

原価を下げるための可鍛鑄鉄部品の仕様の考察

(外国自動車の可鍛鑄鉄部品の調査)

A Study on Malleable Iron Parts Specifications for Cost Reduction
(Survey on Malleable Iron Parts Used in Foreign Automobiles)

村 瀬 栄 助*
Eisuke Murase

内 容 梗 概

外国自動車の主要な可鍛鑄鉄部品について、その形状が鑄造上の要求をどの程度考慮して設計されているか、また鑄仕上はどの程度かを調査した。調査品はアメリカ車を主にし、欧州車の代表的なものも参考に取り上げた。

その結果は鑄造方法からみて量産性が十分に考慮され、原価の下がることがかがわれ、鑄仕上程度も合理化されて、仕上費の低減が図られており、外観にはほとんど関心を置いていないように思われた。

1. 緒 言

わが国の自動車生産はここ数年来急速に上昇し、日本の自動車から世界の自動車に躍進せんとしているが、これからの激しい国際競争に勝つためには自動車の性能向上とともに価格の引き下げが重要な事柄の一つとなる。

日立金属工業株式会社では自動車用黒心可鍛鑄鉄部品の生産を行っており、その原価低減に鋭意努力している。

自動車用可鍛鑄鉄部品の原価低減は生産設備の充実、能率の向上ならびに生産ロットの適正化などとともに製作する自動車用可鍛鑄鉄部品の仕様が重要な因子となっている。すなわち機能さえ十分に果たせばなるべく鑄造が容易な形状に製品を設計すること、ならびに必要にして十分な程度の鑄仕上に留めることが必要である。

外国の自動車に使用されている可鍛鑄鉄部品がこうした点を実際にどの程度まで考慮しているか、どのような状態で使用しているかについて調査し、今後の国際競争での優位を得る指針とするために本調査を行なった。

2. 調査した可鍛鑄鉄部品

わが国の自動車に使用されている可鍛鑄鉄部品はほとんど黒心可鍛鑄鉄品であるが、外国の自動車では、アメリカ車が黒心可鍛鑄鉄を使用し、欧州車はおもに白心可鍛鑄鉄が使用されている。このことから調査の対象を主としてアメリカ車に置き、その代表的な可鍛鑄鉄部品、すなわち

Gear Carrier
Differential Case
Steering Housing
Front Hub
Spring Bracket

を取り上げて調査した。第1図は調査品の一覧図である。日本ならびにアメリカでは自動車用可鍛鑄鉄に黒心可鍛鑄鉄を使用し、欧州では白心可鍛鑄鉄を使用しているのは原材料の関係からである。自動車用可鍛鑄鉄部品として考えたとき、10mm以上の肉厚をとることのできない白心可鍛鑄鉄よりも、40mm程度まで鑄造ができ、時には50, 60mmの肉厚部分をもったものも鑄造できる黒心可鍛鑄鉄の方が設計上、また製作上有利である。

欧州車の Gear Carrier などが相当複雑な形状をしているのは、この肉厚の制限のために直線で結べるところを凹部としたり、リブを多くつけて強度を持たせているのも肉厚を制限するからである。

* 日立金属工業株式会社深川工場



第1図 調査した外国自動車部品

3. 調査事項

前述した自動車用可鍛鑄鉄部品について

- (1) 鑄造上から要求される形状をどの程度とり入れているか
 - (2) 粗材寸法の精度はどうか
 - (3) 鑄仕上はどの程度まで行なっているか
- の3項に大別して調査した。

4. 調査の結果

4.1 形 状

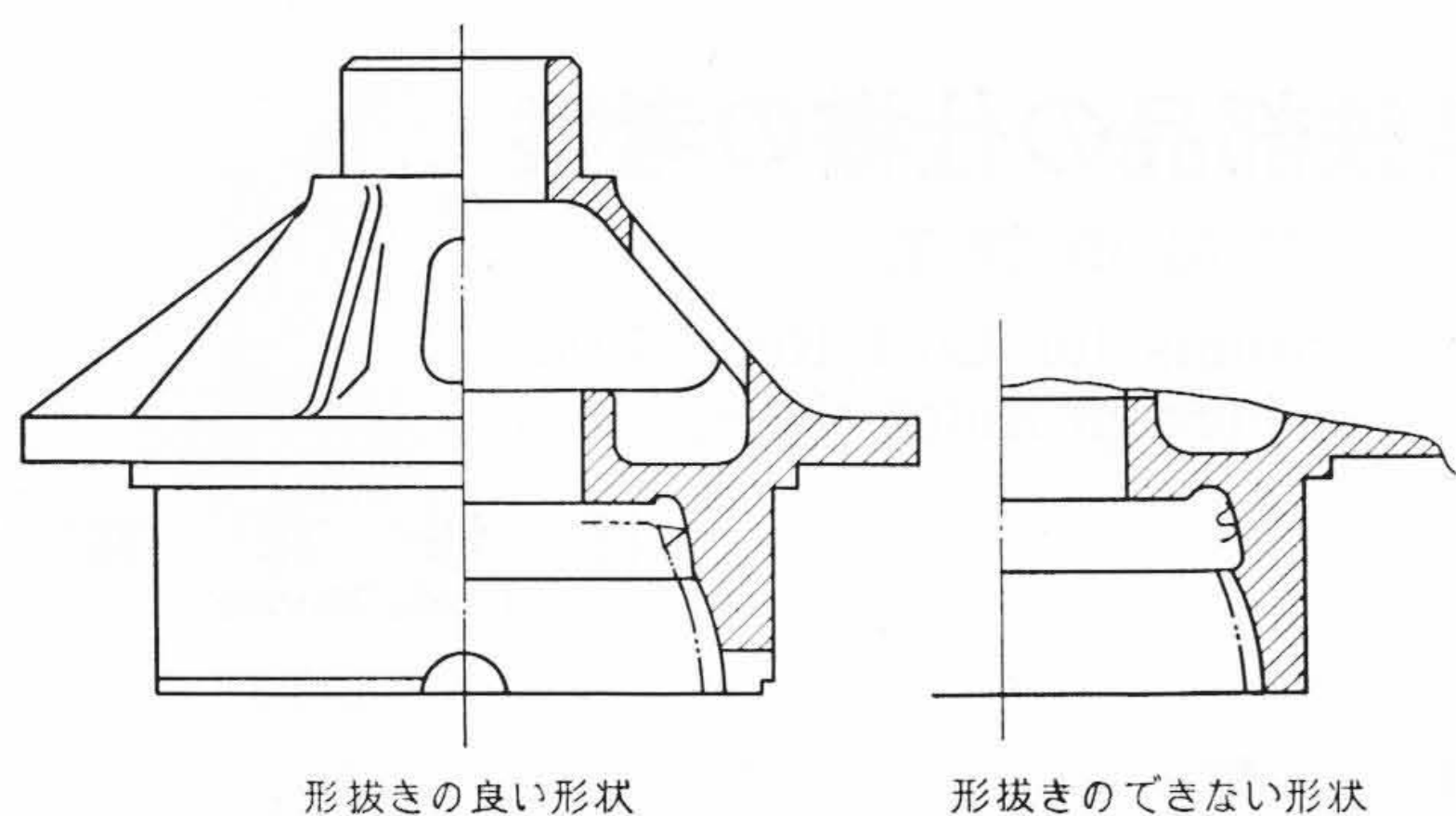
複雑な形状のものを作ることができるのが鑄物の特長ではあるが、量産性、経済性を考慮したとき鑄造上からある程度の要求が生ずる。この鑄造上から要求される事項のおもなるものをあげると

- (1) 単純な身切面で容易に型抜きができること
- (2) 溶湯が型の隅々まで完全に流れるのに必要な肉厚であること
- (3) 少ない押湯で鑄造欠陥を容易に取り除くことのできる形状であること
- (4) 急激な肉厚の変化のないこと
- (5) 隅角には十分な丸味が付されていること
- (6) 鑄仕上が容易な形状であること

などである。

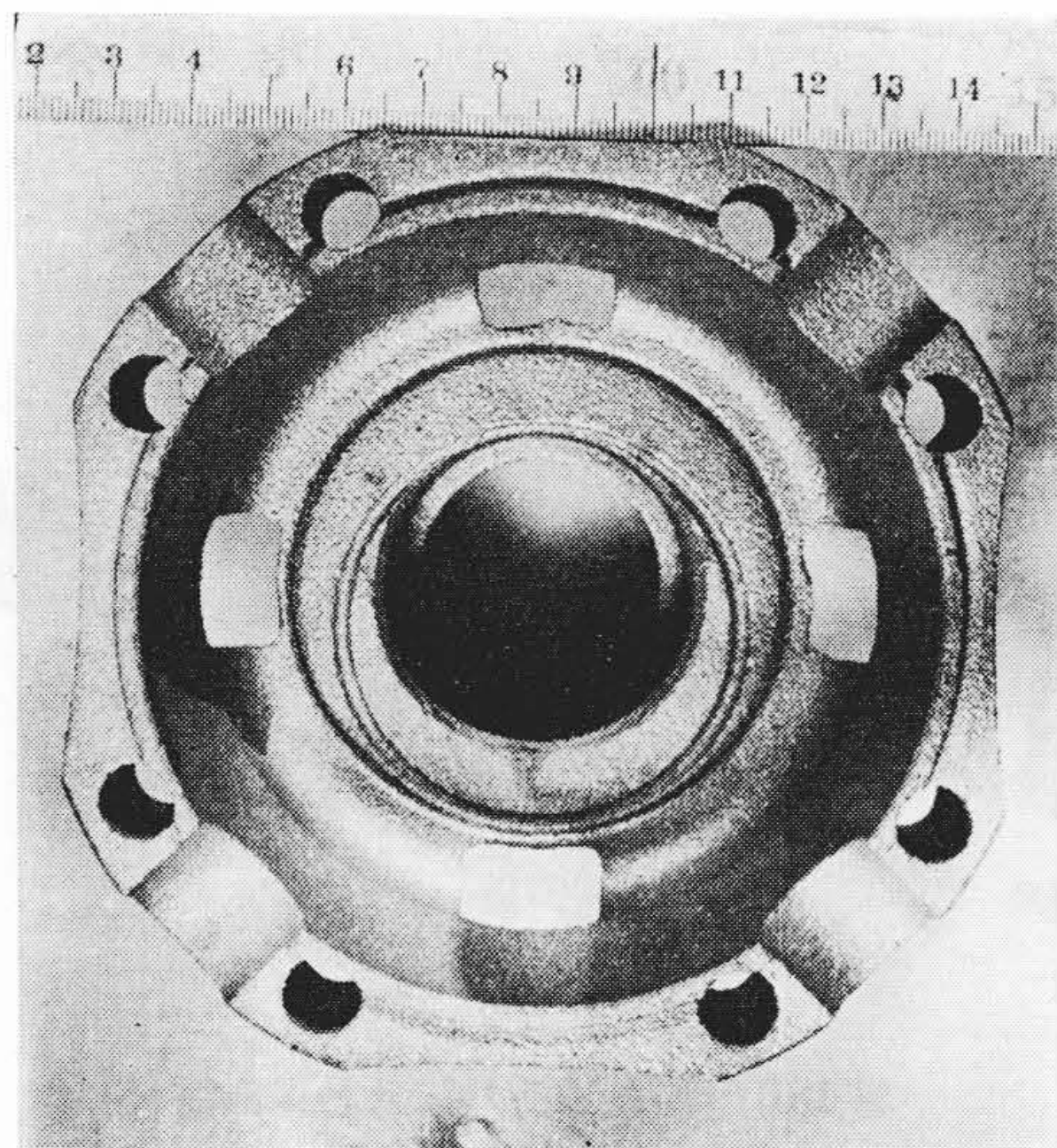
この項目に従って調査結果を述べる。

鑄型の身切面は複雑なものがなく、水平面で身切ったものがほとんどであった。身切面が平面であることはプレートに張り付けた模型を使用する量産品については特に必要で、複雑な身切面を持ったものは造型のとき、砂型がこわれたり、またその部分に鑄張りが多く出て鑄仕上の工数を増加させることとなる。

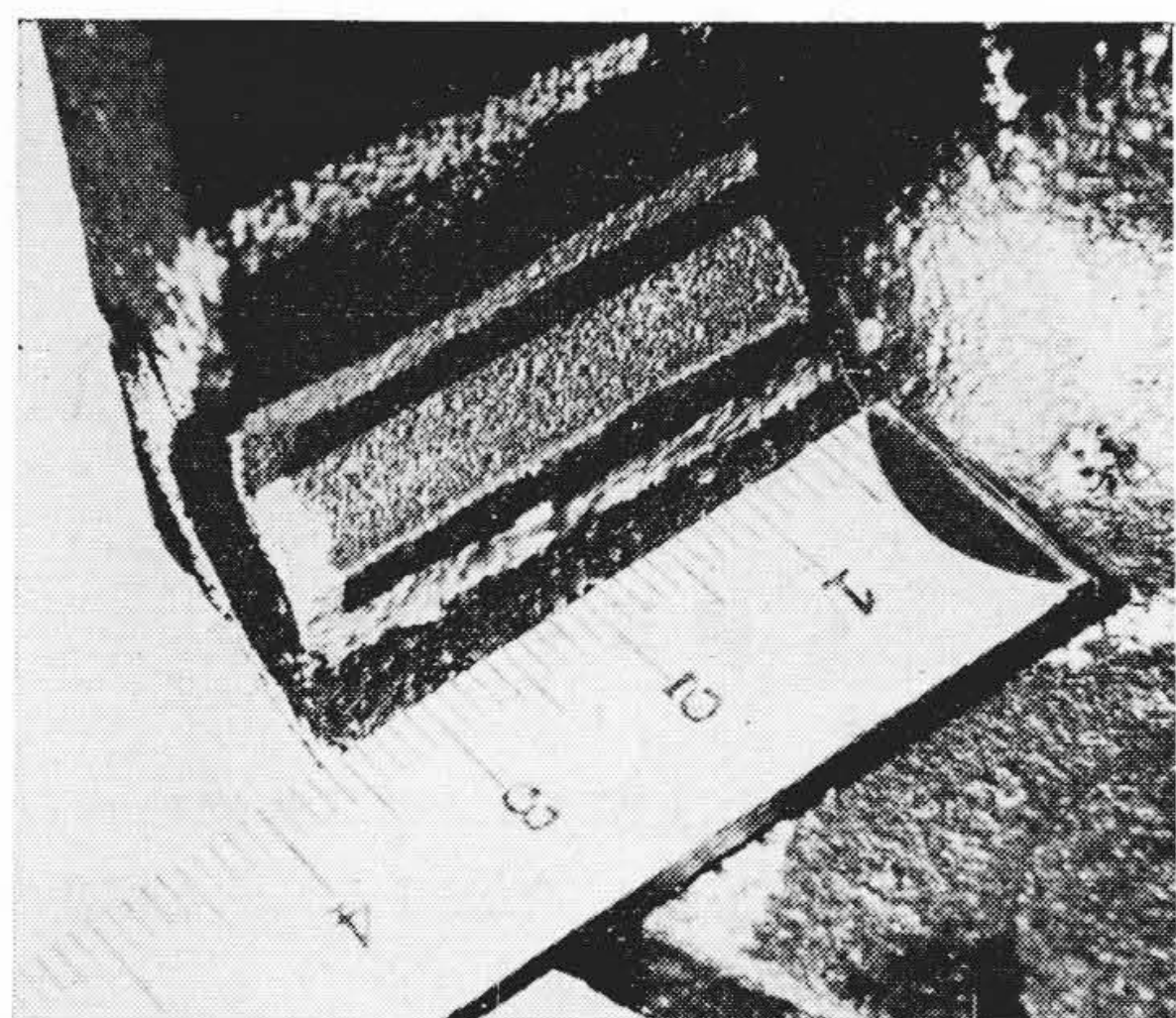


形抜きの良い形状 形抜きのできない形状

第2図 Diff. Case の球面座部の形状



第3図 スラスト面の加工逃げがない (Diff. Case)

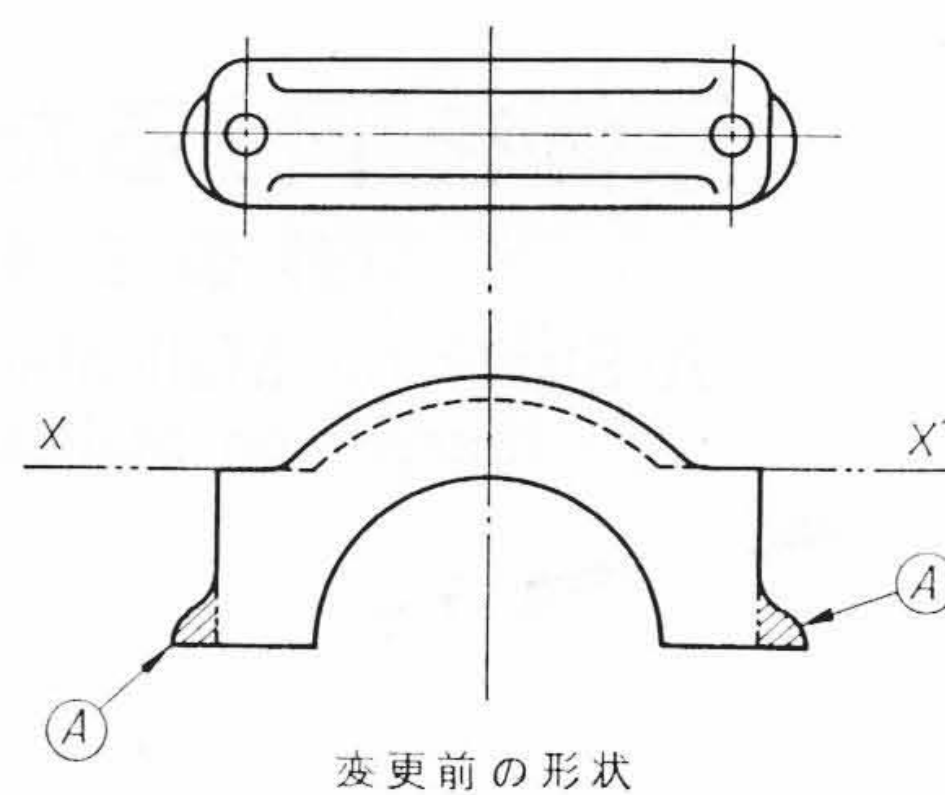


第4図 フレーム取付面の加工逃げがなく
加工の終わりが段付きとなっている

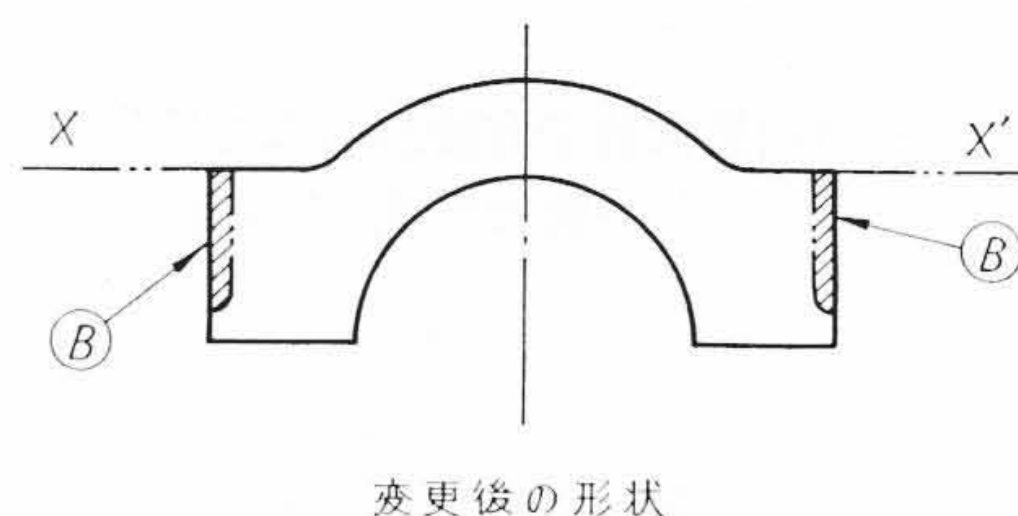
型抜きのための形状としてはすべてに十分なる配慮がなされており、抜こう配は Carrier に付いている長いリブで1度その他は2～3度がとられている。

特に目だったものとして、分離形の Diff. Case において球面座の奥の逃げを加工で出しているものがある(第2図)。これは他の部分の加工と同一工程の中で、同時加工ができるため、たとえこの部分を加工しても加工時間は増加しない。鋳造の際この部分を黒皮で出すとアンダーカットするため、中子を使用するか、ルーズピースにして成形しなければならない。このような逃げをなくして現型で造型できる形状にしたものである。

同様に型抜きを妨げる部分の加工逃げは特に設けていない(第3、4図)、第4図は Steering Housing のフレーム取付面であるが、身

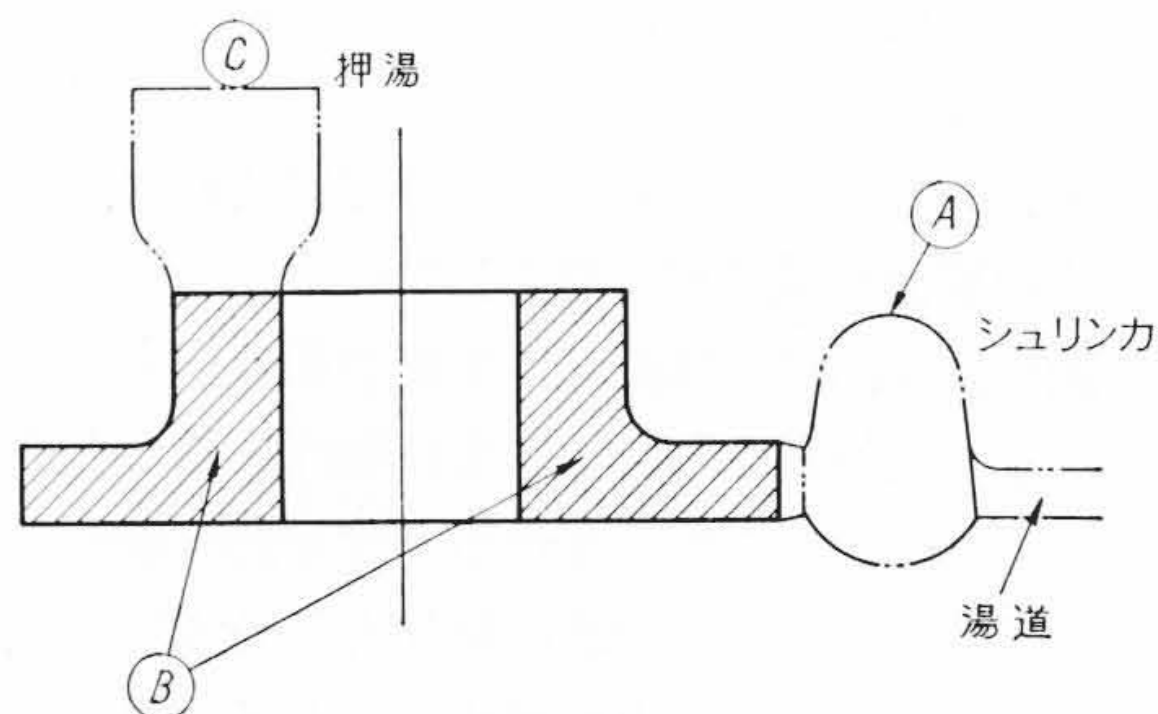


変更前の形状



変更後の形状

第5図 Gearing Cap の形状変更 (粗材重量 0.600 kg)



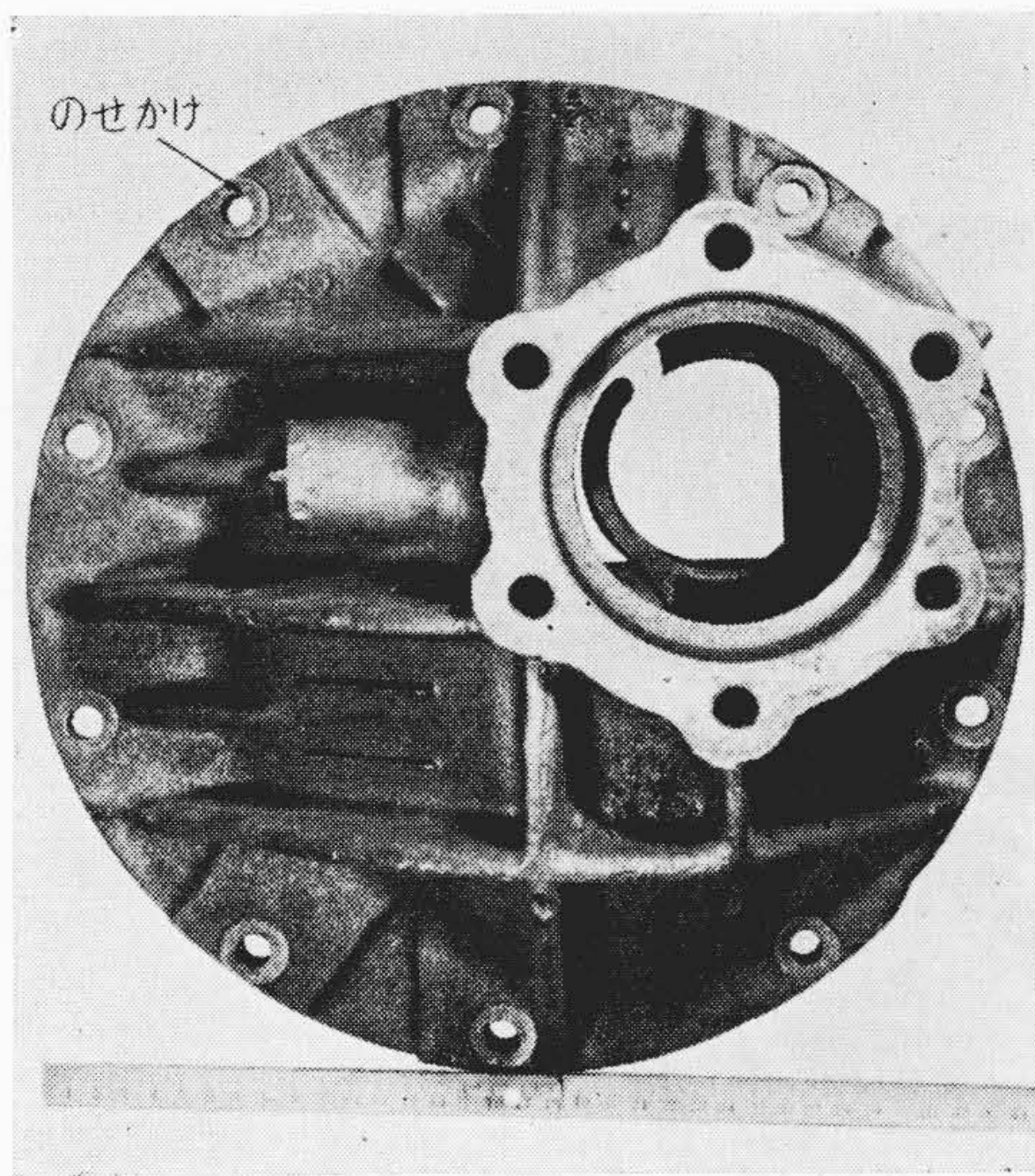
第6図 可鍛鉄における押湯

切線に垂直な面は加工後段として残る形になっている。

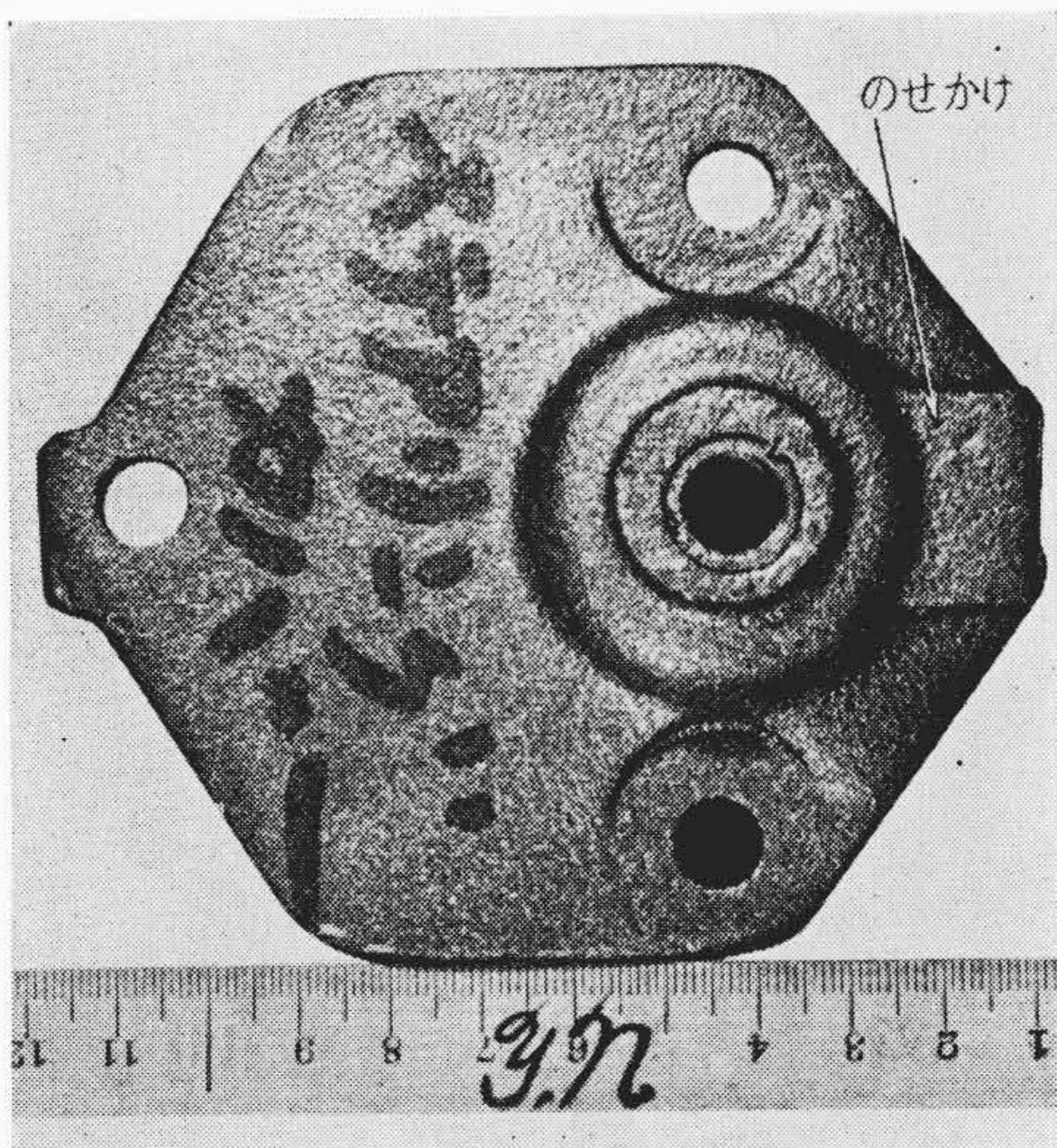
このように鋳物にアンダーカット部分を作らないことは、中子やルーズピースを使用しなくて現型で造型できるので、中子費が不用となるかまたは造型能率が向上し、さらに中子の移動、ルーズピースのがたなどによる寸法不良が減少できる。

ルーズピースのあるときと除いたときの原価の比較の一例をあげると、第5図の上に示した Carrier の Bearing Cap は上面に2本のリブがあるため身切線をX-X線としているため①部の型抜きができずルーズピースを使用している。図の下に示した形状に変更すれば(1)ルーズピースがなくなり造型能率が向上する。(2)②部の材料費が増すこととなるが、この効果はルーズピースをなくすことにより原価は85%となる。

鋳物は砂型の中に溶けた金属(これを一般に湯と称している)を注入し、凝固させて成形するもので、凝固のとき金属の収縮によって引ケ巣を生ずる。また湯の補給が十分でないと凝固した鋳物の内部に空洞を作る。こうした鋳巣を生ぜさせないためには製品を適切な肉厚に設計することが必要であるが、押湯を設けて凝固時に溶湯に圧力を与へ、また不足する溶湯を補給することも必要である。マレブルは収縮率が比較的大きい(鋳造時15/1,000収縮する)ため押湯(普通シュリンカと称している)は是非必要で湯口のところには必ずシュリンカを付け溶湯の補給を行なっている。簡単な例によって説明すると、第6図に示す形状の製品を鋳造するとき①のシュリンカを付して②の肉厚部分に湯を補給する(押湯を③に付ける方法もあるが、これは鋳型造型上もまた鋳造後の除去のためにも多くの工数を要し量産的ではない)。



第7図 フランジ黒皮面に付けられた“のせかけ”



第8図 ステアリングハウジングカバーに付けられた“のせかけ”

シュリンカで肉厚部分に湯を補給するとき、シュリンカと肉厚部分を結ぶ製品部分に適切な肉厚がないと、その部分が肉厚部より早く凝固してしまい、折角のシュリンカ内の溶湯がとめられて肉厚部分まで補給できないことになる。このため押湯の道となる部分を適切な肉厚を持った形状にする必要がある。製品としてこうした形状になっていないものでは“のせかけ”と称する余肉を付けて鋳造し、鋳造後鋳仕上工程で除去しなければならない。

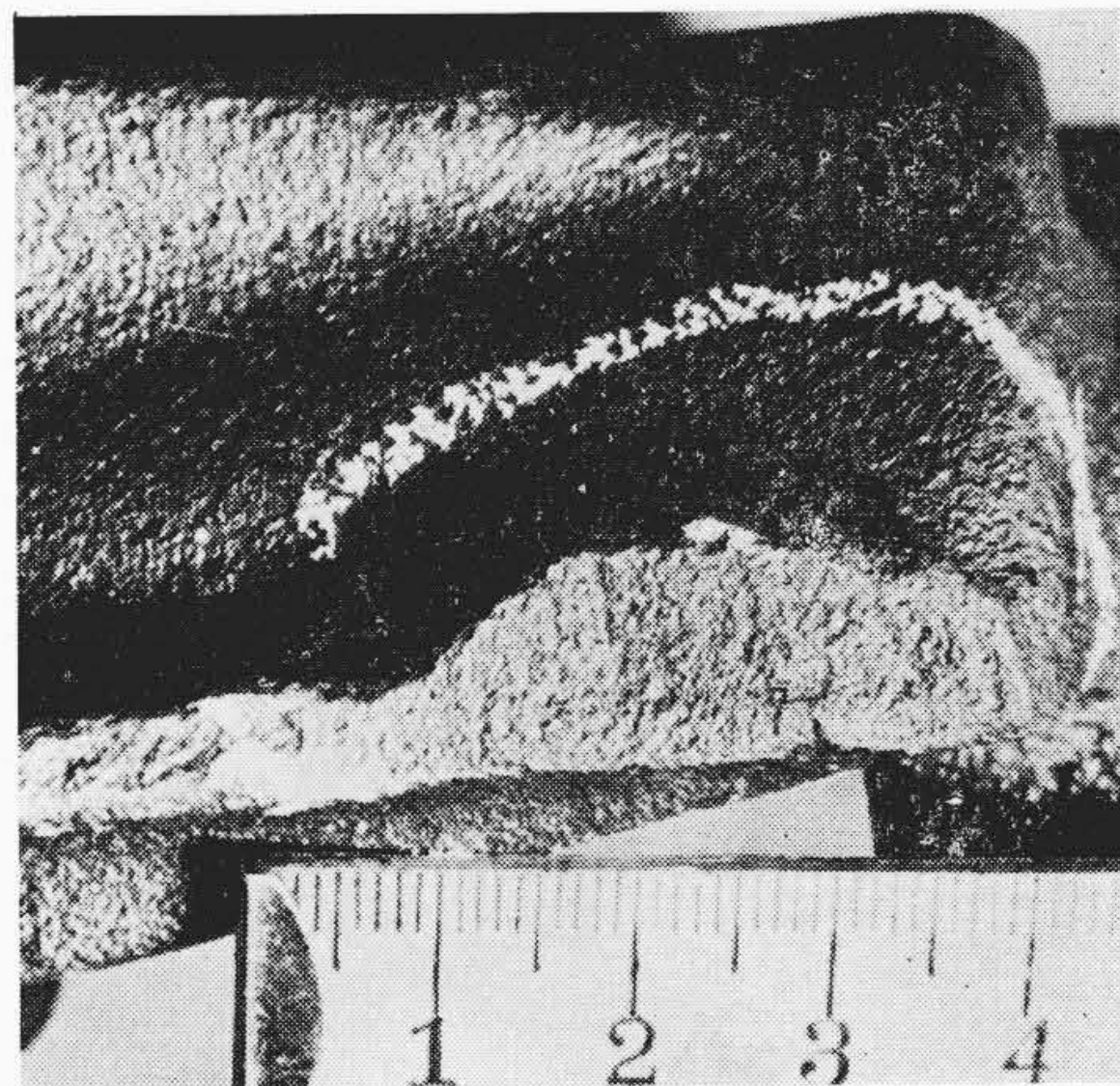
調査した部品の中では第7図に示した Carrier では製品としてフランジ黒皮面に 60mm 幅の“のせかけ”が4箇所付けられている。また Steering Housing Cover (第8図), Spring Bracket (第9図) にも“のせかけ”が付けられている。

“のせかけ”としてはっきりした形状となっていないが、シュリンカの付けられた部分にあるリブを他のリブより厚くして、“のせかけ”と同様の働きをさせているものが Carrier 中2点見られた(第10図)。

Carrier ではフランジの幅が国産自動車のものに比べて狭くなっている。フランジの取付ボルト穴の径と穴とフランジ外周までの厚さの比

$$A = \frac{t}{d} \quad (\text{第11図参照})$$

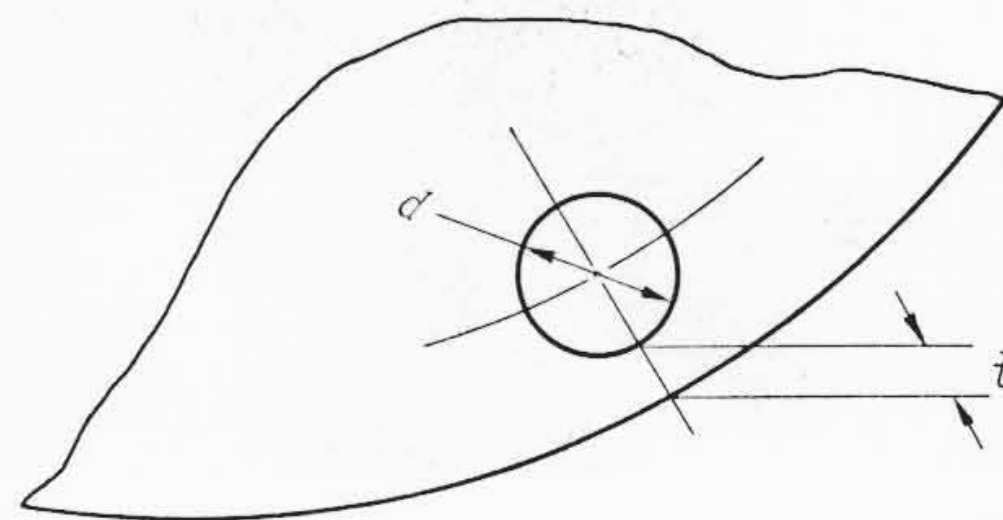
を見ると $A = 0.45 \sim 0.7$ となっている。



第9図 スプリングブラケットに付けられた“のせかけ”



第10図 湯口部分のリブが厚くなっている



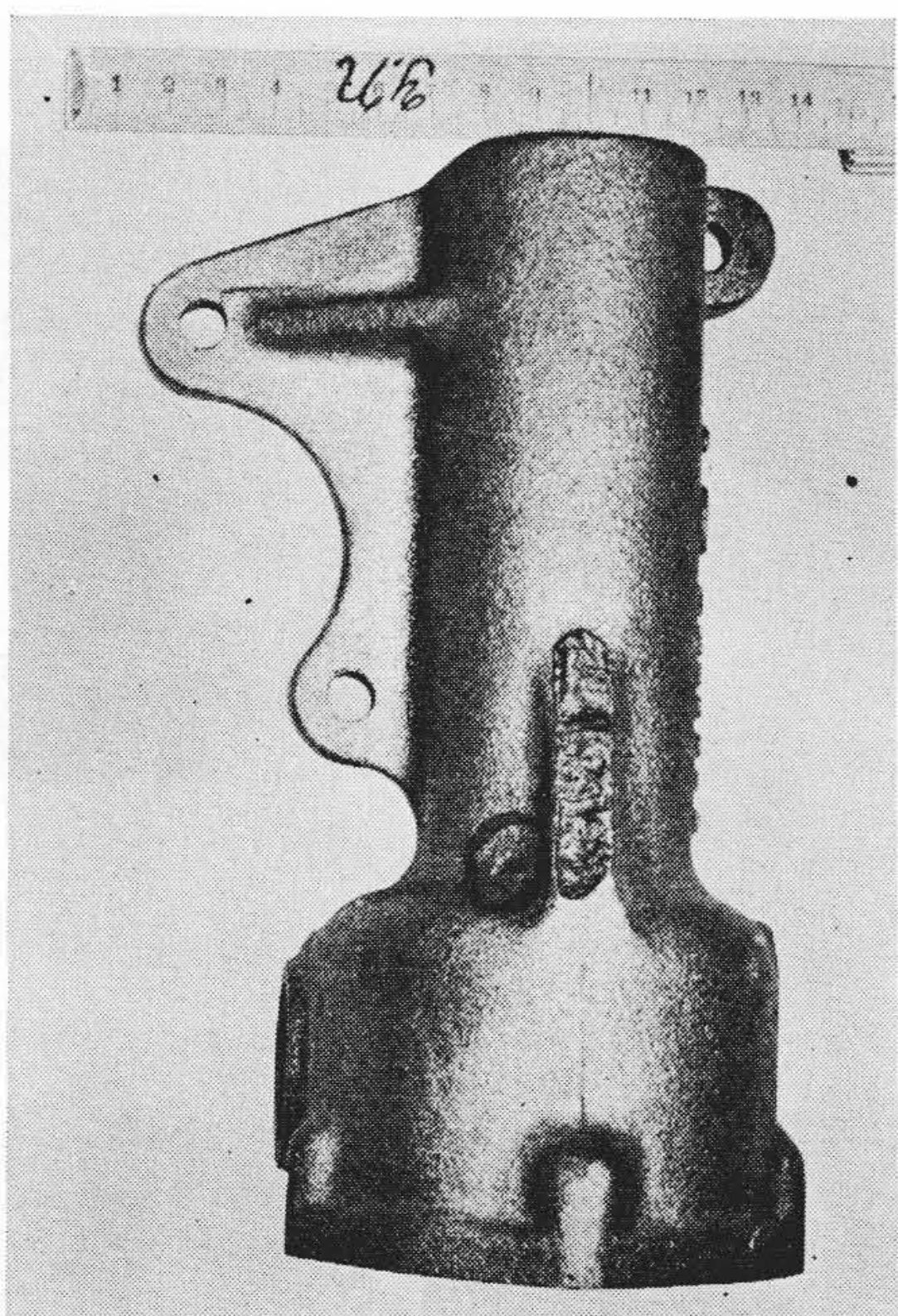
第11図 フランジの外周とボルト孔との関係

フランジの幅が狭いことは、肉厚部へ溶湯を補給する道が短くなり、したがってこの部分の必要肉厚もそれだけ小さくてすむことになる。

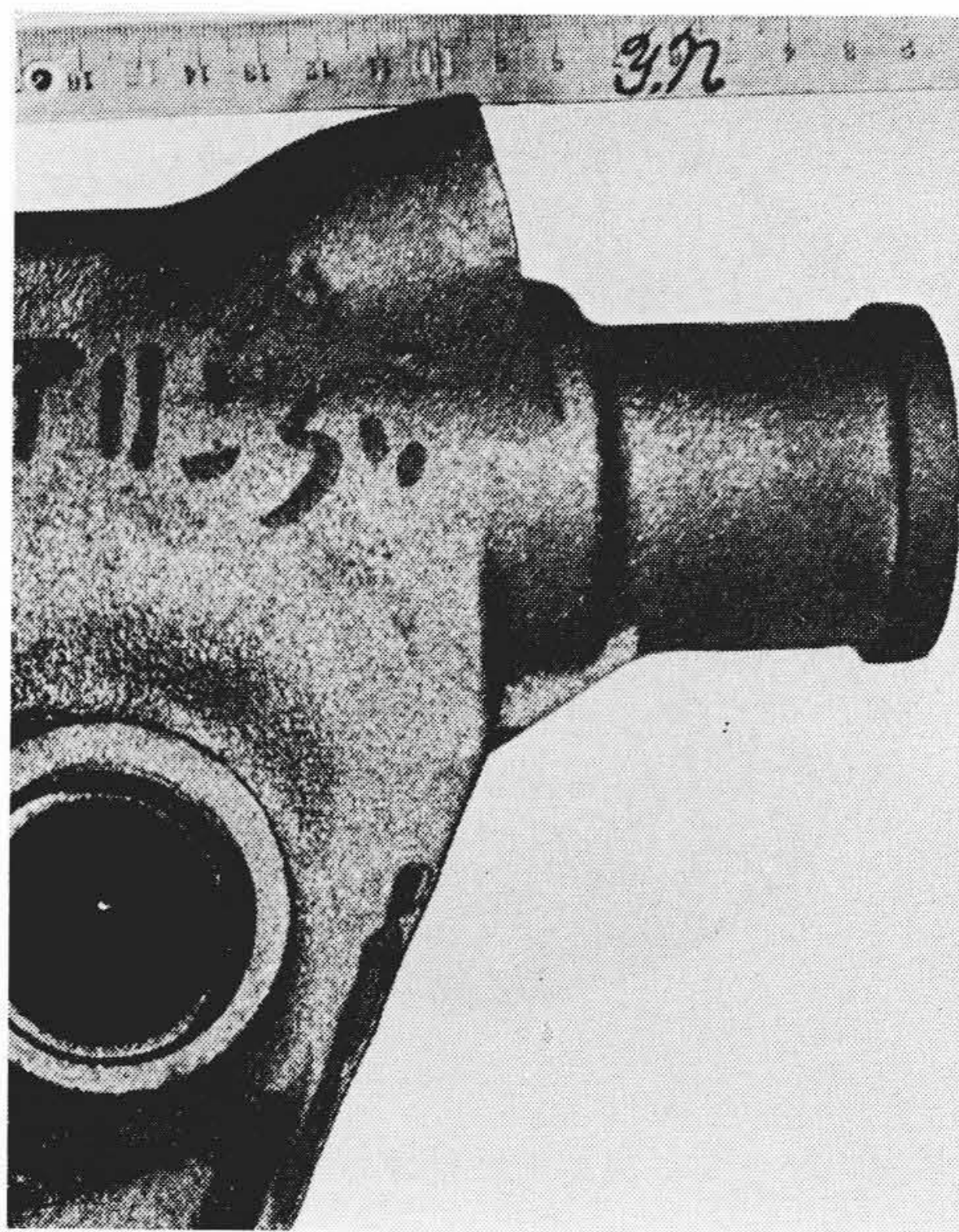
ボルト座を座として特に盛り上げないで使用している例は Carrier, Diff. Case, Steering Housing, Spring Bracket および Cover, すなわち Front Hub を除いたすべてに見られた。

座やボスを付けることは、その部分に肉厚部を作ることになり、鋳巣が発生するためシュリンカを付けるか、または冷し金を使用しなければならない。このことからボルト穴の部分をボスとしないで、フランジと同じ厚さのまま使用することが望ましい。Steering Housing Cover, Spring Bracket, Steering Housing のフレーム取付ボルト穴部など調査した部品ではほとんどがこのような形状となっていた(第12, 13図)。

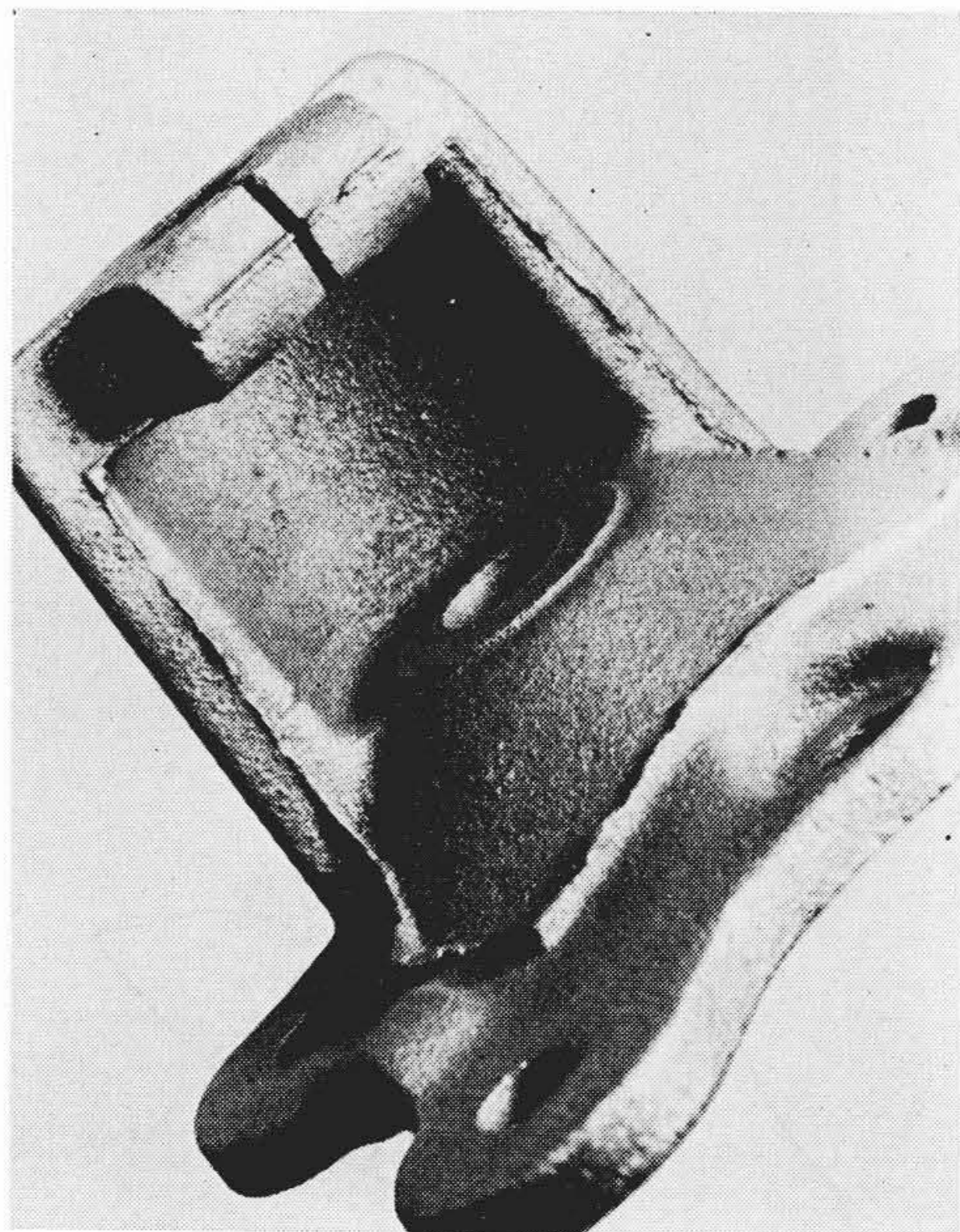
ボルト座は Diff. Case を除いて、黒皮のまま使用している (Diff. Case はフランジ面に座グリ加工をしている)。Steering Cover の如



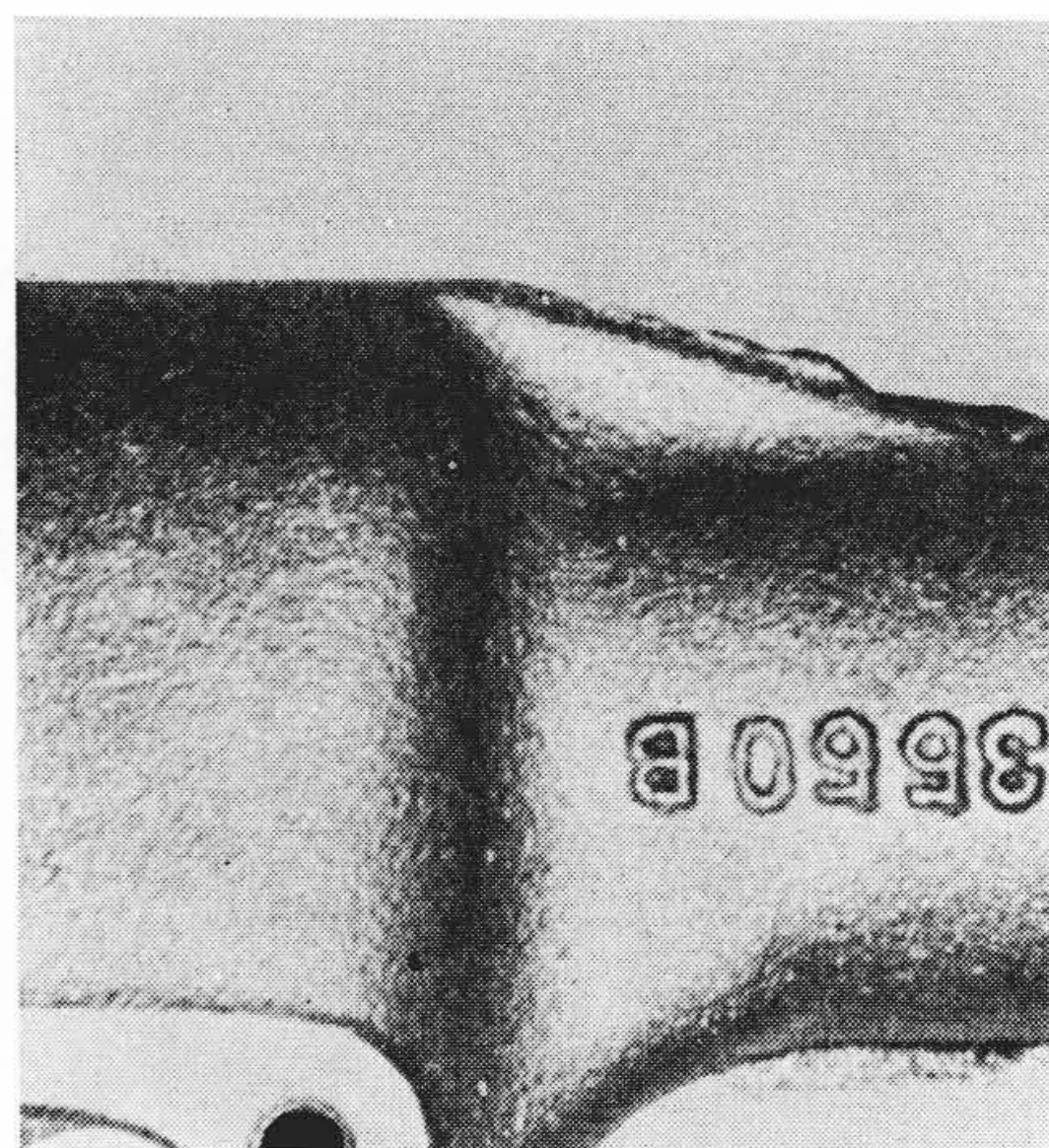
第 12 図 取付穴は座を設けなくて黒皮のまま使用している



第 14 図 湯口部分に設けられたリブ



第 13 図 取付穴は座を設けなくて、黒皮のまま使用している



第 15 図 湯口部分に設けられたリブ

きは多少こう配の付いた黒皮面をそのまま使用している。

また Spring Bracket のフレーム取付面や Carrier のフランジ外周も黒皮のまま使用しており、前述した Diff. Case の内面のような場合を除いて加工は極力なくしている。

Carrier のフランジ外周は国産車では加工上の心出しのために荒引加工を行なっているが、加工方法の変更、または加工後の偏肉程度を考慮することによってこの荒引加工を省くようにする必要がある。

可鍛鉄は一般鋳造品と同様に肉厚の急激に変化を避けることが望ましい。肉厚が変化する部分の形状は JIS⁽¹⁾ などに明示されているように、適当な R を付けるか、肉厚の薄い部分を漸次厚くして肉厚部分に接続させることがよい。調査した部品でははなはだしく肉厚の変化したところは少なく、リブなどの付根部分には十分な R が着いており、設計上十分考慮されている。

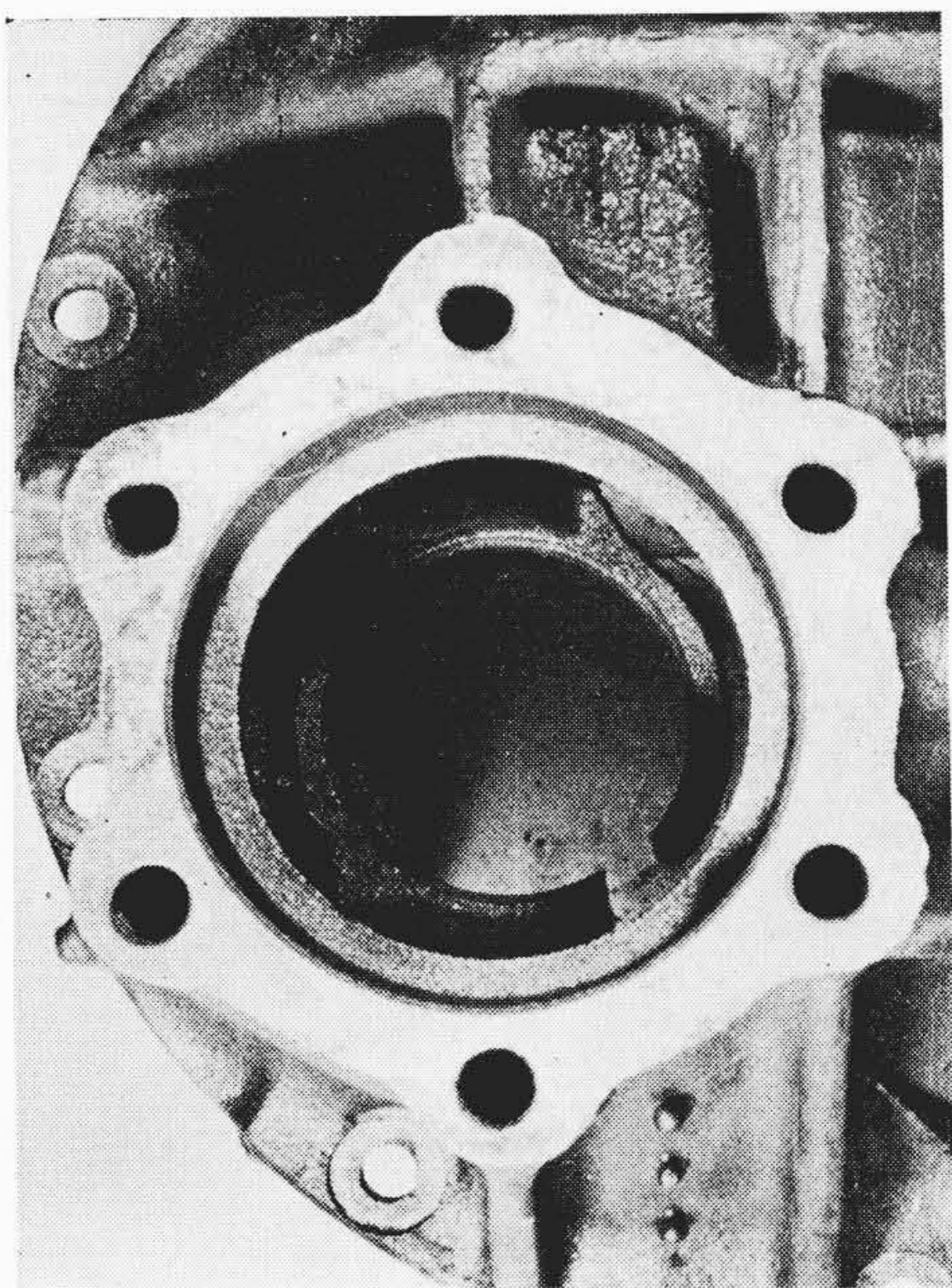
製品のかどが再張っていると溶湯が凝固するとき、その部分に偏

析を生じ、材質的に弱いものとなるので、かどにはできる限り丸味を付ける必要があり、特に肉厚鋳物ではこのことが必要である。調査した部分では、現在国内で見られる可鍛鉄品よりも全体的に丸味を持っており、2R 程度のももあったが、Carrier などの大物品では 5R 程度がとられており、またリブの先端が半円状になっているものもある。このため外観がなんとなくずんぐりとした感じになっている（第 1 図参照）。

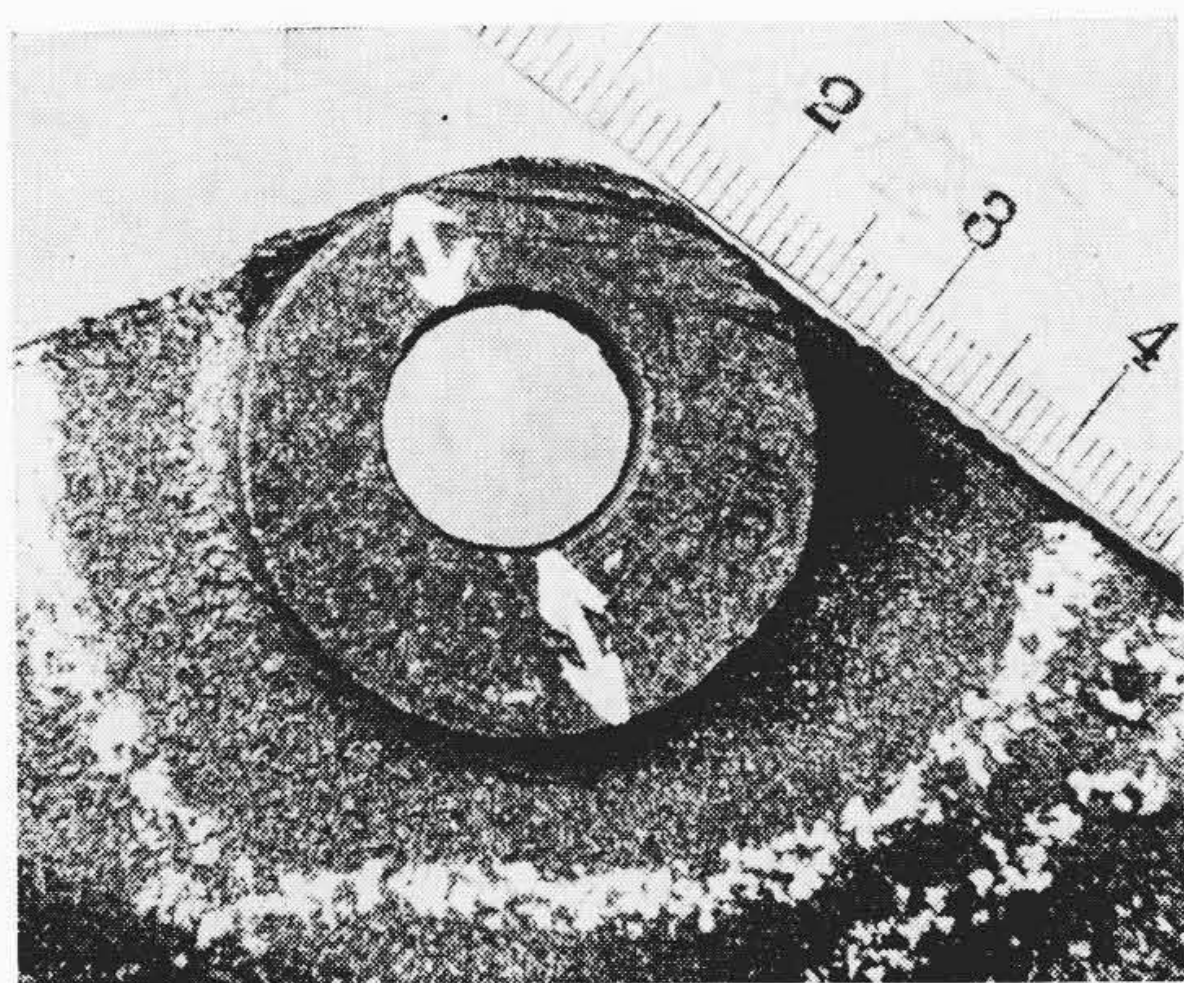
湯口を付けなければならない部分の外形形状が入り組んでいる場合は鋳造後、湯口を研削する工数が多くなるので、この部分にリブ状の余肉を付けて端面が直線となるようにしている（第 14、15 図）。

このように製品が鋳造しやすい形状に設計されていれば不良品の発生することが少なく、またシュリンカの数が少なく、しかも小さなもので完全な可鍛鉄を生産することができるので、鋳型に注入した溶湯に対して製品になる重量の比、すなわち注入歩留りがよくなる。これは同じ製品を作るのに少ない溶湯を溶解すればよいことになるのでそれだけ原価の低減ができることになる。

軽量であることは自動車部品の一つの条件となる。これまで述べた鋳造上の要求事項では、この条件に反する場合、すなわち“のせかけ”“ルーズピースを使用しないための余肉”などがある。もちろんこうした余肉は必要最小限に留められ、重量の増加は製品に比較して決して大きいものではないが、重量を犠牲にしても可鍛鉄



第16図 加工穴と粗材の偏心



第17図 座と穴の偏心

品の生産性をよくし原価の低減を図っていると考えられる。

一方、軽量にするために、前述した Carrier などのフランジ外径を小さくしていること、取付ボルト穴部は特に座を設けず、その肉厚も国産車に比べ肉薄となっていることなどの点がみられる。

4.2 寸法精度について

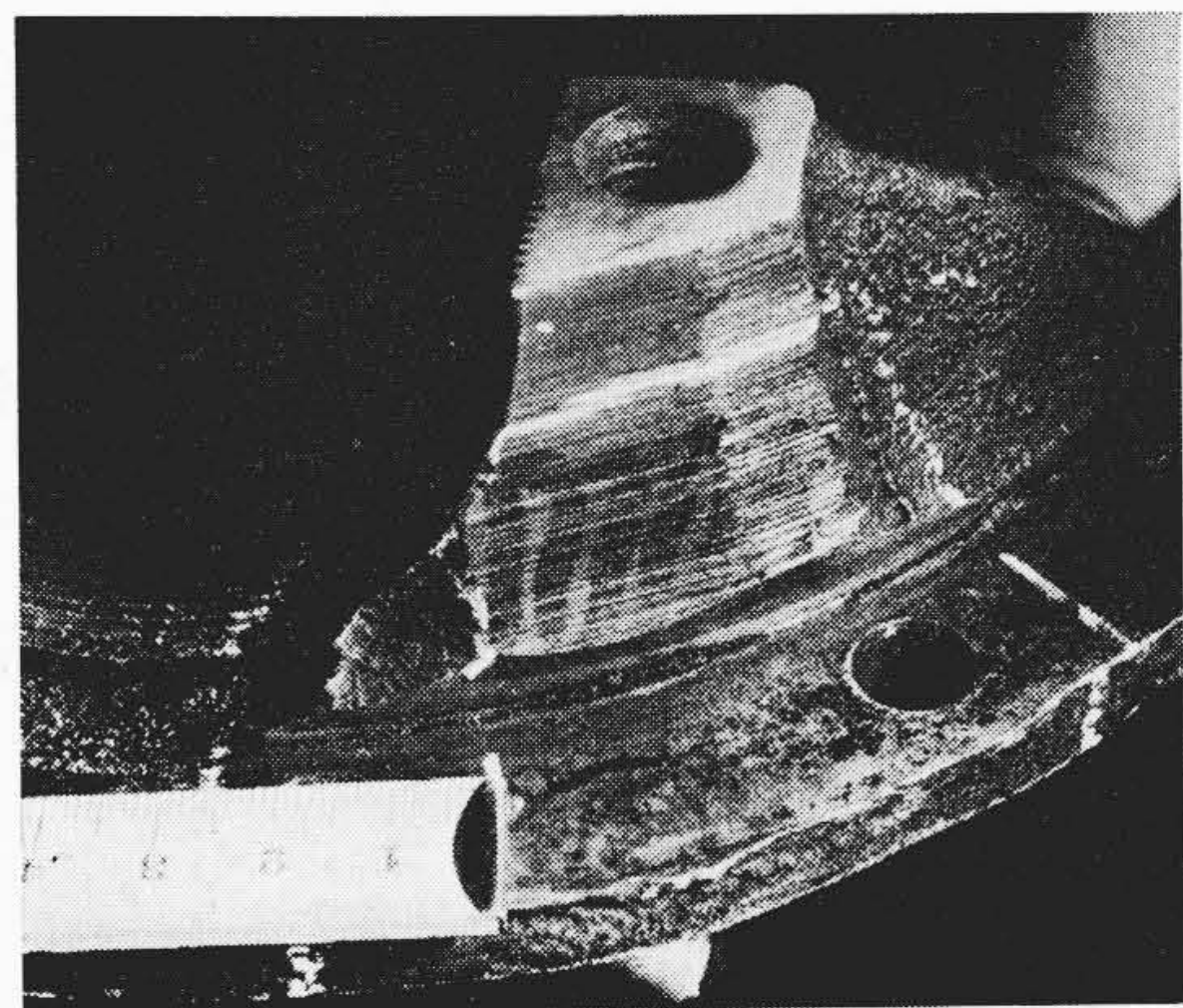
粗材寸法の精度については調査した数量が少なく、同一品は1個ずつしか調べなかったもので、どの範囲までのものを使用しているか、“ばらつき”はどのぐらいかを知ることはできなかったが、加工部分と黒皮部分の寸法からみた粗材精度で調査品の中で特に気の付いた点を述べる。

一般的にいうと粗材寸法はよく出ているが、偏心の大きいものでは Carrier のスリーブはめ込部の偏心 2.7 mm (第16図)、座に対するキリ穴の偏心では第17図に示すように約 2 mm のものも使用されている。この場合穴径 12.7 mm で穴と外縁との最小肉厚 6.6 mm で穴径の半分が確保されている。これは座の大きさを最初から大きくして穴の位置が偏心しても最小肉厚が確保できるようにしているものと思われる。

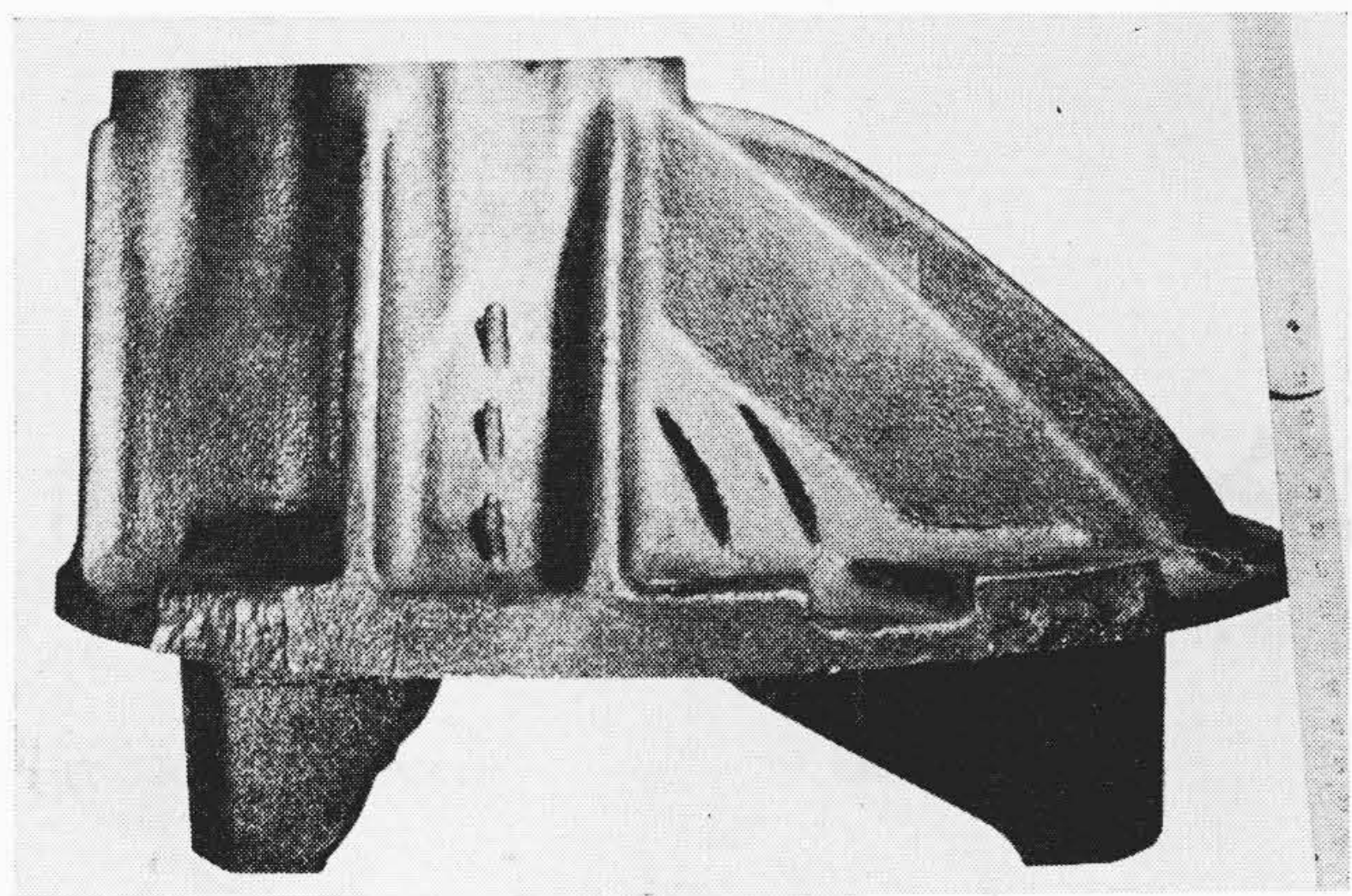
4.3 鋳仕上の程度

鋳造品の原価は鋳造された後の鋳仕上の程度によっても影響することは当然である。

可鍛鉄品では鋳仕上費は製造原価の 10~15% を占めており、鋳仕上の程度を緩和し、その工数を減ずればそれだけ原価が低減できることになる。



第18図 湯口研削部の状態



第19図 ガス針の跡がそのまま残っている



第20図 スプリングブラケットの裏面の鋳バリ

可鍛鉄自動車部品はほとんどがシヤシ部分に使用され、自動車に取り付けられたときにはあまり人目に触れることのない部分なので外観を特に問題にすべきではなく、機能上、取扱上に支障がなければ、鋳張り、湯口を折った跡の部分、鋳造上の要求から付けられたガス針やき烈防止のためのフィンなどを鋳仕上にて除去しないでそのまま部品として使用することにより、鋳仕上工数の低減、すなわち原価の低減ができる。

鋳仕上の程度から調査部品を見たとき、アメリカの自動車部品は非常に合理的に処理されている。

必要な部分はグライнда仕上げまたははつり仕上げを行なっているが、その仕上げ程度は非常に手荒いものである。たとえば Carrier のサイドベアリング部の外側に付けられた湯口の折り跡はグライндаで研削しているが、その研削は製品の形状に合わせる考慮はされておらず、直線に削った状態となっている (第18図)。このような研削のため製品の中に削り込んだ欠肉が見られた (これをスリ込みと称する)。

他部品との干渉もなく、支障ないと思われる部分、たとえば第 19 図の Carrier の外面のガス針、き裂防止のためのフィン、また第 20 図の Spring Bracket の裏面では鋳張りの高さが 5 mm 近くあっても、そのまま使用されている。

湯口の折った跡も、プレスで切断したままのもの、また鋳造後ハンマで湯口を折ったままでまったく鋳造仕上を行っていないものがある。

欧州車ではアメリカ車に比べ鋳仕上程度はよいが、その仕上状態はアメリカ車と同様、外観の見ばえはほとんど考慮していないように感ぜられる。

これらの点を国産車の可鍛鋳鉄部品と比較すると、大きな差異が認められる。それは現在必要以上に外観を重視して鋳仕上を行なっ

ている点である。これをそれぞれの部品ごとに適切な仕様の決定を行ない、実行に移すことが必要である。

5. 結 言

頭初予想したよりも鋳造上から要求される形状を大胆に取り入れており、鋳仕上の程度では外観をほとんど考慮していないと思われ、国産自動車の部品と比べるとその差がはなはだしい。国情による相違もあると思うが、こうした点を適正化することによって可鍛鋳鉄部品の原価低減を行ない、国際競争での優位を確保しなければなら

ない。

注(1) JIS B 0703-62 機械部分の丸み(鋳造加工)



特 許 の 紹 介



特許第 294882 号

永 弘 太 郎・小 橋 正 人

モ ノ レールカー 駆 動 車 輪 圧 着 装 置

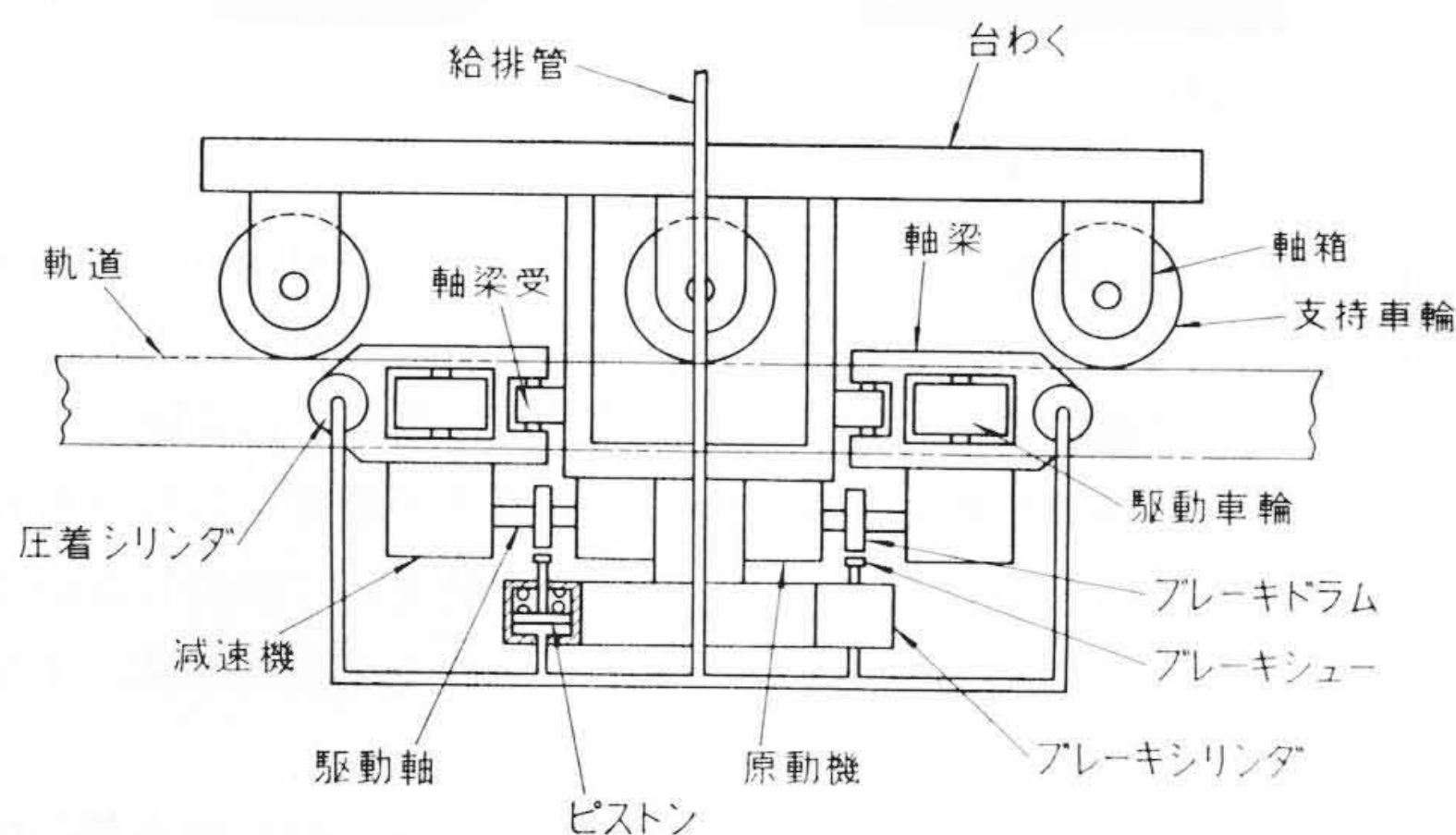
車体の支持車輪を軌道上面に設け、駆動車輪を軌道の両側面に設けたモノレールカーにおいて、駆動車輪に常時制動力に対応する粘着力を付与すると、非制動時に大きな摩擦損失を生ずる。

この発明は、制動時のみ制動力に対応して駆動車輪の粘着力を増大し、非制動時には駆動車輪の粘着力を必要最小限に減少して駆動車輪の摩擦損失を小さくしたものである。駆動車輪は軸梁(ばり)に支持せられ、減速機およびブレーキドラムを固着した駆動軸を介して原動機により駆動される。軸梁の一端は台わくに固定された軸梁受に水平に回転できるように支持せられ、他端は支持腕を介して台わくに固定された圧着シリンダのピストンに連結せられる。ブレーキドラムに対応して、ブレーキシューを取り付けたピストンを有するブレーキシリンダが設けられる。

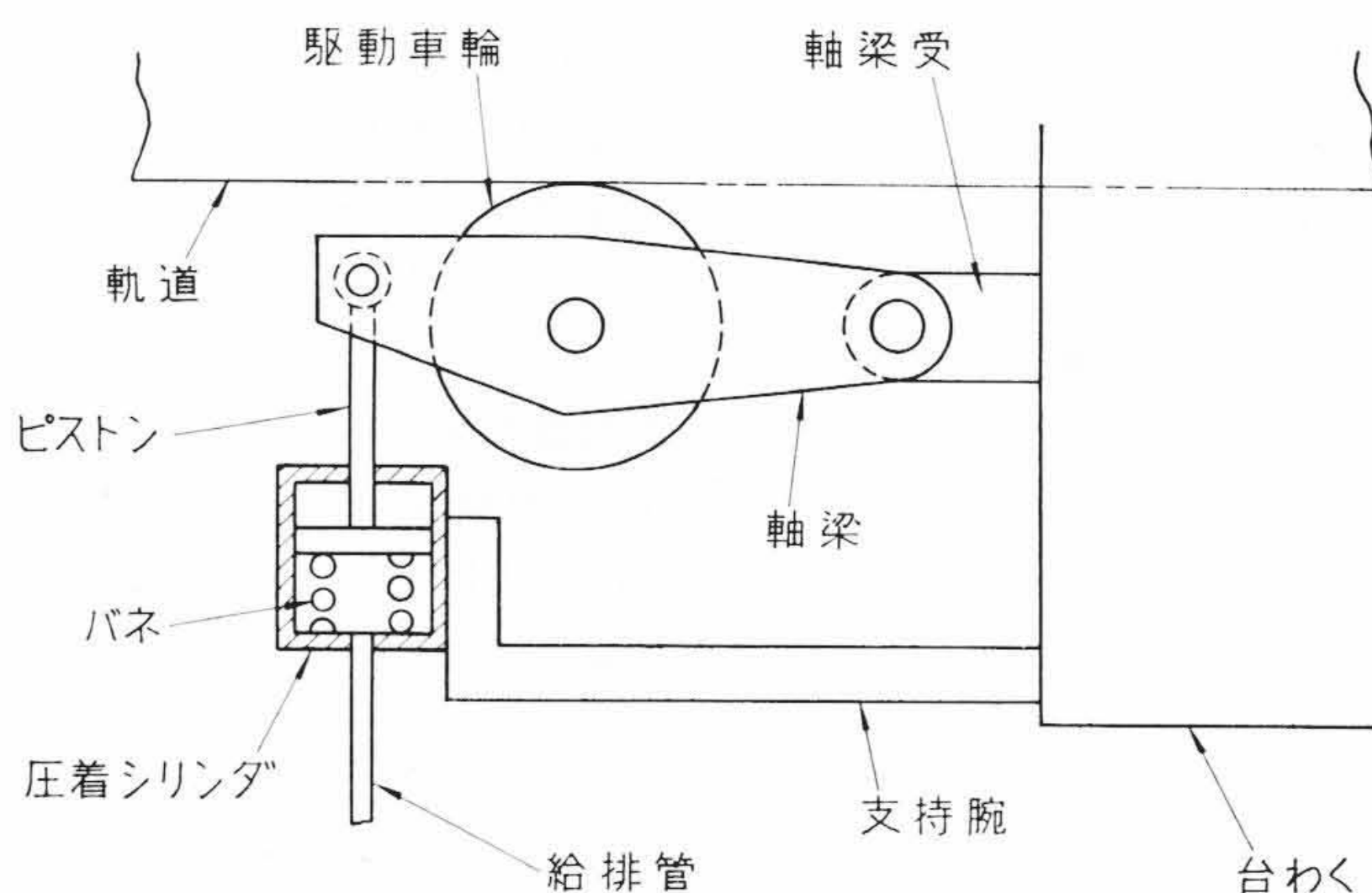
駆動車輪は圧着シリンダのパネによりピストン、軸梁を介して常

時軌道の側面に圧着せられ、このパネの圧力を適宜に設定することにより、非制動時における駆動車輪の粘着力を必要最小限にすることができる。制動時は給排管より圧力流体を供給すれば、ブレーキシリンダおよび圧着シリンダのピストンに流体圧力が作用し、ブレーキシューがブレーキドラムに圧着されて制動がかかると同時に駆動車輪の粘着力は制動力に対応して増大せられる。

制動緩解時には給排管より圧力流体を排出すれば、駆動車輪の粘着力は必要最小限に減少せられる。



側 面 図



平 面 図