

50008

教科書文庫

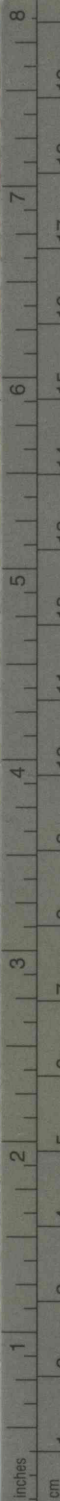
5
538
46-1948
20000 21577

Kodak Gray Scale

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



© Kodak, 2007 TM: Kodak



Kodak Color Control Patches

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black

© Kodak, 2007 TM: Kodak

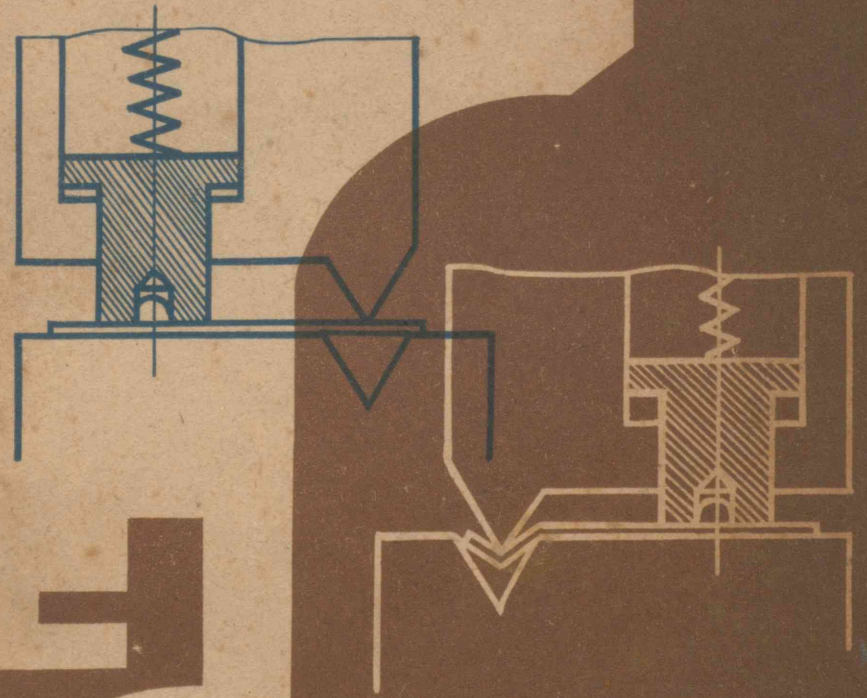


532
Ji20
資料室

文部省検定済教科書

機械工作

1



実業教科書株式会社

532
Ji 20

資料室

昭和23年12月29日
文部省檢定済
高等学校用

機械工作

1
廣島大學
圖書印



実業教科書株式会社

まえがき

われわれが日常使っている筆箱・定規などいろいろなものを家庭で自分でつくろうとしたならば、それがどんなにむずかしく、手間のかかるものであるかはしばしば経験することであろう。

まして製作するものが厚い金属を材料とし、正確な運動を伝えるための機械の部分に社会の需要にこたえるため数多く短時間につくろうとしたならば、その困難さは手工的な技術ではほとんど不可能に近いのはいうまでもないことである。

そこで社会生活の発展はいろいろの工作のための機械の発達を要求し、諸機械の発達に文明の進歩を大いに助けてきた。

将来機械工業にたずさわるわれわれは、社会の各方面にいそがしく立ち働いている人々にもっともように必要とする機械・器具を手に入れることができるように、安価で正確な製品を生産する機械の改良発達をはかるとともに、これらの機械の操作の習熟につとめなければならない。

このような工作機械を十分に習熟するためには、実際にそれぞれの工作機械を使って製品をつくってみる経験(実習)がもっともたいせつであるが、一方工作機械全体にわたる見透しをつかみ、製作目的に適應した工作法選択の判断力を養い、また神経と血の通わない工作機械をして自分の手のように自由自在に使えるよう、工作機械の仕組を十分に理解しておくことが肝要である。

以上のことを学ぶことによってもっとも能率的に、また機械をいためず、自信をもって操作することができ、修繕も敏速適切に行われ、工作機械および、工作方法の改善・創造さえも期待できるので

まえがき

ある。

つぎに機械工作と実習についての関連について述べてみよう、実習と機械工作の学習とはまったく表裏一体をなすものであって、機械の仕組一つ知るのでさえ、本書の文章・図面によるだけでなく、実際学校の実習工場なり、あるいはその機械のある工場見学にゆき、機械に手を触れ、動かしながら理解することが必要なのである。

なお学校実習では、学校の機械設備・授業時間数などに制限を受けるため、現場で行われつつある日進月歩の生産方法をたえず取り入れることは困難で、基本的技能の養成になりがちであるから、本書ではこれを補足するために、つとめて生産の見地から記述を行い、学校実習と現場で要求される技術とのすきまを埋めるように意を用いた。したがってダイカストのように実習時間の設けられていないものについては、他の型鍛造・プレスなど実習時間の設けられているものより、記述に多くのページ数を費したのも、このような見地からである。

本書は他の機械科実習教科書ならびに機械工作教科書とともに、

東京都立北豊島工業高等学校

校長 佐藤 孝次

教官 川畑 一 教官 谷本 誠

" 宮城 昆康 " 宮武 邦晴

" 保坂 邦彦 " 瀬戸 卓郎

" 渡辺 豊司 " 関 親

の諸氏によって執筆され、原案審議については各工業高等学校の実際これが教育にあたっておられる教官各位多数の御意見と御協力とによったものである。

目 次

第 1. 生 産	1
1. 製 作	1
2. 生 産	10
3. 生産方法の選定	12
第 2. 型 鍛 造	19
1. あらまし	19
2. 型鍛造設備	23
3. 型	32
4. 型鍛造作業	37
5. 鍛錬効果	43
6. 製品処理	47
第 3. プ レ ス	49
1. あらまし	49
2. プ レ ス	49
3. プレス用型	54
第 4. 圧延・引抜き・押し	72
1. あらまし	72
2. 圧 延	76
3. 引抜き・押し	96
第 5. ダイカスト	109
1. あらまし	109
2. ダイカスト機	113
3. ダイカスト用鑄型	125
4. ダイカスト用合金	155
5. ダイカスト製品	170
対 訳 術 語 集	184

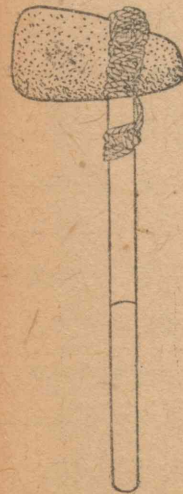
第 1. 生 産

1. 製 作

人類の歴史をふりかえるとき、われわれの祖先がどんな道具を使い、どんなものをつくったかをしらべ、その生活様式のうつりかわりをしらべるのは興味深いことである。

現在われわれが、精巧な機械を使って、いろいろなものを用途に應じ短時間に多量に、しかもたやすく製作できるようになったのは、これまではかり知れないほどのながい年月にわたる祖先の知恵と努力の結晶によってもたらされた結果である。

われわれの祖先が使った道具らしい道具として発見される遺物のもっともふるいものに、石器がある。歴史学の上ではこの時代を石器時代と名づけている。



第 1-1 図 石おの



第 1-2 図 石ざら (1/7大)



第 1-3 図 石鏃

1. 石器時代から

人類の生活に利用する材料の上から、歴史家が石器時代とか銅器

時代などと分けることがある。

石器時代という、人類は天然に産する材料をそのまま利用することしか知らなかったのであろう。そこで天然に産する材料としては、いちばん手近にあるじょうぶな石が選ばれた。

最初につくった石器は、多くそのまわりを打ち欠いてつくったものであったが、ながい年月の間に打ち欠いただけでは満足せず、その石器のまわりを、よくみがいたものをつくるようになったらしい。

第 1-3 図のような石錐(石のきり)を使ってなにに穴をあけたであろうか。着物のきれなり、皮なりに、穴をあけるのにはよく使えるであろう。木でも、あまりかたいものでなければ、役にたったであろう。しかし創造力に富むわれわれの祖先は、石器のように欠けやすくない、もっとじょうぶで、しかも形のつくりやすいものを得たいと思うようになった。



第 1-4 図
銅 錐 (1/15大)



第 1-5 図
銅 椀 (1/7大)

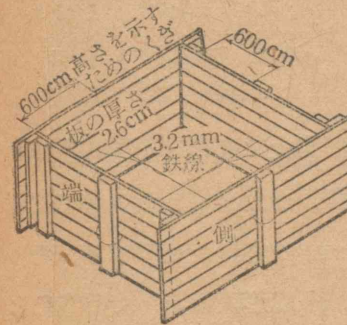
ところが天然に産するままの材料ではそのようなものは得られず、石器時代からよほどたって、銅をふくんでいる鉱石から銅だけを分けて取り出すことが発見された。しかもすず(錫)をそれにまぜていっそうじょうぶな材料にしたようである。そしてこれらを成形するには石のようにこつこつとすり減らすことより、それを熱してとかし、そのどろどろになっているものを、望む形になるようにつくられた型に流し込んだので、形は満足に近いものが得られるようになったと思われる。そ

の型のことを鑄型とよんでいるが、そのころの鑄型は石を彫り込んだり、土でつくったりしたようである。このころからようやく現代鑄造などで見られるような製作がはじめられた。

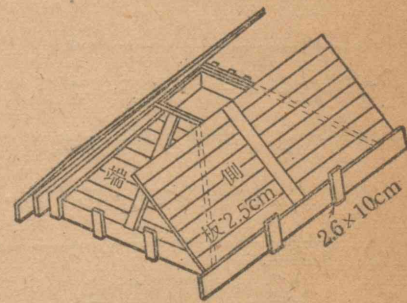
2. 非金属材料を成形するには

それでは現代においては、非金属材料をどんなふうに成形して利用しているであろうか。

セメントは砂・砂利および水と混合した流動性のあるものを第 1-6 図、第 1-7 図のような型わく(型枠)に流し込んで成形する。じょ



第 1-6 図 基礎コンクリートの型わく



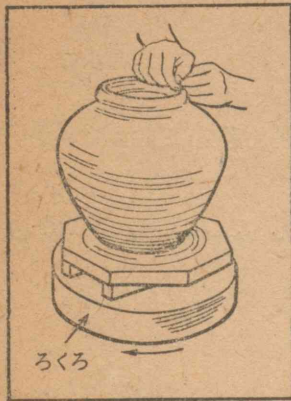
第 1-7 図 斜面をもつ基礎コンクリートの型わく

うぶさは石と同じようであるが、成形のたやすいことは比較にならない。この成形法では、はじめ材料は粉末か粉状であったものを流動体にし、これが型の中で熱を加えたりするようなことなしに時間の経過につれてしだいにかたまつてゆく。



ベークライドの商品名でよく知られて 第 1-8 図 合成樹脂製品の一例 いる合成樹脂にも粉末材料を型につめて成形する方法がある。この

場合はセメントと違って、熱によってとかし、型内に圧力を加えて、第 1-8 図のような、複雑な形状のものが正確に得られる。

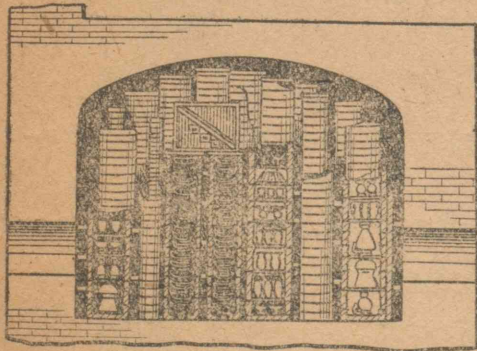


第 1-9 図 陶磁器のろくろによる成形



第 1-10 図 陶磁器の流し込みによる成形 ①製品 ②型

われわれが日常使っている陶磁器は、陶土に長石・石英の粉末を加えて水でこね、手細工・ろくろ・型押、または型に注入するなどの方法で成形する。



第 1-11 図 丸窯の断面

この成形法は常温で行うことはセメントに似ているが、材料の質は高熱によって、かたく変化させる。

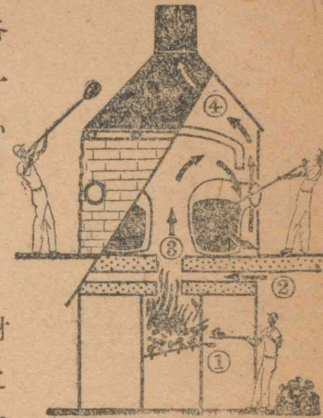
ガラスを成形するには、花瓶を例にとれば、第 1-13 図④のように二つに割れる木また金属のへこんだ型をつくり、この型の中に第 1-12 図のとけたガラスを吹きおこしに巻き上げた玉を入れて、⑤のようにまわしながら吹きふくらませます。この場合花瓶の内側を成形する働きは空気圧だけでよい。なお第 1-14 図と第 1-15 図に網入ガラス

の製造と押型の方法をそれぞれ示す。

木材で望む形を得るには、大きな材料から望みの形になる以外の不要な部分を削り取るとか、望む形の各部分を別々に成形しておいて、あとで一体に結合して行うことはよく知られていることである。

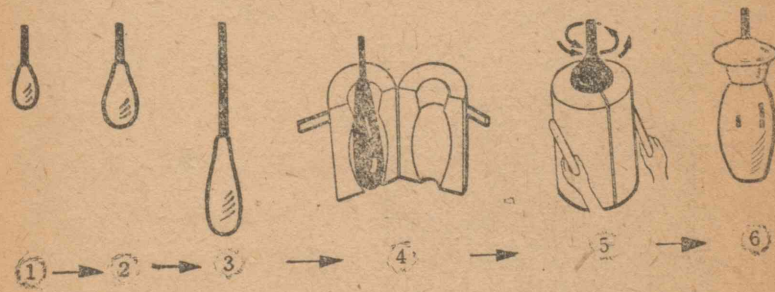
3. 金属材料を成形するには

採掘した金属鉱石の不純物を除くと、金属材料が出来る。金属材料は非金属材料と違っていろいろの方法で成形することができる、またじょうぶさもすぐれているので、ひろく利用されている。



第 1-12 図 溶融窯 ①たき口 ②空気穴 ③火口 ④煙道

金属材料の中には、水銀のように常温

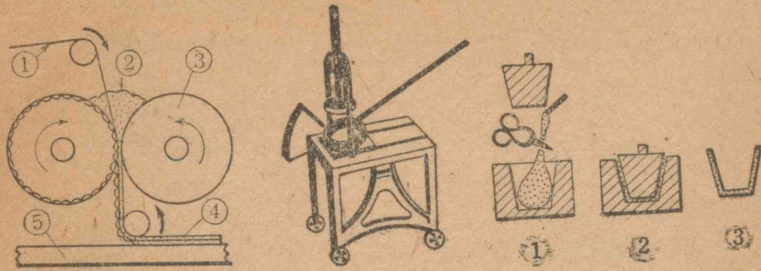


第 1-13 図 型 吹 ガラスびんの工作順序

において液状をなしているものもあるが、一般には加熱によって始めて溶融するものである。その流動性を利用して望む形の型に注ぎ込み成形する方法を鑄造とよんでいる。

この鑄造による成形法には、望む形の製品の得られるような、くぼみを砂の中につくる方法がある。これが砂型鑄造といわれるものである。この場合にはまず砂の中に製品と同形のくぼみをつくる

ための模型を細工のしやすい木材のようなものをつくっておく必要

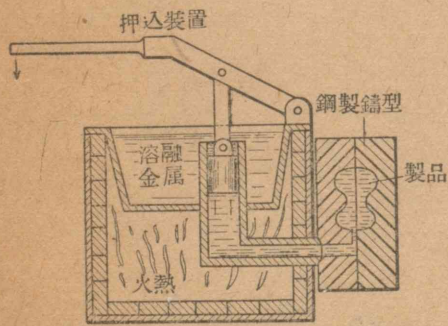


第 1-14 図 網入ガラス製造機
①金網 ②ガラス ③ローラ
④網入ガラス製品 ⑤鉄板

第 1-15 図 押型の機械と押型

がある。これを木型とよんでいる。

砂型鑄造では鑄型を特別な鑄造用の砂でつくるが、この鑄型はい



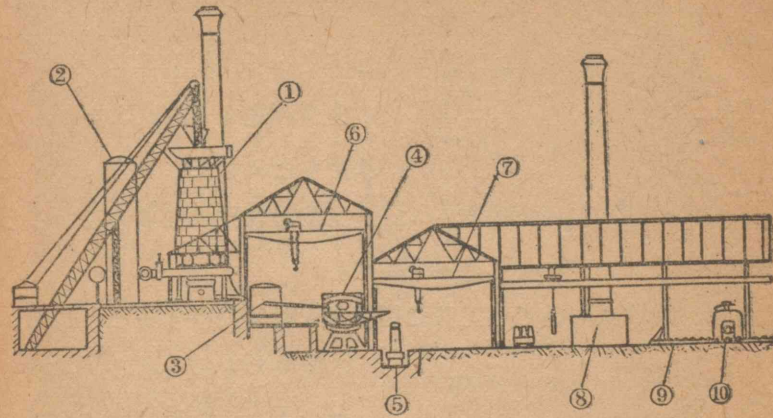
第 1-16 図 ダイカスト機による鑄込

込む成形の方法がある。これをダイカストとよんでいる。

木材で出来ているものを見ると、四角な柱と板の組合せによって成形されているものが多い。これと同じように金属材料で出来ているものを見ると、丸棒・管・板などからなりたっているものが多い。そこで材料をあらかじめよく使われる形につくっておくと便利である。

かに製品の数が多くても製品の数だけつくる必要がある。ところが鑄型を砂のようなこわれやすい材料でなしにじょうぶな鋼で1個だけつくり、とけた金属をただ流し込むのではなく、圧力を加えて鑄型の中に押し

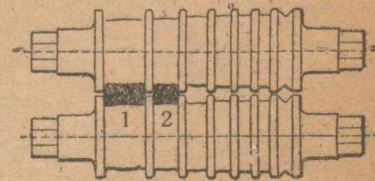
金属材料は、大きな力を加えると針金のように長さの方向へのび



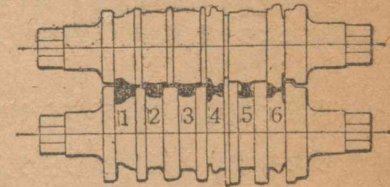
第 1-17 図 ①溶鋸炉 ②熱風炉 ③湯だめ ④可傾炉 ⑤鋼魂用金型 ⑥起重機
⑦起重機 ⑧炉 ⑨材料を運ぶローラ ⑩圧延機

る性質や、板のようにひろがる性質をもっている。この性質は加熱すればいっそうよくなるものが多い。

このような性質を利用して、一对のロールの間を通過させるとそのロールの間の大きさによって望みの厚さの金属板材が出来るとし、ロールの間を丸とか、六角とか、あるいはレールの形などの穴型に



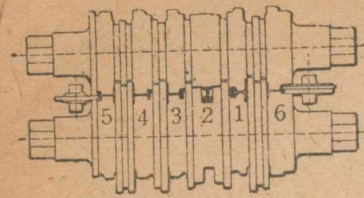
第 1-18 図 レールの圧延機
数字は材料をみぞに入れる順序



第 1-19 図 荒仕上用圧延機

つくっておくと、そのような形の棒材がつくり出される。これを圧延とよんでいる。また望む形の穴形から太い材料をむりにひっぱり出したり、あるいはうしろから押し出しているいろいろの形の棒材や管や針金などをつくり出すこともできる。これが引抜きとか押し出しと

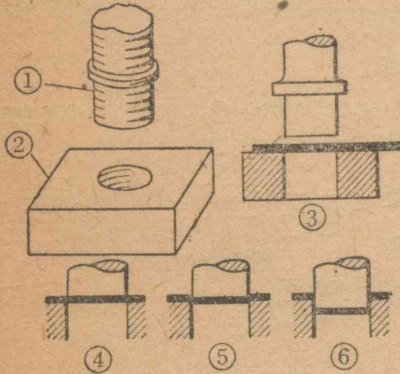
いわれている成形の方法である。



第 1-20 図 仕上用圧延機

がなかなか多い。

板金は、常温において手工具で切ったり曲げたりすることのでき



第 1-21 図 プレスによる打抜き

①ポンチ ②ダイ ③打抜きまえ ④打抜きにかかるところ ⑤打抜き中 ⑥打抜き完了

はり常温で使用すれば形がくずれやすい。したがって常温における成形のたやすさと製品のじょうぶさとは両立しないことになる。

常温でじょうぶな材料で加熱によって軟化するような性質のものは、やわらかくなっているときに、第 1-22 図のようにハンマで打って望む形につくりあげると、常温でじょうぶな製品を得るのにつ

この圧延・引抜き・押しなどによって成形されたものをそのまま利用できればよいが、それをもとにして、さらに形を変えて使わなければならないこと

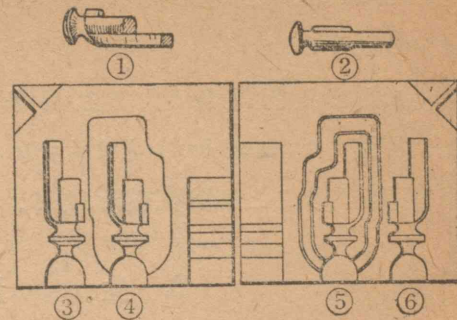
程度のももあるが、機械の大きな力を利用して成形する方法がある。これをプレスとよんでいる。

プレス作業はおもに常温でやるから、変形する板金の厚さにも限度ができてくる。また常温で成形しやすいような材料でつくったものは特別何かの処理をしないかぎり、や

加熱して金型の上に置き、力を加えて材料を形のくぼみにみたく(充^{じょうてん}填)て成形すると、工

作が迅速ですべての製品の形が一定になる。これを型鍛造とよんでいる。

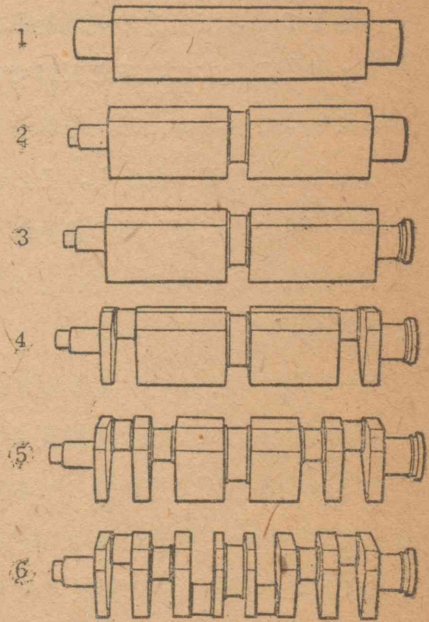
木材でつくったものは接合するのに、くぎを使ったり、木を組み合わせたり、にかわなどで継いだりしている。金属の板



第 1-22 図 型鍛造の型と製品

①②製品 ③荒成形型 ④仕上成形型

材や棒材や管材などを組み合わせて成形する場合に、その接合部分を加熱すると、金属は粘性状態あるいは半熔融状態になる。そこに機械的な圧力を加えると、つながって一体となる。これを鍛接とよんでいる。また圧力をとくに加えずに接合することもある。これを溶接とよんでいる。ふつうの自轉車のフレームは鋼管を溶接したものが多



第 1-23 図 切削によるクランク軸の成型

1~6 は切削される順序を示す

木材を、かんな・きりなどで削るように(きりも削りながら

穴をあけるのである) 金属材料をそれよりかたい刃物で一皮一皮む

くように削って望みの形につくりあげる方法がある。木材よりも金属を削るには大きな力があるから機械の力によって行う。これが切削という成形法である。

以上のような成形を行うために、いろいろの機械が出来た。これを工作機械 (machine tool) とよんでいる。またこの工作機械を使って成形を行うことが機械工作である。

2. 生 産

1. なぜ生産をするか

石器時代のような時代には器物の必要が起れば、たいてい各自でその物をつくって自分の要求をみたしていたと思われる。ところが銅器・鉄器の時代になるとだれでもがそのような器物を簡単にはつくることはできないため、それらをつくる専門の者にたのむようになったと思われる。しかし、そのころは数を多くつくるといふことよりも、はたして望む形の品物が出来るかということに多く苦心がはられたようである。このようなつくり方は製作といふべきものであろう。

しかし製作者が品物を望みの形につくり出すことに成功して、製作する者がふえてくると、需要者の方では同じに使用の目的が達せられるものならば、安い價のものがよいということになる。そこで製作者はいろいろな成形法を利用して物をつくり出すだけでなく、それに要する費用をなるべく少なくしたり、製作の能率をあげることを研究する必要にせまられたわけである。このような物のつくり方をふつうわれわれは生産 (production) とよんでいる。

2. 生産の費用

それでは製品の價格は何によってきまるかという、その品物の材料費と成形に要した加工費とがおもな生産の費用となる。

機械工業では、この材料費と加工費とがどんな割合になっているかをしらべてみると、第 1-1 表のように、だいたいにおいて機械工業が精密な加工をする

第 1-1 表

製品名	材料費	加工費
自 轉 車	1	約 7
置 時 計	1	13
腕 時 計	1	100

につれて、加工費の方が材料費よりよほど多くなっている。実際の数値は時代によって変

化するから、何か機械工業の生産品について、賣價や材料費などをしらべてみると、およそその加工費の占める割合を推定できる。

そこで、製品の價格のうちいちばん大きな割合を占めている加工費をどういふようにして下げるかということの研究することは、たいせつなことであり、その効果もきわめて大きいことがわかる。

3. 生産数量と加工費

加工費を安くするにはどうすればよいかというと、生産数量を増せばよいことは当然である。1日に1個つくっているところを15個つくるならば加工費は安くなってくる。反対に5個しかできないときには加工費はいちじるしく増すことになる。

生産数量を増せば加工費は下がるが、どういふ手段・方法でこの生産数量を増すかという、一つの方法は工具の熟練にまつもので、つまりこれまで1日に20個つくっていたものが、だんだん熟練してきて、同一のものを30個つくり得るようにすることである。これは、これまでふつう行われている生産数量の増加方法であるが、熟練というものがはたしてどのくらいの程度までできるものか、ま

た熟練するにはどれだけの苦心と時間が費やされるかが問題である。

熟練もたいせつであるが、その生産速度には限度があって、飛躍的な向上を期待することはできないから、熟練のような不安定なものをたのむより、加工費をいちじるしく低下させることのできる機械を設計し、これを使う方がはるかに得策である。

4. 多量生産 (mass production)

生産数量の増加ということとはかならずしも多量生産ということではない。多量生産によって生産費を低下させることはもっともたやすいことである。しかし、それではどのくらいつくれば多量生産が引き合うかということは、國々の市場によって違ふし、おのおの工場によつても違ふから、数量だけではきめられない。むしろ一つの機械で同じ仕事をどれだけ長期間連続して行うかということが標準になるので、その期間を定義することはむずかしいが、1年あるいは2年もというふうに考えてゆくのがいちばんよいように考えられる。

この多量生産の定義にしたがえば、アメリカのフォード自動車の製作はもちろん多量生産であるが、かならずしもこのような大工場組織でなくても、日本の自轉車工業のように3人ぐらいの小工場で、自轉車の部分品を分業的につくり、毎日毎日他のものは何もつくりないうで同じものをめいめいの工場につくって、そのような部分品が集まって自轉車に組み合わされているものも多量生産といえるわけである。

3. 生産方法の選定

1. 試作と生産

機械工業で生産をする順序は、あたらしい設計のものに対してはまず試作をしてみることがよい。試作をすると設計上の具合のわかった箇所が発見できて、予期したとよりの性能のものができるかどうか分かる。

つぎに工作上の立場から、これを生産に移すときにどんな成形法を選ぶかをきめるための実験として、試作の價値は重大である。どんなに性能がよくても工作上具合のわるい点があれば、生産速度や生産費に大きくひびいてくるから、性能を落さずに工作上つごうのよいような設計に変更する必要が起ってくる。しかし場合によっては、性能をある程度犠牲にしても成形が能率よく行われるように設計を変えることもある。

また反対に設計は絶対に変えられない場合も起ってくる。このようなときには、いままでにあるような成形法をなす機械では生産があがらないために、あらたにそれを生産するに適した専門の機械を設計しなければならないようなことも生ずる。

試作の際に、各部分品がつくられている工程や製作に要した時間などをしらべておくと、生産のこまかい方法をきめたり、生産速度を合理的に推定するための貴重な資料になる。

2. どんな成形法を選ぶか

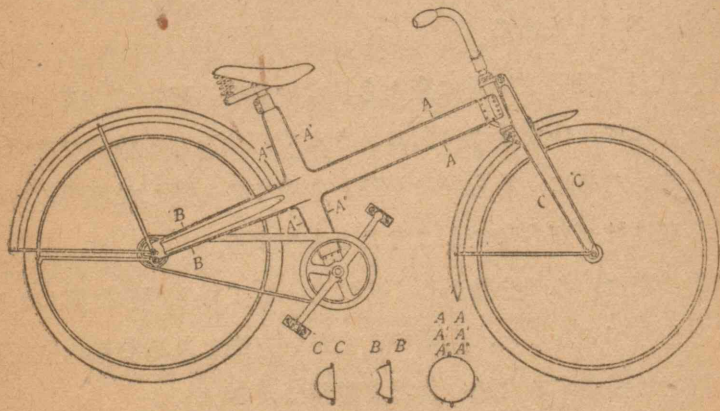
機械工業のおもな役割は、いろいろの材料の供給を受けて、それから望む形のものをつくり出すということにあるといえよう。そしてこの成形加工に要する費用が、生産費の大部分を占めることもまえに学んだ。そこでいろいろのものをつくる場合にどんな成形法を選ぶかということは、たいせつな出発点である。出発点で方針を誤ると、あとのせっかくの努力もむだな骨折りになってしまう。

つぎにいろいろな成形法をだいたい生産能率のよいと思われる順序にのこのの得失を述べながらあげてみたから、つくろうと思ふ品物になるべくこの順序の、はじめにあげられた方法でできるか、できなければそのつぎの方法ではどうか、と順にしらべてみるとよい。

(1) 型鍛造 金型をつくるのがめんどろである。仕上の手数がはぶける。あまり複雑なものではできない。

(2) プレス あまり厚い板金の成形はできない。できたものの形状・寸法は正確で仕上を要することは少ない。

第1-24図はフレームを薄鋼板のプレス加工によつた自轉車である。



第1-24図

(3) 圧延・引抜・押出 型鍛造やプレスに比べて作業迅速で、生産費低廉な点はすぐれているが、いろいろの断面形が得られるだけで、長さの方向の成形ができない。

(4) ダイカスト 型鍛造の場合より複雑なものをつくることができる。ダイカストは機械的加工を極度に減らす手段として最良のものであるが、金型を使うのでいまのところ溶融温度の比較的低いもの

のでないとい行いがたい。したがって軽合金・黄銅程度までであるが、じょうぶな密度の高い鑄物が得られる利点をともなっている。

以上あげた四つの方法の欠点は、製造数量が多くないと設備費や型代が高いために行い得ないことである。どのくらいの数量からこれらの方法が採用できるかは、第1-2表のようにして、そのものを成形し得るいろいろの方法について生産費を比べてみるとよくわかる。この表はきょう体(筐体)を成形する場合のダイカスト・砂型鑄物・型鍛造の比較を示す。

第1-2表

種 別	ダイカスト	砂型鑄物	型 鍛 造	比 率
完成重量	170 g	170 g	170 g	1:1:1
粗材重量	190 g	310 g	610 g	1:1.6:3.2
所要材料	228 g	372 g	732 g	1:1.6:3.2
所要数量(仮定)	20,000	20,000	20,000	—
材料総量	4,560 kg	7,440 kg	14,640 kg	1:1.6:3.2
生産速度 (10時間作業)	800 個	100 個	30 個	2,6:3.3:1
2万個を生産する ための工員数	$\frac{20,000}{800} \times 3$ 人 75 人	$\frac{20,000}{100} \times 2$ 人 400 人	$\frac{20,000}{30} \times 4$ 人 2,664 人	1:5.3:3.5
1個の機械仕上 工数(10時間)	0.1	0.5	0.8	1:5:8

(5) 鑄造 ダイカストではあまり大きなものは成形がむずかしいが、この方法では大きいものや、溶融温度の高いものもできる。しかし正確な形状・寸法は期待できないし、型鍛造の製品に比べてじょうぶさでおとる。

(6) 溶接 鑄造と違って軽くてじょうぶな構造が得られる点や、必要な所には性質の違つた材料を継ぎ合わせてつくりあげることができる点など、この方法による利益も多い。

(7) 火造り 型鍛造ではあまり大きなものの成形はむずかしいが、この方法では大きなものもできる。鑄造ほど複雑な成形はできないが、じょうぶなものができる。

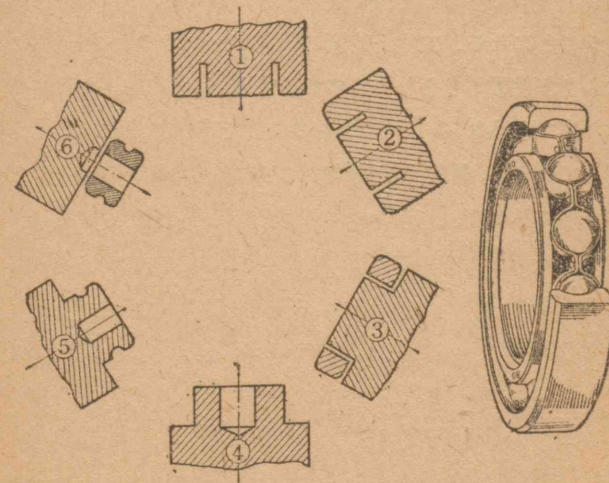
(8) 切削 以上の成形法で加工しても、望みの形状・寸法が得られないときにこの方法でさらに成形する。成形法としてもっとも確実に精密なものが得られるが、速さの点でひじょうにあとっている。

〔問 題〕

- (1) 型鍛造・プレス・圧延・引抜き・押し出し・ダイカストなどの成形法によってつくられた製品にはどんなものがあるか。
- (2) 鑄造・溶接・切削などの成形法によってつくられた製品にはどんなものがあるか。
- (3) 成形の手段としてもっとも生産的でない切削がひろく利用されているのはなぜか。
- (4) 花びんのようなものを、つぎにあげた材料でつくるとすれば、成形法にどんな違いがあるか。
 (ア)石 (イ)セメント (ウ)ペークライト (ニ)陶磁器 (ホ)ガラス
 (カ)木材 (ケ)板金
- (5) 時計とか自転車などの材料費や加工費をしらべて比較してみよ、どんな割合になるか。
- (6) 多量生産とはどんなことか。
- (7) 生産費を安くするにはどうすればよいか。
- (8) 試作にはどんな効果があるか。
- (9) 工場を見学して、生産上むだと思われるようなことをしらべてみよう。
- (10) 型鍛造・プレス・ダイカストなどの成形法に用いられる金属材料の性質にはどんな違いがあるか。
- (11) 鑄造や溶接に用いられる金属材料の性質にはどんなものがあるか。
- (12) 切削成形を行う工作機械では、工作物を取りつけ、また仕上がったときには

ずし、また寸法測定などをする、そのために連続的に運転できないものが多い。この機械の起動・停止を押ボタンのようなもので疲労なく行うようにはできないものだろうか。

- (13) 工作物を取りついたり、とりはずすのに人の力を使うような方法は時間がかかるから、圧縮空気・水圧または電磁などの力を利用して迅速・確実に行う方法はないか。
- (14) 機械をいちいち測定のためにとめないで、自動測定または半自動測定というような方法で、希望寸法になれば、機械がおのずからとまるようにならないか。
- (15) 自動織機のように、大した経験をもたない人が、1人で何台もの機械を受け持って、生産量を大いに増加することはできないだろうか。
- (16) つぎにあげたような工作機械が実際に使われているが、このように遊休時間を少なくする方法をいろいろの成形法にあてはめて、研究してみよう。



第 1-25 図 単列ラジアル球軸受

球軸受の外輪と内輪とを同一の棒材から削り出す6軸の自動立型旋盤とでもいうべき工作機械がある。これは第 1-25 図のように 6 個の被切削機がそれぞれの位置で自轉すると、その位置にある刃具によって六つの違

た成形工程にしたがって削られる。その切削がおわると、6個の材料が公転して、いままで①にあったものは②に、②にあったものは③にというようにつぎの成形工程に移される。①を出発点として考えると、仮に第1工程では図のようなみぞ入れが行われることにする。それがおわると②にきて図のような形になり、③で外輪が完成して機械の外にころがり出てくる。④で内輪の穴あけ、⑤で面取り、⑥で突切られて内輪が出てくる。そして棒材は①へもどってまへの工程がくりかえされる。しかしいまは説明上①を出発点としたものについて述べたが、6箇所別々の材料がはいっているから、1/6公転を行うごとに外輪と内輪とが③と⑥にきた棒材から連続して出てきて、機械をとめることがないから生産速度はすばらしいものになる。1/6公転を行う以外の時間は6軸とも有効な切削が行われている。外輪・内輪一組のできる時間は30秒ぐらいのものである。この場合注意することは、工程時間を等分に六つに分けないと、一つでも時間を多く費す工程があると、他の5工程はそのためにつまづことになる。工作上時間の研究がたいせつなことは、こんな場合にははっきり効果があらわれるので興味深い。

叩まえにあげたような、ある特別のものだけを専門に成形する工作機械を単能とよんでいるが、単能工作機械にはどんなものがあるか、しらべられるだけしらべてみよう。

第 2. 型 鍛 造

1. あ ら ま し

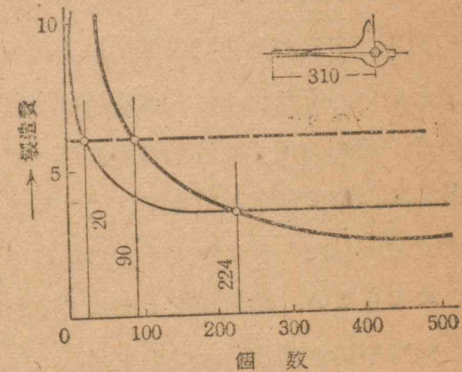
1. 型鍛造の意義

鍛造(火造り)は金属材料を高温度において、圧力をもって成形する機械的加工であって、その目的は成形と組織の向上にある。

ふつうの鍛造品で機械部分品に用いられるものの多くは、鍛造後さらに切削加工しなければならないが、型鍛造製品は鍛造だけで要求寸法に近い精度が得られる。その誤差は精密な型による場合2%以内にとどめることができる。

型鍛造は製品の強さの点で自由鍛造と比較でき、生産量の点で鑄造と比較できる。第2-1図はこの3作業を多量生産の見地から比較した例を示すもので、製品数量と製作費の関係をよく知ることができる。これによれば製品20個では自由鍛造と鑄造との1個あたりの生産費は等しく、99

個で自由鍛造と型鍛造とが等しくなっている。また型鍛造と鑄造とは製品224個で生産単価が同一となるが、それ以上では鑄造品の生産単価が低下しないのに、型鍛造では製品数量の増加に比例してさらに単価が低下する。



第 2-1 図 レバーの製造個数による型鍛造(太線)・自由鍛造(点線)・鑄造(細線)との製造費の比較

型鍛造は多量生産によって経済的に生産されるものであるから、当然製品の規格統一が必要である。規格が統一されれば違う多数の工場生産した個々の部分品によって自轉車・自動車・ミシン・農業機械および製糸機械・製織機械・鉄道車両、その他重要部分が多量に能率をあげることができる。しかも生産費は低下する。その意味で型鍛造の将来性はダイカストとともに重視されるべきである。

2. 型鍛造材料とその処理法

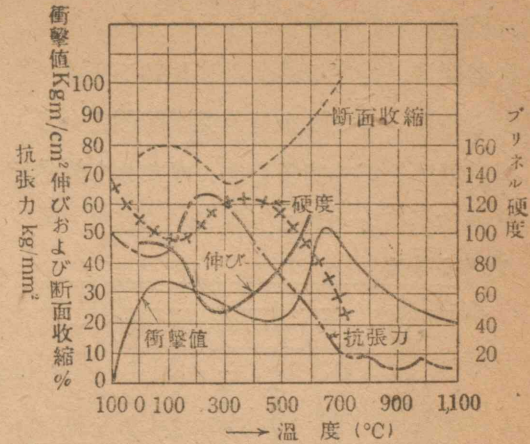
(1) 型鍛造材料 型鍛造に使う材料は自由鍛造の場合と同様、普通鋼・特殊鋼・銅合金・ジュラルミンなどであるが、とくに強さを必要とするときには材料を吟味して用いる。このような場合、鋼では塩基性平炉か電気炉による鋼材であって、表面さず、その他の欠点のないものを選び、非鉄金属材料では鑄物用のものに比べて不純物が少なく、高温で可塑性や伸率の大きいものを選定するのがつねである。

(2) 熱間加工と冷間加工 金属がその塑性変形を十分発揮できる範囲の温度、すなわち再結晶温度以上に加熱して加工することを熱間加工といい、それ以下の温度または常温で加工することを冷間加工という。熱間加工では材料の流れがよく加工はよいであって、再結晶温度以上で加工を中止すれば材料にひずみが残らないから、常温まで冷却したときに加工まえの材料よりかたくなるというようなことは起らない。冷間加工では加工度の増加につれて硬さを増し、反対に伸びや粘り(靱性)は減少する。

鋼は一般に高温加工に適し、低温でとける材料は常温加工に適すといえるが、その適否はむしろ材質よりも形状・寸法による場合が多い。たとえば鋼板はプレス、その他常温加工を行うことができるが、

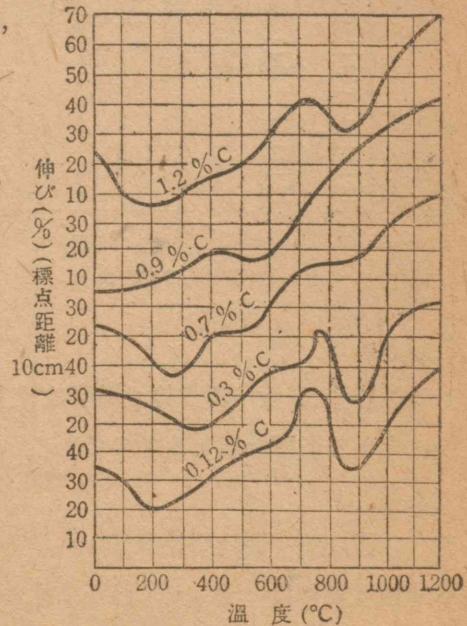
大径の棒鋼などは高温加工によらなければむりである。

また温度によって材料の強さははなはだしく変化する。第2-2図は軟鋼の例を示すもので、これによれば衝撃値は温度の上昇によりしだいに小となり、450~470°Cで最小を示しているが、この温度



第2-2図 温度上昇にともなう軟鋼の機械的性質の変化

附近では加工を避けないと、破壊しやすい範囲である。この温度で破壊した軟鋼の破面は青色を呈することから、このようなもろさを青熱もろさという。また抗張力や硬さは300°C以上になるとしだいに減少して加工がたやすくなることも知られる。

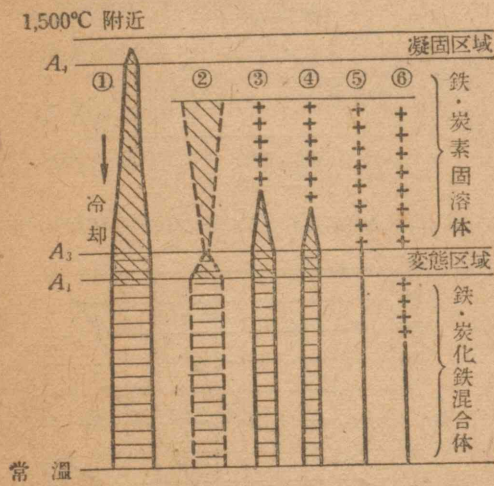


第2-3図 鋼の炭素含有量と温度上昇によって変化する伸率のグラフ

(3) 鍛造温度 鍛造温度の上昇に比例して材料の塑性は増し加工はよいになるが、ある温度以上さらに

加熱を続けてゆくと、結晶粒の粗大化とともに過熱・燃えなどの現象が起り、材料は廃品となるおそれがある。それで材料のもつそれぞれの鍛造に適する温度範囲を知る必要がある。この温度範囲を鍛造温度範囲、または火造り温度範囲という。

鍛造温度範囲の高温点は、すなわち鍛造開始温度であり、低温点は鍛造停止温度である。



第 2-4 図 鋼の鍛造開始温度と停止温度がおよぼす結晶粒の大きさ

ことがわかる。

(4) 鍛造停止温度 鍛造停止温度は仕上温度ともいい、製品の結晶組織に大きな影響を與えるものであるから、適切な温度の決定が必要である。

第 2-4 図は同一鍛造開始温度から加工を行った場合の材料が、鍛造停止温度の相違によって、いかに結晶粒の大きさを異にするかを示すもので、これによって停止温度は再結晶温度、すなわち、 A_3 変態区域の直上附近がもっとも適當であることがわかる。

第 2-3 図は鍛造温度範囲の決定に関する温度と伸率との関係を示すもので、これによれば、青熱もろさの生じやすい温度範囲 900°C 附近における伸率の下降範囲がはっきり知られ、 900°C 附近では 800°C 附近におけるよりも加工能率がわるい

鍛造停止温度は、普通鋼ではとかく変態点以下となりやすく、そのために製品はひずみを生ずることが多い。また特殊鋼では鍛造停止温度が高いのに鍛造温度範囲はわりあい小さいため、過熱しやすい。型鍛造作業ではとくにこの点に注意を要する。

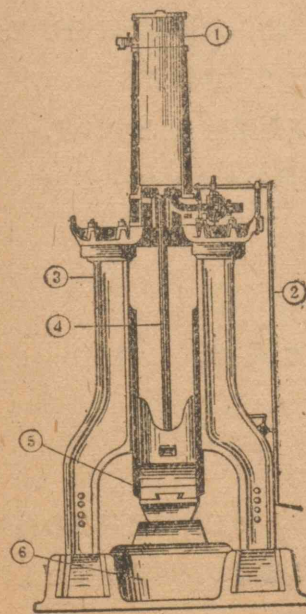
2. 型 鍛 造 設 備

1. 型鍛造用機械

(1) 機械ハンマ

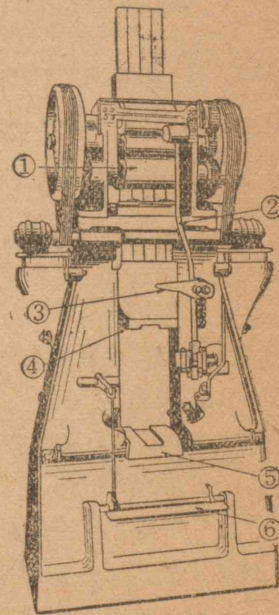
(ア) 機械ハンマの種類

落としハンマ 型鍛造にもっともひろく用いられるものは、第 2-5 図の蒸気による落としハンマで、材料節約・重量軽減・製品の均整、



第 2-5 図 蒸気落としハンマ

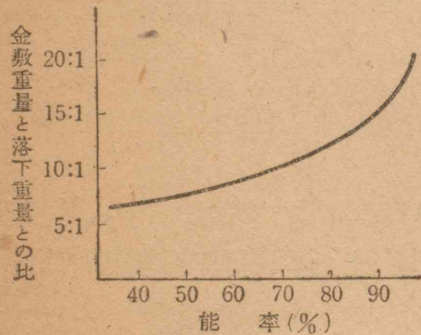
- ① シリンダ ② 操作棒 ③ フレーズ
- ④ ピストン ⑤ ハンマ ⑥ 金取



第 2-6 図 板落としハンマ

- ① ロール ② 操作棒 ③ 調整棒
- ④ ハンマ ⑤ キャップ ⑥ ペダル

その他すぐれた性能をもっている。容量は 0.5~20t である。蒸気ハンマのほかには落としハンマには、ベルト落としハンマ・板落としハンマなどがあり、いずれも比較的小型の型鍛造に適する。第 2-6 図は板落としハンマである。機械ハンマの金敷重量は落下重量の 8~15 倍であったが、振動防止と能率向上の点から研究された結果、現在では



第 2-7 図 金敷重量と落下重量との比

20~25 倍となっている。したがってこのように大重量な金敷をすえつけるには厳密な計算になるコンクリート基礎が必要である。基礎設計は自由落下の場合と蒸気や圧縮空気による初速の加わった場合とに分けてつぎのように計算する。

$$E = \frac{1}{2} \cdot \frac{w}{g} \cdot v^2 = wh$$

w: 落下重量

である。つぎに金敷に振動を與える損失 E_1 は、

$$E_1 = \frac{wv^2}{2g} \cdot \frac{W}{w+W}$$

W: 金敷重量

そこで、 T を金敷をふくむ機械の総重量と加工材料重量との合計、 d は被加工物の圧縮変形量(高さ)、 S は基礎の許容沈下量とすれば、基礎の衝撃に対する抵抗力 F は、

$$F = 2 \left(\frac{wT}{w+T} \cdot \frac{h}{d} + \frac{w^2}{w+T} \cdot \frac{h}{S} \right)$$

となる。

初速の加わる場合、初速度 t 、衝撃距離 l 、シリンダ径 D とすれば、ラムの速度は $v = \sqrt{2g \frac{l}{w}}$ であるから、 P を平均有効圧力とすれば、

$$f = w + \frac{\pi D^2}{4} P$$

となり

$$F = 2f \left(\frac{T}{w+T} \cdot \frac{l}{d} + \frac{w}{w+T} \cdot \frac{l}{S} \right)$$

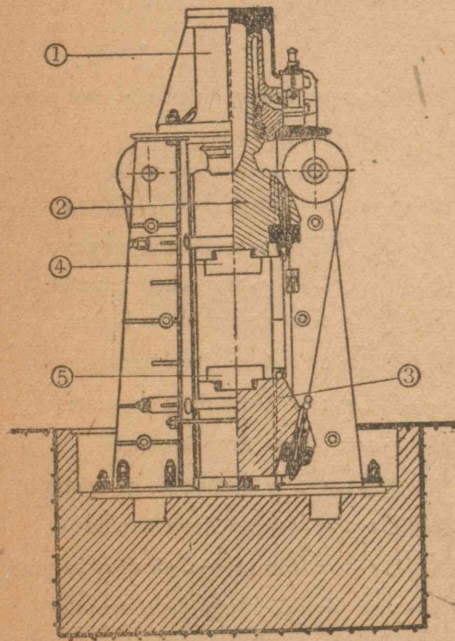
になる。

- | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| 鍛造ハンマ
(hammer) | 鍛造ハンマ
または
鍛錬ハンマ
(forging
hammer) | 圧縮空気ハンマ (compressed air hammer) |
| | | 蒸気ハンマ (steam hammer) |
| 落としハンマ
(drop
hammer) | 動力ハンマ
(power
hammer) | ばねハンマ (spring hammer) |
| | | クランクハンマ (crank hammer) |
| | | 板引ハンマ (board hammer) |
| | | ベルトハンマ (belt hammer) |
| | | 板引上落としハンマ (board drop hammer) |
| | | 棒引上落としハンマ (bar drop hammer) |
| | | ベルト落としハンマ (belt drop hammer) |
| | | 索落としハンマ (rope drop hammer) |
| | | クランク落としハンマ (crank drop hammer) |
| | | 蒸気落としハンマ (steam drop hammer) |
| 空気落としハンマ (compressed air drop hammer) | | |
| 相打ハンマ (double swage drop hammer) | | |
| | | レバー式 |
| | | ベルト式 |
| | | 水圧式 |
| | | 蒸気落しプレス (steam drop press) |
| | | すくめハンマ (swaging hammer) |
| | | しぼりハンマ (reducing hammer) |

その他のハンマ
マ

- 鍛接ハンマ (welding hammer)
- リベットハンマ (riveting hammer)
- 押抜機 (puncher)
- その他

(イ) 機械ハンマの容量 機械ハンマには統一された規格がないため、その容量は一定でない不便がある。たとえば、甲社の称 1t のものは、ラム・ピストンおよびピストンヘッドの合計重量 1.25t で、金敷はその 20 倍、乙社の称 1t は、同様 1.12t で金敷はその 25 倍である。したがって作業能率はまた同称呼量のものでもみな違うわけであるから、容量からの能力比較はできないが、機械ハンマの選定にはかならずその容量を知ることが必要である。



第 2-8 図 相打ハンマ
①高圧密閉タンク ②上部ラム ③下部ラム
④上金型 ⑤下金型

となる。

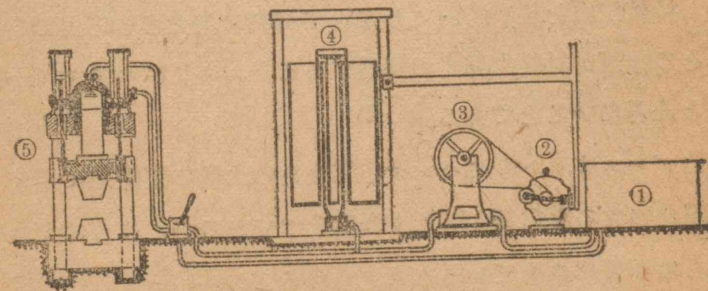
この相打ハンマの容量は 5~30t 程度で、特殊な小物作業用には

な違うわけであるから、容量からの能力比較はできないが、機械ハンマの選定にはかならずその容量を知ることが必要である。

(ウ) 相打ハンマ (double swage hammer) ラムの落下と同時に金敷も上昇して鍛打が行われるものである。まゝの式では衝撃エネルギーの損失はほとんどないから、金敷重量も落としハンマに比べてその 1/3 以下でよい。また加圧が一方的でないので製品各部は均一組織

1/2~2t の小型のものも用いられている。第 2-8 図は 200 気圧の水圧による相打ハンマで、上下ラムは鋼索ベルトで連結してあり、このベルトは上部の 200 気圧密閉タンク(密閉槽)内に各一端をさし込んである 4 本の棒にとりつけられている。この棒は 2 個ずつが一对となっていて、一对が降下すると他の一对が上昇するように装置されているから、上部ラムが中央ピストンで降下されると下部ラムが上昇し、相打ちが行われる。つぎに中央シリンダ内の圧力を減らすと下部ラムはもとの位置に復する。

(エ) 鍛造用プレス 機械ハンマの鍛錬効果は衝撃直前におけるラムのもつ運動エネルギーによるものであるから、製品に吸収される有効エネルギーのほかに、機械とその基礎、その他に費やされる無効エネルギーの損失は大きい欠点である。機械ハンマの設計では、どうして打撃エネルギーの損失を減らすかがもっとも重要な点であるが、本質的にこの無効エネルギーをまったく除くことはできないことから、相打ハンマがあらわれ、さらに大物の鍛造では水圧鍛造機が用いられるにいたった。

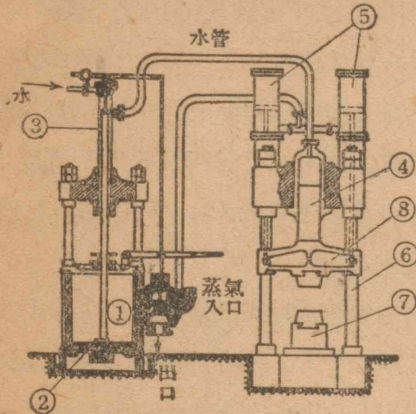


第 2-9 図 水圧プレス
①水 ②電動機 ③ポンプ ④蓄勢機 ⑤プレス

水圧鍛造機、すなわち水圧プレス (hydraulic press) は、パスカルの原理の応用であって、実用的には 19 世紀の中ごろにオースト

リアのハスウェルの水圧鍛造機が最初のものであった。

水圧プレスには、蒸気または圧縮空気によるものと、電気水圧式



第 2-10 図 蒸気水圧プレス

- ①蒸気シリンダ ②蒸気ピストン ③ポンプシリンダ ④プレスピストン ⑤復帰シリンダ ⑥案内棒 ⑦金敷 ⑧クロスヘッド

のは多く片持型によっている。

鍛造プレスが短時間の衝撃による鍛造機械に比べてすぐれている点は、持続圧力を任意時間にわたって材料に與えることができるため、その作用が材料内部まで到達すること、およびエネルギー損失がほとんどないことである。

鍛造プレスは、おもにハンマ作業まえの大物の荒鍛造に用いられる。現在のものは容量 15,000 t 程度までであるが、さらに大きな容量のものが製作されていると考えられる。

2. 加熱炉

型鍛造用加熱炉は一般鍛造用加熱炉と同様に、大物の場合には反射炉か、また一般にはコークス炉・ガス炉・重油炉・電気炉が、加

のもの、および純水圧式のものとの 3 種類があり、いずれも構造はプレス本体・水圧供給装置・運轉制御装置・配管ならびにその附属装置からなっており、プレス本体の構造は四柱型または片持フレーム型である。

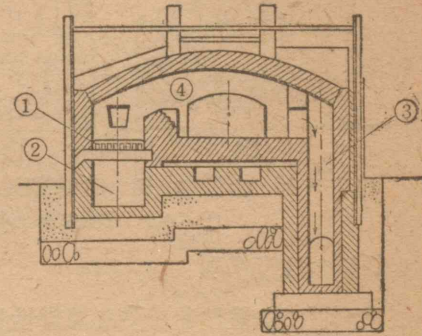
四柱型はもっとも一般的な形式で、容量 500 t 以上のものはほとんどこの型が採用され、500 t 以下のもの

熱材料の形状・寸法や加熱温度によってそれぞれ適当に選択使用される。鍛造作用の能率は作業に要する時間よりもむしろ加熱材料の作業の流れが順調かどうかによって決定されるものであるから、加熱炉は材料を作業に平行して間断なく供給できるものでなければならない。

また同じ炉においても、燃料の供給方法、熱の散逸防止のいかなるなどによっても相当熱効率に影響をおよぼすことに注意して、適切な処置を講ずるようにする。

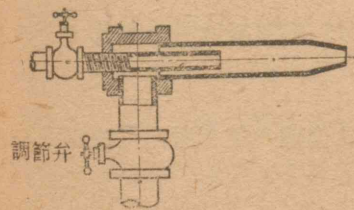
各種炉の実際については実習で知識を得ることであるから、ここでは一例として重油炉をあげておこう。

重油炉は、石炭・コークス炉に比べて扱い方が簡単な上に温度上昇も早く、廃棄物が少ない。

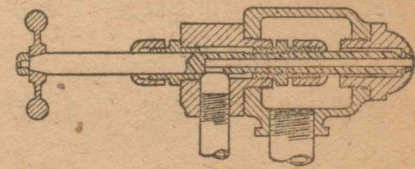


第 2-11 図 石炭自然通風炉

- ①火格子 ②石炭装入口 ③煙道 ④加熱室



第 2-12 図 高压型バーナ

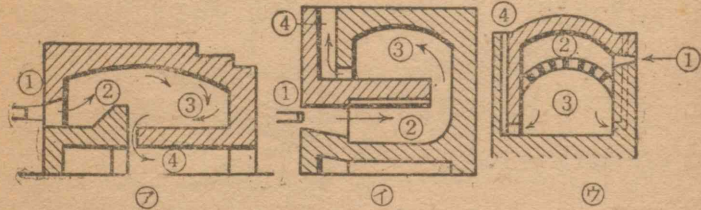


第 2-13 図 低压型バーナ

また自由に温度調節のできる便もあって大型炉にはひろく使用される。重油の代用としてタールが使われることも多くなってきた。

重油の燃焼方法には高压型と低压型とがあり、第 2-12 図はその装置の相違を示す。

重油炉でたいせつなのはバーナである。バーナは炉内の燃焼を完全ならしめるために、重油を細霧状として噴出するとともに、加熱をすみやかにするために重油に空気を混和させる役をするものである。重油炉には上部燃焼式・下部燃焼式・側部燃焼式、および直接燃焼式とがある。第 2-14 図はこれらの形式を示す。



第 2-14 図 重油炉の各種 ⑦直接燃焼式 ④下部燃焼式 ⑥上部燃焼式
①バーナ ②火ぜき ③加熱室 ④排気口

加熱炉の注意事項

- (ア)重油炉では重油を予熱し流動性を増大させること
- (イ)バーナの火口部はつねにふさがっていないこと
- (ウ)炉内の耐火レンがは良質のものを使う
- (エ)加熱室の容量と燃料の補給がつねに最上の状態にあり得ること
- (オ)煙突の排気口には風戸をとりつけ、空気吸込量を調節できるようにすること
- (カ)炉のすえつけ位置・高さ・方向は作業の便を考慮して決定すること
- (キ)余熱の利用を考慮すること。

3. 準備作業用機械

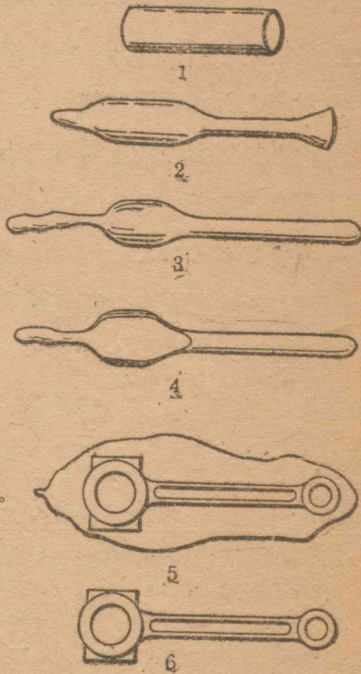
型鍛造では、型の破損を防止し精度の高い製品を得るために、準備作業として荒打ちと成形を行うのがふつうである。このような準備作業に用いる機械としては、ふつう鍛造用各種機械ハンマがあるが、

迅速な点で空気ハンマがひろく用いられる。

空気ハンマは背部に空気圧縮装置をもっており、すえつけ面積の大きいことを必要としない点でも蒸気ハンマより便利である。板引上ハンマもよいが、同容量では弾性による初速がないから、空気ハンマより鍛造効果がおとる。

4. 仕上用機械

型鍛造製品は鑄物と同じように、型の合せ目にひれがついているが、このひれは製品形状を正しく、また材質の均整を得るために絶対に必要なものである。第 2-15 図は型鍛造の作業順序であるが、これによってわかるように製品外周の薄片がひれであって、これは仕上に際して当然除かなければならないものである。ひれ取機 (trimming press) はこのひれを除くために用いられる。



第 2-15 図 連接棒の型鍛造順序

ひれ取機でひれを除く方法はプレス作業における抜き型とまったく同様で、薄物または小さな製品は常温で抜き、大きな製品や肉厚不同で破壊のおそれのある製品などは加熱して打ち抜く。

ひれ取作業は鍛造の型と同形状の上型と、それがはまり合う(嵌合)下型とによって行われるが、簡単なものは研削し、複雑なものはたがねではつって除く。

3. 型

1. 型材料

型鍛造の型のよしあしは生産を左右するものであるから、その材料の選定には慎重を要する。簡単な薄肉の製品で比較的少数のものでは炭素鋼を用いるが、それ以外はほとんど特殊鋼を用いる。

型材料として必要な条件

- (ア) 大きな圧力にたえ得ること
- (イ) 寿命のながいこと
- (ウ) 摩擦の少ないこと
- (エ) 割れを生じたり、不正確な形状にならないこと。

各種型材のうち、とくにニッケルクロム鋼は落しハンマ用の型材に適し、製作もよいである。

第2-2表 型用特殊鋼

C	Mn	Cr	Ni	Mo	V
0.50~0.70	0.50~0.90	0.60~1.3	1~2		少量
"	"	0.75~1.0	—	0.15~0.25	"
"	"	0.50~1.0	1~2	0.15~0.35	"
"	0.50~0.80	0.75~1.0	1.5~2.5	0.6~0.9	"

また型材料は熱処理によって適当な硬さとすることも必要である。この場合には焼入れ・焼もどしに油を用い、ショア硬度 60~55 のものは型彫深さ 10 mm 以下の浅い型に適し、レンチ・ブライヤ・銅合金の鍛造、自動車用連接棒などの鍛造に適し、55~52 のものは深さ 25 mm 程度までの比較的浅い型彫で、一般に複雑な形でない鍛造品に、また 51~48 のものは彫りの深さ 75 mm 程度までの型に用いられる。

型材料にはまたニッケルクロムモリブデン鋼・高クロム鋼・高タングステン鋼なども用いられる。また、ひれ取型は硬さよりも粘り(靱性)が必要であるから、高温作業では炭素鋼、常温作業では合金鋼が適し、常温ひれ取りでひれが薄いときは0.5~0.6%炭素鋼、一般型には工具鋼、複雑な型には高速度鋼を用いる。抜き型もまた同じである。型彫には製品の形状によって二つの注意が必要で、形状が浅く、広いものは、材料の仕上りをよくするためになるべく表面を平滑にし、油を塗るなどの必要もあるが、縦に深いものには、これと反対に平面部の平滑を避けて、材料は深い型をみたすことになうように考慮しなければならない。

ひれ部分の空所も同様な意味で、そのはだ(肌)を荒仕上とする。

2. 型の製作

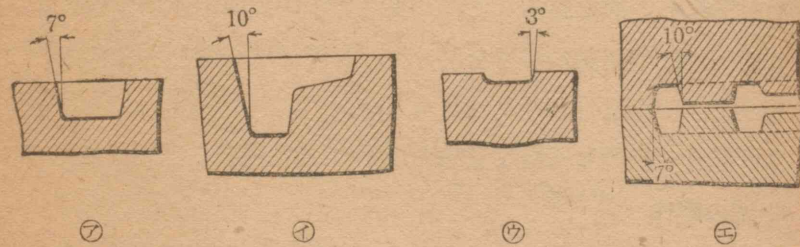
(1) 排気口 複雑な形状の型では、型に閉じ込められたガス体によって一部分の成形が不完全となり、あるいはこのために型の破損をきたすこともあり得るので、ふつう排気口を設けるが、実際には特殊の形状、たとえばいちじるしく深く繊細な形をもつもののほかはその必要はない。すなわち型の破損は型内のガス体の圧縮によるものではなく、型材の取付不良、または熱処理の不完全、材料の既存き裂(亀裂)、あるいは上下の型材の接触の不良など、型および型材に対する注意の不足と用材の欠陥によるものだからである。

(2) 抜きこう配(勾配)と面取り 型鍛造において正しくやさしく成品を得るためには、作業中なるべく鍛造品を冷却させないことが必要である。したがって作業は迅速に、また材料は鍛打1回ごとに型から離脱しなければならないが、この離脱をたやすくさせるために型材の側面にはかならず傾斜をつけ、すみ角(隅角)部の面取りを

することが行われる。

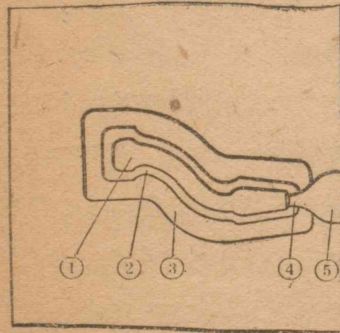
この場合の傾斜の度は、製品の形状および型の深さによって違いますが、最小限度 3° から 10° がふつうで、特殊な型では 15° ぐらいとするが、一律に抜きこう配を 7° とするのがふつうである。

また面取りの半径は 3 mm 程度がふつうで、特殊な場合には 10 mm ぐらいまでとする。第 2-16 図は鍛造品各部の形状によって違う抜きこう配を示す。



第 2-16 図 金型の抜きこう配

(3) ひれ と余積 第 2-17 図は型材に彫った一般的な型とひれの関係で、図において ①は型、②はひれ、③は材料の余分に対する逃げ



第 2-17 図 ①型 ②ひれ ③余積 ④切断部 ⑤材料装着部

場、すなわち余積である。ひれは鍛造完成後にひれ取機その他によって除かなければならないのであるから、薄くせまいものがよいのはいうまでもなく、ふつう鍛造品では厚さが 0.5~0.2 mm, 幅 10~15 mm 程度が適当とされている。

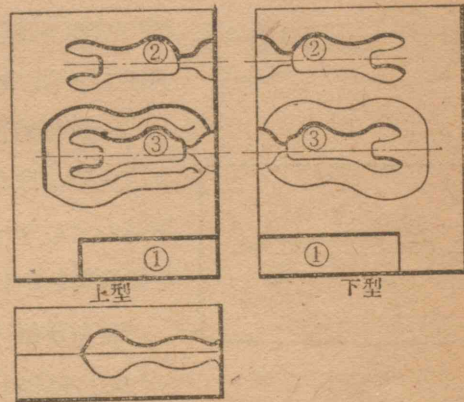
また余積は上型だけにつけるのがふつうであって、深さはひれに比べて深く 3 mm 程度を適当とする。型材の強さの上からは余積を

つけない方がよいのであるが、実際作業では、材料は仕上りよりいくぶん余分に見積るから、型をみたした余材が上下の型材の間に圧縮されて、そのために完全な成形が不可能となり、あるいは型を破損したりするために、これをつけることがふつうとされる。

(4) 準備打型と打抜型 形状の簡単なものは、適当な寸度に材料を切断したものを準備作業なしにただちに型鍛造することもできるが、多くの場合はだいたいの形状をととのえてから型によって成形する。

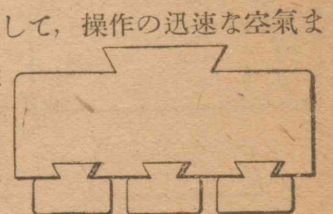
このような場合の準備作業では正しい成形を得るため、とくに準備打型を使うことが望ましい。

もっと能率的で、かつ迅速な作業として行われているワンヒートシステム (one heat system) では、一つの型材に準備用・



第 2-18 図

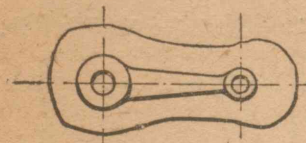
荒打用などの型を仕上用型とともに彫削して、操作の迅速な空気または蒸気落としハンマによって順次に成形する方法がとられている。第 2-18 図と第 2-19 図はこのワンヒートシステム方式に用いる型で、第 2-18 図において①は粗材準備、②は準備成形、③は仕上成形である。この型で、ひれ・余積部分の形状が上型と下型とではいくぶん相違しているのは、余積やひれはおもに上型に多くつける原則によるからである。



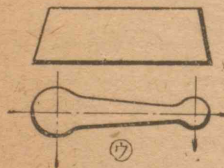
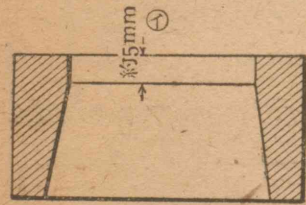
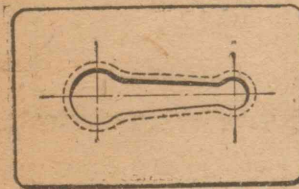
第 2-19 図 型材 3 個(荒打準備打および仕上用)を並列したもの

ワンヒートシステム用型では、2, 3 個の型を並列する必要があるから、大型となる上に、その 1 個の不良な型あるいは破損によって全部がむだになる。また鍛造機も大型を必要とする不利があるが、鍛造材をいちいち持ち運ぶ必要のないことと、加熱をふたたびすることがないから、作業費がいちじるしく軽減される利点もある。

なお、1 個の大きな型材に必要な数個の型を彫削するものに対し、



⑦



第 2-20 図 ⑧ 抜取型
⑨ 製品 ⑩ 打抜用型

数個の小さな型材を金敷上にならべて 1 個の型の不良にもとづく他のむだを防ぐ方法もとられるが、数個の型材を上下正しく一致装着させることは相当困難であり、実際にはあまり用いられてない。鍛造品のまわりに残る ひれ を打ち抜く型を抜取型といい、数量の多い場合に使う。抜取型は第 2-20 図のように、製品のひれ部の外周を型材に彫り抜いた中空のもので、型材の内周は一般鍛造品に対して厚さは 5 mm 程度の垂直面とし、その下部を打抜品の抜け落ちやすいように外方へ傾斜させる。

ひれ を打ち抜く場合、鍛造品の形が簡単でその面が平に近いものならば、鍛造品を抜き型に装着して ひれ を型の上面にのせ、プレスで直接鍛造品自体を圧す

方法もよいが、鍛造品の形状が複雑であってその表面に高低があり、プレス直接ではその押圧力を各部分

等に加えがたいような場合には、鍛造品の上部形状に相應するようにする。

ひれ の肉が厚いか鍛造品の形が大きいときには、作業をよういにするために 600~700°C に加熱して打ち抜く。

このときはとくに製品の形を損傷しないため、当て金はなるべく成形用型に近い正確な形としなければならない。

抜取型には、成形用型のように大きな衝撃は加わらないが、作業の性質上その材質は裁断用刃型のように高炭素鋼または特殊鋼とし、硬度はショア 65 以上とする。

4. 型 鍛 造 作 業

1. 加 熱

高温加工作業にはもちろん材料の高温熱が必要であるが、加熱方法を誤るといろいろの害を材料に與えることになり、とくに型鍛造ではそのために廢材になることもあるから、加熱法についてはかならずつぎの条件にしたがわなければならない。

(ア)故障を起さない範囲でできるだけすみやかに要求温度に上昇させること

(イ)全体をいちょうに加熱すること

(ウ)材料表面と内部組織を害さないこと。

すみやかに温度を高めることの必要は、作業能率上からと加熱による表面酸化量を減少させるためとである。しかしこの加熱速度には限度があって、大型材や特殊鋼は温度の急昇によって焼割れを生ずることもあるから、材料の大きさや材質とによって加熱時間を適当にきめる。一般に材料の小さいものでは、どんなに急速に加熱し

ても早すぎるといふことはない。また全体をいちょうに加熱するには、加熱中に材料をまわしたり位置を変えたりすればよいが、とくに肉厚不均一な材料では注意を要する。材料表面に起る害は、鋼では酸化・脱炭・局部浸炭などであり、内部組織におよぼす害は焼割れ・燃えなどがかぞえられる。これらのうち酸化はふつうに用いられる炉では避けることができないが、脱炭と同様炉内時間をできるだけ短くして、害を最少にとどめるようにする。局部浸炭はコークスの融着によって起ることもあるが、多くは重油炉における加熱の際、バーナ附近に固着した遊離炭素が材料上に落ちることに原因する。局部浸炭はたんにその部分を硬化するだけでなく、融点を低めるためにその部分がとけることも起る。焼割れは急速な昇熱から起り、燃えは過熱が原因である。

このような加熱中に起りやすい故障を防ぐには、加熱速度・加熱温度を調節するとともに、CO および CO₂ の炉内ガスを調節することがたいせつで、CO をなるべく多くするような方法を考えるといふ。

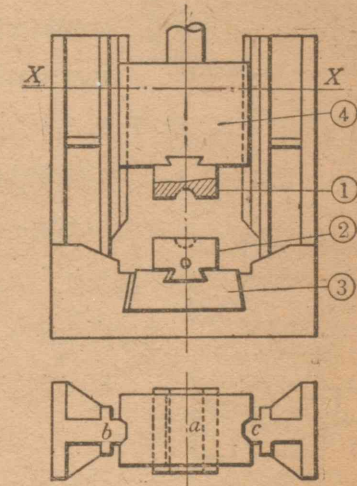
2. 準備作業

形状が簡単で小型の鍛造品は、適当な棒材を使い、1回の加熱で連続して数個の製品を成形することができる。しかし形状が複雑であるか、また寸度の大きな鍛造品では、作業を数段に分けてそのつど再加熱を行わなければならない。それにはまず適当な方法で材料を切断し、つぎに加熱と鍛打とをくりかえしてだいたい形状をつくり、あるいは準備打型によって成形するなどの順序をへることが必要とされる。このような準備作業はできるだけいねいに、なるべく成品に近いものにする必要がある。その操作は迅速に行うこ

とが望ましい。「早く早く、正確に」という標語はあらゆる高温加工に重要なことである。

3. 型の取付け

型の取付けは正確でしかもかたくなければ、作業能率ならびに成形のよしあしに多大の影響をおよぼすから十分注意しなければならない。第2-21図は型と金敷・ハンマの頭、その他の関係を示す。型を上下正しく合わせるには、いったん仮取付けをし、鉛またはろう(鑑)材のような加熱を要しないやわらかい材料を型に装着して鍛打し、これによる試作品の形状・寸法の精度を検査してから、あらためて締結すればよい。



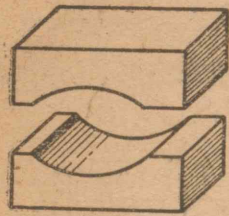
第2-21図 型鍛造機械におけるピストン・ラム・型および金敷の位置の関係 ①上型 ②下型 ③金敷 ④ラム

また形状が中心において平衡のとれないような製品の鍛造には型の中心を考えずに、型の各部においてなされる仕事量が、ピストンの中央において正しく平均するように型の位置をきめなければならない。そうでないと鍛造機の案内棒とラムとの間、その他に存在するすきまだけ型は一方に寄せられて、正しい成形を得るのに困難ばかりでなく、各部にむりを生じ、作業量の片寄りからピストン棒の打損をまねくことになる。

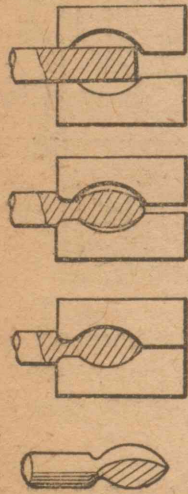
4. 型鍛造作業

予備打撃のうちでもっともたいせつなのは、角づけである。角づ

けの目的は金属の流れを最小抵抗点内にとどめ、流れ抵抗を金属と型の接触面で大きくすることで、これによってつぎつぎにくる作業



第 2-22 図 角づけ型の例



段階における金属の流れをよいにするのである。第 2-22 図の型を用いて第 2-23 図のように順次たたいってほんとうの型打ちに便利な形とし、つぎに中細めを行う。中細めは材料の中間部の断面を縮少する作業であるが、ここでは角づけの反対に金属を外方へ細め、型の中心から押し出す作業のことである。第 2-24 図は中細めの型の例である。

延しは、中細めを品物の片端だけでやるもの、曲げは曲げることで、第 2-25 図のようである。

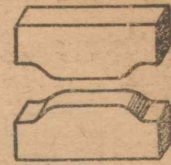
このような予備的鍛型を一つの型に仕上げ、型といっしょに彫り込んでしまう方法が現在ではひろく行われている。仕上打のまえに金属の流れやすいようにあらかじめ準備打型で曲面を多くしておく、製品にまくれや折込みのきずが発生するのを防ぐことができる。

5. すえ込み作業

第 2-23 図 角づけ型による作業順序の例

すえ込機はボルトの大量生産を目的として発明されたものであるが、現在ではボルト以外にもいろいろ用途をもち、容量も 500t におよぶものがある。すえ込鍛造は型鍛造のように衝撃的なものだけでなく、さらにプレス性を加味したもので、型も一つ、打撃も 1 回の作業である。それゆえ製作にはもっとも細心の研究がいる。すえ込鍛造は型鍛造の

ように衝撃だけでなく、さらにこれにプレス性を加えたもので型も一つ、打撃も 1 回ですむ点たいへん便利であるが、それには型の設計と製作に細心の研究が必要である。



⑦

すえ込み加工部の長さは直径の 3 倍以内であれば完全にすえ込まれる。

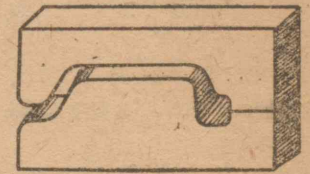


⑧

第 2-27 図はもっとも簡単な六角ナットのすえ込みで、[材料 ① を移動つかみ型 ②、固定つかみ型 ③ の間に入れると型 ④ が自動的に

第 2-24 図 簡単な中細め型と中細めした粗材

直角方向から一撃して頭の形をつくり、そこを切断すれば六角ナットの頭ができる。



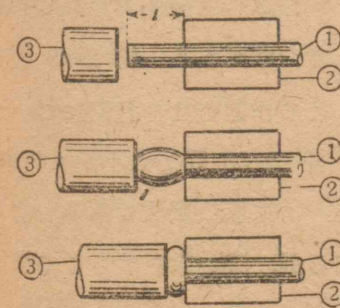
⑦

しかしこのように 1 回でできるような簡単な製品は少ないので、多くは数回順次すえ込んで全工程を完了する。第 2-28 図は 2 回すえ込みの

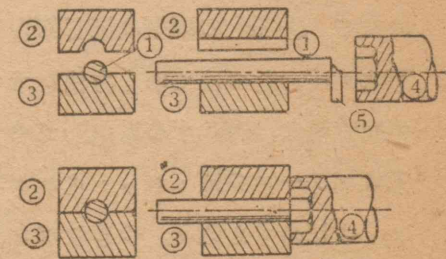


⑧

第 2-25 図 ⑦曲型 ⑧曲げたあとの材料

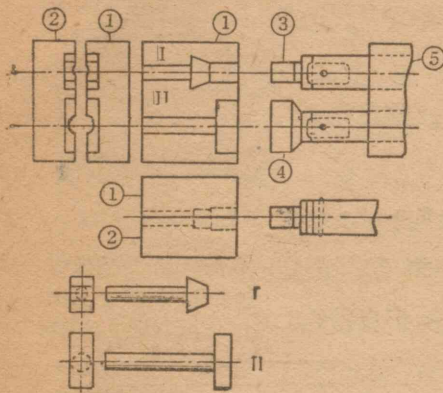


第 2-26 図 すえ込機によるボルト製作のときの加工部分は素材直径の 3 倍以下であることの例 ①材料 ②つかみ台 ③すえ込工具



第 2-27 図 すえ込機によるボルト製作 (1 回すえ込み) ①材料 ②移動型 ③固定型 ④すえ込工具 ⑤固定ダイ止

例で、材料の丸棒を型 I ですえ込み加工で、つぎの型 II で仕上げる。



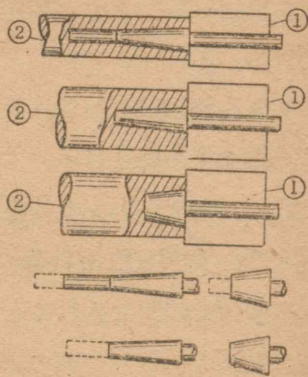
第 2-28 図

すえ込機によるボルトの製作 (2 回すえ込み)

- ①前加工 ②完全品 ③止め金
- ④ダイ ⑤取付台

この場合材料を強く固定するために、その長さで型半分の中空部の直径は丸棒より約 0.5 mm 小さくしてある。I によって熱したままで、キノコ形にされた材料は型 II に移され、型④で最後の形状になる。①、③ の両型は同じ架台にとりつけてある。第 2-29 図は順次テーバをつけてゆく方法を示す。この作業では 1 打撃について中間直径は 50% ずつ増加してゆく。第 2-30 図⑦は小かさ歯車、④はグリースつぼ・シャックルボルト、⑦は環の製法である。⑦では、はじめすえ込み、つぎにポンチするが、深い穴あけもこの機械によれば、強さを落さないで行うことができる。

これはまず穴をあけ、ポンチで素材を中心から移動させる方法で、この方法はつかみ型や、すえ込部がじょうぶにできるようになって



第 2-29 図

テーバ加工例 (かさ歯車)

- ①つかみ台 ②すえ込工具

から発明されたもので、型やポンチの摩耗のないことが持長である。

5. 鍛錬効果

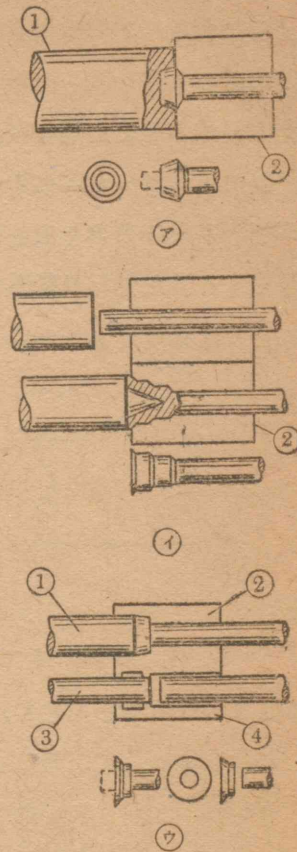
1. 鍛錬効果

金属材料を鍛錬すればかならず変形するものであるが、この変形は材料を破壊しない範囲で行う必要がある。

金属材料の機械的試験において、荷重によって弾性限度をこえた材料は永久変形を起してふたたび原形に復することはできず、さらに荷重が加わればついに破壊するのであるが、鍛錬はこの弾性限度をこえた点から破壊するまでの間において材料を加圧変形させるのである。この範囲を塑性範囲において鍛錬した材料は、常温加工では結晶にひずみを起して硬化し、高温加工では粗大結晶粒の微細化によって粘りを増加する。

鍛錬方法にはハンマによる鍛打、プレスによる鍛圧、ロールによる圧延の 3 種があり、その鍛錬効果はそれぞれ違う。

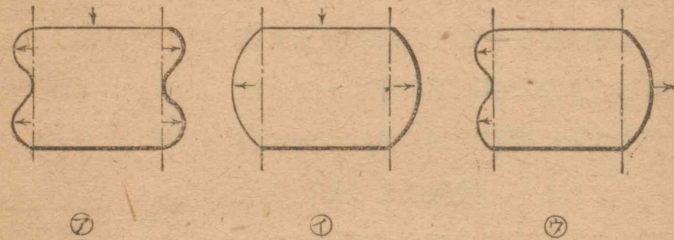
鍛打は瞬間的で、材料の塑性や大きさによって多少の相違はあるが、一般には 1/1,000~7/1,000 秒程度の短時間である。その短時間に材料に與える鍛打力は時間を 1/1,000 としたときにだいたいラム



第 2-30 図 すえ込加工の例

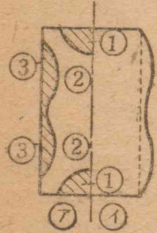
- ⑦かさ歯車 ④グリースつぼ
- ⑥環 ①すえ込工具 ②つかみ台
- ③パンチ ④パンチ台

重量の 500 倍になるが、瞬間的であるために材料の塑性抵抗がひじょうに大きく、鍛錬効果は材料上下面の薄い範囲にとどまる。鍛造ではこの欠点を補って鍛打をくりかえすことによって効果を内部にまで侵透させる。鍛圧は鍛打に比べると、作用時間がながいから、はるかにエネルギーが有効に用いられる結果、材料表面および内部各層分子に静荷重を與えることになり、鍛錬効果は中心部まで十分侵透する。ただし最低限加圧力が材料に塑性変形を起させるに足りるだけは必要であるから、機械ハンマ用に容量 1t とか 5t という



第 2-31 図 鍛錬効果 ⑦鍛打 ⑧圧縮 ⑨圧延

小さなのももちろんなく、少なくとも 100t 程度を最小型とする。



第 2-32 図 鍛打による圧縮力が材料組織におよぼす影響
①③鍛錬効果を受けた領域 ②鍛錬効果のおよばない領域

圧延はまた以上の場合と異なり、表面変化がとくにいちじるしい。

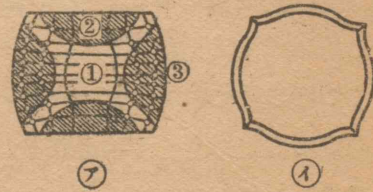
2. 型鍛造効果

自由鍛造では、材料に対する加圧方向が一方向的でつねに上下面に関してだけ組織が改善されるが、側面の方向は張力によって引きのばされるだけにすぎない。このような作業ではとくに強さを必要とする製品に満足を與えることはできず、各部を等しく強くするには各方向から同時に加圧する方法がとられなければならない。型鍛造はこの要求によって行われる作業である。

すなわち型鍛造作業では、最後の鍛打が加えられるころには材料はすでにそのほとんどが型をみたしているので、最後の鍛打は成形のためにエネルギーを消費する必要がなく、もっぱら残存する粗大結晶粒や材料中に存在する不純物の破碎に用いられるから、その鍛錬効果は大きい。ただ製品の肉厚がいちようでないために、作業中の保熱量が異なる結果組織の不均等が生ずるときには、組織の均等化を目的とした熱処理の必要が起るわけである。

3. 加圧速度と鍛錬効果

加圧速度の相違によって鍛錬効果が違うことは、鍛打と鍛圧との比較によってすでに知ったことであるが、同型機械では速さは落下高さに比例する。したがって加圧力は高さに比例するから、落下速度の大きいほど仕事量は大きい。しかしその反面落下高さの増大は引上に要する時間の増大となるから、ある限度以上の落下高さは全体的にみるとむしろ作業能率を低下することにもなる。落としハンマがある容量以上に大きく設計されないのはそのためでもあり、蒸気および圧縮空気を利用して落下距離の割合に落下速度を大きくした機械ハンマは、その点で自由落下式のものよりすぐれている。



第 2-33 図 円柱・角柱体の圧縮のときの變形

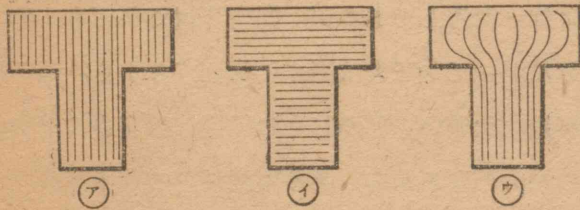
加圧速度の相違はまたラムあるいは型と材料との間に生ずる摩擦に影響を與えるもので、摩擦が大きいほど鍛錬効果は少ない。材料

を上下面で加圧した場合は横にふくらみを生じ、円柱では第 2-33 図②、角柱では①のようになるが、このふくらみは摩擦に原因するもので、相当に加圧エネルギーを無効とする。同加圧量では摩擦

の減少するほどこのふくらみは少なくなり、ついに材料のままの形状で圧縮されることになる。このようなことから型鍛造用ハンマは、落下距離が短くラム重量ができるだけ大きいことが適当とされる。

4. 製品の繊維組織

鍛造製品の強いわけの一つは繊維が途中で切れていないことである。鋼材料には銑鉄のときからスラグ・りん・硫黄・銅・マンガン、その他の不純物がまじっており、鍛造・圧延などによって棒・型、その他の素材になるのであるが、その際の加工によって不純物は加工の方向に引きのばされて、ちょうど木材の繊維のように長くなる。



第 2-34 図 加工法によって異なる製品の繊維組織
⑦繊維方向に切削したボルト ①繊維方向を考えなかったボルト ②鍛造したボルト

これを繊維または繊維の流れといい、繊維の方向の強さはそれに直角の方向に比べて衝撃値は約 2 倍、抗張力で約 1.1~1.2 倍を示す。それゆえ、このような材料を用いて加工したときには加工法によって繊維の状態に相違をきたすのは当然である。第 2-34 図 ⑦ は素材から切削した場合、① は繊維の方向を考えず地金取りがわるかった場合、② は正しい方向に鍛造した場合である。これによってわかるように地金取りはその製品形状を考えて、強さを必要とする方向に繊維が長くのびているような切断をすることがたいせつである。

型鍛造製品はこの意味でも切削品・鑄造品にまさっている。

6. 製品処理

1. 熱処理

(1) 鍛造品と熱処理 鋼材は加熱温度の上昇につれて、組成分子の活動がしだいに大きくなり、結晶粒が成長するが、このような粗大結晶組織は製品として不適當である。

粗大結晶組織の鋼材はち密(緻密)なものに比べて、強さがおとるのは、ちょうど大形のれんがを用いた建築物が小形のれんがを用いたものより破壊しやすいのと同じである。結晶の粗大成長は材料の加熱にもとづくものであるから、熱処理や鍛錬処理を行うときには十分注意しなければならない。

鍛造品の熱処理は、鍛錬処理によって生ずるひずみを除き、材料自身の標準組織とするため、焼なまし、または焼ならしを行い、また材料のもつ最大性能を発揮させるために焼入れ・焼もどし、その他の処理を行う。

(2) 熱処理

(ア) 焼なまし 鍛造品は各部の肉厚の差によって、または作業温度の不適當によって組織の均整を欠き、または内部にひずみを生じていることが多い。焼なましはつぎのような目的で行われる。

- (a) 機械加工に適するように、硬化した鍛造品の質を軟化させる
- (b) 鍛錬作業によって生じたひずみを除く
- (c) 組織を各部均一にする

(イ) 焼ならし(標準化) 焼なまし作業の一種であって、鍛造作業中に生ずる製品の内部ひずみを除くとともに、切削に適する硬さを保有させることで型鍛造品にはかならず行う。

(ウ) 焼入れ・焼もどし 鋼には変態点以上の温度から急冷すると硬化する性質があり、焼入れはこの性質を利用した硬化法である。また焼もどしは焼入れによって硬化した鋼材料製品に、その硬さをなるべく失わない程度に加熱して、粘りを増加させるために行う熱処理である。

2. 仕 上

型鍛造にはかならず ひれ がついており、また穴の部分もポンチで抜けるような薄肉でふさがって出る。これらの薄肉はひれ取機で打ち抜かなければならない。また型鍛造後に曲げる場合には、小物では、てこ・ハンマを用い、大物では特殊な水平型プレスを用いる。

熱処理や仕上のあとで、製品によっては、つや出し または研磨を最後に行うこともある。

〔問 題〕

- (1)型鍛造の前途が有望だといわれるわけを考えてみよ。
- (2)型鍛造に用いる機械ハンマのうちで小物製品に適するものをあげ、そのわけを考えよ。
- (3)重油炉以外にどんな加熱炉があるか、またそれらの炉はどんな特長をもっているか。
- (4)重油炉の利点と欠点とを考えてみよ。
- (5)型材の種類とその用途を考えよ。
- (6)型製作上の注意事項を考えてみよ。
- (7)ワンヒートシステムとはどんな作業方式か。
- (8)鍛錬方法に3種あるが、その鍛錬効果はどうか。
- (9)材料の繊維について説明せよ。
- (10)型鍛造作業の順序を、炉出しから仕上げまで作業順にしたがって説明せよ。
- (11)スパナを見て、型鍛造順序や、ひれと余積がどこでどんな形状でついていたかをえがいてみよ。

第3 プ レ ス

1. あ ら ま し

われわれの目にうつる品物のうちで、プレスによってつくられるものはひじょうに多い。貨幣・チューブや時計・自轉車・自動車の部分品などほとんどプレス製品である。大量生産が発達するにつれて、この傾向はますますさかんになる。プレスは大量生産に應用される有力な一つの手段で、それはつぎのような特長をもっているからである。

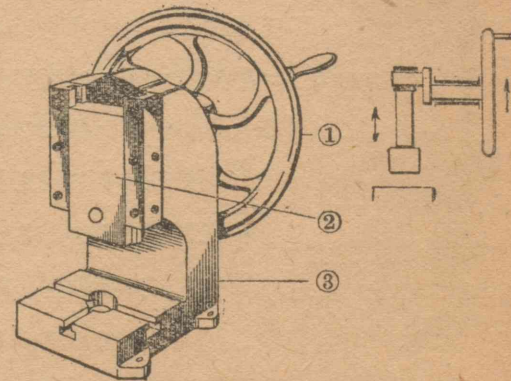
(1)製品の均一性 (2)生産速度の大

(3)操作が自動または半自動的である

プレス仕事を分類すると、だいたいつぎの4種類になる。

(1)せん断(剪断)・打抜き (2)折曲げ (3)絞り (4)押し・型打ち

加工材料は金属である場合が多く、しかも板材と線材が大部分である。用途によりいろいろのプレスや多くの特殊プレス(プレスの名でよばれないこともある)がある。



第3-1図 手動偏心プレス

2. プ レ ス

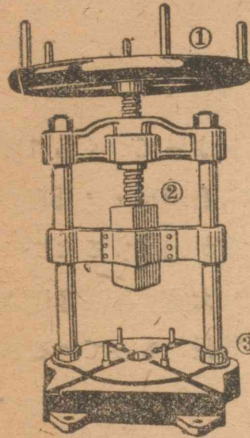
1. 手動式プレス

(hand press)

①ハンドル ②ラム ③フレーム

手の力を利用して加工するもので、機構上から偏心プレス・ねじプレス・アーバプレスの3形式に区別できる。

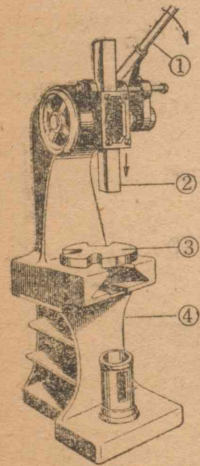
第3-1図は手動式偏心プレスである。ハンドルをまわすと偏心につくられた回転軸によりスライドが上下運動する。



第3-2図 ねじプレス
①ハンドル ②ラム
③ベッド

このプレスは強力な打抜き・穴あけには適しないが、薄物の打抜き・穴あけ、あるいは品物にマークをつけるような手軽な作業には適している。

③ 第3-2図はねじプレスで、ラムがハンドルの回転によって上下する構造になっている。金型を用いてベークライト製品を成形する作業などに用いられる。



第3-3図
アーバプレス
①ハンドル ②ラム
③テーブル ④フレーム

第3-3図はアーバプレスで、ブリー歯車を仕上げる際に心棒の打込みまたは抜取り、あるいは軸の曲り直しなどに用い、機械工場や修理工場にそなえつけられる。

手動式プレスは動力が人力である関係上、大きな品物や厚い品物の加工ができない。また両手を品物の送りに使えないので不便である。

2. 足踏式プレス(けとばし) (foot press)

足のふむ力を利用したプレスで、ペダルをふむことによってスライドが急速に下降して品物に衝撃を與えるのである。スライドを自動的にもとの位置にもどすために、おもり(第3-4図④)をつけ、その位置を加減することによって、

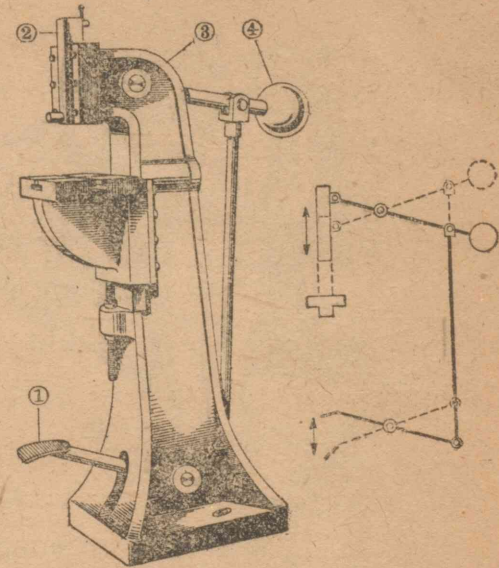
もどりの速さを調節することができる。

足踏式は手動式に比べ衝撃力が大きいので相当ひろい範囲の加工

ができるが、おもに家内工業的の薄物の板材やエポナイト・厚紙などの加工に用いる。またこのプレスは両手を使える点が手動式プレスに比べて有利である。

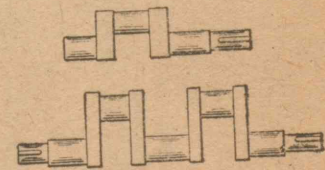
3. クランクプレス (crank press)

電動機直結あるいは中間軸をへてベルトにより駆動する。電機工場や機械工場に用いるプレスの大部分はこれである。



第3-4図 足踏式プレスとその機構
①ペダル ②ラム ③フレーム ④おもり

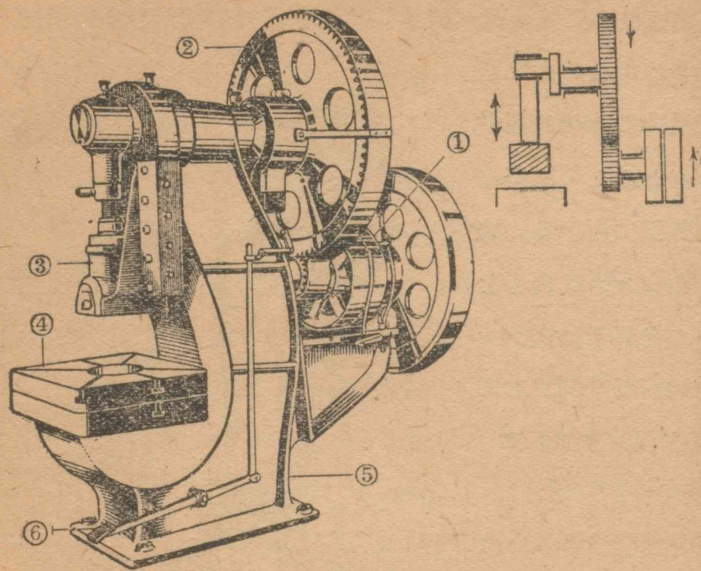
クランクプレスは、はずみ車の回転運動エネルギーをクランクと連接棒の機構により直線運動に変え、圧縮加工を行うものである。クランク軸の構造により単式クランク軸・複式クランク軸に分けられる。第3-5図はその例である。



第3-5図 プレスのクランク軸

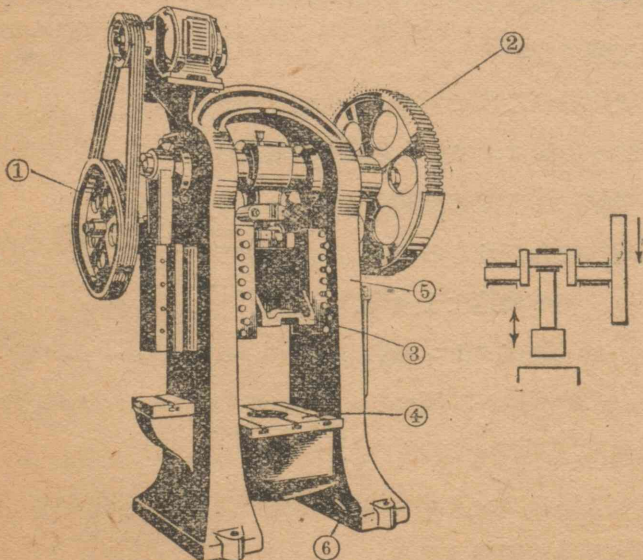
行程の大きいクランクプレスは両側から動力が傳達され、小さいときは片側だけで駆動される。

第3-6図は偏心プレス (eccentric press) 第3-7図はクランクプ



第 3-6 図 偏 心 プ レ ス

- ①プーリ ②減速齒車 ③ラム ④ボルスター ⑤フレーム ⑥足踏ペダル



第 3-7 図 ク ラ ン ク プ レ ス

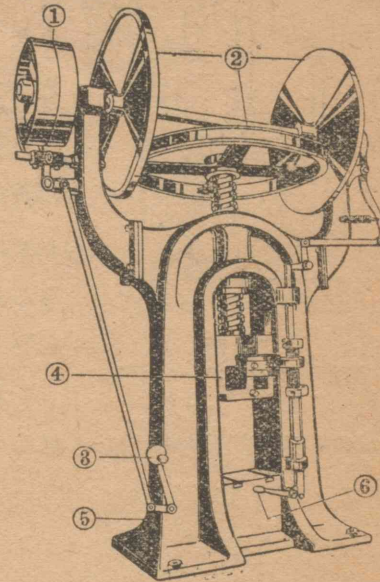
- ①プーリ ②減速齒車 ③ラム ④テーブル ⑤フレーム ⑥足踏ペダル

レスである。

4. 摩擦プレス (friction spindle press)

はずみ車に回転運動エネルギーを蓄積しておいて、その全部を 1 回の圧縮加工に用いるプレスである (第 3-8 図)。摩擦プレスでは、はずみ車の回転運動エネルギーを全部消費した所がその行程の最下位であるから、厳密に言えば品物の厚さが一定にならない。

またスライドの下降速度もはずみ車と摩擦車との圧着強さによって変わるので、一定であるとはいえない。しかしクランクプレスのように急激な衝撃を機械に与えないという利点がある。

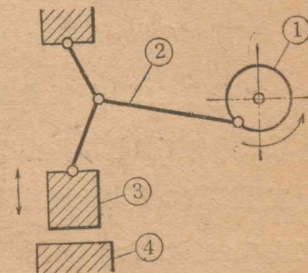


第 3-8 図 摩 擦 プ レ ス ①プーリ ②摩擦車 ③起動停止用ハンドル ④ラム ⑤フレーム ⑥ラム上げ下げ用ハンドル

5. トッグルプレス (toggle press)

加工の際の衝撃を少なくし、かつ力比を増すためにトッグル機構を用いたのがトッグルプレスである。

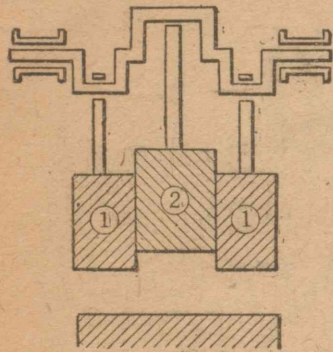
いま品物を圧縮した状態をクランクプレスと比べてみると、クランク



第 3-9 図 トッグルプレスの機構 ①クランク軸 ②トッグル継手 ③ラム ④ボルスター

プレスの際は接続棒およびクランク軸をへてフレームで圧縮力を受けるのであるが、クランク軸は両

側または片側を支持されたはり(梁)であるから、多少のたわみを生ずる。しかるにトグルプレスでは、力はその関節の全長にわたって支持されてフレームで受けることになるから、クランクプレスのようなたわみは生じない。そしてトグルを動かすクランクと連接棒はわずかの荷重を受けるだけである。ゆえにトグルプレスでは品物の厚さが一定になるから、加工の最後に大きな圧力を必要とする型打作業に適している。



第3-10図
複動式クランクプレスの機構

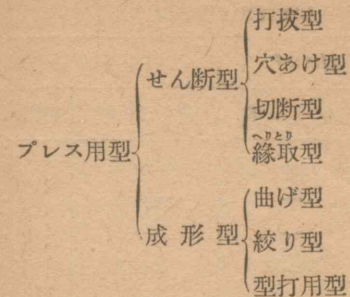
6. 複動式プレス(double action press)

スライドの部分の構造が2種類の上下運動をするようにつくられている。第3-10図において①のスライドにとりつけられた工具で加工物を押えておき、②のスライドにとりつけられた工具で絞り加工をするというような2種類の動作を一行程で行うことができる。ゆえに深い絞り作業に適している。

3. プレス用型

プレス作業では、使用するプレスそのものの精度とともに型のよしあしは、加工された品物の優劣、材料消費の大小、加工時間の長短、工程数の多少、加工操作の便不便などの総合的な問題に関連してくる。ゆえにプレス用型はその作業目的に応じてそれに適した形状・寸法をもつとともに、その材質・熱処理は型の寿命を左右する重大な要素である。

プレス用型を分けるとつぎのようになる



1. 打抜型 (blanking die)

打抜きとは、薄板から必要な形状の板を切り出す作業である。打抜きに必要な圧力 P はつぎの式でもとめられる。

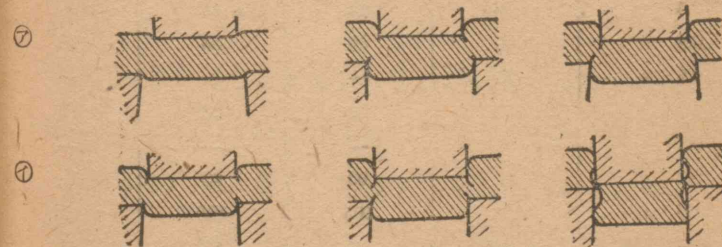
$$P = ltf$$

l : せん断する周囲の長さ (mm)

t : 板厚 (mm)

f : 板のせん断強さ (kg/mm²)

なお f の値は刃の摩耗などによってかなり変化するから、安全率をみてせん断強さのかわりに引張強さをとる場合もある。



第3-11図 板材の打ち抜かれる状態

第3-11図は板金がせん断される状態であって、⑦はポンチとダイとのすきまが適当な場合で、材料に生ずるき裂はポンチ側では外向にダイ側では内向に両者はちょうど出会っているからきれいにせん断される。⑧はすきまが少ない場合で、せん断面はきたない。もし多すぎればまくれが生ずる。ゆえにダイの寸法からポンチの径を

第 3-1 表 各種板金せん断強さ・引張強さ

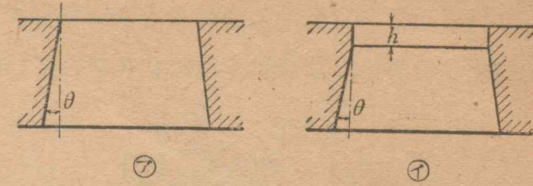
加工材料	せん断強さ (kg/mm ²)		引張強さ (kg/mm ²)	
	軟 質	硬 質	軟 質	硬 質
鉛	2~3	—	25~4	—
す ず	3~4	—	4~5	—
(すず鑄物)	4~5	—	—	—
アルミニウム	7~12	13~19	8~13	17~22
(アルミニウム鑄物)	9~10	—	—	—
ジュラルミン	22~24	31~38	26	48
亜 鉛	12~14	20	15	25
(亜鉛鑄物)	11	—	—	—
銅	18~22	25~30	22~28	30~40
黄 銅	22~27	30~40	28~35	40~60
(黄銅鑄物)	30	—	—	—
青 銅	30~40	40~60	40~50	50~75
洋 銀	25~36	45~46	30~45	55~70
鉄 板	—	40	—	45
鋼 板	45~50	55~60	—	60~70
〃 0.1% C	25	32~35	32	40~44
〃 0.2 〃	32	40	40	50
〃 0.3 〃	36	48	45	60
〃 0.4 〃	45	56	56	72
〃 0.5 〃	54	—	—	—
〃 0.6 〃	56	72	72	90
〃 0.7 〃	62	—	—	—
〃 0.8 〃	72	90	90	110
〃 1.0 〃	80	105	100	130
シリコン鋼	45~54	56	55	65
ステンレス鋼	52	56	65~70	—

いくらか小さくする。その割合は打ち抜く品物の材質・板厚によって違うが、だいたい板厚の 5~10% 程度である。

打抜用のポンチには逃角をつけないで、下面は平かにするが、ダイには第 3-12 図 ㉞ ㉟ のように逃角を與える。㉞ は最初から逃

角 θ を與え、㉟ の高さ h だけ平行部を設けてそれ以下に逃角 θ を與える。

ふつう用いられる型では h は 2~4mm, θ 1~3° くらいが適

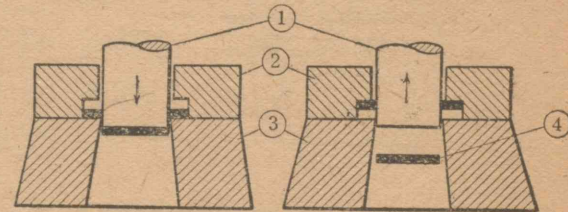


第 3-12 図 打抜型の逃角のつけ方

当である。

また打抜型には かす取板 (ストリッパ stripper) を設けなければならぬ。かす取板はポンチに附着した くず を取り去る役目をするもので、その

受ける張力はせん断に要する圧力の 5~12% 程度である。型の構造によ



第 3-13 図 材料の案内と かす取り

っては成品の取出

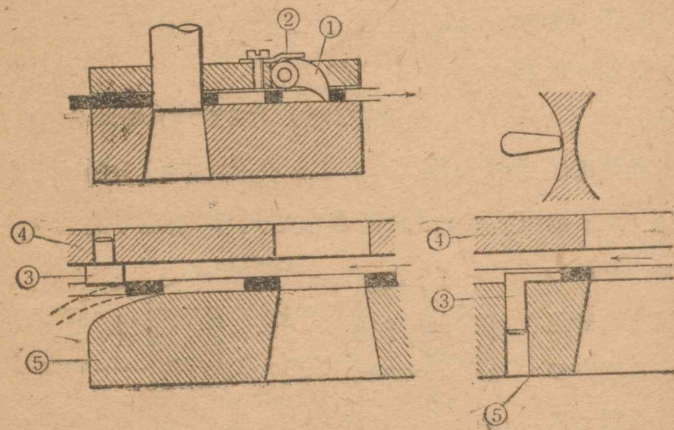
①ポンチ ②かす取り兼材料の案内 ③ダイ ④製品

しをよいにするためにノックアウトとよぶ成品除去装置をもつものもある。

つぎに打抜型に附属する重要な装置は材料の案内と位置をきめる装置である。第 3-13 図はかす取板と材料の案内とを兼ねたものである。打抜作業では、帯状の板材から順次に所要の製品を打ち抜くことが多いから、材料をスライドの 1 行程ごとに適当な量だけ送らなければならない。もし目測で送るならば送り量が一定せず、材料が不経済であるばかりか不良品の続出となり、作業者は疲労するだけである。第 3-14 図は止ピン (stop pin) の構造を示す。止ピンを用いるのは原則として完成品打抜穴を利用するのがもっともよいが、それができない形状のものでは特別に止ピン用の穴または切欠

用のポンチを設ける。また特殊な機械では、材料送りのため特別な送り機構をもち自動的に素材を送り込む形式のものもある。

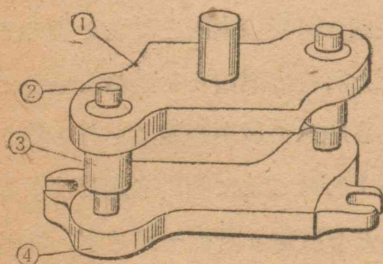
打抜型の特殊な形状のものにサブプレス (sub-press) というのが



第 3-14 図 材料の位置ぎめのいろいろ

①掛け金 ②ばね ③止ピン ④かす取り ⑤ダイ

ある。ふつうの打抜型ではポンチとダイの取付けに相当の熟練と多くの時間とが必要である。サブプレスはこの欠点を除くために案内ピン (guide pin) を設けてポンチとダイとを連絡し、ポンチとダイとのすきまを正確に保持する構造になっている。第 3-15 図は案内ピン型サブプレスである。



第 3-15 図 サブプレス ①ポンチホルダ ②案内ピン ③プシュ ④ダイシュー

とプシュとの長さはプレス行程により決定される。使用に際しては案内ピンおよびプシュ間の注油に十分注意しなければならない。

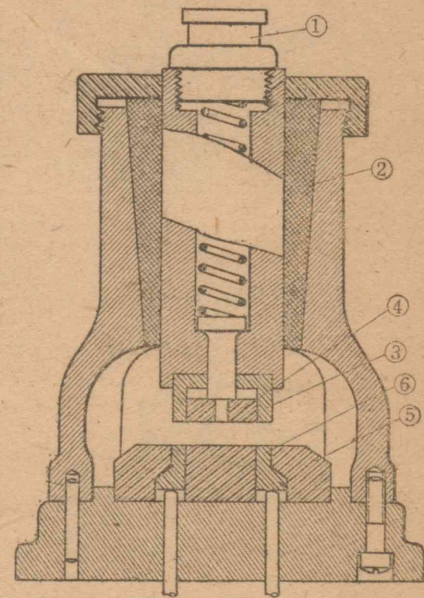
ダイシューには案内ピンが、ポンチホルダにはプシュがそれぞれ固定されている。案内ピン

第 3-16 図はサブプレスの一形式である円筒型サブプレスである。

2. 穴あけ型 (perforating die)

穴あけ作業とは外形打抜きまたは切断成形した板金に穴をあける

作業で、多くの場合は打ち抜いたものはくずとなり、残ったものが製品になる。穴あけ型においてとくに注意することは、品物を正しい位置に置くための位置ぎめ装置が必要なことである。また穴あけ用ポンチは細長いから、これを補強する対策を考えることがたいせつである。穴の位置が正確を要するときは、型を設計変更して外形と穴とを一度に加工するようにすべきである。



第 3-16 図 円筒型サブプレス

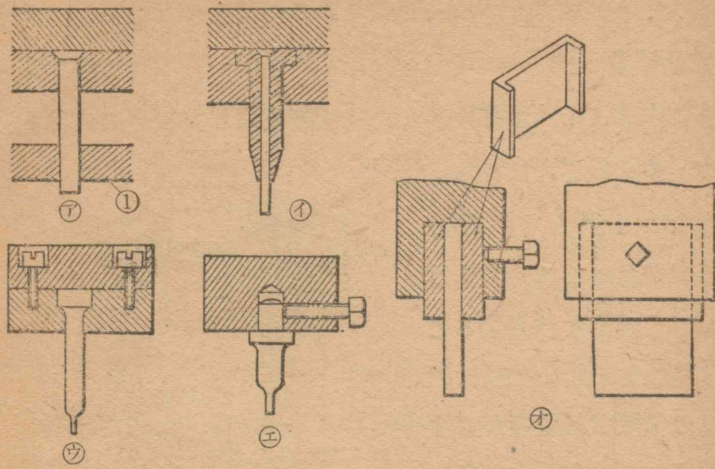
①ポンチ柄 ②プシュ ③ポンチ ④かす取り ⑤ダイ ⑥ロックアウト

第 3-17 図はポンチの補強方法を示す。多くの穴を順次に打ち抜くためにいろいろの形の工具が用いられる。第 3-19 図はパイロットピンを用いて位置ぎめをする構造になっている。

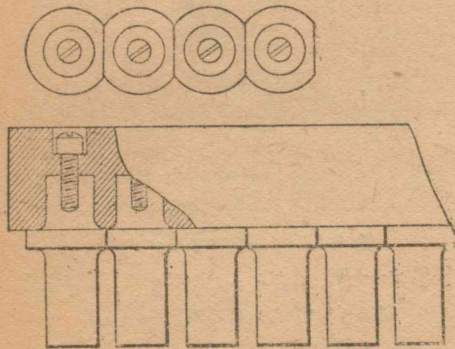
3. 曲げ型 (bending die)

打抜作業で打ち抜いた品物を望みの形状に折り曲げるための工具である。第 3-20 図は曲げ型の例を示す。

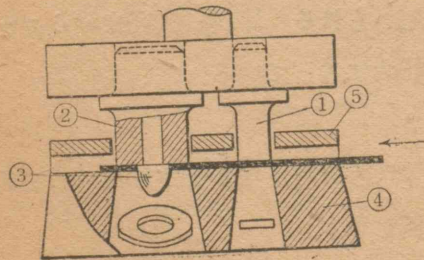
実際に品物を曲げた場合、品物の弾性によって多少もどるから、それを防ぐために多少誇張されているが、第 3-21 図のような方法



第3-17図 ポンチの補強法

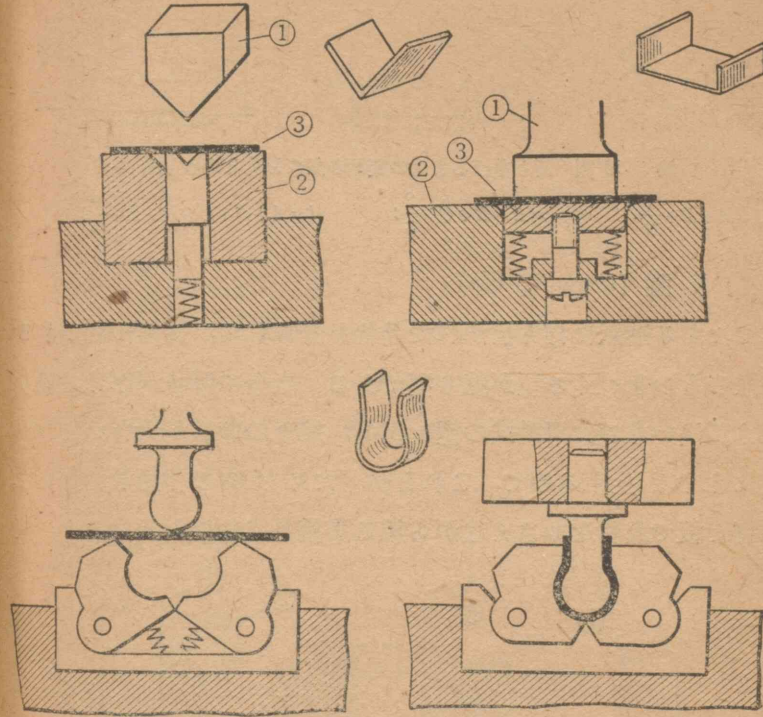


第3-18図 一度に多くの穴あけを行う型



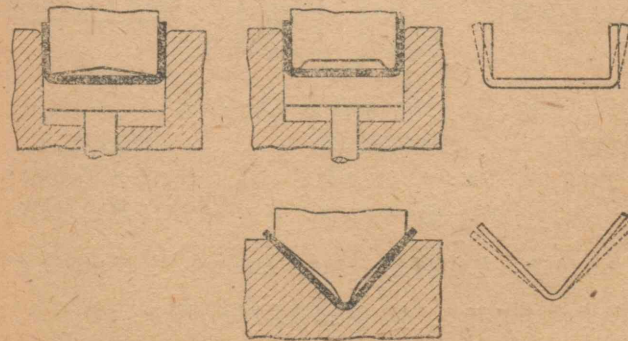
第3-19図 座金をつくる打抜型
①穴あけポンチ ②打抜ポンチ ③パイロ
ットピン ④ダイ ⑤かす取り

でポンチの角度をわずかにす
るどくしておき、もとめる形
に仕上げる。また折曲げに際
しては、板材の圧延方向につ
いて吟味しなければならない。
もし板目(圧延方向)と直角に
折り曲げる場合はよいが、同
方向に折り曲げると曲り角の
表面に割れがはいることがある
から、折曲げによって完成する
成品の打抜きは板目と折曲げ方
向を検討してからしなければならない。第3-22図は曲げ型で
所要の品物を得る場合の展開さ
れた長さをもとめる方法である。

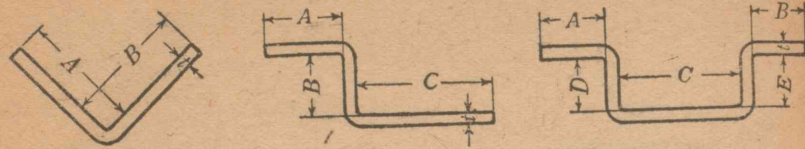


第3-20図 曲げ型のいろいろ

①ポンチ ②ダイ ③ノックアウト



第3-21図 弾性による変形を防ぐ方法



第3-22図 折り曲げるまえの展開の長さをもとめる方法

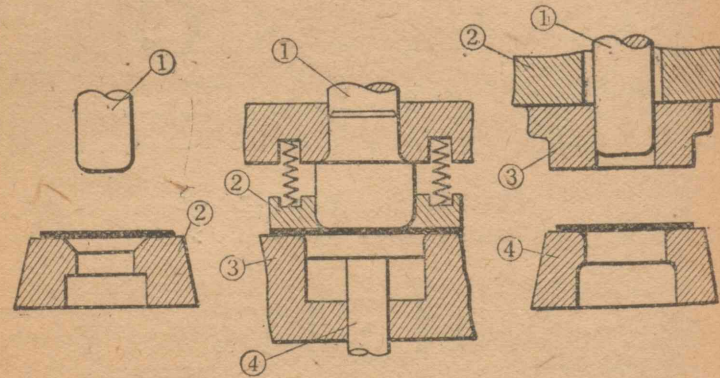
$$l = A + B + \frac{t}{3}$$

$$l = A + B + C + \frac{2}{3}t$$

$$l = A + B + C + D + E + \frac{4}{3}t$$

4. 絞り型 (drawing die)

すでにある形状に打ち抜かれた品物を変形して、筒形の底のある容器状のものをつくる型が絞り型である。板金の厚さが厚く、絞りの深さが浅いものは単動式の型を用い、絞りの深さが大きいときは周辺にしわが生ずるので、これを防ぐためばねの作用を利用したしわ押え板で品物をおさえながら絞る準複動式の型を用いるか、複



第3-23図 絞り型のいろいろ

- 単動式絞り型 ①ポンチ ②ダイ
- 準複動式絞り型 ①ポンチ ②しわ押え ③ダイ ④ロックアウト
- 複動式絞り型 ①ポンチ ②複動ラム ③しわ押え ④ダイ

動式のプレスにより、しわ押え (bland holder), とポンチとを別のクランクで動作させて行う。第3-23図は絞り型を示す。

いま P を絞りに要する最高圧力, d を製品の直径, D を素材の直径, t を板厚, S を素材の抗張力, m を d/D によって決定する

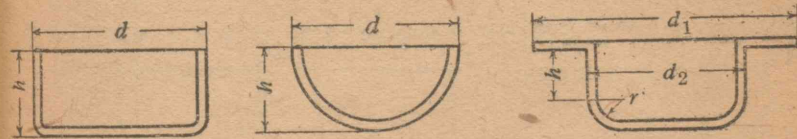
定数とし, h を絞りの深さ, W を絞りに要するエネルギーとすれば

$$P = \pi d t S m$$

$$W = C P h$$

d/D	m
0.8	0.4
0.7	0.6
0.6	0.85
0.55	1.0

で示される。 C は定数で、ふつう 0.6~0.8 ぐらいにとる。 d/D を絞り率という。深さの大きい容器を絞るには数回にわたって絞り、最後に予定の形に仕上げる。板厚が直径の 2~3% 程度では絞り率 60% ぐらいとする。



第3-24図 絞るまえの展開寸法をもとめる式

$$D = \sqrt{d^2 + 4dh}$$

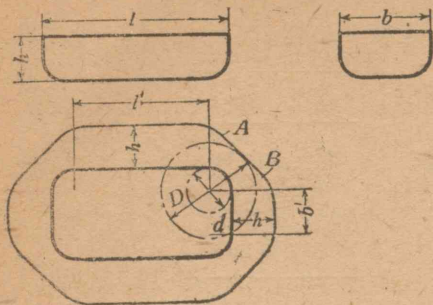
$$D = \sqrt{d^2 + 4h^2}$$

$$D = \sqrt{d_1^2 + 4d_2(h + 0.57r) - 0.56r^2}$$

第3-24図は製品の寸法を知って打ち抜くべき素材の寸法をもとめる式である。第3-25図はく形(矩形)の容器の展開長さをもとめる方法である。

図において l, b' は曲げ作業で、角の部分は底面の直径 d , 高さ h の円筒形絞り作業である。ゆえに l, b' の部分は底面からだけ外側に寸法をとり、角の部分は丸絞りの公式 $D = \sqrt{d^2 + 4dh}$ でもとめた値で、円弧をえがき適当に連結すればよい。

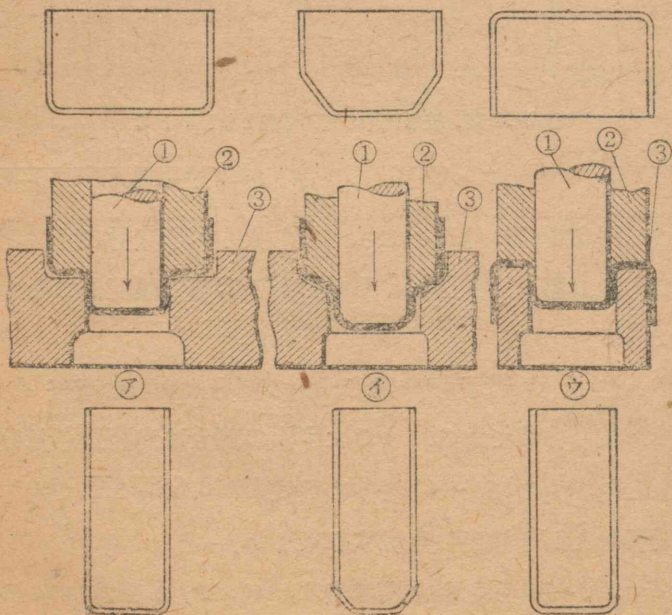
絞り型においてもっとも重要な点は、ポンチ および ダイの角の丸みである。これは板厚・材質によって適当に選ばなければならないが、だいたい板厚の 4~6 倍がよいとされている。ふつうポンチ



第3-25図

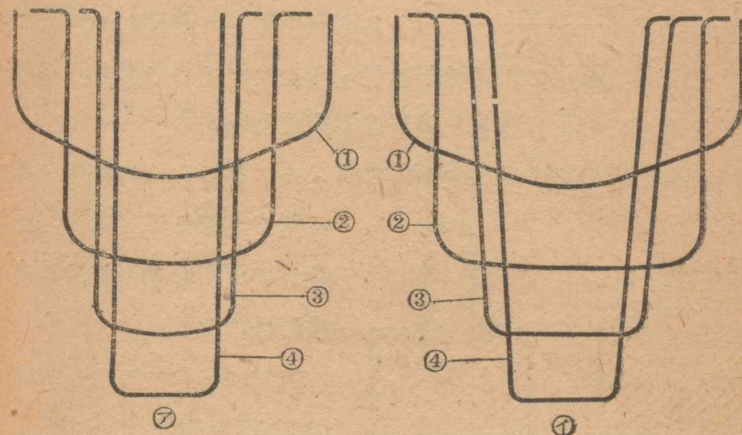
には空気の逃穴を設ける。また絞り作業を行う場合は鉱油あるいはせっけん水などの潤滑剤を用いるとよい。絞り率の大きいときはまえに学んだように再絞りをするが、それには第3-26図

のような方法がある。㉗図はもっともふつうに用いられる方法で、しわ押えでおさえて絞る。これは型の製作はよいであるが、材料にとっては急角度で曲げられるので最良とはいえない。㉘図はしわ押え面が約30°ほど傾いているために材料のすべりがたやすく、



第3-26図 絞り方のいろいろ
①絞りポンチ ②しわ押え ③ダイ

摩擦力による応力は減少する。この場合最初の絞りではあらかじめ角をとったポンチで絞っておかなければならない。㉚図は容器の外側が内側になる逆絞りである。材料は同じ方向に90°, 2回曲げられることになる。とくに角形の形状をした絞り作業には適当であるといわれる。第3-27図は何工程で成形するかのだいたいのありさまを示す。



第3-27図 深絞り順序

5. 型打型 (coining die, embossing die)

貨幣やメダルのように素材に模様をつけたり、食卓器具、たとえば、さじ・フォークの柄の部分に装飾をつけて氣品をもたせたりする作業に用いられるものが型打型である。型打ちに必要な圧力は、金属が自由に型の間から流れ得る自由型打と、周囲を閉じて行う閉そく(閉塞)型打とによって違ってくる。

P : 型打ちに必要な圧力 (t)

A : 品物の垂直投影面積 (cm²)

p : 材料によって違う比荷重 (t/cm²)

とすれば

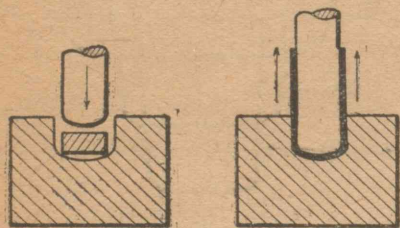
$$P = Ap$$

で p はつぎの表に示す値である。

黄銅板厚さ	0.7	1
〃	1.8	8~9
金貨・銀貨		12~18
ニッケル		16~18

型打型は手作業によってポンチおよびダイに彫刻されるのであるから、特殊な技術者でなければつくりえない。またこの作業では、ポンチの落下による衝撃によって金属を流れさせるのであるから、金属の可塑性がひじょうにたいせつである。金属の可塑性を増すためには素材を適当な温度に加熱する。

第3-28図は亜鉛またはすずのチューブをつくるのに用いられる

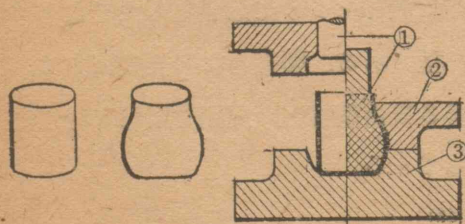


第3-28図 金属の可塑性を利用してチューブをつくる方法

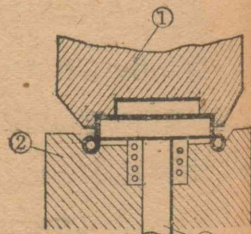
る型で、押圧圧力によって素材がポンチの表面を流動して成形される。

型打作業を行うのに、素材の厚さが一定しているときはトッグルプレスがよい、一定しないときは摩擦プレスを用

いる。



第3-29図 ゴムポンチの利用法



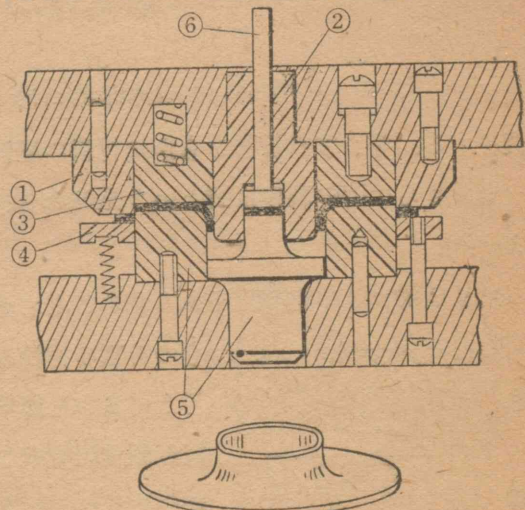
第3-30図 円形容器の縁曲げ ①ポンチ ②ダイ ③ロックアウト

6. 縁巻型 (curling die)

張出用型は、ビールだるのような形をした容器をつくるのに用いられるもので、第3-29図はゴムポンチを用いて成形する型を示す。第3-30図は容器の縁に丸みをつけるのに用いる型である。

7. 複合型工具 (compound die)

数種類の作業を同時に行うように考案された工具を複合型工具という。第3-31図はそれらの例を示す。複合型工具はうまく使えば従来2工程、3工程で行った作業を1工程でなし得るのであるから、ひじょうに能率が高い。



第3-31図 複合型工具
①打抜ポンチ ②打抜絞りポンチ ③しわ押え
④かす取り ⑤ダイ ⑥かす取り

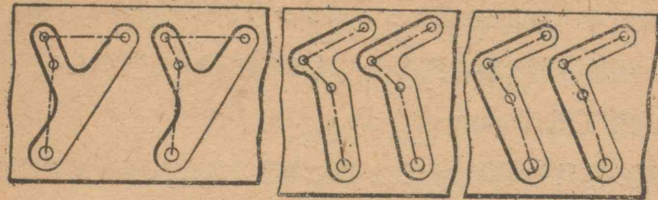
しかし型の製作が単一な工具より困難であり、また強力な機械が必要である。ゆえにこの条件さえみたせられ

ば、でき得るかぎり複合型工具にして、工程数を少なくするようにした方がよい。

8. 材料の経済的利用法

プレス作業では、材料の経済的利用法が重要である。與えられた材料からでき得るかぎり多くの完成品をつくり、くず板を最小限にとどめることである。そのためにはつぎのような方法がとられる。第1は品物の形状を材料の利用率を高めるようにあらためる。いま

第3-32図⑦のような品物があったとする。この場合はくずとなる部分が相当多いから、①図のように穴の位置を変えず外形だけを

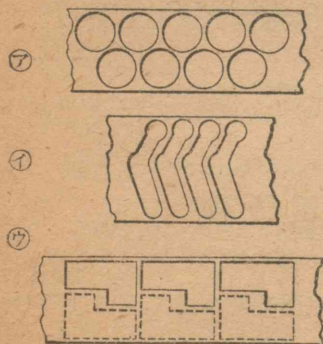


第3-32図 材料の節約に対する考察

変更する。そうすればあきらかに材料の経済になる。

またさらに型の製作技術という見地から②図のようにすればなおよい。

第2はポンチの配列にくふうすることである。第3-33図はそれ



第3-33図
材料取のいろいろ

らの各種の方法を示す。ポンチの配置をどうするかを簡単に知るには、完成品型紙を原寸に数枚つくり、いろいろに組み合わせて配列をきめるのである。円形ならば第3-33図⑦のように千鳥形にするのがよい。その形状によって①図のように傾斜させる方法、あるいは②図のように倒置する方法などがとられる。その方法によって材料の幅が適当に決定される。

またこの際注意しなければならないことは、すでに曲げ型の所でも学んだが、材料の板目(圧延方向)に注意することである。とくに打抜き後折曲げ加工されるものは折り曲げる方向と板目とが一致しないよう考慮しなければならない。

9. プレスの選択

プレスにはいろいろの種類があるが、製品の大きさ・形状によってそれに適したものを選ぶことがたいせつである。その用途によって選び方のあらましを説明すればつぎのようなことがいえる。

(1) せん断打抜用プレス 手動あるいは足踏みの小さいものから偏心クランクを應用したプレスが使われ、行程は小さいものが適している。

(2) 折曲げ用プレス ふつうのプレスをこの用途にあてることが多いが、長材などの専門曲げプレス(ブレーキングプレス)も用いられる。

(3) 絞り引伸し用プレス 作業に十分な長い行程をもつもので、場合によってはトグルプレス・複動プレスなどが用いられる。

(4) 押出型打用プレス ねじプレスあるいはまた摩擦プレスが使われる。

(5) 雑プレス アーバの押し込みに使うアーバプレス・曲直しプレス・荷造りプレスなどがある。

(6) 特殊プレス 自動車のボデーなどの大きな品物の成形には水圧を利用した水圧プレス(hydraulic press)が使われる。またボルトやくぎの頭などの成形にはヘッダ(heading machine)とよばれる一種のプレスが使われる。鍛圧機械もプレス的一种である。そのほかにもいろいろのプレスが使われている。

つぎに必要なことは、作業によってどの程度の大きさのプレスを使ったらよいかを知ることである。いまクランクプレスを例にとれば、プレスの加圧能力を $P(t)$ とし、クランク軸の直径を d (cm) とすれば

$$P=Cd^2$$

で示される。 C は定数で 0.5~0.9 くらいである。またコンネクシ
ョンねじの外径を d (cm) とすれば、加圧能力 P (t) は

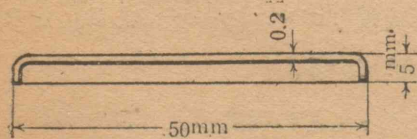
$$P=(d-0.5)^2$$

からもとめることができる。実際には機械の容量はかなり大き目に
選ぶ方が機械や型の寿命の点からいってよいとされている。

プレスの大きさをあらわす方法にはいろいろあって、現在は統一
されていない。ゆえにだいたいに加圧能力は以上に学んだような方
法によってもとめる。

〔問 題〕

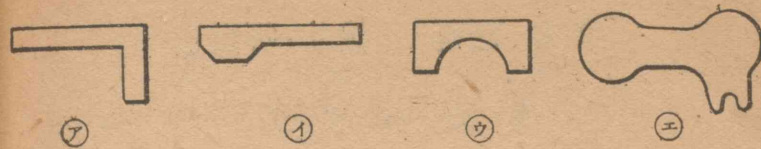
- (1) 日常用いる品物のうちに、プレスによって加工されているものがあるか。
- (2) つぎの品物はプレスのどんな種類の作業によって加工されたか。
(ア) 帽子の記章・バッジ, (イ) 時計の針, (ウ) アルミニウム製食器,
(エ) 万年筆のペン先・クリップ (オ) ハーモニカ
- (3) 摩擦プレスはスライドが下降するにつれてだんだん下降速度が増すとい
う、なぜだろう。
- (4) 厚さ 1 mm, 直径 30 mm の円形鉄板を打ち抜くのに必要な打抜き力を計
算せよ。
- (5) 第 3-12 図はダイの逃角のとり方であるが、㉑㉒両者を比べてみよ。
- (6) 問題 4 の型を設計せよ。



第 3-34 図

- (7) 第 3-34 図のような円形の製品
を打抜きと絞りと同時に
一工程でつくる型を設計せよ
(製品材質は黄銅)。

- (8) 第 3-35 図の各種形状の製品の材料取の配列方法を決定せよ。



第 3-35 図

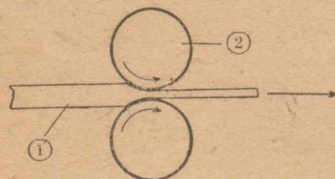
第4. 圧延・引抜き・押出し

1. あらまし

金属や合金の多くは、その断面よりせまいすきまなり穴型なりになんらかの方法で、ある程度のむりをして通すときは、それらのもっている可塑性によって断面はそのすきまの厚さなり、穴型なりに変わって、まえよりも長くそして細く、またはひろくなって出てくる。その場合の速さは変形するまえの速さより大きい。われわれはこの現象をいろいろの成形加工に利用している。その加工法のうちに、外力のかけ方、すきま、または穴型の設け方によって、圧延(rolling)・引抜き(drawing)・押出し(extrusion)などといわれるものがある。

1. 圧延

圧延は第4-1図のようにたがいに反対方向に回轉している一對の



第4-1図 圧延の原理
①材料 ②ロール

ロールの間に適当なすきま、または穴型を設け、それに素材をかみ込ませてロールからの圧力によりおしのばす方法である。

2. 引抜き

引抜きは固定した穴型に素材を通し、他の側からひっぱって穴の形に細長くする方法である。

3. 押出し

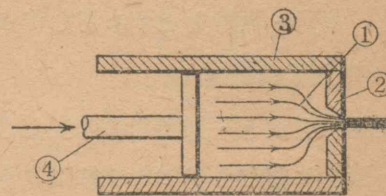
押出しは第4-2図のように、円筒の一端に小さい穴型を設け、この円筒の他端から比較的やわらかい素材を入れ、それを大きい力で

穴の形に細長く押し出す方法である。

チューブ入の練はみがきや絵具などを絞り出すときを想像すればよくわかる。

引抜きおよび押出しに用いる穴型を引板(ダイス dies)という。

われわれの周囲で日常あらゆる方面に用いられる金属の板材(箔もふくむ)・棒材・線材・管材やいろいろの形の断面をもつ棒(断面材という)などはこれらの加工法によって多量に生産さ



第4-2図 押出しの原理
①材料 ②引板 ③円筒 ④ラム

れる。たんに金属の加工だけでなく、せっけん・うどんの製造、そのほか塑性をもつものの加工にもひろく用いている。

4. 熱間加工と冷間加工

これらの加工法は、素材を加熱しないで常温のままで行うとき(冷間加工)と常温以上に加熱してその温度のままで行うとき(熱間加工)とがある。一般に金属や合金は、加熱するとその塑性を増し加工がたやすくなって早くでき、その上動力も少なくてすむ。したがって冷間加工で仕上げる必要のものも、ふつうはじめの荒加工は熱間で行う。

金属の押出しは熱間である。

冷間加工はふつう仕上げ加工に行われるもので、薄板・線・薄肉管などのように断面が小さく薄いもの、形状・寸法の正確を要するもの、また表面が平滑であることを要するものなどの加工は冷間で行う。引抜きはほとんど常温である。また一般に金属は冷間加工を受けると結晶性がゆがんでかたくなる。これを加工硬化という。硬化

させて粘り強い性質をもたせる目的で冷間加工することも多い。一方冷間加工をさらに続けると粘りは減ってろくなり、展性・延性が減り、ついにき裂がはいり破壊してしまう。ゆえに冷間加工を何回もくりかえすときは、途中で適当に焼なましをして加工硬化をなくし、展性・延性をとりもどしてからふたたび加工する。

5. 各加工の素材

圧延・引抜き・押出しの加工をなし得る材料はいうまでもなく展性・延性に富むものでなければならない。金属について常温で加工するときの展性の順位(大→小)は

金・銀・銅・アルミニウム・すず・白金・鉛・亜鉛・鉄・ニッケル

また延性の順位(大→小)は

金・銀・白金・鉄・ニッケル・銅・アルミニウム・亜鉛・すず・鉛

になる。これらの金属やその合金はほとんど圧延・引抜き・押出しのどれかの加工が可能で、まえにあげた製品につくられている。しかしこれらの材料に圧延・引抜き・押出しの加工をして製品にするには、ひとまずいろいろな形や適当の大きさの鑄塊・鑄板にしなければならない。鑄造したものを圧延または水圧プレスで荒延しをし、さらに圧延または押出し・引抜きの加工をして製品にする。押出しのときは鑄塊のままですぐ加工することが多い。

大きな鑄塊(おもに鋼塊)を圧延して半製品(鋼片)にすることを分塊という(小鑄塊をつかって直接製品に圧延することも多い)。

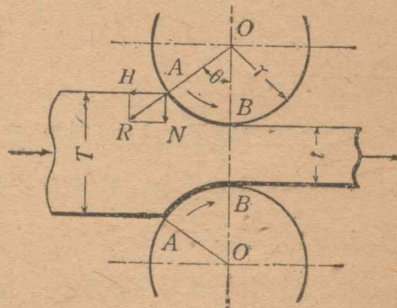
6. ロール・引板の作用

第4-3図で、 R を圧延される素材のロールから受ける圧力、 H は

R の水平分力、($R\sin\theta$ に相当する)、 N は R の垂直分力($R\cos\theta$ に相当する)、 θ を圧延される素材との接触角度、 μ 摩擦係数とすれば、ロールが素材をかみ込むためには、

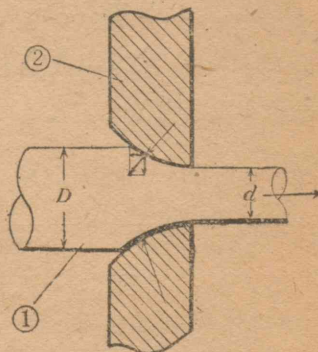
$$\mu N > H \quad \text{したがって} \quad \mu > \tan\theta$$

とならなければならない。素材の厚さ T が一定であるときは θ はロールの半径 r が小さくなるにつれて大きくなる。したがって T と r の間には一定の比を保たす必要がある。鋼材の圧延では、ロール径は素材の厚さの10倍以上が適当といわれている。



第4-3図 ロールの作用

素材は $\mu N - H$ でまずかみ込まれ、はじめの間はロールの面に押しつけられる形となり、同時にロールから垂直分力 N を受けて圧縮され、中心部が先に進む。一方ロールを離れる点やその直前あたりでは、素材はロールによりひっぱり出される形になる。このひっぱり出されることによってその直後の素材はようにロールの垂直分力によって押しへこまされる。



第4-4図 引抜きの変形

①材料 ②引板

引抜きで素材を引き抜くときも同じ原理で変形が行われる。押出しのときは引板からひっぱり出す作用がないので、ひじょうに流動性に富んだ金属でなければならない。これらの変形で1回の加工によって厚さあるいは直径の減少率

$$\frac{T-t}{T} \times 100\%, \quad \frac{D-d}{D} \times 100\%$$

を加工率(圧延のときは圧下率, 引抜きときはけん伸率(牽伸率)といひ, また加工前後の厚さ, あるいは直径の割合

$$\frac{t}{T} \times 100\%, \quad \frac{d}{D} \times 100\%$$

を通過率という。

圧延で1回の通過により圧縮することのできる板の厚さの最大限度は, $\mu=0.3$ なるとき, 計算によりロール径の約 $1/23$ になるが, 実際は $1/25$ ぐらいである。

各加工法のうち加工率をもっとも大きくし得るのは押出しである。

2. 圧 延

1. 圧 延 機 (rolling mill)

圧延はただ2本のロールさえあればできるが, 作業能率の向上, 製品の種類, 動力の節約などの要求からいろいろの形式の圧延機が考案され発達してきた。ロールの配置の様式からはつぎのようなものがある。

第4-1表

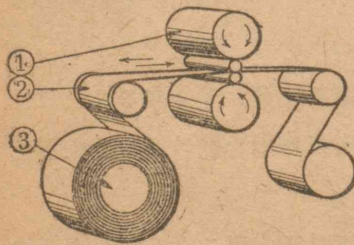
形 式	構 造	摘 要
二 重 式		薄板・小形材圧延用および冷間圧延用に使う圧延工場の一構成部分として利用する
逆 轉 二 重 式		分塊・大形・厚板・中板・圧延用
複 二 重 式		小形圧延用
連 続 式		小鋼片・シートバー圧延用および小形帯鋼工場の一構成部分として使う

三 重 式		分塊・大・中・小形・厚板・中板圧延用および冷間圧延用として使う
多 数 式		おもに鋼板・帯鉄冷間圧延用
ユニバーサル式		平鋼・板用鋼片および特殊型物用

二重式圧延機 (pull-over mill or two high mill) は, 2本のロールを上下に重ね, 各ロールに反対方向の回転を與え, つねに同方向にだけ回転させるもので, 素材は矢の方向へ圧延されて後方に出る。これを持ち上げ, 上ロールの上方をその回転を利用してもとの側にもどし圧延をくりかえす。これによると素材は往路だけしか圧延されない。また素材が大きいかまた長いときは, もとの側にもどすのに不便である。したがって薄板や小形材の圧延用として多く用いられる。この不便を除くためにロールに逆轉を與えて復路にも圧延を行うようにしたものが逆轉二重式圧延機 (two high reversing mill) である。最新のものは各ロールに1個ずつの電動機をとりつけて回轉・逆轉を與えている。二重式圧延機のロールの出口に巻取用のロールをとりつけ條鋼の製作に用いるものがある。これをストリップミル (strip mill) という。圧延されて出る條鋼を巻き取ることによって水平方向の張力をかけ, ロールの圧延作用を助ける。また動力も節約されるなどの長所がある。

逆轉を要しないで一往復に2回の圧延を行い得るようにしたものが三重式圧延機 (three high mill) である。中段ロールを上下させてできる上下のすきまを通させるのである。断面材用のものはロールに穴型をきざむ関係から, 上中下ともロールの径を等しくするが, 板材用のものはふつう中ロールの径を小さくする。これをラウト式圧延機 (Lauth's plate mill) という。二重式に比べてロール間のす

さまの調整装置が複雑になる。このロールの調整をよういにし三重式の長所をも残したのが複二重式圧延機 (double two high mill) で、二組の二重ロールを同一のスタンドの中に高さを変え接近して組み立ててある。二重ロールが独立しているために、おのおの上ロールだけを調整すればよい。また穴型をロールにきざむにも、他の一組のロールに関係なしにロール上の配列ができて胴長を有利に使える。動力は三重式よりも多くいる。ロールの径を小さくすることはロールの製作費を少なくし、動力は節約される上に作業速度が大きくなる。またスタンドの高さを低くするなどの利点が生じてくる。ラウト式圧延機もこの理由で中ロールの径を細くするが、あまり小さくするとロールが曲がったり折れたりするおそれがある。それを防ぐように太いロールでささえたものが、四重 (schmitz mill) ・六重式 (cluster mill) ・十二重式の多数式圧延機である。細いロールが直接圧延にあたり、これを作動ロール (working roll) ・太いロールを支持ロール (backing roll) という。



第4-5図 ステッケルミルの原理

①ロール機 ②材料 ③巻取ロール

二重式または三重式に一对または二対の垂直ロールを設け、同時に側面の圧延をするようにしたものをユニバーサル式圧延機 (universal mill) という。

2. 分塊

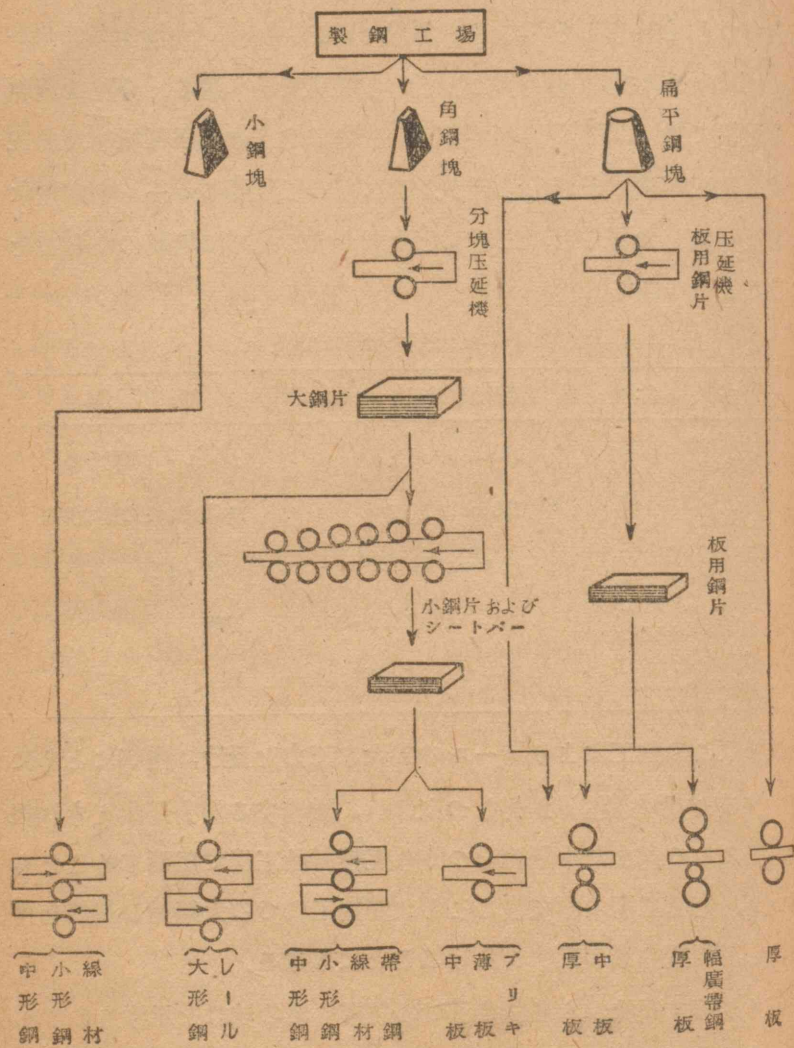
鑄型(おもに鋼塊)が大きいときは一気に製品にまで加工することははずかしく能率もあがらないから、分塊工場 (bloomig mill, cogg-ing mill) で半製品(鋼片)にしてから製品工場へ送る。分塊は鋼塊を均熱炉で約 $1,200^{\circ}\text{C}$ に加熱し、逆轉二重式分塊圧延機または三重式分塊圧延機で圧延して行う。これらの圧延機のロールの穴型には摩擦係数を大きくし、圧下率を大きくするために網状の小米ぞをつけることもある。

第4-2表 鋼片の名称と寸法

名 称	断面寸法(mm)	用 途
大 鋼 片 (bloom)	150×150 以上	レール・小鋼片
小 鋼 片 (billet)	150×150 以下	棒・帶鋼, その他の製品
板 用 鋼 片 (slab)	厚さ 50, 幅 300 以上	厚板・中板
シ ー ト バ ー (sheet bar)	厚さ 50, 幅 150~300	薄板
線 (wire rod)	55~90 丸鋼と鋼線素材	線

鋼塊はこの加工によりロールの強大な圧力を受け、内部にときに存在するあわ(気泡)が押しつぶされ、融着する機会が與えられ組織が密になる。また小鋼塊をつくり直接製品工場で圧延することも多いが、分塊工場の存在することは製鋼工場での大鋼塊の製造を可能にし、製鋼作業の能率をあげることになる。

第4-6図は鋼塊から各製品までの圧延作業の流れを示すものである。連続式圧延機 (continuous mill) は二重式圧延機をロール軸を平行に接近させて配列したものである。鋼材は各ロールに圧延されて一直線に進むために、各ロールの回轉速度と圧下率との間には一



第4-6図
主要圧延作業の流れ

定の比を保たす必要がある。そして先に進むほどロールの回転速度ははやくなる。それには1個の電動機で各ロールを歯車仕掛で速度を調節して回転させるか、または各ロールに電動機をつけ電氣的に調節して運轉する。

これによって分塊直後の熱鋼片を再加熱しないで半製品や小物の荒延しができ、燃料費や労力費ははぶけ、しかも多量生産ができるなどの利点が生じてくる。

3. 板の圧延

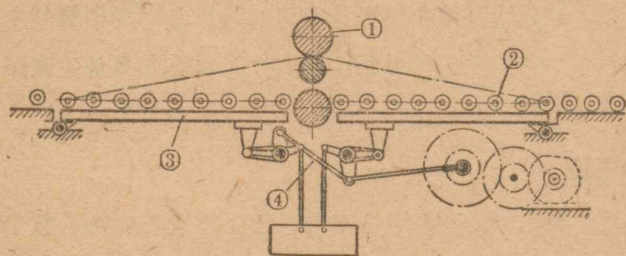
板材には、薄い はく やブリキなどのようなものから数十 cm におよぶ厚鋼板にいたるまでいろいろのものがあ、使う圧延材もまた作業もいちようでない。ふつう板材を大別してつぎのようにする。

厚板 (plate)	厚さ 6 mm 以上
中板 (medium plate)	" 6~1 mm
薄板 (sheet)	" 1 mm 以下

一般に鋼材では厚板・中板は板用鋼片、中板・薄板はシートバーから平滑ロール (円柱状のロール) 機で圧延する。

(1) 厚鋼板の圧延 ラウト式三重圧延機を用いて圧延する場合を例にする。まず分塊工場で作られた板用鋼片のきず取りを行ったのち加熱炉に入れ、1,100~1,200°C になるまで熱する。これを引き出してレシービングテーブルにのせ、圧延機に近づけさらにチルチングテーブルに移し、適度の開きに調整されている圧延機に送入する。素材は上・中のロールの間をゆき、ついで下・中のロールの間をもどる。これをくりかえしてそのつどチルチングテーブルは上下に運動して素材をロールにかみ込ます助けをする。1 通過ごとに上ロールを降下させる。その量は素材の大きさ、温度や鋼質などによって

違うが、ふつう厚さの 1/6~1/10 の範囲とし、はじめの間は大きく、仕上に近づき厚さが減少するにつれて小さくする。最後の通過の際は微量の圧下を與えるか、またはぜんぜん與えないで仕上の厚さのすきまを通過させるだけで、おもにひずみを正す程度とする。



第4-7図 ラウト式厚板圧延機の俯仰式テーブル

- ①ラウト式厚板ロール機
- ②材料をすべらすロール
- ③テーブル
- ④俯仰てと装置

第4-3表は頭部寸法 270×780(mm)、低部寸法 305×813(mm)、高さ約 1,400 mm の鋼塊を用いて厚さ 9 mm の鋼板を圧延するときの工程で、ロール寸法は、胴径上・下 864 mm, 中 508 mm, 胴長 2,794 mm である。

第4-3表

通過回数	1	2	3	4	5	6	7	8
圧下前の厚さ (mm)	305	292.5	266.5	249	227.5	207.5	188	169
圧下量 (mm)	12.5	26	17.5	21.5	20	19.5	19	23
9	10	11	12	13	14	15	16	17
146	126.5	112.5	97	87	84	84	71.5	61.5
19.5	14	15.5	10	3	0	12.5	10	9
19	20	21	22	23	24	25	26	27
41.5	34.5	28	20.5	16.5	15.5	13.5	11.5	10
7	6.5	7.5	4	1	2	2	1.5	1
								0

なおスケールを除くために、圧延中の鋼板の表面に食塩あるいはハギヤタケの小枝、またはシバなどをまいて小爆発を起させ、その振動でスケールの附着力を弱め、また吹き飛ばし、あるいはほうきでこれらをはき捨てる。圧延をおわった鋼板はロールテーブルできょう正機(矯正機)に運び、数回折りかえし通過させて平滑にする。

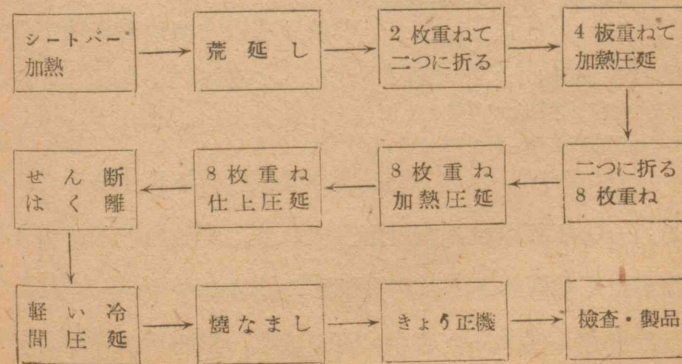
(2) 薄板の圧延 薄板はふつうシートバーを二重式圧延機で圧延してつくる。圧延機は荒ロール機と仕上ロール機とに分けている。

この圧延は厚板のときとはまったく違うもので、1枚ずつ圧延するものではなく、折り畳み重ね合わせて、その重なりはほとんど密着の状態で圧延する。これには全工程中に1回折疊みを行うものと、2回行うものがある。第4-8図はその薄板圧延の工程を示す。

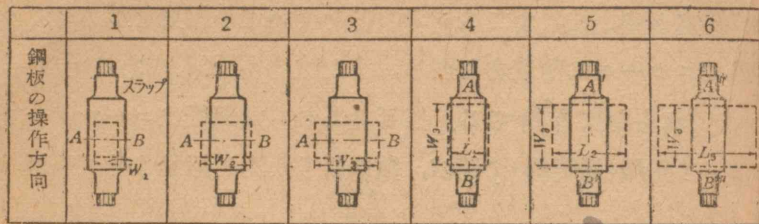
加熱は還元炎で行われ、荒加工では 800~900°C、仕上加工では 700~800°C ぐらいが適当とされている。

(3) 幅の出し方 ロールで素材を圧延するときの変形は、素材の進む方向への伸び(延伸)と同時に横方向へのひろがりも行われるが、後者は前者に比べて微量である。

第4-4表 薄板圧延工程

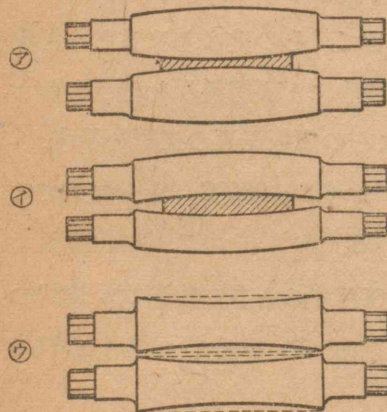


板を圧延するのに、鋼片またはシートバーははじめから所要の幅



第4-3図 鋼板圧延の経路

に相当する寸法にはなっていない。したがって望む幅を得るためには第4-8図のような操作を行う。望む幅が得られるまでは素材の軸



第4-9図 鉄板ロールの変形状態
 ㊶並行ロールが膨脹して中央部の直径が増加したもの
 ㊷ロールがわん曲するもの
 ㊸中くぼみに旋削したものが膨脹によって中央の直径を増加して直状となり、2個のロールが平行となったもの

がロール軸と直角になるようにロールにかみ込ませて圧延し、それからのは90°方向を変えて圧延し、長さの増加だけをはかるようにする。

(4) 平滑ロール (plain roll) の形状 圧延中ロールは素材の熱を受けて膨脹し、中太のビールだる状態になる。また比較的胴長の長いものは圧力のためにわん曲する。したがって直径のいちょうな正しい円柱状のロールでは、厚さのいちょうな板材を圧延することは不可

能である。一方圧延される素材からすれば、常温のときは中央部がのばされがたく熱間のときは中央部がのばされやすい。これからしてふつう冷間用平滑ロールは中央部を太く、熱間用のものは中央部

を細くする。この曲面のことをロールの当りという。当りは圧延される素材の種類、圧延機の構造、ロールの材質や用途、および作業温度などにより当然違う。当りの高さは 0.001~0.5 mm ぐらいにする。

4. 棒材・形状の圧延

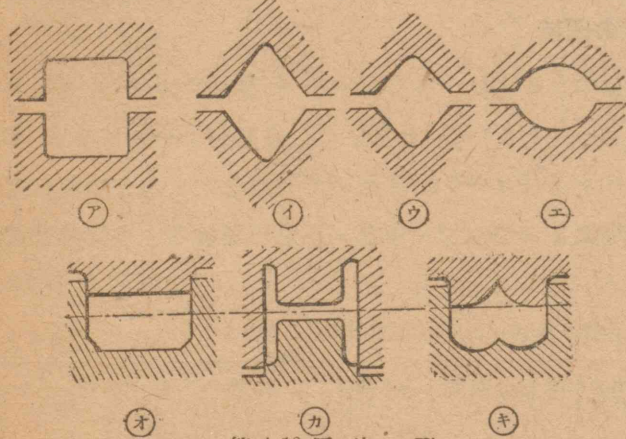
棒材や断面材をつくるには、みぞ付ロール (grooved roll) (型ロールまたは穴型ロールともいう)を用いる。みぞ付ロールは1783年にイギリス人のヘンリーコートがはじめて考案したものといわれている。製品の大小によって大形・中形・小形圧延機のように分けて

第4-5表 ロールの直径と製品の大きさ

種別	ロール直径 (mm)	丸または角材	山形材	みぞ形材	工形材	平形材	レール
		mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
大形	900~950	100~300	150~200	250~400	300~600		30~70
	800~850	90~220	120~200	180~300	250~400	230~400	25~50
	650~750	80~170	90~180	140~250	150~260	150~275	16~35
中形	600~650	60~120	80~130	90~160	110~180	120~200	12~22
	500~550	50~90	60~110	65~120	80~150	80~150	7~15
	400~450	30~70	40~70	40~80	80~110	50~130	3~7
小形	350	15~35	30~50	30~45		40~100	
	300	8~25	20~40	20~30		10~45	
	250	5~15	15				

(1) 穴型 ロールの穴型は旋削でつくり、開式穴型 (open pass) と閉式穴型 (closed pass) とに大別される。開式は穴型の半分ずつの

形が一对のロールのおのものに相似形にきざまれ、丸材・角材の圧延また各種断面の荒延し用に用いられる。第4-10図でアを箱形、イをひし形(菱形)、ウを千鳥形、エをだ円形(楕円形)という。閉式は穴型が一方のロールに深くきざまれ、他方のロールの一部がこれにはまり閉じた形になっているもので、形が複雑でしかも正確を要する断面材の圧延に用いられる。



第4-10図 穴型

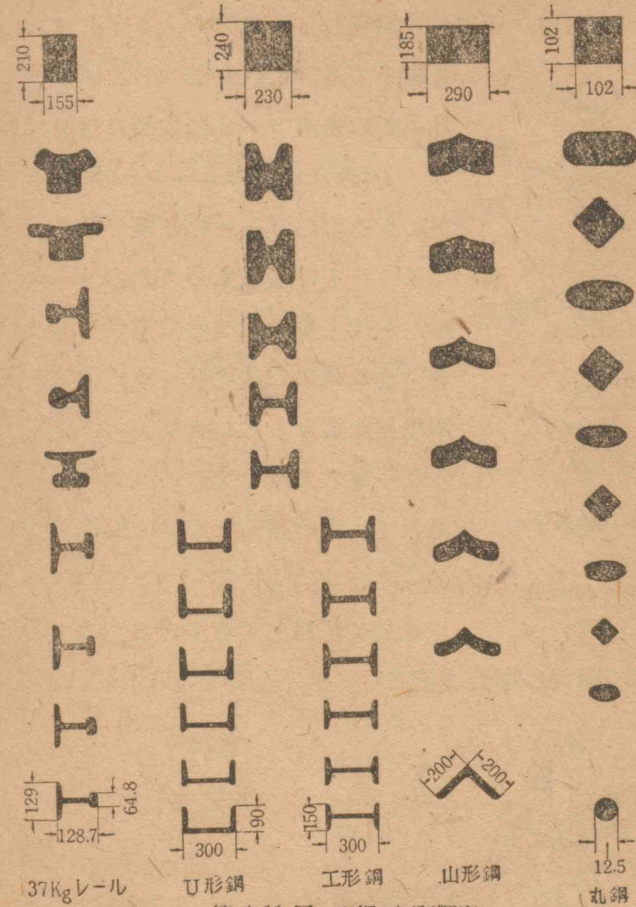
複雑でしかも正確を要する断面材の圧延に用いられる。

鋼片から断面材をつくるには、これらの穴型の面積を減らしてゆき各回とも形を変える。そしてどの穴型の各点もいのように圧力を受けるよう、また素材がすきまなく穴型にはまるように設計されなければならない。断面積の減少率は、鋼材ではふつう 20~22% ぐらいであるが、仕上に近づけば 15% 以下にする。最後の仕上の穴型は板材のときと同様減少率は微量か、またはぜんぜん與えないようにする。

第4-11図は代表的な断面材の圧延順序と穴型を示す。ふつう圧延ロールは荒延しと仕上用とに分かれ、仕上ロールには同形の仕上穴型を数個配置し、摩耗に対する予備穴型とする。

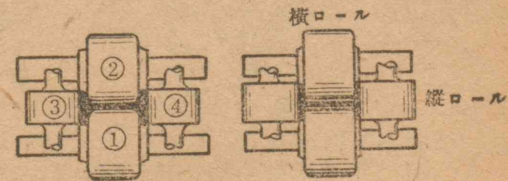
(2) ユニバーサル圧延機 この圧延機の水平ロールと垂直ロールとで穴型を形成して断面材を圧延することも多い。第4-12図は工

形鋼の圧延を示す。これによると水平ロールの穴型は簡単となり、



第4-11図 形鋼の圧延順序

圧延される素材は側方からも直圧力を受けるなどの利点がある。



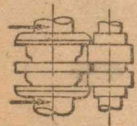
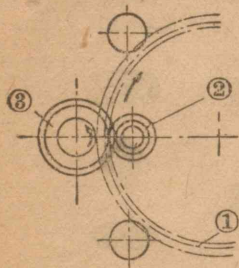
第4-12図 グレー式圧延機

5. 車輪の圧延

機関車や貨車の車輪

は鑄鋼製の輪心に鋼製の外輪を焼ばめたものであり、この外輪は特

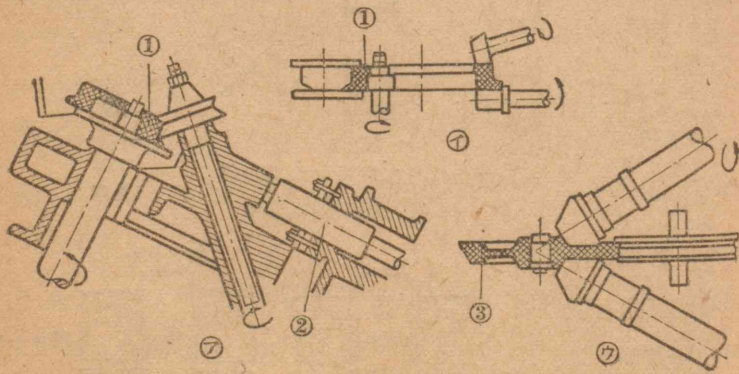
殊の圧延機でつくる。適当に加熱された円板状の鋼塊の中心部に水圧機で荒穴をあけ、外周から鍛錬してその穴を大きくして肉の断面



第4-13 図 車輪タイヤ製作用ロール
①材料(車輪タイヤ) ②内側ロール ③外側ロール

を縮小する。これを第4-13 図のような内外一對の垂直ロールの穴型にはめ、外側のロール(大きい方のロール)で回轉させるとともに両方のロールの距離を縮めて所定の寸法に仕上げる。ふつうこのロールには荒延しと仕上用の二つの穴型がきざまれている。また他の方法としては、荒穴をあけた鋼塊を火造りしないで第4-14 図 ⑦のような一定の角度で交わる2個のロールで圧延して、肉の断面を小さく輪径を大きくする。これをさらに第4-14 図 ④のような圧延機で圧延して仕上げる。なお輪心と外

輪の一体の鋼製の車輪は第4-14 図 ⑤のようにして圧延する。



第4-14 図 ④外輪圧延法 ⑤ディスク車輪圧延法
①外輪 ②すきま調節装置 ③ディスク車輪

6. ロールの材質

ロールを材質によって分ければ鑄鉄ロール・鑄鋼ロール・鍛鋼ロールの3種になり、鑄鉄ロールがもっとも多く用いられている。鑄鉄ロールには砂型ロール・セミチルドロール・チルドロールの3種がある。

(1) 砂型ロール (sand roll) 砂型を用い鑄造したもので、削りやすく大形・中形の穴型ロールとして用いられる。力が弱く摩耗しやすい欠点がある。

(2) セミチルドロール (semi-chilled roll) 金型の内面に粘土またはまねを薄く塗った鑄型で鑄造したもので、大形・厚板用ロールとして用いられる。

(3) チルドロール (chilled roll) 表面を硬化させるために鑄鉄製の鑄型で鑄造したもので、耐摩耗性に富み、圧延した鋼材の表面をち密にする。鋼板材・小形材や線材などの仕上用ロールとして用いられる。強さの点ではもっとも折れやすい。

(4) 鑄鋼性ロール (cast steel roll) 鑄鉄製のものより強さがあり、衝撃に強いから分塊や大形・小形の荒延しのロールとして用いられる。

(5) 鍛鋼製ロール (steel roll) 鑄鋼製のものとだいたい同じ用途で、両者とも熱のために表面にきずがはいりやすい。ニッケル・モリブデン・クロムなどをふくむ特殊鋼製ロールは大きい原板用の荒ロールに、また多数式圧延機の作動ロールに用いる。

7. 圧延機の構造と原動機

圧延機は、はじめ延ばしやすい非鉄金属の圧延に用いられていたもので、ロールの回轉はもちろん人力であった。しだいにロールの寸法を大きくし大きい製品をつくることができるようになり、動力

線材 圧延機	荒延し二重連続式	8	370	610	三相交流電動機	4,000	104		線材
	仕上げ二重式	17	254	508~830	〃	3,500	163	85	
厚板 圧延機	三重式	1	864~508	2,794	〃	3,300	87	500~4,000	厚板
中板 圧延機	三重式	1	750~520	2,000	〃	7,600	122	120~1,200	中板
薄板 圧延機	ポールオーバ式	8	760	1,170	〃	1,200	163	17.9~20.6	薄板
平板 圧延機	二重ユニバーサル式	7	635	1,800	〃	1,700	368	100~800	平板

工場の設備は製品に適應するようにならなければならない。また同一の製品でも、その生産能力の程度、地方の状況、その他により設備もいちようにならないことは当然である。各種圧延工場の設備を通じておもなものは加熱・運搬・圧延および精整の設備である。

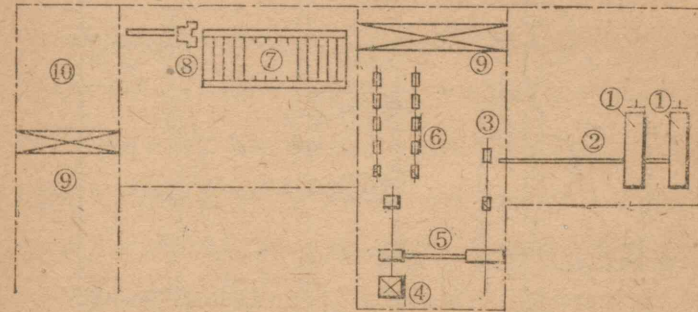
加熱設備には均熱炉 (soaking pit)・加熱炉があり、加熱炉には非連続式 (non-continuous furnace)・連続式 (continuous furnace) の 2 種がある。燃料には石炭・重油・ガスを用いる。これら設備は加熱作業が圧延作業の速さと同様に一致し得るよう十分注意しなければならない。

運搬設備としては起重機・ロールガングまたはロールテーブル (roll table) などである。起重機は素材や製品の運搬用だけでなく、圧延機その他の設備の組立て・修理に用いる。また鋼材を側方に移動するスキップ装置 (skip apparatus) がある。

精整設備には、せん断機 (bloom shear)・きょう正機 (straightening machine)・プレスなどがある。薄板工場ではさらに焼なまし炉や酸洗い・水洗いの装置や、めっき装置が加わる。

圧延設備はいうまでもなく圧延機およびその補助機で圧延工場の

主体をなすものである。補助機には鋼片を転倒させるマニピュレータ (manipulator) や昇降テーブル (lifting table) などがある。第 4-16 図は小型工場の諸設備の配置の一例である。



第 4-16 図 小型工場の配置例 ①加熱炉 ②ロールガング ③三重式圧延機(ロール鋼径 430 mm) ④1,200 HP 誘導電動機 ⑤動力傳達装置(索) ⑥複二重式圧延機(鋼径 310 mm) ⑦冷却場 ⑧せん断機 ⑨起重機 ⑩精整場

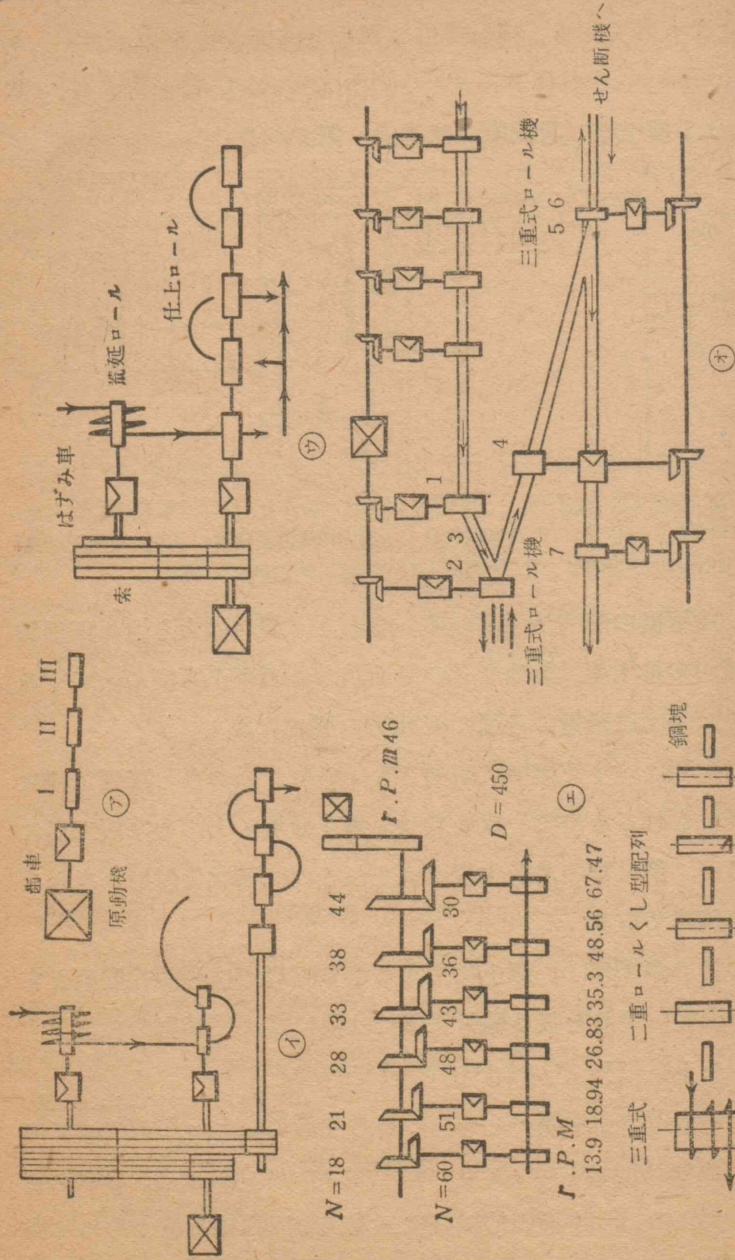
なお、圧延機の配列法にもいろいろあり、製品の大きさ、圧延機数の節減、多量生産、敷地などの見地からものずから変わってくる。

第 4-17 図は圧延機の各種の配列法の例である。

単列式配列は、また標準式配列ともいわれ、ふつうの圧延工場によく見受けられるもので、短い製品を扱う分塊・大形や厚板工場には適するが、長尺物の多量生産にはロールの回転数に融通がきかないので不適當である。

製品の長さが 100 m 以上にもなる小型工場では分離式配列とする。さらに長い製品を扱う線材工場では階段式に圧延機の位置をずらすガレット式配列 (Garret system) とする。

大形・中形の棒や形鋼・レールの多量生産をはかるためにはジクザク式配列 (staggered or cross counting system) にする。この配列は、ジクザクの Y 字形の結び目に三重式の圧延機を置くために機械の数を減らし得ることと、ジクザクに素材を進ませるために敷地

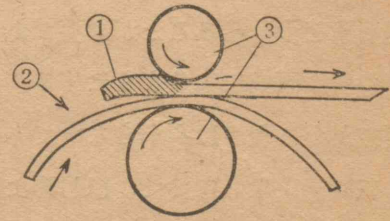


第 4-17 図 各種圧延機の配列 (1)ガレット式 (2)タンデム式 (3)ハゼレット式 (4)単列式 (5)ガレット式

がせまくてもよいことになる。連続式配列は線材や幅広帯鋼の多量生産を目的としたときにとられる。この配列法を荒延しの工程にだけとったものを半連続式配列といい、小型工場などでこの配列にすると大いに能率をあげ得る。これを串形配列（タンデム式配列 tandem system）というが、連続式のように同時に数台の圧延機で同一素材を圧延することはできない。それは分塊のときは穴型を1通過するごとに鋼塊を 90° ずつ横倒しにする必要があるからで、そのためにタンデム式には各圧延機の間には自動転倒装置を設けてある。そのために各圧延機の間が長くなるので工場敷地を長くとらなければならない欠点がある。

9. 溶鋼直接圧延法

われわれはいままで圧延のいろいろのことがらについてしらべてきたが、鋼材についていえば、それはみな溶鋼→鋼塊→鋼材の工程をたどる場合のことである。この工程を溶鋼→鋼材と短縮しようとするのが溶鋼直接圧延法のねらいである。この着想はふるくからあったもので、近年またさかんに研究されつつあるが、まだ工業化されるにいたっていない。もっとも可能性のある方法の一つは第 4-18 図のハゼレットの考案である。大きな銅輪帯（直径約 6m）を下部のロールで回転させ、その銅輪の上に溶鋼を注入し、凝結する瞬間に水冷された



第 4-18 図 ハゼレットの直接圧延法
①溶鋼 ②銅輪帯 ③ロール

ロール（径約 60 cm）の間にはいり圧延される仕組みである。しかし解決すべき点はまだ多くある。工業化されたときは現在の方法に比

べてどんな利益が生じてくるか、考えてみよう。

3. 引抜き・押出し

1. 棒材の引抜き・押出し

(1) 棒材の引抜き 一般に圧延によってつくられた棒状の形状や寸法を正確に仕上げるには、さらに常温で引き抜く。たとえば径 25 mm の鉄棒を得るためには、熱間で径約 26.5 mm に圧延されたものを常温で1回引き抜き、径を約 1.5 mm 落して径 25 mm とする。このときの引抜き速度は約 1 m/s である。

また銅合金の径 25.5 mm の棒を得るにはやはり熱間で径約 28.6 mm に圧延された棒を皮はぎ引板 (皮はぎダイス) で引き抜いて表面の酸化膜層と きず を削り取り、同時にその形をととのえ径 27 mm の棒とする。これを焼なまし・酸洗い後常温で1回引き抜いて径 25.5 mm の棒に仕上げる。銅合金の引抜き速度は 10~25 m/min で、径



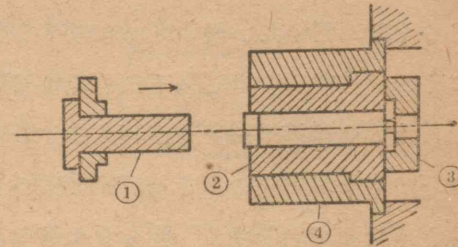
第4-19図 の小さいほどはよい。
皮はぎ引板

これらの場合、あらかじめ棒材の曲がりを正し、減摩用油脂を十分塗ることが必要である。引抜きにあたっては、引板を棒の軸に直角になるようにする。これらの処置が不十分なときは引張力がいちょうにかからないで丸材は断面が、だ円形になり、角材は正四角にならないで、ひし形になる。また引抜き速度がはやすぎるときは内部に、き裂がはいるか、あるいは はだ が荒れる。

(2) 棒材の押出し 熱間で比較的抗張力の弱い銅合金・軽合金および低融金属の棒材・管材は押出しでつくる。第4-20図のような円筒内に加熱した鑄塊を入れ、これに押出用ラムを進ませて圧力を

加え、鑄塊を円筒の他端の引板の穴から流出させて所要の棒材とする。改善された優良な性質を要求しない場合には、引板を離れた棒材はただちに水中に入れて冷却する。この方法によって径 5~45 mm の棒材をつくること

ができる。太い棒を押し出すときには、引板の穴は一つとするが、径 25 mm 以下には径に応じて適宜穴数を増し、数十本もの棒を一時に押し出すこともある。



第4-20図 押出機
①押出用ラム ②円筒 ③引板 ④鑄塊

鑄塊の形状は丸または角で、長さは直径の約 5 倍、直径 100~400 mm である。均一な材質を得ようとするとき、または押し出すのに困難な材質のときには適宜長さを短くする。また鑄塊をあらかじめ鍛えて用いると押し出しやすく材質が均一で優良である。押し出すのに要する圧力は温度・材質・形状や押出しの方式、その他により違う。第4-7表は各材質の押出温度と所要圧力とである。ただし径 165 mm、長さ 200~800 mm の鑄塊から径 25 mm の棒材をつくる時のものである。

第4-7表 押出温度と所要圧力

材 質	銅	七三黄銅	四六黄銅	洋 銀	アルミニウム	アルミニウム合金
押出温度 (°C)	890	800	760~780	770~790	450~500	380~480
所要圧力 (kg/mm ²)	30~40	40~75	20~30	25~45	30~40	85~110

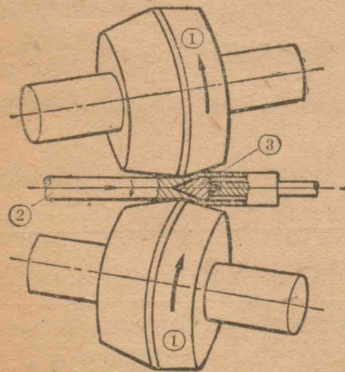
なお押出速度は銅合金では 25~37 cm/s、アルミニウム合金では 20~30 cm/s である。押出速度がはやすぎると表面に、あわ状その他の きず を生じ、また内部に、き裂がはいる。一方あまりおそいと

鑄塊の温度が下がりがえって動力を要する。

2. 管材の製造

鋼管材で大口徑のものはリベット接合^{びょう}(銲接合), または溶接してつくり, だいたい径 500 mm 以下のものは特殊圧延機で圧延してつくる。外径 50 mm 以下のものは圧延管をさらに高温で引き抜くか, または連続ロールで圧延する。外径 40 mm 以下, 肉厚 4 mm 以下の小径薄肉管になると圧延ではつくることができなく, 押しまたは常温で引き抜く。銅合金や軽合金の薄肉管は圧延または押し出したものを引き抜き, 鉄管は押し出しによりつくる。一般にこれらの方法でつくられた管を継目無管といい, 引抜きによるものをとくに引抜管という。引抜管は引抜棒材と同様の形状・寸法の正確な特長をもつから, それを要求する管は一般に最後に冷間引抜加工を施す。

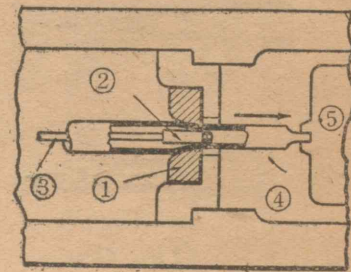
(1) マンネスマン法 (Mannesman method) 円柱上の鋼片の一端の中心部に荒穴をあけ約 1,200°C に加熱する。これを荒穴のあけられた方を先にして第 4-21 図の



第 4-21 図 穴あけ用のロールと心棒
①ロール ②材料 ③心棒

ような径 500-1,000 mm の鋼製の中太状のロール間に押し込む (このロールは中央に約 25 mm の中に平な部分があり, それより両端に向かって表面が 5-10° の傾斜になっている)。鋼片はロールに引き込まれ回轉しながら進む。同時にロールは鋼片の肉を中心から引き離すように作用し, 穴を開くようにする。一方水冷された先のとがった玉をこれに押し込め, 鋼といっしょに回轉するようにして

支持すれば, 鋼片はこの玉の上にひろがって進み, ついに管になる。ひととおり穴がうがてれば玉をとりかえてまた作業をくりかえし, 所要の径の荒管とする。この方法をマンネスマン法という。この方法でつくられる管はふつう内径 30-150 mm, 肉厚 15-30 mm, 長さ 2-3 m である。作業は 12-25 秒の間隔で行われ, 穴あけ速度は 0.3 m/s ぐらいである。



第 4-22 図 管を常温で引き抜いてさらに細くする ①引板 ②玉 ③バー ④仕上がった管 ⑤つかみ

(2) 管材の引抜き 圧延または押し出し, その他の方法でつくられた荒管の端をとがらせ, 引板に入れ引抜機につかみを継ぐ。一方第 4-22 図のような玉を荒管に押し込め, この玉の中心を管および引板の穴の中心と一致するように保ち, 荒管を引き抜く。これによって外径は引板の穴の寸法に内径の玉の径に等しくなり, 肉厚を減ずる。これをくりかえして所要の寸法に仕上げる。第 4-8 表は外径 93 mm, 内径 70 mm, 長さ 600 mm の鑄管から外径 47 mm, 内径 44.5 mm, 長さ 5,500 mm の銅管をつくるときの工程である。

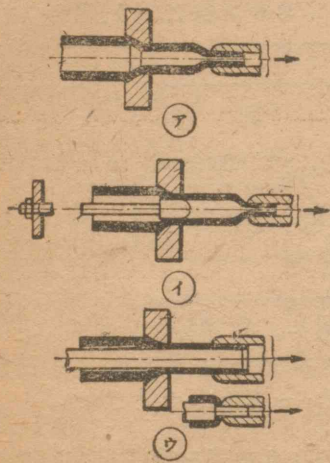
第 4-8 表 銅管引抜工程

引抜回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
引抜穴径 (mm)	90	87	84	81	78	75	72	69	65.5	62	58.5	55	52	49.5	47
玉の径 (mm)	69	63	67	66	65	64	63	61	59	56	53	50	48	46.25	44.5

銅管の場合, 厚さの遞減率はふつう 10% ぐらいとする。

加工まえの処置としては荒管を酸洗いでよくスケールを除いて水洗いし, 乾燥後, 麦粉と獸脂の混合液, その他適当な減摩剤を管の内外面に塗る。

また焼なましごとにこの処置をくりかえす。おもな管の引抜きにはつぎの様式のものがある。



第 4-23 図 管の引抜き

ウ 心金を用いない管引抜き
イ 玉を用いる管引抜き
ア 心金を用いる管引抜き

(ア)玉または心金を用いないで引き抜く。この場合は内外径が小さくなるだけで肉厚は減らない。

(イ)玉を用いて引き抜く。

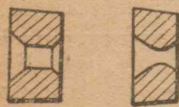
(ウ)心金を素材といっしょに引き抜く。心金には管とともに引板の穴を引き抜かれるので、あとで管から抜きやすくするために、こう配をつけてある。したがって引き抜かれた管は両端の肉厚がいちようにならない。

(エ)心金を素材といっしょに引板の穴に押し抜く。これは円板から一端

の閉じた管をつくる時などに用いる方法である。

管の引抜きに用いる引板の穴の形には、円すい形・ラッパ形の 2 種がある。

心金または玉および引板の材料には高炭素鋼・合金鋼や炭化タン



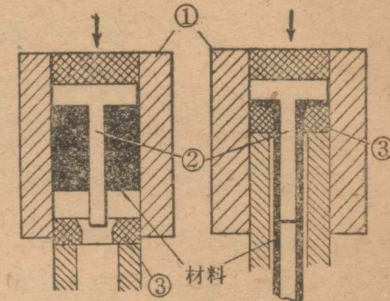
第 4-24 図 引板
ウ 円すい形引板
イ ラッパ形引板

グステンを焼結したものなどが用いられる。

(3) 管材の押出し 棒材のときとだいたい同じである。第 4-25 図のように加熱した鑄塊を円筒内に入れ、まず小型のラムで穴をあけ、ついで大径のラムで押し圧力を加えると、鑄塊は小径のラムの周囲に流れ出し管状になる。径 15~40 mm、肉厚 1~3 mm の管を直接に押し出すことができる。正確を要する

ものや押し出し困難な金属のときはあらかじめ鑄塊にプレスで穴をあけるか、または円筒形に鑄造し

た管を加熱してから円筒内に入れて押し出す。鉛管のときは第 4-26 図の引板を除き小径のラムの周囲に鉛を鑄込み、引板をもとの位置にもどし大径のラムで圧力を加えて押し出す。これで内径 6 mm、長さ 250 m の管をつくることもできる。押し出温度は 150~300°C である。

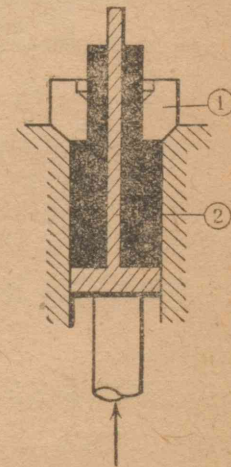


第 4-25 図 押出機
①円筒 ②ラム ③引板

3. 引抜き機 (draw bench)

棒材や管材を引き抜くには引抜き機を用いる。大きいものになると水圧機を使ってする。

第 4-27 図のように鎖を掛けた鎖車が台の両端にあり、歯車の端をつかむつかみにピン継ぎされたかぎをこの鎖の平な部分にひっかけ、引板から管または棒を引き抜く。96 頁の 25 mm の鉄棒は 150 HP の引抜き機を用いたものである。かぎは台の終端の鎖車によって自動的に鎖から突き出されてはずれる。したがって、両鎖車の間は引き抜かれるものより長くなければならない。

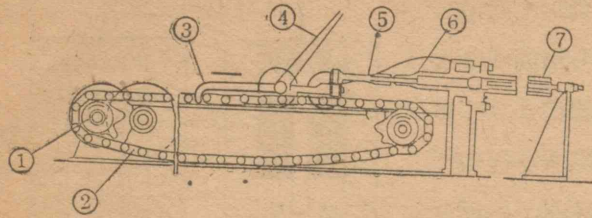


第 4-26 図 鉛管の引抜き
①引板 ②ラム

4. 押出機 (extruding machine)

押出機には円筒 (container) が縦に置かれるか、または横向に置かれるかによって、垂直型と水平型の 2 種がある。おもに水圧で運

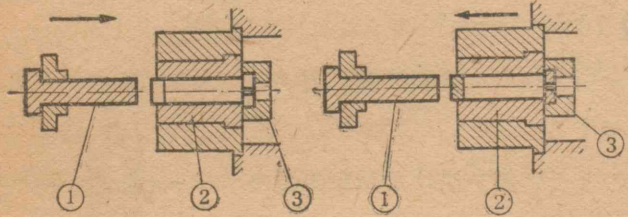
轉し 300t から 5,000t までいろいろのものがあ



第 4-27 図 引延機

- ① 鎖車 ② 鎖 ③ かぎ ④ ハンドル ⑤ つかみ
- ⑥ 引板 ⑦ 材料

ので圧縮空気式にしたものが多く用いられている。水平型押出機で押し出す方式に普通法 (direct process) と逆法 (indirect or inverted



第 4-28 図 押出方法

- ① 普通法 ② 逆法 ③ ラム ④ 円筒 ⑤ 引板

普通法は円筒と引板が固定され、これに向かってラムが進むもので、逆法は引板が固定され円筒と鑄塊とが引板に向かって進むものである。

普通法によるときは金属の流れ具合がよくなく、鑄塊の表皮が巻き込まれて棒の 1/3 は使えないことがある。また円筒の内面と鑄塊の表面との摩擦のために動力が大きくなる。これらの点では逆法がはるかによいが、ラムが中空状になっている関係で、円筒の断面積のわずかの部分だけしか引板の穴に利用できない。このようなわけで、普通法は荒線シートバーや管など、逆法はそれらのものより製

造困難な棒や断面材などの押出しに用いられる。また薄肉管、とくに正確を要する管材は垂直型押出機を用いて押し出す。そのわけは、温度がのぼるにつれて機械が膨脹した場合に、水平型では円筒の中心線とラムの中心線とが狂い、片肉管になりやすいからである。どの場合でも押出温度のわずかの变化はただちに金属の流れに影響する。鑄塊が円筒壁により冷却されると表面部の金属の流れは中央部よりわるくなる。したがって円筒を外周から電気・重油・ガスなどで加熱する。均一に加熱するには電気式が理想的である。一方製品は引板を出るとき円筒内の鑄塊の温度より 20~50°C 高くなっている。したがって作業中はこのことを考慮して加熱を加減しなければならない。円筒とラムにはふつうクロムニッケル鋼を、また引板にはクロムタンゲステン鋼を用いている。これらの材質の改善により鋼の押し出しも可能となり、鋼管の製法も試みられている。

造困難な棒や断面材などの押出しに用いられる。また薄肉管、とくに正確を要する管材は垂直型押出機を用いて押し出す。そのわけは、温度がのぼるにつれて機械が膨脹した場合に、水平型では円筒の中心線とラムの中心線とが狂い、片肉管になりやすいからである。

どの場合でも押出温度のわずかの变化はただちに金属の流れに影響する。鑄塊が円筒壁により冷却されると表面部の金属の流れは中央部よりわるくなる。したがって円筒を外周から電気・重油・ガスなどで加熱する。均一に加熱するには電気式が理想的である。一方製品は引板を出るとき円筒内の鑄塊の温度より 20~50°C 高くなっている。したがって作業中はこのことを考慮して加熱を加減しなければならない。円筒とラムにはふつうクロムニッケル鋼を、また引板にはクロムタンゲステン鋼を用いている。これらの材質の改善により鋼の押し出しも可能となり、鋼管の製法も試みられている。

5. 線の製造

線は棒の引抜きのとおりと同じ方法で、丸棒または素線を常温で引板から引き抜いて細線 (直径 5mm 以下) にする。これを線引きともいう。

鋼の荒線は小鋼片から、銅線あるいは軽合金線の荒線は鑄棒からみぞ付ロールで圧延して径 5~10mm の線材としてつくられる。この線材は最後のロールを出たとき巻取装置により線輪とする。また銅合金や軽合金の素線は押出法によってもつくる。ニクロム線のようにすぐに圧延しがたいものは鑄塊を一度約 1,200°C に加熱し、鍛えてから圧延する。タンゲステン・モリブデンなどの合金線は、その粉末を水素ガスをみたした電気炉中で 1,500~1,600°C に熱して焼結させ、これを高温でつち打ち(槌打)してのばし、素線とする。

これらの素線を酸洗い後先をとがらせて引板の穴に通し、その先端をはしでつかみ、線引機の巻取胴にとりつけ、適当な速さで巻取機を回轉させて引き抜きながら線輪にする。

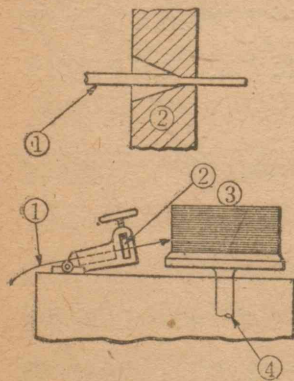
(1) 銅線の製造 軟銅線は炭素量 0.05~0.2%, 硬銅線は 0.4~0.8% のものを用いる。

まず素線の線輪を 50~70°C の硫酸液にひたして表面のスケールを除き水洗いする。ついでこれを石灰水につけ、取り出して石灰を乾燥させ、せっけん・グリースなどの減摩剤を使って引き抜く。

あるいは酸洗いしたものを硫酸銅液にひたして引き上げ、これにライムギと酵母とからなる発酵した液に入れて引き抜く。前者を乾式引抜き、後者を湿式引抜きという。

引き抜く回数が重なるときは途中で焼きなまして、酸洗いの処理を施して引き抜く。

硬銅線のときは、はじめに延性に富むソルバイト組織に変える熱処理 (バテンチング) を行う。



第 4-29 図 伸線機
①線 ②引板 ③かま ④駆動軸

6. 線引機

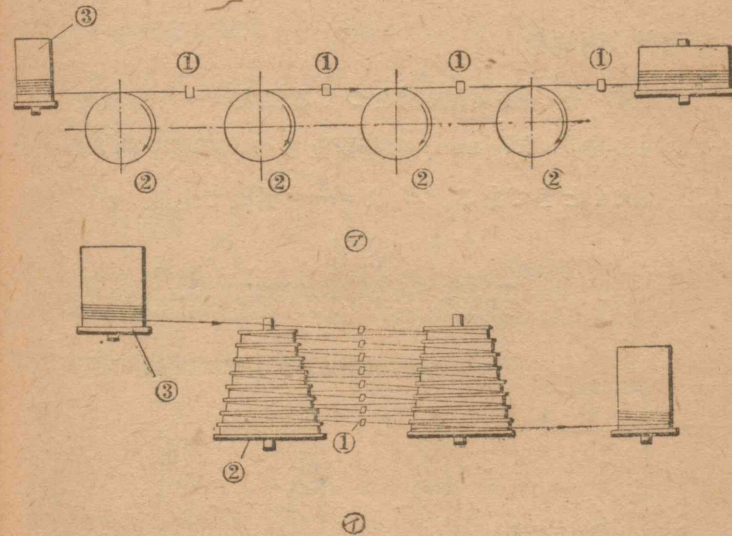
(2) 銅線 熱間で圧延された荒線はまっ黒く酸化しているので、これを約 6% の希硫酸液で 25~30°C の温度のもとに酸洗いし、ふつう湿式で引き抜く。

銅線のときは途中で焼きなまさない。アルミニウムおよびその合金線もだいたい銅線と同じ製法である。引き抜いたままの線を硬線といい、焼きなましたものを軟線という。

線引機には一段式と多段式とがある。

(1) 一段式線引機 (single drum bench) 引板 1 個に引上巻取胴が 1 個とりつけてあり、ふつう径 5~7 mm の荒線から径 1/2~1 mm の線を引き抜くのに用いられる。

(2) 多段式線引機 (continuous drum bench) 数個の引板と補助の巻取胴とがあり、最後に一つの引上巻取胴のある形式のもので、第 4-30 図 ⑦ のように引板を配列したものと、① 図のように配列するものがある。前者は太線用であり、後者は細線用である。どちら



第 4-30 図

⑦太線用 ①細線用多段式線引機 ①引板 ②補助巻取胴 ③引上巻取胴

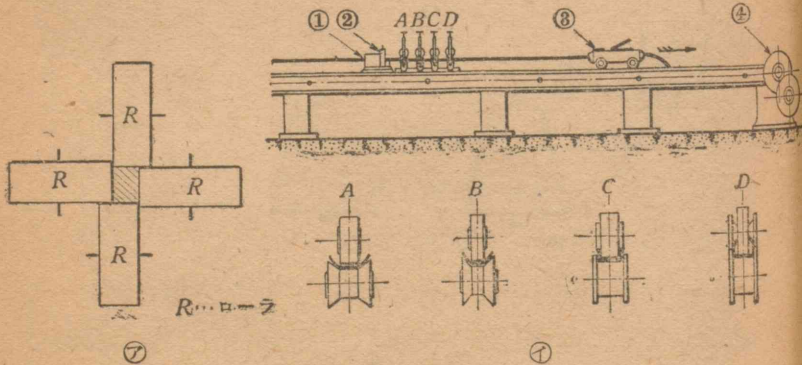
も補助の巻取胴に荒線を 2~3 回巻きつけてあり、線に必要な張力がかかるようにしてある。そして巻取胴の下半分は冷却された減摩液中にひたっている。またこの減摩液をポンプにより各引板に吹きつけるようにもしてある。この線引機では 2.5~4.0/s の速度で引き

抜かれ、各引板ごとに 20~25% 断面が縮小される。

(3) 引板 線引用としての引板には、太線用としてクロムをふくむ鋼製とチルド引板、細線用として焼結炭化タンゲステン、極細線用としてダイヤモンド引板がある。硬さの高いほど摩耗は少なく、また動力も少なくすむ。穴型の形状にはいろいろあるが、どの場合にもテーパをつけてある。摩耗により径が大きくなると、鋼製のものならば加熱し 打ち打ち によって穴を縮めるか、ダイヤモンド引板のときと同様に修理研磨してそのつぎの大きさの径にしてふたたび用いる。

7. 断面材の引抜き

小型の角材、その他の断面材をつくるにはロール引板で引き抜く。第 4-31 図は約 3×0.7 (mm) の断面をもつ平面線を約 38 m/mm の速度で引き抜くときである。R はロール引板である。

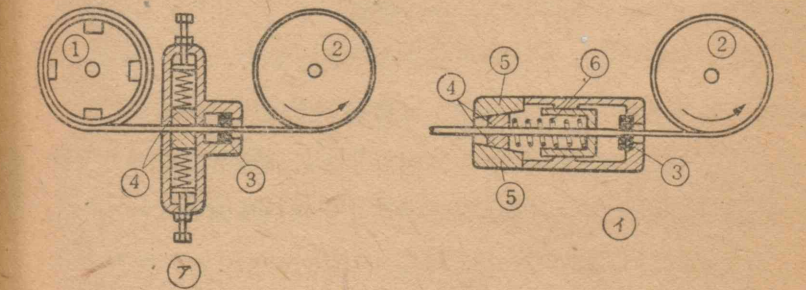


第 4-31 図 ロール引板 ①伸材 ②減摩油 ③つかみ ④鎖車 A,B,C,D, ロール ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

8. 逆張力引抜き法

いままでの引抜き法は、引板の背後にだけ引張をかけるのであったが、さらに引板前方にもいままでの引張力と反対方向の引張力を材料に與えて引き抜く方法である。これは最近になって重視されるようになり、アメリカではさかんに着手されつつある。

- これによると
 - ㉑引板の受ける圧力が小さく、したがって穴の拡大される量が少なく製品の外径がよく引板の穴型と一致する。
 - ㉒引板と材料面との摩擦による動力損失が減少する。
 - ㉓引板材料と引板の温度上昇が小さい。
 - ㉔引板の摩耗量が減少し、引抜きの寿命がながくなる。
- などの利点があるといわれている。第 4-32 図は逆張力を材料に與える装置の例である。



第 4-32 図 逆張力引抜き法 ①素材巻わく ②巻取胴 ③ダイス ④プレーヤ片 ⑤くさび型案内面 ⑥ばね ⑦

【問題】

- (1) 圧延・引抜き・押出しの各成形法についてつぎのことがらをしらべてみよう。
- ㉑製品はどんなことに用いられているか。
- ㉒素材の内部組織は加工まえのそれと比べてどのように変わっているか。
- ㉓製品の加工された方向と、その方向と垂直な方向との機械的性質はどのように違うか。

(c)製品は称呼寸法に対してどのくらいの精度で仕上がっているか。

(d)これらの成形法を利用して直接にどんな機械部品がつくられているだろうか。また、これらの成形法を應用していろいろの機械部品を直接に製作することをくふうしてみよう。

(2)第 4-3 表から圧下率を算出し、それをグラフにあらわしてみよう。14 回目から 15 回目の圧延にうつるときにはどんな操作をしたのだろうか。

(3)断面が小判形の管はどうしてつくったらよいか。

第 5. ダイカスト

1. あらまし

1. ダイカストの意義

ダイカスト (die-casting) とは、適当な鑄型の中にとけた金属を圧力を加えて注入して仕上がった鑄物を生産する方法であって、その鑄型は金属がかたまつたあとに、その鑄物を取り出すことのできるように開く構造に出来ている。ダイカスト製法は鑄物に確実な精度と形状の均一さをもたせることができるから、機械仕上費は不要になるか、またはひじょうに少なくなる。ダイカスト製法の大きな利益は、製作部品が鑄型から出されたときに正確に完全に仕上げられているということである。鑄型が正しく出来ているならば鑄物は $\pm 0.01 \sim 0.08 \text{ mm}$ の精度でつくることができる。

ダイカストは金銭出納器・計量器・建築金具・ラジオ部品・せんたく機、その他の機械部品など、いろいろの製品をつくるのにひろく使われている。歯車の歯やその他の突起部をもった部品も鑄造できる。穴は約 $\pm 0.05 \text{ mm}$ 以内の誤差で成形することができ、もっとも正確を要求する軸受だけはリーマ仕上を行う。数字や文字は計算器や印刷機などの文字輪の上に彫りさげたり浮彫にすることができる。ダイカストの進歩によって、以前にはこみいりすぎていると信じられていた多くの形のものが、現在ではこの方法で生産することに成功している。

ダイカスト製法の制限は、鑄型が高価なことと、それがために製品の数が多いときだけに利用されるということである。じょうぶなかたい金属はダイカストすることができない。というのはこの方法

は鑄型を鉄または銅でつくるからで、もし特殊鋼をダイカスト鑄型に利用できれば製品の引張りや圧縮強さがかなりよくなる。

2. ダイカスト発達の歴史

ダイカストの出発点とその最初の使用者は活字鑄造工場であった。その当時は鑄物工場ではどこでも必要がなかったのであるが、しかしダイカストがひじょうに正確に型に合致するばかりでなく、きちんとして清潔であり、しかも部分的に交換し得る鑄物を多くつくり得るので、まずこれに注目されるようになった。

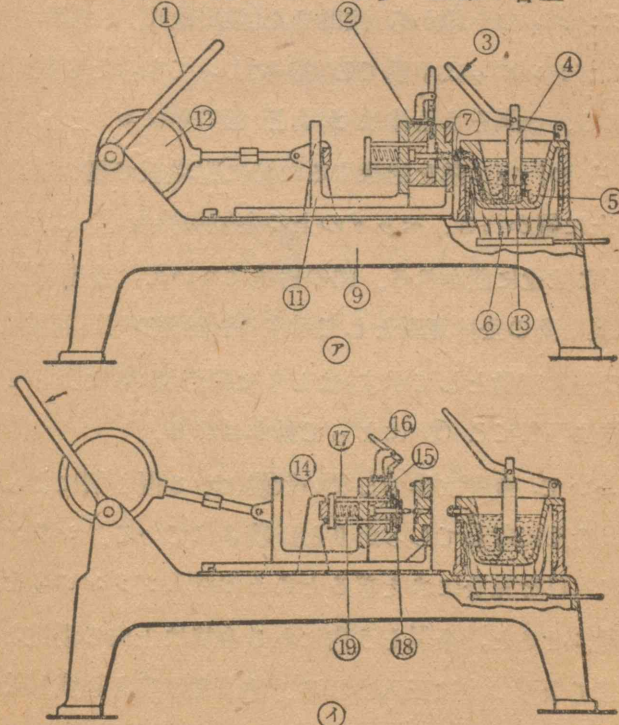
しかし当時用いられた鑄物設備は第5-1図⑦、①に示す手動式注入ポンプ機と本質的に原理において違っていなかった。この装置は現在使用されている装置のうちでもっとも原始的なものであるが、この装置の起原は西暦1856年にさかのぼり、はじめは活字の込め物をつくるために考案されたものであった。

鑄造物質としてよく知られている活字地金は鉛とすずとアンチモンの合金である。この製造法は活字製造工場から他の製造方面へ急速にのびた。その際軸受のホワイトメタルを構成するすずの合金が、同時に鑄造温度と本来の物理的・化学的性質のためにとくに注入がよいので、ひじょうに寸度に適合し、またわずかの公差をもつ精密な部分品の製造に適することがあきらかになった。

ここにおいてダイカストは精密器具の製作に急速に適用されるようになった。しかし鉛とすずの合金だけが注入でき得る間は機械的應力および高温のかからないような、あるかぎられた部分品の製造だけにとどまった。ところがこの製造上の長所と多量生産品の普及にともなうますます増大するその予備品の需要が不断の刺激となり、高い融点、大きい強さの合金もまたダイカスト作業に接近し

てきたが、これに対してまず第一に技術的の困難があった。しかしこれはだんだんダイカスト鑄造装置の改善や変更、ならびに鑄型製作や注入の技術的経験の増加によって解決し得たのである。すなわち鑄造合金の範囲が拡大するごとに、あたらしい問題と作業の充実にきたした。ダイカスト鑄造法発達の歴史は、同時に困難に一步一步打ち勝った歴史である。その困難とは、高融点と不利な流出の性質をもつ合金の膨脹に対抗することであった。

(7) 低い融点をもつ重合金 鉛・すず・亜鉛の合金



第5-1図 ピストンポンプ式手動鑄造機

⑦鑄込直前の状態 ①鑄込みをおわった状態 ①型開閉ハンドル ②鑄型
③鑄込ハンドル ④プランジャ ⑤溶融金属 ⑥火炎

(1) 高い融点をもつ軽合金 アルミニウムとマグネシウムの合金

(ウ) 銅合金とくに黄銅

この場合、各合金はその主成分によって命名されている。これらの合金のうちから各鑄造物に対して、その使用の目的や要求される物理的・化学的性質に適合する材料を選ぶのである。

第5-1図において⑤は外側からガス火で熱せられる金属そう(金属槽 melting pot)である。この中には加圧縮室(pressure chamber)があり、その取入口は注入ピストン④によって、それが上がった場合シリンダの内部と金属そうとが連結されるようになっている。湯道はプランジャの下端から注出せん(注出栓)⑦に導かれる。この場合注入プランジャは手動で①によってもっとも簡単な方法で動かされる。金属そう全体はかまど⑧の中におさめられてある。そのかまどの内側は熱を絶縁するために耐熱板で裏づけされ、ベッド⑨の上に置かれる。ベッドの上の金型保持台⑩は滑り運動によって適当な位置に置かれる。図の構造において、金型保持台の滑り運動(以後金型の全体運動として示す)や金型の開閉運動(以後たんに金型の全体運動として示す)はともに偏心機⑫によって操作する。偏心機は手動で①によって動かされる。

⑦図において、金型は作動しない状態にある偏心機によって密閉され、注出せんに対してしっかりと圧着されている。シリンダにつけてある取入口を完全にさえぎるところの注入プランジャを、いま下方に運動させると、金属そう内にある金属は上向の湯道と注出せんとを通じて金型の中に圧入される。注湯完了後も金属が鑄型の中で凝固するまで、なお相当ながく金属を加圧する。しかるに注入プランジャはふたたび①図の位置に上げられる。その際に金属そう⑤から取入口⑬を通過して、シリンダの中に流れ込む。金型保持

台全体は偏心機を反時計方向に回転することによってそれが滑り止⑭に衝突するまで注出せんの先端から隔離される。さらに偏心機を回転して、⑪上にある金型のあとの半分②を保持する可動台を後退させて金型を開く。

それから鑄物の小穴にはまっている心棒⑮を曲てこ⑯によって抜き取る。ここにおいて後部の金型半分は偏心機をなお回転することによりますます後退するから、突出器⑰は横材(機械台に固定してある)⑭に強く衝突し鑄物⑱は金型から飛び出す。ここで金型は清潔にされ、ふたたび閉じられて⑦図の位置に押しやられ、注出せんに圧着される。同時に心棒⑮もふたたび注入の場合の位置に置かれる。突出棒⑰はばね⑲によって自動的に後退される。こうして作動行程はあたらしく開始される。

2. ダイカスト機

ダイカスト鑄造装置は多種多様であるが、しかしどの装置もつぎの点だけは共通である。

(ア)二つ割りの中くぼみの金型を鑄型として用いること(とくに二つ割りといったのは、金型には数個に割ってつくられ、使用のときに組み立てるベークライト用金型のような寄せ型もあるからである)

(イ)金型を閉じ、またはこれを簡単に開く装置のあること

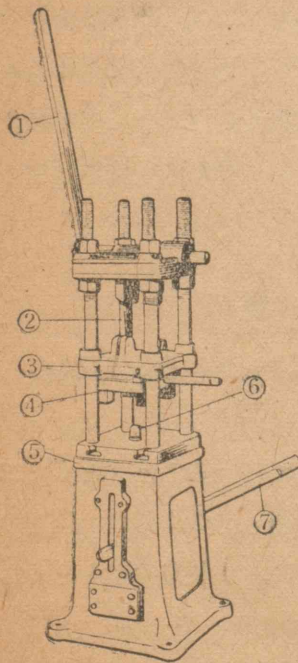
(ウ)金型に鑄込湯を供給すること

(エ)湯を何かの手段によって金型内に突き入れること。

このような作動装置がダイカスト鑄造装置の基本をなす装置であって、この四つの作動装置を学理と実際に合わせるためにさまざま

な考案が生れ、またその原始時代の装置がいろいろと学理と実際上の研究を重ねることによってだんだん発達し、ついに今日のような装置となったものである。

ダイカスト鑄造装置を分けるには、使用する合金の種類により、またその装置を運轉する動力の種類にしたがい、また鑄込みの手段にもとづき各國それぞれ違った装置を用いているが、溶融金属を圧力によって金型中に送り込む圧力室の形式によって、



第5-2 図 手動ダイカスト機
①上部ハンドル ②連接棒
③上台 ④ダイブロック ⑤鑄床
⑥湯口 ⑦鑄込レバー

第5-3 図において金型 ① ② を開閉するには、上部のハンドル ③ をまわすことによって ④ の動きが ⑤ ⑥ の上下運動となり、

(ア) プランジャ式 (鑄込圧力 4~10 kg/cm²)

(イ) 圧縮空気式 (15~35 kg/cm²)

(ウ) 水圧式 (50~100 kg/cm²)

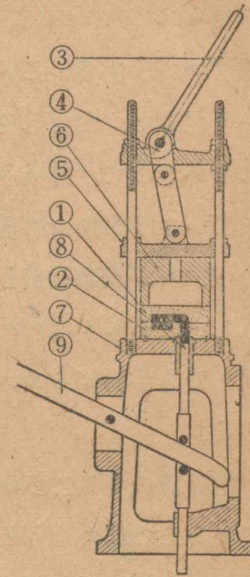
の3種に分けると、(ア)は低圧式、(イ)は中圧式、(ウ)は高圧式ということもできる。プランジャ式は鉛・すず・亜鉛などの低温溶融金属に用い、圧縮空気式・水圧式などはアルミニウム・銅などの高温溶融金属に適する。

1. プランジャ式ダイカスト機 (plunger type die-casting machine)

第5-2 図と第5-3 図は鑄込みにプランジャの圧力を利用し、運轉動力はもっぱら人力による手動ダイカスト機である。機械の高さは1.2m ぐらいである。

⑥ にとりつけられた上側の金型 ① の上下運動による。下側の金型 ② は機床 ⑦ に固定される。

鑄造を行うには、上部ハンドルによって上側の金型を上昇させておき、ダイカスト製品よりやや大きな容量の湯を入れることのできる石綿紙を ⑧ にさし入れ、つぎに別に設けられたるつぼ内できしめた鑄造用の溶融金属をしゃくしでくみ上げて、これを ⑧ 内の石綿紙の袋の中にくみ込んでから上部ハンドルを急速に操作して上側の金型を下降させて金型を閉じ、下側の長いレバー ⑨ を手で押し下げると溶液のつぼの下にあるプランジャ (plunger) ⑧ が上がって、先にくみ入れた溶液を押し上げてこれを圧迫して、溶液を穴から湯道を通して鑄型の中にあふれ出させ、型押の製品をつくる。



第5-3 図 手動ダイカスト機の断面

①上型 ②下型 ③上部ハンドル ④連接棒 ⑤上台 ⑥ダイブロック ⑦機床 ⑧湯口、プランジャ ⑨鑄込レバー

この種の手動機械は日本独特のもので、だれが考案したかあきらかでないが、その起源はおそらく水圧式のドイツ機械を模写し、これを手動式にしたものらしい。しかし、これは水圧または高圧空気を用いており、これは人力を用いており、これは機械的に精密につくられており、これはきわめて原始的でまた各部がひじょうに粗雑でどうにもなるよう出来ている。もちろん、かれとこれとの機械の価格は20対1ぐらいの差がある。その製品も両者の間には形こそ同一であるが、その内部の質に粗密の差

異のあるのはやむを得ないことである。しかし多くの製品の中には粗であっても(力を必要とせず形状を用いるもの)さしつかえないものもずいぶんある。これらは手動式で鑄込んでもべつだんさしつかえを生じない。ただしそれを鑄込む場合、水圧式は機械そのものをいうので、鑄込みのときにいわゆるこつとよぶ、いうにいわれないような術は必要としないが、日本のこの種の手動機では、そのこつが製品を殺したり生かしたりしている。ダイカストがむずかしいという人はこのこつを知らないためであり、そのこつを覚えたら手動ダイカスト鑄造機械もあんがい簡単に使い得るものである。

科学万能の今日こういうこつなどというようなものがなお存在していることはおもしろくないことではあるが、しかし日本在來の手動機械を用いてのダイカスト鑄造にはなんとしてもそのこつを無視してはものにならない。これは日本のこの種の手動機械が、機械とはいえまだ手工業の域を脱してない証拠である。

手動ダイカスト機械を運轉するためには最少3人の人員を要する。ひとは上部ハンドルにより金型①②の開閉をし、ひとは金属溶液をくみ入れ、他のひとはレバー④の作動手として鑄込みをする。

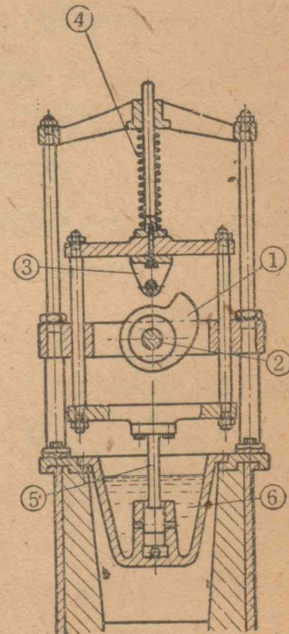
手動機械の一日8時間の製品高は、最大1,200個にもあがることもあるが、しかしまず600~700個を標準とすべきであろう。いくらたくさんつくっても不良品が多く出てはむしろ600~700個でも不良品のない方がはるかに有効である。

2. 圧縮空気ダイカスト機 (compressed air-operated type die-casting machine)

アメリカにおけるダイカスト製品はおもに亜鉛合金であるから、用いられる装置は亜鉛鑄造向のものが多い。亜鉛の溶融温度は420°Cぐらいのものであるから、溶融炉も簡単であるために、アメリカ式鑄造機には炉を附属させているものが多い。アメリカ式鑄造機は元來活字鑄造機を出発点として発達してきたものであるから、たいていの機械には加熱炉があり、また鉄製の合金溶融なべがあり、なべの中に金型へ湯を送る水鉄砲がある。まえにはこの水鉄砲を手で動かしたが、いまでは電動機または圧縮空気によって作動させるようになった。

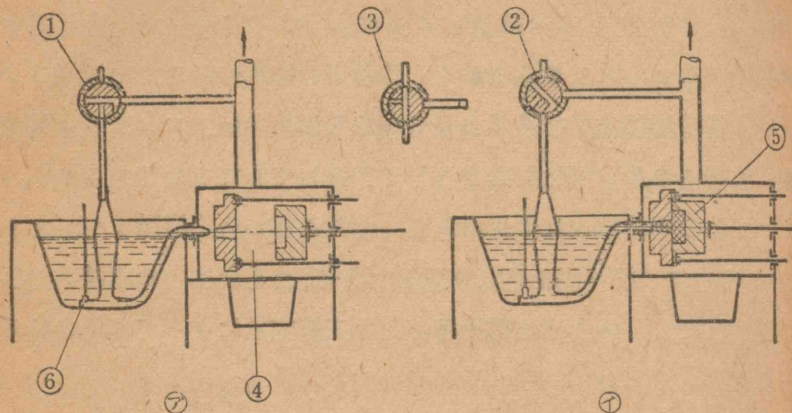
電動機の回轉は1回轉で停止しがたいためのもので、水鉄砲のピストンを1回かぎり急激に動かすようにするためには何か特別の装置を必要とする。これがために第5-4図のようにばねの助けをかりるようになった。

しかし最近になり合金なべの中に高压空気を吹き出させるものが出来てきたが、実際にこれを用いると空気の絶縁が困難であるばかりでなく、おいおいその空気圧を高める関係上合金なべの耐圧強さが困難となり、それとともにいろいろな故障がともなってきたので、空気を直接合金溶融なべに吹き込まず、ガンの首 (goose-neck) のようなしゃくしを用いて溶融金属をこれですくい、そのガンの首のく



第5-4図 電動機で作動する鑄込
プランジャ ①カム ②電動機軸
③カム従動節 ④圧縮ばね ⑤プ
ランジャ ⑥溶融金属

ちばしの所を金型に押しつけて圧縮空気をガンの首の胴中に吹き込

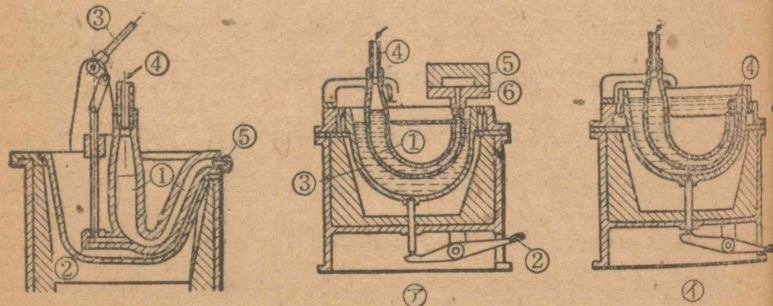


第5-5図 空気利用の鑄込み ⑦鑄込前 ④鑄込中

①②③空気開閉弁 ④鑄型の開いた状態 ⑤鑄型の閉じた状態 ⑥溶融金属取入口

んでくちばしから湯を吹き出させるようにした。

現在アメリカにある多数のダイカスト装置はほとんどこのようなものであり、ただこのガンの首を合金溶融なべの中に沈没させて合



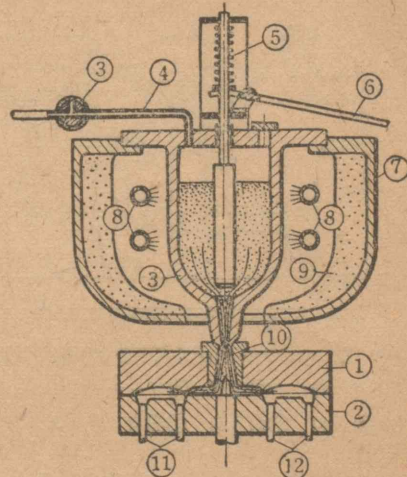
第5-6図 ガンの首後部^{くさい}液入式機械 ①ガンの首 ②湯取入口 ③湯取入口操作ハンドル ④圧縮空気のはいる管 ⑤鑄型へ接合する口

第5-7図 ガンの首潜水式機械 ⑦潜水中 ①ガンの首 ②溶融なべを上下させるレバー ③合金なべ ④くちばし ⑥鑄型 ⑦圧縮空気管

金をすくい上げ、それからくちばしを金型の鑄込口へ持ってゆく

ことについていろいろな機械装置が考案されており、あるものは第

5-6図のように合金を固定されたガンの首①の根元へ②から詰め、またあるものは第5-7図のように合金をガンの首に詰めるのに⑦図のようにガンの首を合金なべの中にくぐらせ、くちばし④から湯を詰め、それから①図のようにガンの首を脱水させて鑄型⑤⑥にくちばしを



第5-8図 下方吹込圧縮空気式鑄造装置

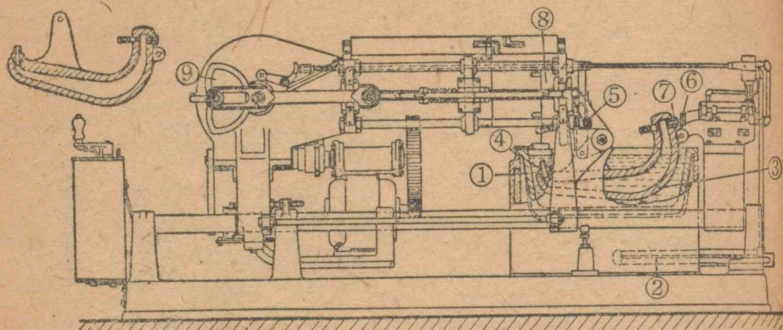
①②金型 ③溶融なべ ④圧縮空気管 ⑤圧縮ばね ⑥湯出口操作ハンドル ⑦カバー ⑧燃焼ガス噴出口 ⑨耐火材 ⑩湯口 ⑪⑫空出棒

つなぎ、圧縮空気を⑦から送り込んで鑄造する。鑄型とガンの首とを連結する方法は、ガンの首をまわしたり、または上を向

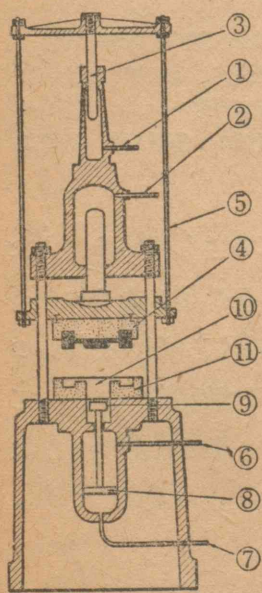
けたり、または金型を首の方へ向かって動かしたりしている。また金型へそのくちばしを押しつけるために第5-8図のように金型①②の上に溶融なべ③があって金型の上からくちばしを押しつけるものや、第5-7図のように金型⑤⑥の下に溶融なべがあって金型の下からくちばし④を押しつけるものや、第5-1図のように横からするものなど千差万別であるが、結局は装置の差だけであって、作用も効果も目的も少しも違ってはいない。

以上の原理を應用した装置で、アメリカで代表的なものは第5-9図のマジソンキップ (Madison-Kipp Co, Wisconsin) の機械である。マジソンキップ機は長さ 3.20 m, 幅 0.86 m, 高さ 1.37 m の自動供湯式亜鉛鑄造装置であって、合金はなべ①の中におさまられ

ーナ②によって溶融され、鑄込湯はガンの首③のくちばし部④



第5-9 図 マジソッキップ式圧縮空気鑄造装置の内部図(長さ 3.20 m, 幅 0.86 m, 高さ 1.37 m) ①なべ ②バーナ ③ガンの首 ④くちばし部 ⑤ささえ棒 ⑥圧縮空気送入口 ⑦取入口 ⑧湯口 ⑨カム



第5-10 図 水圧機ダイカスト機 ①②送水管 ③ラム ④上型 ⑤連結棒 ⑥⑦送水管 ⑧ピストン ⑨鑄込プランジャ ⑩湯口 ⑪下型

からはいり、鑄込みのときはガンの首は③のささえ棒によってつり上げられ、圧縮空気送入口⑥と取入口⑦と密着するとともに、金型湯口⑧とガンの首の湯の吹込口④とまた密着し、カム⑨の作用によって圧縮空気の送入口はしぜんに開き鑄込まれるものである。それよりさきに金型が同じくカムの作用でかたく鑄込みのために閉ざされ、また鑄込後しぜんに開かれることはもちろんである。

3. 水圧式ダイカスト機

第5-10 図は金型の締付けや、鑄込みをするために水圧力を用いた水圧式ダイカスト機の作動を示す。これを運轉するためには別に高水圧ポンプによって水力だめにた

くわえられた高水圧力を供給してする。日本製の機械で使用水圧 100~200 kg/cm², 金型閉鎖力 35~50 t, 鑄込圧力 130kg/cm² 氣圧を使用しているものがある。

第5-10 図において送水管①から圧力水がはいり、②から出るとラム③に圧力水が作用して上側の金型④をとりつけた機わく(機枠)が上昇して金型を開く。

送水管⑥から圧力水が出て⑦からはいと、ピストン⑧に圧力水が作用して鑄込みのプランジャ⑨が上昇してプランジャの上部⑩にある湯を高水圧で金型④⑪の中に鑄込む。

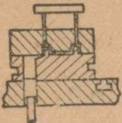
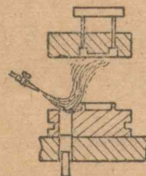
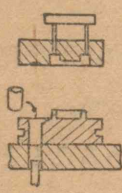
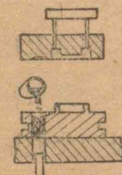
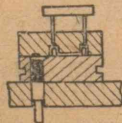
第5-1 表は固定金型に圧入プランジャを直接設け、下側から圧入するものの鑄造操作の例である。

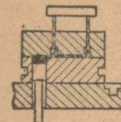
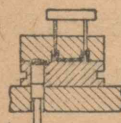
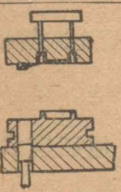
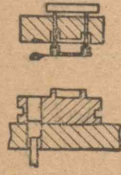

水圧式ダイカスト機の製品をつくり出す速さは、2 分間でおよそ 3 回ぐらいの作動が行い得られるようになっている。

金型内へ溶融金属を鑄込むために、水圧を用いることと空気圧を用いることの差異は、もちろんつくる製品によって採否をきめなければならないが、空気圧を用いたものは鑄圧の低いことと速さの高い点から、いきおい鑄造湯に流動性を増すために高温を用いなければならない結果、スの発生と鑄物の表面と内部との間に密度の差がでやすい。またダイカストでは第1 圧で湯を金型に充満させ、第2 圧でさらに金型に充満した湯に圧力を加えることが製品の密度を増すためにもっとも必要なのであるが、空気圧式機械では、鑄込みのときの空気膨脹の結果として、第2 圧が低下することになる。このような関係で、空気圧使用の装置では、密度の高い製品とか銅合金の火造りの鑄造は困難である。

使用上の便宜について比べれば、空気圧式は高水圧ポンプと圧縮

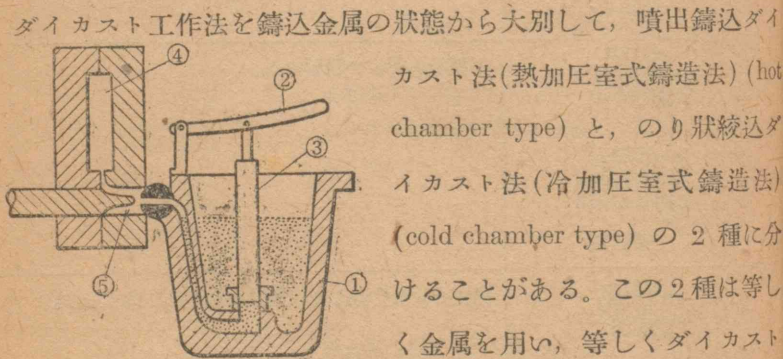
第5-1表

1	 金型の取付け	上下各金型閉鎖装置をおろして、しっかり押えたまま上下それぞれ取付ボルトで締めつけ、取付けをおわる。取付けにわりがないかをよく点検する。
2	 金型の加熱	準備としてまず鑄造合金に適する温度に金型・空気その他圧入プランジヤなどを加熱し、圧入プランジヤなどのしゅう動(摺動)状態をしらべる。
3	 石綿袋の装備	金型清掃を十分にし黒鉛ペーストを圧入プランジヤ・ノックピンおよび型面に塗布し、加圧室に石綿袋を装備する。
4	 溶融金属の装備	調整炉で準備された合金をひしゃくでくみ入れる。合金1回の量はひしゃくの大きさでたい見当をつける。
5	 金型の閉鎖	型面に異物がないことをふたたび検する、静かに上型をおろし、上下金型を閉じる。水圧計の指針が予定圧力に達したときをもって完全閉鎖とみとめて

6	 金属の圧入および固結	圧入プランジヤを上昇させ圧入する。一瞬時そのまま一合金の固結をまって
7	 固結完了	圧入プランジヤをおろし
8	 上型開放	上型を上昇させ開放する。
9	 鑄造品の突出	突出ピンを作動して、製品を金型から突き放す。
10	 出来上り	鑄ばりを除けば仕上り鑄物 1→2→3→4→5→6→7→8→9→10 鑄造作業はこの循環をくりかえす。

空気ポンプとを必要するので、使用法が複雑で保守に手数がかかる。また安全の点では、空気圧には爆発のおそれがあるが水圧にはその心配はない。また鑄込圧力は同一シリンダの大きさで水圧は空気圧の3倍以上も強くすることが可能であるので、大きいものの鑄込みができる。

つまり空気圧使用の鑄込装置は、形の小さい数の多いあまり製品の質に厳格さを要しない鑄造に用いる装置であって、使用上水漏れやスを絶対に許さない製品には、水圧鑄込装置を用いるのがよい。



第5-11 図 噴出鑄込方式
①なべ ②加圧ハンドル ③ピストン
④鑄型 ⑤湯口

ダイカスト工作法を鑄込金属の状態から大別して、噴出鑄込ダイカスト法(熱加圧室式鑄造法) (hot chamber type) と、のり状鑄込ダイカスト法(冷加圧室式鑄造法) (cold chamber type) の2種に分けることがある。この2種は等しく金属を用い、等しくダイカスト鑄込法には違いないが、その作業上において要求される金型の設計法、鑄圧、および製品の成績は両者間にひじょうに相違がある。

噴出鑄込ダイカスト法は第5-11 図のとおり1個のなべとそれに附属するプランジャとからなり、溶融金属はつねになべ内に液状においてたたえられ、加圧のときにはハンドルを動かしピストンで加圧するものである(ばね式というのは、このピストンを動かすのに手動を用いずばねによるものである)。この式のうちには第5-3 図のような突上式もある。これは日本の手動式注入機のようにピス

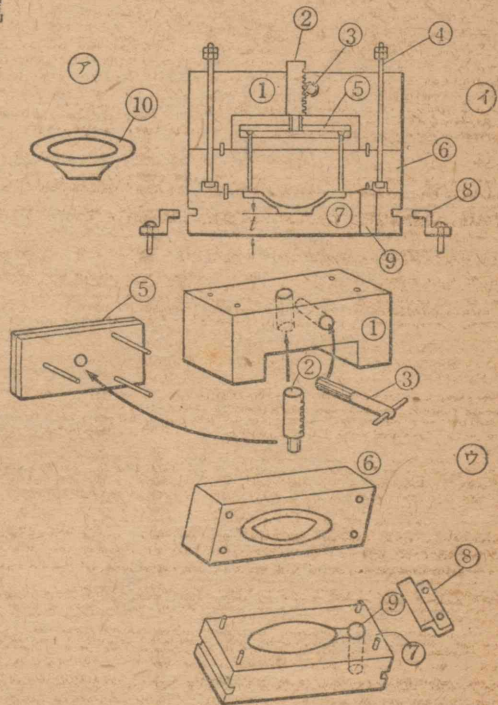
トンの穴に流動性の湯をくみ入れ、下から突き上げる式である。また他に横から突き込むものもあるが、どちらの方式でもこれに用いる金属は流動性の多い水状溶融物である。

のり状鑄込ダイカスト法は、加圧に水圧を用いる鑄造機がこの種類に属し、これは溶融金属をピストンの穴へ金しゃくして注ぎ込むのであるが、その金属はのり状で流動性はあまりない。

3. ダイカスト用鑄型

1. 鑄型の構成

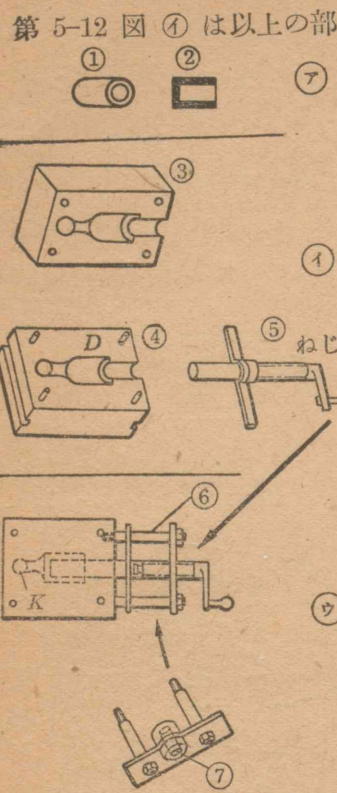
(1) 鑄型の構成 ダイカスト鑄造に用いる鑄型は5個の部分品からなりたっている。すなわち、上型・下型・中子片および上型をつりつける型台(ダイブロック)と突出棒である。第5-12 図において⑥は上型、⑦は下型、①は型台⑤は突出、第5-13 図⑤は中子である。中子とは、同図



第5-12 図 ダイカスト鑄型の組立図

①型台 ②突出用ラック歯 ③ラック回転用軸歯車 ④上型取付ボルト ⑤突出棒取付板 ⑥上型 ⑦下型 ⑧下型取付アングル ⑨湯口 ⑩出来上り製品

⑦に示すコップ形の製品をつくるようなときに、中空部分を成形する鑄型の部分をとくに中子とよぶ。

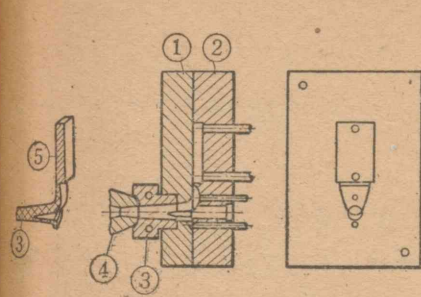


第5-13図 ダイカスト鑄型中子組立
 図 ①製品 ②製品断面 ③上型 ④
 下型 ⑤中子と中子移動装置 ⑥移動
 用支持器 ⑦移動用ねじ穴

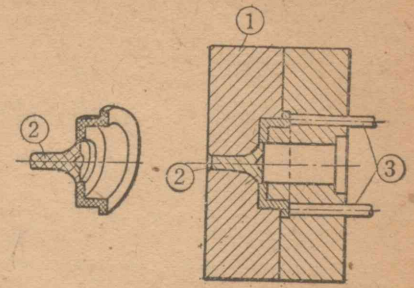
第5-13図は ⑦ 図のようなコップ形のものをつくる鑄型の構成
 ⑤ は中子である。

第5-12図のような中子のない鑄型では型を開いてただちに製品
 を突き出せるが、第5-13図のような製品では ① 図の中子 ⑤ を
 用いてコップのへこんだ所をつくり、その中子の出し入れは ⑦ 図
 のような鳥居形の中子移動装置 ⑤⑥⑦ を下型にとりつけ、ハンド
 ルをまわすことによって中子を出し入れさせる。

第5-12図 ① は以上の部分品を組み立てたところを示す。①図
 において ② は突出棒を上下させる
 ラック(歯棒), ③ はラックを動かす
 小歯車(ピニオン)である。その形態
 および使用場所は ⑦ 図に実体図と
 矢印とで示してある。⑧ は下型を機
 械にとりつけるときに用いる取付用
 金具で、使用場所は ① 図に示して
 ある。⑦ 図は出来た製品である。
 ⑨ 図 ⑥ ⑦ はその製品をつくる鑄
 型であるが、その ⑨ は湯口で、こ
 の穴に鑄込用金属を流し込み、下の
 突出棒で鑄型内に湯を押し込む。突出
 ⑤ の役目は、鑄込みがおわって上
 型を上昇させると製品は下型から離
 れて上型についてくるから、③ を反
 時計方向にまわして ②⑤ を下降さ
 せ、製品を上型から突き出す。



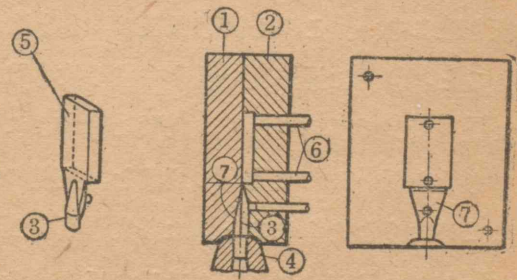
第5-14図 固定間接湯口鑄型 ①②金
 型 ③湯口 ④湯注入口 ⑤製品本体



第5-15図 固定直接湯口鑄型
 ①金型 ②湯口 ③突出棒

(2) 鑄型の形状 鑄型の形状はダイカスト機の構造から差異が生
 じてくる。第5-14図は ①② と二つ割りになった型で、湯口 ③ は
 型 ① についている。④ から湯が注入される。⑤ は製品の本体で、
 湯口もまだ製品についたままの状態である。第5-15図は湯口が直
 接型 ① にあるやり方で、② が湯口、③ は突出棒である。第5-16
 図は ①② の型の割れ目(parting line)に湯口 ③ があって、④ か
 ら湯が注入される。

湯を鑄込んだとき、
 製品はかならず型台の
 附着している方の鑄型
 に残るように型はつく
 られている。もし型の
 関係で残らないときに
 は、型にピン、その他
 を植えて製品がくわえ



第5-16図 型の割れ目に湯口のある鑄型
 ①②金型 ③湯口 ④湯注入口 ⑤製品本体
 ⑥突出棒 ⑦湯道

られて残るようにしなければならない。鑄型の素材の厚みについて

は、手動機用型では中ぐりの底からの寸法 t (第 5-12 図) が最小 30 mm は必要である。また水圧機用型では 45 mm 以上は必要である。この部分が薄いと加熱と鑄圧とによって型が開いたり、またはねじれたりするおそれがある。

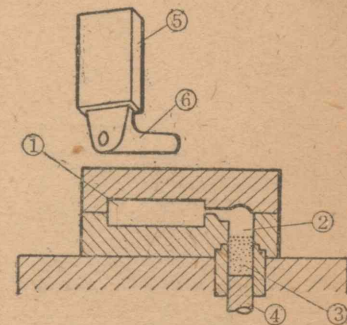
また角度のするどい製品を鑄込む水圧機鑄型はその角を直角に仕上げないで、多少とも丸みをもたせておく必要がある。そうでないと、高圧の加わる結果、角部から鑄型にき裂を生じやすい。たとえば六角ナットのようなものを鑄込む鑄型では、六角の角をすどくしておく、その部分において鑄型に割れがはいりやすい。

鑄型からたやすく製品が取り出せるように、鑄型の内に深く埋まる製品をつくる鑄型にはかならず多少とも抜きこう配をつくっておくべきで、もし壁が垂直であれば、それを押し出すために数トンの力を必要とすることもある。抜きこう配さえあれば軽い一撃によっても製品は鑄型を離れ得るものである。中子も同じである。つぎに抜き取る道中にへこんだ所や、または突き出た所があつてはもちろん抜き取れない。これと同じ道理で、抜き取りの道中に型材に継目があると、継目に湯が食い込みやすく抜き取り得ないことになる。また金型材が外部からあまり急激に冷却されて、通風その他室内温度のあまり低いために内部の製品を、金型の急冷却にともなう急縮のためにくわえられるときにも抜き出すのに困難である。

二つ割りの鑄型はこれを合致した場合、食違いのないようにしなければならない。これがためには型をきざむまえに、まず3箇所以上ノックピンを型に打ち込み(第 5-12 図, 第 5-13 図), また上下型の四方外側を平滑に仕上げ、外側面を基準としてものさしで正しくはかれるよう型を整備しておかなければならない。

第 5-17 図において鑄型中空部と鑄型湯口との間には、適當の間隔をおかなければならない。この距離は鑄込用合金に対して一種のスクリンのような役目をつとめるものである。

鑄込まえに溶融金属を絶熱筒内(石棉袋)にもる方式の鑄型では、第 5-17 図のように湯を突き上げるときの湯の上部表面が上型の湯口にはいつて固着し、その固着した部分より下の部分にある溶融金属が型内に流れ込むように湯口を設計すべきである。



第 5-17 図

①鑄型中空部 ②鑄型湯口 ③溶融金属 ④プランジャ ⑤出来上り製品本体 ⑥湯口片

これは溶融金属の酸化表面を型の中に入れていたためである。

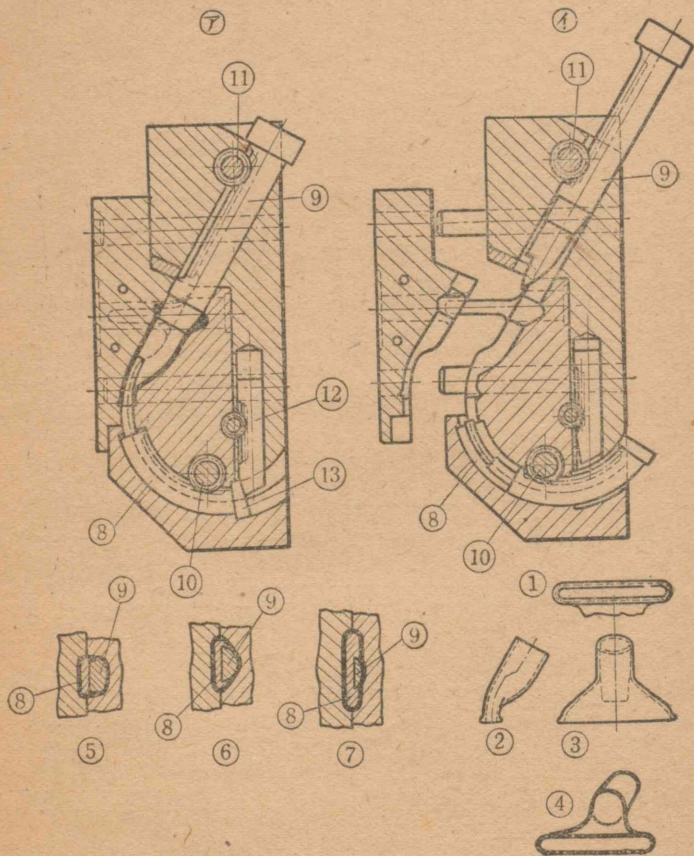
湯口の大きさは金属の流動性(湯の温度)によってきめるべきであるが、溶融金属の温度が下がれば下がるほど湯口は大きく、また太くすべきである。

黄銅を低温で鑄込む鑄型の湯口は短く、かなり鑄型中空部の主要厚肉部へ溶融金属が直接まわるようにつくらなければならない。

(3) 中子の形状とその抜取り方 中子の形状はもちろん製品ごとによって異なるから、これをまえもってきめるわけにはゆかないが、直線的に抜き取り得ない中子の種類はさほどたくさんあるものではない。つぎにその代表的なものをあげてみよう。

(ア) わん曲中子の抜取り 水道のじゃ口または鉄管のわん曲継手のようなわん曲したものをつくる中子の差込みと抜取り方は、第 5-18 図, 第 5-19 図の例によって推定することができる。第 5-19 図は室内真空掃除器の吸込口を鑄造する鑄型であるが、①②③④は

その実体図を、⑤⑥⑦は切断面を示す。⑦図は中子を型内におさめて鑄込みをおわったところ、①図は中子を抜き出し型を開いたと



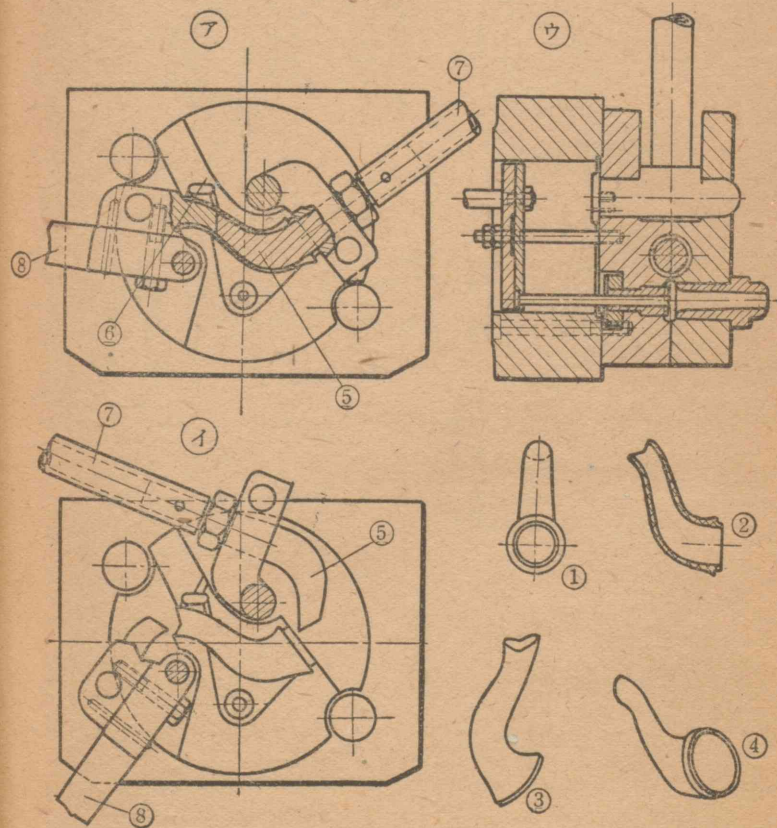
第5-18図 わん曲中子の抜取り (製品は室内真空掃除器の吸込口)

⑦中子を型内におさめ鑄込みのおわったところ ①中子を抜き出し型を開いたところ
①②③④製品図面 ⑤⑥⑦製品の断面形状 ⑧⑨わん曲中子 ⑩⑪中子移動小歯車
⑫⑬中子⑧の停止かぎ

ころである。⑧⑨がわん曲中子で、⑩⑪は中子を移動する小歯車、⑫⑬は中子⑧の停止かぎである。

第5-19図は水注の曲り口鑄型である。①②③④は製品、⑦図

は鑄型を閉じ中子を入れたところ、①図は中子を抜き出したところ、⑦図は⑦図、①図型の切断面である。⑦図のように中子、



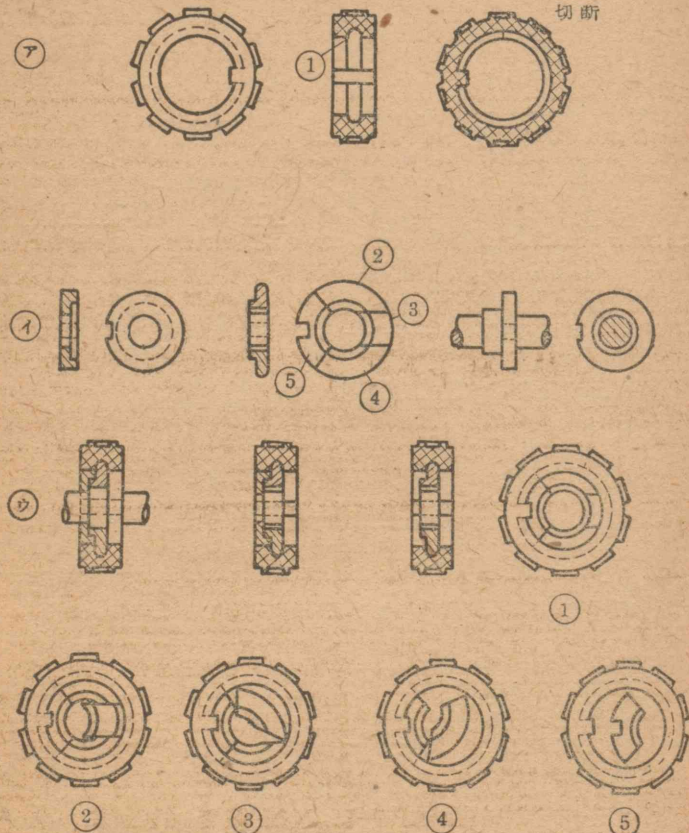
第5-19図 水注曲り口中子の抜取り

⑦鑄型を閉じ中子を入れたところ ①中子を抜き出したところ ⑦①型の切断面図
①②③④製品図面 ⑤⑥中子 ⑦⑧ハンドル

⑤は、ハンドル ⑦⑧によってわん曲形に抜き出されるようになっている。

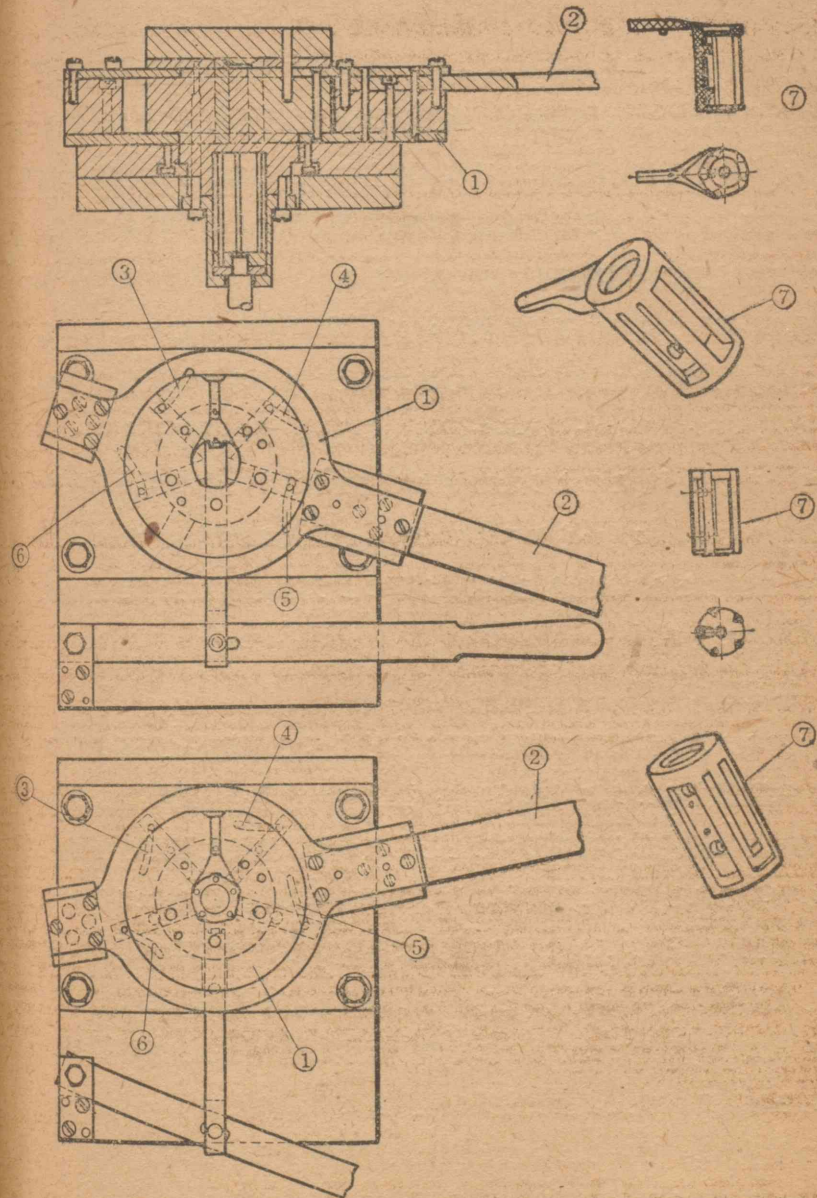
第5-18図、第5-19図を應用すれば、ジャロなどの鑄型の中子もたやすくできるわけである。

(イ) 中太中子の抜取り 口元がせまく中の容積の大きい きんちゃく状の製品 (茶差し・水こぼしのような) の中子を抜き取るには、



第5-20 図 中太中子の抜取り ア中太穴をもつ製品の図面 ①中太部 ②分割中子 中子は ②③④⑤ に分割している ⑥中子の抜取順序 ①②③④⑤

第5-20 図の文字車の中子抜取法を應用すればできる。すなわち同図の中子は⑦のとおり ①において突き出ているために抜き出し得ないが、その中子を④のように②③④⑤に4分して⑥を②③④⑤のような順に抜き取るよう中子を設計すれば、これを抜き取ることは困難でない。この原理を應用すれば、すべて中太中子の抜取り



第5-21 図 四方外部入込中子の抜取り ①回轉板式中子移動装置 ②回轉ハンドル ③④⑤⑥斜め穴 ⑦出来上り製品

は可能である。

(ウ) 四方外部入込中子の抜取り 文字車の外側文字や金銭登録器の金輪のように外部四方から内部にはいり込む中子を抜き取るには、四方へ中子が抜き出されなければならない。このような移動の作用は第5-21図のような回轉板式移動装置を用いるのが便利である。第5-21図は金銭登録器の部分品であるが、同図①②においての四周の穴をつくる中子の回轉ハンドル②を動かすことによって、その板に存在する③④⑤⑥の斜め穴により、その穴に位置をとっている軸を移動させ、中子を内部から外へ、また外部から内へ移動させる。ただしこのような方法は比較的小さく、または出入中子が多数ある製品に用いられるものであって、大きな製品または中子が2, 3個のときにはむしろ第5-13図のような簡単な方法を用いる方が便利である。

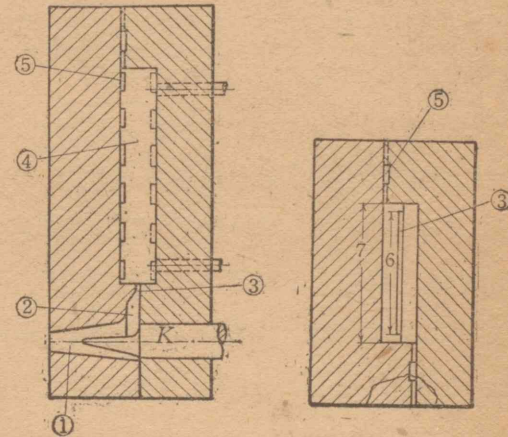
2. 鑄型の設計

ダイカスト鑄造用の装置はほとんどすべてが鑄型を上下または左右に開閉するように出来てあり、型はベークライト用型のように1回ごとに機械から取り出すことをしないで、機械に固定させてあるので、これを数個に分割するわけにはゆかない。ゆえにダイカストの鑄型ではどんなむずかしい製品でもかならず型は二つ割りに設計しなくてはならない。ただし中子は抜き取る必要上、二つ割りの型とは別な部分品につくりこれを型内に差し込む。この場合注意することは、2個の上下型と中子の型材料とはかならず同一の材料からつくり出し、けっしていろいろな鉄材を集めてきてはならない。そのわけは、上型も下型も中子も同質の材料でなければ加熱および冷却にあたってその膨脹率がまちまちになり、製品に精度が得られな

いばかりでなく、仕上りにむりが生じ、割れが出るからである。

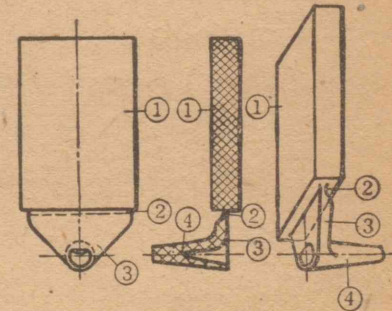
流動状金属をダイカスト鑄型へ注入するダイカストの鑄造工程は第5-11図で、金属は加圧室から注出せんの先端、および鑄型の通路(第5-22図)の鑄型

湯口①、および舌状湯だめ②と湯道③を通して鑄物を形づくる金型中空部に達するが、その注入通路(①②③)の形は噴出鑄込ダイカスト法と、のり状絞込ダイカスト法との差異によってぜんぜん変わってくる。



第5-22図 湯口の形状の詳細 ①鑄型湯口 ②舌状湯だめ ③湯道 ④金型中空部 ⑤空気逃道(誇張した図) ⑥湯道の幅 ⑦金型中空部の幅

噴出鑄込ダイカスト法でひろく用いられてる帯状または舌状湯道のときの例として、簡単な形の鑄物を第5-23図に示し、その側面図・断面図・実体図をあげる。そして第5-22図は、



それをつくる鑄型の垂直および水平断面図である。第5-23図①は出来上り後の鑄物本体、②は湯道、③は舌状湯だめ片、④は鑄型湯口を示す。湯道②は第5-22図には⑤で示すように、ひじょうにせまい平な通路であ

る。その厚さは10分の数ミリで、幅⑥は中空金型の幅⑦とほとんど同じくらいである。ゆえに第5-23図製品の湯道②の形は幅廣で、ひじょうに肉薄の帯のようである。

のり状絞込ダイカスト法^{のり}のときは、湯口は舌状も帯状もなく、ただ押湯片状のものばかりである。

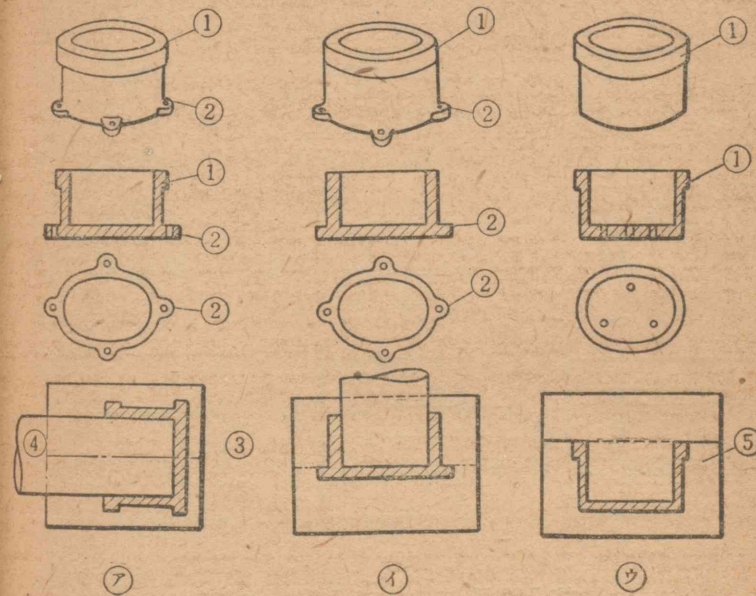
湯道の形や大きさはダイカストの方法によって違うが、ただ鑄型を仕上げた場合、湯道ははじめは小さくつくり、たびたびの試験鑄込によって徐々にその道をくりひろげるがよい。なぜならば、はじめに大きく湯道をとれば、これをあとから小さくすることは不可能であるからである。高温の溶融金属による鑄込みのときの湯道の大きさや形は、扁平でせまく、低温の溶融金属による鑄込みのときは円形でひろいが、もちろんその大きさと廣さの程度は鑄込むべき製品の大きさと形状とによって違うわけである。

(1) ダイカストに向く製品の形 いままで砂型鑄物または機械仕上などによってつくっていた製品を、ただちにダイカスト製品に変えるときにおいておちいるあやまちは、砂型または仕上製品を金型製作者にわたし、そのままの製品が出来るような金型をつくらせることである。その結果は金型がひじょうに複雑になり、金型の製作費が高くなるばかりでなく、ダイカストするときも手数と困難がともない、その結果製品の製作原價が高くなることになる。

このようなとき少し製品の設計をダイカストに向くようにすればそれがみな救われる。しかもその設計の変更のために、ていさいも使用目的も大して変化をきたさない。つぎにこの実例をあげてみよう。

第1例 第5-24図⑦のような製品をそのままダイカストでつく

らうとするには、①および②の凸部^{とつ}があるために型は⑧のように横にし、④のような中子を用いなければならない。もしこれ



第5-24図 ダイカスト金型の單純化

⑦: ①②の凸部のため金型が③のように中子④を要する

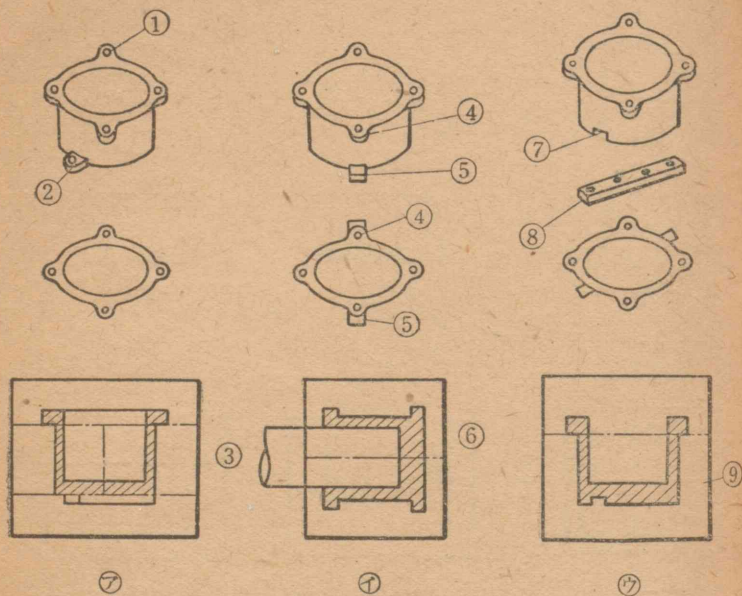
⑧: ②の凸部①を除いたために金型が簡単になった

⑨: ⑦の②の凸部を設計変更し、型は⑤のようにさらに單純化された

を同図⑧のようにあらためて上の凸部①をはぶけば⑧のように金型をつくれればよい。金型を製作するときは、⑦は中ぐりを行わなければでき得ない。これに反し⑧のときは金型は旋盤で簡単につくられる。そしてその製作手数と時間とは1/2以下に減る。

さらにいま一度設計を変更して上部の凸部①を残し、下部突出②をやめ、それにかわるねじ穴を内部につくったならば、型は⑤のようになり、型はひじょうに簡單化し、製作費は⑦に比べひじょうに減る。下の凸部を2個にして第5-25図⑨のようにあらた

め足 ⑧ をとりつけても同じである。



第5-25 図 ダイカスト金型の単純化

- ⑦ 上下凸部 ①② の位置の角度が違うため ③ のように4個に区分された金型
- ④ 上下凸部 ④⑤ の位置を同一にすると ⑥ のように単純化される
- ⑦ 下の凸部出足 ⑦⑧ をあとからとりつけるようにすると ⑨ のようにさらに単純化される

第2例 第5-25 図もよく似た例である。同図⑦をそのままつくとすれば、上下凸部の位置の角度が違っているために金型を③のように4個に区分しなければならない。もしこれを4分するとなれば、型を上下左右は左右に開くように型の操縦をする装置をつくらなければならない。しかしもしこの製品の下の方の足の角度と上部の突出部と同一にすると金型は⑥のように単純化される。さらに⑦のように下の突出足をあとからとりつけるようにあらためると型は⑨のようにさらに簡単になる。そこでこの三つの場合、ダ

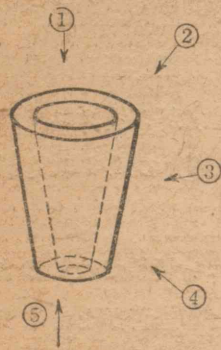
イカスト製品としては①がもっとも適当であるが、しかしなにかのわけで足が⑦のような角度にならなければならないものとするれば、⑦のようにすべきである。この3者を比べたとき、製品におそらく差異をみとめる人は少ないであろう。しかも製作者の側からいえば、①は⑦の1/2、⑦は足の取付けは増すがダイカストの部では手数と労力と金型製作および鑄込費用は⑦の1/3にも減る。

これらの実例でわかるように、すべてダイカスト製品ではこのような注意を型の設計にはらわなければひじょうに不経済がともなう。このように金型はなるべく単純化するとともに、ダイカスト製品では砂型または仕上加工によって得られない特長を製品にもたせて製品価値をあげるべきである。その特長とは、美しい角度・模様、その他文字の彫刻や複雑な表面の凹凸による便宜などである。ねじ穴の位置準備もダイカスト製品のひとつの特長であろう。

(2) 単型と複数型の差異 1個の金型に1個の製品の型を切り込むときと、1個の金型に数個の製品を切り込むときにおいて注意することは、湯まわりのことである。1個製品でもその製品のうちに厚薄があれば、よほどその湯まわりのことを考えて湯道をつくらなければ製品の完全は期しがたいのに、ましてやこれが数個同時に鑄込むとなれば、1個1個の湯まわりと同時に各個間の湯まわりのことを考えなければならない。この場合に覚えておくべきことはつぎのとおりである。

① 1個の金型に数個の製品の型をおさめるとき、甲と乙との製品間にその容積に差異のあるものであってはならない(この点では複数型の製品はみな同じ型のものであるべきである)。金型

製作費を節約する考えから身とふたと同じ型に彫り込むようなことをしてはならない。

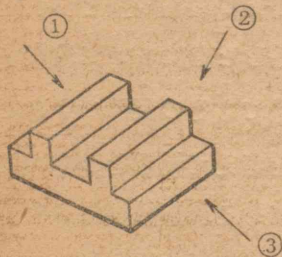


第5-26 図 湯の流れと抵抗の大小 ⑤の方向から湯が流れるように湯口を彫ると抵抗が少ない、①②この方向に流れるともっとも抵抗が多い

(イ) 各個の型にいたるまでの湯口からの距離と湯口の形状・大きさはみな同一でなければならない。もしその間に差異があれば製品の間には差異ができる。

(ロ) 製品を湯口に対して並列(バラレル)に配置するときと単列に配置するときのことは、製品によってきめるべきで、これに対して一定の法則はない。この問題は法則というよりむしろ鑄込技術の好みであり、また鑄込機械の性能および圧力、湯の温度などに深い関係をもつものである。

(3) 金型内の流動抵抗の減殺 金型を設計するとき、湯口からながめ、その湯の流れに向かって抵抗の多いように中空部をつくってはならない。



第5-27 図 湯の流れと抵抗の大小 ①③抵抗が多い ②抵抗が少ない

第5-26 図に示す矢の方向指示のうちで、⑤の方向から湯が流れるのが、もっとも抵抗少なく、①②はもっとも抵抗が多い。ゆえに第5-26 図のような製品の金型を彫るときはなるべく⑤の側を湯口の方に向けて彫るべきである。

第5-27 図のような形のものでは湯口の方角は②であるべきで① また ③ であってはならない。

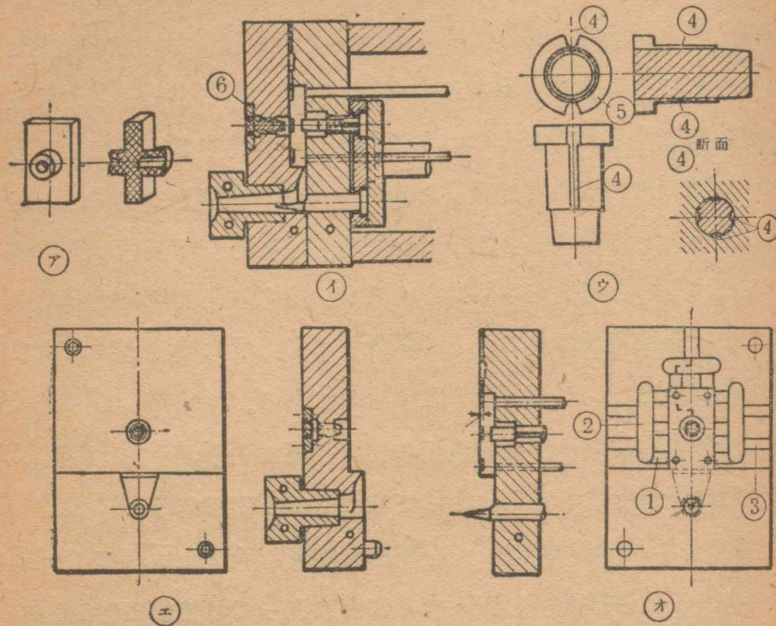
すべて製品においてもっとも確実に堅ろうでなければならない箇

所は湯口より直接にもっとも近くみだされる位置にこれを置かなければならない。鑄込方法が温度の高い噴出式鑄込(手動または空気圧式)であるか、または冷加圧室式(水圧式)であるかによって以上の位置の選定もまた違うものである。これを判定するものになるものは、充満に対する時間的差異と充満に対する容積上の差異とであって、たとえその差異が1/100の差であってもそれは製品の上に差異をきたすものと考えてさしつかえない。もちろんこれには金型上の温度の部分的差異のあることも関係するし、また中空部における空気の残留量によって影響をきたすものである。

つぎに抵抗の減殺は、金型表面のよい研磨により、または表面へ滑石または黒鉛を塗ることによってもできるものである。

(4) 金型からの空気排出法 金型から空気を除くには、ダイカスト法ではたんに熔融金属を圧入することによってしぜんに行われることが多いが、まれにはダイカスト法でも空気吸出を必要とすることがある。吸出方法にはいろいろあるが、要するに中空金型を閉鎖し、真空用管(第5-29 図、第5-30 図)における⑤、③の口金をとりつけて空気を部分的にまたは完全に真空とするか、あるいは金型を操作時間中つねに真空中に保たれるように密閉室内に置くかのどちらかになる。

(ア) 誘導による空気排出法 鑄込まれた熔融金属の圧力によって金型中から全空気を排除するためには、外部に向かって空気を誘導する空気の逃道を型の中空部から出発させなければならない。しかし、この空気の逃道から高い圧力で鑄込まれた熔融金属が噴出しはならないし、また空気の逃道は、空気は流出できるが、熔融金属はまったく流出しないようにするか、あるいは、たとえ金属が逃



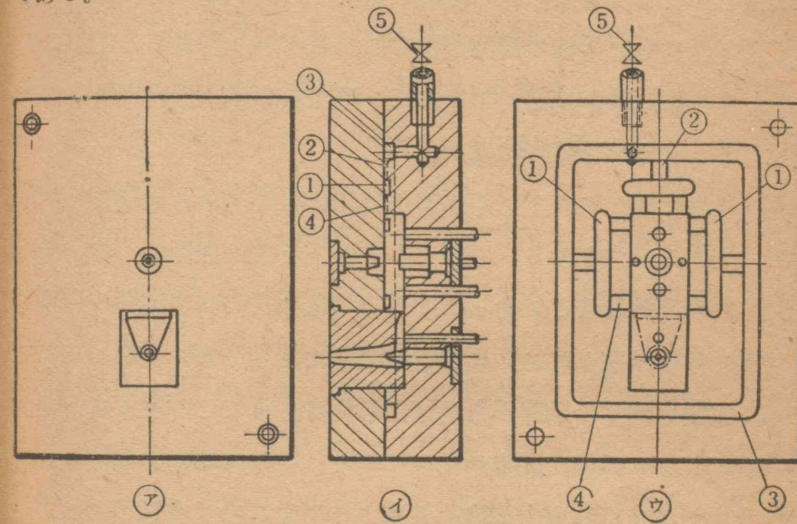
第5-28図 金型からの空気排出法

- ⑦ダイカスト鑄物の平面図と断面図
- ①閉鎖したときの型の断面図
- ②上型の平面図
- ③下型の断面図
- ④上型の断面図と平面図
- ①金型分離面に設けられた空気逃道
- ②空気だめ
- ③小みぞ
- ④型の可動部分と固定部分との間に設けられた空気逃道
- ⑤中子
- ⑥型の固着部分間に設けられた空気逃道

道にはいったとしても、それを通過しおわらないうちに空気逃道内で硬化するようにしなければならない。

この目的のためには、空気の逃道はきわめてわずかの厚みの平なみぞで、そのみぞは完全な通路としてではなく、ただ各接近した型部間の小みぞとして配置される。第5-28図の空気逃道①の深さはおよそ1/10mmから100分の数ミリの間である。もちろんその最大にゆるされる寸法は鑄造用金属、鑄込圧の程度、金

型における各種通路やその位置によってひじょうに差異のあるものである。



第5-29図 第5-23図⑦に示す鑄物に使用する空気の部分的吸込みと部分的排除法による真空ダイカスト鑄型

- ⑦下型の平面図
- ①閉鎖された金型の断面図
- ②上型の平面図
- ③空気だめ
- ④誘導みぞ
- ⑤真空みぞ
- ⑥空気逃道
- ⑦コック

空気逃道の配置は、さらにつぎの点で制限を受ける。すなわち、空気逃道で凝結した金属のために、鑄物を金型から取り出すことがさまたげられてはならない。また、その金属自体が鑄込後、鑄物製品そのものから離れていなければならない。そうでないと空気逃道は数回の鑄込みのうちに閉じられてしまうおそれがある。

空気逃道は、金型内における位置によってつぎの3種に区分される。

a. 型分離面に設けられた空気逃道 (第5-28図④) 型の分離面からするもっとも簡単な空気逃道は、上下の金型間に3/100~4/100mmほどのものをはさみ、型の密閉するのを防ぐ方法である。こう

すればこの すきま から空気に十分な排出の機会を與えることができる。しかしこの方法では、鑄物は金型を閉鎖する方向へ向かって厚くなり、さらに鑄物の周囲が不整になるばかりでなく、中間にかませたものの厚さが適当でなければ、湯はあらゆる方向へ向かって噴散するからよい方法ではない。

空気排出に関して、正しく作業上に用いられている方法はつぎのとおりである。すなわち、平な小みぞを上と下の金型の一方、または双方に切り込むことであって、この平な小みぞは中空部の内壁から型盤の外側へ導かれる。金型盤は閉鎖によって密に押しつけられても、空気は前述の通路から逃げ出し得る。またこの空気逃道は金型の中空部より外部に直線的に導かずに、むしろ熔融金属が外に吹き出すまでに多くの方向轉換をなすようにするのが有効であって、その際熔融金属はふつう硬化するものである。

第5-28図の空気逃道はその一例である。すなわち、ひじょうに平な小みぞ①は型の中空部より、まずより深い空気だめ②に導かれ、このために(逃道①に直角に置かれている)さらに小みぞ③を通じて外氣と連絡する。この装置は、空気を十分に排出させるとともに、鑄込金属の外部への噴出防止に対し、もっとも安全なものである。

金型の合せ面に設けられた空気逃道は、鑄込後型を開くとき完全に障害なく、空気逃道内に出來た鑄ばりは、鑄物を型から取り出す際けっして妨害しない。この鑄ばりは鑄込後それ自体完全に離されるから、この空気逃道は閉ざされない。また、空気逃道は型の他の位置に設けるよりも十分な大きさにすることができる。これらの理由により、この種空気逃道はすぐれた意義をもつものである。

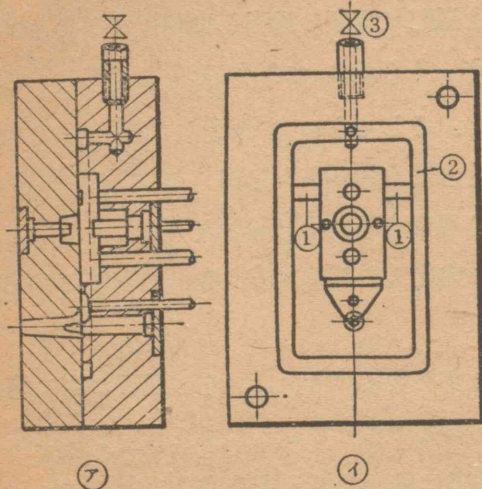
b. 型の可動部分と固定部分との間に設けられた空気の逃道(第5-28図④) 型の可動部、すなわち中子・滑り子およびプランジャなどは、それらの小みぞを通じて空気の逃出しに利用することができる。可動部分はかならずいくらかの すきま をもって案内みぞに適合させなければならない。そしてその すきま はひじょうに薄い環状であるか、あるいはまったく細い小みぞ第5-28図の④⑤⑥、中子型⑦の④、すなわち扇形または半月状をなすかのどちらかであって、この すきま が中空部より外部へ導く空気の逃道を構成する。

可動部分におけるこのような空気の逃道は、その逃道の中に鑄ばりが発生しない安全性があるときにだけさしつかえないのである。ゆえに、このような空気逃道は鑄込金属が十分冷却ののち、いちじるしく減少された速度で逃道の口に達するような位置にだけ設けるべきである。これがために型板に深くひろがったせまい袋状中空部における中子がいちじるしく問題になる。このような袋状中空部の空気は分離面の逃道で排除できないから、中子に設けた空気逃道は大きな効果をあげることが多い。

c. 型の固着部分間に設けられた空気逃道(第5-28図④) 第5-29図のような固着部分間の みぞ、ことにそう入部のみぞは、それを設けた空気逃道⑥を通じて空気排出をなし得る。しかしこれにも前述の案内みぞを通ずる空気排除に関するすべての制限は、またこれに対しても適用される。とくにまた空気逃道がただちに無効にならないように適当な配置と形状とその寸法に注意し、鑄ばりの出ないようにしなければならない。

(1) 部分的真空による空気の排除 第5-29図は部分的真空装置付

鑄型の形式である。中空部は空気だめ ① 誘導みぞ ② および真空みぞ ③ と空気逃道 ④ とにより連絡されている。それらは型がふ



第5-30図 第5-28図に示す鑄物用、真空ダイカスト鑄型 ⑦閉鎖された型の断面図 ⑧上型の平面図 ①小みぞ ②真空みぞ ③コック

た希薄な空気は鑄込金属によって空気逃道 ④ を通じて外部へ排除されなければならない。ゆえに、これは吸込みのない型のとまったく同様に流動現象、および金型への充てんの時間的経過を考慮してあ

んばいしなければならない。しかしこの型は吸込みのない型と反対に合せ面には真空のみぞに注入する空気逃道があるだけである。そして、そう入部あるいは可動部分のあらゆる他の(外部へ導く)接触部は吸入の効果を損じないようにできるだけ気密にしなければならない。

(ウ) 鑄込まえに完全な真空 第5-30図は鑄込みまえに完全に空気を排除する型の方式で、これは低溶融合金るときに用いられる。中空部は小みぞ ① を通じて真空みぞ ② と連絡され、そのみぞ

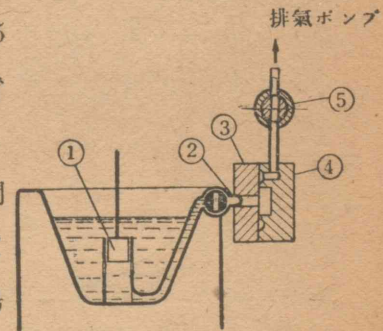
さがっているときには、それをかこんでいるいろいろな気密面により外気と絶縁されている。真空みぞ ⑧ はコック ⑥ を通じて真空ポンプに連絡している空気のパイプと連絡する。

この方法では、金属の注入のはじめに空気が部分的に吸い出されるから、型の中に残

は、型に注入の際の流動現象を考えてあんばいされている。この場合小みぞは、型に注入の際の流動現象を考えてあんばいされる必要はない。金属が真空みぞに達することのできないように置かれ、かつ寸法をきめなければならない。これはこの方法を用いるときの条件である。鑄ばりの残っているのにむりな型の閉鎖などを行うことは、吸込みの効果を害する。このような型は、つくる場合ひじょうに高價で、かつ使用にもとくに注意を必要とするものである。

(エ) 真空室内における金型 第5-5

図のように完全でつねに真空な室内ではたらく型にはなんら空気逃道をつくる必要がない。なぜならば、型の開閉は、排気ポンプによって真空にされている気密箱内で行われるから、この場合にはなんの心配もいらない。



第5-31図 ①ピストン ②閉鎖せん ③④金型 ⑤コック

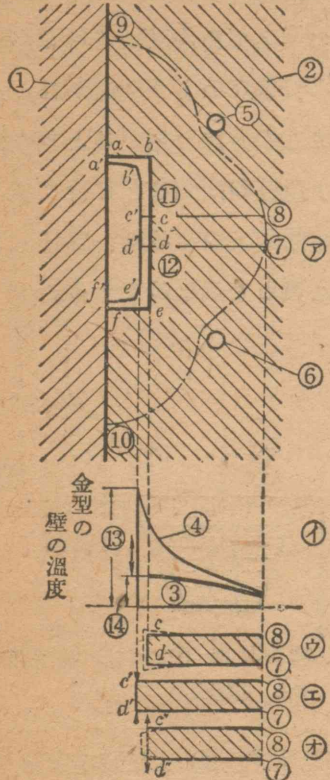
第5-5図の左は鑄込前の状態、右は鑄込の瞬間の状態、中央はコックの動作を示す。①は圧縮空気入口、②は湯を噴出管へ入れる口である。

第5-31図はピストン式で、①はピストン、②は閉鎖せんである。この場合は、型そのものにポンプを直結して排気する。

3. 鑄型の材料と製作

(1) 金型に対する熱の作用 第5-32図⑦は、下型①と上型②とからなる。①図は上型②の横断面⑦⑧⑩⑫における温度の分布で、太い曲線③は鑄込直前、細い曲線④は鑄込直後の温度状態である。型材料が鑄込操作の際に受ける温度変化は、もちろん、中空部に直接する層がもっとも強く、中空部から遠い層は、そのへ

だたりの増すにつれて減る。しかし中空部よりある距離以上の所で



第5-32図 型材料の熱的および機械的交番應力の説明 ①下型 ②上型 ③ダイカスト鑄型 ④上型 ⑤横断面 I-II における温度の分布 ③鑄込前 ④鑄込後 ⑤⑥冷却穴 ⑬⑭温度上昇 ⑦⑧⑨型材 ⑩⑪⑫部の熱の変化による膨脹収縮の状況

温度が高くなればなるほど、温度上昇 ⑬ は型壁面で大きくなり、型材料の温度こう配もまたはなはだけわしくなる。そして鑄込んだ材料が硬化する間に温度こう配は平均してきて、鑄物を出したのちさらに冷却し、つぎの操作をはじめると型材料は曲線 ③ で示し

(その距離は冷却穴 ⑤ と、⑥ の位置などの影響を受ける) では型材料の温度は操作中、実際上変化がないとみとめられるほどである。第5-32図 ⑦ では鎖線 ⑨-⑧-⑦-⑩ によってこの範囲を示している。すなわちこの範囲外では、全操作中大した温度変化がないから、したがって熱による寸度の変化の影響はない。

さて、⑨-⑧-⑦-⑩ の範囲にある部分の熱の影響をしらべるために、この範囲の ⑦-⑧-⑪-⑫ でかこまれた部分を観察してみよう。鑄込みまえには第5-32図 ① の曲線 ③ のように、型材料の温度こう配はゆるやかであるが、鑄込中やその直後は型壁の表面の温度は、溶融金属との接触によって急にのぼる。したがって温度分布は ① 図の曲線 ④ のようになり、しかも鑄造合金の鑄込温

た温度分布になる。型の中の ⑦-⑧-⑪-⑫ の部分を考えると、鑄造直後、自由に膨脹できるならば、その温度分布(曲線 ④)の結果は、⑦図の点線のような形状になるであろう。しかし、それが、とりまかれた型材料のために c-d の方向に膨脹できないから、ただ前方に(すなわち c-d に垂直な方向かって)だけ膨脹する。ゆえに第5-32図の ⑦ 図や ⑤ 図 ⑦-⑧-c'-d' で示すような形状に膨脹する。これは残余の型部にもあてはまるから、中空部 a-b-c-d-e-f は鑄込直後、⑦ 図の細線 a'-b'-c'-d'-e'-f' のような形状となり、その際、中空部に接した壁面には圧縮力が生ずる。第5-32図の ⑤ で両方の圧縮は矢で示してある。

さて型材は力の大きさが、ある限界までは弾性があるから、⑦-⑧-c'-d' ⑦図の細線で示した形に熱膨脹した中空部は、つぎの冷却によって(鑄物を取り去ったのち)にふたたび最初の形 ⑦-⑧-c-d に収縮し、そこにはたらいっていた圧縮力は消える。しかし ⑦-⑧-c-d から ⑦-⑧-c'-d' に変化する際に、もし中空部表面の層にはたらく力が弾性限度を越したときは ④ から ③ まで冷却する際、しぜんのままでは、④ 図の点線のようにちぢまるわけだが、型部は四囲をかこんでいる材料のために c'-d'、あるいは c-d' の方向にちぢまることができず、ただ c-d' にただ ⑪⑫ の太線に対して垂直の方向にだけちぢまることができる。ゆえに ③ の冷却の際には ④ 図の ⑦-⑧-c'-d'-' の形になる。そしてその際に型表面の層に引張りが生ずる(二つの矢で示してある)。この引張力で型材が破断されないときには、周囲の材料によって中空部表面の層が伸張され、操作速度に応じて、数百回あるいは数千回と圧縮力と引張力とが交互にくりかえされ、しだいに素材の疲れをきたし、その結果もっとも強く力

を受け中空部表面に毛割れを生じ、このき裂は鑄込みの回数の進むにつれてますます増加拡大し、深さを増す。そしてこの割れに溶融金属が浸入することのために、温度分布の不均衡を強めるから、表面の層にくりかえされる力の強さが増大し、これによってき裂の発生は加速度的になり、ついには中空部の内部表面は網目のように毛割れでおおわれるようになる。

このような型に鑄込まれた鑄物は毛割れのために脈状の小突起をその表面にあらわし、この突起は最初はごく微細なものであるが、型材料の加速度的な摩耗とともに、しだいに表面を粗雑にし、その結果は、出来た鑄物の研磨仕上の費用をいちじるしく高めることになるから、き裂のある型の一部、または全部をつくり直す方が経済的に有利となるにいたる。この限界はもちろん個々の事情、中でも鑄物のはだのきれいさに対する要求の程度に関係するものであるが、一般にはダイカスト鑄造金型の寿命を決定するものである。

與えられた型材料に熱のために生ずる圧縮と引張の繰返力の大小に関係をおよぼすものは、第1は鑄造合金の鑄込温度で、つぎはその熱容量（溶融金属が単位容積に應じて鑄型内で凝固する間に型材料に與える熱量）、つぎは鑄物の大きさとその形、つぎは操作速度である。

第5-2表の鑄込前の型内壁温度は、鑄込みのたびに違ふばかりでなく、同じ鑄型でもその位置によって大いに違ふことがある。内壁のすみとか、せまい大きい突出部分とか、長い中子型、その他鑄込金属に直接接触する部分はすべて直接接触しない面よりはるかに高い温度を受ける。第5-2表はこの直接接触しない部分の値である。

鑄込直後の型内壁の温度はもちろん、鑄型合金の鑄込温度と同

一ではなく、いくぶんか低い。そしてその低い程度は、溶融金属の熱容量、熱の傳導関係ならびに鑄物の肉厚に関係するものである。

第5-2表

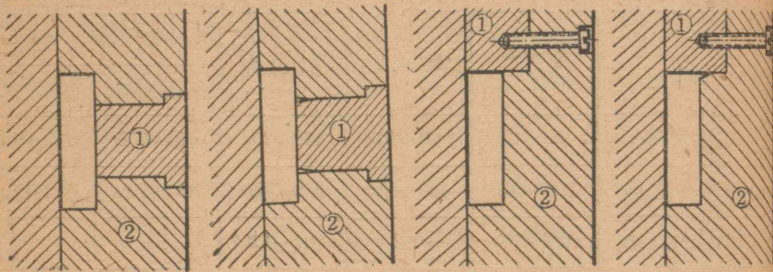
	Pb-Sn 合金	Zn 合金	Al 合金	黄 銅	
				低温注入室	高温注入室
鑄込前の内壁温度	50~80	80~150	150~250	250~350	250~450
鑄 込 温 度	260~360	400~490	620~750	850~920	1,000
縮 み し ろ	0.2~0.3	1.2	1.4~1.8		

第5-2表は型材料の温度変化が鑄込温度の上昇によりいかに増すかを示す。これによって各種金属に適当に用いることの必要性を示し、他面各種の合金によってダイカスト用金型の寿命にひじょうに差異のあることもあきらかになる。

どんな材料の性質が金型の寿命に影響するかは上述の理論からよういにわかるであろう。材料の熱膨脹係数が小さいほど、またこの温度範囲の弾性を失う限界や疲れの限界が高ければ高いほど、型材料の寿命はながい。金型の寿命を数的にあらわすことは、鑄造品の構造・材質・精度などに大いに関係をもつので、一律にはいえないが、だいたい50,000回程度の鑄造回数にたえる寿命を期待することは困難でない。しかし、ダイカスト工場の実際によると、20,000回程度を予定するのがよいようである。

型材料内壁面における引張力は、溶融温度の高い合金のときには毛状き裂を生ずるほか、なおつぎの結果をまねく。すなわち、第5-33図⑦のような型そう入部①は、その表面ではほとんど収縮しないのに、そのそう入部①をかこむ盤材料によってそう入部を収縮（第5-35図④）させようとする傾向がある。このような作用

は㊦㊧図に示した ぞう入部 ① が、中空部の側面にあるときにもまた起る。そして、その結果として ぞう入部が最初にかたく かんどう合されていたとしても、しだいに破れ目を生ずるにいたる。



第5-33 図 型材料の表面の収縮する結果ぞう入部において破れ目を生ずる 2 例を示す ①ぞう入部 ②型壁部

(2) 金型の材料 ダイカスト機の鑄型はたいてい鋼でつくる。鋼は多く低炭素鋼が使われる。クロムバナジウム鋼や、タングステン鋼は、型が比較的高温にたえなければならぬときに使われる。つぎに手動機に比べてはるかに強い鑄圧を受ける水圧機用の鑄型には硬さの強い素材を用いなければならない。ただし硬さが高いときは型の工作が困難になるので、この点は大いに考えなければならない。ゆえにどんな特殊鋼を用いるかは鑄込用の合金と製品の形状と製品の数量とによってきめるべきである。ふつうの手動機用材には炭素鋼材を用いている。第5-3表は一般ダイカスト金型用として用いられる鋼材の化学成分と、その鋼材がどの鑄造合金用として適するかを示す。

(3) 金型の製作 型材を火造りするときはなるべく六方面から平均に火造りすべきであって、これを二方または四方からだけ鍛えると、素材の應力の不均一が火造り後にあらわれてきて型に狂いが出るおそれがある。もちろん型材はこの應力を緩和するために、型影

第5-3表

化学成分	金 型 鋼 材 の 種 別 符 号							
	A	B	C	D	E	F	G	H
C	0.20 ~0.50	0.40 ~0.50	0.40 ~0.50	0.30 ~0.40	0.30 ~0.40	1.40 ~1.50	0.35 ~0.45	0.25 ~0.35
Mn		0.65 ~0.80	0.40 ~0.80	0.20 ~0.35	0.20 ~0.35		0.20 ~0.35	0.20 ~0.35
Si		0.30	0.30	0.80	0.80		0.35	0.35
Cr		0.75 ~0.90	2.00 ~2.50	4.75 ~5.75	4.50 ~5.00	12~13	2.50 ~3.50	2.50 ~3.25
V			0.15 ~0.30				0.30 ~0.60	0.30 ~0.61
Ni		1~1.50						
W					0.75 ~1.25		8~10	12~16
Mo					1~1.5	0.50 ~0.60		
Co				0.50		3~4		
金型鋼材の おのおのに 適する鑄造 合金の種類	1. Sn 合 金	1. Sn 合 金	1. Zn 合 金	1. Mg 合 金	1. Zn 合 金	1. Al 合 金	1. Al 合 金	1. Al 合 金
	2. Pb 合 金	2. Pb 合 金	2. Mg 系 合金	2. Al 合 金	2. Mg 合 金	2. Cu 合 金	2. Cu 合 金	2. Cu 合 金
	3. Zn 合 金	3. Zn 合 金	3. Al 合 金		3. Al 合 金			

後に熱処理を必要とする。

型の機械的加工には思慮深い熟練が必要であって、手仕上げで行われることが多いから、型材料がその切削がよいで表面がなめらかに仕上げやすいものであることが望ましい。加工終了まえに、切削加工の結果生ずる應力を除き、ひずみを出す2回目の加熱を行い、

この狂いを除き、焼入れをしてさらに仕上げる。しかし多くの場合この加熱は行わず焼入れ後に研摩加工を必要としない程度に、やわらかい状態において切削加工を十分進めておく。この場合、もちろん金型の加工に際して、焼入れおよび焼なましのあと、所要の寸法を得られるよう工作の際に、量の変化を計算に入れておくことである。

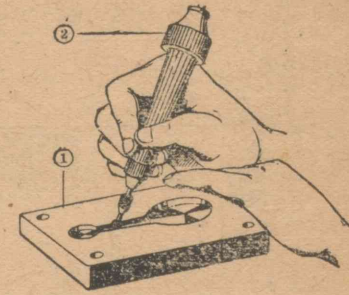
縮みしろのことはとくに精度を要する製品の金型にはたいせつである。その量はふつう 1 cm について 0.02~0.07 mm の範囲であるが、正確な縮みしろを 3, 4 種の成分からなる合金に対してきめることは実験によるよりほかなかなか困難である (第 5-2 表)。

熱処理にはまず正しい温度を用いることである。一般に低融点鋼のときは、ブリネル硬度 130~140, 高融点鋼のときは 140~150 にさせるとよい。金属組織があとから変化することを避けるために、焼なまし温度が型材料の使用温度より高いことが望ましい。加熱時間や焼なまし時間を十分にとり、焼なまし時間は、クロムタングステン鋼で 4~6 時間以上、クロム・タングステン・コバルト鋼では 10~20 時間にすべきである。焼入れの場合、木炭などでよく型部を包んで、酸化に対して注意する。鑄型の使用中も、ときどき、さらに焼きなますことにより型の内壁の応力をふたたび除き、鑄型の寿命をながくすることができる。

第 5-3 表にあげた型材の適当な熱処理温度は、B, C 材は、850~900°C で油中で焼入れし、約 490~550°C で焼きなます。D 材は焼入れは無風状態で 980~1,000°C から空冷し、550~600°C で焼きなます。G, H 材は、焼入れは 1,050~1,150°C から油中または圧縮空気による冷却、600~680°C で焼きなます。

焼入れに際して形状の変化または焼割れが生じないように注意すべきである。型材が焼入ひずみに気づかれるときは、型材はやわらかい状態で加工しないで、むしろ調質して焼入ひずみの調和をはかったのち、加工すべきである。

しかしこのときの加工は、第 5-34 図の例のように研摩法によって行われ、したがってその製作の費用はいちじるしく高価になるものである。



第 5-34 図 金型の焼入れ後の加工
①金型 ②ハンドグラインダ

ダイカスト・型鍛造・プレス加工・合成樹脂などの成形品の製作に必要な各種成形金型を、熟練工を要せずつくる能率のよい自動型彫盤は、鉛・セメント・木・ペークライト・人造石でひな型をつくりこれを親型として、この親型の上をトレーサーとよぶものでなせば、刃物はトレーサーと一致して作動し、工作材はひな型そのままの形状を再現する。

4. ダイカスト用合金

ダイカストは金型を用いることをたてまえとするから、耐熱性の点から考えて、一般に融点の比較的低い材質を選ぶ。しかし耐熱性材料の研究が進めばそれにつれてダイカスト鑄造品の材質もよほど融点の高いものまで用いられるようになる。現在実用されている材質は、銅(Cu)・アルミニウム(Al)・マグネシウム(Mg)・亜鉛(Zn)・すず(Sn)・鉛(Pb)などの鑄物用合金である。第 5-4 表は、これらのうちひろく用いられる合金を、実際上の鑄造技術の数値とともに示す。

第5-4表 ダイカスト合金

合金の種類	実際組成 (%)						比重	融点 (°C)	凝固点 (°C)	おもに供用される鑄造法	鑄造機
	Sn	Pb	Sb	Cu	その他						
低温溶融合金	0~15 残b	56 残b	5~18	~			10~10.5	242~265	242~246	ブランジャ式	260~330
合金	Zn 残b	Sn 6~25	Al ~05	Cu 3~4	Mg ~	Ni 0~0.2	7.3~9.0	約500	180	熱加工法	280~330
	Sn-Zn合金	Al-Zn合金	3.5~5	0~3	0~0.1	0~0.02	7.07~7.20	420~467	199		290~330
合金	Al	Cu	Si	Ni	Mn		2.9~3.0	610~640	520~540	熱加工法最近では冷加工法も用いらる	650~750
	Cu-Al合金	Si-Al合金	0~3	0~3.7	~	0~2	2.67~2.75	570~630	570		620~700
高温溶融合金	Mg	Al	Mn				1.83	593	455	熱加工法	650~700
	エングトロンのメタル	89.7					約8.5	889~903	875~890		50
高温溶融合金	銅	黄銅	トムバジ	トル			約8	920	11	冷加工法	約960

1. すず合金 (tin-base die-casting alloys)

Sn 合金は、ふつう強さと硬さを増すために混和剤としてアンチモン(Sb)(約16%まで)とCu(約5%まで)を、また価格を下げる目的で多少のPbをふくませる。したがって組成では実際上ず軸受合金と同じである。第5-5表は実際によく用いられるダイカスト用Sn合金である。

第5-5表 実用されるSn-Pb合金の特性

番号	組成 (%)				堅ろう性				比重	凝固時間		鑄造温度 (°C)
	Sn	Pb	Sb	Cu	引張強さ (kg/mm ²)	膨脹 (%)	ブリネル強度	打撃わん曲強度 (cmkg/cm ²)		融点 (°C)	凝固点 (°C)	
Sn合金	1	80	—	15.5	4.5	11.6	1.4	30	7.3	約500	180	280 — 360
	2	75	8	13	4	9.3	1.4	28.5	7.5			
	3	60	23	13	4	7.5	2.4	22.7	8.0			
	4	50	33	13	4	7.5	2.2	21.9	8.3			
	5	25	56	15	4	7.7	1.4	23.1	9.4			
Pb合金	6	—	90	10	—	5.3	1.0	15.5		265	246	約300
	7	10	80	10	—							
	8	15	80	5	—	5.6	1.5	23.2				
合金	9	3	79	18	—				約10			

Sn合金は鉄をあまりあかさないので、ふつうはブランジャ式機械で鑄造される。溶融その温度が高すぎると大気と反応してできる二酸化すずが沈下してゆくから、この酸化物の混入が多くなるとブランジャに故障が起り、鑄造が困難になる。酸化を防ぐために、細い滑石粉で溶融金属液の表面をおおう。

Sn合金は正しい温度さえ保てばよく鑄造され、鑄縮み少なく収縮力も小で、一般に冷却中に金型内でき裂する傾向もほとんどない。鑄物はきわめてよいに金型から取り出せるから、大形の長い中子

もあまり抜きこう配をつけずに用いることができる。

Sn 合金はこのような特長があるから、高度の寸法の正確を必要とする鑄物の製作に、かなり複雑な形態の場合にも用いられる。とくに Sn の量の多い合金では、乾燥した大気に対する耐久力が大きく、研磨すれば、不変の美しい銀色を呈し、めっきも可能である。

Sn をふくみ Pb をふくまない多くの合金は、有機酸と作用して、有毒塩類を生ずることがない。

機械力と熱に対しては、Pb-Sn 合金はあまり強くない。この種の合金はとけはじめの温度が 180°C ぐらいであるから、ラック塗乾燥のために炉に入れるときは注意がいる。

Sn 合金の利用範囲は、上述の特性とその価格の高いことから、おもに、高い精度の表面の美しさと化学的耐久性とを必要とし、機械力や熱に対する抵抗力をあまり要求しない精密機械の高価な部分品をつくるのに用いられる。たとえば電気測定器や電気機械（可変コンデンサ）・事務用品・金銭出納器部分品（活字輪・スタンプ輪）や、とくに各種計算器部分品（数字輪・歯車・外わく・軸受フレーム）に用いられる。

2. 鉛合金 (lead-base die-casting alloys)

ふつう硬さを増す目的で Sb を少し加える。第5-5表はダイカスト用 Pb 合金を示す。

Pb 合金は鑄造に際して注意深く温度を保たなければならない。あまり熱しすぎるとひじょうな減量をきたし、かつそのときはブランチにも固着しやすい。融点以下に温度が下がると溶融そう内にはただちに重力分離が起る。酸化鉛は溶融物と同じ比重だから、機械的に混入する酸化物がそう内に残る。ゆえに鑄くずから再溶融し

た金属は十分精製しないとあたらしい材料に比べて鑄造しがたい。

正しい温度が保たれていさえすれば、この種の合金はこの困難もなく、収縮力も小さい。ただ凝固熱が少ないので表面模様が生じやすく、複雑な表面の鑄物を Pb 合金でつくるときは、かへって仕上が美しく花模様の外観を呈することが多い。

Pb 合金の堅ろう性はいたって小さい。色は灰色で、表面を被覆しないときは空気にふれてくもるが、それ以上変化しない。

Pb 合金は安価ではあるが、ダイカスト鑄造としては、あまり重要ではない部分品だけにしか用いられない。がいしてその應用は価格の点からきめられるのであるが、その化学的性質や大きな比重より（たとえば耐酸ポンプ部分品、はずみ車などに）製品がきめられることもある。一般に Pb 合金は有機酸の作用によって塩を生ずるから、食品に直接接触する部分品や、またなんら被覆（ニッケルめっきまたはラック塗）をしないで直接手ににぎられる部分品などには用いられない。

アメリカでは力の必要の少ない軸受金にダイカスト鑄造の Pb 合金が用いられている。

3. 亜鉛合金 (zinc-base die-casting alloys)

Zn 合金はダイカスト用合金のうちでも、もっともひろく用いられる合金である。ダイカスト用 Zn 合金は、Cu (4% 以下) のほかに特長的附加成分として Al (5% 以下)、あるいは Sn (25% 以下) を混入する。ゆえに、この点から Al をふくむ Zn 合金と Sn をふくむ Zn 合金との2群に分けることができる。この2群は鑄造上の特長も使用上の特長も根本的に違っている。第5-6表は現在実際にダイカスト鑄造に用いられている Zn 合金である。

第5-6表 ダイカスト用Zn合金の特性

番 號	組成(%)					鑄造直後の堅ろう性				比 重	凝固時間		鑄造 温度 (°C)	
	Sn	Al	Cu	Mg	Zn	引張強 さ (kg/ cm ²)	膨 張 (%)	ブリ ネル 硬度	打撃 わん 曲強 さ (cm kg/cm ²)		融 点 (°C)	凝固 点 (°C)		
Al- Zn 合 金	1	—	4	3	—	93	23.8~ 30	0.8~3	80~ 945	110~ 214	6.77			350~ 400
	2	—	5	3	—	92	26.2~ 29.4	2~ 0.25	107.3	124	6.73	422	331	
	3	—	4	3	0.1	92.9	29~ 34.7	0.7~2	114	168~ 370	6.75			
	4	—	4	2	0.1	93.9	30.9	1.7		206				
	5	—	4	—	0.1	95.9	25					335		
Sn- Zn 合 金	6	6	0.5	3	—	90.5	17	0.7~ 1.5	57~61	36~60	7.15	440		430~ 490
	7	75	0.5	3	—	89	16.3				7.14	420		
	8	8	0.5	4	—	87.5	9.1	0.4	66.5	41				
	9	10	8.3	3	—	86.7	12.1	0.5	46.7	79		199		
	10	10	1	4	—	85	16.8				7.09	439		
	11	14	0.5	3	—	82.5	16				7.07	450		
	12	0	0.5	3	—	76.5	13.1	1.3	49	130				
	13	22	0.5	3	—	74.7	14.2				7.20	467		
14	25	0.5	3	—	71.5	10.4	3.8	36.6	146					

亜鉛はその含有不純物がひじょうに多く、とくに日本製品には鉄分その他を多くふくんでいるため、ダイカスト鑄造の場合、鉄製の型その他に食い込み鑄造を困難にする。第5-6表のZn合金はよほど純度の高いもので、なかなか得られない成分である。

Zn合金は、おもに冷加圧室をもつプランジャ式鑄造機によって処理される。それと同時に、以前から大型の鑄造品製作に用いられ

ていた圧縮空気使用鑄造機が、最近ではしだいに小型・中型の亜鉛鑄造品製作に用いられるようになってきた。

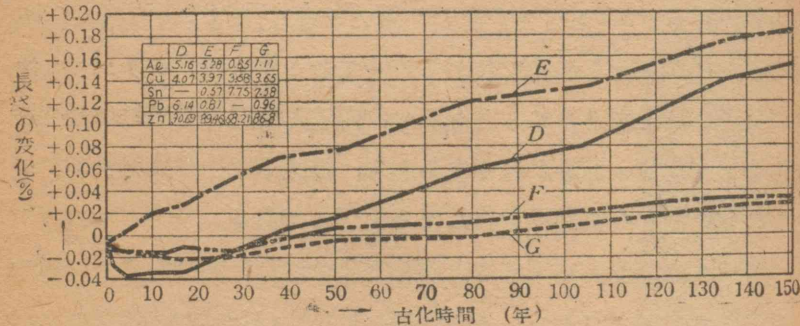
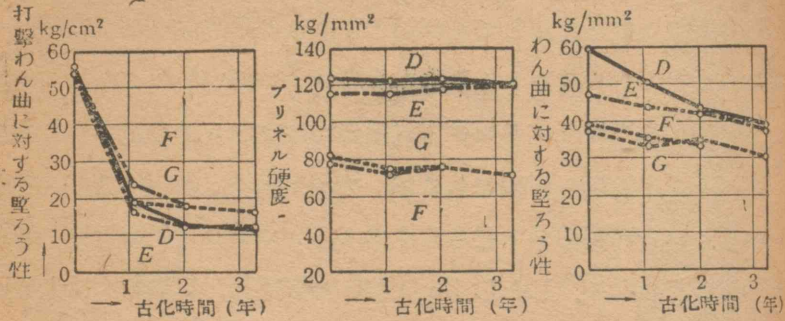
流体亜鉛は鉄と作用して硬亜鉛とよばれる結晶混合物を生ずる。純粋の亜鉛とアルミニウムをふくまないSn-Zn合金はひじょうに鉄を侵食するので、プランジャ式鑄造ではプランジャがすぐに腐食してしまって鑄造が困難であるが、アルミニウムの0.5%ぐらゐの附加で腐食作用がいちじるしく弱り、プランジャ式鑄造機で処理できるようになる。しかしZnと鉄との反応は、溶融物中にふくまれるアルミニウム(もっと含有量が多い場合も)によって完全に消滅しない。であるから機械をながく停止するときには、シリンダ内に湯を放置するとプランジャとシリンダ内壁との間を硬亜鉛結晶が固着してプランジャが動かなくなるから、停止中はつねにプランジャをシリンダ内から全部抜き出しておくべきである。

溶融そうの温度が高すぎると溶融金属の酸化や鉄に対する腐食作用を強めるばかりでなく、また鑄損を起し(スができる)鑄型の熱要求を高める。しかしまた溶融そう温度は、融点が下がってはプランジャの所で溶融金属の結晶が生じ、プランジャの運動がさまたげられ、溶融金属へ加えられる圧力を減少し、鑄物がきれいに出来上がらず、ついにはプランジャが完全に動かなくなる。

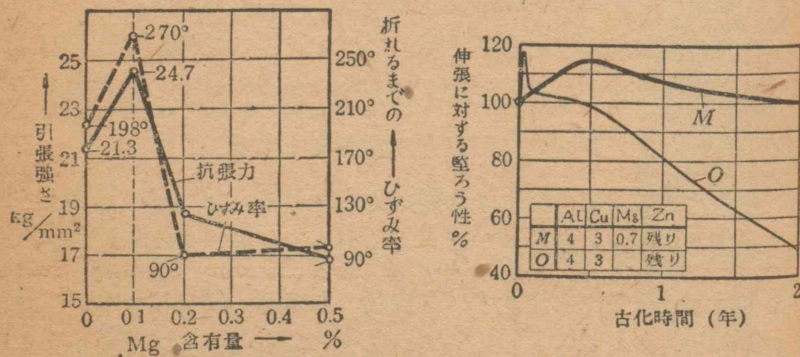
ダイカスト用Zn合金には時効があらわれる。第5-35図のように常温で保存された鑄物は、寸法および堅ろう性に变化をきたす。この非耐久性は使用上注意すべき問題であるが、研究により、(1)マグネシウム附加の考案と、(2)Al-Zn合金における少量のPb, Sn, Cuなどの混和の有害性の発見により改善された。第5-36図は、Al 4%, Cu 3%のMg-Cu-Al-Zn合金のマグネシウムの含有量が

引張強さ・わい曲率(歪曲率)におよぼす影響を示す。

また第5-37図は Al-Zn 合金のダイカスト鑄物を室内に貯蔵し



第5-35図 ダイカスト用 Zn 合金の時効現象



第5-36図 Al 4%, Cu 3% の Mg-Cu-Al-Zn 合金の Mg の含有量の引張強さ・ひずみ曲率におよぼす影響

第5-37図 ザマック合金 (Al-Cu-Mg-Zn) の時効現象

た際の引張に対する堅ろう性の時間的变化におよぼすマグネシウム附加の影響を示す。Al 4%, Cu 3%, Mg 0.1%, 残り Zn の組成の合金をアメリカでは ザマック (Zamak) No. 2 というが、今日亜鉛ダイカスト鑄造にもっともひろく用いられている。

Al-Zn 合金は、鑄造後短時間ならば機械的加工に適するが、ながく貯蔵したのち加工しようとするとき、残滓(残滓)がいちじるしく増加して、あとからねじを切ることが困難になる。またこの種合金のろうつぎ(鑲接)作業はひじょうに困難であることは、鑄物表面の保護被覆物の選択に特別の注意を要すると同様である。それは鑄物が時効によって、しだいに大きさの変化を起すからである。乾燥炉内で乾かす焼付ラックは、乾燥温度とそこに生ずる蒸氣の作用で鑄造品に大害をおよぼす。第5-7表はザマック No. 2 合金のラック乾燥炉による品質低下を示す。

表5-7 第 ザマック No. 2 合金のラック乾燥炉による品質低下

合金の組成 (%)	乾燥		打撃わん曲強さ			乾燥炉による長さの伸び (%)
	温度 (°C)	時間 (h)	乾燥炉に入れるまえ (cmkg/cm²)	乾燥炉から出したのち (cmkg/cm²)	乾燥炉による変化 (%)	
Al, Cu, Mg, Pb, Sn, Fe, Zn	(°C)	(h)	(cmkg/cm²)	(cmkg/cm²)	(%)	(%)
4 3 0.12 0.04 0.03 0.05 残	100-110	2	370	71	-80	-0.09
M 4 3 0.10 0.18 0.12 0.09 残	100-110	2	300	62	-79	-0.08

Sn-Zn 合金は 200°C ですでにとけるから、高温に対して弱い。加工はよいので、Sn を多くふくむときには ろうつぎ もたやすいが、時効により鑄物の大きさが変化して ろうつぎ 部が破れてしまうことがある。

ダイカスト用 Zn 合金の應用範圍はひろく、そのうちでも Al 4%、Cu 3%、Mg 0.1% の Zn 合金が大部分を占めている。この合金は機械用鑄鉄よりも 50~100%、ふつうのものより 50~80% ほど堅ろう性が大きく、その機械的性質の特長と亜鉛ダイカスト鑄物として比較的良好な耐久性があるから、その應用範圍をいちいちこれを教えあげることはほとんど不可能である。つぎにその 2, 3 の例をあげる。

自動車の部分品 ハンドル・カバー、各種の外わく。ことに酸化器外わく(ベンジン・ベンゾール・アルコールなどには、水をふくまないかぎりマック No. 2 合金を腐食しない)

小型機械類 たとえば電動機・ヴェンチレータ・油ポンプ・家庭用機械などの外わく・台・フレーム・歯車箱・ふた など

事務用器具 たとえばダイプライタ・計算器の活字台・回轉軸・わく・ハンドルなど。

金銭出納器・印刷機・計算器としては活字輪およびスタンプ輪・大型数字輪・外わく・台わくなど

各種機械 たとえばラジオ・拡声器・蓄音機・測定器のフレーム・外わく・サウンドボックス・トーンアーム・ハンドルなど

Sn-Zn 合金は、堅ろう性低く価格が高いのでダイカスト鑄造における應用範圍はずっとせまく、ただ Al 4%、Cu 3%、Mg 1% の合金が収縮が大きいから、とくに精度高く、寸法の不変を必要とする部分品、たとえば ゆるみ が少なくびったり かん合すべき部分品などに用いられる。

4. アルミニウム合金 (aluminum-base die-casting alloys)

ダイカスト鑄造に用いられる Al 合金は、そのおもな附加物としてふつうは Cu (8% まで) または Si (13% まで) を採用してい

る。ゆえにこの合金はおもに Cu をふくむ Al 合金(簡単に Cu-Al 合金とよぶ)と、おもに Si をふくむ合金(簡単に Si-Al 合金とよぶ)との 2 群に分けられる。第 5-8 表はダイカスト鑄造に用いられる高温溶融の軽合金を示す。

第 5-8 表

合金番号	組成					堅ろう性					凝固時間		鑄造温度 (°C)	
	實際含有量					引張強さ kg/mm ²	膨脹 (%)	ブリネル硬度	打撃わん曲度 kg/cm ²	比重	融点 (°C)	凝結点 (°C)		
	Cu (%)	Si (%)	Ni (%)	Mn (%)	Al (%)									
Cu をおもにふくむ Al 合金	1	8	—	—	残り	1.6	22.8	2.1	6.6	292	2.9	640	540	650~750
	2	8	1	—	〃	1~2	23.4	—	—	250				
						1.7				131				
						2.0				151				
5	6	—	1.5	—	〃	0.7	23.9	2.2	72.5	264				
						1.1	20.2	2.6	65	2.9				
						2.1	20.0	1.6	67					
Si をおもにふくむ Al 合金	9	1	3	—	〃	1.5	19.7	3.5	50	164	2.9	625	520	650~750
	10	2	3	—	〃	1.9	22.0	3.6	—	108				
						2.0	21.0			191				
						1.9	21.1			171				
	11	—	5	—	〃	1.9	21.5	—	—	211				
						1.4	288							
						1.5	215							
	12	2	5	—	〃	2.5	22.2	2.2	63	215				
						1.5	22.4			92				
						1.9	24.0			78				
1.7						177								
13	4	5	—	〃	0.6	—	—	—	140					
					—				—	—				
14a	—	11	—	—	注 3	1.1	24	1.4	75.3	177	585			

エレクトロン合金	14b	—	12	—	—	1.5	22.5	0.8	93.5	139	600	620~700	
						2.0	20.6	0.6	83.3	57	615		
	14c	—	12	—	1.6	0.8				154	570		
						1.8				110			
	14d	—	13	—	—	1.35	25.2			124	605		
						1.9	19.9			54	820		
	14e	—	10	—	—	1.3	21.1	1.6			590		
	14f	—	10	—	0.7	1~1.5	23.4	1.7					
							13~19	2~4	70		575		455
		Mg	Al	Mn									
	15	89.7	10	0.3									

Al 合金は融点が高く、液体状態において、大気と接触して酸化アルミニウムを生じ、これの比重が Al 合金の溶融物よりやや重いのでちんでんする。このために鑄物内にかたい混入物が出来る。これを避けるには、生じたちんでんはなるべく短時間のうちに除く必要がある。

Al 合金溶融物は鉄をとかすため、鑄鉄製のつぼや、鑄造機が腐食する。この度合は溶融そうや鉄製壁の温度の高いほど、また合金中にふくまれ、Fe の量の乏しいほどいちじるしい。

適当な Fe 含有量は有利(機械的性質など)であるが、程度をこすと有害になる。その限界を第 5-9 表に示す。

第 5-9 表 Fe 含有量をもつ Al 合金

Al (%)	Cu (%)	Si (%)	Fe (%)
98.3	—	—	1.7
94.5	4	—	1.5
88.65	10	—	1.35
93.4	—	5	1.6
87.	—	12.5	0.5

鑄造装置の構造は、まず溶融金属による鉄の腐食と、ガス吸収を避けるための注意とを必要とする。Al 合金の鑄造には圧縮空気式鑄造機や冷加圧室をもつ水圧式の機械が使われる。

第 5-10 表は圧縮空気式鑄造機によつたアルミニウムダイカスト鑄物の機械的性能におよぼす鑄造圧力の影響、ならびに金型鑄物との比較を示す。

第 5-10 表

組 成			鑄 造 方 法		機 械 的 性 能		
Cu (%)	Ni (%)	Al (%)	鑄 造 法	鑄込空圧 (kg/cm ²)	抗 張 力 (kg/cm ²)	伸 び (%)	ブリネル硬度
					1.8	2.4	65
6	1.5	82.5	金 型	—	16.2	2.2	62~63
				10	18.7	1.5	65~59
				20	19.9	1.8	82~62
				30	21.3	2.3	70~66
			ダイカスト型				

一般に Cu-Al 合金は、おもにこじんまりとした、あまり薄くない鑄物で、使用上かなりの物理的堅ろう性を要求し、化学的腐食性物質(たとえば海水)に触れないようなものをつくるのに適している。

Si-Al 合金はひじょうに流動性があり、熱によるき裂の傾向が少ないから、薄いきわめて複雑な形をなすかさばつた鑄物をつくるのに適し、Si 含有量の多いものほどよい。出来上つた鑄物をさらに成形する必要のあるときには、Si 3~5%、と Cu 2% をふくむ Si の少ない Cu の多い合金を用いる。とくに複雑な鑄物に対しては、Si 13% をふくむ(またはシルミン)アルバックスとよぶ合金がよい。

Zn 合金と Al 合金との差異および優劣はつぎの点である。

アルミニウムダイカスト鑄物の製作は同形の亜鉛ダイカスト鑄物に比べ、約 20~50% 高價になる。金型の壽命短く、また金型用鋼材が高級合金なので材料費や金型加工が困難なため、その加工費が高いばかりでなく、鑄造およびあとに加工する費用も高い。アルミニウムダイカスト鑄物は精度が低いから（中子にひじょうなこう配をつけるので）あとで加工する必要も亜鉛ダイカスト鑄物より多い。また鑄造材料の價格もアルミニウム鑄物の方が高い。

引張強さや硬さは、アルミニウムダイカスト鑄物は亜鉛ダイカスト鑄物より 30% 低い。多くのアルミニウム合金において、打撃はん曲強さは亜鉛ダイカスト鑄物に比べて、時効現象を考えに入れれば、いちじるしく高いといえる。

亜鉛ダイカスト鑄物に対し、アルミニウムダイカスト鑄物が使用上の特長としてすぐれている点は、組織不変性・化学的良性質および比重の小、ならびに導電度の大きなことなどである。これらの特質とともに、堅ろう性または強じん性が必要とされるような、装置や小型機械をつくる目的には、アルミニウムダイカスト鑄物が適している。その應用範圍はひじょうにひろいが、つぎにその例を 2,3 あげておこう。

小型機械 電動機・外わく・軸受カバー・ふた・歯車など

自動車部分品 車の内輪部・外わく・氣化器ベンジン純化器・水および油ポンプ・空氣ポンプ・操舵機外箱・窓わく・カバー・てこ・いろいろな握りなど

装置 ラジオ装置・変圧器・受話器外わく・送話口・コンデンサなど

電話装置・自動交換番号板・かぎ・光学的機械・写真機・幻燈器などの部分品

事務用機械 計算器およびタイプライタの箱・フレーム・サドル・カバー

家庭用機械 ^{きゆうじん} 吸塵器・せんたく機などの部分品

諸測定器 外わく・軸受フレーム・ふた

5. 銅合金 (copper-base die-casting alloys)

高温溶融の重合金中、現在ダイカスト鑄造に用いられるものは、第 5-11 表に示す Cu 合金だけである。

第 5-11 表

名 称	組 成 (%)				堅ろう性			熱に関する数字			貯藏炉中の金属温度 (°C)	比重
					引張に対する堅ろう性 (kg/mm ²)	膨脹 (%)	ブリネル硬度	融点 (°C)	凝固点 (°C)	還移温度 (°C)		
	Cu	Zn	Pb	Si								
シュミード鍛黄銅	60	40	—	—	31	11~15	86	903	890	763	850	8.5
ねじ切黄銅	58	40	2	—	33	5	100	889	323	735	920	
アドモス青銅					70	7	260				約 940	
トンバシール	82	残り	—	4~5	50~60	約 10	150~170				約 960	

黄銅ははじめ熱加圧室をもつ圧縮空氣式機械で鑄造された。この方法では多数の鑄込みに用いるだけの液状黄銅を入れた鋼鉄製加圧そうは、作動中約 1,000°C (帶黄赤色に熱す) に加熱される。鋼鉄はこのような高い温度では堅ろう性が少ないために、その鑄込みに用いる圧縮空氣の圧力は 12~15 kg/cm² にとどまる。溶融そう中の亜鉛蒸発および溶融金属の減量いちじるしく、金型もはなはだしく腐食して、ふつう 3,000 回ぐらゐの鑄造で金型にひじょうなき裂が生じる。この方法でつくられた鑄物の堅ろう性や硬さはよいが、内部は多孔質で表面は粗悪である。

高温溶融の重合金のダイカストに決定的な進歩をもたらしたものは、冷加圧空氣をもつピストンポンプの使用である。その方法では溶融金属は鑄造機と別な炉中にたくわえられ、さじでこれをすくっ

て冷加圧室内にくみ入れる。

この鑄造法の利益は、ひじょうに大きな圧力を使い、したがってひじょうに低い金属温度を採用するので、金属の減量や鑄造熱の消耗を少なくし、かつ鑄物の密度が温度の高い加圧室をもつ機械によるダイカスト鑄造品に比べてはるかにすぐれてよいという点にある。注意深く作業するときは、金型は 4,000~6,000 回の鑄込後によりやく毛状き裂を表面に発生する。

冷加圧室によるダイカスト鑄造法は、厚みの薄い数の多い、穴中子をいろいろな方向にもち、作動中他の物質を製品中にはめ入れなければならぬような、複雑な形態の物品をつくり得る利益がある。この方法による應用の例を 2, 3 示すと

冷水・熱湯・水蒸気・ガス器具(高圧のものもふくむ)のための外わく 弁室・弁・弁軸など

自動車部分品 氣化器・点火装置など

小型機械部分品 ポンプ・電動機などの部分品

金具類 建築用金具とくに鋼鉄をはめ入れたもの、トランクのすみ金など

電氣器具 ケーブル接続具・電話器および電燈用部分品など

食器具類 銅合金と同じ要領で純銀の食器製作にダイカストが利用される

5. ダイカスト製品

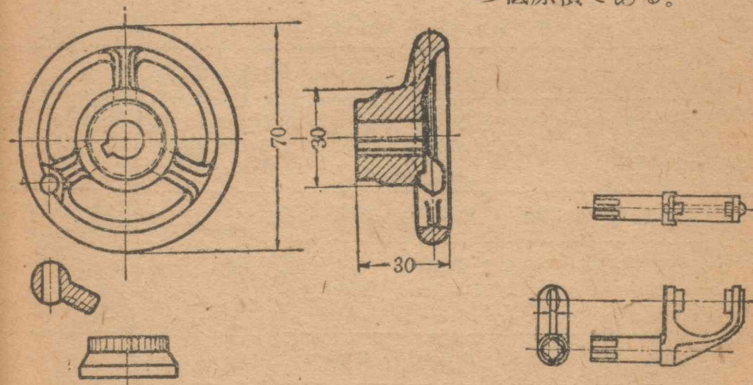
1. ダイカストの經濟性

ダイカスト製品の經濟性は、多量生産および仕上工程の不要による加工費の低減、仕上しろの不要、ぜい肉(贅肉)の省略による材料費の低減などによって全しというべきであろう。

ダイカスト製品は一般の型鍛造やプレス製品などに似た工程を

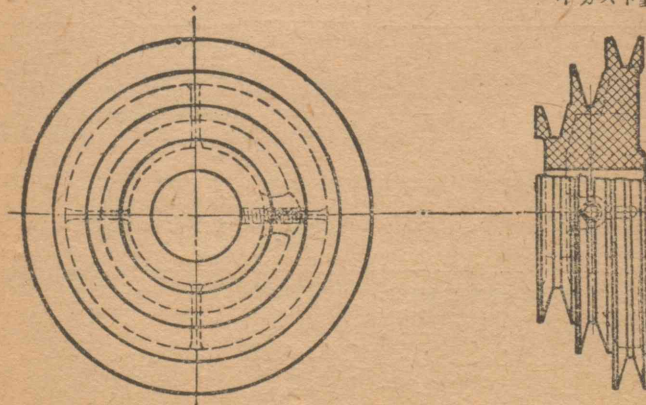
へるが、それらのもつ單純な構造でなければできないという欠点をもたず、ふつう砂型鑄物と同じ、またはそれ以上複雑で精密な製品が得られるから、原價においては型鍛造物、その他のように低廉であり、その製品價値は砂型鑄物をはるかに優越している。したがって仮に砂型鑄物の鑄放し品と比較しても、1,000 個以上の製品になると、たいがいの場合低廉である。

これを複雑な仕上加工まで考えると数分の一あるいは数十分の一の低原價である。



第5-38 図 ハンドル車(ダイカスト製品)

第5-39 図 シフターヨーク(ダイカスト製品)

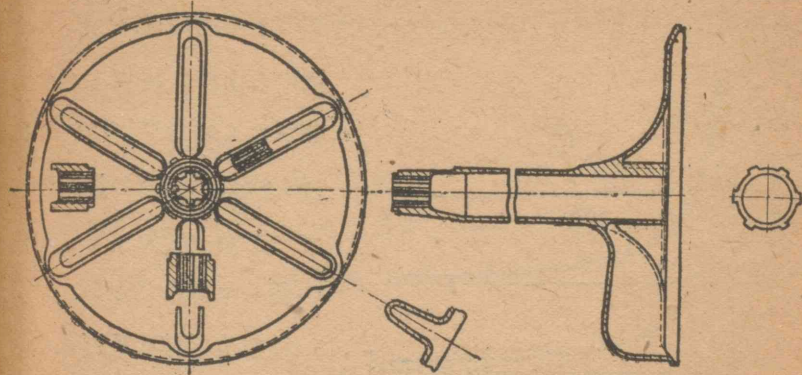


第5-40 図 V ベルト車(ダイカスト製品)

第5-12表と第5-13表は、2,3のダイカスト製品についてその製造原価を計算した例である。原価の計算に当たっては加工用機械設備の完・不完や、時代によってはなほだしく相違のあることはもちろんである。

第5-12表 ダイカスト製品と砂型鑄物との販賣原価比較（製作 10,000 個の場合）

部分品	材質	販賣原価 (1個あたり)		ダイカストの砂型鑄物に対する原価比率 (約) すなわち (A÷B)	一見價値	備考	
		ダイカストの場合 (A)	砂型鑄物の場合 (B)				
ハンドル車	Zn合金	0.65	1.10	0.60	どちらでもよいものであるが、ダイカストの方が感じが良い	仕上工賃の比較的にかからないもの	
	鉄鉄の砂型鑄物の場合は ¥0.83 Zn合金ダイカストのこれに対する比率			0.78			
Vベルト車	Zn合金	3.05	6.55	0.47	同上	加工が単純で多量につくる場合にはダイカストでも低廉にできるもの	
	鉄鉄の砂型鑄物の場合は ¥4.60 Zn合金ダイカストのこれに対する比率			0.66			
シフターヨーク	Zn合金	0.275	0.65	0.42	同上	ふつうの品物	
	可鍛砂型鑄物の場合は ¥0.60 Zn合金ダイカストのこれに対する比率			0.46			
せんたく機のかくはん器	Al合金	9.41	17.57	0.55	出来ばえがひじょうによくダイカスト製品の方が格段にすぐれている	表面の摩滅の点からみるとダイカストの方がはるかに強く耐久力がある	
*写真機暗箱	Al合金	1.66	52.44	0.03	ダイカストの方がまったく良好		
	*この場合は製品が複雑なためほとんどダイカスト以外の方法では製作できないが、仮にこれを砂型鑄物でつくり、なんとか苦心して仕上げたとする、その仕上の加工賃を50とみて52.44となる						一般に材料費の割合に加工賃の多いものほどこの数値は小となり、ダイカストの有利なことを示す



第5-41図 せんたく機のかくはん器(ダイカスト製品)

第5-13表 せんたく機のかくはん器の原価計算明細（製作 10,000 個の場合）

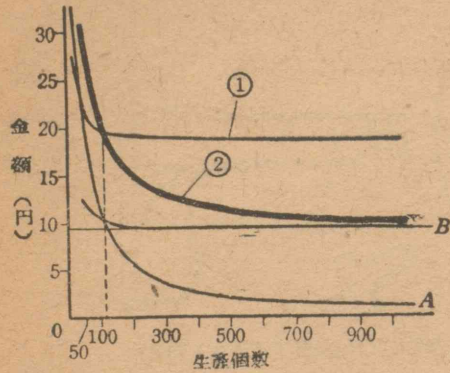
費目	販賣原価 (1個あたり)	
	ダイカストの場合	砂型鑄物の場合
材料費	7.80	10.40
鑄造費	0.60	4.75
金型費	0.11	いらぬ
木型費	いらぬ	0.02
仕上加工費	0.10	1.60
工場間接費	0.20	0.20
機械消却費	0.60	0.61
合計	9.41	17.57

生産個数の上からダイカスト鑄造にするか砂型鑄造にするかの判断をするには、第5-42図に例をあげたように、この場合生産個数110のところから砂型よりダイカストに変換する経済点である。

ダイカスト鑄造の能率は、鑄造品の材質・大きさ・肉厚・構造および金型の設計によるほか、ダイカスト機の性能によることがさらに大きい。

実際の工場の経験では、ダイカスト鑄造はむしろ出来すぎて他の工程がこれにともなわぬことが多い。1個の金型に1個鑄造品を

つくるふつうの金型設計においても、1 時間に出来る数量は、100



第5-42 図 金型費の製品原価におよぼす影響を示す線図 ①砂型鑄物の製品1個あたり原価すなわち材料費・木型費・仕上加工費・工場間接費・消却費など ②A+Bすなわちダイカスト原価 B製製1個あたり金型以外の費用 A製品1個あたりの金型費

個におよび、小さなもの、簡単なものなどで複数量を用いれば、1 回の鑄造操作で 10 個、またはそれ以上の製品を得ることができ、一日の生産量は数百あるいは数千・数万に達する。しかも仕上加工はほとんど要せず、仕上り鑄物として出来るのであるから、多量生産の目的には完全に適合する。多量生産はダイカスト

の生命である

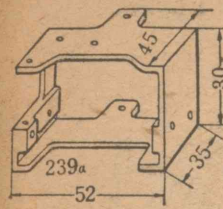
ダイカスト鑄造法では、組立て費用の節約

(ア)機械仕上では多くの部分を組み合わせるほかない製品を一つの鑄造工程でつくったり

(イ)異物材料(異種金属や木竹類)を鑄型の中にはめ込み、これをダイカスト鑄物の中に鑄込むことにより、異種材料製品との結合を実現することにより、行うことができる

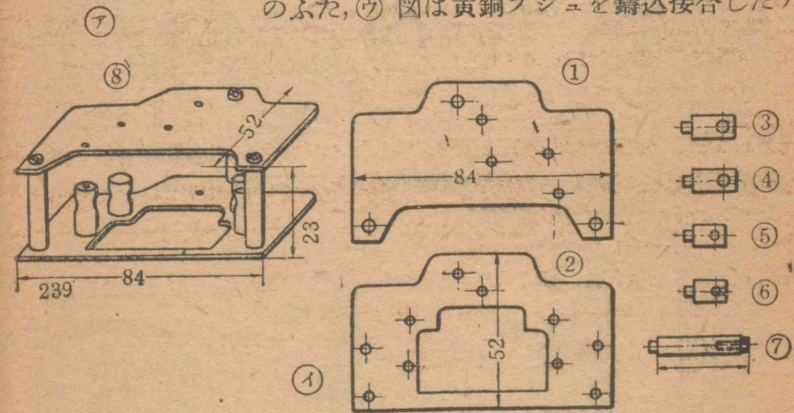
(ア)の例として第5-43 図に示す計算器ブロックは、ダイカスト仕上では ㉞ のように鑄造でつくられるが、機械仕上では ㉟ から ㉞ に示す部分品を ㉟ のように組み立てなければならない。また第5-44 図 ㉞ に示すように、㉟ と ㉞ の2個に分けてつくるものを、ダイカストでは一度の鑄造工程で鑄込んでつくる。もっとも

のような遊かん(遊嵌)は鑄込みのときはあらかじめ固結しないよう

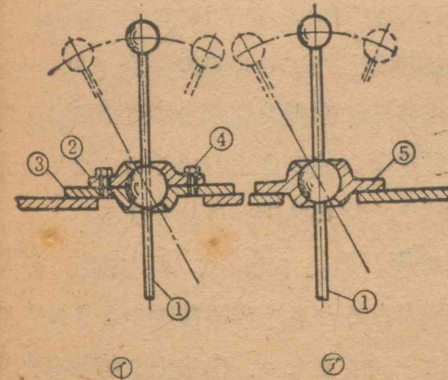


に、グラファイトペーストを球面に塗っておく。

第5-45 図 ㉞ は黄銅ブッシュを鑄込接合したアルミニウム合金製燃料計のケース、㉟ 図は黄銅製ねじボルトを鑄込んだ自動車冷却器のふた、㊲ 図は黄銅ブッシュを鑄込接合したア



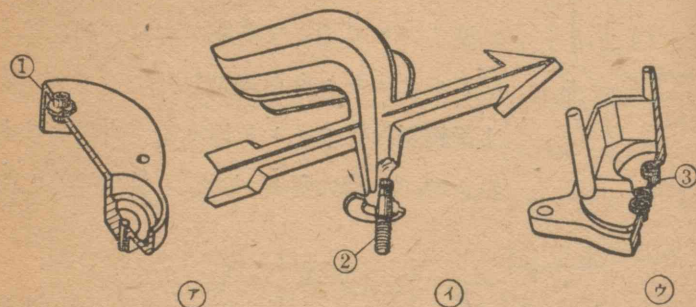
第5-43 図 同一製品をダイカストで成形したときと機械仕上で成形したときの比較 ㉞ダイカスト製品……1個に鑄造できる ㉟㉞㉟㉞㉟㉞㉟の部分を加工して㉟のように組み立てなければならない



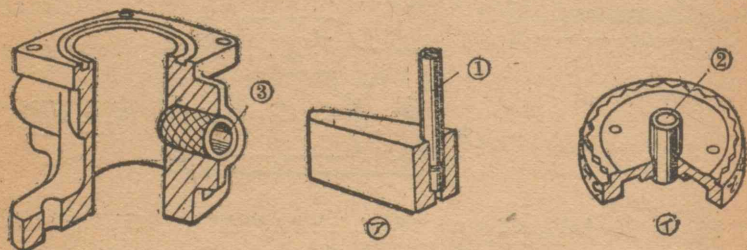
第5-44 図 ㉞機械仕上によって成形された製品 (㉟を㉞㉟に入れ㉞でしめて組み立てる) ㉟ダイカストによって㉟を㉞に鑄込んだ製品

ルミニウム合金製換え歯車箱である。第5-46 図は青銅ブッシュを鑄込接合した亜鉛合金製酸化器の一部であ

る。第5-47図⑦は黄銅ボルトを鑄込接合したアルミニウム合金製変速てこである。第5-47図①は青銅プシュを鑄込接合した亜鉛合金製タイプライタ歯車である。



第5-45図 ⑦黄銅プシュ①を鑄込接合したアルミニウム合金製燃料計ケース
①黄銅製ねじ②を鑄込んだ自動車冷却器のふた ③黄銅プシュ③を鑄込接合したアルミニウム合金製換え歯車箱



第5-46図 青銅プシュ③を鑄込んだ亜鉛合金製酸化器の一部

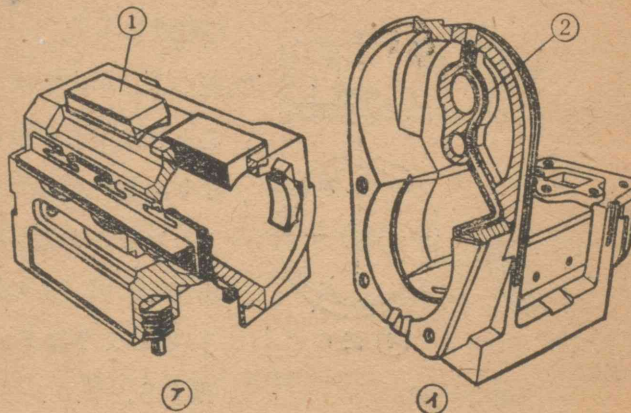
第5-47図 ⑦黄銅ボルト①を鑄込んだアルミニウム合金製変速てこ ①青銅プシュ②を鑄込んだ亜鉛合金製タイプライタ歯車

第5-48図は鉄の磁箱を鑄込接合した二つの亜鉛合金マグネットケースをあらわし、①図の方はさらに銅製油管がついている。この図に示されている位置と形の油管を、他の方法でつくることは一般に不可能であるから、例①はとくに興味深いものである。

2. ダイカスト製品の形状と寸度

ダイカストはどこまでも金型であるため、砂型鑄物のように鑄型を破壊して鑄造品を取り出すことはできない。出来上り鑄物の使用

目的には大した影響もないちょっとした製品の形状が鑄型の製作をいちじるしく複雑にし、あるいは鑄造作業にはなだしい努力を要して製作費を高くすることがあるが、

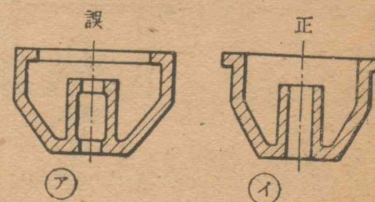


第5-48図 ①を鑄込んだ二つの亜鉛合金製マグネットケース ①はさらに銅製油管②がついている

これは製品の形状を少し変えれば節約できるはずである。小さな穴やねじなどもダイカストによるのと、他の工作法によるのとどちらが有利であるかをしらべた上で行うべきで、砂型鑄物の設計をそのまま行うことなく、ダイカストの長所を生かすよう根本的にダイカスト製品としての設計をあらたにすべきである。たとえば、

①鑄物の中空室の中子持せを、さしつかえないときには避けること

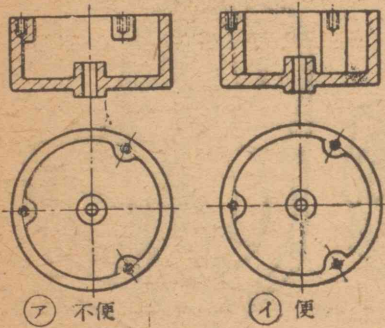
(第5-49図⑦と①を比較せよ)、すなわち内壁面のへこみや突起部は中子を抜くときのじゃまにならないような形にあらためること。



第5-49図
ダイカスト向製品の形状(中子の影響)

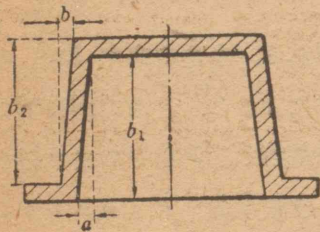
①鑄物の穴あけ部用のため、またはその他収縮時に金型の一方へちぢみ寄るへこみ場所のための中子は、わずか先細にテーパを

つけておくこと(第5-51図の a/b_1)。第5-14表はこのテーパ



第5-50図

ダイカスト製品の形状(中子の影響)



第5-51図

ダイカスト製品の抜きこり配



第5-52図 ダイカスト製品の壁の厚さの不均一を除く設計変更

(ウ)壁の厚さがはなはだしく不均一なときは、この冷却も不均一になり、したがって収縮しわや、ときには、き裂がしやすい。第5-52図 (ア) の厚肉をやめて (イ) 図のようにリブをつけて補強する。

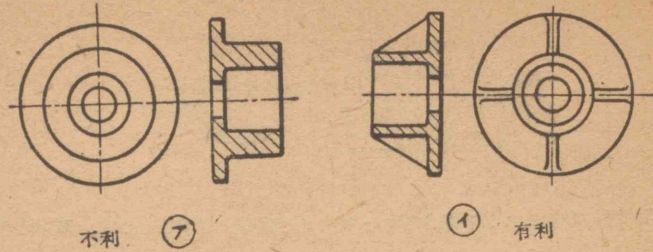
(エ)第5-52図 (ア) の収縮空洞の原因となる場所は (イ) 図のようにして防ぐことができる。

(オ)ダイカストで鑄抜穴をつくることは第5-14表に示した最短限度の直径までが経済的である。それより小さい穴、すなわち第5-14表に示す技術上の最小直径限度までは鑄造費は

高くなるが、いっしょに鑄込み得られる。すなわち、あとからねじ切りまたは穴をうがうことが(第5-54図 (イ)) 困難であるか、または穴の中

子が空気排出の補助手段として望ましい場合がそれである。

(カ)外側ねじは型をまわして抜き取る外側型などにして製作でき、内側ねじは組立中子で鑄造できるが、一般に不経済であるから



第5-53図 ダイカスト製品の壁の厚さの不均一を除く設計変更

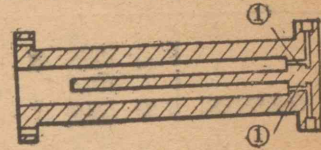
他の構造に製品の設計を変えることが望ましい。第5-14表はダイカスト可能なねじの寸法を示す。

(キ)鑄物の文字・数字その他の形象は、浮彫式にもり上げる方がへこみ文字にするよりも割安につく。

(ク)鑄物にするどい角の出来るのを避ける。また製品の形状によってはダイカストでなければどうしてもできないものがある。第5-55図の14mmの深みぞ底部山形を加工する場合を仮定すると、ダイカスト以外の方法ではよほど困難であるが、ダイカストではさほど困難でない。

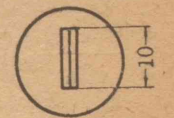
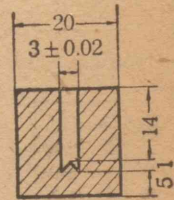
第5-56図は、一般の場合では上半のように歯切りするか、カッタの逃げのみぞを設けるかしなければならぬ。ダイカストではいらないだけでなく、歯谷のすみまでくっきりと鑄出される。

第5-14表はダイカストで製作可能な製品の重量と寸法限度を示す。

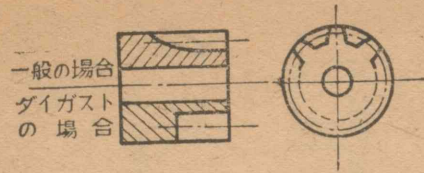


第5-54図

ダイカストで鑄抜きしないあとから機械加工困難な穴 (イ) の例



第5-55図
ダイカスト以外では成形困難な穴の形状



第5-56図 ダイカストの場合が Cutter による成形よりつごらのよい歯車の例

第5-14表 鑄物の重量と寸法限度

合金の種類	鑄物重量	最大切断面寸法 (鑄物の最大限度) mm	最小厚さ mm	鑄込穴				鑄込ら線					
				最小直径		最大底部		ねじ 山ピッチ mm	最小直径				
				営業上の mm	技術上の mm	めくら穴 mm	貫通穴 mm		外方にて mm	内方にて mm	技術上の mm		
低温溶解合金	Pb 合金	1g~5kg	300	0.75	0.75	1	0.75	穴のφ>1.5mmのとき10×直径φ>1.5mmのとき7×直径	0.1~0.2	0.9	5	10	5
	Sn 合金	0.5g~1kg	400	0.5	1	0.5	3×直径		0.2~0.5	1	1	15	10
	Zn 合金	1g~5kg	400	鑄物の大きさ・形状により1.2~3	1.5	1	3×直径	6×直径	0.5~1	1.2	中子をもつ場合に差する50		
	Sn-Zn 合金												
	Al 合金												
高温溶解合金	Cu-Al 合金	5g~2.5kg	600	同上1.5~3	2.5	1.5	穴のφ>3mmのとき3×直径φ<3mmのとき2×直径	穴のφ>3mmのとき4×直径φ>3mmのとき3×直径	0.3~0.4	12			
	Si-Al 合金												
	Mg 合金	1g~1.2kg	300×430	同上1~3	2	1.5							
	エレクトロメタル												
高温溶解合金	黄銅	5g~2kg	400	同上2~3	5	2.5	穴のφ>5mmのとき3×直径φ>5mmのとき1.5×直径	穴のφ>5mmのとき4×直径φ<5mmのとき2×直径	0.5~1.5	1.5			
	トムバズル												
	Cu 合金												

第5-15表はダイカスト鑄造品に期待し得る精度を示す。

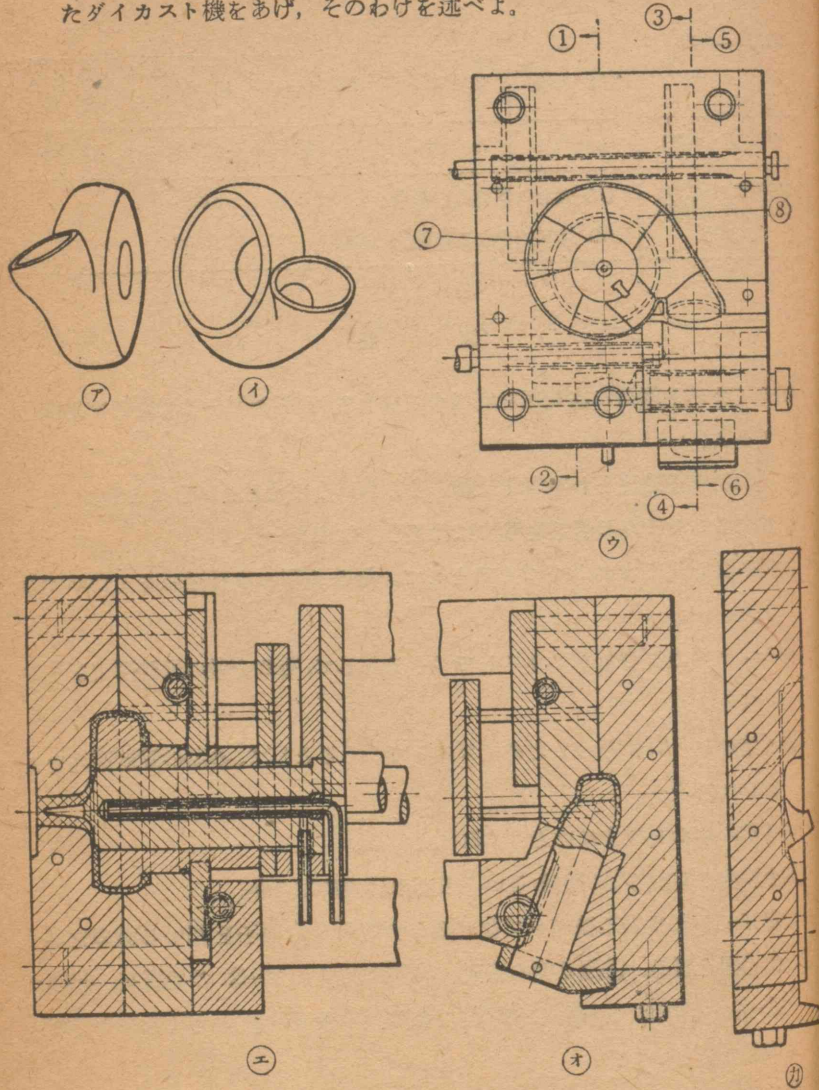
第5-15表

材質	Sn 合金	Zn 合金	Pb 合金	Al 合金	Cu 合金 (黄銅)
精度					
一般精度 (mm)	±0.013	±0.025	±0.025	±0.033	±0.080
型割面に垂直方向における精度 (mm)	(1) 大なる鑄造品の場合 (2) 比較的小なる鑄造品の場合			+0.25 +0.08	

〔問題〕

- (1)ダイカスト鑄造に空気圧を利用する場合と、水圧を用いる場合とを比較してみよ。
- (2)熱加圧式鑄造法とか冷加圧式鑄造法とかいうのはどういうことか。
- (3)ダイカスト製品の密度を増すにはどうすればよいか。
- (4)帽子掛をダイカストでつくるとして、その金型の設計図面をえがいてみよう。
- (5)コップ状のものをダイカストでつくるとして、その金型の設計図面をえがいてみよう。
- (6)水道のジャロの外わくをダイカストでつくるとして、金型の設計図面をえがいてみよう。
- (7)金型の寿命を増すにはどうすればよいか。
- (8)金型内の空気の排出がわるいとどんな結果になるか。
- (9)第5-57図は送風機ポンプなどのうす巻管の太中子を用いる鑄型を示す。
①②図は製品、③図は型の正面、④図は③図の①-②の切断面、⑤図は③-④、⑥図は⑤-⑥の切断図である。中子⑦-⑧はどんな順序で抜き取ったらよいか。
- (10)長さ100mmのダイカスト鑄物をつくらうとすれば、つぎの合金ではそれぞれ金型の中空部の長さを何程にしたらよいか。
(ア) Sn 合金 (イ) Pb 合金 (ウ) Zn 合金 (エ) Al 合金 (オ) Cu 合金

(11) Sn, Pb, Zn, Al, Cu などの合金をダイカストするに、それぞれに適したダイカスト機をあげ、そのわけを述べよ。



第 5-57 図 5 寸径型中子の抜取り

アイは製品 エは型の正面 オはエの 1-2 断面 カはエの 3-4 断面
 クはエの 5-6 断面 アイは中子

(12) Zn 合金の時効現象に対してどんな対策がたてられるか。

(13) 型鍛造・プレス・ダイカストを比較してみよ。

(14) ダイカスト製品と砂型鑄物とを比較してみよ、比較の方法はつぎの表にあげた項目について優劣を比べて書き込め。

ダイカスト製品と砂型鑄物との比較

項 目	優 劣		項 目	優 劣	
	砂型鑄物	ダイカスト鑄物		砂型鑄物	ダイカスト鑄物
多量生産			仕上費		
互換性			材料費		
方法			塗装加工		
外観			めっき		
少量生産			鑄ス		
形態			製品構造の選択性		
価格			設備費		
機械的性質			製品むら		
破砕面			大物		
仕上しろ			小物		

(15) ダイカスト工場を見学して報告書をつくってみよ。

対訳術語集

A	
aluminium-base die-casting alloys ダイカスト用アルミニウム合金	164
B	
backing roll 支持ロール	78
belt drop hammer ベルト落としハンマ	25
bending die 曲げ型	59
billet 小鋼片	79
blank holder しわ押え	62
blanking die 打抜型	55
bloom 大鋼片	79
bloom shear せん断機	92
blooming mill, cogging mill 分塊工場	79
board drop hammer 板落としハンマ	25
drow bench 引拔機	101
C	
cast steel roll 鑄鋼製ロール	89
chilled roll チルドロール	89
closed pass 閉式穴型	85
cluster mill 六重式圧延機	78
coining die, embossing die 型打型	65
cold chamber type die-casting 冷加圧室式鑄造法	124
compound die 複合型工具	67
compressed air-operated type die-casting machine 圧縮空気ダイカスト機	116
combination drawing die 準複動	
式絞り型	62
container 円筒	101
continous drum bench 多段式線引機	105
continuous furnace 連続式加熱炉	92
continuous mill 連続式圧延機	79
copper-base die-casting alloy ダイカスト用銅合金	169
crank press クランクプレス	51
curling die 縁巻型	67
D	
die-casting ダイカスト	109
dies 引板	73
dies or mold for die-casting machine ダイカスト用鑄型	125
direct process 普通法	102
double action drawing die 複動式絞り型	62
double action press 複動式プレス	54
double swage hammer 相打機	26
double two high mill 複二重式圧延機	78
draw bench 引拔機	101
drawing 引抜き	72
drawing die 絞り型	62
E	
eccentric press 偏心プレス	58
extrusion 押出し	72
extrusion machine 押出機	101
F	
foot press 足踏式プレス	50
friction spindle press 摩擦プレス	53

G	
Garret system ガレット式配列	93
goose-neck ガンの首	117
grooved roll みぞ付ロール	85
guide pin 案内ピン	58
H	
hand press 手動式プレス	49
heading machine ヘッダー	69
hot chamber type die-casting 熱加圧室式鑄造法	124
housing ロールスタンド	90
hydraulic press 水圧プレス	27, 69
I	
indirect or inversed process 逆法	102
L	
Lauth's plate mill ラウト式圧延機	77
lead-base die casting alloys ダイカスト用鉛合金	158
lifting table 昇降テーブル	93
M	
machine tool 工作機械	10
manipulator マニプレータ	93
Mannesman method マンネスマン法	98
mass production 多量生産	12
medium plate 中板	81
melting pot 金属そり	112
N	
neck pinion カムワルツ	91
non continuous furnace 非連続式加熱炉	92
O	
one heat system ワンヒートシステム	35
open pass 開式穴型	85
P	
parting line 割れ目	127
perforating die 穴あけ型	59
plain roll 平滑ロール	84
plate 厚板	81
plunger ブランジャ	115
plunger type die-casting machine ブランジャ式ダイカスト機	114
pressure chamber 圧縮室	112
production 生産	10
pull over mill 二重式圧延機	77
R	
ram ラム	
roll check 軸受箱	90
roller table ロールガン	92
rolling 圧延	72
rolling mill 圧延機	76
S	
sand roll 砂型ロール	89
schmitz mill 四重式圧延機	78
semi-chilled roll セミチルドロール	89
sheet 薄板	81
sheet bar シートバー	79
single action drawing die 単動式絞り型	62
single drum 一段式線引機	105
skip スキップ	92
slab 板用鋼片	79
soaking pit 均熱炉	92

staggered or cross counting system		toggle press トッグルプレス	53
ジグザク式産列	93	trimming press ひれ取機	31
steam drop hammer 蒸気ハンマ	23	two high reversing mill 逆轉二 重式圧延機	77
steckel mill ステッケルミル	78		
steel roll 鍛鋼製ロール	89	U	
stop pin 止ピン	57	universal mill ユニバーサル式圧 延機	78
straightening machine きょう正機	92		
strip mill ストリップミル	77	W	
stripper かす取板	57	wire rod 線材	79
sub-press サブプレス	58	working roll 作動ロール	78
T		Z	
tandem system くし形産列	95	zinc-base die casting alloys ダイ キャスト用亜鉛合金	159
three high mill 三重式圧延機	77		
tin-base die-casting alloys ダイカ スト用すず合金	157		

機械工作(1)

昭和23年12月15日印刷
昭和23年12月29日発行

APPROVED BY MINISTRY
OF EDUCATION
(DATE DEC. 15, 1948)

著作権所有

実業教科書株式会社
発行者 代表者 水谷三郎
東京都千代田区五番町5番地

大日本印刷株式会社(東京1)
印刷者 代表者 佐久間長吉郎
東京都新宿区市谷加賀町1丁目12番地

発行所 実業教科書株式会社
東京都千代田区五番町5番地
振替東京183260番

¥51.40 (取引高税込)

