

ク	(八八〇度)	二五〇〇	一〇〇
銅	(一一五〇)	一七二〇	六九
青銅四、八%錫	(一一四〇度)	一八九〇	七六
ク (八、七%錫)	(一一三〇度)	二〇七〇	八〇
ク (一一%錫)	(一一二〇度)	二〇七〇	八〇
ク (一二、五%錫)	(一一三〇度)	二一二〇	八五
ク (一四、八%錫)	(一一五〇度)	二三三〇	九三
ク (一六、三%錫)	(一一五〇度)	二七六〇	一一〇
ク (一九、九%錫)	(一一五〇度)	三〇六〇	一二二
釜石コークス	(一一三〇〇度)	二四四〇	九八
三號銑	(一一三〇〇度)	二九八〇	一一九
ク	(一一三〇〇度) 一、二%の燐を 加へたるもの	三二五〇	一三〇
レツカー銑	(一一三〇〇度)	二五〇〇	一〇〇
本溪湖銑	(一一三〇〇度) 〇、七%の燐 を有するもの	二七四〇	一一〇
ク	(一一九〇度) 〇、五%の燐 を有するもの	三〇五〇	一二二
ク	(一一三〇〇度) 一、三%の燐 を有するもの	三三一〇	一二八
ク	(一二八〇度) 一、八%の燐 を有するもの	三四二〇	一三七
ク	(一二九〇度) 二、八%の燐 を有するもの	四三三	一七
白銑	(一二五五度)	一一四〇	四六
坩堝鋼	(約一六〇〇度)		

以上の如く流動係數を求めますれば各種金屬合金類の流動性を略ぼ明らかに腦裡に比較印象することが出来る。

## 鋼 鑄 物 に 就 て

(大正拾參年壹月拾九日大阪鐵工業會館に於ける聯合講演會講演)

野 村 靜

漠然とした掲題であります、鋼鑄物に就て充分御説明す

るのではなくて、何か實地の立場から鋼鑄物に關し思付いた

金屬の流動性なる問題に就きては尙幾多趣味ある研究問題が残つて居ります例令ば銑に對する硅素、滿俺、硫黃の影響等其の一例でありまして吾人の實驗せるものは僅かに其一部分に過ぎないのであります將來機會を得ましたならば尙研究を繼續して見たいと思ふて居るのであります。

終りに臨みまして本研究に當りましては齋藤博士の御懇切なる御指導を忝ふ致しましたのでありまして此の機會に於て厚く御禮を申述べ度いと思ふのであります。

### 質疑應答

- 齋藤定一君 型は乾燥型でありますか。
- 林狷之介君 左様であります。
- 齋藤定一君 型の温度は測定せられたのでありますか又型の温度は流動性上に影響しますか。
- 林狷之介君 多少影響があるものと考へまして型の温度を勉めて攝氏の三五—四〇度で實驗することに致しました而して其の温度は毎回型の中心にある上のAと鑄込孔Bとに水銀寒暖計を挿入して測定致したのであります。
- 百々初男君 此の流動性とアイスコシテイとの關係は如何ですか。
- 林狷之介君 高温度のモルトウン、ステートの地金のアイスコシテイを測定することは容易ではありませんから工場て單簡に仕事し得るを目的として此の方法を採用したのであります。

(終)

ことを御話しよとの事でありましたから、鋼鑄物を造りますことに心得て置くべきことを二三申し上げ様と思ひます。

無論六かしい學理を申し上げるのでもなく、特に研究しました結果を發表するのでもありませんから、御参考になる様なこともなく、或は御期待に沿はないかとも思ひますが、之を縁に皆様から教を頂く機會を生む事ともなりますならば仕合であります。

(鋼鑄物に就て述べますのに製鋼に關することを先づ除きましたので Crack や Cavity の問題に於て疑義もあつた様でありましたが、無論製煉の如何に依り著しい相違がありませんし、尙ほ鑄込方法にも非常な關係を有するのであります。が、それにも話を及すに至りませんでしたので不徹底でありましたことは限られた時間の爲止むを得ませんでした。が一般普通の品物を造る時平爐鋼をストッパーを以て鑄込場合と極限して見て下さい)

鋼鑄物の需用はその進歩と共に近來著しく増加致しましたが、翻つて見ますと、未だそんなに長い歴史を持つては居りません、私の記憶にも如何にして造つてよいのか見當のつかぬ品物があつたり、時には鑄肌が花崗岩の様に砂の落ちないのや、削れば蜂の巢の様な鑄物が出たこともありました。

それで今尙ほ鋼鑄物は六かしいものだと云ふ様な漠とした觀念が一般にある様ですが、その六かしいと云ふ點が一體如何なる所であらうか、之れを私が私共の立場から考へて見ますと、或は一般に御考になる處とは最早違つては居まいかと思ひます。

鋼鑄物を造りますには他の鑄物も同じ様に製煉、製型、鑄

込、砂落、熱煉と云ふ様な作業を経ねばなりません、然し問題が餘りに廣範になりますから先づ製型に就て申上げ時間がありましたら二三他に及びませう。

製型に於て先づ大切な問題は鑄型材料であることは他の鑄物も同一であります、鑄型としては砂型と金型とありますが、後者は主としてインゴットを作るのに用ひらるる處のものでありまして Mould の一部として Casting にも用ふることはあります、極めて特種の目的の爲に用ひらるるものでありますから Casting に就ては Sand Mould を論ずればよいのであります。

Sand Mould を大別しますと Dry Sand Mould と Green Sand Mould とありますが餘り今日申上げますには多岐に亘りますから、我國では今の處普通一般に用ひられて居ります Dry Sand だけに就て述べませう。

鑄物砂としての條件は 一、Plastic and nonyielding. 二、Quite refractory. 三、Permeable to gases. 四、Easily destructible after serving. 等々あります。

之れに價格が安く量が豊富で均一であると云ふことが伴はねばなりませんから地方的に條件が備はらねばなりません。主體として Silica Sand を用ひます。

- 一、の性質を有たす爲に Binding matter を加ふる必要があり、普通それには Fire clay を用ひます、Molasses や Dextrose, Flour なども用ひますし、又植物性の Oil や Ozin など特種の目的に用ひらるるのであります。
- 二、の爲には要するになるべく Pure な Silica Sand を撰びます、何と云ひましても Steel は一五二〇度 C 前後

で型に注ぐのでありますから *Silica Sand* の撰擇は大切であります、或る數ヶ所の大工場で用ひられて居ります硅砂の成分を第一表に示します、造ります品物の大きさに依りまして左程八ヶ間敷云ふにも當らない場合もありませんが、先づ硅砂の標準を示すならば *Silica* 九八%以上は必要と思ひます。同じく九八%を有して居りまして、他の *Impurity* の如何も大に影響のあるものであります、等しく分析上立派なものでも實際用ひて良否二様の結果を得ることがあります。

三、は砂粒の形状と大きさに關係ある問題であります、形状は鑄物砂には圭角のある砂がよいと一般の原則の様に教はつて居りましたが、私は他の鑄物に就ては知りませんが、鑄鋼には丸い方が適當であると云ふことを感じました、數年前からは雜誌でも同意見が述べてあるのを見ます。

私共は前には圭角のあるものを用ひたのであります、鋼鑄物では相當肌砂をしめなければなりません、何うも圭角のあるものはしまりにむらが出来ず、而してより多くの *Clay* を用ひねば *Holding power* が足りませぬ、鑄型の表面を繕ひますのに篋の當りがよくない、又大きな鑄物ではよく *Metal* が砂の目にさし込んで岩の様になる。

何うも圭角が熔ける様である、瓦斯抜も必ずしもよくはない様であります、砂の形と *Porosity* の關係は *Fig. 1*、*二*、*三*、の如くであります。一、の場合には可成り *Porous* ですが、*二*、の如くしめますと目がなくなりませんが、

三、のは *Constant* であります。

粒の大きさは二、三、の爲に單に考へますと大粒がよいわけですが、種々の事情は或る程度の小粒で而も粒の揃つたものがよいのであります。

粒の大小は鑄物の大小によりますが普通考へる如く大なるものに大なる粒と云ふのでなくて、薄物小物には比較的大粒がよいと云はれて居ります、餘り微に入りまますから、只大物に於て大粒の砂を用ひまますと場所に依り砂の目の間に *Metal* がさし込み砂落ちが非常に困難な事になることだけ申し上げます。

*Clay* も亦耐火度の高いものを使用せねばなりませんと共に粘力の強いものを用ひなければなりません、此物は可成り耐火度は高いけれど *Silica Sand* の耐火力を下げます、殊に *Alkalies*, *Basic fluxes*, *Metallic oxides* がある時に甚しいのであります、或る大工場で用ひて居りますものの成分は第二表の様のものであります、標準を示しますならば、 $\text{SiO}_2$  三五—五〇%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  二〇—四〇%位であります。之れは高熱で *shrink* しますのを又 *Permeability* をよくしめまますから出来るだけ少く用ふべきで、それにはなるべく *Fine* なものを用ふるのがよいのであります。

四、の問題も大切なものでありまして *Clay* は高熱に遭ひますと *Brick* の様になりまして場所に依つては甚だ砂落が困難になります、此點から云つても *Clay* は出来るだけ少くする必要がありまます、植物性の *Binder* が用ひらるる目的は主として此點であります。

斯く砂は最も吟味を要するものであります、が實際は中々理

想通りの扱をすることが困難であります、取扱ひますものが皆砂と云へば安つぽく考へます。九八% Silica などと Space-砂として註文しても實際はだらしなく踏みじられることが多いのであります、Mixing に於きましても決して常に同様の品質に造つては呉れません、之れが鋼鑄物を造るものの實際的困難の一であります、殊に水分の多寡が Porosity に甚しい關係があつて、その加減が實に困難であります、常に細心の注意と不斷の監督が入るので御座います。

砂の不備は Paint や Nailing に依つて補ふことが必要であります。

偕て此砂に依つて型を作るには概して一般の鑄物に等しく Pattern の形狀に依つて夫々特種な構造を要しますのですが寄せや中子を組立てたり上型などの土を吊したりする技巧は一般の鑄物に比べて特別な處もありません。

唯 Rib を多くきつたり Chill を用ふることに於て著しく相違があります、何故に此 Rib や Chill を用ふるかと云ひますと、それは Shrinkage Crank を生じ易いからであります、鑄鋼に於ては 1 foot に約十六分の三吋も收縮するのであります、千分の十七伸尺を用ひて木型を作りますが、例へば Engine frame の三五呎—〇吋もあるものを作りますと七吋餘も縮むのであります、Cooling の状態と型の抵抗などに依り必ずしも收縮率は一定しませんから二〇、一五、一二、一〇、などの伸尺をも鑄物の形狀に依つて使ひ分けて居りますが、本來は矢張り縮むだけは縮ますべきで、それが型の抵抗や砂の Friction のために無理が生じて Crack となるのであります、Crack を生じ易い場所は無論弱はみのある處で有

ります。

Fig. 四、に示すのがそれであり、それは何故かと申しますと、イ、の様な隅角は組織が Fig. 5A に示します様であります、尚ほ其Bの如く Shrinkage cavity の生ずる位置でありますので、此兩邊が思ふままに縮まんとすれば勢ひ破綻を來すのであります、Fig. 5G の如きも同様であります、Fig. 4ロ、に對しては Fig. 5I, Fig. 4ハ、に對して Fig. 5J に示します様に矢張り Shrinkage cavity の生ずる位置少くとも unsound である處で、それに Heat Mass が大きいから他の部分が收縮を初めるのに此部分はやつと Solidify したばかりと云ふことであれば其處に Crack が生ずるのであります。

ニ、は、ハに對して一寸反對に見えますが、之れは兩方の大きい Mass は各々別々の Center に向つて收縮せんとするために Stress は Neck に集るのであります、而も Neck は自身の Heat は假令少量でも兩方の熱が Accumulate する處でありますから、ハ、の場合に於ての厚い部分とは事情が違ふのであります。

ホ、は矢張り Stress の集るためであり、尚ほ輕微ながらAとJの原因を併せて有つのであります。

ハ、は Angle point に比して Edge が急冷しますので、そこに強い Tension が起るためでもありませう。

ト、は一般的に湯先になる處や湯の流れ道になる處は他に比し高熱で他の收縮に依つて起る Stress を引き受けて割れ易いと云ふことを假りの形を借りて示したのであります。

此 Crack を如何にして止めるかと云ひますと、それが前述の Rib や Chill であります。

Fig. 六、に示しますのが Rib の切り方を例示したものであります。Rib は常に品物より薄いものを以て Crack の生ずる處を綴り、綻びの出ない様にするのであります。それは薄い故に早く冷えて力強いものになりますと、而して尙ほその附近の熱を他に導き其の部分強くするのであります。それ故に Rib の形状は一ヶ所に Stress が集る様なのを忌みます。例へば一點弱い處があつたとしますと、そこから破綻して時には Rib の破綻のため反つて大なる Crack を品物に生ずることがあります。Rib は無論品物より薄くすべきですが、爰に序に T 形 Section に於ける厚さと Crack の關係を Fig. 5-G, H, I で示します。

Rib の形状も注意を要しますが、そのつけ方もその端を揃へぬことが大切です。實際はよく體裁をよくする氣持が働きますので、揃へるくせが有りますけれども、揃へますと、その終りの處に Crack を生じ Rib は Crack の位置を移したに過ぎないことになり、又 Rib は Heat をこる働きをしますけれども、その根元は反つて Heat の Accumulation する位置を作るのであります。それが又 Crack や Cavity の因をなすことがありますから、その隅角の處を Core でぬすむのが宜いのであります。只作業が煩作なために特別の場合でなくてはやりません。(Fig. 6-A) 尙ほ又向ひ合に附する様な場合は互違にするのが矢張り同じ理由でよいのであります。

隅角には多少の面は必要であります (Fig. 5-C) 丸い大面を

附することは Crack を現はさないですむこともありますが Cavity は反つて大なるものを生じます Fig. 5-D がそれであり

ます。それで Chill がこんな處に用ひられます。がそれであり、表面が急冷される故に比較的 Massive な處も他と均一になるのであります。こんな丸味でない處は時には釘を用ひて Chill とし、又鐵板の如きも當てるのであります。Chill は表面からあてるのみならず中に鑄込むこともあります。(七)。凡そ Massive な處で他からの Feed が充分でない處には、その Cooling の Center に Origin を有する處の Cavity を生じます。それで、それを規つて適當な太さのものを Cast on 致します。太さは熔けて流されたり曲つて位置が移動しない範圍に於て小さいのを適量に用ふるがよいのであります。實際それを見出すことは困難であります。それで私共は Fig. 7 の様な標準でやつて居ります。A/B とはその Max. を示したもので、それより大きいと割れを生じ易いのです。小さい方は無論 Bore の Dia. などに依つて定むるのであります。

こんな正確なことでなくて随分釘など澤山に Massive な處に鑄込んで居る處もありますが、物によつては、それでよしと思ひますが、検査をする人が稍々もすると外觀の徒に奇麗なことを要求したり、又此方法が、ごまかしでもあるかの如く見らるるので、我國のやり方は、米國あたりのやり方は満足されない點があります。尙ほ此處に注意を要しますのは Chill を Cast on します場合に、それに銹があつたり、型に Moisture を含むで居たりします。Blow Hole を生ずる恐があります。又 Slag を噛む嫌もあります。銹止めとして

は錫めつきを普通の Chaplet と同じ様にするのが一番よいと思ひます。

Shrinkage Cavity 及びそれに関係を持つ Crack を他の方法で防ぐのは Feeder によるか、又は設計の変更であります。

Fig. 8 A B は品物の鑄込まれる向きに依る Head の位置を示します、以上述べました Crack なり Cavity の位置の例を品物に就て示しますならば Fig. 9 の様なものであります。

Steel Casting に於ては Shrinkage Cavity が大なるために Feeder として大なる Head を立てることが亦一の特長であります (Fig. 10 略) Liquid state であるとき Solid state であるときの Density が著しく相違があります、一五〇〇度 C より少々高い位の湯を以て注ぐと Cooling の状態で違ふ様だが三〇%—五%の Cavity が出来るを見てよい様であります、大きい Range を示しましたが肉の厚さに依つて Soundness に相違があり、急冷のために Unsound の Casting は Cavity としては結果小さいのであります、尤も Gas を含むと否々が Cavity としては大なる相違を來しませぬ、それは原因を別にしますから此處では論じません。

偕て此 Sink head の大きさ、形状、數、位置と云ふことが大切で且つ興味ある問題であります、出来る Cavity は假令五%でも Head の重量は相當のものを要します (Fig. 11)。

Casting の形状に依つて完全に Feeder を以て Cavity をなすことこの出来るものと出来ないものとがあります、先づ一通りなくする程度に於ても Casting の形状に依つて三五%—一〇〇%を要します、此處で一〇〇%と申しますのは例へば Fig. 12 に於て Chain line 以下を品物と見、それ以上を

Feeder と考へてでありませぬ Hydraulic level の相違から來る處の Loss は普通 Head としては算入しないで、それを矢張り品物の部分として見るのであります、尙ほ委しく申しますと二ヶ以上の Head を有ちます時には相互に何時迄連絡し相補ふかを考へて Effective head を定むるのであります。

位置を先づ定むるには Feeder なしには何處に Cavity を生ずべきか、又その Origin は何處か、而してその Origin を何處に導き出さうかと云ふことで決するのであります。

數も自然此考察に依つて定まるのであります。

大きさは如何にすれば Cavity の Origin が品物外に出づるかを考へて決するのであります、前申しました様に品物の形によつて適量の%の押湯を附するのであります、それは先づ經驗から之れは何%の Class に屬するものとの判断を與へて、次にその位置の品物の Section に對し或る比の Section を Feeder に與へ、その Height をば算出致します、それでその Section の Height の Proportion が外に出て居るか否かを見、尙ほその Size の Cavity の Origin が外に出るか否かを考察して決するのであります、品物の Section と云ひましても單に Area のみを見るのでなくて、それと Cooling surface の關係や此外二ヶ以上の Feeder があれば相互の連絡關係や Feeding metal の Passage 品物の傾斜など雜多の考を入れて種々の形の Casting に夫々合致せしめるのであります、可成り複雑な問題であります、大體こんな事としまして形状に就て一寸申上げます。

簡単な形は正方形であります、漸次 Cool しますと、その

Isothermal line は少し内部に入りますと殆んど圓になりまして、その正方形の内接圓に等しい圓形のものと同一の Heat loss を及すのであります、無論 Heat quantity が大なるだけ若干ヨリ有効でありますけれど Cooling rate が大なる故要するに Efficiency は悪いので出来るだけ圓を採用致します Fig. 13。

然しそれを取付けます位置の形狀に依つて圓では都合の悪いことがあります、それ等の場合には或は長方形になつたり半圓になつたりすることもあります、此時も隅角は効力の悪い處でありますから、隋圓になつたり又饅頭形になつたりします。

丸形の Feeder に於てその dia. と Height に就て米國では Dia.  $\times 1.5 = \text{Height}$  がよく云つてゐる人がありますが、私は必ずしも、そうとは思ひません、Height は寧ろ Pressure を働かせ様と思ふ時に有効になります、例へば横の方向に相當の距離を Feed せしめねばならぬ時などに考慮すべきことでもあります、Feeder の形として色々ありますが私は大體に於て Fig. 14-1 を理想のものと思ひます、Fig. 14-2 は米國の某大工場が採用して後の作業が簡易で經濟的だと誇つたのですが、それは結局失敗だつたと云ふことであります。

保熱と云ふことも大切なことであります、之れにも種々の方法がありますが略しまして Feeder の大きさは無暗に大きくしてもいけません Head が大きいと Heat がそこに非常に Accumulate して他の部分が別々に Shrink して此點を Yield したり、又 Crack を生じたりするのであります、小さければ無論 Cavity が残りますが考へなくてはならぬことは Feeder

でなくとも他の部分に對して Feeder として働く様な位置にある品物の部分とその斷面が過少であると Crack を生じ、甚しきは離れてしまうことがあるのであります Fig. 15-A 下方にあるものでも可成り長いものはその斷面が餘りに差があると Neck に Crack を生ずるから、大きい面にすべきであります Fig. 15-B。

湯口の位置も Head の大きさに關係があります湯の流れは特に熱が高いこと、下から注がれた湯は押湯に於て最も冷えるものであることを考へに入れる必要があります、湯口も亦大切なものであります、湯口の附け根及湯先の Crack を防ぐために此大きな厚さなども品物の形狀に依て定められねばなりません、照らされて型の損ずることや Oxid が浮て來ることも考へねばなりません。尙ほ湯口は滓とか砂とか云ふものを運び入れることがありますから、それを出来るだけ入れぬ様工夫し、又それを逃げ易い方に導く様形狀位置を撰ばねばなりません、概して下方から上げ湯にする方が有利であります Cavity のためには高いものを下から注ぐのはよくない故、中途から次々に注がれる様にすればよいが、これは作業が困難で型をこはし、その欠けを運び入れる恐があります、Splash が飛ばぬ様に上から靜かに注ぎ得れば Feeder も小さくし得てよい鑄物が出来ゐるわけですが、實際は困難であります。

湯口は湯滓を止める爲に種々工夫されて居ります、例を一 Fig. 16 に示します。

次に鑄鋼に於て困ることは歪を生ずることであり、その原因は Inking が大きいのに型の抵抗が強いためや Cooling の状態

が不均一であるとか形が複雑なために Cooling に伴う Internal stress が起る結果でありまして銑物などより著しいのであります。

それは収縮率が大きいのと Yield するからであります (Fig. 17)。此無理が激しくなれば Crack を生じます、此 Crack が二様にあります、一は Solidify して間もなく比較的脆い時に収縮が自由でなく生ずるのが多くて前述の通りの表はれ方になります、今一つは Cold state に達して後或る Shock を受け又は冷氣に晒されて起るもので、之れは Internal stress が起つて居るがため多く High Carbon のものとか Mn. Steel とか云ふものに起り易いのであります、就中 Stress が生じ易い様な設計のものにあるのであります (Fig. 18)。

設計が Crack 及 Cavity に關係のあることは以上述べました處で明なと思ひます、そこで私共製作者は適當なる設計變更を Advice することを當然の仕事と考へて居ります (Fig. 19)。

又使用上の必要をよく知らねば満足な Casting を作る事が出来ません、材質を何れにすべきかを定むるは無論のことですが、Cavity をとり切らねばならぬものか、又或程度迄は或位置には存在して居てもよいか、そこに何時の Bore がされるとか云ふ様なことは知らなければならぬのであります、即ち單に鑄放寸法のみは圖面では要求を充し兼ねる場合があります、

時間も過ぎましたから熱煉など重要な問題もありません、之れで打切ること致しまして、終りに一言鋼鑄物を造ります上に於ての所感を申し上げます。

最近迄は鋼鑄物は甚だ實際物の様に思はれて居りましたが、今日では多くの過去の失敗が教へて呉れました處に依つて略々何れの Defects も、その依つて來る處を知り得るのであります、製作に先ち、それに處する事が出来ませんが、然し工場の事は甚しき雜種の仕事を扱ひますのと、期限なるものの束縛を受けますので、つまり一の圖面を手にします時に所謂科學的常識を非常に敏活に働かすことを要します、それで思ひつても實際の伴はざることが今日私共製作者の大なる惱であります、數拾噸より數匁の品物を取り混ぜ材質も炭素量の〇、一二から〇、七〇と云ふ様な種々のものを取り合せて何れも満足なる品物を所要の期限に間に合せ様としますには、可成り困難であります、製作者も努めて作業を専門的になす必要がありまして共に、需要者も努めて同種類のものゝを纏めて適當な工場に製作せしむると云ふことが肝要と思ひます。(終)

第一表 硅砂分析表

	灼熱減量	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	CaO	MgO
A	〇、一六	九九、〇〇	〇、四四	〇、二四	〇、〇五	〇、〇一
B	〇、三六	九九、三二	〇、一五	〇、七五	〇、〇四	〇、〇八
C	〇、五〇	九九、四八	〇、三四	〇、八五	〇、〇四	〇、〇一
D	〇、三六	九九、三二	〇、八〇	〇、五二	〇、〇四	〇、〇一
E	〇、五六	九九、三二	〇、四二	〇、九八	〇、〇四	〇、〇一
F	〇、一〇	九九、六二	〇、八二	〇、五〇	〇、〇四	〇、〇一
G	〇、九二	九九、六八	〇、七二	〇、三〇	〇、〇四	〇、〇一
H	〇、四二	九九、二八	二、七四	〇、七六	〇、七二	〇、〇一
I	〇、四二	九九、四〇	〇、八二	一、一八	〇、七四	〇、〇一

第二表 粘土分析表

S	R	Q	P
一七、五〇	一七、五〇	四八、二〇	三三、五七
一三、五六	一三、五六	四六、一六	三三、四〇
一七、三〇	一七、三〇	五三、一二	二九、四六
		五〇、七〇	二九、三三



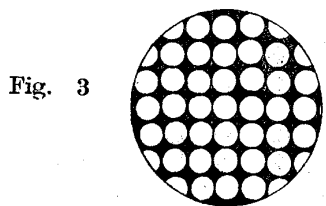
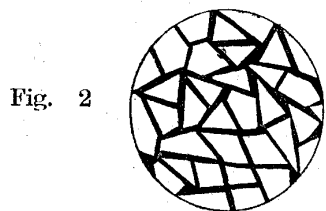
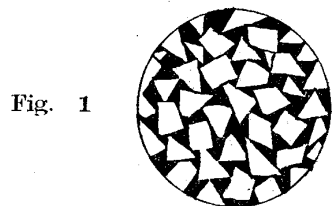
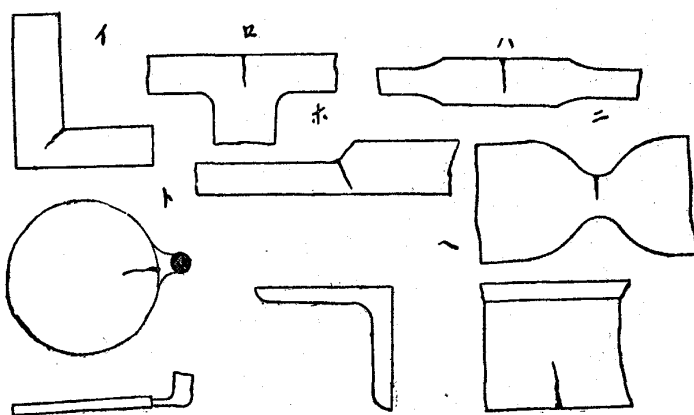
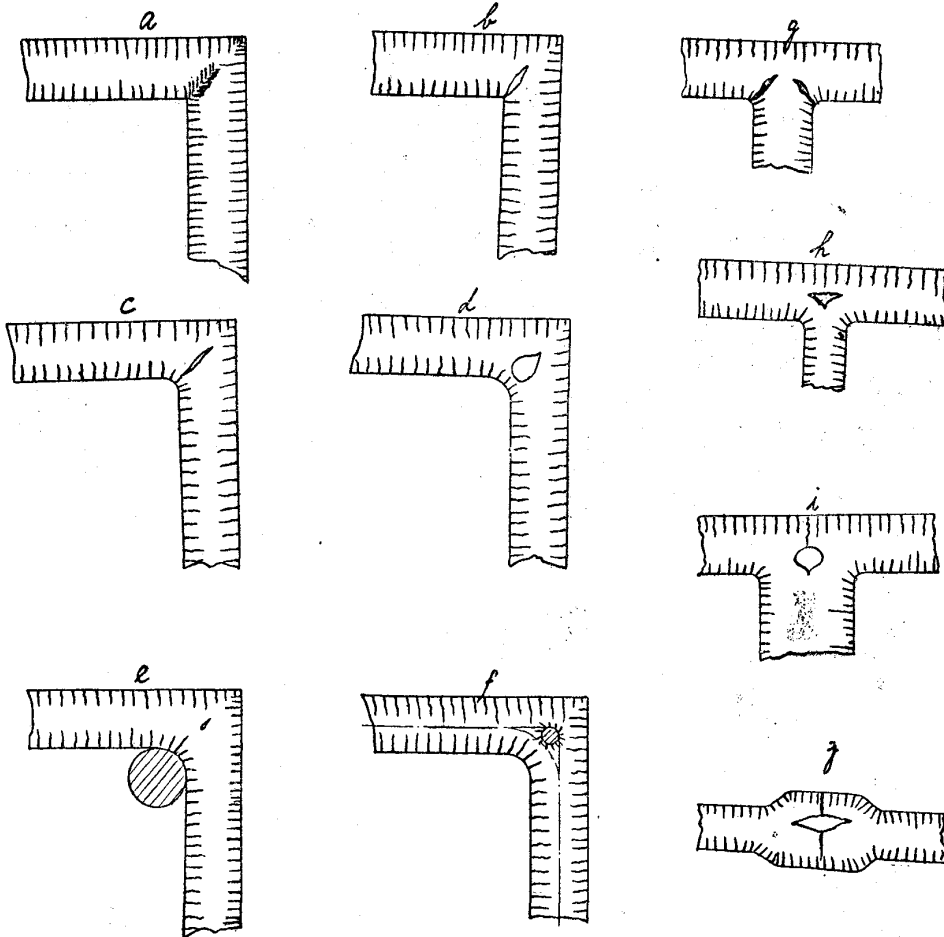


Fig. 4



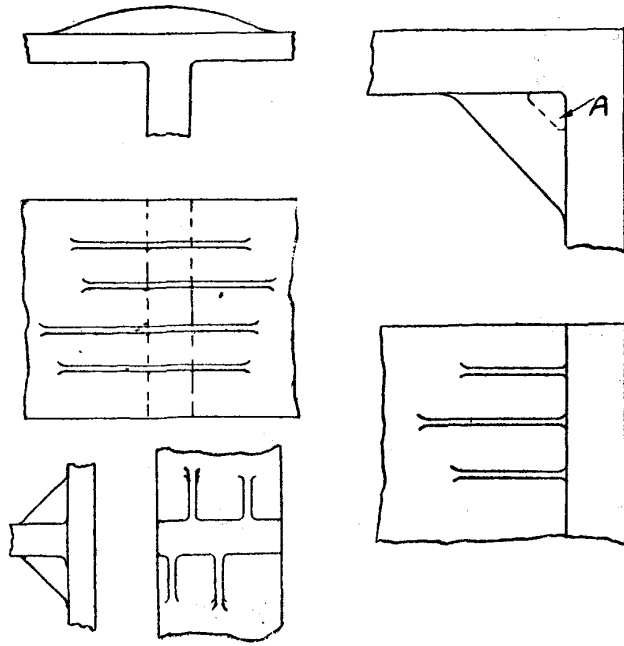
鐵と鋼 第十年 第三號

Fig. 5



一七四

Fig. 6



鋼鑄物に就て

Fig. 7

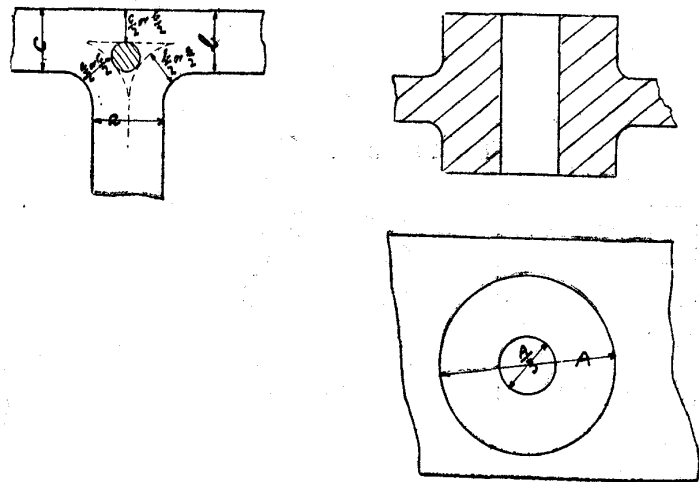
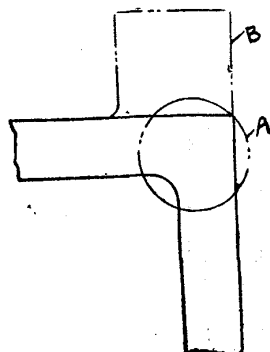


Fig. 8



一七五

Fig. 9

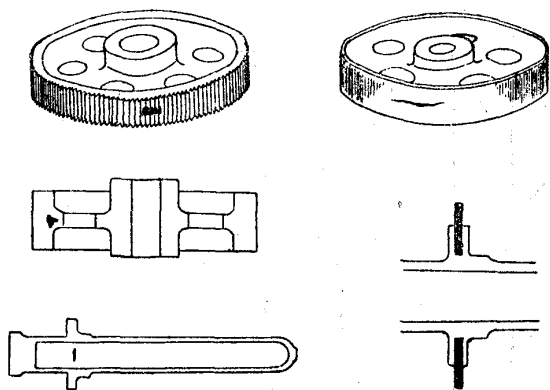


Fig. 11

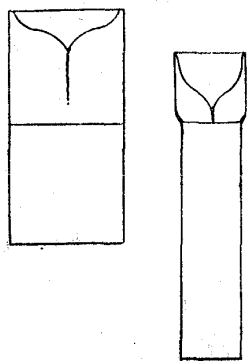


Fig. 12

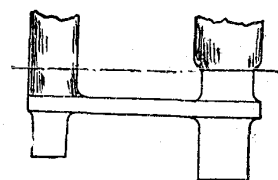


Fig. 13

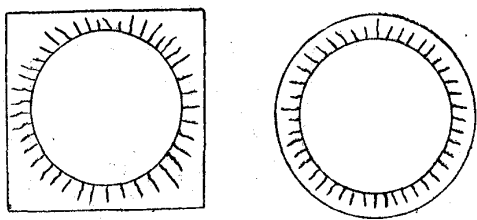


Fig. 14

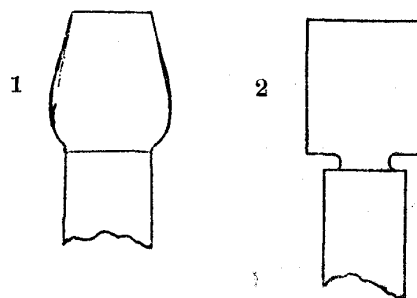


Fig. 15

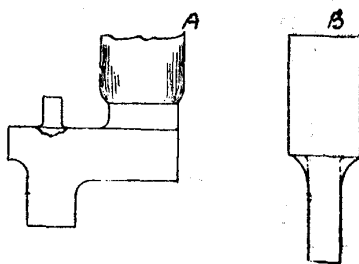


Fig. 16

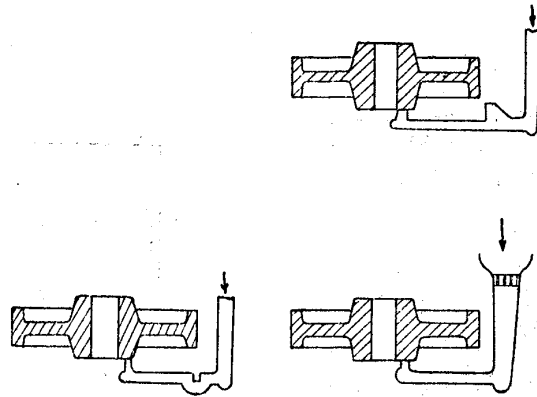


Fig. 17

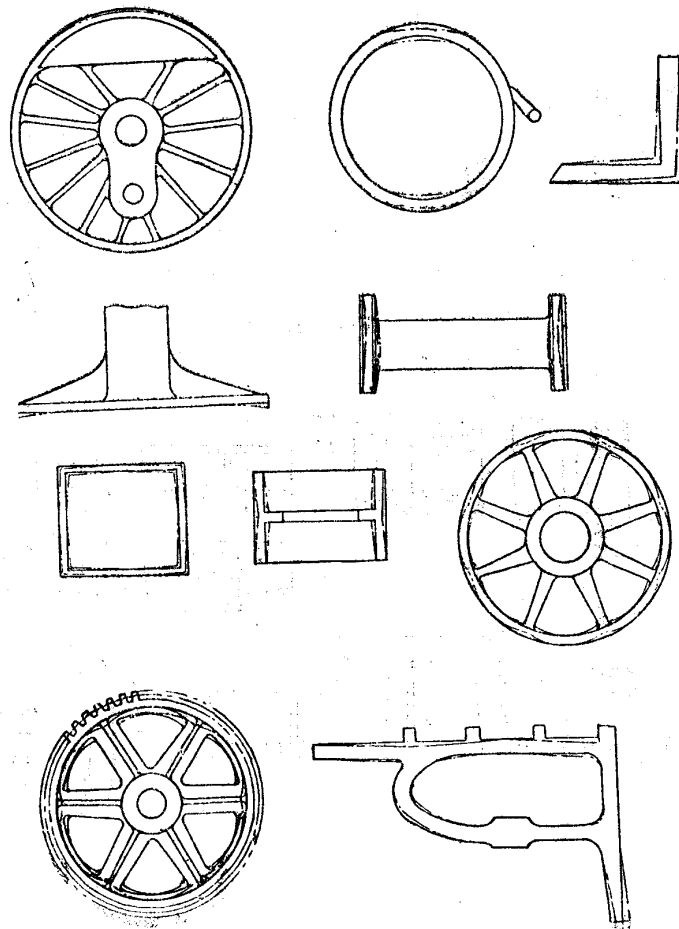


Fig. 18

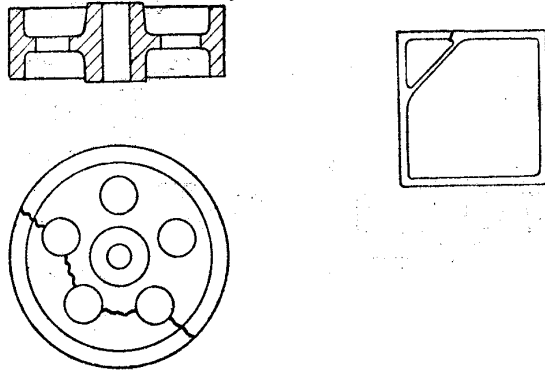


Fig. 19

