラインダー本体

以下に懸垂グラインダーの全体図、及びその機構の特色について述べる。

(a) 懸垂グラインダー全体図

下図に示すようにこの懸垂グラインダーは一般のタイプとくらべるとかなり違った形をしている。これはグラインダーの使用に際し定周速（砥石が磨耗して小さくなると回転数が上り、最初と同じ周速度が得られる）機構をもっている点が他のものと大きく違っている。

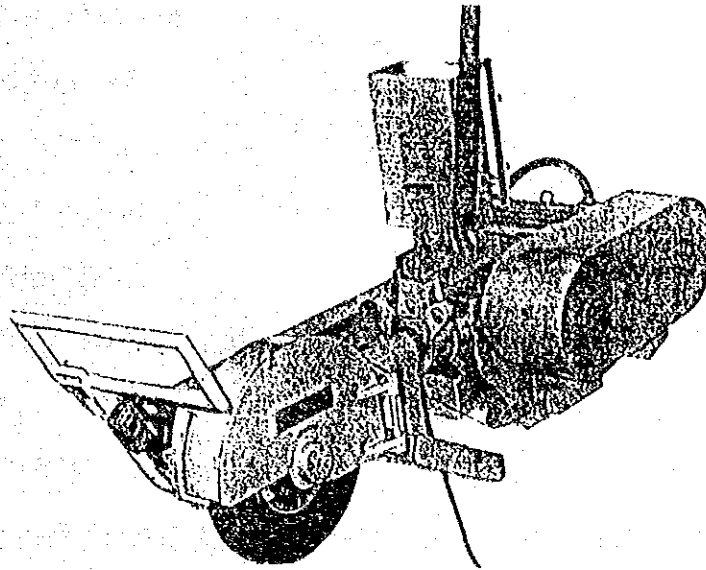


図 3.2.1-9 懸垂グラインダー

(b) 定周速機構

砥石を回転させた場合、研削面（外周）の周速度Vは一般に、

$$V = \frac{\pi D N}{1000} \quad (\text{m} / \text{min})$$

で表される。

ここで、D ; 砥石の直径 (mm)

N ; 砥石軸の回転数 (回/min)

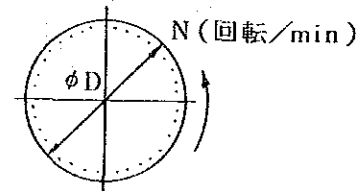


図 3.2.1-10

砥石が消耗して、直径（φD）が小さくなった場合、周速（V）は当然遅くなる。これを始めの周速（新しい砥石をとりつけたときの周速）と同じにするには砥石軸の回転を増す必要がある。

定周速（Vが一定）にするためには、砥石の直径（φD）の減少に反比例して砥石軸の回転数（N）を大きくしてやればよい。

下図は定回転型と定周速型の砥石磨耗後の砥石軸回転の違いを示す。

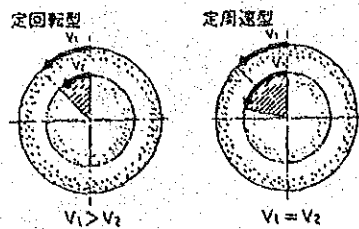


図 3.2.1-11 定回転と定周速

上記の図より定回転型では砥石が磨耗しても回転数は同じであるから、当初の周速度 (V_1) にくらべて、砥石径の小さくなった場合は周速度 (V_2) が落ち研削効率も落ちることになる。一方、定周速型では図から明らかなように当初の周速度 (V_1) と砥石径が小さくなった場合の周速度を同じに保つ必要から必然的に何らかの方法で砥石軸の回転数を上げてやらねばならない。このように砥石の磨耗と共に回転数を上げる機構を取り入れることによって、定周速を得ることが出来る。

当、懸垂グラインダーに取り入れられている機構は可変プーリー式によって行なわれる。その機構は次のようなものである。

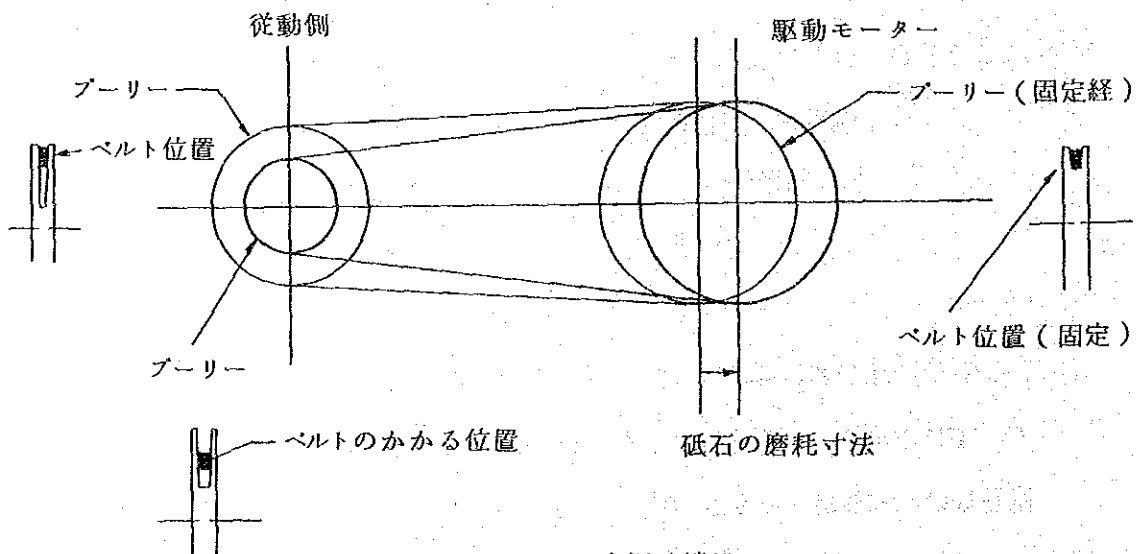


図 3.2.1-12 定周速機構

砥石が磨耗した場合、その分ベルトを引張ると、従動側のプーリーは可変プーリーのため、ベルトがプーリーの溝を中心方向に移動し、ベルトのかかっている直径が小さくなる。これにより砥石側は回転数が早くなる。この回転を砥石の軸に伝え、同じく回転が早くなり定周速を得ることが出来る。

(c) その他の機構

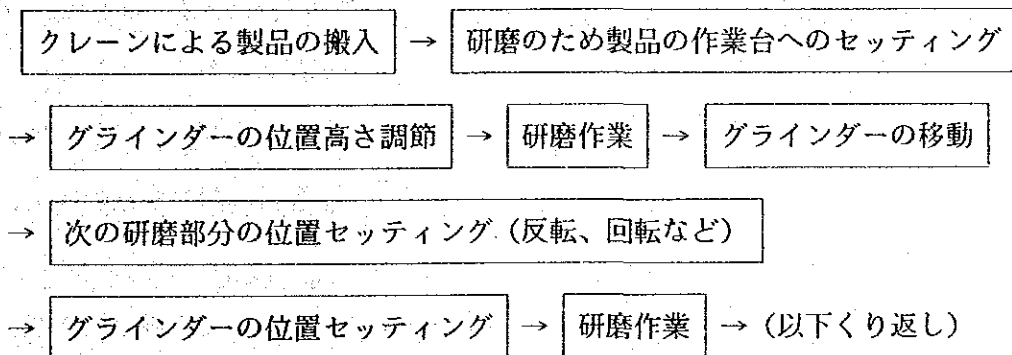
その他の機構としては、この懸垂グラインダーは砥石の部分が懸垂状態で角度を変えられること、人力による加圧を軽減するために重心移動がハンドル操作により可能である。又研削状況を容易に見られるように、手持ちハンドルの位置が左右にスライド可能となっている。

b) 懸垂グラインダーに関する附帯設備

上記のような機能を持った懸垂グラインダーの導入が望ましいが、グラインダーの研削能力アップだけでは顕著な効果は期待できないであろう。

この懸垂グラインダー作業では、研磨する製品の運搬、段取り作業が大きなネックとなっていると考えられる。

例えば、この懸垂グラインダーによる研磨作業は、次のような作業が行なわれる。



このように、実際の研磨作業時間よりも、段取りや調整にかなりの時間がかかる。これらの作業を容易にするために、次のような附帯設備が必要である。

(a) 研磨される鋳物の位置設定を容易にするために、回転、傾斜の機能を持つ作業台（ポジショナー、又は回転テーブル）などを設置し品物の移動をするための時間、労力を軽減する。

(b) 懸垂グラインダーを吊るホイストは、現在のチェーンブロック式でなく、電動ホイストとし、この操作は懸垂グラインダーハンドル部分に手もとスイッチを設置し、懸垂グラインダーの上下操作が迅速に出来るようにする。

(c) 製品を吊り上げるクランプの利用

ライナーのような短形の製品吊りを行う場合、チェーン一本巻きにより吊り上げている現状は、安全面から考えても危険であり作業能率も悪いので、これらをつかみ上げるクランプを数種類準備するとよい。

これらの附帯設備と新しい機構と懸垂グラインダーにより、段取りの合理化と研磨作業の合理化をはかり、又労力の軽減も計る必要がある。

(3) 固定式グラインダー

当工場には両頭型固定式グラインダーが4台設置され、小物鋳物品の研磨作業に使用されている。これらのグラインダーは10年前位に導入されたものであり機械自体としては性能劣化や故障の問題などがあるわけではないが、本機の構造上の問題としてグラインダーの回転が固定回転式であるという欠点がある。固定回転式の場合は砥石を新しく取りつけた場合と磨耗して砥石の交換時に至った場合の周速は大きな違いが生じ、研削性能に大きく影響し、生産性が低下することになる。

現在は、これらの欠点を改善した定周速回転（砥石の径が変わっても、周速度が一定に保たれる）機構をもったグラインダーが使われている。又グラインダー作業を行うにあたり大切な条件の1つとしてワークテーブルと砥石の間隔を一定範囲以内に保つ必要がある。（日本の側では法的に3mm以内とされている）この間隔調整が定周速機構と共に運動するようになっている。そのほかワーク押しつけ力の補助装置が設置されている。このタイプのグラインダーの導入は生産性の向上、並びに労働条件の改善に役立つと考える。

以下に、この定周速タイプの固定式グラインダーについての概略機構を示す。

a) 定周速型固定式グラインダーの全体図

本機は下図の如く、グラインダーの回転が変化できる機構をもち、又足踏式作業台が付けられている。

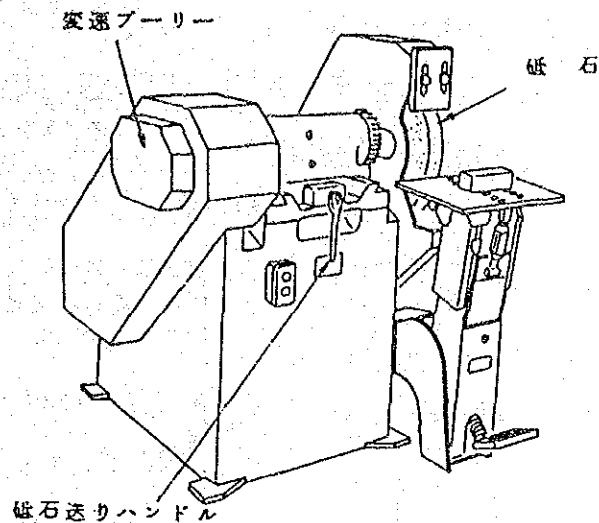


図 3.2.1-13 固定式グラインダー

b) 定周速機構と定位置研削機構

定周速機構については、懸垂グラインダーの項で述べたものと全く同じ原理の可変プーリーによるものである。この可変プーリーの軸をワーク側（手前へ）へ移動させることによって回転速度を増すと共に砥石の磨耗により、ワークテーブルとの間隔のひらきをもとにもどす調整が行われる。それらの機構は次の如くである。

グラインダーは始め O を中心に回転し、砥石とワークテーブルの間隔は A mmを保持している。砥石が磨耗し、砥石とワークテーブルの間隔が B mmに広がった場合、従来の固定回転の場合は、砥石の減った分、すなわち $B - A$ mmに相当する距離についてワークテーブルを砥石に近づけるよう調整する必要がある。

本機構に於ては、グラインダーの回転軸をワークテーブル側に移動させる（ $B - A$ mm）ことによって、元の間隔を保つようにする考え方である。この軸の移動によって、可変プーリーは、ベルトが引っ張られ、ベルトのかかっている径が小さくなり、回転数が増加して、砥石の径が小さくても結果的に定周速が得られることになる。これらの概念を図 3.2.1-14に示す。

又、加圧補助装置は足踏み式によるテコの原理で足踏みペダルを踏むことにより、ワークテーブルを砥石に押しつける力が伝えられる。この機構を図 3.2.1-15に示す。

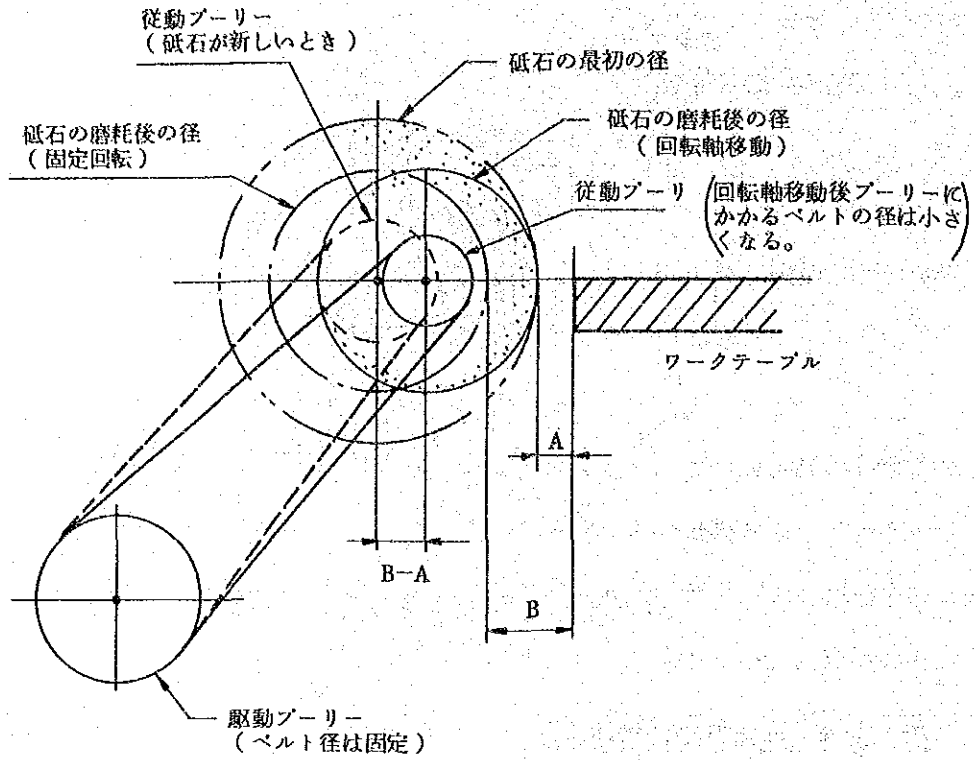


図3.2.1-14 定周速機構及び砥石とワークテーブル間隙の一定間かく保持機構

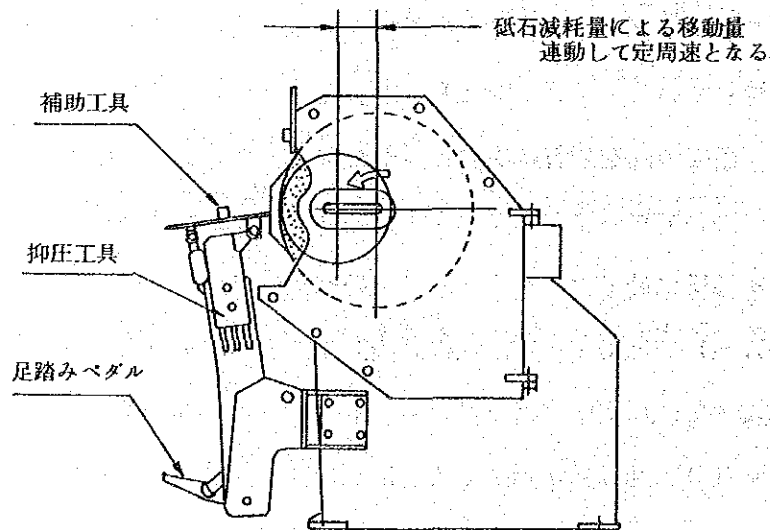


図3.2.1-15 固定式グラインダー

(4) 高周波グラインダー

携帯用グラインダーは電気式と空圧式の二つのタイプがあるが一般的には、操作性の点で優れている空圧式が主として使われてきている。しかし空圧式のもの、配管設備などを含めると大規模な設備になり、消費電力が大きいことや、作業能率、振動、騒音、耐用年数など問題もある。

一方高周波グラインダーは、当工場でも使用されているが、重く、操作性に難点があった。しかし最近、空圧式グラインダー並みに小型軽量化された高周波グラインダーが日本で開発され、その使用状況も良好であるので、この軽量高周波グラインダーの導入は生産性の向上、作業性の点から望ましいと考える。

a) グラインダーの外形寸法

空圧式グラインダーと比較すると下図の如く新型の高周波グラインダーは空圧式より1まわり小さい寸法である。

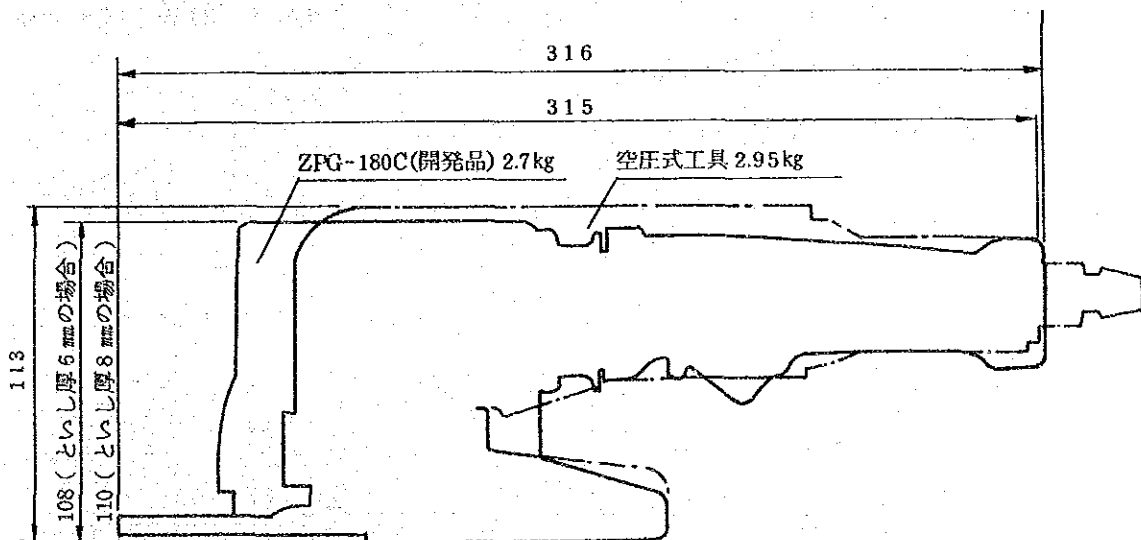


図3.2.1-16 空圧グラインダーとの外形寸法比較

b) 空圧式グラインダーと新型高周波グラインダーの重量比較

従来同型品では 4.1kg のものが新型では 2.7kg に軽量化され、空圧式の 2.95kg よりも軽くなっている。

表3.2.1-1

開 発 品	重量 (kg)	重 量 比 較	
		0.66	0.92
従来品 (T-180GDPZ-5)	4.1	1	—
空圧式グラインダー	2.95	—	—

(注1) 研削といしおよびコードの重量を除く。

(注2) 空圧式グラインダの重量は平均的と思われる数値を採っている。

c) 新型高周波グラインダーの加減速特性

新しく開発された高周波グラインダーは、グラインダー用電源装置として、従来の回転形のMG電源装置のかわりにインバーターが使われ、始動時にゆるやかにスムーズに加速され手にショックを与えない。又、スイッチ OFF後、2～3秒間で停止し従来の長い空転時間はない。

これらの状況を下図に示す。

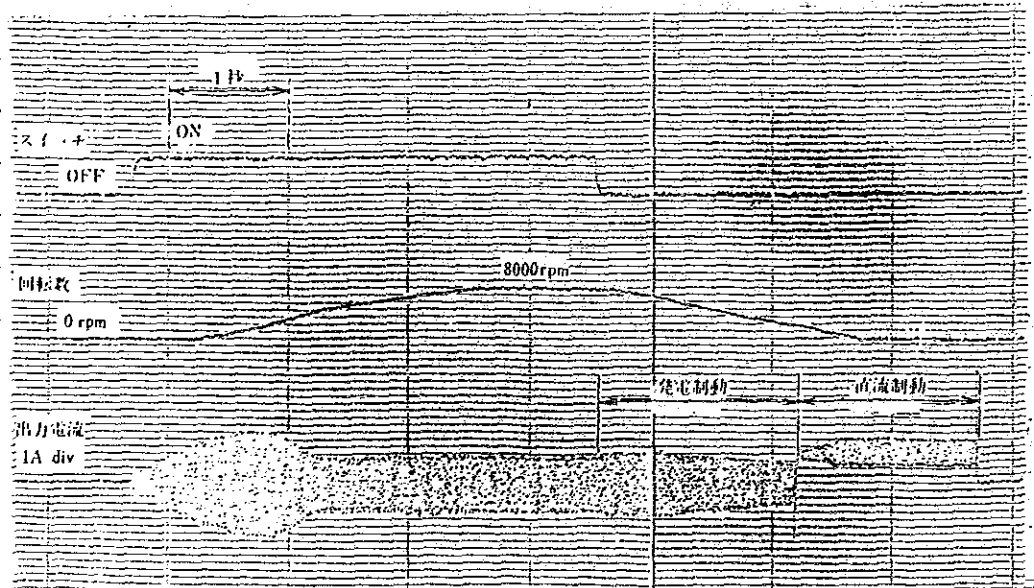


図3.2.1-17 加減速特性

d) 新型高周波グラインダーのトルク特性

定格は約100g・mであるが、グラインダー作業においては、重研削時 200%以上のトルクも必要となるため、大きなトルクが得られるようになっている。

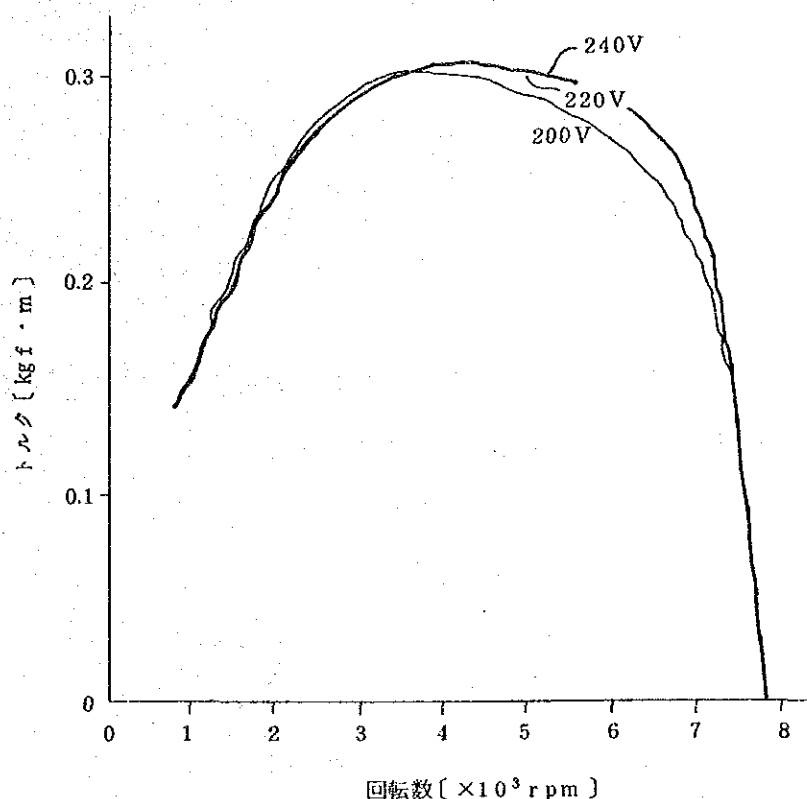


図3.2.1-18 トルク特性

e) 研削能力

高周波電源による誘導電動機と最高使用周速度 4800m/minの専用砥石の組み合わせにより、小さな押付力で高速重研削が可能である。

研削量は空圧式グラインダーに比べ、高周波グラインダーは抜群に高い。空圧式グラインダーは、押付力を上げると回転数が大巾に低下するが、高周波グラインダーは高周波駆動の誘導電動機を採用しているため、回転数がほとんど変わらず、この差が研削量の差となっている。この新型高周波グラインダーは、空圧式グラインダーの研削量の2～3倍に達する。

以下に新型高周波グラインダーによる研削比のデータを示す。

表3.2.1-2 研削比

といしの摩耗量 (g)	研削量 (g)	研削比	消費電力 (W)
60	640.5	10.68	1400

被研削材 : SS41
 押付力 : 4 kgf
 研削角度 : 15~30°
 研削時間 : 5分×2回×2人=20分
 といし : 日本レジポン製エッジレス A/WA24P 180φ×6mm

(5) 導入を検討すべき機械設備

研磨工程に導入する機械設備の台数は下記の通りである。

尚、これらの詳細仕様については設備の項で述べる。

表3.2.1-3

	機械・設備名称
1	自動研削盤 搬入、出用附带設備付
2	固定式グラインダー
3	懸重グラインダー 電動ホイス、ポジショナ ー等附带設備付き
4	高周波グラインダー 高周波電源装置 グラインダー(2種)

2) 鋳仕上げ工程の運搬、作業レイアウト

鋳造品の鋳込み後、製品は型ばらしをされて、砂落とし、切断、熱処理、スケール落とし、研り、グラインダー、溶接補修、最終仕上げ、検査など、いくつもの工程を経るが、途中製品に品質の問題が発生すると、一部の工程のくり返しを経ることになる。

これらを図式的に示すと次のように表わされる。

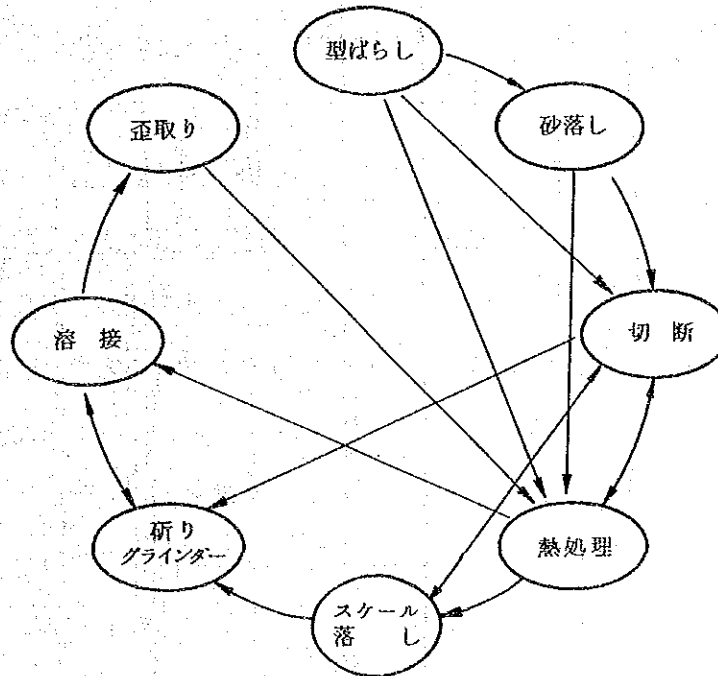


図3.2.1-19 鋳仕上げ工程関連図

上記図3.2.1-19は種々の材質についてその工程の関係を図式に示したものであるが、これからもわかるように鋳仕上げの工程は熱処理と密接な関係がある。

しかるに、現状の鋳仕上げ部門の設備の配置をみると、図3.2.1-20 現状の鋳仕上げ場のレイアウト、に示すように、熱処理炉が3ヶ所に遠くはなれていて、設置されており、その三角点を結ぶ中央部が鋳仕上げ場といった配置になっている。かかる現状は、多年の間に改造、拡張された結果で、止むを得ないものと考えるが、非常に不合理な配置になっている。一方、鋳仕上げ工場内も、クレーンがこの棟の端から端まで通しになっておらず中央で分断され、かつ作業場の中央にショットブラストが設置されていて、物の流れの一貫性がない。

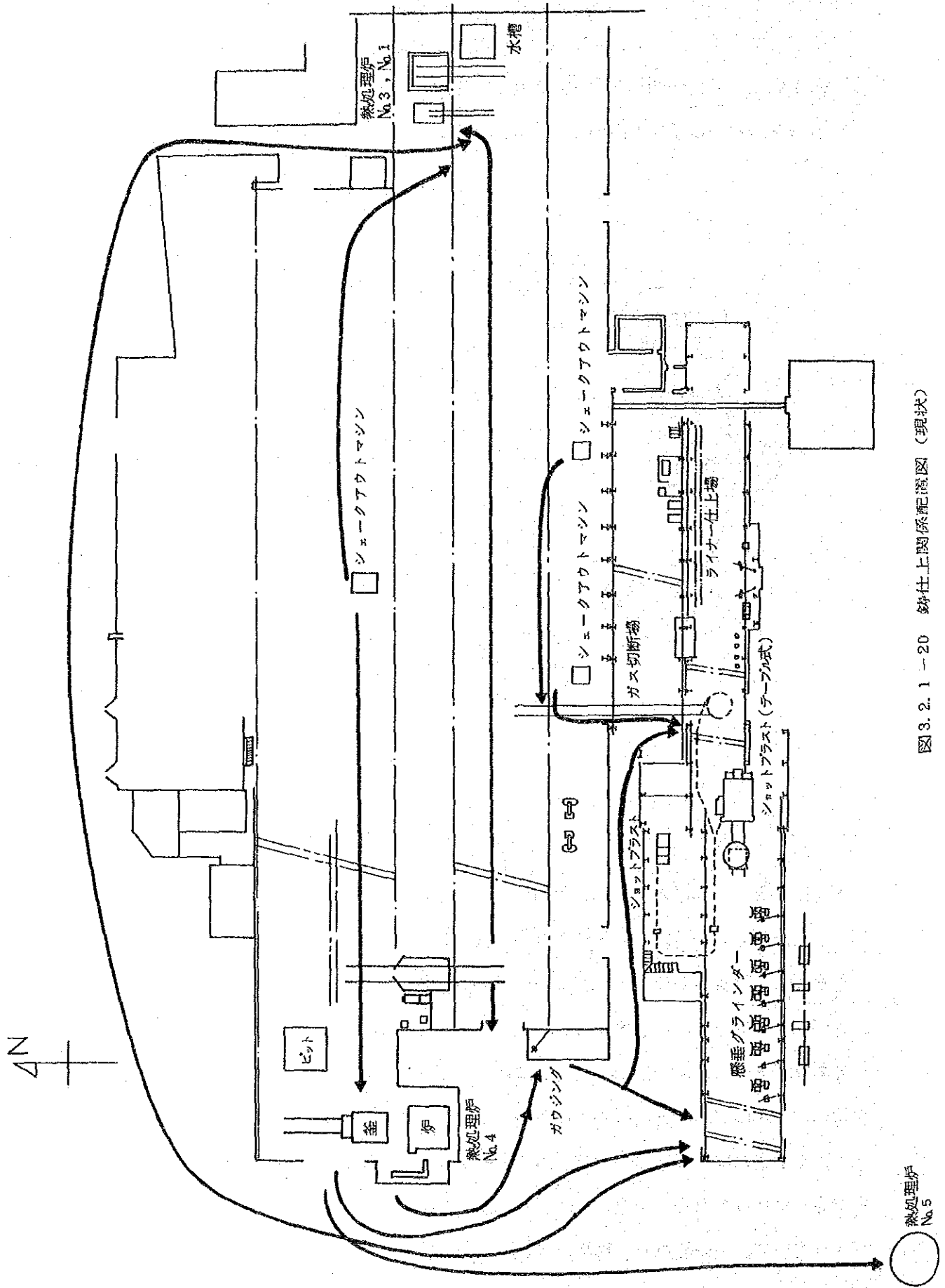


図3.2.1-20 鉄仕上関係配置図 (現状)

前述の熱処理炉については古いレンガ積み炉であるので移設するわけに行かず、場所をかえる場合は新設となろう。

したがって

- (1) No.1、No.3号熱処理炉は当面現状のままとするも、将来4号熱処理炉近くへ移設（新設）すべきである。
 - (2) 鋳仕上げ作業場は現在の懸垂グラインダーの棟を延長した形で建屋を一部改造し、クレーン、レールを棟通しに1本化すべきである。
 - (3) 鋳仕上げ場中央にあるテーブル式、ショットブラストは懸垂グラインダー入口近くの横に移設する。
 - (4) 現状の鋳仕上げ場のうち、ドラム式ショットブラスト、ガス切断場などのある造型場に隣接した場所は、恒久的な大きな設備を設置しないようにする。これは将来を考えた場合、この棟は機械込め造型ラインにするのが得策と考えるからである。
 - (5) 長期的に考えた場合、鋳仕上げ部門は熱処理も含めて全く別の場所に、一貫した設備配置の工場を計画してみることも必要である。
- 3) 鋳仕上げ研磨工程に影響を与える造型部門における配慮

鋳仕上げ部門の立場から見れば、鋳仕上げ作業時間は、製作される鋳造品の品質により大きく左右され、鋳仕上げ部門自身による自由度は少ない。それ故に前工程、特に造型鋳込み工程において決定される鋳物の品質が鋳仕上げ作業時間の多寡に対し決定的要素をもつことになる。例えば、鋳造品が押湯を必要としないで、消失模型のようなもので製作出来れば、極端な場合、鋳仕上げ作業はほとんど不必要となるであろう。しかしながら現実には、多大な労力を必要とするのが常である。鋳物を作るには、さまざまな工程を経て作られるが、各工程に於ては常に“次工程はお客様”という認識のもとに後工程に喜ばれるものを作るという心がけに徹することが必要である。

このような考え方から、造型部門に於ては、鋳仕上げ作業を考慮して次のような注意を払う必要がある。

- (1) 鋳ばりの出ない鋳物を作る。

鋳ばりは、鋳型の身切り面に於て、上型、下型の面が密着しない場合や、適切な浮力止めがなされていない場合、鋳型が浮上し、大きな鋳ばりが発生しやすい。

当工場における鋳込品をみると、湯道と製品の間が鋳ばりで連がっているものもあり、これらを改善してゆかなければならないが造型に関する基本的なことをもう

一度見直す必要がある。

a) 鋳型の見切り面をきちんと平らに作る。

このためには、模型は出来るだけ定盤付き模型にして、込めるべきである。定盤付きでない場合でも、精度のよい込め付け定盤を用意して身切り面をきちんと作る。

b) 込め上げ式で鋳型を身切る場合、込め上げ後、鋳型を身切り面ではなした後、ヘラなどで身切面をなでつけないよう、鋳物砂を均一に込めつけることが肝要である。

c) 中子用巾木のクリアランスを少なくする。

鋳仕上げ作業においては、中子用巾木のクリアランスに生じた鋳ばりを除去する作業時間は決して少ない。造型部門にとってみれば、中子用巾木に多少のクリアランスがあった方が作業しやすいので、安易にクリアランスを大きくしがちであるが、必要以上の巾木のクリアランスは直ちに模型を修正すべきである。又模型自体が古くなると、かなり精度が悪くなるので常に模型に関心を抱き管理すべきである。

(2) 鋳型のずれのないこと。

鋳型の上型、下型がずれると製品に型ずれ現象が発生し、これを修正するには、多大の鋳仕上げ工数を要し、又場合によっては廃却品となることもある。型ずれは特に研削盤による鋳仕上げに影響が大きいので、型ずれを最小限にするよう、よく管理しなければならない。

当工場に於ては、試作品ということであったが7mm位ずれている定盤込めの品物も見受けられた。これらは例外としてももっと精度を上げる努力が必要である。特に機械込め部品については常に注意すべきである。基本的には、

a) 試作段階で徹底的に型ずれのないように、模型、鋳棒などを調整する必要がある。“初め良ければ終り良し”で最初の試作段階で充分確認することが必要である。

b) 鋳棒の型合わせをピン、ブッシュで行う場合、これらの精度が大切である。これについては現状はほとんど管理されていない。これは定期的にチェックする必要がある。図3.2.1-21に鋳棒ピン及びブッシュのゲージ例を示す。

・ピンの寸法精度（径及び曲がりなど）

- 鑄棒のブッシュ穴径の精度
 - 鑄棒の長手方向ブッシュ間のセンター距離
- についてゲージを作成し、チェックする。

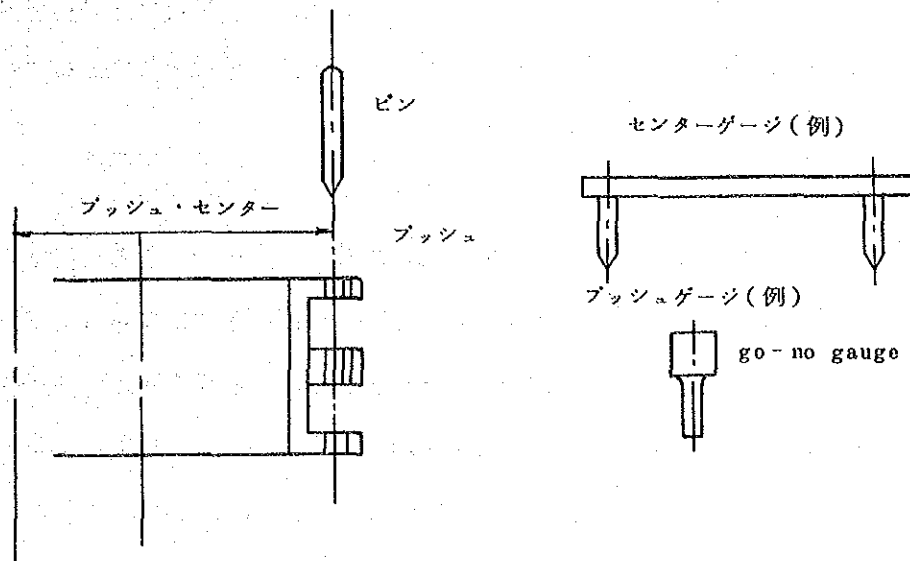


図3.2.1-21 鑄棒ピン及びブッシュのゲージ

- c) ピン合わせでない場合は、標準ダボを数種類作成してダボ合わせとする。

(3) 砂の鑄肌への焼きつきをなくすこと。

鑄肌面への砂の焼きつき、シンタリングはグラインダー除去では多大の工数を要し、砥石の摩耗量もはげしいので極力、砂の焼けつきのないものを作らなければならない。又押湯や堰前にこれらの砂の焼きつきがあると、ガス切断などは困難である。現状の品物はこれら砂の焼きつき、シンタリングがかなり見受けられる。

これらに対してはまず次のような基本的な事項をよく管理する必要がある。

- a) 鑄物砂に使われている珪砂の品質向上をはかる。
 現状のSiO₂成分86%近辺のものでは耐火性が不十分である。
- b) 鑄型の込めつけを行う際、ていねいに、均一に出来るだけ、硬く込めるよう心がける。砂が硬く込めつけられることによって溶湯のさし込みを出来るだけ防止する。
- c) 特に砂の差し込み、焼着を生じやすい場所はクロマイト砂を適用する。クロマイト砂はそれ自身焼結し、湯のさし込みを防止する効果がある。

d) ライナーの止めボルト穴中子などは全体が溶湯に囲まれ、かつ周囲の熱容量が大きいので、溶湯がさし込み易い。このような中子には、全面クロマイト砂を使用し、中子はきちんとしたものでなければならない。かどがくずれたり、つき固め不良のものなどは、使用しないよう管理をしっかりとしなければならない。中子表面の塗型材などではこれらの焼着、シタリングの防止は、ほとんど期待できないと考えた方がよいであろう。

(4) 押湯の位置が铸仕上げにくい位置にならないよう配慮すること。

铸銅製品の場合は、指向性凝固の関係から、余肉をつけざるを得ない場合が多いが、铸仕上げの面からみると、これを除去し、製品形状にならって整形するのが大変である。したがって、極力平面に押湯をつけるよう配慮すると共に、一部製品形状の輪かくを残して押湯を設けると整形しやすい。

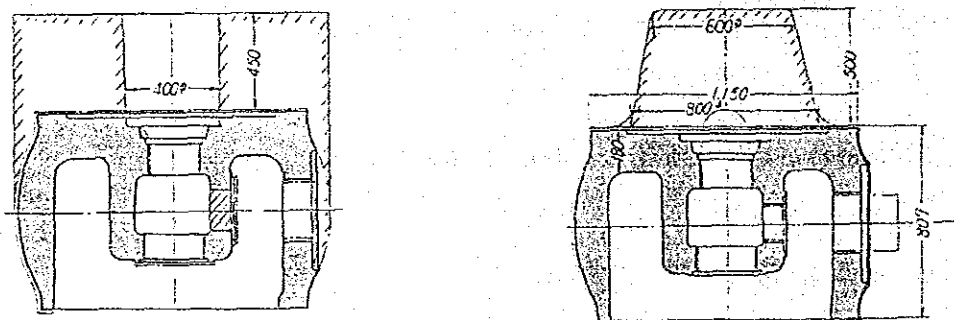


図3.2.1-22 押湯位置の変更

(5) 身切り面を決定する場合、铸仕上げのしやすいような工夫をする。

グラインダーで仕上げる場合は平面での铸仕上げが都合がよい。円筒状中子部などは巾木を設け、たて铸ばりにするとよい。例えばリング状のもので铸仕上げの面からみると、

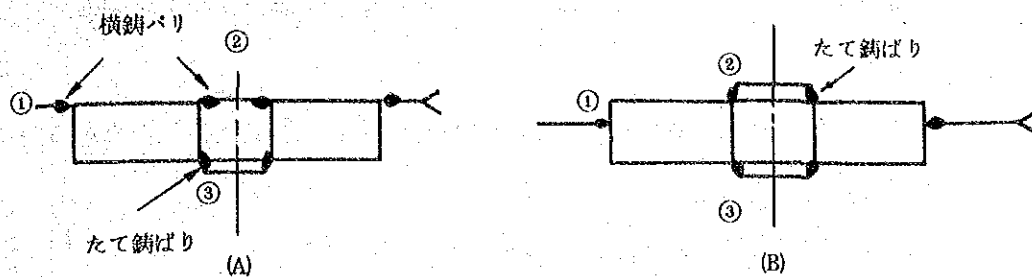


図3.2.1-23 鋳ばりの出し方の変更

(A) の場合は、中子の鋳バリ②が横に張り出しているのでグラインダー仕上げがやりにくい。又外周部もコーナー部に鋳バリが発生しているので除去しにくい。

(B) の場合は、中子の鋳バリは②、③共たて鋳バリであるので鋳仕上げがやりやすい。外周部は研削盤のような機械でも鋳バリを除去しやすい。

以上のいくつかの例の如く、前工程に於て、次工程をよく考慮した方策で鋳物が作られると、鋳仕上げが容易になる。これは自明の理であるが、これらについて関係者が現実をよく認識し、どのように改善してゆくか又管理してゆくかが大切である。そのためには作られる製品の品質が安定した目標の水準を保つようにしなければならない。したがって作業基準や、技術基準、検査基準などを確立し、誰れが作業を行っても同じ方法で一定の製品が作られるようにしなければならない。

現実的には、造型作業者は鋳込みが終れば“事足れり”というのではなく、生れてきた鋳物が充分意図したように満足すべきものであるか否か、型ばらし場、あるいは鋳仕上げ場でよく見る必要もあろう。

造型場の従業員に対し、教育の意味で一定期間鋳仕上げ作業をやらせてみると、少しの鋳バリ形状不良でも、その鋳仕上げ作業が大変なのが実感できるであろう。

又、鋳仕上げの人は、同じ品物でも鋳物の出来栄えによって、その鋳仕上げ工数は大きくちがうはずであり、異常に鋳仕上げ工数を要するものなどは、製品の品質状況を前工程にフィードバックし、改善させることを常に行なわなければならない。

4) 研磨工程前後の鋳仕上げ部門

グラインダー研磨工程以外の鋳仕上げ工程についても、現状の経験主義でなく、共通認識の技術基準や作業基準を確立し、技術の安定、保持、向上を図るべきである。

(1) 型ばらし作業

この工程は鋳造されたのち、鋳枠から鋳物を取り出す作業工程であるが、これらを行うための

- 型ばらし作業基準の整備が必要である。

型ばらしについては、型ばらし温度、型ばらしまでの放置時間（日数）の規定を明確にし、作業のやり方も指示されるものである。

鋳込後の鋳鋼品を空中放冷すると、鋳物の内外部の冷却速度差により、凝固収縮によって生じた内部応力は増大し、ついには破断又は変形を生じることがある。

特に炭素量が0.45%以上になると、破壊応力は一段と大きくなるため、鋳込後、鋳型内で30~60℃/H程度の冷却速度を保ちながら、徐冷されなければならない。この場合、凝固収縮により発生した内部応力は、その60%が除去されると言われている。

鋳型内冷却時間は、鋳物の形状、肉厚、材質及び外気温度等によって異なるが、通常、炭素量0.45%以下では本体温度 400℃以下、0.45%以上では 300℃以下まで鋳型内冷却を行なったのち型ばらしを行う。

特に複雑な形状で、内部応力の発生が大きいと判断される製品や、炭素量が高く、クローム等の割れ感受性に影響の大きい成分を有する製品については、製品の鋳型内実体温度測定をするなど慎重に措置がとられなければならない。

型ばらし作業中に、肌砂の一部、又は、全部が鋳物より、剝離することがあり、特にシェークアウトマシンによる場合、その傾向が強い。このため鋳物が局部的に冷却され、内部応力が増し、破壊、変形を生じることがある。

したがって、特に複雑な形状で、炭素当量の高い製品の場合や、外気と鋳物本体の温度差が大きい場合は、アスベスト布、あるいは盛砂などでおおい、外面の急冷をさけなければならない。特に亀裂感受性の高い鋳鋼品については、型ばらしの直後、あらかじめ 200℃以上に加熱した保持炉へ移し、50℃/H以下の速度で冷却する必要も出てくる。又型ばらし後の製品はきちんとした置き方をして、自重による変

形防止も考慮しなければならない。

以下に参考として鑄込後、製品の鑄型内放置日数に関する2～3の例を示す。これらの基準はあくまで自社製品のデータをつかみ決定されるべきものである。

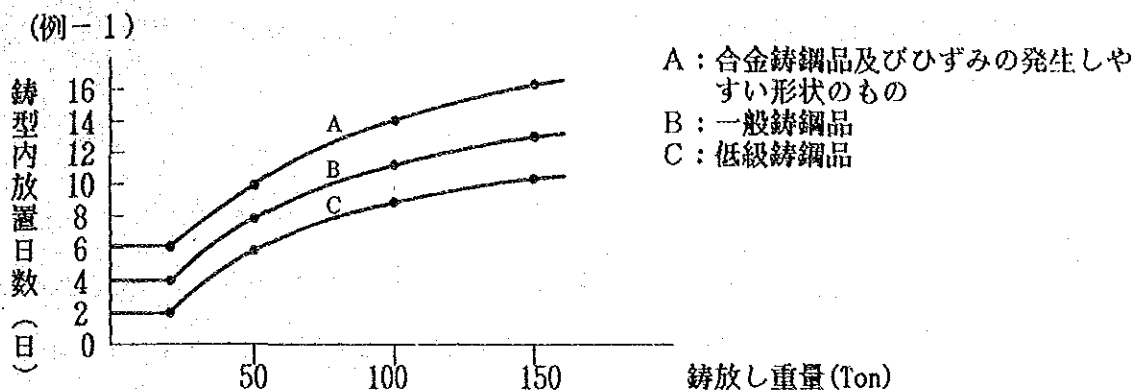


図3.2.1-24 鑄放し重量による鑄型内放置日数

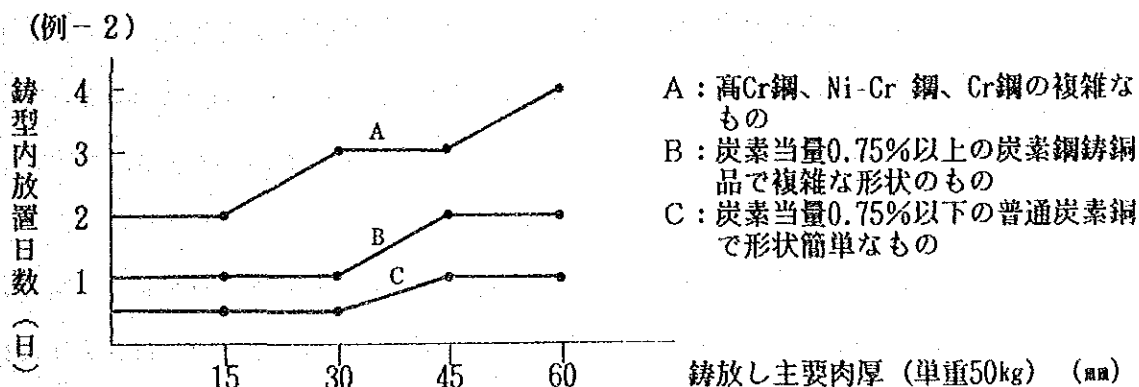


図3.2.1-25 鑄放し主要肉厚による鑄型内放置日数

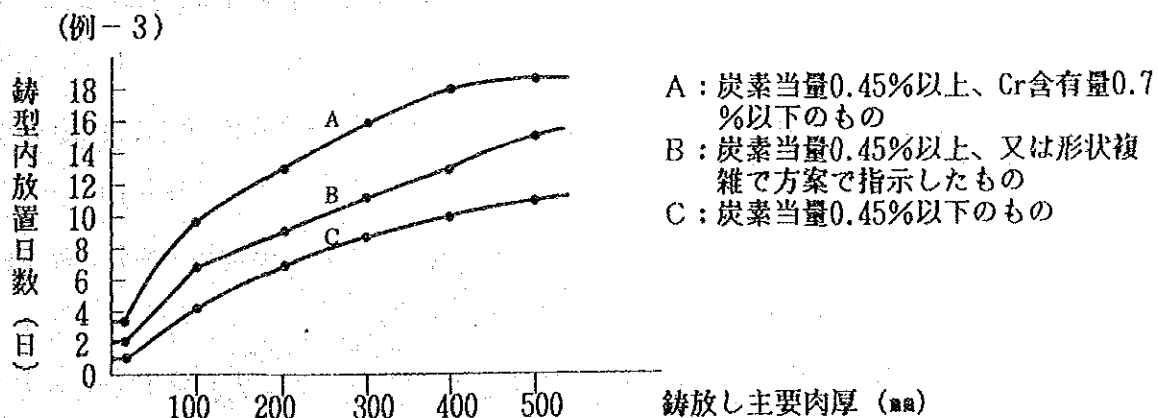


図3.2.1-26 鑄放し主要肉厚による鑄型内放置日数

2) 砂落とし

型ばらしの終了した鋳物から、鋳物砂をとり除く作業であり、この砂落とし作業も前述の型ばらし作業と同様、高温時に砂落としを行った場合、製品の内外面の冷却速度差により、大きい残留応力を生じたり、製品の変形、応力亀裂等の欠陥が起こりやすいので砂落とし時期、砂落とし後の養生に細心の注意が必要である。この砂落とし工程に於ても、

- ・砂落とし作業基準の整備が必要である。

この砂落としは、押湯、湯道、堰などの切断を容易にすると共に、熱処理時の均熱を図り、かつ、加熱、冷却に際して抵抗となる中子を取り除くことが主目的である。

これらの砂落とし時期に関しては、鋳込品の肉厚が厚く、複雑な中子を包み込んでいるような場合、砂落とし後の鋳物の内・外面の温度差は 300℃以上にも達する場合があります、従ってその収縮差も大きく、特に中子及び芯金が収縮に対して大きい抵抗となる場合は、内部応力の増加と相乗して、応力亀裂を起こす要因となる恐れがある。

砂落とし時の鋳物の温度は、その形状、肉厚、材質及び外気温度等によって、許容範囲が異なるが、通常、炭素当量0.45%以下は 300℃以下、炭素当量0.45%以上では 200℃以下で行われる。ただし小物の場合は、型ばらし後直ちに砂落とし工程に入り、ときには 500~600℃で行われることもある。

複雑な形状又は炭素当量0.70%以上の鋳鋼品で、やむを得ず 300℃以上で砂落としを行う場合は、砂落とし終了後、予め用意した加熱炉に入れ、直ちに焼鈍作業工程に入る等の処置をとる必要がある。

図3.2.1-27~28に砂落とし開始時の温度に関する参考例を示す。

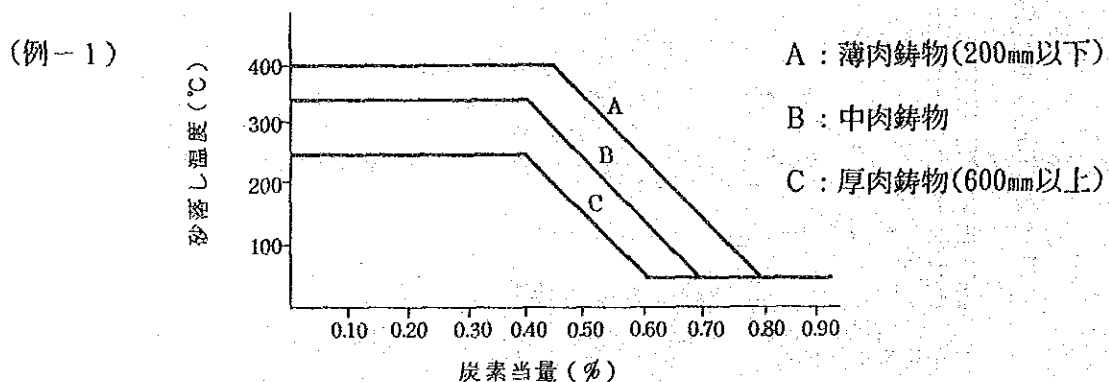
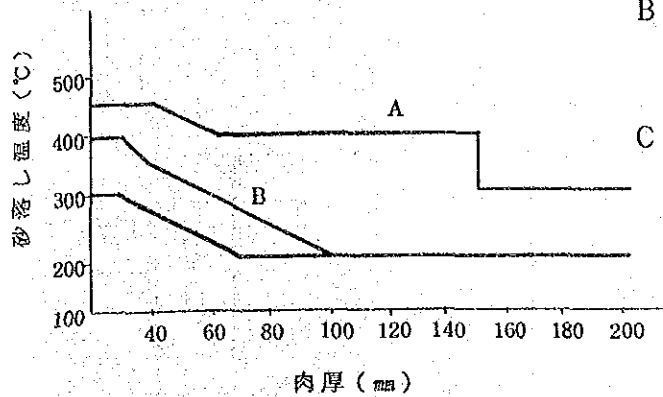


図3.2.1-27 鋳鋼品の炭素当量による砂落とし開始温度

(例-2)



- A : 普通铸钢品 (炭素当量0.46%以下)
- B : 高炭素铸钢品 (炭素当量0.45%以上
0.70%以下)
- C : 龟裂感受性の高い铸钢品 (炭素当量
0.70%以下、Cr0.70%以上)

図3.2.1-28 铸钢品の肉厚による砂落とし開始温度

・砂落とし作業の方法

砂落とし作業には、機械による方法と人力による方法がある。

当工場に於ては、シェークアウトマシンで型ぼらしが行われたのち、中子の砂などは人力により砂落としが行われ、この後ショットブラストによりクリーニングが行われている。当工場で作られる铸物製品が比較的単純な形であるのでこれらの方法で作業を進め得るが、更に合理的に行うには、次のような方法を考慮すると良い。

- ・ハンガブラストマシンの設置
- ・コアノックアウトマシン (テーブル式) の設置
- ・クレーンブラストマシンの設置

a) ハンガブラストマシン

当工場に於ては、現在テーブル式ショットブラストマシン (1台)、及びドラム式ショットブラストマシン (1台) がある。

このうちドラム式は直径 1,062mm、長さ 1,220mmであり、小物品のショットブラストに用いられている。しかし、このドラム式ではかなり大きな品物まで無理をして、処理されているが、これらのために新しいブラストマシンを設置すれば効率よく作業ができると考える。ターンテーブル式は铸物の表面、裏面と2度ショットをかける必要がある場合には、非効率である。この点ハンガブラストは、製品を吊り下げショットキャビネットを通過して、清浄されるので1回の通過で表、裏が清浄にされる。図3.2.1-29にハンガブラストの概略構造を示す。

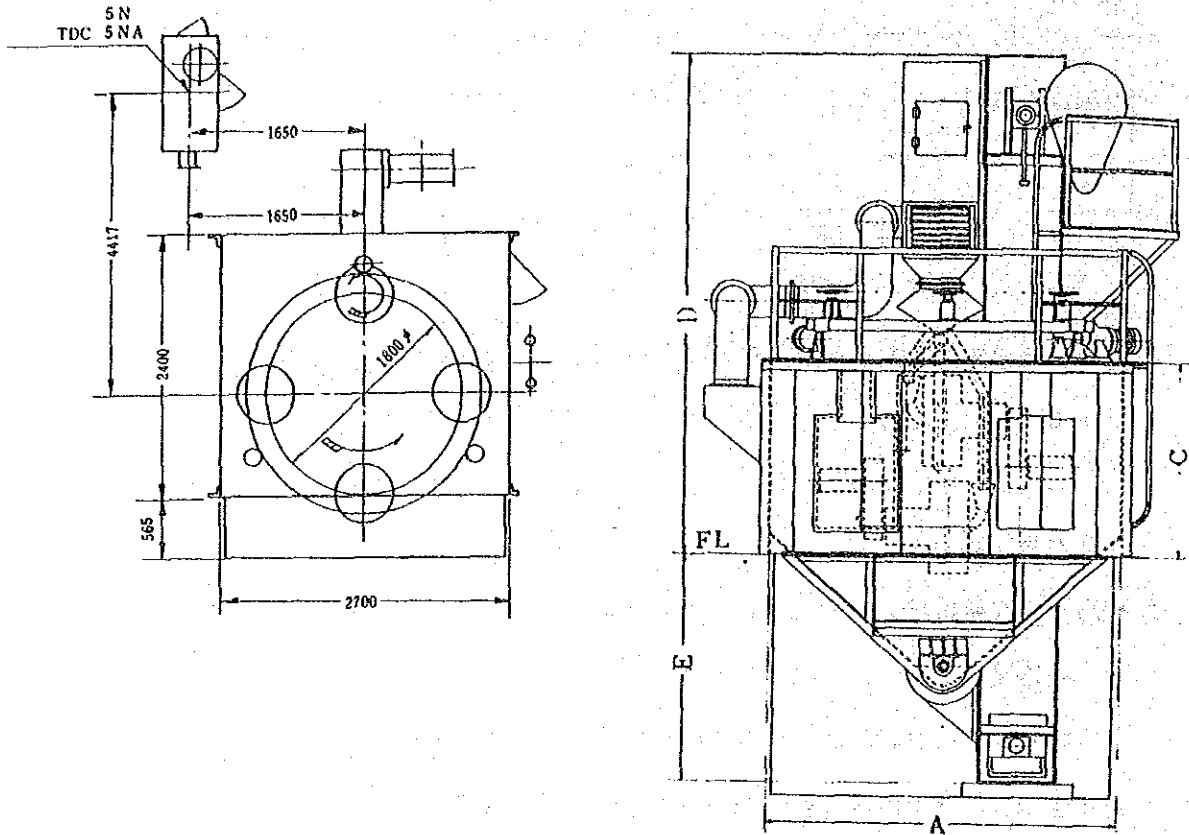


図 3. 2. 1 - 29 ハンガーブラスト

b) コアノックアウトマシン (テーブル式)

通常砂落とし用の機械としては、コアノックアウトマシン、あるいはハイドロブラストなどがある。しかしハイドロブラストは、水を使うので、砂処理や設備の保守などがめんどろな点もあり、比較的、コアノックアウトマシンが使われている。この機械はショットブラストの一種でショットと砂の分離装置がついており、作業能率は、手作業の砂落としにくらべて8~10倍が期待できる。普通のショットブラストマシンと違うところは、砂の回収が容易に自動的に行えることである。

処理可能温度は通常 300℃以下であるが、特殊耐熱コンベヤーを用いた場合、500℃程度でも処理できる。

図3.2.1-31にクレーンブラストの概略構造を示す。

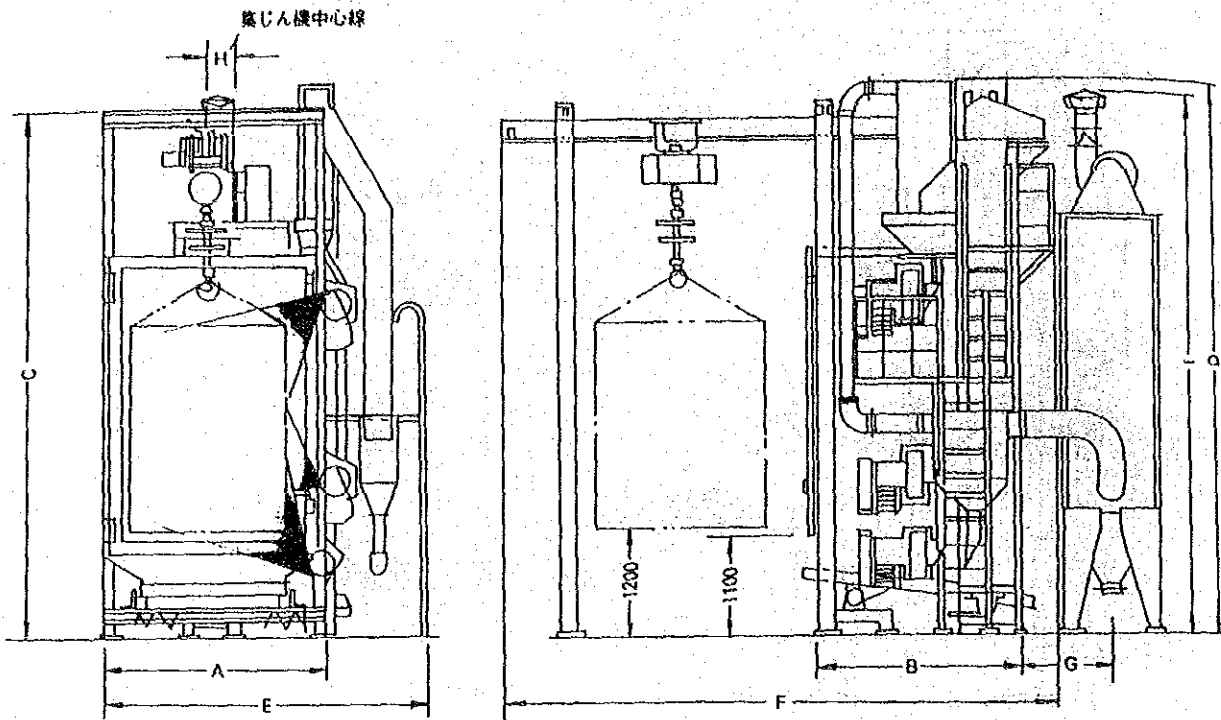


図3.2.1-31 クレーンブラストマシン

以上これらの設備については有効ではあるものの、現状の生産計画では量的、又経済的に引き合わないと考えるので検討にとどめるが将来を考えて、たえず研究してゆく必要はあろう。

(3) 切断作業

鋳鋼品の押湯、湯道、堰等は、通常ガス切断法により除去されるが、特殊な材質については、特殊切断法が用いられる。当工場は特殊材質が多いため、その切断方法や、予熱、後熱などに注意する必要がある。従ってこの工程に於ても

- 切断作業基準の整備が必要である。

ガス切断又はアーク切断に於ては、切断部を急熱、急冷するため、切断面は、焼入れ組織を呈し、鋳放し状態に於ける残留応力に切断時の応力が加わって、亀裂を生じる恐れが多いため、予熱するか、事前焼鈍を行うことが必要である。

炭素当量0.45%以下で、切断面直径 500mm以下の場合は、鋳放し状態で、冷間ガス切断が許されるが、炭素当量0.45%以上又は、切断面直径 500mm以上の場合は、最少限 150℃以上の予熱状態で切断することが望ましい。

更に低合金鋳鋼品については、炭素当量0.60%以上で、特にCr, V, Mo, 等、焼入硬化性の高い合金を含むものは、切断前に十分な拡散焼鈍を行い、初晶の結晶粒界に鋳放し状態で析出した炭化物を拡散することによって、切断時のぜい化を防ぐと共に、200℃以上の予熱の下で切断することが望ましい。

又、切断面の急冷は、内部応力を増大し、亀裂破壊を発生する要因となるので、特に炭素当量が高く、切断直径が大きい場合は、アスベスト布や、わら灰などで切断面を覆い、冷却速度を 100℃/H以下にして急冷を防ぐことが望ましい。炭素当量 0.6%以上で、肉厚 300mm以上のもの、又は熱亀裂感受性の高い合金鋼鋳鋼品については、切断後直ちに予め用意された熱処理炉に入れ、応力除去焼鈍の工程に入ることが必要である。

- 高マンガン鋼鋳鋼品の切断

高マンガン鋼鋳鋼品の切断は、普通ガス切断法で行うが、焼入れ（水じん）を行い、完全オーステナイト化された状態で切断される。この場合も、切断面の熱影響を防止するため、切断後直ちに水冷することが望ましい。

やむを得ず熱処理前に切断する場合は、製品面より最少50mm離して切断し、切断時の微小亀裂が製品に及ばないようにすることが必要である。

- ステンレス鋼鋳鋼品の切断

ステンレス鋼鋳鋼品の切断は、普通ガス切断法では非常に困難である。これはステ

ステンレス鋼中のCr酸化物Cr₂O₃が母材よりも、はるかに高融点であり、これらの粘いスラグが切断面を覆って、酸素と母材との反応を防げるからである。

このような場合には表3.2.1-4に示すような特殊切断法が用いられる。

表3.2.1-4 特殊切断法

切 断 方 法	内 容
粉 末 切 断	鉄粉と酸素の燃焼熱を利用し、切断部を溶解切断する。切断巾は3～4mmでガス切断と大差がない。
アーク切断	カーボン又は鋼線を電極とし、比較的高電流のアーキで母材を溶解する。切断面が粗く、切断ロスも大きい。
プラズマジェット	非消耗電極の回りに水冷銅合金ノズルを配し、両者間にアークを発生させ、その間に適当なガスを送り込むと加熱された高温ガスは、狭いノズル穴より高速で噴出し、プラズマジェットとなる。切断速度も速く切断面も美しい。
フラックス切断	ステンレス鋼の切断を主目的としたもので、切断酸素をそのまま媒介として耐酸化性の炭酸ソーダ、重炭酸ソーダを主成分としたフラックス粉末を送給して、高融点の酸化クロムを溶解して、流動性のよいアルカリ塩に変える効果を利用したものである。25mm厚さで230mm/分、100mm厚さで130mm/分の切断速度が得られる。
カッティンググラインダー	高速回転する3～5mm厚さのレジシン系砥石を用い研削切断を行なう。切断面が平滑で、母材の材質いかなを問わない。又、切断面の熱影響も極めて少ない。切断径巾は砥石の最大径によって制限され、現状では250mm程度が最大とされている。

これらの切断方法のうち一般には、粉末切断法、カッティンググラインダー法などが使われている。

以下に参考として押湯切断時の本体温度の例を図3.2.1-32及び表3.2.1-5に示す。

(例-1)

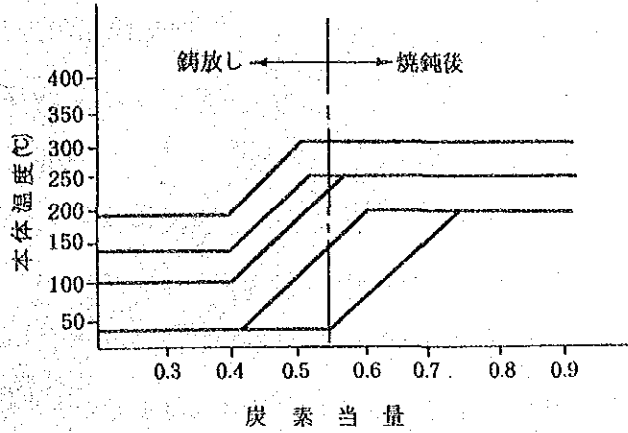


図3.2.1-32 炭素当量による押湯直径による押湯切断時の本体温度

表3.2.1-5 鋼種及び押湯直径による押湯切断時の本体温度

(例-2)

材 質	炭素当量 (%)	押湯直径 (mm)			
		800以下	800~1000	1000~1300	1300以上
SC42	0.50 以下	800以下	常温切断		1300以上
SC46			熱間切断		
SC49			熱間切断		
SCW			熱間切断		
SCMn1			熱間切断		
SCC3	0.50	800以下	熱間切断		1300以上
SCMn2	~0.55		熱間切断		
SCC5	0.55 以上	800以下	熱処理後切断		1300以上
SCMn3			熱処理後切断		
SCCrM2			熱処理後切断		
他					

注：SC42, 46, 49…炭素鋼 SCW…溶接構造用鉄鋼品 SCMn1, 2, 3…低Mn鉄鋼品

SCC3, 5…高強度炭素鋼鉄鋼品 SCCrMz…Mn-Cr-Mo鋼鉄鋼品

・ 鋳鉄品の押湯除去

鋳鉄品の押湯は衝撃によって折ることが可能であるが、押湯断面が大きくなると、大型のハンマーを使わねばならず、必要な労力が大きくなる。これらの押湯除去法にはハンマーや振り子式突き棒、重すい落下式、グラインダー、ノコ切断、油圧、空圧方式など各種の方法が試みられている。これらの除去を機械化しようとする場合、同一形状の品物が多量に流れていれば比較的容易に出来る。これはいわゆる専用機である。事実、自動車鋳物部品など、多量生産の鋳物に対しては、専用機が開発され自動化されている。多種少量生産用でも押湯ネック部がφ70mm位までのものを折るポータブルタイプのもが開発されているが、当工場に於けるライナーのようにφ100mm～φ120 mmのものは無理である。従って現状では、ハンマーによる破断作業は、やむを得ないと考えるが、一方では

- ・ 極力押湯ネック部を小さくするように努める。

(鋳鉄用発熱スリーブの併用)

- ・ 押湯の断面形状を矩形に近い形状にし折れやすくする。

などを考慮してみる必要はあろう。

以下にポータブル押湯折機の例を示す。

これは空圧により 24Tonの衝撃力を持つものであるが、ダクタイル鋳鉄の押湯の例では押湯φ250mm、ネック部面積4,000mm²まで折る能力がある。

図3.2.1-33



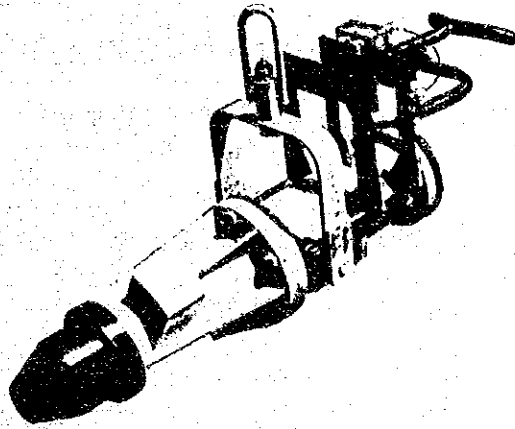


図3.2.1-34

(4) 整品作業

製作図面に要求される鑄放し寸法に応じた状態に製品を整える作業であり、これらを行うために、研り作業、グラインダー作業がある。これらの作業には、製品に応じた、治工具、機械、砥石の選定のほか、特に安全面を考慮した、整品作業基準を作成する必要がある。又整品作業は必要最少限に止めるべきであり、このためには、製品に要求される鑄肌粗さ基準や鑄放し寸法基準が明確にされていなければならない。

鑄鉄品の研り作業はアークエアーガウジングやスカーフィングチップング等によって行われる。

ガウジング及びスカーフィングについては、研り部への熱影響を伴うため、炭素当量の高い材質(0.6%以上)については、研り面の硬化と微小亀裂の発生に注意する必要がある。

原則として、スカーフィングした場合は2mm以上、ガウジングした場合は、1mm以上をチップアウト又はグラインダーで再加工し、熱影響部を除去する必要がある。

アークエアーガウジング作業は直流電源を極性とし、銅又はアルミニウム被覆のカーボン電極と製品間にアークを発生させ、金属を溶解させながら、電極に沿って噴射する高速空気噴流により溶解金属を吹き飛ばす方法である。ガウジング時の母材に及ぼす熱影響は少なく最大1.5mm程度である。溶接補修のため本法を施行した場合は必ずグラインダーで0.5mm~1.0mm程度表層を除去する必要がある。

炭素当量0.6%以上の鋼種については、ガウジング面を1mm程度グラインダーで除去するか、応力除去焼鈍を行う。又、炭素当量0.8%以上、又はCr, Mo等の亀裂感受

性の高い鋼種については、ガウジングに際し、母材を 150°C以上 に予熱する必要がある。

参考としてアークエアガウジングの作業条件を表3.2.1-6に示す。

表3.2.1-6 アークエアガウジングの作業条件

カーボン寸法 (mm)		銅被覆	使用電流 (A)	ガウジング速度 (m/mm)	溝の深さ (mm)	
直径	長さ				深さ	巾
5.0	305	有	100~200	900~1200	3~4	7~9
6.5	305	有	200~350	900~1200	4~5	9~11
8.0	305	有	350~400	700~1000	5~6	10~12
9.0	305	有	300~450	400~700	6~7	11~13
11.0	305	有	400~550	300~400	8~9	13~15
13.0	305	有	450~600	200~300	9~10	15~17

スカーフィング作業はガス切断と同様、酸素-LPG 焔で予熱した面を、特殊溶断トーチにより高圧酸素を母材とほぼ平行に噴射し、熔融金属を飛ばす方法である。これはアークエアガウジングに比べ、熱影響が大きく、研り部は焼入れ硬化層を生じ、その深さは2~4mm程度とされている。スカーフィングによる研り跡は、グラインダーで硬化層を取り除くか、又は応力除去焼鈍を施さなければならない。特に炭素当量の0.6%以上の鋳鋼品に対しては、母材の予熱(150°C以上)及び研り後の応力除去焼鈍が必要である。

参考として手動スカーフィングの作業条件を表3.2.1-7に示す。

表3.2.1-7 手動スカーフィングの作業条件

研り巾 (mm)	火口径 (mm)	火口角度 (度)	研削速度	研圧(kg/cm ²)		研消費量(m ³ /h)	
			(m/min)	酸素	アセトン	酸素	アセトン
8~10	3.3	25~30	300~450	1.75	0.49	5.7~6.1	2.1~2.2
11~13	4.3	25~30	400~610	1.75	0.49	7.8~8.4	2.3~2.4
14~16	5.6	25~30	500~810	1.75	1.00	10.6~11.3	2.5~2.9

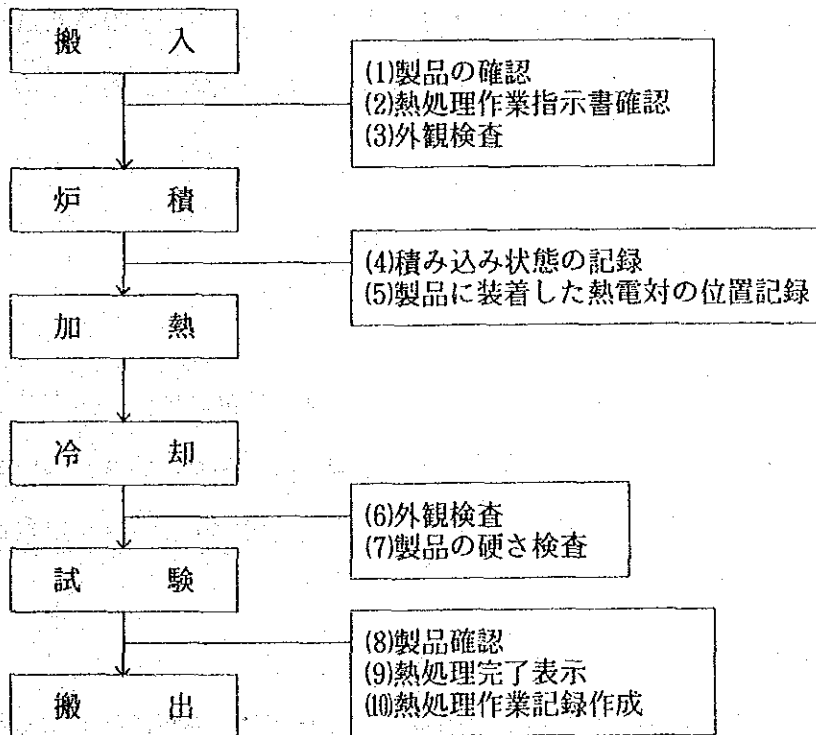
尚整品作業のうちグラインダー研磨については冒頭にふれているので省略する。

(5) 熱処理作業

熱処理と他の技術に比べて理論的であり、冶金学的に基礎的なことはかなり解明されており、熱処理の条件もほとんど明らかになっている。しかし実際の操業では、かなりのバラツキがある。これは結果的に、必要な基本条件が守られていないか、あるいは管理限界にないために生じることが多い。従って本稿においては、どのような点についてきちんと管理すべきかについて述べる。

・熱処理操業手順

鋳鋼品の熱処理は一般的な次のようなフローで行われる。



・熱処理を行うにあたって管理すべき事項は次の通りである。

(1) 製品の確認

工程管理の担当者が、溶解番号、あるいは製品番号、更には顧客名、その他を製品にマーキングして、識別しやすいようにする。熱処理係りはこれを見て製品を確認する。

(2) 熱処理作業指示書

熱処理作業指示書を発行し、現場作業に対する指示を明瞭にしておくことが望ましい。表3.2.1-8に指示書の例を示す。

(3) 外観検査

製品の表面に引け、割れ、のろかみ、焼着など熱処理に不都合な鑄造欠陥のないことを確認しておく。

(4) 積み込み状態の記録

熱処理不良の解析のためにも、製品と炉床、炉壁からの距離を計ったり、積み込み図などを記録し、積み込み状態がわかるようにしておくのが好ましい。

(5) 製品に装着した熱電対の位置記録

重要な製品では、温度コントロールを行うのに、熱電対を炉の雰囲気ばかりでなく、製品に装着し、更に製品のどの位置に装着したかを記録しておくことが望ましい。

(6) 外観検査

熱処理後に割れや変形がないかについて調べる。

(7) 製品の硬さ

熱処理後の製品の硬さをショア硬度計及び他の硬度計により測定し、その硬さ及び試験片の硬さが、仕様を満足することを確認しておく。硬さについては仕様がない場合でも、引張り強さを硬さに換算し、作業結果のチェックが出来るようにしておくことが望ましい。

(8) 製品確認

熱処理された製品の確認及び熱処理前のマーキングの不明になったものの再マーキングを行い、次工程での混乱を防ぐ。

(9) 熱処理完了表示

熱処理が完了し、仕様を満足したことを確認したのちに、製品に完了した旨のマ

ーキングを行う。

(10) 熱処理作業記録

熱処理を行ったときの作業記録を取っておくことが望ましい。これは顧客に対する品質保証は同時に、熱処理管理上も必要なことである。参考として表3.2.1-9にその例を示す。

これらの熱処理に使われる諸設備についてもよく管理された状態で作業を行うことが大切である。

特に熱電対及び計器の定期点検を必ず実施すべきである。熱電対は公的機関における試験成績表付きの標準器を使用し、精度の管理基準を作成し、定期的に機能精度を確認しておく必要がある。

表3.2.1-9 熱処理作業記録表

熱 処 理 作 業 記 録	
1) 納 先 Customer	
2) 品 名 Item	
3) 作 業 規 格 Procedure and Rev. Number	
4) Heat Number	
5) 材質規格, 鋼 種 Material Spec. and Grade	
6) 作 業 年 月 日 Date	
7) 使 用 炉 Furnace Used	
8) 積 載 状 況 Loading Sketch	
9) 温 度 記 録 Temperature Record	
10) 焼入法又は冷却速度 Quenching Method or Cooling Rate	
11) 硬 さ 測 定 結 果 Hardness	
12) 承 認 Approval	
13) 顧 客 承 認 Customer Approval	

当工場に於ける熱処理炉はNo.4号炉を除いて、これらの温度計測装置が貧弱である。1号、3号炉は温度計測が1点計測であり、温度記録も残されるようになっていない。これでは、どんなに立派な基準があり、適切な熱処理温度指示があっても、実際操業に於ては、その指示が確実に遂行されたかどうかは疑問の余地がある。熱処理は温度管理が生命であり、これに必要な装置、設備はきちんと整備すべきである。

従って温度計測装置は新しいものに変えるべきで少なくとも6点指示の自動記録温度計を設置すべきである。

又、これらの操業後、記録された熱処理曲線図には、熱処理月日、部品名、材質、溶解Noなどを直接書き込み、熱処理作業記録と共に、保管しておくべきである。

(6) 溶接補修

鋳鉄品は、その製造過程において、多くの要因により多かれ少なかれ、欠陥の発生をまぬがれ得ない。一般にその鋳鉄品の用途に応じ、溶接補修することは許されている。しかし、誤った溶接施行法がとられた場合、使用上非常に危険な状態を生じる場合も起こり得るので、溶接補修に際しては常に種々の補修条件を考慮した上で慎重に施行する必要がある。

溶接補修については、溶接補修の基準を作成しておく必要がある。これらは鋳鋼品の需要先によっても違うが、製造者としては、少なくとも下記条項について受注前に取り決めおく必要がある。

- a) 欠陥確認方法（浸透探傷試験、磁粉探傷試験、超音波探傷試験、放射線透過試験など）
- b) 補修を要する欠陥の等級（ASTMなどの基準に準じて）
- c) 欠陥除去法
- d) 溶接施行法（溶接者資格、溶接法、溶接棒など）
- e) 補修後の検査法
- f) 補修後の熱処理法

これらをきちんとし、基準通りに行うべきである。

溶接補修では、溶接部の欠陥がきれいに切り切れているかが大切であり、又溶接にあたっては材質に応じて予熱が必要である。溶接棒は、その選定と共に溶接棒の吸湿防止の管理が大切である。溶接部は残留応力が残留でこの応力除去も考慮に入れる必要がある。

溶接を行うと、溶接補修による母材の熱影響により、溶接部の2番組織は硬化を起し、更に溶着金属の凝固収縮及び固体収縮による応力により、亀裂を生じやすい。これを防止するため、母材を予め一定温度以上に予熱することにより、溶接部の急冷を防ぎ、亀裂を生じないようにするわけである。

通常炭素当量0.40%以上の鉄鋼品では150°C以上、CrやMoなどを含む鋼については200°C以上の予熱が必要である。溶接部の予熱は通常溶接部巾の4倍以上の範囲を行うことが原則であり、特殊形状、あるいは特殊材質の製品で、溶接時の亀裂感受性の高いものについては熱処理炉、あるいは適当な方法で200°C以上に予熱する。

溶接後における残留応力除去には通常A、変態点(550~650°C)に加熱し炉中冷却を行う方法がとられる。又、全体加熱でなく部分応力除去法がとられることもある。この方法は、酸素-LPGバーナーなどを熱源として溶接部を550~650°Cに昇温し、補修深さ25mmにつき30分以上保持したあと、100°C/H以下で除冷する。この場合加熱範囲は通常、溶接部端より250mm、又は溶着金属長径の4倍以上を目安とする。図3.2.1-35に保持温度による残留応力の変化を示す。

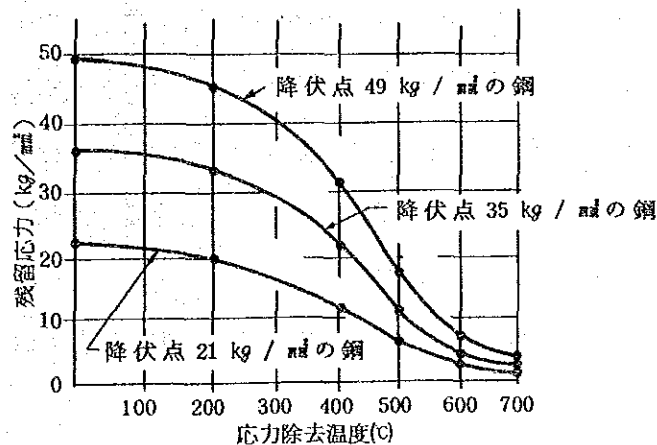


図3.2.1-35 保持温度による残留応力の変化

尚、鉄鋼品に使われる溶接棒は、普通鉄鋼品、低合金鉄鋼品、高合金鋼鉄鋼品の補修に際して、それぞれの材質に適した溶接棒を選定する。その際、溶接棒は、その溶着金属が母材は同一成分であることが望ましいが、通常溶接性を考慮し、母材の機械的性質に合ったものが用いられる。

各種鉄鋼品の補修溶接に適した溶接棒について、表3.2.1-10にその参考例を示す。

表3.2.1-10 鋳鋼品の鋼種と使用溶接棒

鋼 種	溶 接 棒 (JIS)
SC 37	D4301,D4303,D4311,D4313
SC 42	D4316,D4324,D4326,D4327 D4340
SC 46	D5000,D5001,D5003,D5016
SC 49	D5026,D5300,D5316,D5326
SCMn 1A	D5300,D5316,D5816,D5826
SCMn 2A	DK5616,DK5618
SCMn 3A, 5A	DK6316,DK6318
SCPL 21	DL5016-2,DL5018-2,DK5026-2
SCPL 22	DL5016-3,DL5018-3
SCPL11, SCPH11	DT1216
SCPL21, 22	DT2315,DT2313,DT2316,DT2318
SCPH23, 32	DT2316,DT2318,DT2415,DT2416
SCPH61	DT2516
SCMnH1~ SCMnH21	DFMA-B, DFMB-B, DFMC-B DFMD-B, DFME-B
SCS1, 2	D410,D309Mo
SCS11~19	D308,D308L,D316,D316L D309,D309Mo,D316CuL
SCS20~30	D316CuL,D347,D309Mo
SCS24	D430

注:

D…軟鋼・高張力鋼

DT…耐熱鋼

DL…低温鋼

DF…耐塵耗

D□□□…ステンレス鋼

適切な溶接棒が選択され、溶接が適切に行われても、溶接棒の管理が悪ければ、よい結果は得られない。

被覆溶接棒の場合、その被覆剤は空気中の水分を吸収しやすく、これが溶接中に分解し、溶接金属中に水分を吸収する原因となり、ビード下割れ、ピンホール等の欠陥を生じるため、溶接前に、必要かつ十分な乾燥を行わなければならない。特に低水素系溶接棒の吸湿性は、大気中の湿度に関係し放置時間に比例して増加するため、乾燥後に於ても常に十分管理する必要がある。

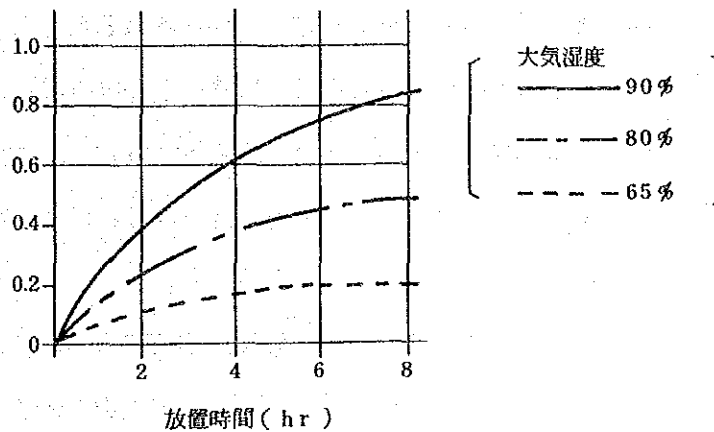
当工場はこれらの管理が十分なされていない。溶接棒の乾燥室を作りコントロールする必要がある。

以下に参考として表3.2.1-11に各種被覆溶接棒の乾燥温度を、図3.2.1-36に低水素系溶接棒の放置時間と吸湿の関係のグラフを示す。

表3.2.1-11 各種被覆溶接棒乾燥温度

鋼種別	軟鋼用		高張力鋼用		低合金鋼用		ステンレス鋼用
	記号	乾燥温度 (°C)	記号	乾燥温度 (°C)	記号	乾燥温度 (°C)	乾燥温度 (°C)
別度	D-4316	250~300	D-5016	300~350	D-2315	300~350	200~250
	D-4316 (高力)	385~415	D-5816	350~400	D-2316	300~350	
			その他	385~455			
	D-4301	80~120	D-5003	80~120			

図3.2.1-36 低水素系溶接棒の放置時間と吸湿の関係



3.2.2 製缶工場の溶接工程

1) 近代化の為の新技术の採用について

製缶工場の溶接工程の近代化を策定するに当たって、その基本的な目的を述べる。

(1) 生産性の向上－溶接能率の向上

： 溶着速度の向上－大電流化、溶着効率の向上

： アーク発生率の向上－アークの連続化、アイドルタイムの減少、1人で複数台使用

： 開先断面積の減少

(2) 溶接部品質の向上

(3) 脱技能

(4) 作業環境の改善

これら(1)～(2)の目的を達成するためには、一般的に手溶接→半自動溶接化→自動溶接化→完全自動溶接化（ロボット化）の順で合理化される。

製缶工場の技術水準は手溶接主体、一部半自動溶接化の段階にある。この工場をより近代的な工場にするには、完全自動溶接化（ロボット化）が理想である。しかし完全自動溶接化するに当たっては、下記2点を満足しなければならない。

： 同じ物あるいは同じような物が大量にあること。

： 適用される溶接技術が被溶接物の溶接条件に十分耐えられること。

製缶工場の場合一般溶接構造物は前述のごとく、坑道を支えるアーチを除くと定常的な物はない。アーチもその大きさに比べ溶接量が少なく、高額な投資に耐えられない。溶接肉盛り補修品はある程度同一種類の繰返し作業になり、完全自動化の対象物となりやすい環境にある。しかしその溶接は多層盛りでかつ一部全姿勢を要求されるため、現在の技術では未だ安定しているとはいえない。

世界的に見て溶接のロボット化は、自動車工業を中心にスポット溶接分野では大幅な進歩を遂げているが、未だアーク溶接分野では被溶接物が小さく（1Ton未満）、同一種類の物が大量に溶接される場合に限られている。

以上の状況から当製缶工場の近代化は手溶接を全面的に廃止して（作業環境、被溶接物の材質により極少量のみ手溶接は残る）、半自動溶接を大幅に採用し更に可能であれば自動化を狙う。但し技術の進歩は速く、近い将来ロボット化は可能になるであろう。

地理的にチリ共和国は南半球にあり、技術の進歩の中心である日本、アメリカ、ヨーロッパから速く離れているが工作工場の技術部門はアンテナを高くして、溶接技術、ロボット技術の進歩に関心を持っていなければならない。又将来のロボット化を考えた上で、今回の投資を決定してゆき2重投資にならないような配慮をすべきである。

2) 半自動溶接の現状

製缶工場における溶接工程の生産性を見ると、手溶接で0.45kg/H（溶接工1H当り0.45kgの溶接材料を使用している）に対し半自動溶接では1.75kg/Hとなる。単純に比較すると半自動溶接は手溶接の約4倍の生産性を示している。当然のことながら前項でも述べた如く、極力手溶接から半自動あるいは自動溶接に切替える必要がある。しかるに当工場の場合は薄板に一部MIG溶接を（年間使用溶接材料はわずかに300kgにすぎない）使用している他は、下向きの肉盛り溶接（主に取鍋、プレーキドラム等）にオープンアークタイプのCO₂自動あるいは半自動溶接を使用しているに過ぎない。しかしオープンアークタイプの場合屋外作業で風のある環境でも溶接は出来るが

：下向き以外の溶接姿勢では作業性に問題がある。

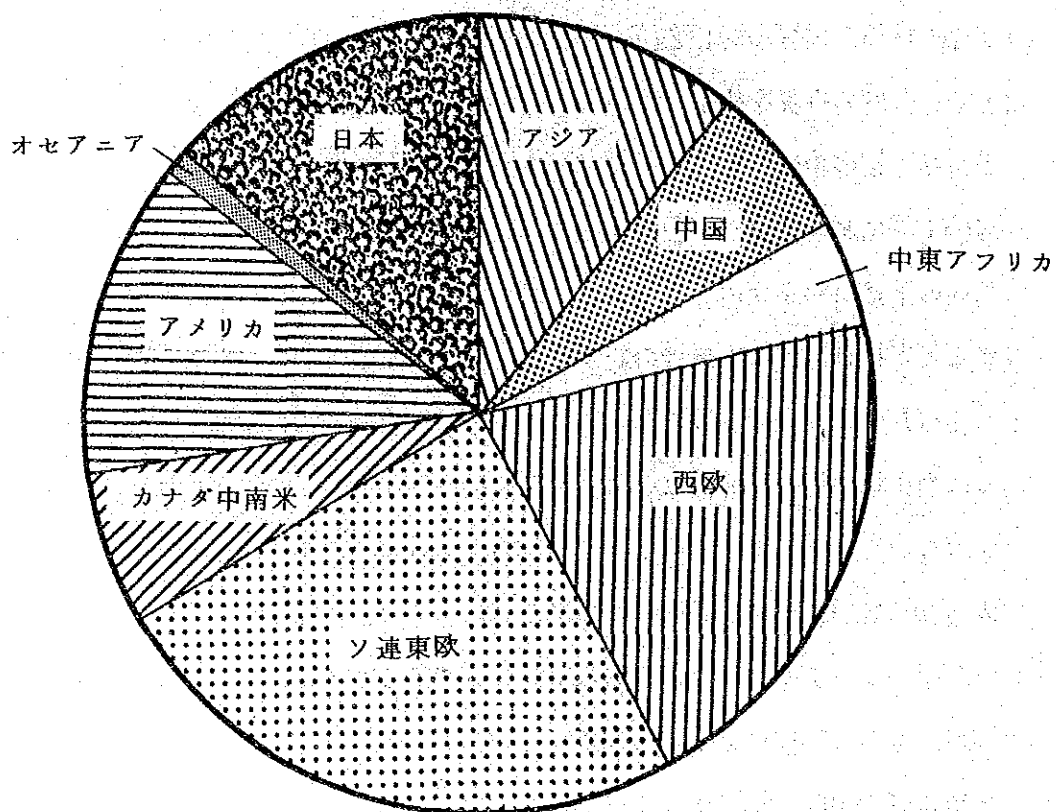
：溶着効率がCO₂タイプに比べて劣る。

：ビード表面が荒くスパッターが多い。

などの問題点がある。

(1) 半自動溶接ワイヤー生産実績の推移

溶接材料の需要は図3.2.2-1から分るようにソ連東欧を除くとヨーロッパ、U.S.A.、日本がその3大需要地域である。この3大需要地域の手溶接材料と半自動溶接材料の生産推移をみると、10年前には圧倒的に手溶接材料の比率が高かったが、すでにヨーロッパでは半自動溶接材料の生産量が手溶接材料を凌いでいる。U.S.A.と日本はほぼ50:50になろうとしている。図3.2.2-2に手溶接材料と半自動溶接材料の生産比率をヨーロッパ、U.S.A.、日本に別けて示す。



1983年(千トン)		
アジア	10.7%	258
中国	6.2%	150
中東アフリカ	4.2%	100
西欧	20.1%	484
ソ連東欧	24.9%	600
カナダ中南米	6.2%	150
アメリカ	12.6%	303
オセアニア	1.2%	30
日本	13.7%	330
合計	100.0%	2,405

図3.2.2-1 世界の溶材需要(1983年)

(出所:日本溶接工業会)

ANNUAL PRODUCTION OF WELDING CONSUMABLES
 RATIO OF SMAW & GMAW IN JAPAN, USA & EUROPE

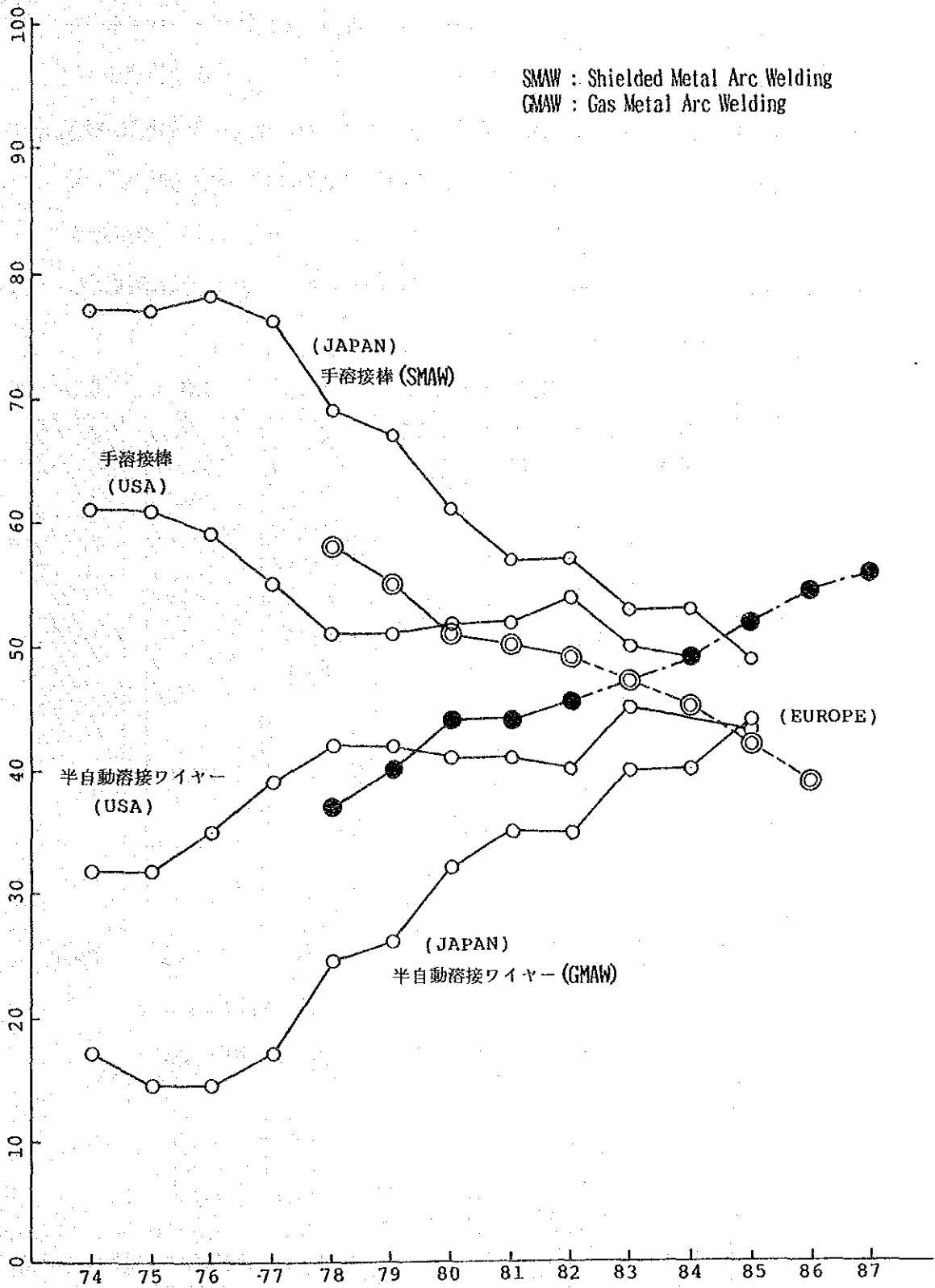


図3.2.2-2 手溶接棒と、半自動溶接用ワイヤーの生産比率 (SMAW) (GMAW)

(出所：日本溶接工業会)

更に半自動溶接の3種類

- ① ソリッドワイヤ-CO₂あるいは混合ガス溶接法
- ② フラックスコアオープンアーク溶接法
- ③ フラックスコア-CO₂溶接法

に分けて、その日本の生産量の推移を図3.2.2-3に示す。又当製缶工場の溶接構造物と類似したものを生産している日本の造船業の使用実績を図3.2.2-4に示す。この図3.2.2-4から分るように③フラックスコア-CO₂溶接法の溶接ワイヤが急速に伸びている。造船業においては半自動溶接の3/4がこの溶接法になっている。

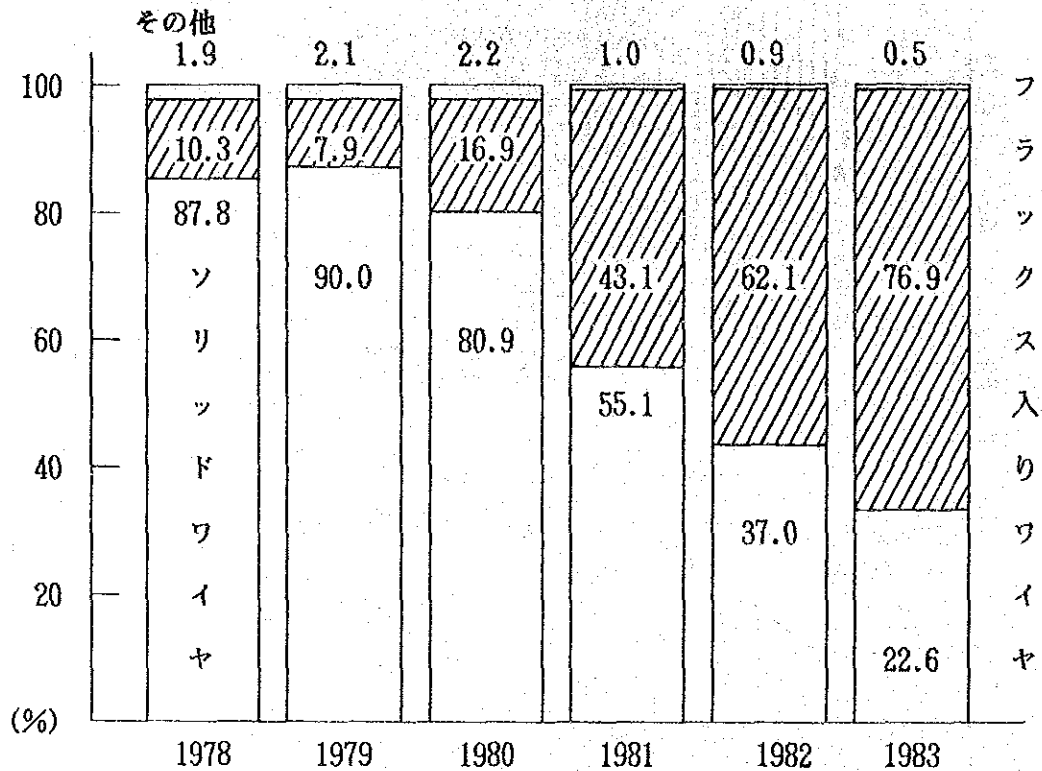


図3.2.2-4 造船でのガスシールド溶接における
フラックス入りワイヤの構成比

(2) フラックスコア-CO₂溶接法の特徴

日本で生産されている代表的なフラックスコア-CO₂溶接法の特徴を使用実績及び、実験結果から列記する。なお供試溶接ワイヤAWS E71T-1(JIS YFW24)で手溶接棒AWS E7018(JIS D5016)に相当するものである。

① 全姿勢溶接が可能である。

ソリッドタイプのCO₂溶接用ワイヤーでは下向き以外の姿勢では溶接表面が荒れて満足のいく溶接は不可能であった。しかるに全姿勢で優れた溶接作業性、継手性能を有するフラックス入りワイヤーが開発された。このワイヤーは溶接条件を変更することなく全姿勢溶接が可能であり、その溶接表面はきわめて美しい光沢を持った平滑なビードがえられる。

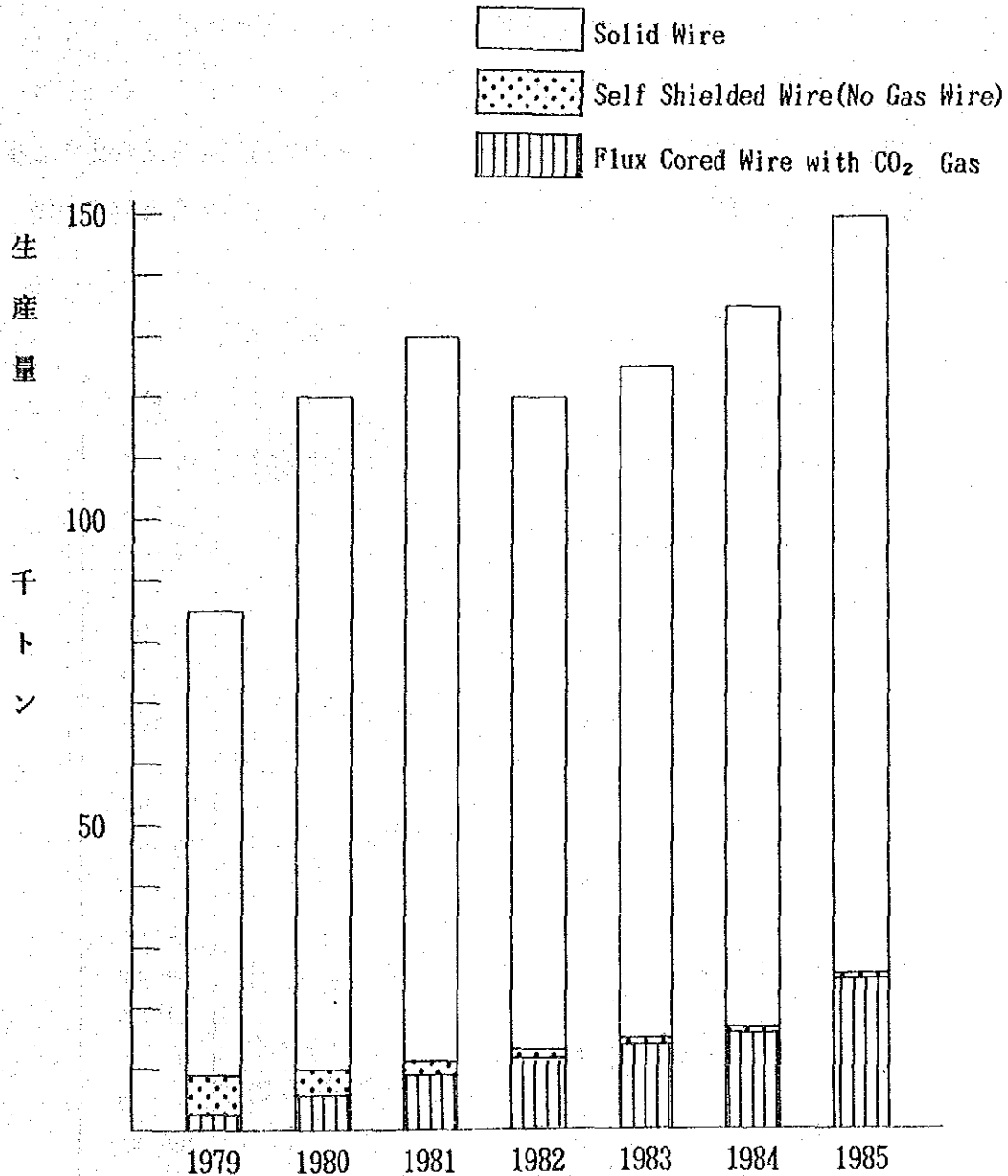


図3.2.2-3 日本における半自動溶接用ワイヤーの生産実績

(出所：日本溶接工業会)

② 全姿勢溶接が高効率で施工出来る。

下向き、横向き姿勢は勿論、立向き下進溶接での溶接作業性が優れ、又立向き上進や上向き溶接でもフラックスの作用により、250A程度の高電流でも溶接金属の垂れ落ちを生ぜず、美しいビードを容易に形成させることができる。

表3.2.2-1はフラックス入りワイヤーCO₂、ソリッドワイヤーCO₂、及び被膜アーク溶接棒で板厚12mm以上を対象とした際の能率性の比較を示した物である。

フラックス入りワイヤーはソリッドワイヤーや被膜アーク溶接棒に比較し、特に立向き上進と上向き溶接で能率性が著しく向上する事がわかる。

又、適当な条件、例えば 1.2mmΦワイヤーで溶接電流：230～250A程度に設定すれば、厚板の突合わせ溶接と隅肉溶接が作業途中で溶接条件を変更する事なく、全姿勢で施工可能となり、アーク発生率の向上とあいまって作業効率が向上する。

表3.2.2-1 溶接材料の能率比較

溶接姿勢	溶接材料の種類	厚板での一般的な条件における溶着速度 20 40 60 (g/min) 100				適正電流範囲 (A)
		20	40	60	100	
下向き	フラックスコア	280				120~300
	ソリッドワイヤ	280				100~350
	手溶接棒 6.0mm	310				250~330
立向き上進	フラックスコア	220				120~260
	ソリッドワイヤ	150				100~200
	手溶接棒 5.0mm	190				130~220
立向き下進	フラックスコア	280				260~300
	ソリッドワイヤ	—				—
	手溶接棒 5.5mm	320				260~330
横向き	フラックスコア	280				120~300
	ソリッドワイヤ	280				100~300
	手溶接棒 5.0mm	230				170~250
上向き	フラックスコア	250				120~260
	ソリッドワイヤ	150				100~300
	手溶接棒 5.0mm	180				130~200
水平すみ肉	フラックスコア	280				120~300
	ソリッドワイヤ	280				100~300
	手溶接棒 6.0mm	280				240~290

注 1) グラフ中の数字は使用電流 (A)

2) ワイヤー径：1.2mmΦ ワイヤー突出し長さ：25mm

③ 溶着効率が大きく能率的である。

ソリッドワイヤーに比較して溶着効率はスラグ形成剤を含有しているためやや劣るが（ソリッドワイヤー 95%、フラックス入りワイヤー 89%、被膜アーク溶接棒 65%）、溶着速度は電流密度が高いので逆に大きくなる。その比較を図 3.2.2-5 に示す。

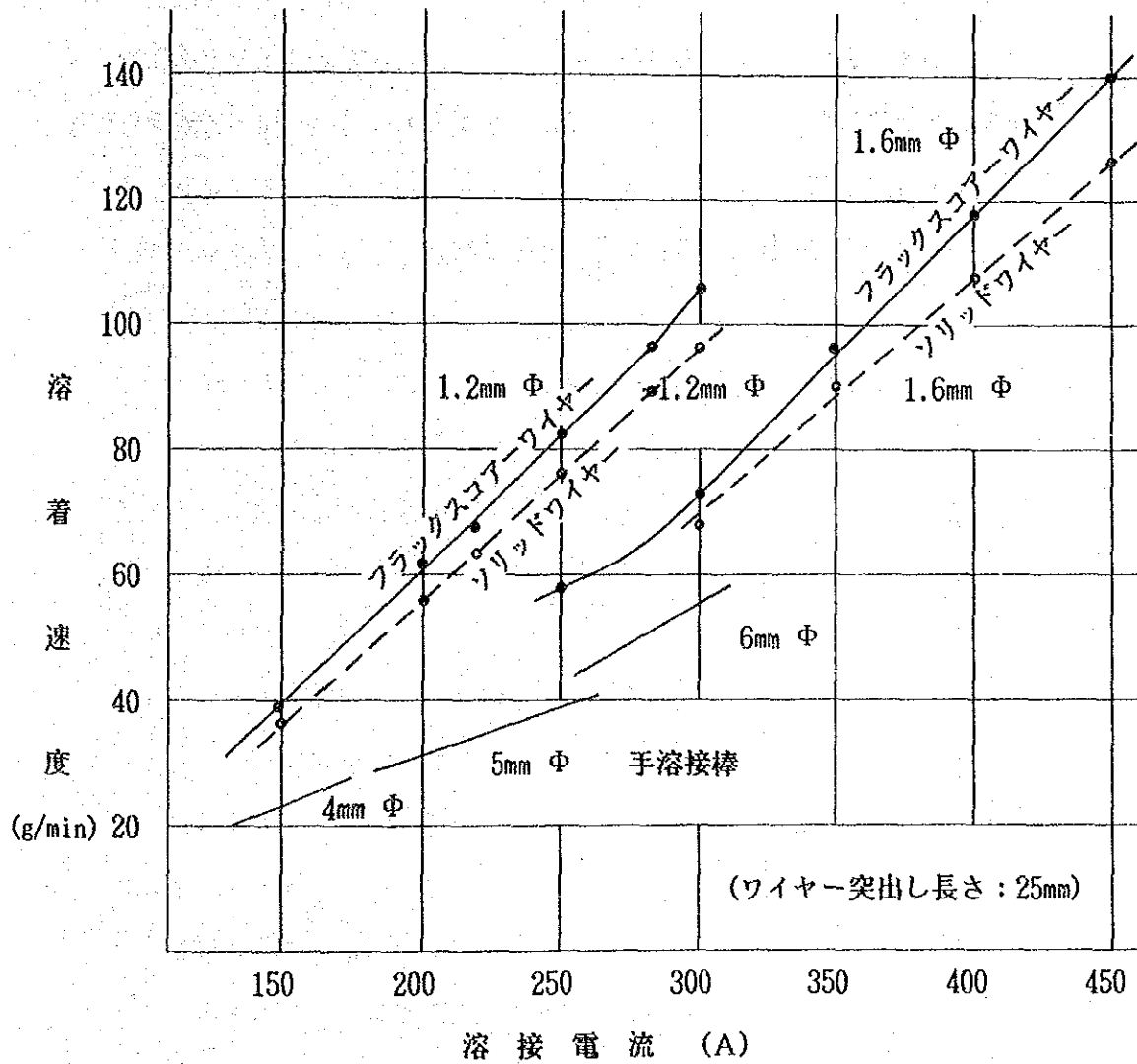


図 3.2.2-5 溶着速度測定結果の一例

- ④ ソリッドワイヤーに比べてスパッターが極端に少なく、スラグの剝離性も良好である。

溶接後、剝離性の良好なスラグがビードを均一に覆うのでビード表面の酸化被膜が薄い。又スラグ除去が容易なので、後処理（メッキ、ペイント塗布のための表面加工）がワイヤーブラシなどにより容易に実施出来る。一方ソリッドワイヤー-CO₂溶接の場合はビード表面は薄くて剝離しにくい島状のスラグに覆われ、しかもスラグに覆われない部分では酸化被膜が比較的厚く、これらを除去するにはグラインダー等による強度の処理が必要となる。従って、ペイント塗布やメッキ処理を施す構造物では、ソリッドワイヤーを使用する場合に比べて表面処理加工工数が大幅に削減できる。

スパッターの発生状況を図3.2.2-6に示す。

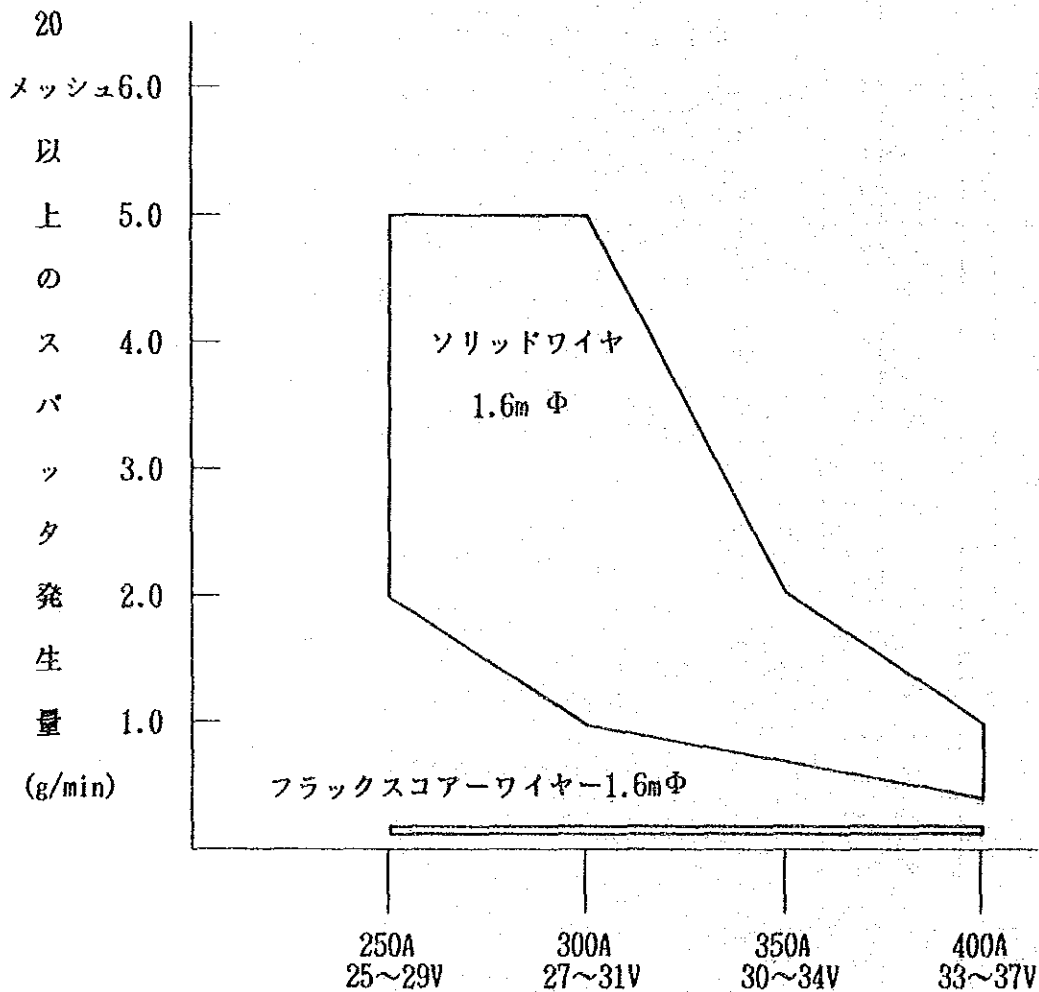


図3.2.2-6 スパッター発生量の一例

⑤ フラックスコア-CO₂ 溶接用ワイヤーの性能

(a) ワイヤー送給性

従来より、フラックス入りワイヤーの送給性はソリッドワイヤーに比較して送給ローラーでワイヤーがスリップしやすく又、長期間使用するとコンジットライナーが詰まり、送給が不安定になるといった理由で悪いといわれてきた。これらはワイヤー表面に過大に残留する潤滑剤に起因していた。

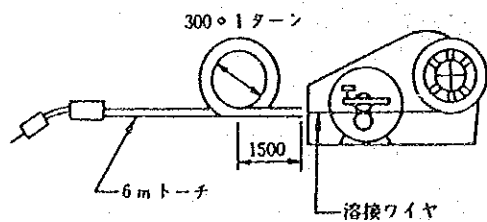
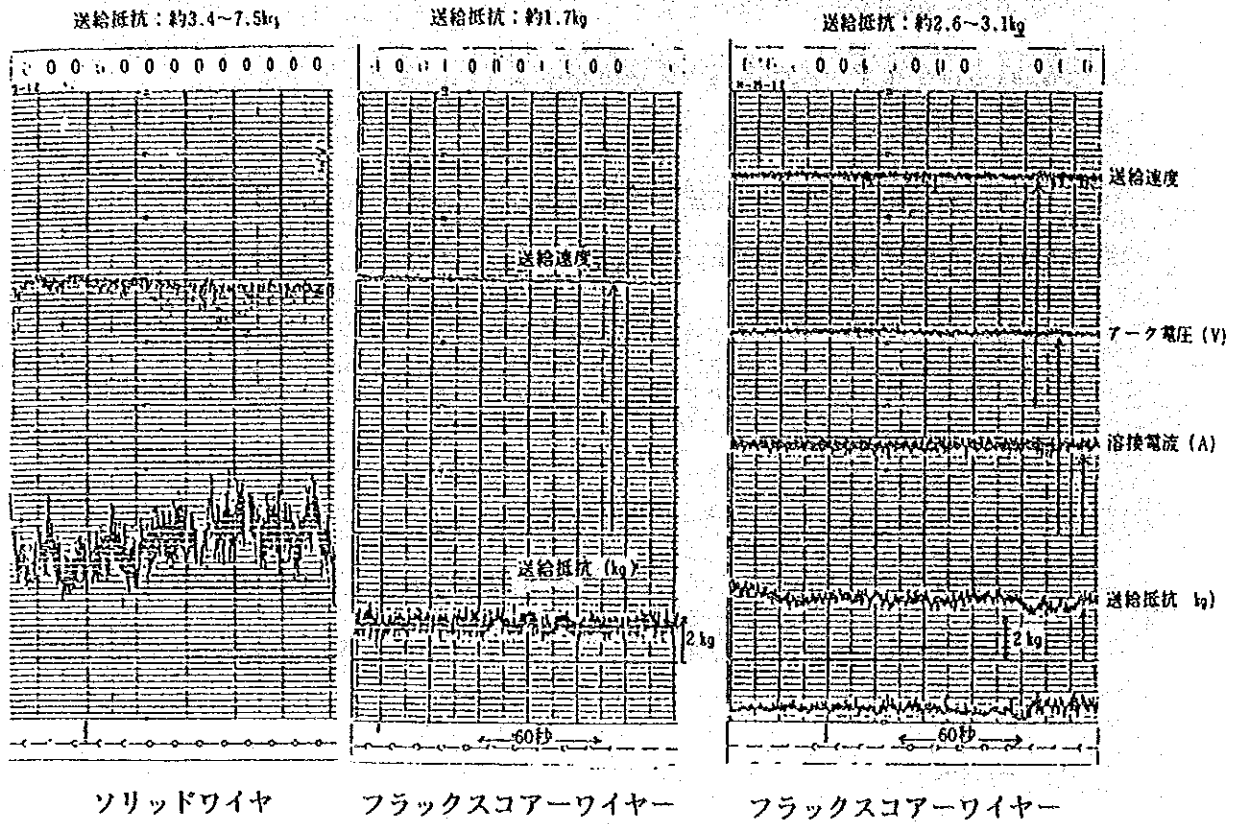
新しく開発されたフラックス入りワイヤーは、ワイヤー表面に残留する潤滑剤の改良を図ると共に、更に潤滑効果と共に防錆効果を持つ潤滑剤でワイヤー表面を再処理し、従来からの問題を解決し、送給性を改良した。図3.2.2-7はフラックス入りワイヤーの送給性試験結果を示したものである。トーチ部が極端に曲がった厳しい送給系でも送給速度が安定しており、良好な送給性を有していることがわかる。

尚フラックス入りワイヤーでは、構造的にソリッドワイヤーに比較してワイヤーそのものが柔らかく、ワイヤー送給部の加圧ローラーをしめすぎるとワイヤーが変形し、送給不良を起こすことがあり、使用に際しては注意が必要である。

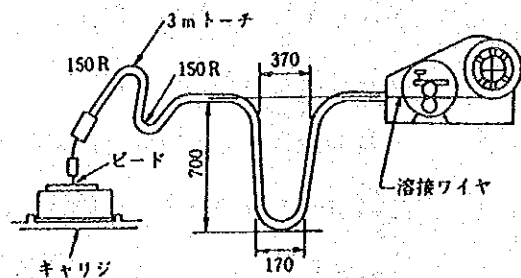
(b) 耐錆性

ワイヤー表面に発生した錆びは、溶着金属の性能を損なうばかりでなく、ワイヤー送給性を劣化させる。フラックス入りワイヤーではメッキ処理が施されておらず、メッキ処理されたソリッドワイヤーに比較すると、耐錆性が劣るとされてきた。しかし、現在では新しい表面処理法の採用により著しく耐錆性が改善されている。

表3.2.2-2は夏期に塵芥の多い、高温の室内に裸放置し、ワイヤー表面の発錆程度を放置日数、発錆状況より評価したもので、防錆対策を施したフラックス入りワイヤーでは、実用上問題の無い程度まで耐錆性が向上している。しかし、極力使用前に梱包を開けるよう心がけ、裸のワイヤーを長期間放置すべきでない。



6m トーチによる非溶接時
送給抵抗測定系



3m トーチによる溶接時送給抵抗測定系

図3.2.2-7 過酷な送給系でのワイヤ送給試験結果

表3.2.2-2 裸ワイヤー放置試験結果

放置日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
改良型 フラックスコア ワイヤー 1.2mΦ																				
従来の フラックスコア ワイヤー 1.2mΦ																				
ソリッド ワイヤー 1.2mΦ																				

(c) 溶接ヒューム発生量

作業環境の改善が叫ばれる様になって久しいが、フラックス入りワイヤーの欠点の一つとして溶接ヒューム発生量が多い事があげられてきた。

現在では、この点についても改善が進み、低ヒュームタイプのフラックス入りワイヤーが開発されている。

図3.2.2-8はフラックス入りワイヤーのヒューム発生量をソリッドワイヤーと比較して30~40%減となり、ソリッドワイヤー並に改善されている。

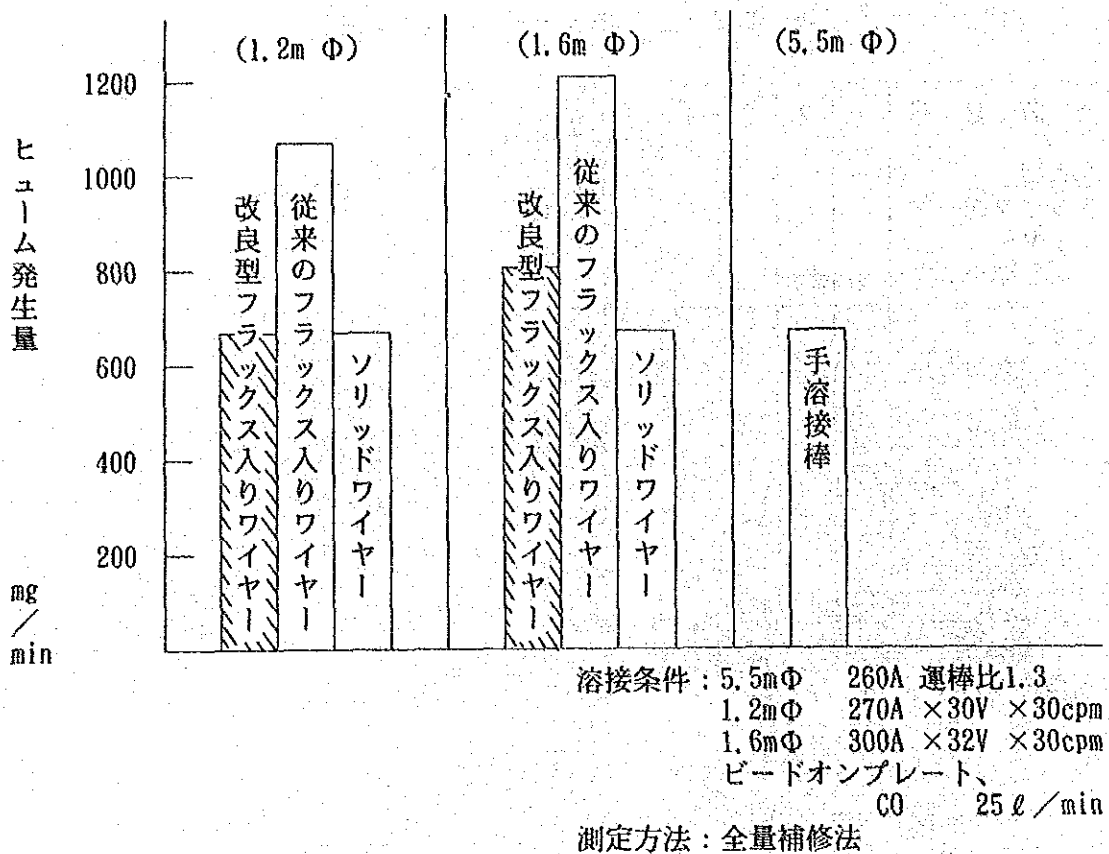


図3.2.2-8 ヒューム発生量測定結果

(d) ワイヤーの吸湿性

図3.2.2-9は高温多湿雰囲気ワイヤーを放置し、そのワイヤーを使用して溶着金属の拡散性水素量を調べたもので、長時間放置してもほとんど水素量が増加しないことがわかる。

一般に被膜アーク溶接棒の場合、吸湿雰囲気に放置すると吸湿が進行する。同じ条件でもフラックス入りワイヤーで吸湿が極少に押えられているのは、被膜アーク溶接棒の水ガラスのような、吸湿しやすい溶剤が使用されていないことによるものである。

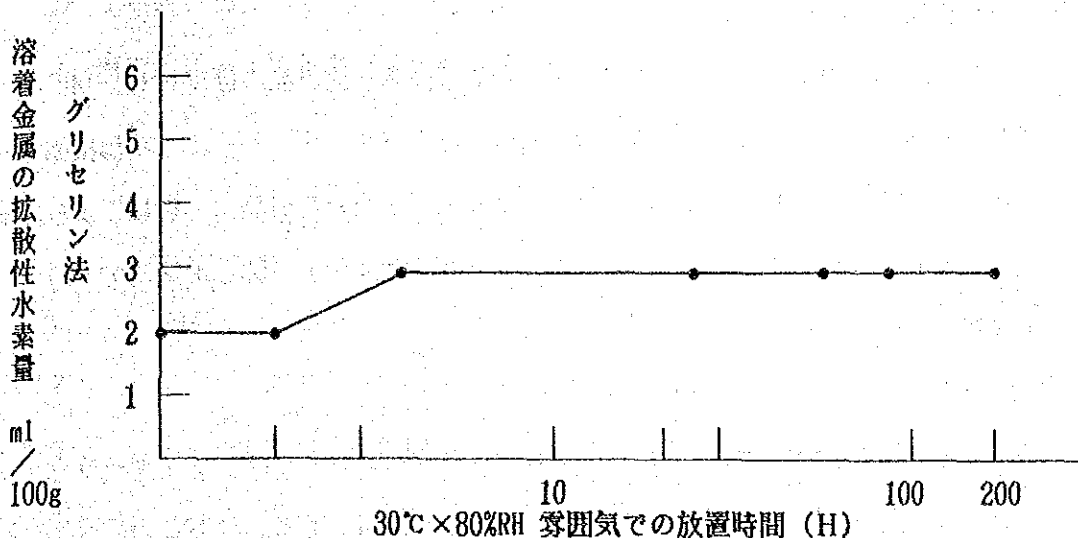


図3.2.2-9 改良型フラックスコアワイヤー (1.2mmΦ) の
放置時間と拡散性水素量の関係

(e) X線性能

フラックス入りワイヤーCO₂溶接法で溶接された製品の検査ではX線性能も検査したが、常にJIS1級の品質がえられている。本質的なX線性能のレベルは低水素系溶接棒やソリッドワイヤーと同等と考えて良い。

(f) 溶着金属の化学成分及び機械的性質

化 学 成 分

単位：%

	シールドガス	ワイヤーサイズ	C	Mn	Si	P	S	Ni
AWS E71T-1 JIS D5016	CO ₂	1.2mmΦ 1.4 1.6	0.05	1.35	0.45	0.013	0.010	—

機 械 的 性 質

	引 張 試 験			衝 撃 試 験	溶着金属の 拡散性水素量 (グリセリン法)
	Y. P	T. S	E.L.	Ve 0°C	
AWS E71T-1 JIS D5016	(kg f/mm)		(%)	(kg f·m)	(ml/100g)
	52	59	28	11	2~4

3) 硬化肉盛り溶接について

工作工場から提示されたデータによると、溶接肉盛り補修品の硬度はH_B 143 ~ 187(H_v 150 ~ 200)である。この硬度を出すにはAWS E71T-1 (手溶接棒ではAWS E7018) で十分である。しかし、クラッシャーの各部品は一般に、より高硬度を要求されるケースがある。この場合でもフラックスコア-CO₂ 溶接法で十分対応出来る。

(1) その種類

現在日本で市販されている硬化肉盛り用フラックスコア-CO₂ ワイヤーはヴィッカーズ硬度で250、350、450、600、800の5種類である。なおこの硬度は溶接のままの溶着金属のおおよその硬さ(H_v)を示している。

(2) 特徴

溶接速度は50kgハンテン材用フラックスコア-CO₂ 溶接と同様、手溶接に比較し約3~4倍の値を示している(図3.2.2-10)。

溶接作業性面でも優れた特徴を示している。例えばヴィッカーズ硬度で250~600のワイヤーはチタニヤ系のフラックス入りで、アークの安全性に優れ、スパッター発生量も極めて少ない。またスラグは自然剝離に近く、通常溶接後のスラグ除去が容易である。また、ヴィッカーズ硬度で800のワイヤーはメタルコアードタイプであるがアーク安定剤等を含有しており良好な作業性を示す。

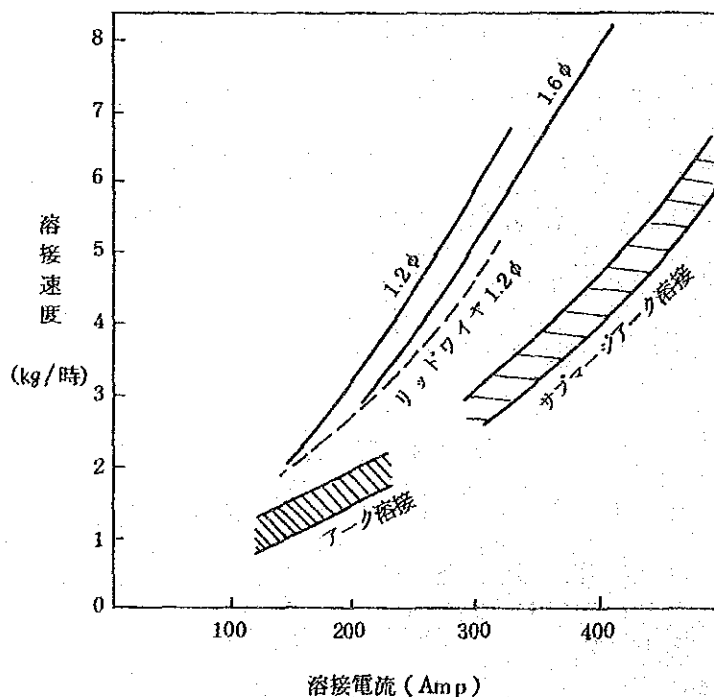


図3.2.2-10 硬化肉盛り用フラックスコア-CO₂ 溶接と他の溶接法との能率性比較

い。そのため必要に応じ換気またはマスクを着用することが必要である。図3.2.2-12に種類別のヒューム発生量の一例を示す。なお、溶接電流の増加にともないヒューム発生量は増える傾向にある。

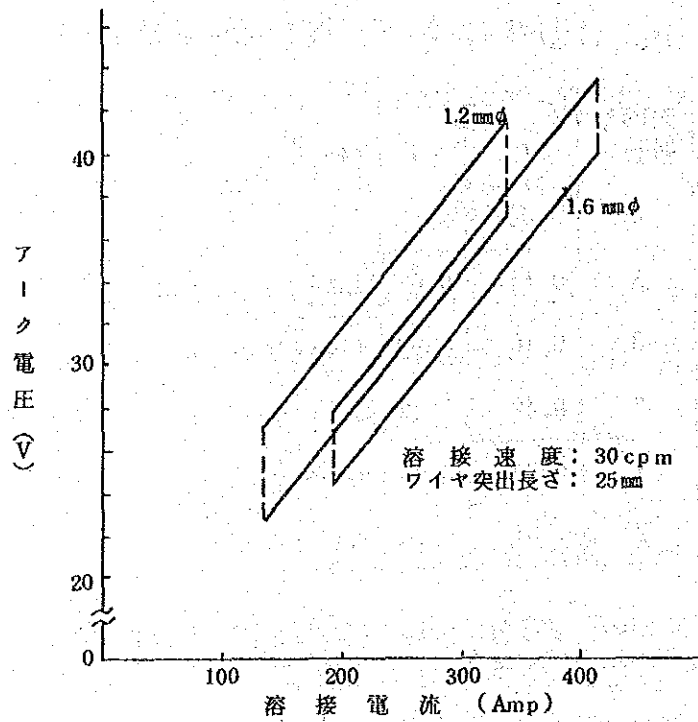


図3.2.2-11 適正条件

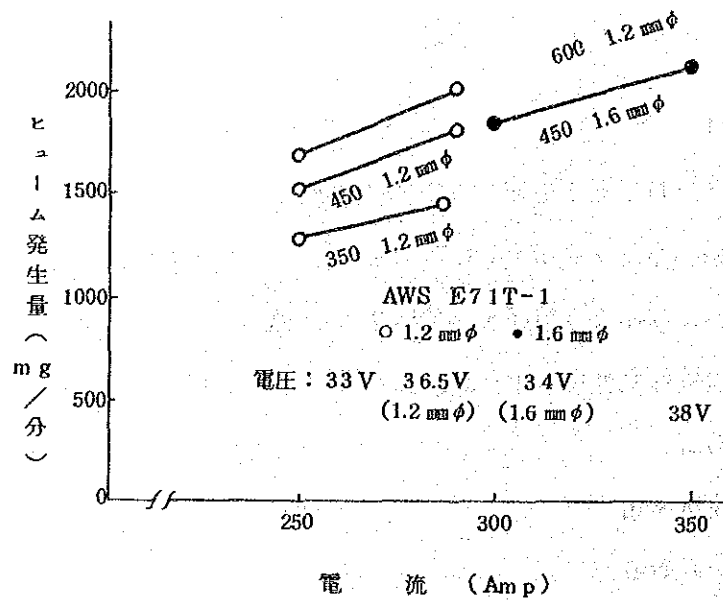


図3.2.2-12 ヒューム発生量

b) 肉盛り溶接部の割れ

硬化肉盛り溶着金属は硬さが高く一般に極めて割れやすい。また、母材も硬化性の高い材質が用いられることが多いため割れが発生しやすい。従って割れ発生防止のためには適切な予熱、後熱が必要である。表3.2.2-4に予熱、後熱のおよその目安を示す。

表3.2.2-4 予熱、後熱基準

ワイヤの種類	予熱パス間温度	直後熱	その他
250	R.T ~150°C	} 350°C×30分	HAZの硬化軽減に600°C程度のSRを行う。
350	150 ~250°C		
450	150 ~350°C		
600	150 ~350°C		
800	200°C以上		

注：母材が大型の場合は更に高温の予熱パス間温度が必要となる。

：溶接終了後直ちに 350°C×30分程度の直後熱を行うことは低温割れ防止に効果が大きい。また、直後熱を行うことにより、予熱パス間温度も低めにできる。

：800ワイヤーは溶着金属が極めて脆いため、予熱パス間温度を上げると、割れは低減するが、完全に防止することは困難である。また母材の硬化性が高い場合には軟鋼系低水素溶材で下盛をする必要がある。

4) フラックスコア-CO₂溶接法の経済性

フラックスコアワイヤーCO₂溶接法、ソリッドワイヤーCO₂溶接法、被膜アーク溶接法の能率及び溶接コストを比較したデータを表3.2.2-5に示す。この表から分るように溶接作業時間をみるとフラックスコアワイヤーCO₂溶接法は被膜アーク溶接法に対し立向上進及び上向溶接では約3.5倍の能率向上になる。溶接コスト比較でも被膜アーク溶接法はフラックスコアワイヤーCO₂溶接法に対し1.5倍の費用を要することがわかる。

実際の溶接ではフラックスコア-CO₂溶接法の場合、全姿勢同一電流で溶接作業が可能であり、又スラグの剝離、ビード形状、スパッターの量を考えると、そのメリットは更に増大する。

表3.2.2.-5 各種溶接方法の溶接コスト比較

溶接方法	フラックスコア-ワイヤ-CO ₂ 溶接法	ソリッドワイヤ-CO ₂ 溶接法	被覆アーク溶接法
継手形状	突合わせ溶接 (t:12mm) (50° V 開先)		
溶接姿勢	立向溶接		
ワイヤ径 棒径	1.2mmΦ	1.2mmΦ	4mmΦ 4.5mmΦ
パス数	3	3	4
電流(A) - 電圧(V)	220~40	150~20	170~24
溶接時間 (min/m)	19.5	42.3	55.0
ガス流量 (ℓ/min)	25	25	—
溶着速度 (g/min)	70	35	27
溶着効率(%)	87	94	60
アーク発生率(%)	50	50	40
溶材使用量 (kg/m)	1.57	1.57	2.17
溶接作業時間 (min/m)	39.0	84.6	138.0
ワイヤ単価 (¥/kg)	500	273	128
溶接コスト ¥/m	ワイヤコスト	785	278
	ガスコスト	49	—
	電力コスト	8	18
	労務コスト	357	775
合計	1,199	1,320	1,561

CO ガス単価 0.1¥/ℓ 電力単価 4.8¥/KWH 労務単価 550¥/H

5) フラックスコア-CO₂溶接法の製缶工場への導入について

前項の検討からフラックスコア-CO₂溶接法を可能な限り全面的に製缶工場に導入する。

(1) 溶接肉盛り補修品

Main Frame of Crusher と取鍋 (Ladle)はその形状からみて自動化は難しいのでフラックスコア-CO₂溶接法による半自動溶接とする。従って、Head、Bowl、

Adjustment of Ringは材質上あるいは形状的に適応できない部分を除いて、全面的にフラックスコア-CO₂溶接法による自動溶接に切替える。

これら3部品はいずれもポジショナー上で回転させながら、マニプレーターを利用して自動溶接が可能である。Photo 3.2.2-1に類似の写真を示す。

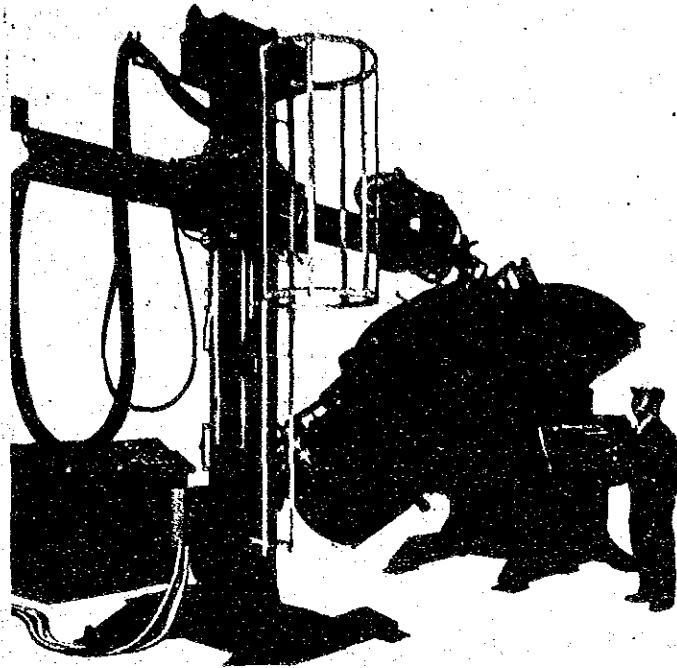


Photo 3.2.2-1 ポジショナー及びマニプレーター使用例

なお、下記条件のもとで計画を進める。

- ：生産量が最大になる1989年をベースに計画する。
- ：1個当たり必要溶接材料は過去の実績の平均値とする。
- ：年間稼働日数は266日とする。
- ：24Hフル稼働とする。
- ：ポジショナーへの取付け、取外し、反転に要する時間は合計1日とする。
- ：ポジショナー上での溶接作業は溶接機1台で行うものとする。
- ：溶接工一人当たり1Hに2.0kg（日本での半自動溶接の実績2.5~3.0kg/Hから考えて、自動溶接であるから十分可能な数字と判断した）の溶接ワイヤーを使用するものとする。

ポジショナーの必要台数

① Head (12T)

その形状からポジショナー上での自動溶接が一番容易である。

$$425\text{kg} \div 2.0\text{kg} \text{ /H} = 213 \text{ H}$$

$$213 \text{ H} \div 24\text{H} + 1 \text{ 日} = 9.9 \text{ 日}$$

$$9.9 \text{ 日} \times 13\text{個} = 126 \text{ 日}$$

② Bowl (6T)

$$315\text{kg} \div 2.0\text{kg} \text{ /H} = 158 \text{ H}$$

$$158 \text{ H} \div 24\text{H} + 1 \text{ 日} = 7.6 \text{ 日}$$

$$7.6 \text{ 日} \times 5 \text{ 個} = 38 \text{ 日}$$

③ Adjustment of Ring (5T)

$$425\text{kg} \div 2.0\text{kg} \text{ /H} = 213 \text{ H}$$

$$213 \text{ H} \div 24\text{H} + 1 \text{ 日} = 9.9 \text{ 日}$$

$$9.9 \text{ 日} \times 10\text{個} = 99 \text{ 日}$$

$$\text{合計必要日数 } 129 \text{ 日} + 38\text{日} + 99\text{日} = 266 \text{ 日}$$

$$\text{ポジショナー稼働率} \frac{266 \text{ 日}}{266 \text{ 日}} \times 100 = 100\%$$

従って、自動溶接用装置（ポジショナー、マニプレーター）は1セットとするが、使用状況、生産性等を勘案して必要であれば更にもう1セット追加する。

(2) 溶接構造物

T-1鋼等特殊な材質、狭あい部でCO₂による酸欠の恐れのある構造及び、半自動溶接用トーチの入らないような所を除いて全面的にフラックスコアCO₂半自動溶接にきりかえる。但し下向き板継溶接は潜弧溶接を適用すべきである。この溶接方法は製缶工場で従来適用されていたが、溶接機械が古くなったことと、電圧の変動が激しいことから現在は使用されていない。

尚アーチは定常的に製作されているので、自動化を検討したが構造が簡単であり溶接量も少ないため採算が取れない。従って、半自動溶接とした。

(3) フラックスコアCO₂溶接用溶接機について

近年フラックスコアCO₂溶接用溶接機はIC制御、トランジスター制御あるいは、サイリスタ制御により大幅にその性能が向上した。日本で普及している一機種

を代表例として紹介する。

チリ共和国には日本製溶接機の代理店あるいは、修理工場はないが取扱い説明書により十分現地で修理可能であり又、スペアパーツも3年分程度溶接機と同時に購入しておけば不便を感じることはないであろう。

なお、ポジションナー上での自動溶接は、1.6mmΦの大径ワイヤーを使用して連続溶接になるので、一般半自動溶接機よりひとまわり大容量（600A溶接機）の機械を使用すべきである。

CO₂ 溶接用溶接機の一例

	500A 溶接機	600A 溶接機
入力電源	3 Φ 550V	同 左
周波数	Hz 50/60	同 左
定格入力	KVA 31.9(28.1KW)	45
出力電流	A 60~500	60~600
出力電圧	V 16~45	15~50
定格使用率	% 60	100
外形寸法（幅×奥行×高さ）	mm 455 × 617 × 850	500 × 650 × 1,020
重量	kg 152	225
ケーブルホース類長さ	m 1.5	1.8
定格電流	A 500	600
適用ワイヤー径	mmΦ 1.2, 1.4, 1.6	1.2, 1.4, 1.6, 2.0
ケーブル長さ	m 3	3

主な特徴

- ：プッシュプルフィーダーとの組み合わせにより、わずか5kgプルフィーダーの運搬により、ワイヤー設置場所から最大31mまで作業範囲が拡大する。
- ：鉤車等高所での作業に威力を発揮するであろう。
- ：プリセットリモコンとの組み合わせにより、トーチスイッチを押す回数で、好みの溶接条件への切替が出来る。
- ：F. A. S. 制御回路 (Fresh Arc Start)による良好なアークスタート性能と、優れたアークの追随性で、自動機の電源として最適である。
- ：低入力形に加えて、一次側に省電力回路（三相カットスイッチ）を内蔵、溶接作業を停止すると自動的に一次側の入力供給が停止し、ムダな電力をカットする。
- ：自己保持機能により、溶接中トーチスイッチを押し続ける必要がなく、長時間の作業にも疲れを感じない。
- ：異常温度上昇の場合、ランプで表示し又、単相運転防止回路を内蔵しているため異常運転を未然に防止する。

(4) 必要溶接機台数について

CO₂溶接機は現在5台所有しているが、全面的にフラックスコア- CO_2 溶接法に切替えた場合に必要溶接機台数の検討を行う。

1989年の生産量を上げるための必要溶接材料

$$\text{溶接肉盛り補修品 } 600T \times 45\text{kg}/T \times 0.001 = 27T$$

$$\text{溶接構造物 } 2,180T \times 17\text{kg}/T \times 0.001 = 37.1T$$

$$\text{合計 } 64.1T$$

64.1Tの必要溶接材料の内溶接肉盛り補修品は100%、溶接構造物は80%フラックスコア- CO_2 溶接法（製缶工場とほぼ同一の溶接構造物を生産している日本の工場の場合自動化率80~85%になっている）で施工するものとする。

$$27T \times 100\% = 27T$$

$$37.1T \times 80\% = 29.7T$$

$$\text{合計 } 56.7T \text{ (フラックスコアワイヤー)}$$

$$37.1T \times 20\% = 7.4T \text{ (被膜アーク溶接棒)}$$

必要溶接工数

$$27.0T \div 2.0\text{kg}/H = 13,500H \text{ (溶接肉盛り補修品)}$$

$$29.7T \div 0.8\text{kg}/H = 37,100H \text{ (一般溶接構造物)}$$

$$7.4T \div 0.5\text{kg}/H = 14,800H$$

$$\text{合計 } 65,400H$$

（半自動溶接の能率は、溶接肉盛り補修品について自動溶接で1.6mmΦの大径ワイヤを使用することを考慮して2.0kg/H、一般溶接構造物は日本での能率2.0kg/Hを考慮して0.8kg/Hと推定する。手溶接の能率は1985年の実績0.45kg/Hから約10%の能率向上を期待して推定した）

必要CO₂溶接機台数

$$65,400H \div 1,992H/\text{年} = 33\text{人}$$

手溶接20%は残るが時期によっては全員が半自動溶接を行う場合もあるので、33人全員に半自動溶接機をあてがう。

$$33\text{台} \div 2 = 17\text{台} \text{ (2交代をおこなうので17台になる)}$$

$$17\text{台} + 6\text{台} = 23\text{台} \text{ (スペア-30\% = 6台)}$$

23台のうち現有5台、従って新規購入18台となる。なお、18台のうち自動溶接用

の2台(1台はスペア)は600Aの大型機を購入のこと。

この台数は溶接工の分であって、本来はCO₂溶接を導入した場合は取付け工による仮付けもCO₂半自動溶接にすべきである。資金的余裕があれば、取付け工用にあと10台追加する必要がある。

(5) CO₂の供給について

CO₂の供給は少量の段階ではポンペによる供給で十分であるが、17台以上のCO₂の溶接機を使用することになると、ポンペの搬入、搬出に非常な時間がかかる。できれば製缶工場にガス、酸素ラインと同様に配管をして、工場内ならどこからでも供給出来ることが望ましい。

(6) ワイヤ一巻の大きさ

ワイヤ一巻の大きさは通常12.5kg~25kg巻であるが、150kgパックが市販されている。特に自動溶接の場合ワイヤ交換の頻度が少なく能率的である。

図3.2.2-13に150kgパックの使用例を示す。

(7) 半自動溶接導入の効果

以上検討の結果、1989年の生産実績を達成する段階で予想される効果について述べる。

① 経済効果

	半自動溶接導入の場合	現状の溶接方法の場合
溶接工数	65,400H	113,980H (2,780T × 41H/T)
必要人員 (1992H/年)	33人	58人

② ビード表面が美しくスパッターの発生量が極端に少ないため、溶接部の仕上がり外観が良好で製品の品質が向上する。

③ 低水素系溶接棒を使用しないので、溶接棒の乾燥庫を必要としない。

④ アークの感じがソフトで安定しているため、疲労感が少ない。

⑤ フラックスがあるため、高齢者でも被膜アーク溶接棒の感じで溶接施工出来る。

⑥ 初心者でも良好な溶接がえられ、熟練作業者を必要としない。

⑦ 職場に手溶接棒の散乱がなくなり、整理整頓がいきとどく。

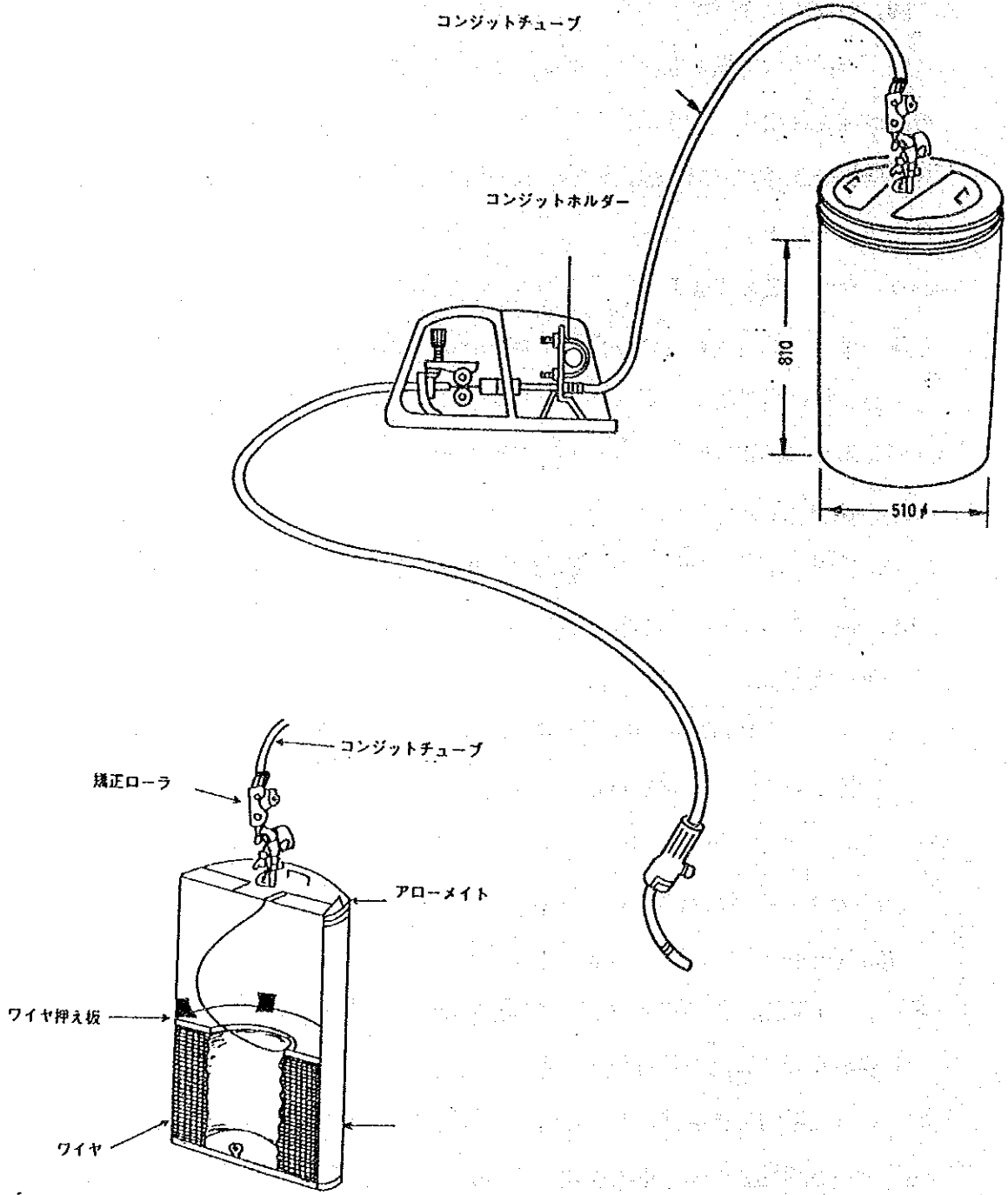


図3.2.2-13 150kgパックの使用例

3.3 生産設備

3.3.1 近代化計画策定の基本的考え方

本工場近代化計画の対象工程は、鑄造工場の仕上げ工程並びに製缶工場の溶接工程であり、工作工場全体の生産工程からみれば一部分の工程に限定されている。しかし、これら一部の工程の近代化を行う場合でも、独立して行うのではなく、工場全体の生産活動の中で、関連する前後工程とのつながりや、他の工程との干渉なども考慮して、工場全体としての生産性工場、安全性の向上につながるものでなければならない。

このような考えに立ってみると、現状の工場配置などは作業の流れからみるとそのつながりが悪く、製品の運搬回数・距離が多く決して円滑なものとは云えない。

これは特に鑄造工場の仕上げ工程において顕著である。

このような状態のまま一部分の工程の近代化を行っても、その効果は少ないだけでなく、かえって将来、工場全体の近代化を行うときに固定設備の移設・改造に多大の費用と日数を要することとなり、近代化の推進を防げる結果となりかねない。

従って、本近代化計画策定に当っては、将来の展望を含めた長期的視野に立った、将来の近代化計画（工場規模とその配置）に沿ったものとする必要がある。

しかしながら、一方では、コデルコ社の生産計画をみると、1989年までの3年間で約1.5倍の増産計画は立てられているものの、以後横ばいとされている。但し、エルテニエンテ鉱山の現状は、鉱石の品位低下を補うための採掘量の増大、採掘層が硬い層に移ることによる設備の摩耗度の上昇などが見通されており、これらのサービス部門である当工作工場の生産量は今後共継続して増加して行くことが予測されるところである。

以上のことから、現時点で将来の工場全体の近代化像を策定することは困難であり、長期生産計画と共に将来の課題にゆずらねばならないが、今後共生産量は増加の傾向をたどることが考えられ、現状での工場配置などの問題は、更に顕著になっていくことは明らかである。従って、工場の再配置実施については将来の課題とするものの、現状における工場配置上の問題点に対する改善策の検討が必要である。

一方、対象工程の近代化についてみると、新しい技術による生産性の優れたハードウェアシステムの導入、生産工程の流れ改善のためのレイアウトの見直し、安全

衛生面からの環境改善が望まれるところであるが、当工場の多種少量生産の実態と、3年間でフルパワーに達し、以後は横ばいの生産量という条件の下では、採算性の面から或る程度限定されたものとせざるを得ない。

しかし、他方では前述のように将来共生産量は継続して増加していく傾向が予測されること、当工場の人力作業が多く安全成績の悪い現状からの脱脚が強く望まれていること、コデルコ社のチリ共和国におけるリーディングカンパニーの一つとして工場技術水準を引き上げていく立場にあることなどを考慮すると、今回の限定された一部の工程だけの採算性とは別に、最新の高性能設備の導入、レイアウトの改善、環境の整備も積極的に推進することが望まれる。

以上、今回の対象工程とその周辺に対する設備面での近代化に係わるバウンダリーについて述べたが、長期生産計画の予測が困難な現時点では、或る程度限定されたものとはなるが、1989年までの当面の生産量増強に見合う採算のとれる範囲での近代化計画を策定するものとする。

尚、本項で種々述べた工場配置での問題点、レイアウトの改善、高性能設備の導入、環境の改善などで上記近代化計画に取り入れられなかったものについては、将来の望ましい工場案として、近代化計画に付記して提案することとする。

3.3.2 鋳造工場 — 仕上げ工程設備

1) 採算性を考慮した当面の近代化

(1) 計画立案における基本的考え方

本項における近代化計画は、3.2.1 製造技術の近代化の項で述べられた新しい高性能設備機器レイアウト改善策などの中から、採算性に合うものを選定導入するものとした。

不採用となった汎用自動研削盤は、自動車産業など大量生産分野では既に実用されているが、非常に高価な設備であり、多種少量生産工場では採算がとれず、日本においても未だ採用されていないのが現状である。

又、工場レイアウトの改善についても、早急に実施することが望ましいが、これは他の関連工程を含めた総合的な改善効果を期待するもので、今回の仕上げ研磨工程だけの採算性評価には含まれないので、2)項で述べる「将来の望ましい工場」として提案を行うこととする。

(2) 設備機器、治工具の導入

当工場の仕上げ工程における現状の設備機械類は、古い設備であっても良くメンテナンスされて現在でも有効に使われている。

これらの設備機器を最近の新しいものと比べてみても、製品の寸法・形状が様々な多種少量生産に適するものとなると、ある程度高性能化はされているものの基本的な加工法、設備の種類は同種のもので殆んどである。従ってこれら設備を入れ替えても画期的な生産性向上とはならず、高額な設備費と相殺されて採算のとれるものは限定される結果となる。

この様な場合の新技术設備の導入に当っては対象となる製品の加工にはどのような機能性能を持つ設備が必要か、又、これらの設備を効果的に使うためには製品の設計・加工工程をどのように改善したら良いかなど十分な研究を行い、その成果を反映させて実施することが重要である。特に、仕上げ研磨工程では、加工し易い鋳バリの位置の設定と、その量の減少対策は高性能設備導入と同等の価値がある。又、多種少量生産工程ではロットが小さく、段取替えが多くなるので、これらのハンドリングの効率を上げる治具の考案などが生産性向上に大きく寄与する。

しかし、今回は短期間に生産量アップを計る必要があることから上記の研究は併行して実施されるものとして当面効果の期待できる下記の設備機器の導入を計るものとする。

- ・定周速型懸垂グラインダー
- ・3 TON ターンテーブル
- ・1 TON ターンテーブル
- ・高周波グラインダー

これら設備、機器の仕様は表 3.3.2 - 1 仕上げ工程の新設設備に示すが、以下にその内容を述べる。

a) 定周速型懸垂グラインダー

現在、中・大型鋳物の研磨作業に使用されている大型（15HP）懸垂グラインダーは、定回転式のため、砥石の磨耗と共に周速が落ち、研削能力も大巾に低下してしまう方式である。

又、現在は供給電源周波数が60HZに変更されたため、周速度が大巾に落ちている。

No.	名称	仕様
1	ハンドル	
2	前後バランスハンドル	
3	テンションブリー	
4	電動機	15kW 4P
5	前後バランス調整ネジ	
6	左右バランス調整ネジ	
7	周速同調ワイヤ	
8	操作スイッチ	起動、停止、回転数調整
9	検知レバー	
10	磁石	
11	回転数調整モーター	
12	無段変速ブリー	
13	リミットスイッチ	磁石使用限界検出

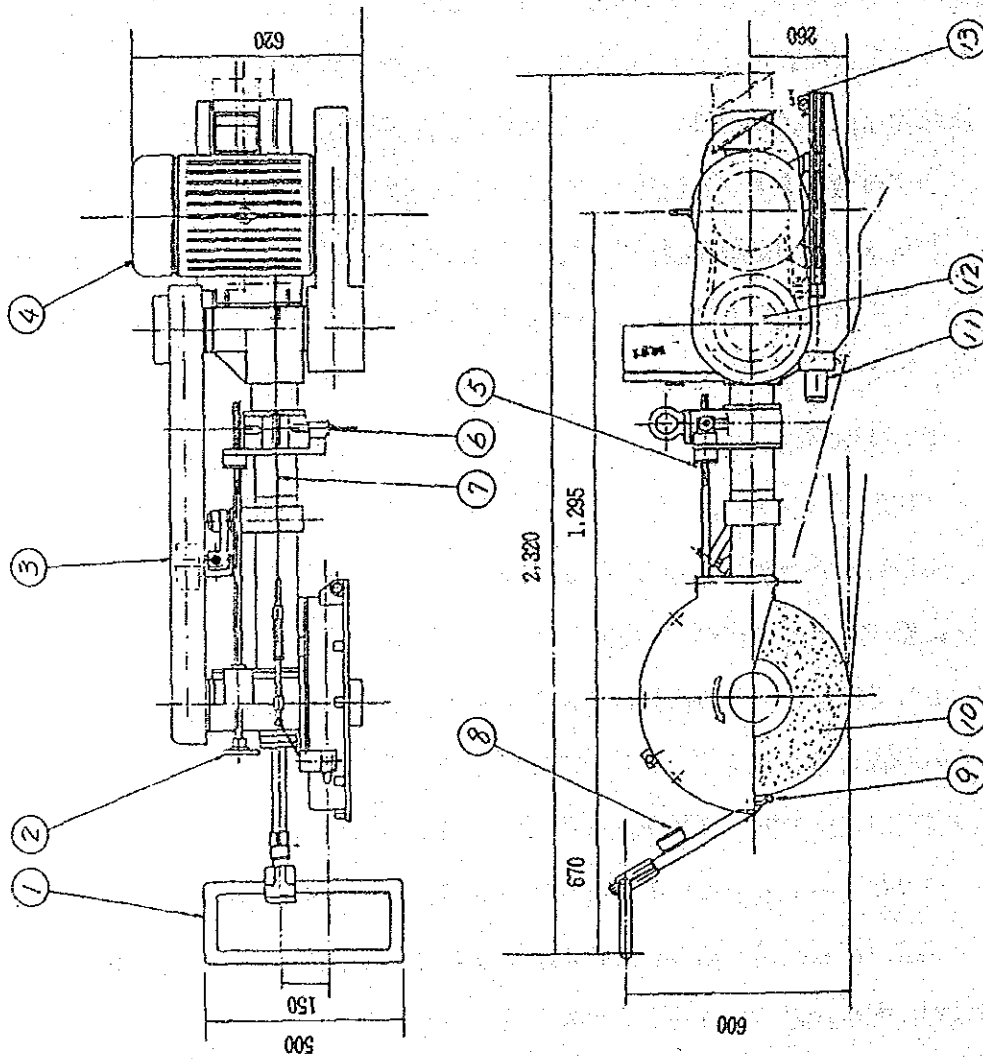


図3.3.2-1 定周速型懸垂グラインダー

これに替るものとして定周速型懸垂グラインダーを導入する。

定周速機構については、前出の3.2.1製造技術の項で詳しく述べられている通りである。この方式を採用することにより、日本の実績データでは、定回転式に比べ、研削能率は1.5倍～2倍、砥石使用量は1/2となっている。図3.3.2-1に定周速型懸垂グラインダーの外形図を示す。又、表3.3.2-2に定周速型懸垂グラインダーの主要仕様を示す。

表3.3.2-1 仕上げ工程新設設備

No.	名 称	台数	仕 様
1	定周速型懸垂グラインダー	4	15HP、砥石： $\phi 510 \times t 50 \times \phi 50.8\text{mm}$ 周速：50 m/s
2	3 TON ターンテーブル	2	3 TON、テーブル径： $\phi 1,000\text{mm}$
3	1 TON ターンテーブル	2	1 TON、テーブル径： $\phi 800\text{mm}$
4	高周波グラインダー	6	電源装置：インバーター グラインダー：ポット型 $\phi 180\text{mm}$, 1.4KW

表3.3.2-2 定周速型懸垂グラインダー仕様

項 目	仕 様
馬 力	15 HP
砥石寸法	$\phi 510 \times t 50 \times 50.8$
周 速	3,000 m/min (一定)
外形寸法	W 620×H 600 ×L 2,320
重 量	300 kg

b) ターンテーブル

現在懸垂グラインダーの作業台は、600 H × 800 W × 1,500 L 程度の鋼製固定台が使用されている。このためリング状の鋳物であっても何回かクレーンによる位置替作業が必要となっている。

この固定作業台に替るものとしてターンテーブルを導入する。このターンテーブルは、電動により任意の速度で回転させることや、所定の回転角で停止することができ、リング状の物に限らず、水平回転作業段取りを省くことができる。尚、ターンテーブルの上に製品の形状に合った治具を装着することにより、異形物の積載や、取付作業の簡素化を計ることも可能である。

図3.3.2-2にターンテーブルの外形図を示す。又表3.3.2-3にターンテーブルの主要仕様を示す。

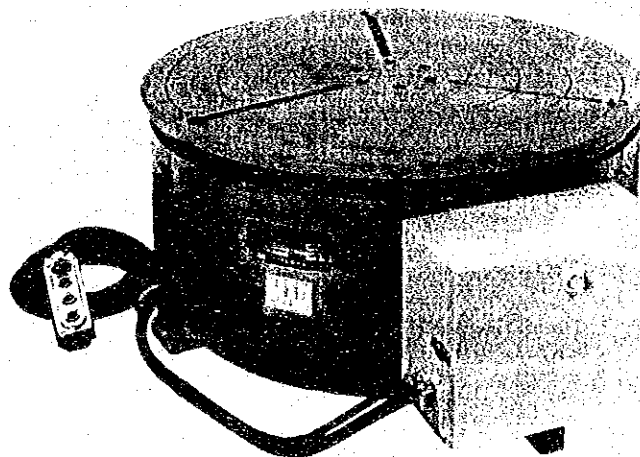


図3.3.2-2 ターンテーブル

表3.3.2-3 ターンテーブルの主仕様

	3 TON 用	1 TON 用
搭 載 重 量	3,000 kg	1,000 kg
テ ー ブ ル 径	φ 1,000mm	φ 800mm
外 形 寸 法	φ 1,000 × H 466mm	φ 800 × H 363mm
テ ー ブ ル 回 転 数	0.05 ~ 0.5r. p. m	0.05 ~ 0.5r. p. m
重 量	600kg	400kg

c) 高周波グラインダー

当工場の手仕上げに使用する携帯用グラインダーは、主として空圧式のものが使われている。空圧式グラインダーは、エアーコンプレッサー、配管設備など大規模な付帯設備を要し、保守費が高み消費電力、研削能率も良くない。

これに替るものとして高周波グラインダーを導入する。最近の高周波グラインダーは小型軽量化され、高周波グラインダーの特性である重研削時の高トルク保持等により、研削能力は空圧式の2～3倍にもなっている。消費電力も空圧式に比べると1/6～1/10である。又、高周波発生器に小型軽量のインバーターを使用することにより持ち運びが容易で、どこでも簡単に使用することができる。図3.3.2-3に高周波グラインダーの外形図を示す。又、表3.3.2-3に高周波グラインダーの主要仕様を示す。尚、グラインダーは、ポット型の他にアングル型、ハンド型(棒状)など各種のものがインバーターと組合せて使用することができる。

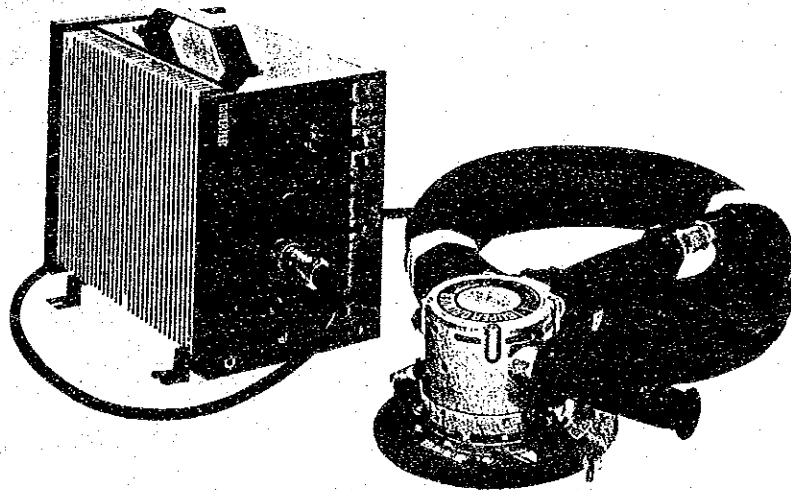


図3.3.2-3 高周波グラインダーのセット

(インバータとポット型グラインダーの例)

表3.3.2-4 高周波グラインダーの主仕様

名 称	項 目	仕 様
インバーター	電 源 容 量 出 力 周 波 数 制 御 寸 法 重 量	2 KVA 400 HZ インバーター方式 200 × 270 × 348 mm 7.5 kg
グラインダー (ポット型)	砥 石 寸 法 最 高 周 波 度 最 大 出 力 制 御 外 形 寸 法 重 量	φ180 × t 6 × 22.23 mm 4,800 m/min 1.4 KW インバータによるソフトスタート インバータによる電気ブレーキ 198 W × 110 H × 316 L mm 2.7 kg

(3) 設備配置

設備機器の配置は、現状の場所のまま入れ替えを行う。ターンテーブルは特に基礎を打つ必要はないが、製品をぶつけたときにずれない程度の固定を行えば良い。それよりも製品の種類によってターンテーブルを移動したいときに簡単にクレーンで移動できる方が良い。

図3.3.2-4に仕上げ工場の設備配置図を示す。

2) 将来の望ましい工場計画案

前項では、当面の生産計画に具合う採算のとれる設備の導入という条件から、研磨工程でいくつかの新しい設備の導入を計ったものの、仕上げ工場全体からみれば従来と基本的にはあまり変わらず、生産ラインの合理化、新技術の導入、環境の改善など現状のかかえている問題から見れば近代化とは云え難い部分的改善にとどまったものである。

本項では、定量的な採算計算はできないが、将来をも見通して改善を要すると思われる工場配置、新技術の導入、設備レイアウトと環境改善について提案するものとする。

(1) 工場全体配置計画

a) 現状の工場配置の問題点

前出の3.2.1 製造技術の近代化— 鋳造工場 2) 仕上げ工程の運搬・作業レイア

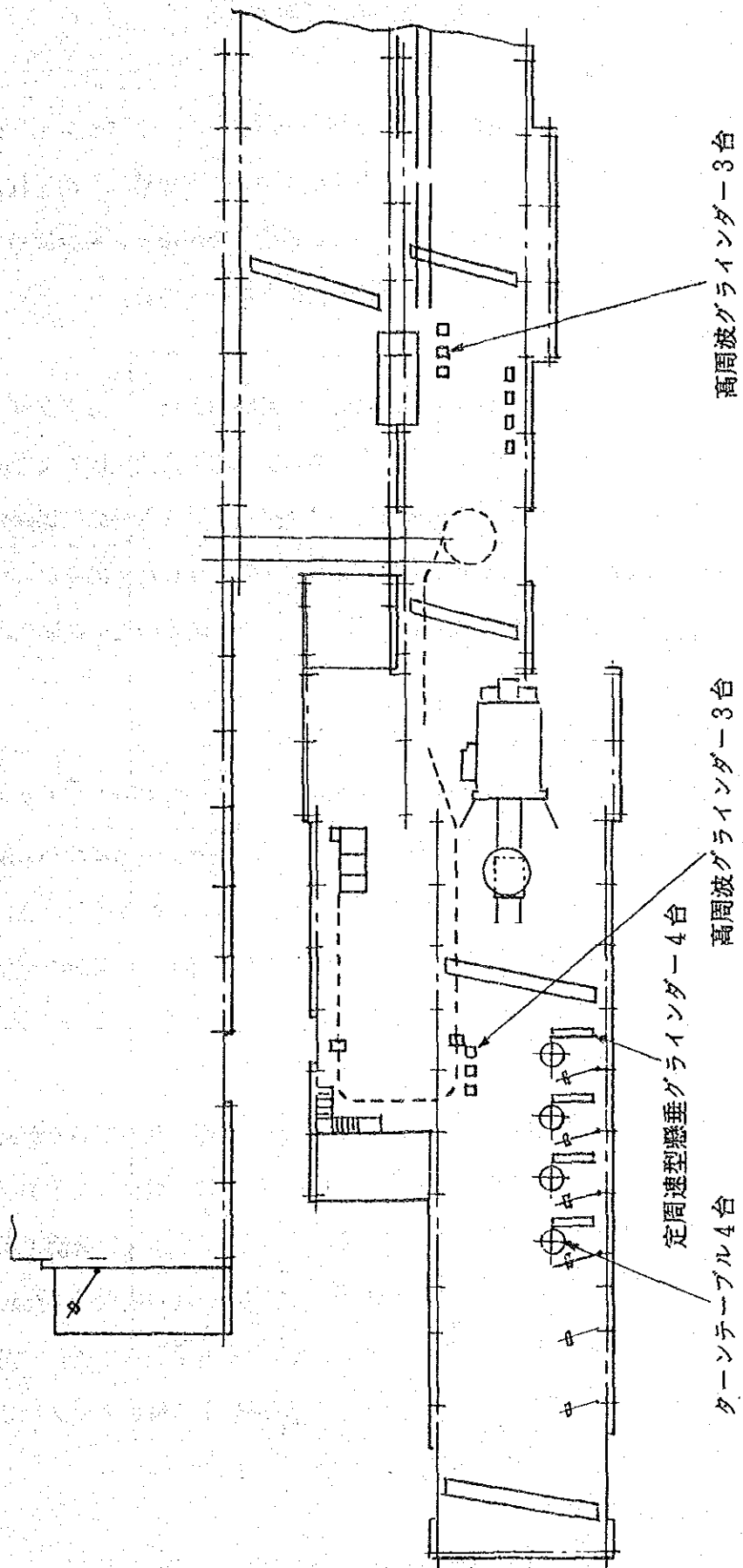


図3.3.2-4 仕上げ工場設備配置図

ウトの項で述べられている通り、下記の諸問題がある。

(a) 熱処理炉の配置

現在の熱処理炉は、前後工程である押湯切断、ショットブラスト、仕上げ研磨の作業場所から遠く離れて配置されている為、作業が連続した流れとならず中断している。又、この為付加価値のない運搬作業が増え、熱処理炉自身のみならず関連する設置の稼働率をも下げる結果となっている。

(b) 仕上げ工場の配置

仕上げ工場は、大きく分けて①大物仕上げ研磨およびショットブラスト②小物ショットブラストおよび手仕上げ③押湯切断、④小物仕上げおよび検査の4つの区画に分かれている。これらの工場は隣接しているものの工場建屋の柱通り芯がずれており、従って天井クレーンも別々の独立した工場となっている。この為、作業が連続した流れとならずここでも付加価値のない運搬作業が増えている。

(c) ショットブラストの配置

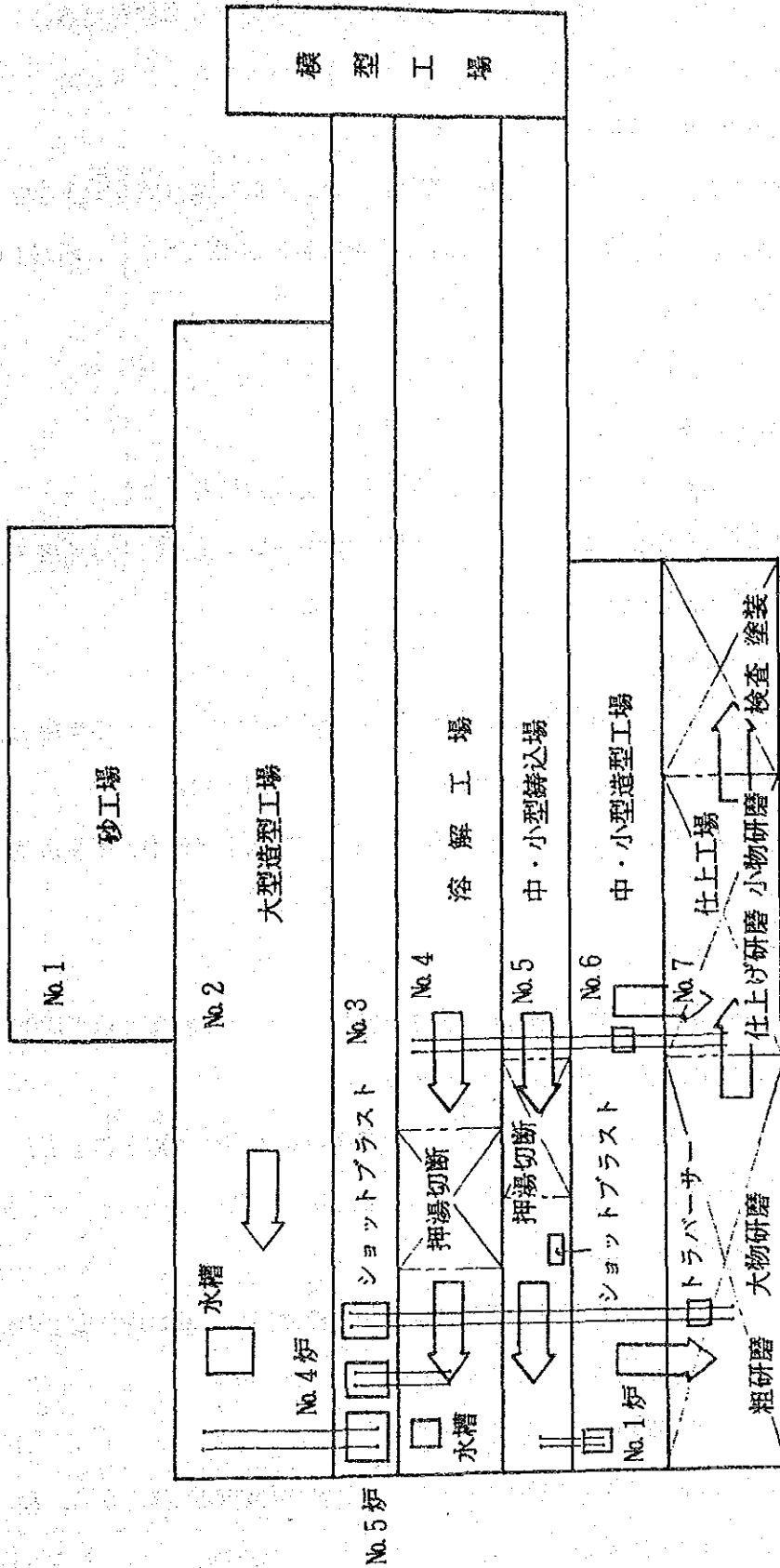
ショットブラストは、大物用のテーブルタイプと小物用のドラムタイプの計2台あるが、いずれも前後工程の型バラシ、押湯切断、熱処理炉から離れた仕上げ研磨工場内にある。これも前項同様、作業の流れに合っていない為無駄な運搬とこれに伴う場所の占有、除去された砂が床に散乱して環境の悪化などを生じている。

(d) 中型、小型造型工場と溶解工場の配置

両工場は、鑄造工場群の中心に位置し、隣接した棟となっているが共に作業スペースが狭い。特に小型造型ラインは巾7,620mmの工場にコンベアが4ライン設置され、作業通路（安全通路）が確保できていない。又、溶解工場の中央付近は、電気炉が巾12,600mmの工場の約半分を占め、反対側に並んだ鑄込場との間の通路も狭く、砂の山となっている足場の悪さも手伝って決して安全な状況とは云えない。今後ライナーなど中、小型製品の生産量がアップして来ることを考えればスペースの拡大が必要である。

b) 望ましい工場全体配置計画

前項で述べた工場配置上の諸問題を解決する工場全体配置計画を図3.3.2-5に示す。但し、この配置計画は、現状における問題を解決することに主眼を置い



◻ : 製品の主な流れの方向

図3.3.2-5 鑄造工場全体配置計画

図3.3.2-5 鑄造工場全体配置計画

たものであるから、再配置（移設、改造又は新設）の実施については、将来の長期生産計画と共に工作工場全体として総合的検討を十分行う必要がある。

以下に配置計画の内容を述べる。

(a) 工場建屋の増・改築

工場建屋は、現在の仕上げ工場を改築し、真直ぐな2棟（No.6およびNo.7棟）の工場とする。又、溶接工場と中、小型造型工場を西側に延長し、西側工場側面を一直線とする。

(b) 工場区分の変更

① 仕上げ工場

改築したNo.7棟を仕上工場とし、従来同一工場内にあったショットブラスト、押湯切断場はここから出し、粗研磨・大物研磨工程→仕上げ研磨・小物研磨工程→検査・塗装工程の一貫ラインとする。

② 中、小型造型工場

改築したNo.6棟を中、小型造型工場とし、従来手狭であったのを解消する。

③ 溶解工場

溶解工場の鑄込場のうち、小物鑄込みラインをNo.5棟の中、小型造型工場移転跡に移す。

(c) 熱処理炉の移設

現在、溶解工場の東側に離れて設置されているNo.1およびNo.3炉を増築したNo.4およびNo.6工場の西側屋内に移設する。

このことにより、熱処理炉の前後工程との距離が大巾に短縮されることと3基の炉が集中することにより操炉管理の効率化が計れる。

(d) ショットブラストの移設

ショットブラストは、前後工程の型ばらし、押湯切断、熱処理作業とのつながりを考慮して、工場西側へ移設する。

(e) 押湯切断場の移設

押湯切断場は、作業の流れを良くするため鑄込場の西側へ移設する。

(f) 工場配置の決め方

工場および主要設備の配置は、製造工程の流れに沿って中断させることなく、かつ、運搬回数・距離を短かくすることが必要である。

仕上げ工程間の運搬径路とその量は、生産品目(材質)と生産量によって異なり複雑になっているが、1989年の生産品目と生産量からその概要を求めると、図3.3.2-6および表3.3.2-5に示す通りである。

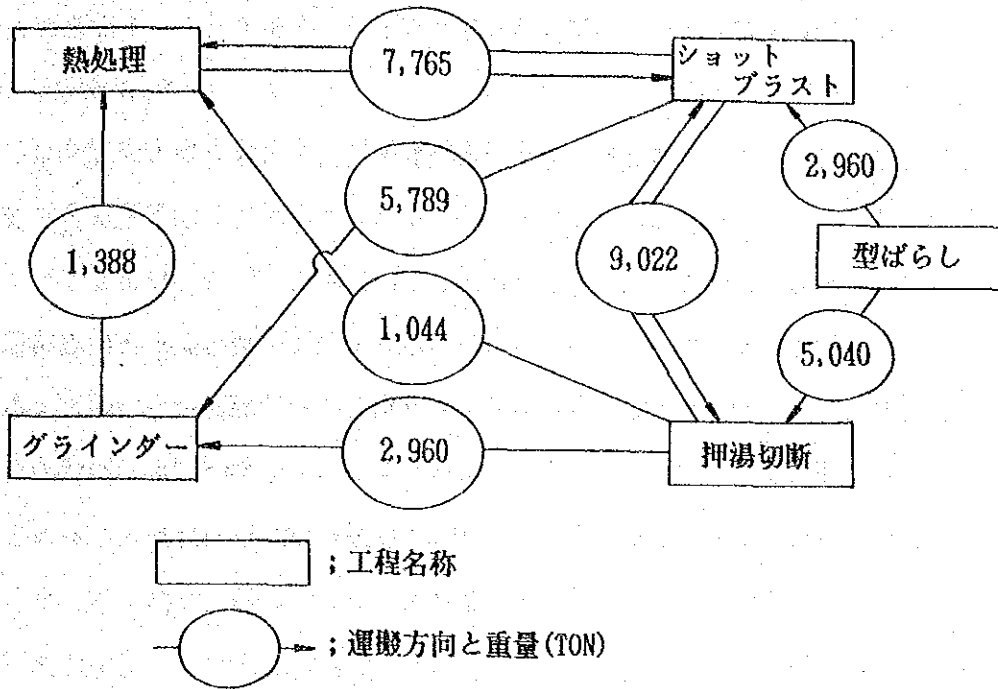


図3.3.2-6 仕上げ工程間の運搬重量 (1989年)

表3.3.2-5 仕上げ工程間運搬重量 (1989年)

運搬径路	運搬重量 TON/Year	パーセント		
		10	20	30
押湯切断 ↔ ショットブラスト	9,022	25.1		
ショットブラスト ↔ 熱処理	7,765	21.6		
ショットブラスト ↔ グラインダー	5,787	16.1		
型ばらし → 押湯切断	5,040	14.0		
型ばらし → ショットブラスト	2,960	8.2		
押湯切断 → グラインダー	2,960	8.2		
グラインダー → 熱処理	1,388	3.9		
押湯切断 → 熱処理	1,044	2.9		

この図および表から明らかなように、押湯切断、ショットブラスト、熱処理間の運搬で全体の約1/2を占めており、これらの場所を接近させると共にそれぞれの運搬方法も効率の良いものとする必要がある。図3.3.2-1 鑄造工場全体配置計画は以上の理由で作成したものである。

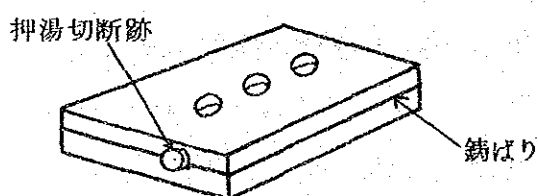
(g) 工程間運搬の方法

運搬そのものは製品の価値を高める要素は全くなく、極力少なくしなければならない。特に運搬に伴う積み込み、下ろしの手順数、回数を減らす必要がある。

本配置計画においては、これらを考慮して運搬車輛による構内道路運搬を極力なくし、棟内運搬は天井クレーンを使用し、棟間運搬はレールによる自走台車を使用するものとした。又、ショットブラスト、熱処理炉は現状の自走台車によるものとした。但し、小物、中物は製品形状に合った専用パレット等を使用し、運搬の効率化を計ることが重要である。

(2) 新技術の導入

工場に投入される製品のうち、ボールミル、バーミル用などのライナーが約65% (重量比) を占めている。このライナーは形状・寸法共各種あり一定ではないが基本的には下図に示すような薄い四辺形をしており、



ライナーの基本形状

これらの数は全体では年間1万個(1989年)程度の生産が見込まれている。現状はこの鑄ばり、押湯切断跡などの仕上げに大型の懸垂グラインダーを使用しているが、体力を必要とする重労働作業であり、粉塵発生も多く改善が望まれる。

この懸垂グラインダーに替るものとして、人力作業を機械化し、更に研削時の微妙な調節機構まで自動化した自動研削盤がある。

これは、高価な設備であるから導入に当たっては投資効果も十分検討する必要があるが、作業者の重労働からの解放、安全衛生面の改善、品質の向上などが期待で

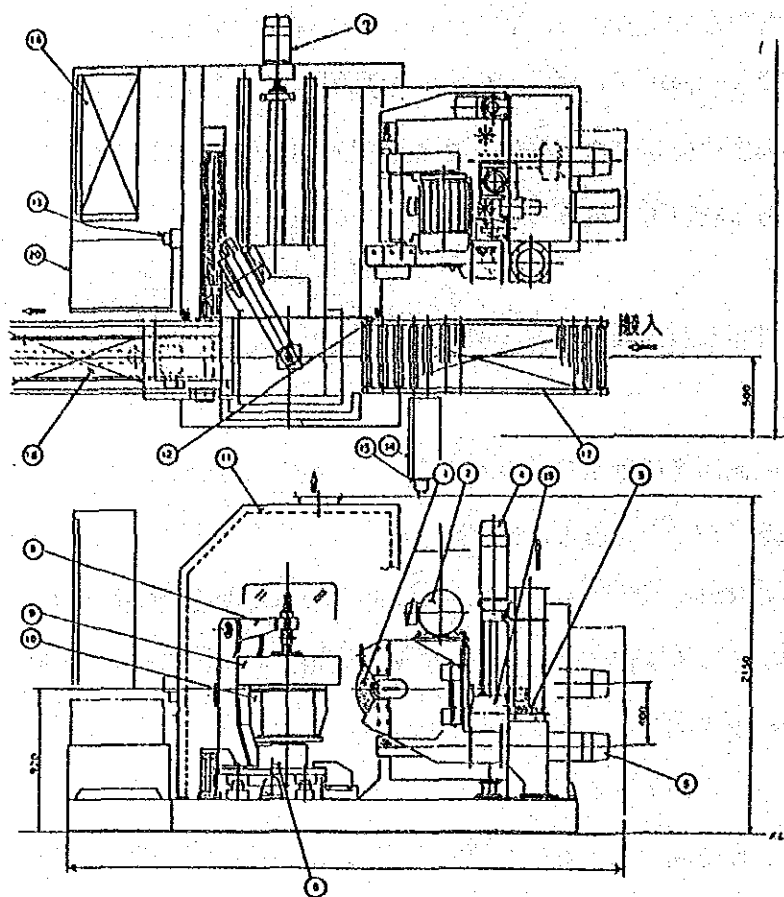
きるので検討に値するものと考え。又、手で持てる大きさの小物の研削に現在は、固定式で両頭グラインダーが使用されているがこれは定回転式で砥石の摩耗と共に周速が落ち研削能力が大巾に低下する欠点がある。最近はこれに替る高効率な定周速固定グラインダーがある。以下これらについて少し詳しく述べる。

a) 自動研削盤

図3.3.2-7に自動研削盤の外形図を示す。又、表3.3.2-6に自動研削盤の主要仕様を示した。

この設備は、四辺の側面を研削するものである。この設備の特徴は、CNCによる4軸の制御を铸肌追従システムおよび接離動システムとの組合せにより、ローラーコンベアで搬入されたワークをチャッキングしてから研削完了後搬出ローラーコンベア入口でチャックを離すまで全自動で処理するものである。同一形状のロットであれば最初の1個でティチングを行えば、次からは自動的に高精度の加工を短時間に行うことができる。

铸肌追従システム、接離動システムなど本機の機能については前出の製造技術の項で詳しく述べられている通りであるが、このような高性能機の導入は単にライナーの研磨処理能力が増強されるだけでなく、最新の技術の習得による多方面への波及降下（例えばこの機械の持っている機構・方式の他の分野への応用、高性能機の稼動によって前後工程もそれに見合う対応がせまられるなど開発・改善への動機付けになるなど）が期待できる。



No.	名称
1	砥石
2	砥石駆動モーター
3	砥石送り装置
4	Y軸制御装置
5	Z軸 "
6	A軸 "
7	X軸 "
8	クランプ装置
9	ワーク
10	受治具
11	集塵フード
12	シャッター
13	エアーユニット
14	操作盤
15	タイミングボックス
16	制御器
17	搬入コンベアー
18	ワーク搬出装置
19	フレキシブル研削ユニット
20	油圧ユニット

図3.3.2-7 自動研削盤

表3.3.2-6 自動研削盤の主仕様

項目	仕様
砥石寸法	φ510 × 50 × φ 50.8mm
周速	3,000m/min
馬力	15 KW
対象ワーク寸法	200 H × 500 W × 1200 L mm
CNC制御	3軸同時制御 X軸 (テーブル往復) Y軸 (砥石ヘッド上下) Z軸 (砥石ヘッド前後) A軸 (テーブル回転)
外形寸法	3,000 W × 4,000 L × 2,150 H mm
重量	10,000 kg
日本国内価格	4,600 万円

b) 定周速固定グラインダー

図3.3.2-8に定周速固定グラインダーの外形図を示す。又表3.3.2-7に定周速固定グラインダーの主要仕様を示す。

この設備については前出の製造技術の近代化の項でも詳しく述べられているように、砥石の摩耗度に応じて砥石の位置を調節ハンドルで移動（前へ出す）することにより、ワークテーブルと砥石の間隙も一定に保たれ、常に一定の最適の高周速が得られ高能率が維持される定周速機構を有している。又、作業性の改良として足踏み式のワーク押し付けの補助装置が付いており、高圧着力を容易に出せるため作業者の負担を軽減している。この設備を採用することにより、研削能率、砥石の使用量が大幅に改善される。日本のデータでは研削能率は約2倍、砥石使用量は約1/2となっている。

表3.3.2-7 定周速固定グラインダー仕様

項 目	仕 様
駆動モーター	7.5 KW- 4 P 1,500r. p. m
砥 石	φ510 × t 50 × 50.8mm
周 速	50 m/s
ワーク受け台	上下、前後、旋回、左右調節可
本 体 寸 法	1,240 W × 1,240 L × 1,180 H mm
重 量	900 kg
日本国内価格	200 万円

(3) 設備レイアウトと環境改善

工場内の製品の流れは、西側のトラバーサーで大物製品を、中央のトラバーサーで小物製品を受け入れ、西側から東側へ大物粗研磨→仕上げ研磨→小物研磨→検査・塗装の一貫した流れとする。機械設備の配置もこの流れに沿って設置する。自動研削盤は当工場の主力製品であるライナーを大量に扱うので前後のストレージエリアも考慮する。これらの配置を図3.3.2-9に示す。

順	名称	仕様	備考
1	砥石	FS10×50×50.8	
2	モーター	1.5kW 4P	
3	パリスター	FJ-150	別取付品
4	送動スイッチ		
5	砥石送りハンドル	手動	
6	電圧調整器		
7	送り速度	20ml/min以上	

重量 約 500kg

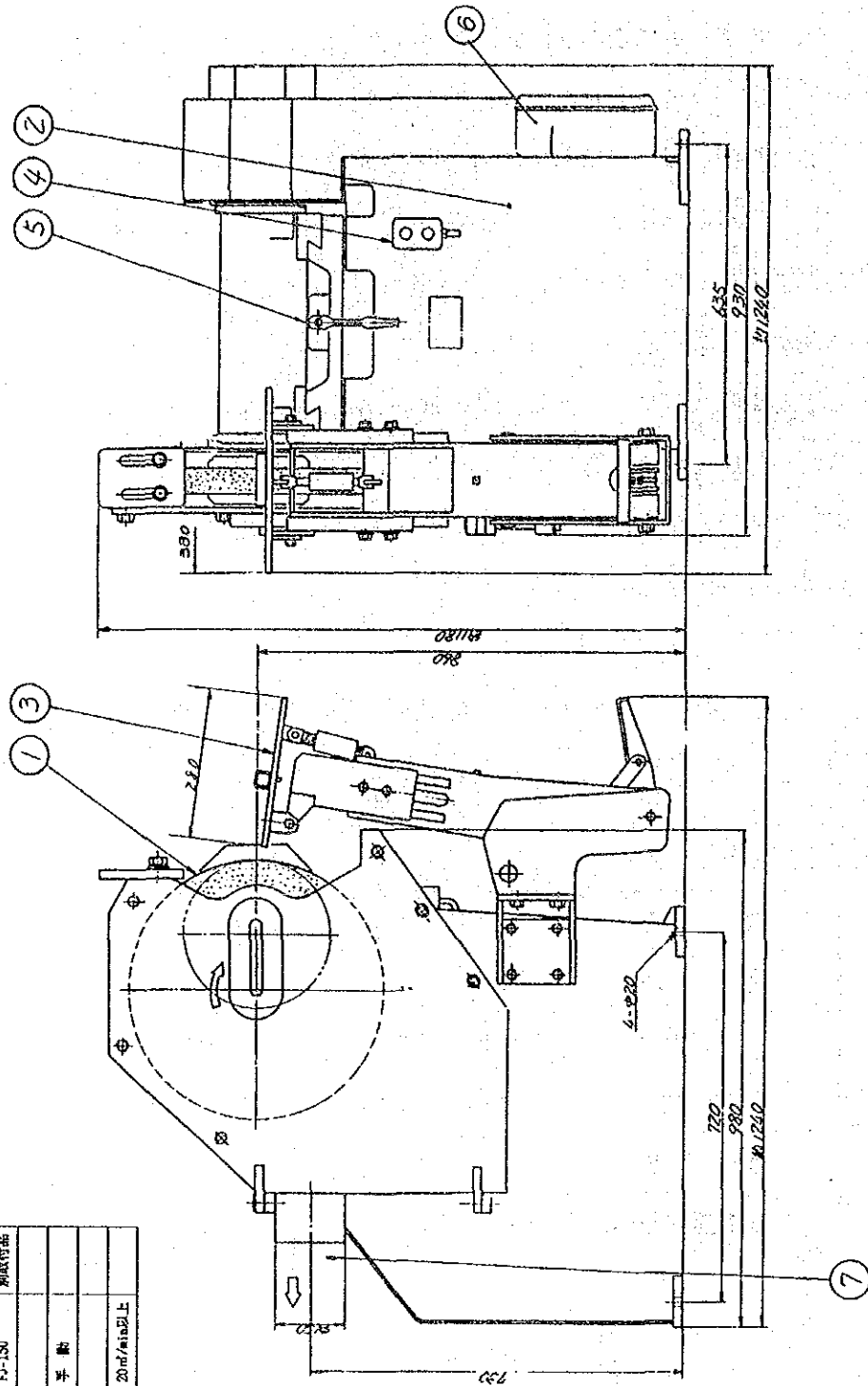


図3.3.2-8 定周速固定グラインダー

環境改善の面では、工場の床は全面コンクリートを打設し、平滑な床とすると共に、作業通路を白線で表示し確保する。懸垂グラインダーの集塵装置はバクフィルター式の強力なものを設置し、懸垂グラインダーに取付ける吸引口の位置も粉塵、火の粉を確実に捕集できる適切な位置とする。又、工場内の明るさにも配慮が必要である。一般作業場では、100～200ルクス（床上1m）、仕上げ研磨、検査場では200～300ルクス（床上1m）を確保するよう採光・照明を行う。

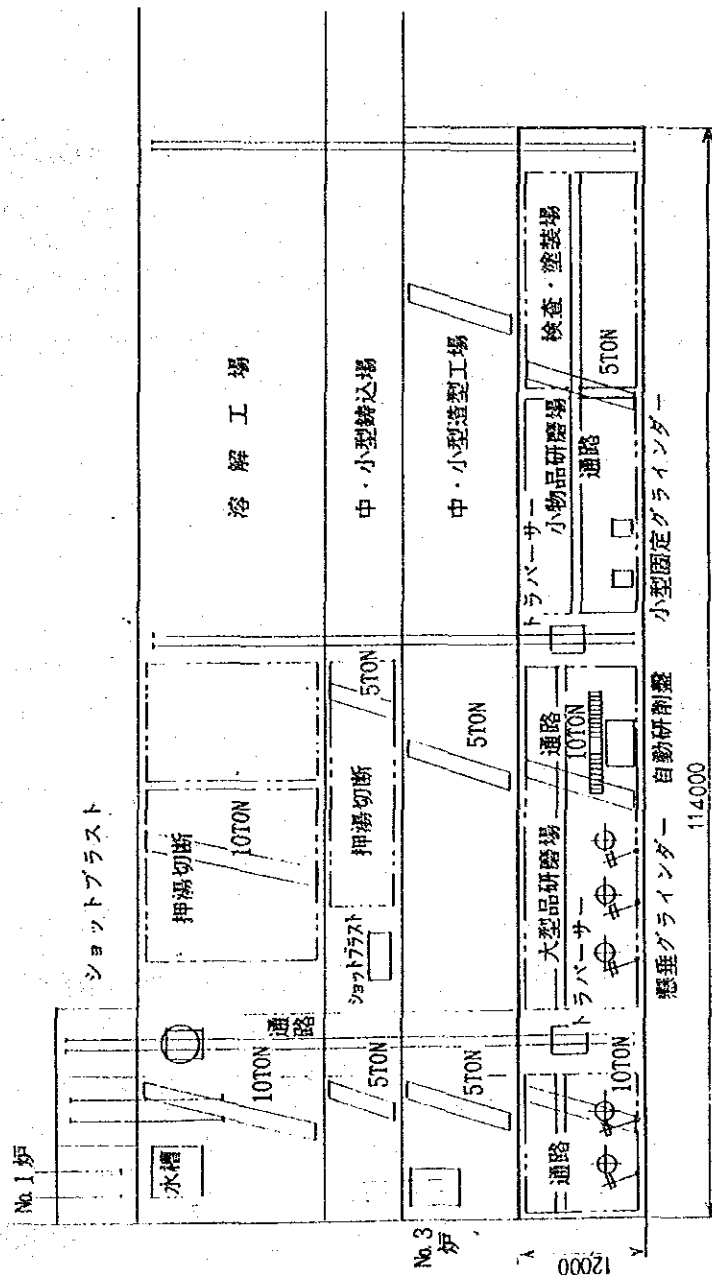


図3.3.2-9 仕上げ工場機械配置計画図