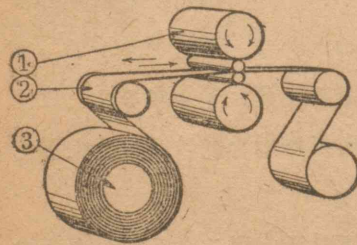


きまの調整装置が複雑になる。このロールの調整をよいにし三重式の長所をもち残したのが複二重式圧延機 (double two high mill) で、二組の二重ロールを同一のスタンドの中に高さを変え接近して組み立ててある。二重ロールが独立しているために、おのおの上ロールだけを調整すればよい。また穴型をロールにきざむにも、他の一組のロールに関係なしにロール上の配列ができて胴長を有利に使える。動力は三重式よりも多くいる。ロールの径を小さくすることはロールの製作費を少なくし、動力は節約される上に作業速度が大きくなる。またスタンドの高さを低くするなどの利点が生じてくる。ラウト式圧延機もこの理由で中ロールの径を細くするが、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。

幅の広い條鋼を一方向にだけ圧延してはこぶのは不便であるので、四重式圧延機の前後に巻取ロールを取りつけ、ロールに逆轉装置をつけて條鋼を往復とも圧延するようにしたものステッケルミル (steckel mill) という。

2. 分塊

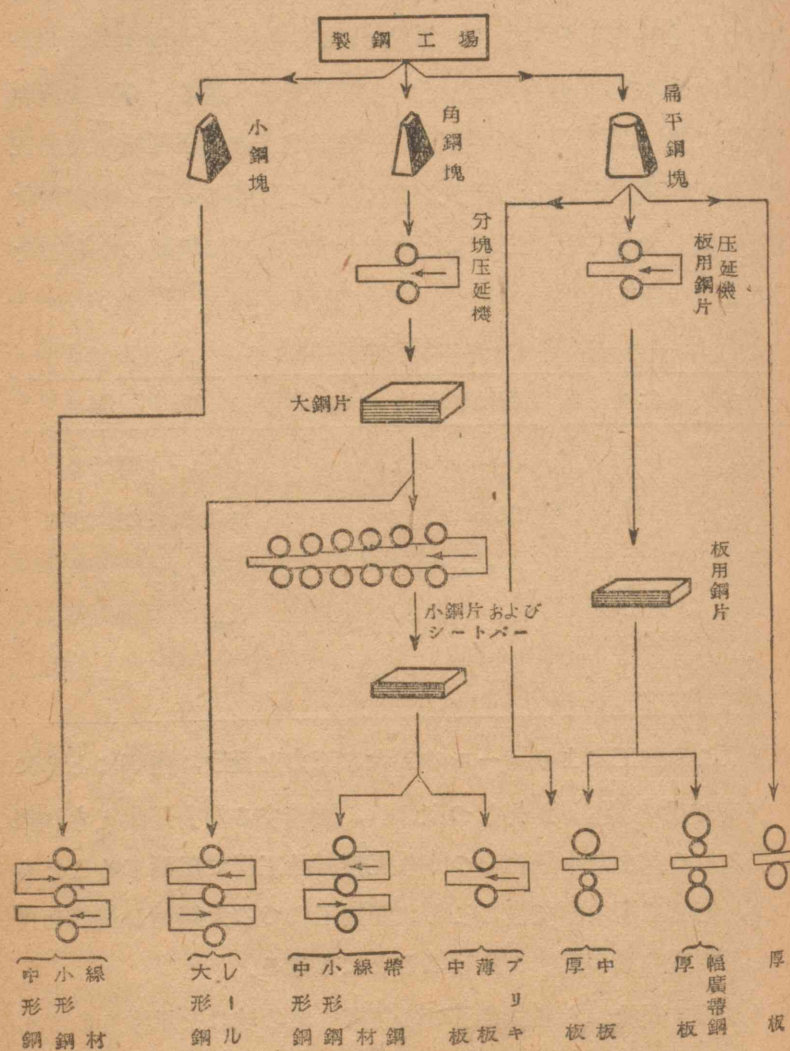
鑄型(おもに鋼塊)が大きいときは一気に製品にまで加工することはむずかしく能率もあがらないから、分塊工場 (bloomig mill, cogg-ing mill) で半製品(鋼片)にしてから製品工場へ送る。分塊は鋼塊を均熱炉で約 $1,200^{\circ}\text{C}$ に加熱し、逆轉二重式分塊圧延機または三重式分塊圧延機で圧延して行う。これらの圧延機のロールの穴型には摩擦係数を大きくし、圧下率を大きくするために網状のしみぞをつけることもある。

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 材 (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(氣泡)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

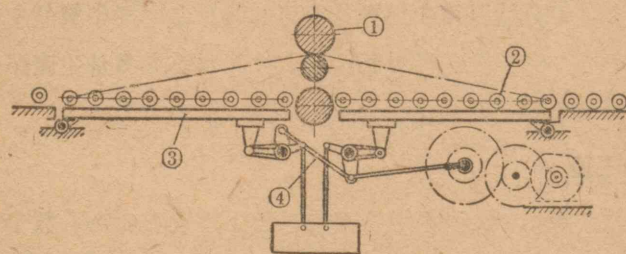
板材には、薄い はく やブリキなどのようなものから数十 cm におよび厚鋼板にいたるまでいろいろのものがあ、使う圧延材もまた作業もいちようでない。ふつう板材を大別してつぎのようにする。

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、 $1,100\sim 1,200^{\circ}\text{C}$ 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 $1/6 \sim 1/10$ 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俯仰てこ装置

第4-3表は頭部寸法 $270 \times 780(\text{mm})$ 、低部寸法 $305 \times 813(\text{mm})$ 、高さ約 $1,400 \text{ mm}$ 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 $2,794 \text{ mm}$ 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
11								
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28								
41.5	34.5	28	20.5	16.5	15.5	13.5	11.5	10
9	7	6.5	7.5	4	1	2	2	1.5
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やタケの小枝、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。

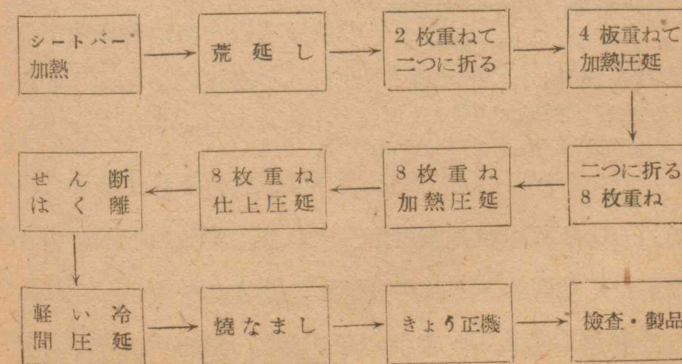
(2) 薄板の圧延 薄板はふつうシートバーを二重式圧延機で圧延してつくる。圧延機は荒ロール機と仕上ロール機とに分けている。

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回折畳みを行うものと、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。

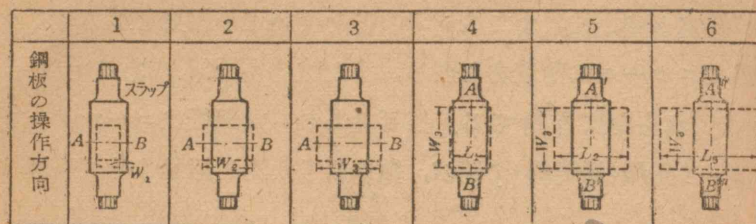
加熱は還元炎で行われ、荒加工では $800 \sim 900^\circ\text{C}$ 、仕上加工では $700 \sim 800^\circ\text{C}$ ぐらいが適当とされている。

(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

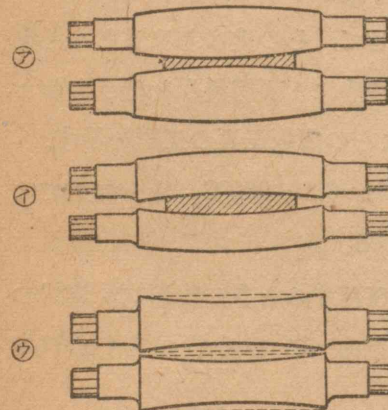


板を圧延するのに、鋼片またはシートバーははじめから所要の幅



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

⑦並行ロールが膨脹して中央部の直径が増加したもの ⑧ロールがわん曲するものの ⑨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0.001~0.5mmぐらいにする。

4. 棒材・形状の圧延

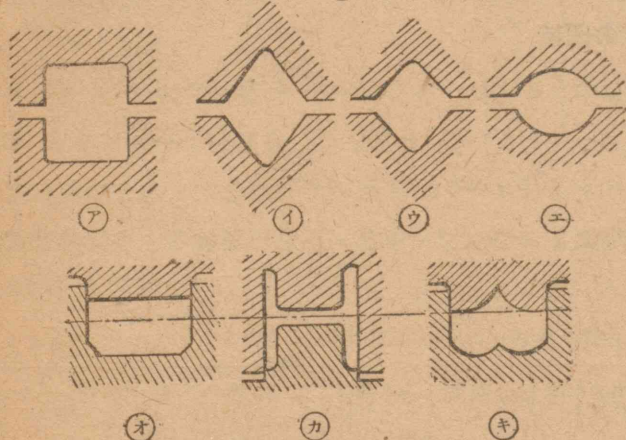
棒材や断面材をつくるには、みぞ付ロール (grooved roll) (型ロールまたは穴型ロールともいう)を用いる。みぞ付ロールは1783年にイギリス人のヘンリーコートがはじめて考案したものといわれている。製品の大小によって大形・中形・小形圧延機のように分けて

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
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のみ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㉗を箱形、㉘をひし形(菱形)、㉙を千鳥形、㉚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



第4-10図 穴型

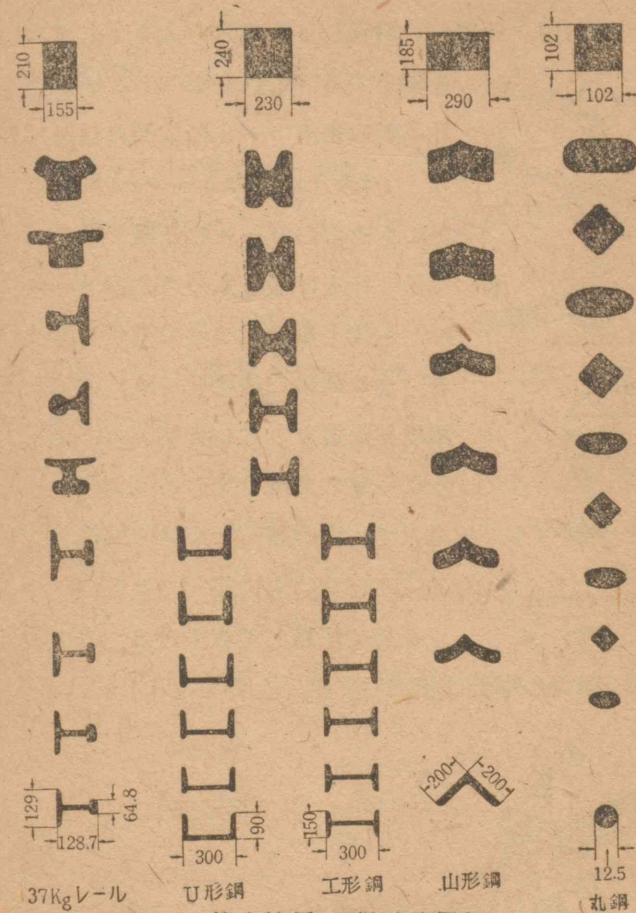
複雑でしかも正確を要する断面材の圧延に用いられる。

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ち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、

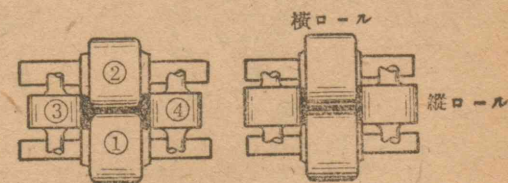


第4-11図 形鋼の圧延順序

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。

5. 車輪の圧延

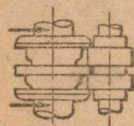
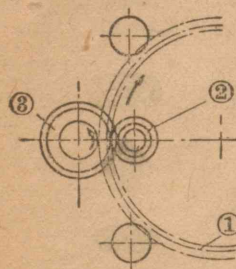
機関車や貨車の車輪



第4-12図 グレー式圧延機

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

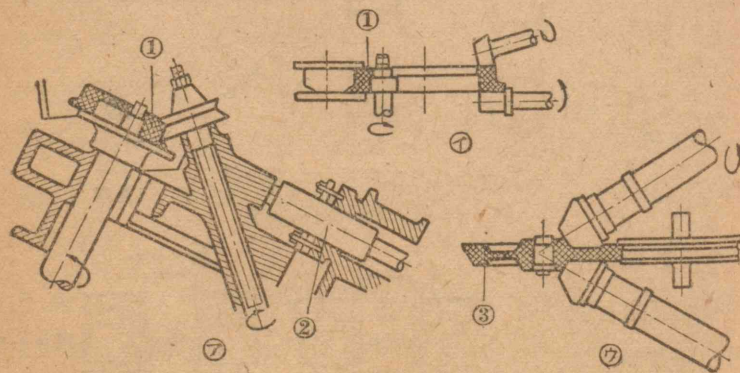
殊の圧延機でつくる。適当に加熱された円板状の鋼塊の中心部に水圧機で荒穴をあけ、外周から鍛錬してその穴を大きくして肉の断面



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

輪の一体の鋼製の車輪は第4-14図⑦のようにして圧延する。



第4-14図 ⑦⑧外輪圧延法 ⑦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。

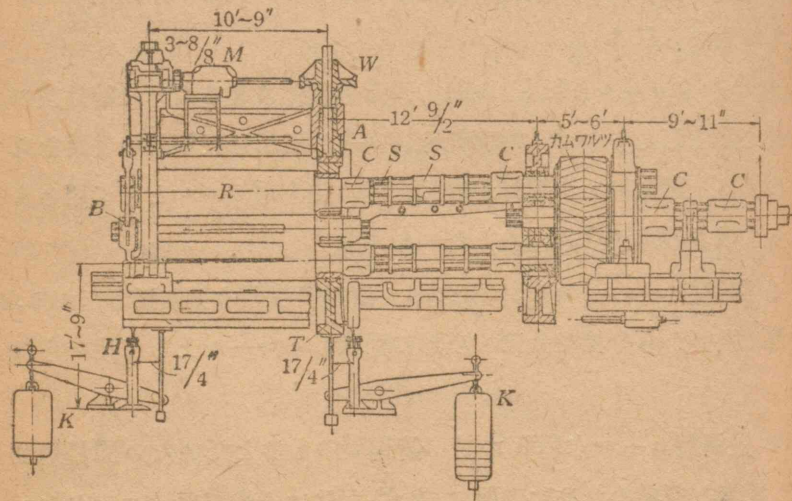
(5) 鍛鋼製ロール (steel roll) 鑄鋼製のものとだいたい同じ用途で、両者とも熱のために表面にきずがはいりやすい。ニッケル・モリブデン・クロムなどをふくむ特殊鋼製ロールは大きい原板用の荒ロールに、また多数式圧延機の作動ロールに用いる。

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、ロールの回転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

には人力にかわって水力・蒸氣力が用いられるようになり、鉄板の圧延も行われるようになった。ついで、みぞ付ロールが発明されるにいたり圧延機の使用範囲は急にひろまった。しかしまだロールスタンド (housing) は火造りされた4個の円柱からなっている幼稚なものであった。ようやく1820年ごろになってはじめて一体に鑄造された一対のスタンドが用いられるようになり、その形式の名残りが今日にきているのである。

第4-15図は鋼板圧延用の三重式圧延機の全体図である。ロール



第4-15図 圧延機結合継手・カムワルツ・心棒・中ロール上下装置・圧下電動機などの取付図 M圧下電動機 W圧下用ねじにとりつけられたウォームホイール A圧下用ねじ Rロール B中ロール上下用金物 H二つの水圧シリンダ Kおもり C結合継手 S心棒 T圧延機の断面

のけい部(頸部)は鑄鉄製または鑄鋼製の軸受箱の内部の軸受金にはまり、その軸受箱 (roll check) はスタンドの窓わくに上部の圧下装置により上下できるようにはめてある。最新式のものの軸受部には

球またはコロ軸受を用いてある。原動機からのトルクは結合継手 (coupling) をへてカムワルツ (neck pinion) を回轉し、2分されて上下の結合継手・心棒からロールに傳わる。

この心棒は圧延に要する安全な最大の力を傳達するようにつくられ、もしそれ以上の力に達したときは破壊し、高價なロールの破損を防ぐ安全装置である。

運轉動力としては、現在ではほとんど電動機が用いられている。従来は蒸氣機関が用いられ今日でも多少は用いているものの、これに比べて電動機の場合は、場所の節約、高能率・耐久力大などの長所がある。おもに三相交流誘導電動機である。また分塊、大形の速度調整を必要とする圧延機には可変速の電動機を用いる。最近はさらに動力節約の見地から各圧延機に電動機を直結する傾向にある。

8. 圧延工場 (rolling mill work shop)

圧延工場は製品によって一般に分塊・大形・中形・小形・厚板中板・薄板および線材工場のように分けられる。

第4-6表 各種圧延工場の概要

	形式	機数	ロール		原動機			材料の重量 (kg)	成品種類
			直径 (mm)	胴長 (mm)	形式	馬力	rev/min		
分塊圧延機	二重式逆轉式	1	910	2,200	イルグナー式電動機	3,500~10,000	0~100	2,800~4,300	96×96~240×240mm (60~200) ×480
大型圧延機	二重式逆轉式	3	790	2,000	"	4,500~16,000	0~120	1,860~2,550	各種大型レール
中型圧延機	三重式	3	750	1,750	"	5,200~8,000	0~140	1,000~3,400	各種レール・形鋼・棒鋼
小型圧延機	三重式	4	520	1,100	三相交流電動機	2,500	133	150~600	各種レール・形鋼・棒鋼
荒延機	三重式	1	480	1,500	"	1,200	375	36~100	各種形・棒鋼
仕上圧延機	複二重式	4	310	1,000	"				

線材	荒延し二重連続式	8	370	610	三相交流電動機	4,000	104	85	線材
圧延機	仕上げ二重式	17	254	508~830	"	3,500	163		
厚板	三重式	1	864~508	2,794	"	3,300	87	500~4,000	厚板
中板	三重式	1	750~520	2,000	"	7,600	122	120~1,200	中板
薄板	ブールオーバー式	8	760	1,170	"	1,200	163	17.9~20.6	薄板
平板	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しなければならない。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。

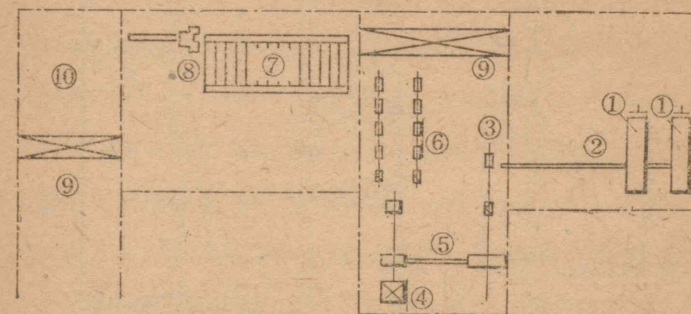
加熱設備には均熱炉 (soaking pit)・加熱炉があり、加熱炉には非連続式 (non-continuous furnace)・連続式 (continuous furnace) の2種がある。燃料には石炭・重油・ガスを用いる。これら設備は加熱作業が圧延作業の速さと同様に一致し得るよう十分注意しなければならない。

運搬設備としては起重機・ロールガンダ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。補助機には鋼片を轉倒させるマニプレータ (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ロールガンダ 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

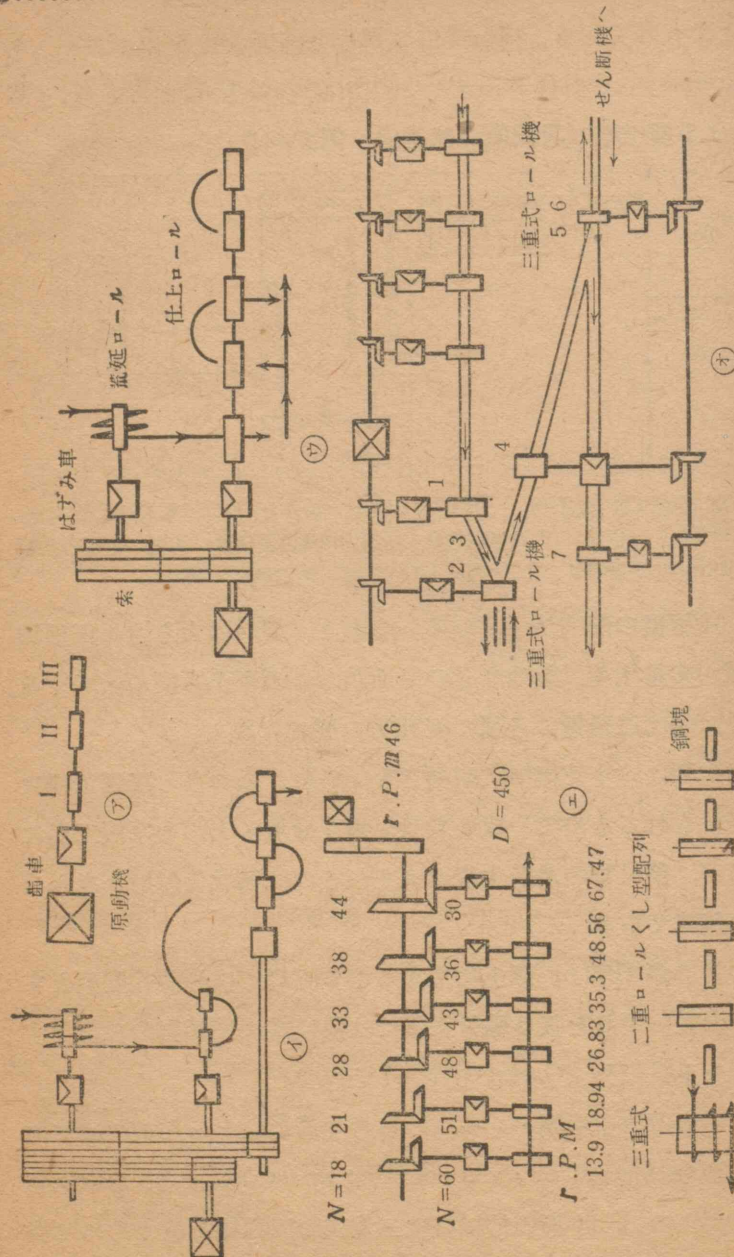
なお、圧延機の配列法にもいろいろあり、製品の大きさ、圧延機数の節減、多量生産、敷地などの見地からものずから変わってくる。

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轉數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



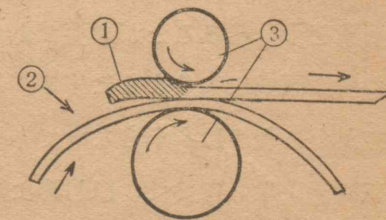
第4-17図 各種圧延機の配列 ①単列式 ②ガレット式 ③タンデム式 ④分体式 ⑤連続式 ⑥三重式

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60cm）の間にはいり圧延される仕組である。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。



第4-19図 の小さいほどはよい。

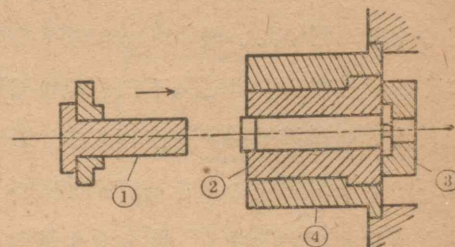
皮はぎ引板

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よ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

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

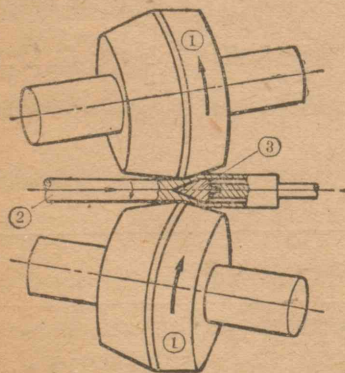
なお押出速度は銅合金では 25~37 cm/s、アルミニウム合金では 20~30 cm/s である。押出速度がはやすぎると表面に、あわ状その他の きず を生じ、また内部に、き裂がはいる。一方あまりおそいと

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

鋼管材で大口径のものはリベット接合^{びょう}(鋲接合), 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, 押出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 図のよう

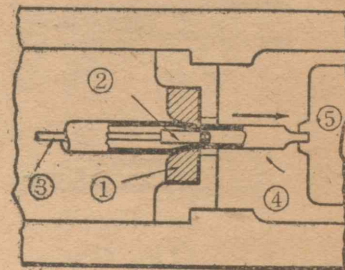


第 4-21 図 穴あけ用のロールと心棒

①ロール ②材料 ③心棒

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転しながら進む。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, 鋼といっしょに回転するようにして

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仕上った管 ⑤つかみ

(2) 管材の引抜き 圧延または押出し, 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。

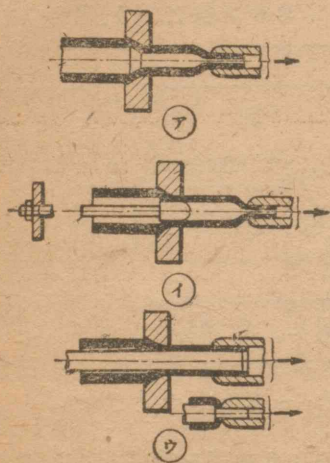
第 4-8 表 銅管引抜工程

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, 厚さの通減率はふつう 10% ぐらいとする。

加工まえの処置としては荒管を酸洗いしてよくスケールを除いて水洗いし, 乾燥後, 麦粉と獣脂の混合液, 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

⑦心金を用いない管引抜き ⑧玉を用いる管引抜き ⑨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。

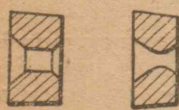
(イ)玉を用いて引き抜く。

(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ょうにならない。

(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とき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。



第4-24図 引板

⑦円すい形引板 ⑧ラッパ形引板

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

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、

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

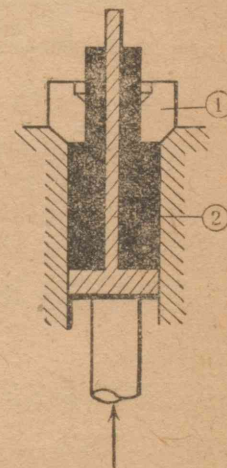
た管を加熱してから円筒内に入れて押し出す。鉛管のときは第4-26図の引板を除き小径のラムの周囲に鉛を鑄込み、引板をもとの位置にもどし大径のラムで圧力を加えて押し出す。これで内径 6 mm、長さ 250 m の

管をつくることもできる。押出温度は 150~300°C である。

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。

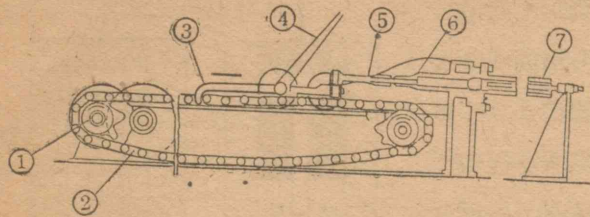


第4-26図 鉛管の引抜き
①引板 ②ラム

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

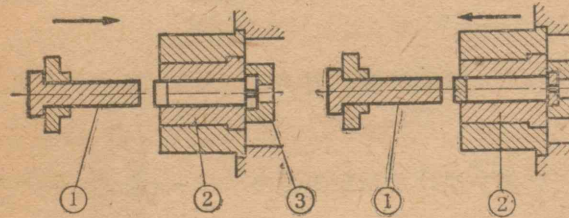
轉し 300t から 5,000t までいろいろのものがあ、ふつう 1,000t



第 4-27 図 引抜用引延機

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

⑦普通法 ④逆法 ①ラム ②円筒 ③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

以下のものを垂直型、それ以上のものを水平型にしてある。蓄勢機にはおもりが、場所をとる

process) とがあり、ふつう同一の機械でふたとおりに使用できるようにしてある。

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な変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グ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きと同じ方法で、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。タングステン・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。

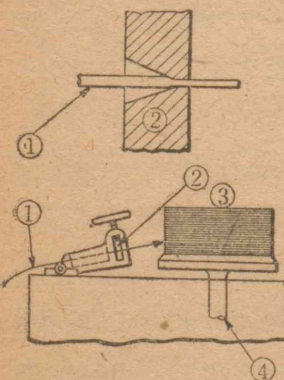
(1) 銅線の製造 軟銅線は炭素量 0.05~0.2%, 硬銅線は 0.4~0.8% のものを用いる。

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（バテンテング）を行う。



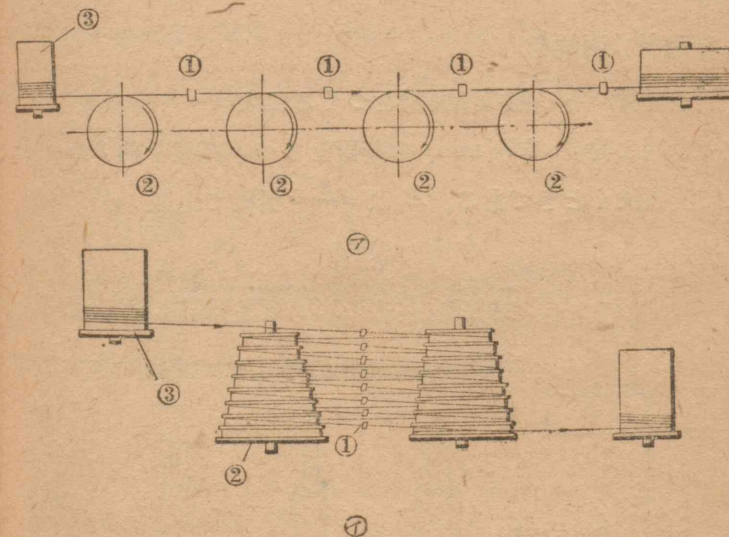
第4-29図 伸線機
①線 ②引板 ③かま ④駆動軸

6. 線引機

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、④ 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 ④細線用多段式線引機 ①引板 ②補助巻取胴 ③引上巻取胴

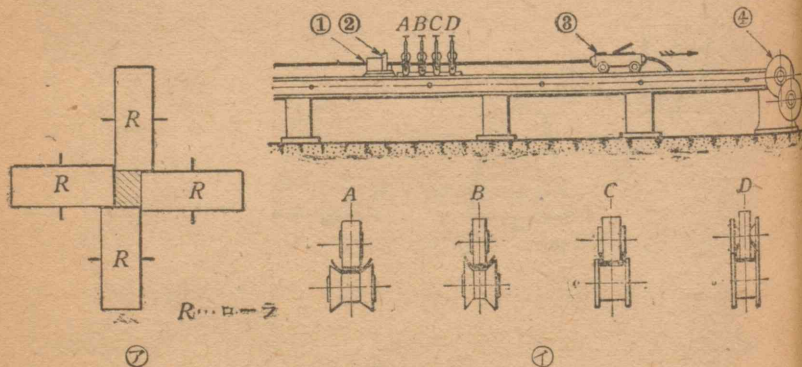
も補助の巻取胴に荒線を 2~3 回巻きつけてあり、線に必要な張力がかかるようにしてある。そして巻取胴の下半分は冷却された減摩液中にひたっている。またこの減摩液をポンプにより各引板に吹きつけるようにもしてある。この線引機では 2.5~4.0/s の速度で引き

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グステン、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つ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/min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

條材からやや形の複雑な断面材を引き抜くにはロール引板を数個一列にならべて連続的に引き抜き、各ダイスで少しずつ変形させて所要の断面を得る(第4-31図⑦)。

8. 逆張力引拔法

いままでの引拔法は、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

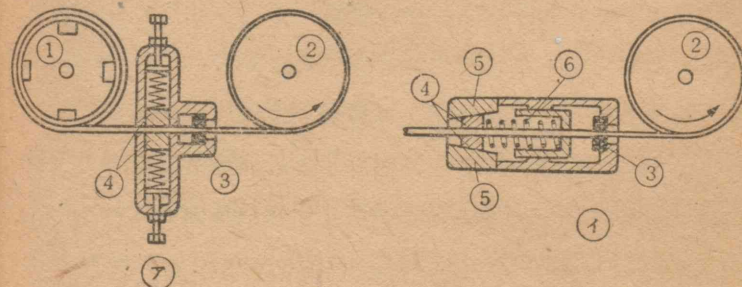
(ア) 引板の受ける圧力が小さく、したがって穴の拡大される量が少なく製品の外径がよく引板の穴型と一致する。

(イ) 引板と材料面との摩擦による動力損失が減少する。

(ウ) 引板材料と引板の温度上昇が小さい。

(エ) 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 逆張力引拔法

①素材巻く ②巻取胴 ③ダイス ④ブレーヤ片 ⑤くさび型案内面 ⑥ばね

〔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。

(ア) 製品はどんなことに用いられているか。

(イ) 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。

(ウ) 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。

(エ)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。

(カ)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。じょうぶな安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。

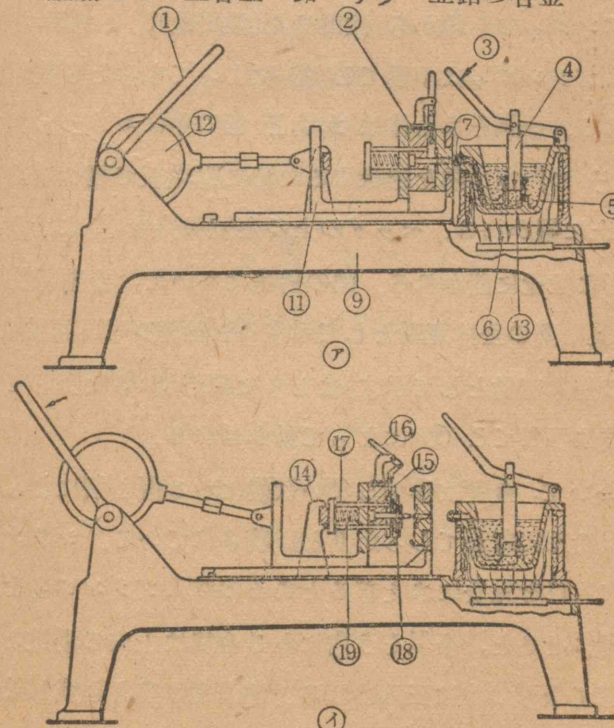
しかし当時用いられた鑄物設備は第5-1図⑦、①に示す手動式注入ポンプ機と本質的に原理において違っていなかった。この装置は現在使用されている装置のうちでもっとも原始的なものであるが、この装置の起原は西暦1856年にさかのぼり、はじめは活字の込め物をつくるために考案されたものであった。

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って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をきたした。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。

(ア) 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

②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

(イ) 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⑪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

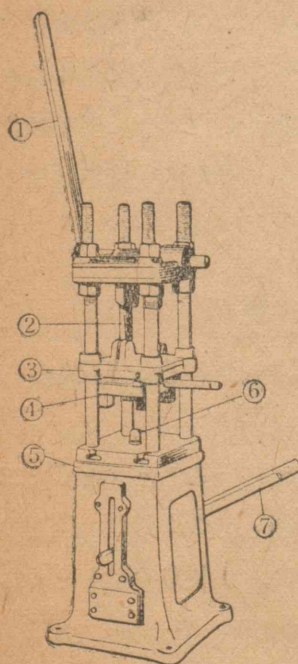
(ウ)金型に鑄込湯を供給すること

(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①②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⑤⑥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)

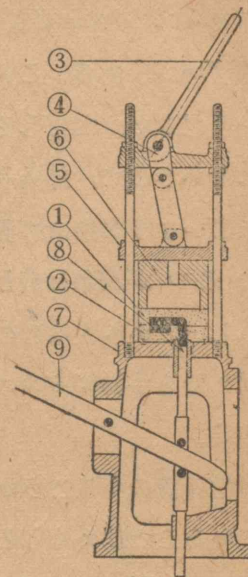
の3種に分けると、(ア)は低圧式、(イ)は中圧式、(ウ)は高圧式ということもできる。プランジャ式は鉛・すず・亜鉛などの低温溶融金属に用い、圧縮空気式・水圧式などはアルミニウム・銅などの高温溶融金属に適する。

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とかし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が上がつて、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に出来ている。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械では、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。ひとりは上部ハンドルにより金型 ①② の開閉をし、ひとりは金属溶液をくみ入れ、他のひとりはレバー ⑨ 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。

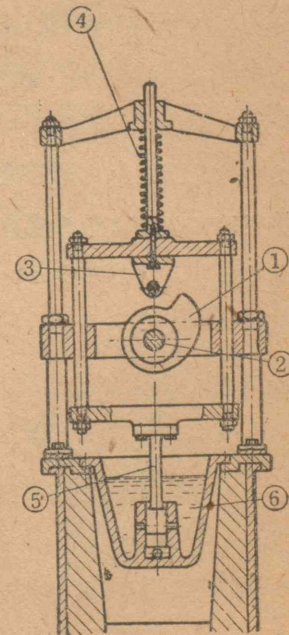
2. 圧縮空気ダイカスト機 (compressed air-operated type die-casting machine)

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。

電動機の回転は1回転で停止しがたいものなので、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。

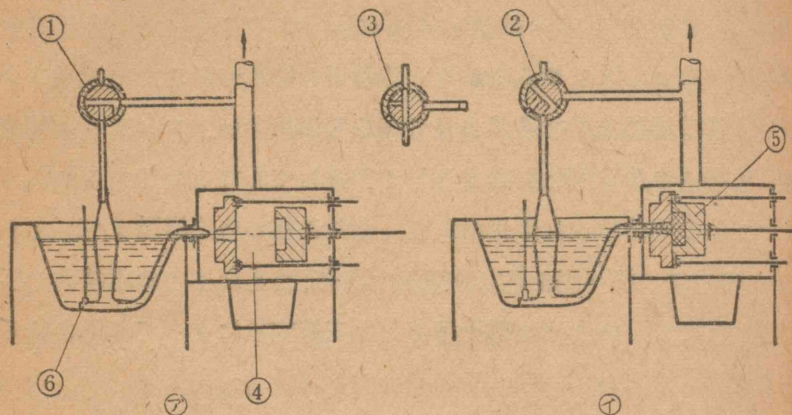
しかし最近になり合金なべの中に高圧空気を吹き出させるものが出来てきたが、実際にこれを用いると空気の絶縁が困難であるばかりでなく、おいおいその空気圧を高める関係上合金なべの耐圧強さが困難となり、それとともに

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
ブランジャ 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

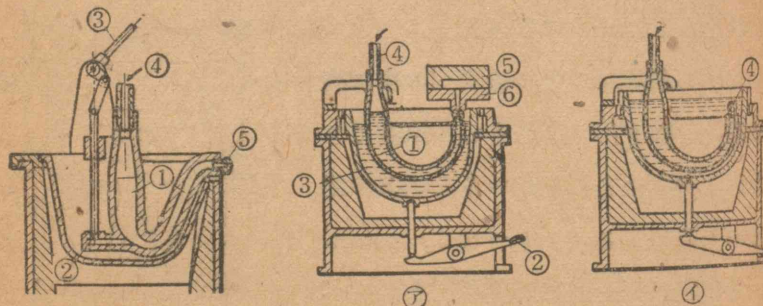


第5-5図 空気利用の鑄込み ⑦鑄込前 ④鑄込中

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



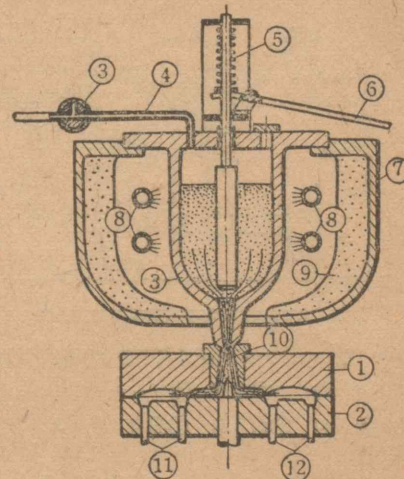
第5-6図 ガンの首後部投入式機械 ①ガンの首 ②湯取入口 ③湯取入口操作ハンドル ④圧縮空気のはいる管 ⑤鑄型へ接合する口

第5-7図 ガンの首潜水式機械 ⑦潜水中 ④ガンの首脱水時 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 ⑤鑄型 ⑦圧縮空气管

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

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④図のようにガンの首を脱水させて鑄型⑤⑥にくちばしをつなぎ、圧縮空気を⑦から送り



第5-8図 下方吹込圧縮空気式鑄造装置

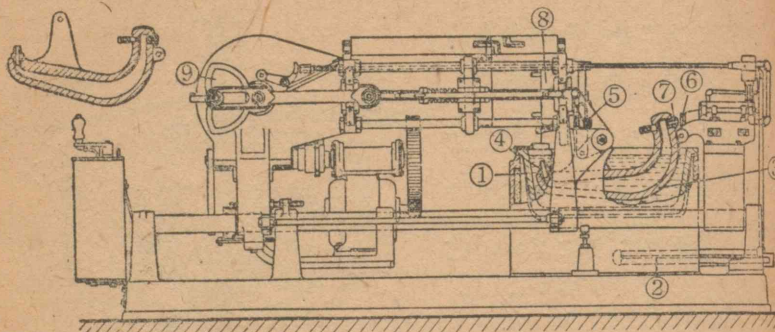
①②金型 ③溶融なべ ④圧縮空气管 ⑤圧縮ばね ⑥湯出口操作ハンドル ⑦カバー ⑧燃焼ガス噴出口 ⑨耐火材 ⑩湯口 ⑪⑫空出棒

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

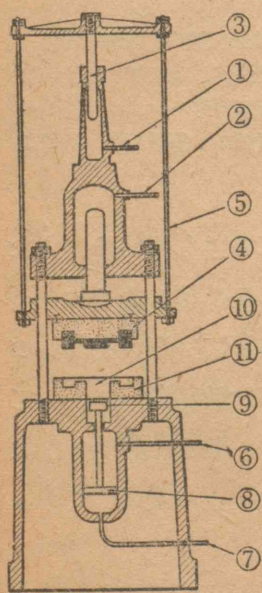
けたり、または金型を首の方へ向かって動かしたりしている。また金型へそのくちばしを押しつけるために第5-8図のように金型①②の上に溶融なべ③があって金型の上からくちばしを押しつけるものや、第5-7図のように金型⑤⑥の下に溶融なべがあって金型の下からくちばし④を押しつけるものや、第5-1図のように横からするものなど千差万別であるが、結局は装置の差だけであって、作用も効果も目的も少しも違っていない。

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の中にあまめられ

ーナ ② によって熔融され、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⑤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。それよりさら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

くわえられた高圧力水を供給してする。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にある湯を高圧力で金型④⑪の中に鑄込む。

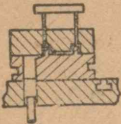
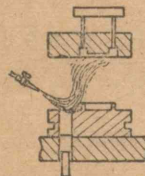
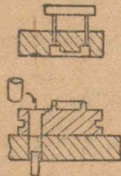
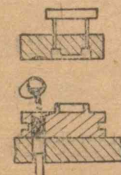
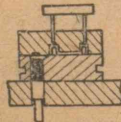
第5-1 表は固定金型に圧入プランジャを直接設け、下側から圧入するものの鑄造操作の例である。

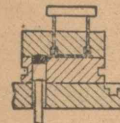
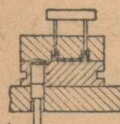
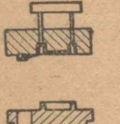
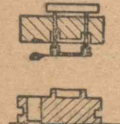
水圧式ダイカスト機の製品をつくり出す速さは、2 分間であよそ 3 回ぐらゐの作動が行い得られるようになっている。

金型内へ熔融金属を鑄込むために、水圧を用いることと空氣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、空氣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、空氣圧式機械では、鑄込みのときの空氣膨脹の結果として、第2 圧が低下することになる。このような関係で、空氣圧使用の装置では、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、空氣圧式は高水圧ポンプと圧縮

第5-1表

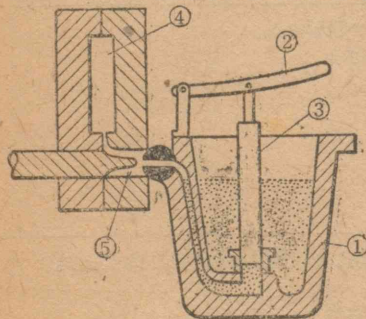
1	 金型の取付け	上下各金型閉鎖装置をおろして、しっかり押えたまま上下それぞれ取付ボルトで締めつけ、取付けをおわる。取付けにむりがないかをよく点検する。
2	 金型の加熱	準備としてまず鑄造合金に適する温度に金型・空気を、その他圧入プランジャなどを加温し、圧入プランジャなどのしゅう動(摺動)状態をしらべる。
3	 石綿袋の装備	金型清掃を十分にし黒鉛ペーストを圧入プランジャ・ノックピンおよび型面に塗布し、加圧室に石綿袋を装備する。
4	 溶融金属の装備	調整炉で準備された合金を ひしゃく でくみ入れる。合金1回の量は ひしゃく の大きさでたいたい見当をつける。
5	 金型の閉鎖	型面に異物の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	圧入プランジャ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	圧入プランジャをおろし
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。

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



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

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、熔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

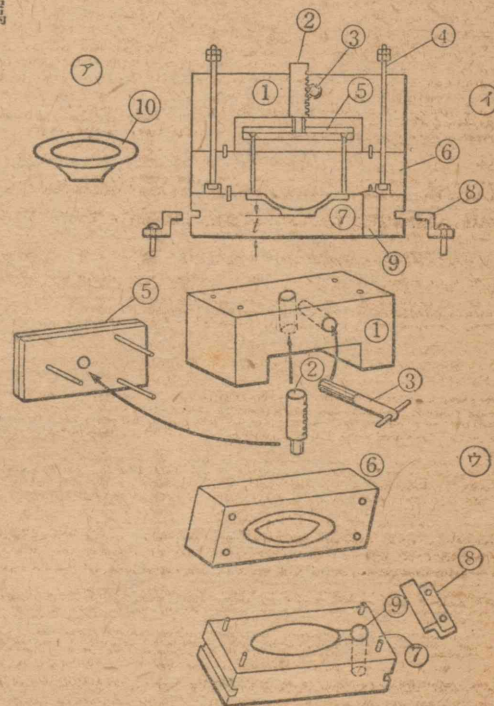
トンの穴に流動性の湯をくみ入れ、下から突き上げる式である。また他に横から突き込むものもあるが、どちらの方式でもこれに用いる金属は流動性の多い水状溶融物である。

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

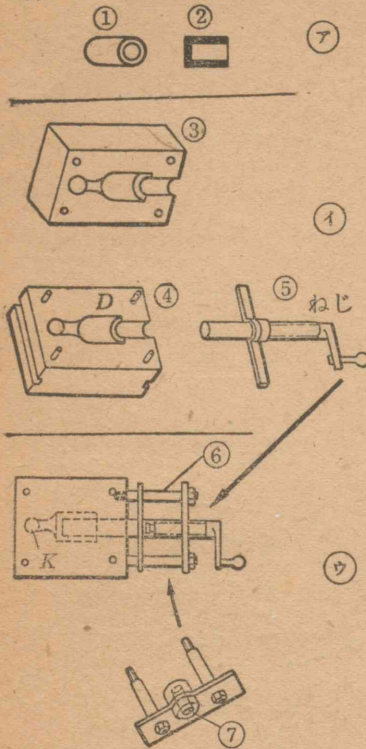
(1) 鑄型の構成 ダイカスト鑄造に用いる鑄型は5個の部分品からなりたっている。すなわち、上型・下型・中子片および上型をつつける型台(ダイブロック)と突出棒である。第5-12図において⑥は上型、



第5-12図 ダイカスト鑄型の組立図

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5-12図 ①は以上の部分品を組み立てたところを示す。①図



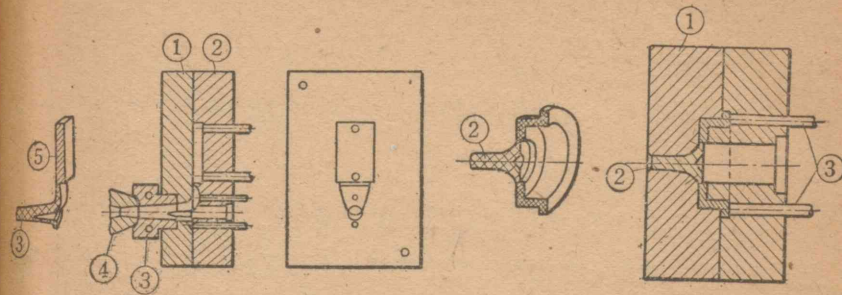
第5-13図 ダイカスト鑄型中子組立
図 ①製品 ②製品断面 ③上型 ④
下型 ⑤中子と中子移動装置 ⑥移動
用支持器 ⑦移動用ねじ穴

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、その中子を出し入れは ⑨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。

⑦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 ⑨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 ⑥⑦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。

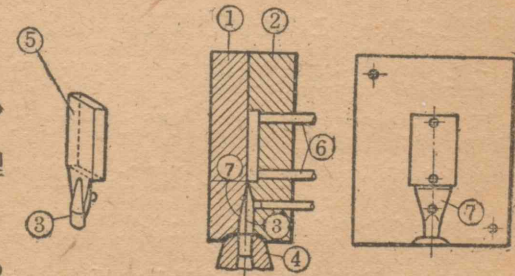


第5-14図 固定間接湯口鑄型 ①②金
型 ③湯口 ④湯注入口 ⑤製品本体

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。

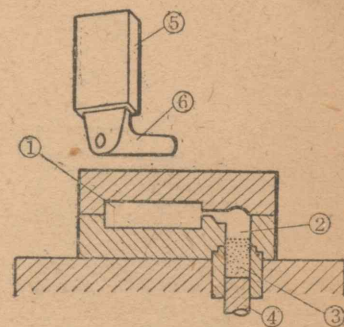
また角度のするどい製品を鑄込む水圧機鑄型はその角を直角に仕上げないで、多少とも丸みをもたせておく必要がある。そうでないと、高圧の加わる結果、角部から鑄型にき裂を生じやすい。たとえば六角ナットのようなものを鑄込む鑄型では、六角の角をすどくしておくと、その部分において鑄型に割れがはいりやすい。

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収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。

鑄込まえに熔融金属を絶熱筒内(石綿袋)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に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熔融金属が型内に流れ込むように湯口を設計すべきで



第 5-17 図

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

ある。これは熔融金属の酸化表面を型の中に入れないためである。

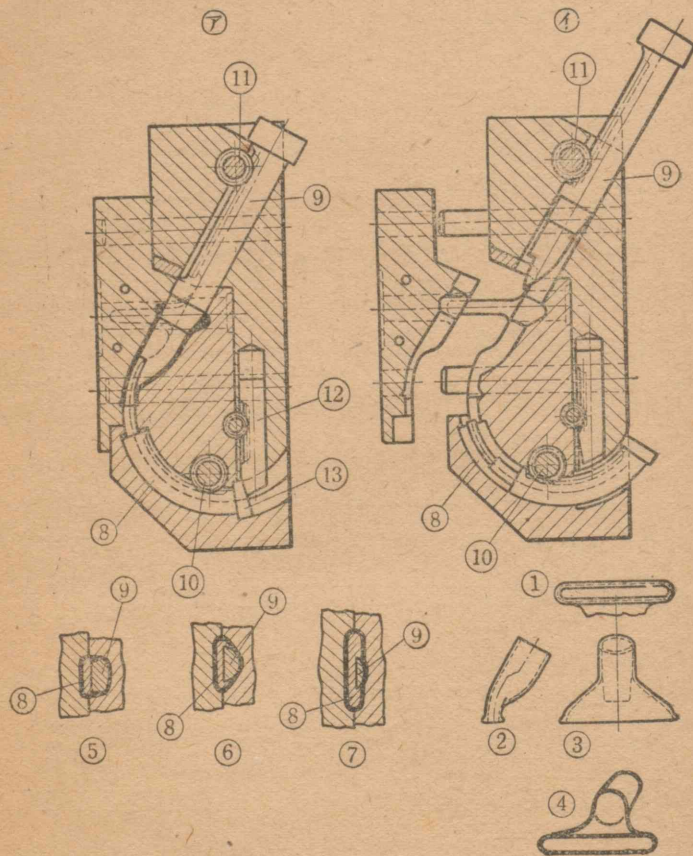
湯口の大きさは金属の流動性(湯の温度)によってきめるべきであるが、熔融金属の温度が下がれば下がるほど湯口は大きく、また太くすべきである。

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熔融金属が直接まわるようにつくらなければならない。

(3) 中子の形状とその拔取り方 中子の形状はもちろん製品ごとに違っているから、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) わん曲中子の拔取り 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拔取り方は、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。㉗ 図は中子を型内におさめて鑄込みをおわったところ、④ 図は中子を抜き出し型を開いたと



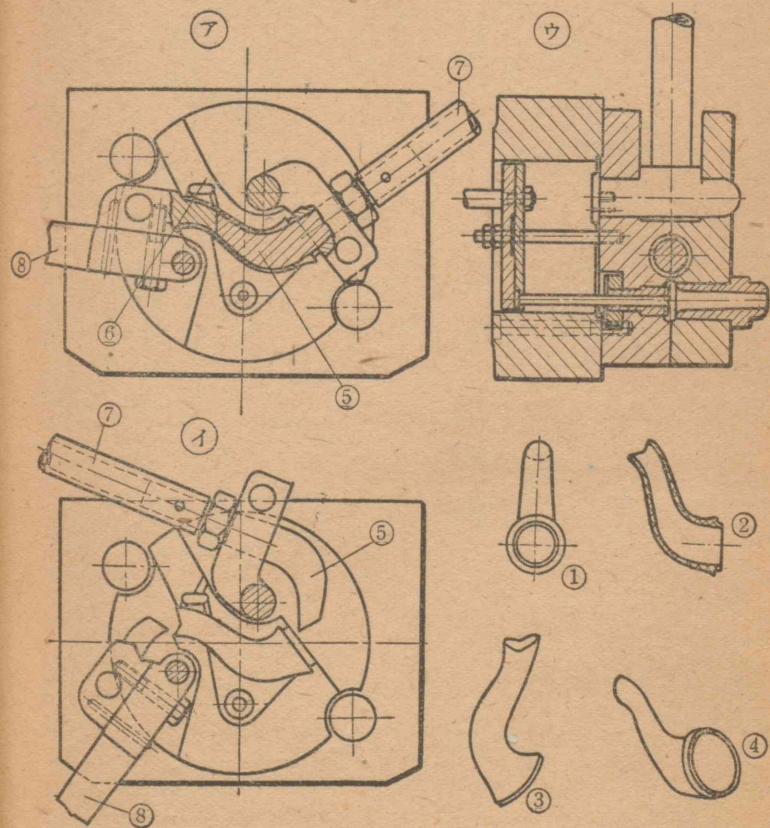
第 5-18 図 わん曲中子の拔取り (製品は室内真空掃除器の吸込口)

㉗ 中子を型内におさめ鑄込みのおわったところ ④ 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、㉗ 図

は鑄型を閉じ中子を入れたところ、④ 図は中子を抜き出したところ、㉗ 図は㉗ 図、④ 図型の切断面である。㉗ 図のように中子、



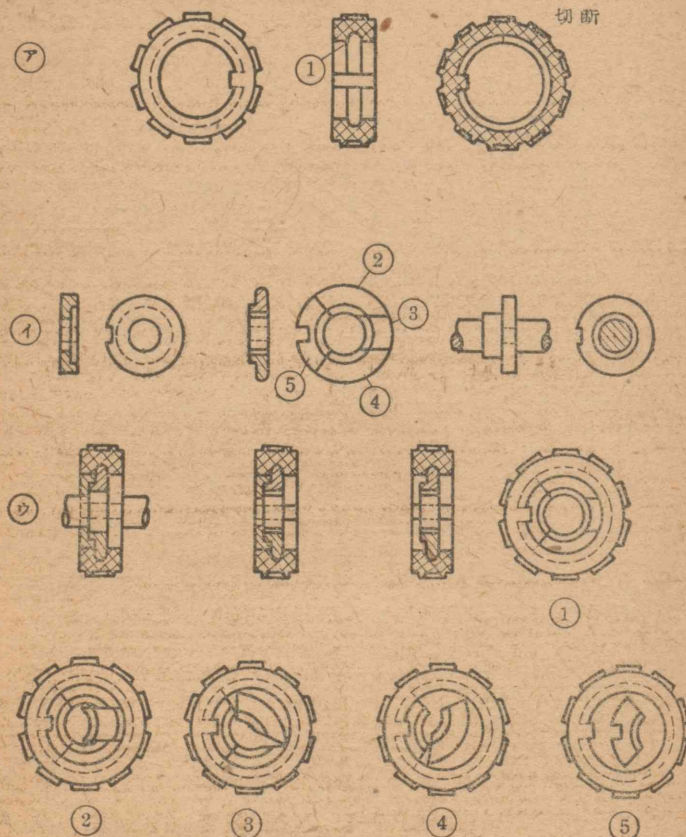
第 5-19 図 水注曲り口中子の拔取り

㉗ 鑄型を閉じ中子を入れたところ ④ 中子を抜き出したところ ㉗ 型㉗ ④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。

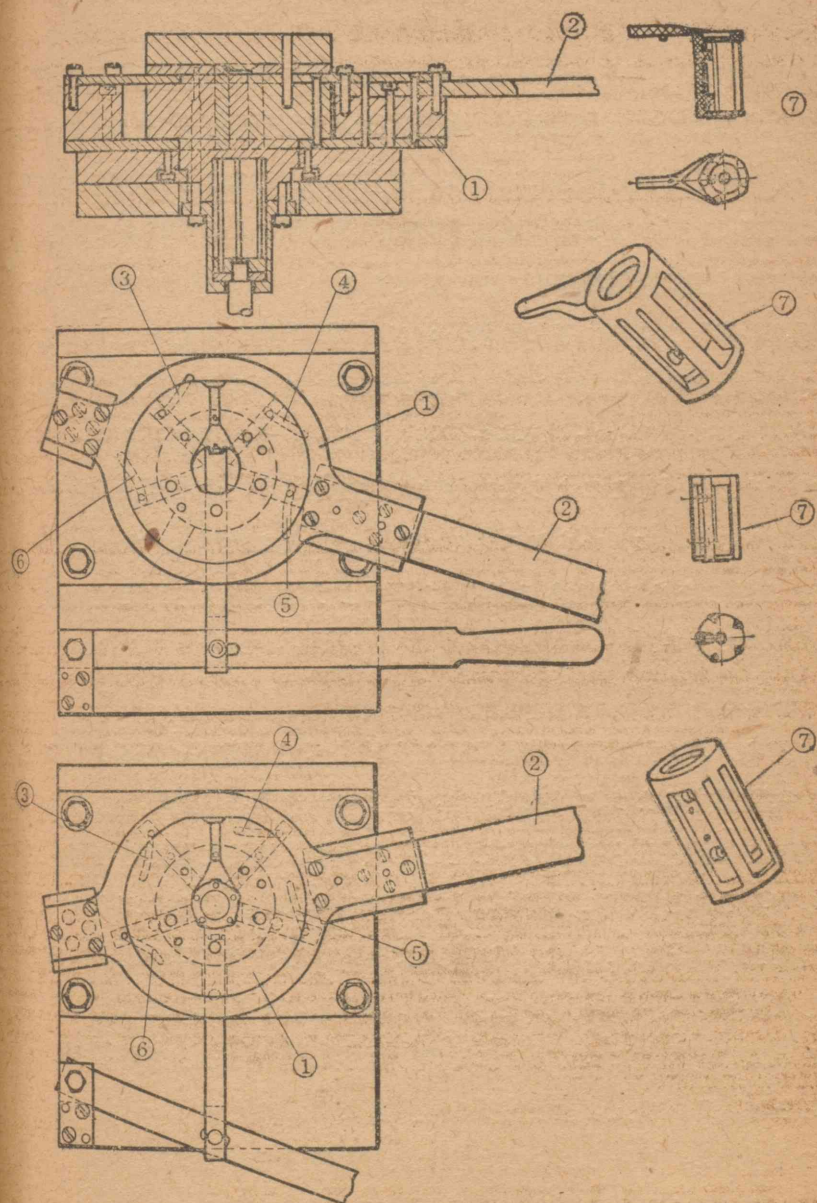
第 5-18 図、第 5-19 図を應用すれば、ジャロなどの鑄型の中子もたやすくできるわけである。

(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 ②中太穴をもつ製品の図面 ①中太部 ④分割中子 中子は②③④⑤に分割している ⑤中子の抜取り順序 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⑦のように②③④⑤に4分して⑤を図の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回轉板式中子移動裝置 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。

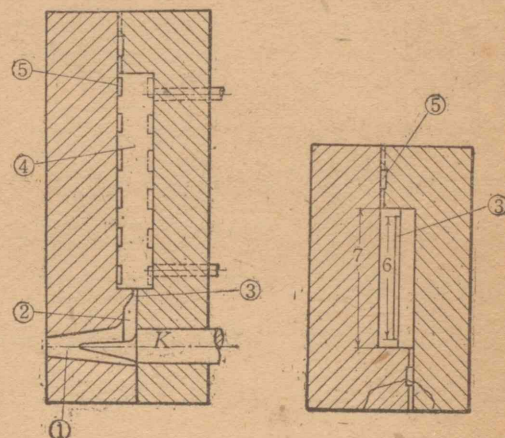
2. 鑄型の設計

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。

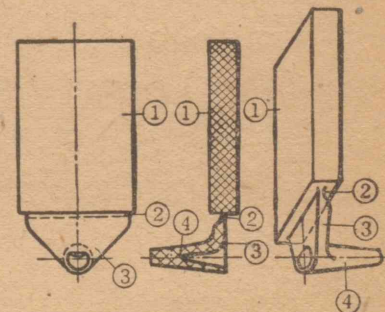
流動狀金属をダイカスト鑄型へ注入するダイカストの鑄造工程は第5-11図で、金属は加圧室から注出せんの先端、および鑄型の通路(第5-22図)の鑄型

湯口①、および舌狀湯だめ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、のり狀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舌狀湯だめ ③湯道 ④金型中空部 ⑤空氣逃道 (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帶狀または舌狀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は出来上りの鑄物本体、②は湯道、③は舌狀湯だめ片、④は鑄型湯口を示す。湯道②は第5-22図には③で示すように、ひじょうにせまい平な通路であ

第5-23図 鑄型口を完備する簡単な鑄物 ①鑄物本体 ②湯道 ③舌狀湯だめ片 ④鑄型湯口

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ときには、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。

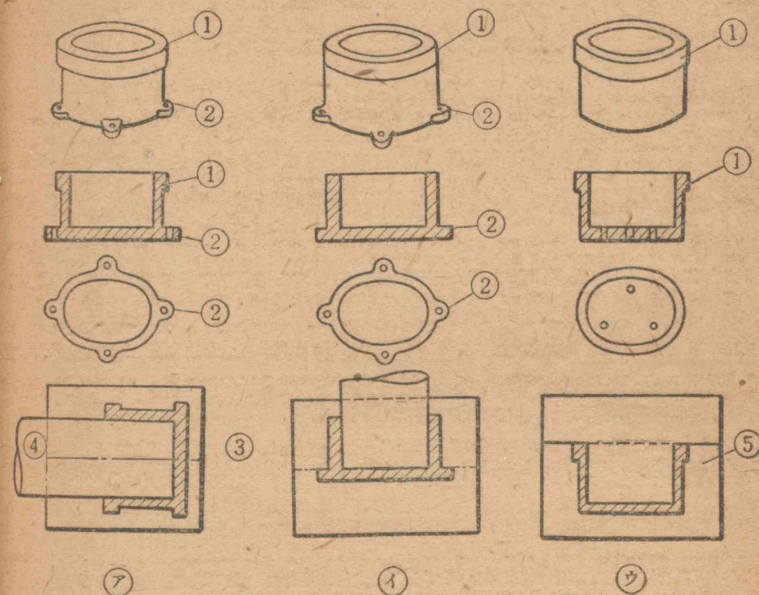
湯道の形や大きさはダイカストの方法によって違うが、ただ鑄型を仕上げた場合、湯道ははじめは小さくつくり、たびたびの試験鑄込によって徐々にその道をくりひろげるがよい。なぜならば、はじめに大きく湯道をとれば、これをあとから小さくすることは不可能であるからである。高温の溶融金属による鑄込みのときの湯道の大きさや形は、扁平でせまく、低温の溶融金属による鑄込みのときは円形でひろいが、もちろんその大きさと廣さの程度は鑄込むべき製品の大きさと形状とによって違うわけである。

(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、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価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

ろうとするには、①および②の凸部があるために型は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

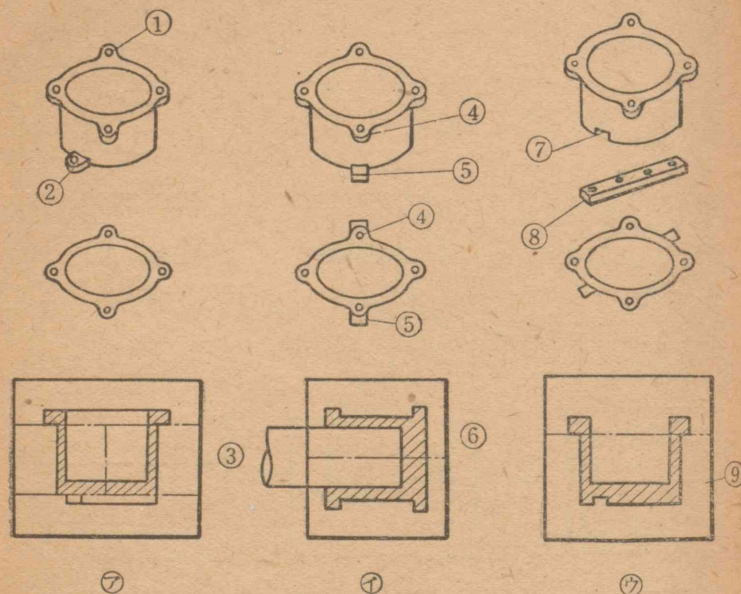
⑧: ①の凸部①を除いたために金型が簡単になった

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ならない。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

- ③ 上下凸部 ①② の位置の角度が異なるため 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異なるために金型を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分するとすれば、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

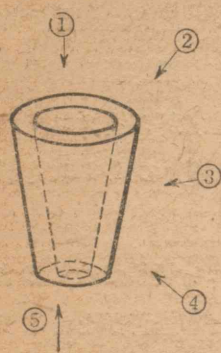
イカスト製品としては④がもっとも適当であるが、しかしなにかのわけで足が⑦のような角度にならないといけないものとすれば、⑦のようにすべきである。この3者を比べたとき、製品におそらく差異をみとめる人は少ないであろう。しかも製作者の側からいえば、④は⑦の1/2、⑦は足の取付けは増すがダイカストの部では手数と労力と金型製作および鑄込費用は⑦の1/3にも減る。

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簡単化するとともに、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。

(ア) 1個の金型に数個の製品の型をおさめるとき、甲と乙との製品の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。

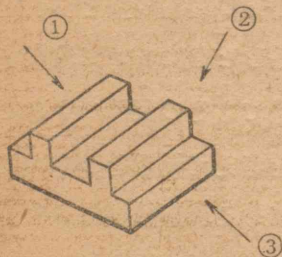


第5-26図 湯の流れと抵抗の大小 ⑤の方向から湯が流れるように湯口を彫ると抵抗が少ない、①②この方向に流れるともっとも抵抗が多い

(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差異ができる。

(ロ) 製品を湯口に対して並列(パラレル)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。

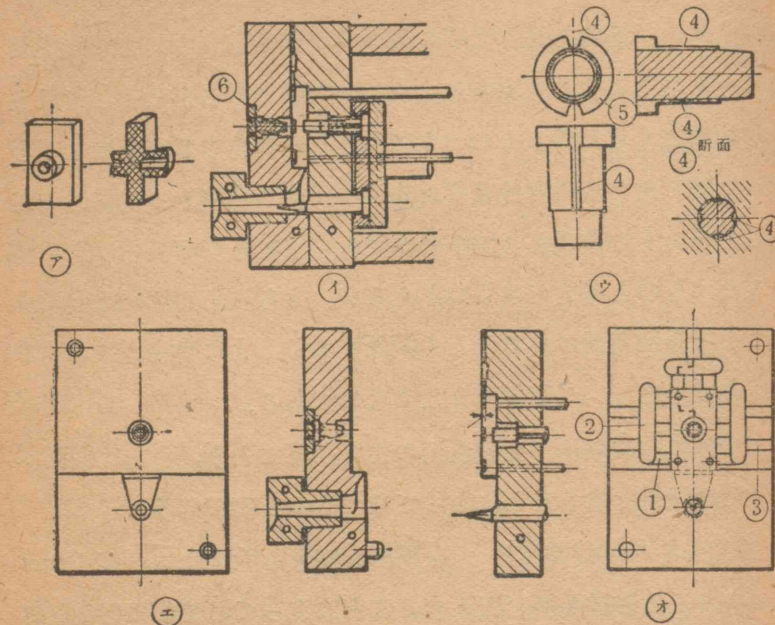
すべて製品においてもっとも確実に堅ろうでなければならない箇

所は湯口より直接にもっとも近くみた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氣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) 金型からの空氣排出法 金型から空氣を除くには、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氣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氣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) 誘導による空氣排出法 鑄込まれた熔融金属の圧力によって金型中から全空氣を排除するためには、外部に向かって空氣を誘導する空氣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、この空氣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、また空氣の逃道は、空氣は流出できるが、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



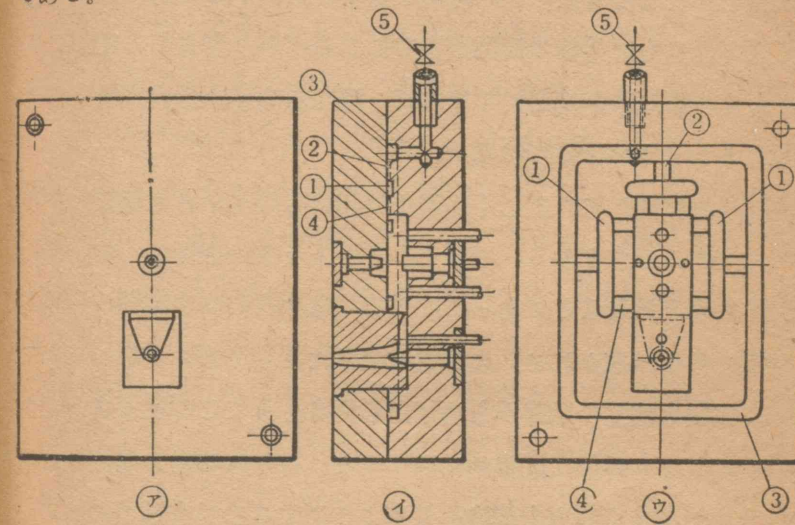
第5-28図 金型からの空気排出法

- ⑦ダイカスト鑄物の平面図と断面図 ④閉鎖したときの型の断面図 ⑨上型の平面図
 ⑧下型の断面図 ⑥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 ④閉鎖された金型の断面図 ⑨上型の平面図
 ①空気だめ ②誘導みぞ ③真空みぞ ④空気逃道 ⑤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。

空氣排出に関して、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、空氣は前述の通路から逃げ出し得る。またこの空氣逃道は金型の中空部より外部に直線的に導かずに、むしろ溶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、その際溶融金属はふつう硬化するものである。

第5-28図の空氣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、まずより深い空氣だめ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、空氣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氣逃道は、鑄込後型を開くとき完全に障害なく、空氣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、この空氣逃道は閉ざされない。また、空氣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、この種空氣逃道はすぐれた意義をもつものである。

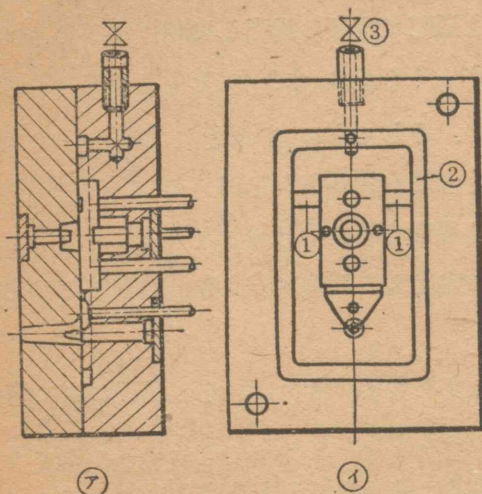
b. 型の可動部分と固定部分との間に設けられた空氣の逃道(第5-28図④) 型の可動部、すなわち中子・滑り子およびブランジャなどは、それらの小みぞを通じて空氣の逃出しに利用することができる。可動部分はかならずいくらかの すきま をもって案内みぞに適合させなければならない。そしてその すきま はひじょうに薄い環状であるか、あるいはまったく細い小みぞ第5-28図の④⑤⑥、中子型⑦の④、すなわち扇形または半月状をなすかのどちらかであって、この すきま が中空部より外部へ導く空氣の逃道を構成する。

可動部分におけるこのような空氣の逃道は、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、このような空氣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氣は分離面の逃道で排除できないから、中子に設けた空氣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氣逃道(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、それを設けた空氣逃道⑥を通じて空氣排出をなし得る。しかしこれにも前述の案内みぞを通ずる空氣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。とくにまた空氣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氣の排除 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⑦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 ④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とき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えるとあな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

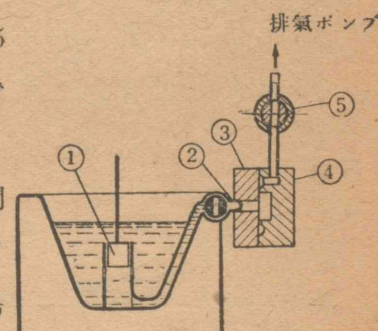
さがっているときには、それをかこんでいるいろいろな気密面により外気と絶縁されている。真空みぞ ⑧ はコック ⑤ を通って真空ポンプに連絡している空気のパイプと連絡する。

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、型の中に残っ

は、型に注入の際の流動現象を考えてあなばいされている。この場合小みぞは、型に注入の際の流動現象を考えてあな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価で、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

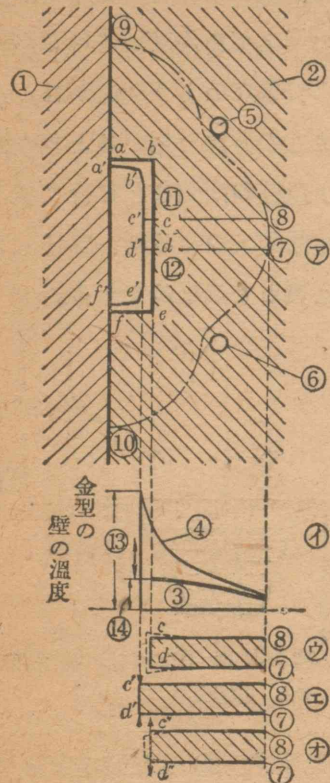
第5-5図の左は鑄込前の状態、右は鑄込の瞬間の状態、中央はコックの動作を示す。①は圧縮空気入口、②は湯を噴出管へ入れる口である。

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⑦⑧⑨⑩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変形応力の説明 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 ⑥鑄込前 ⑦鑄込後 ⑧冷却穴 ⑨⑩温度上昇 ⑪⑫型材 ⑦⑧⑩⑫部の熱の変化による膨脹収縮の状況

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、鑄物を出したのちに冷却し、つぎの操作をはじめるまでに型材料は曲線 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

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と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。

與えられた金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、鑄込みのたびに違うばかりでなく、同じ鑄型でもその位置によって大いに違うことがある。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触れる部分はすべて直接触れない面よりはるかに高い温度を受ける。第5-2表はこの直接触れない部分の値である。

鑄込直後の金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

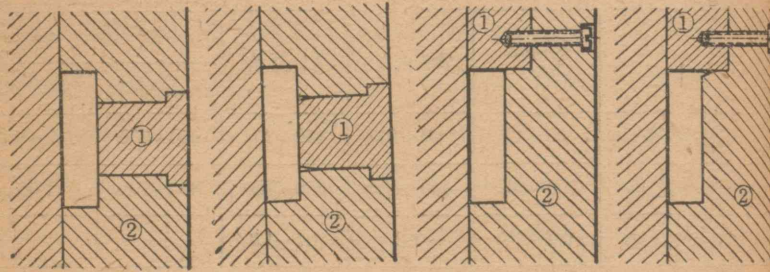
	Pb-Sn 合金	Zn 合金	Al 合金	黄 銅	
				低温注入室	高温注入室
鑄込前の内壁温度	50~80	80~150	150~250	250~350	250~450
鑄込温度	260~360	400~490	620~750	850~920	1,000
縮みしろ	0.2~0.3	1.2	1.4~1.8		

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くうにわかるであろう。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。

金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(ア)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(イ))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 ㊦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 ㊦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 ㊦入部において破れ目を生ずる 2 例を示す ①㊦入部 ②型腔部

(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、素材の応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応力を緩和するために、型彫

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。加工終了まゝに、切削加工の結果生ずる応力を除き、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磨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)。

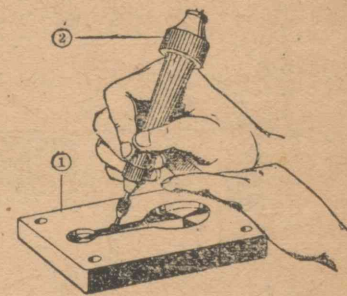
熱処理にはまず正しい温度を用いることである。一般に低融点鋼のときは、ブリネル硬度 130~140、高融点鋼のときは 140~150 にさせるとよい。金属組織があとから変化することを避けるために、焼なまし温度が型材料の使用温度より高いことが望ましい。加熱時間や焼なまし時間を十分にとり、焼なまし時間は、クロムタングステン鋼で 4~6 時間以上、クロム・タングステン・コバルト鋼では 10~20 時間にすべきである。焼入れの場合、木炭などでよく型部を包んで、酸化に対して注意する。鑄型の使用中も、ときどき、さらに焼きなますことによって型の内壁の応力をふたたび除き、鑄型の寿命をながくすることができる。

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 図の例のように研磨法によって行われ、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・ベークライト・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ざれば、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。

合金の種類		実 際 組 成 (%)										比 重		融 点 (°C)		凝 結 点 (°C)		おもに供 用される 鑄造法		鑄 造 法	
		Sn	Pb	Sb	Cu													おもに使用 されるの 作業温度 (°C)	普通使用 の作業圧 (kg/cm ²)	鑄 造 機	
Pb	合 金	0~15	残り	5~18	~							10~ 10.5	242~ 265	242~ 246	熱加工室 法		プランジ ヤ式	260~330			
Sn	合 金	残り	0~56	13~16	4~5							7.3~ 9.0	約 500	180	熱加工室 法		プランジ ヤ式	280~330			
Zn	Sn-Zn 合金	Zn 残り	Sn 6~25	Al ~05	Cu 3~4	Mg ~	Ni 0~0.2					7.07~ 7.20	420~ 467	199	熱加工室 法		おもに使用 されるの 作業温度 (°C)	20~70			
Al	Al-Zn 合金			3.5~5	0~3	0~0.1	0~0.2					6.73~ 6.77	385~ 422	381	熱加工室 法		おもに使用 されるの 作業温度 (°C)	290~330			
Al	Cu-Al 合金	Al 残り	Cu 4~8	Si 0~3	Ni 0~3.7	Mn ~						2.9~ 3.0	610~ 640	520~ 540	熱加工室 法最近では 冷加工室 法も用いらる		圧縮空気 式・水圧 式	650~750			
Si-Al	合金			3~13	~	0~2						2.67~ 2.75	570~ 630	570	熱加工室 法		圧縮空気 式	620~700			
Mg	エレンゲトロン メタル 合金	Mg 89.7	Al 10	Mn 0.3								1.83	593	455	熱加工室 法		圧縮空気 式	650~700			
Cu	黄 銅 合金	Cu 残り	Zn 40	Pb 0~2	Si ~							約 8.5	889~ 903	875~ 890	冷加工室 法		水圧式	350~920			
トムバズル	合金	82	残り	~	4~5							約 8.5	920	11	冷加工室 法		水圧式	約 960			
高温溶融合金												約 8.5	920	11	冷加工室 法		水圧式	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)
		(%)				引張 強さ (kg/ mm ²)	膨 脹 (%)	ブリ ネル 強度	打撃 はん曲強 度 (cmkg /cm ²)		融 点 (°C)	凝 結 点 (°C)	
		Sn	Pb	Sb	Cu								
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	79	7.5			
	3	60	23	13	4	7.5	2.4	22.7	46	8.0			
	4	50	33	13	4	7.5	2.2	21.9	39	8.3			
	5	25	56	15	4	7.7	1.4	23.1	46	9.4			
Pb 合 金	6	—	90	10	—	5.3	1.0	15.5			約 10	246	260 — 300
	7	10	80	10	—								
	8	15	80	5	—	5.6	1.5	23.2					
	9	3	79	18	—								

Sn 合金は鉄をあまりおかさないので、ふつうはブランジャ式機械で鑄造される。溶融そうの温度が高すぎると大氣と反應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。

機械力と熱とに対しては、Pb-Sn 合金はあまり強くない。この種の合金はとけはじめる温度が 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熔融そう内にはただちに重力分離が起る。酸化鉛は熔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熔融し

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價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、食品に直接触れる部分品や、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。