

[XXV] 鉄 鋼 製 品

IRON AND STEEL PRODUCTS

概 説 Introduction

鑄物や鍛圧品が戦後急速に精密度の高い物を要求されるようになり、従来鑄造品または鍛圧品はある程度の型を作るものでこれを工作機械で仕上げて製品とすることが通念とされていたが、今日では鑄造品や鍛圧品をその儘製品として使用する時代に移りつゝ有り工場の機械化は各社競つて行われている状態である。

日立製作所においても鑄物製造工程の機械化が積極的に推進された。これについては前年度アメリカ鑄物協会が編集した「鑄物の多量生産と機械化」の技術映画の輸入に学ぶところが多大であつた。通産省の指導と好意とをこゝに深謝する次第である。日立製作所水戸工場に設置した Sand slinger および Speed muller は作業能率を著しく向上させた。

ダクタイル鑄鉄は試作の時代を過ぎて、各方面の実用に大いに採用されつゝあり、その他普通鑄鉄の分野においては、精密鑄造の技術が劃期的にとり入れられつゝある。

○印鉄管継手の捻子切作業は1箇当り6秒であつたがこれが3~4秒に短縮された。さらに Thread rolling の研究が進められている。

特殊鋼については、本年新しく日本規格 (JIS) が制定された。日立製作所においては幾つかの独自の新鋼種を生んだ。これらの中には前年度設置した六段冷間圧延機によつて開拓された分野があり、たとえば YHB 鋸刃材は驚異的な需要をキャッチした。

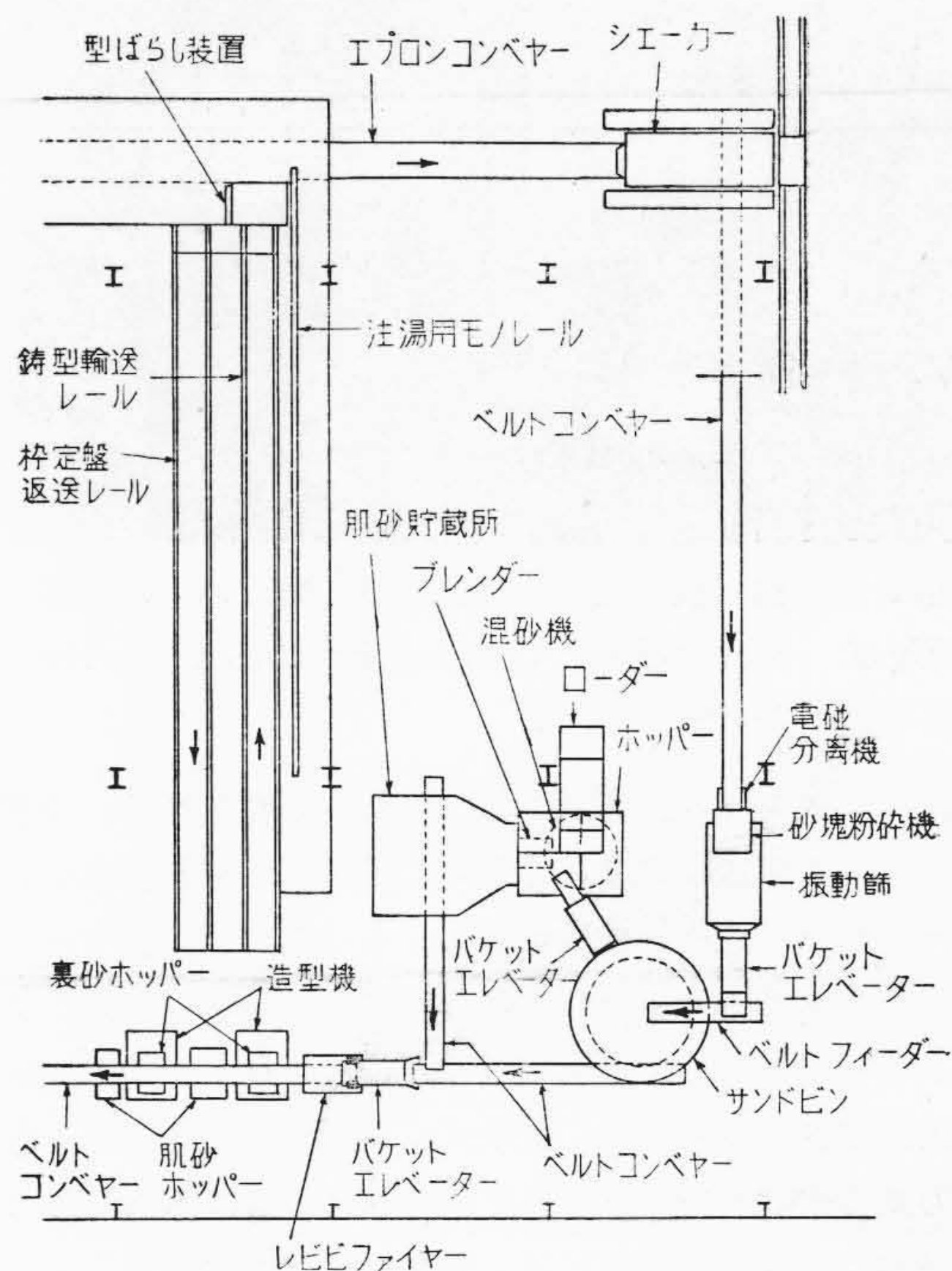
鍛鋼界においては佐久間発電所用発電機シャフト粗材を電気炉による 65t の鋼塊を基にして作られ、これは平炉閉止後における記録的製品となつた。特殊鋼鍛鋼焼入ロールの製造技術は一段と向上し、チルドロールの分野を急速度に蚕食しつゝある。

電磁波探傷およびレントゲン線探傷により、鑄物、鍛鋼および圧延品の疵は機械工程に入る以前に発見される時代となりつゝあるといえよう。

黒 心 可 鍛 鑄 鉄 製 品 Malleable Cast Iron

黒心可鍛鑄鉄の大型品機械化鑄造設備について

日立製作所深川工場においては、早くより四輪自動車および三輪自動車の大型部品の鑄造設備の合理化を計画していたが、最近砂処理、造型、運搬などの諸装置を綜



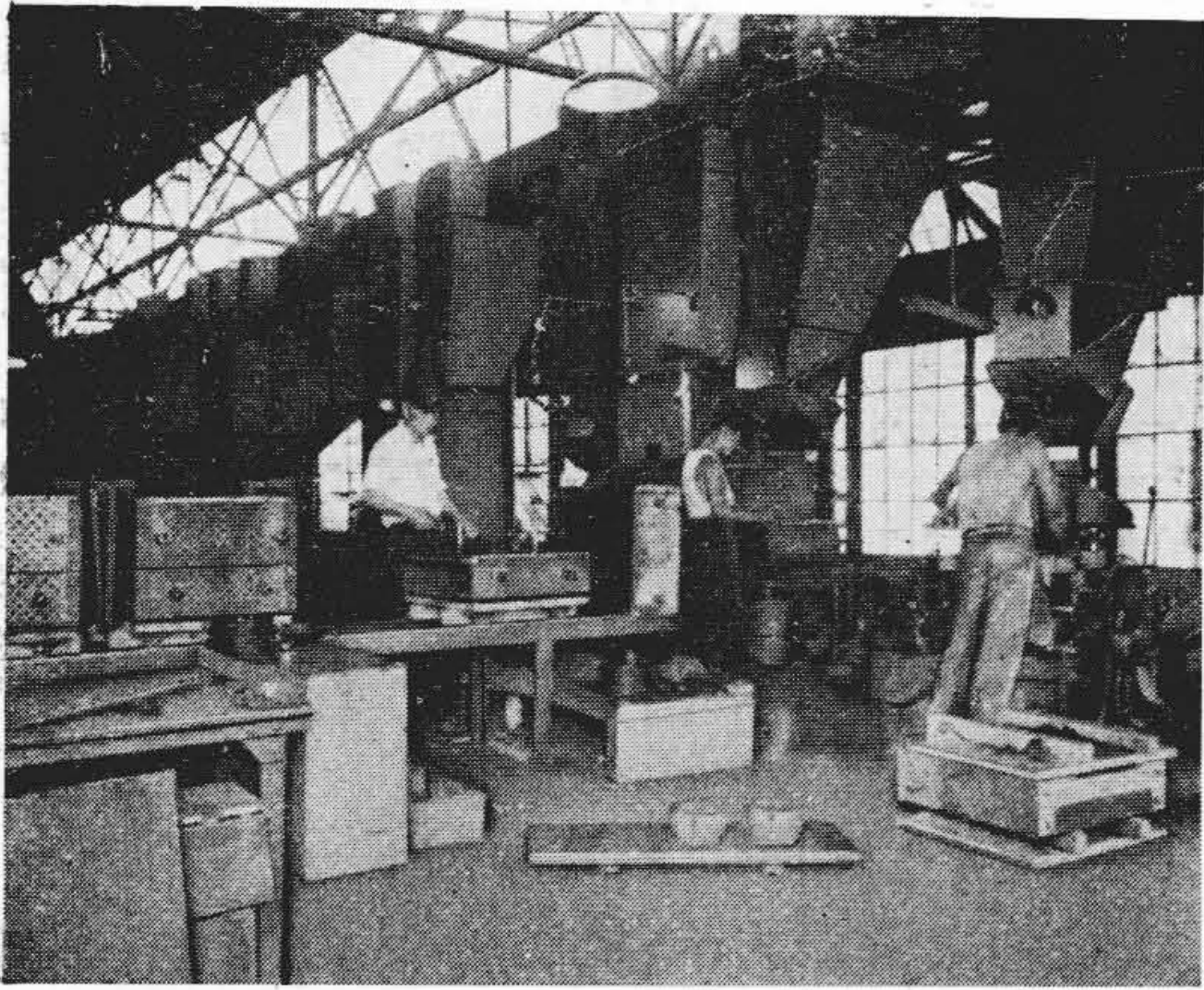
第1図 機械化鑄造設備配置図

Fig.1. Layout of Sand Preparation and Casting Equipment

合した機械化鑄造設備を完成した。その特長として、完全な鑄型を造るために能率的で性能のよい各種造型機を使用したこと、枠込め作業に必要な枠および定盤の返送を円滑に行うために、鑄型輸送、注湯、型ばらし枠返送などをおのおの1組の造型機に専属させた箇別方式を採用し、鑄型砂および製品の注湯後の処理、肌砂、裏砂の完全処理を一括した総合処理方式とし、この両者を組合せたことがあげられる。本設備を対象とした製品は、製品量重 20 kg より 60 kg 程度の枠込鑄造品であり、最大の製品においては注湯後の鑄型総重量は約 500 kg である。これらの製品は多品種にわたるのみならず、一品種の生産数量が相当に大であるため、設備は量産形態とゞもにかなりの融通性を有していなければならない。先に本誌に紹介された日立製作所桑名工場の連続式機械化鑄造設備は、この点においてもすぐれた様式で、本設備においてもそれと同様の考え方をしている。

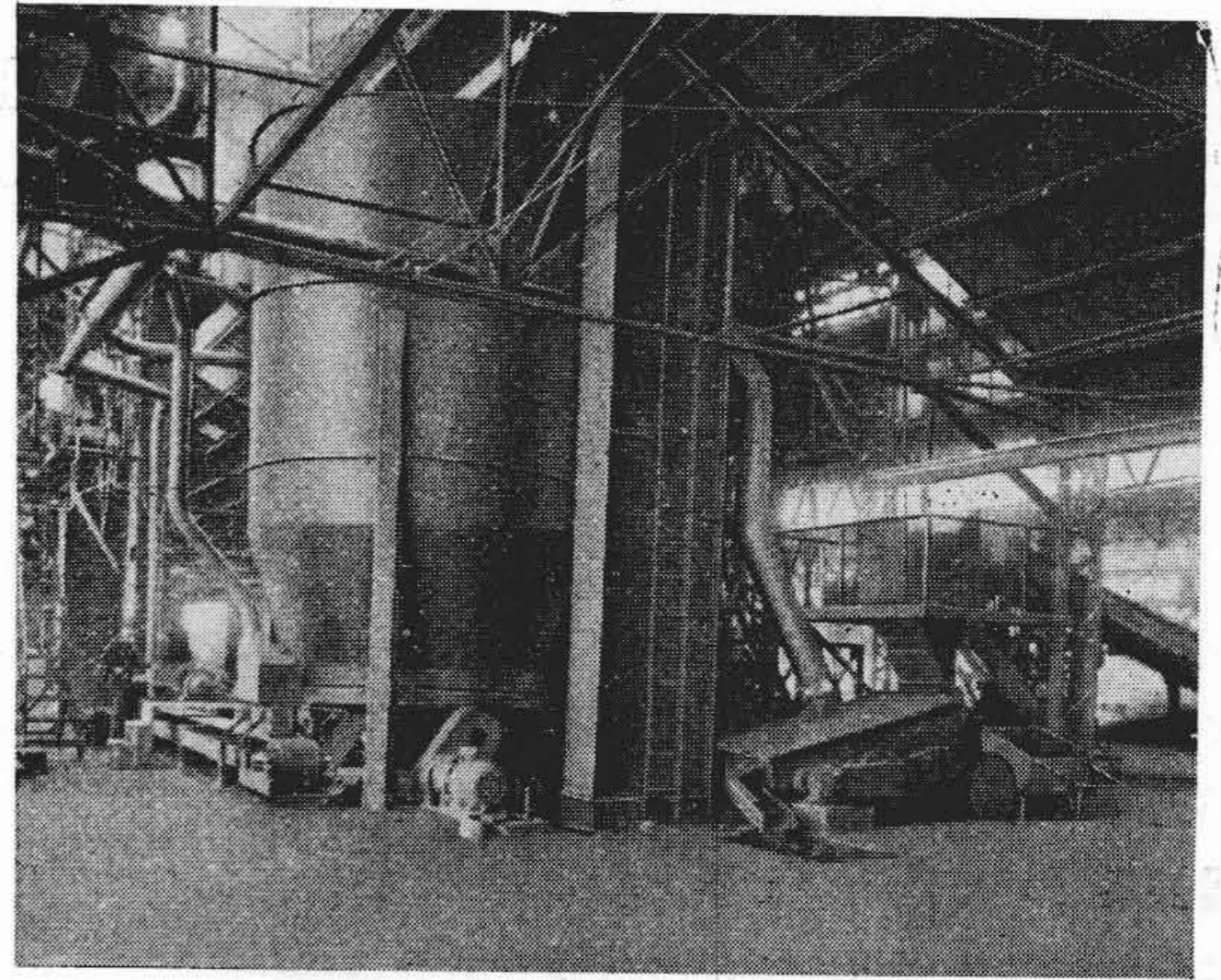
本設備の概要を述べればつぎの通りである。

上型および下型の各専用造型機によつて造られた鑄型は中子を納め、上下両型を車輪付定盤の上で組合せて、輸送台レールに乗せて送り、順次ならべられた鑄型への



第2図 機械化鑄造設備の一部
Fig.2. Mechanized Casting Facilities, Partly Shown

注湯はモノレールに懸垂された取瓶から行われる。つぎに型ばらし装置により、枠を残し砂および注入製品をシュートに落とし込み、枠は定盤とともに返送用傾斜レールを自重で造型場に戻りつぎの作業にたぎちに使用できる。このような、箇別方式では一定数の枠と定盤は一定の鑄型輸送台に附属し、連続的に繰返し使用される。箇別方式の鑄造設備よりそれぞれのシュートに落ちた砂と製品および湯口湯道などはエプロンコンベヤによりシェーカまで輸送される。シェーカ (Shake out Machine) は振動篩に一部工夫を加え設計製作したもので、砂の分離、製品の輸送、中子砂塊、焼結砂塊の崩壊防止 (鑄型砂劣化防止のために必要である) に対し、良い成績を取めている。シェーカを出た製品は運搬台車によつて運搬され、必要に応じ徐冷あるいは湯口類の折取作業が行われる。シェーカを出た砂はベルトコンベヤで運ばれ、電磁分離機、砂塊粉碎機、振動篩などを順次通過する間に、鉄片除去、ダマ粉碎、中子および焼結砂塊の除去、特種サイクロン集塵装置による微粉の吸引除去などの処理を受ける。これらの処理を受けた砂は、バケットエレベータ、ベルトフィーダ (Belt Feeder) により、容量 50t を越える古砂貯蔵ビン (Sand Storage Bin) に貯えられる。ビンには肌砂用、裏砂用の二つの排出口があつて、テーブルの回転とスクレーパにより、それぞれの原料砂を供給する。裏砂用砂はベルトコンベヤ、バケットエレベータにより鑄型砂更生装置 (Revivifyer) へ輸送され、こゝで給水調整されて裏砂としてベルトコンベヤにより造型場の裏砂ホッパに運ばれる。ビンから出て一時混砂機上のホッパに貯えられた砂は、他の区劃内の肌砂用新砂とともにホッパ下の計量槽において計量配合された後混砂機に投入され、水、粘結剤などを加えて混練し、肌砂とで調製される。混砂機から砂投射機 (Sand Blender)



第3図 機械化鑄造設備の砂処理綜合装置
Fig.3. Sand Disposal Equipment for Mechanized Casting

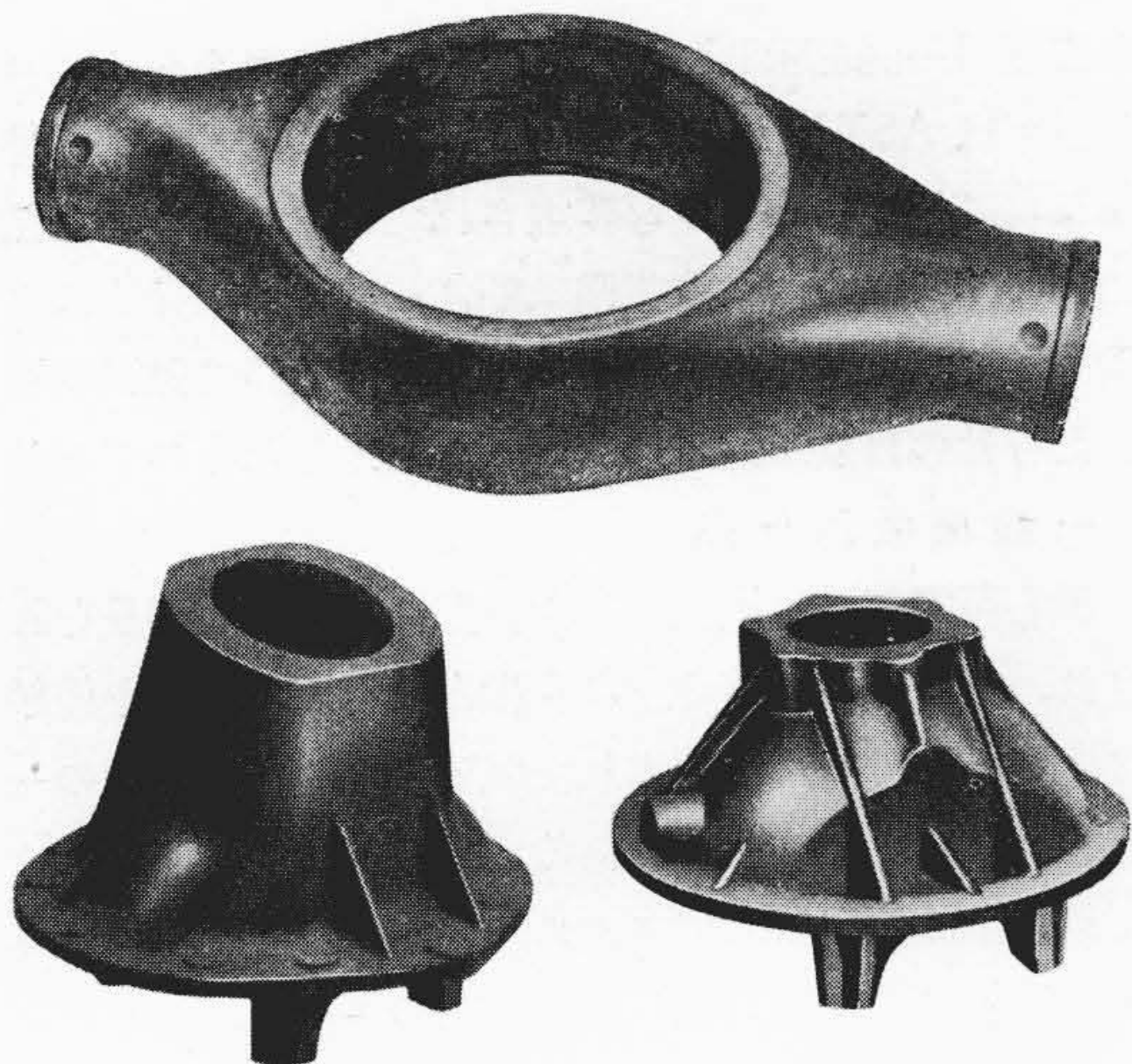
により肌砂貯蔵所に投射された肌砂は肌砂輸送時まで貯えられるが、輸送は1本の傾斜ベルトコンベヤで肌砂輸送に切替えた裏砂輸送システムを利用し、裏砂輸送と同様に造型場の肌砂ホッパに送られる。

以上のごとく本設備はすべて簡単な箇々の独立した機械を綜合したもので、点検掃除に便ならしめ、故障を少くして高度にその能力を発揮せしめるようになっている。また鑄型輸送および枠定盤の返送には箇別方式を採用しているため、べつの造型作業との間に相互の干渉がなく、箇々にその能力を十分発揮できる。さらに大量の鑄型砂および製品は綜合設備により運搬はすべて機械力により積み下しに便利な配置をとつている。この結果運搬所要工数を従来より 30% 減じ造型能率は 70~80% の向上をみており、鑄型砂の具備すべき性質の向上も著しく、したがつて不良率は低下し量産的な自動車部品その他のマレブル品の大物を順調に生産している。

自動車および自動三輪車用部品

黒心可鍛鑄鉄は地金の化学成分、溶製、鑄造および焼鈍法などが相関連し、これらの卓越せる技術と適切な生産設備を具備して初めて優秀な自動車および自動三輪車用鑄物として信頼性を発揮することができる。

そもそも自動車工業は量産を目的とする結果、機械能率を向上するために、これに使用する鑄物は冶金加工が行われる関係上、寸法正確にして切削容易なると同時に、その材質は強靱にして、走行時の衝撃、振動その他の荷重に耐える必要がある。さらに各自動車メーカーの新型車移行にともなう設計変更により品種は多種多様をきわめ鑄放単重わずか 50g のコントロールバルブレバーより 60kg のリヤーアクスルハウジングにおよぶものがある。これらの自動車部品を日立製作所は厳密なる検査を経て短納期で供給し、自動車工業発展に寄与している。



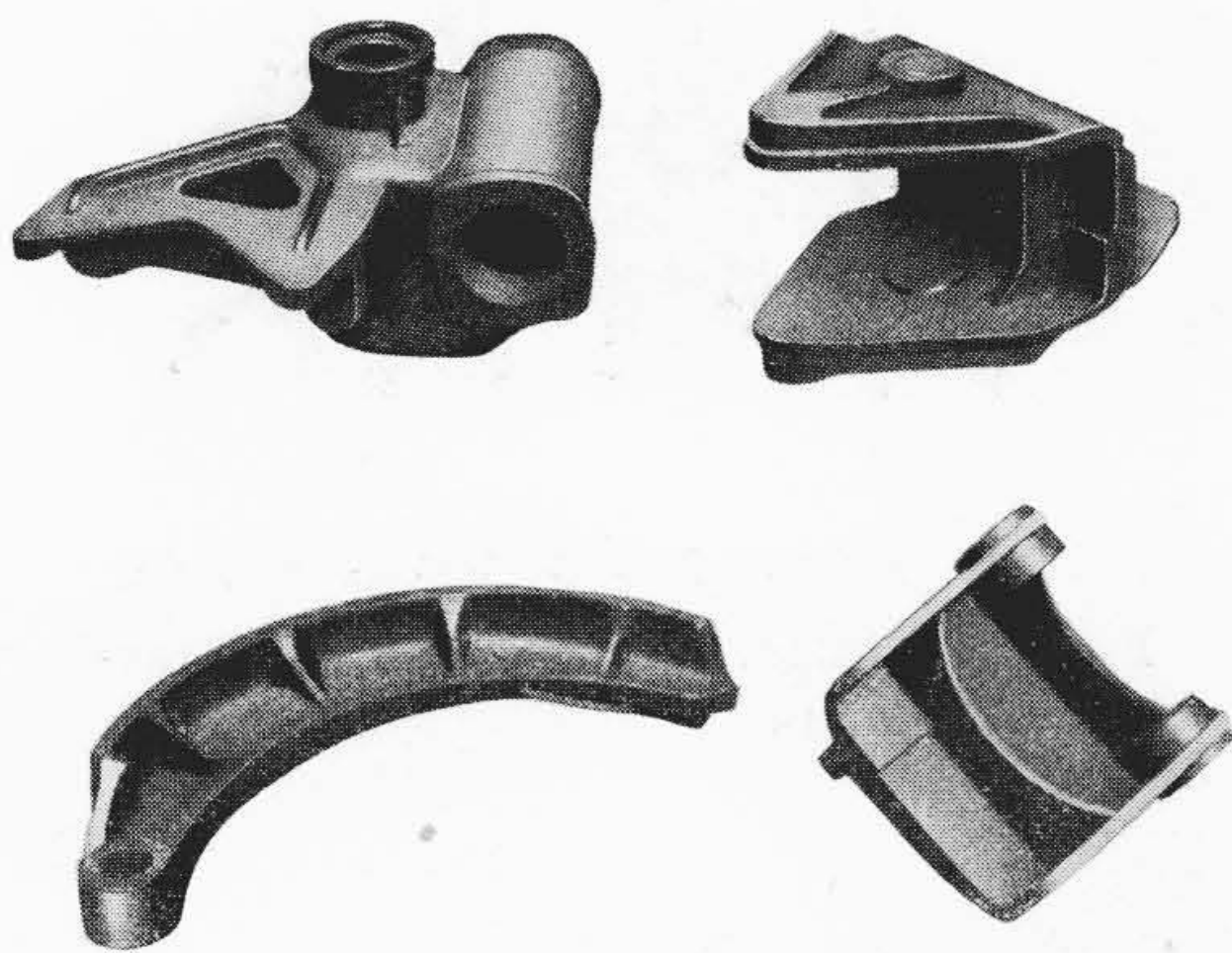
第4図 大型自動車アクスルハウジングおよびギヤーキャリア

Fig. 4. Axle Housing and Gear Carriers for Automobile Casting



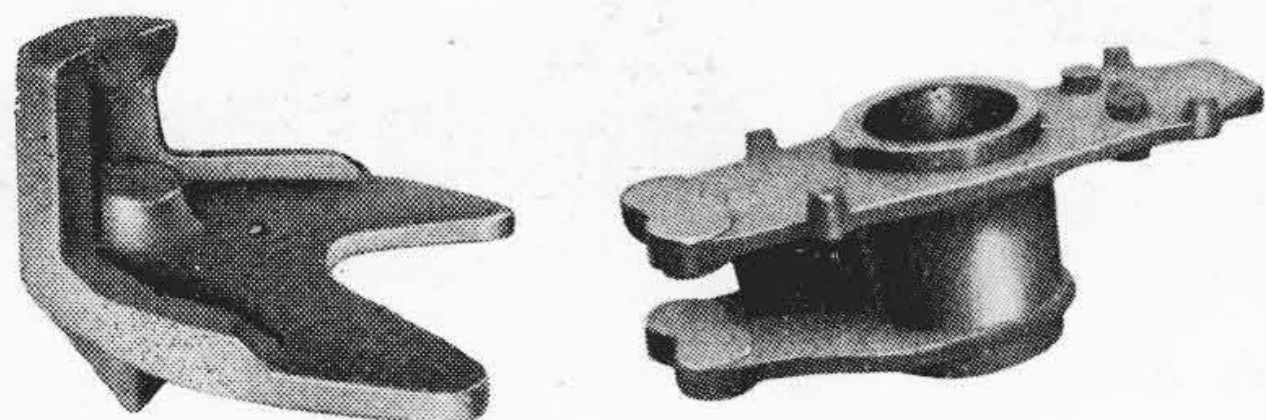
第5図 自動車用ホイールハブ

Fig. 5. Wheel Hubs for Automobile Casting



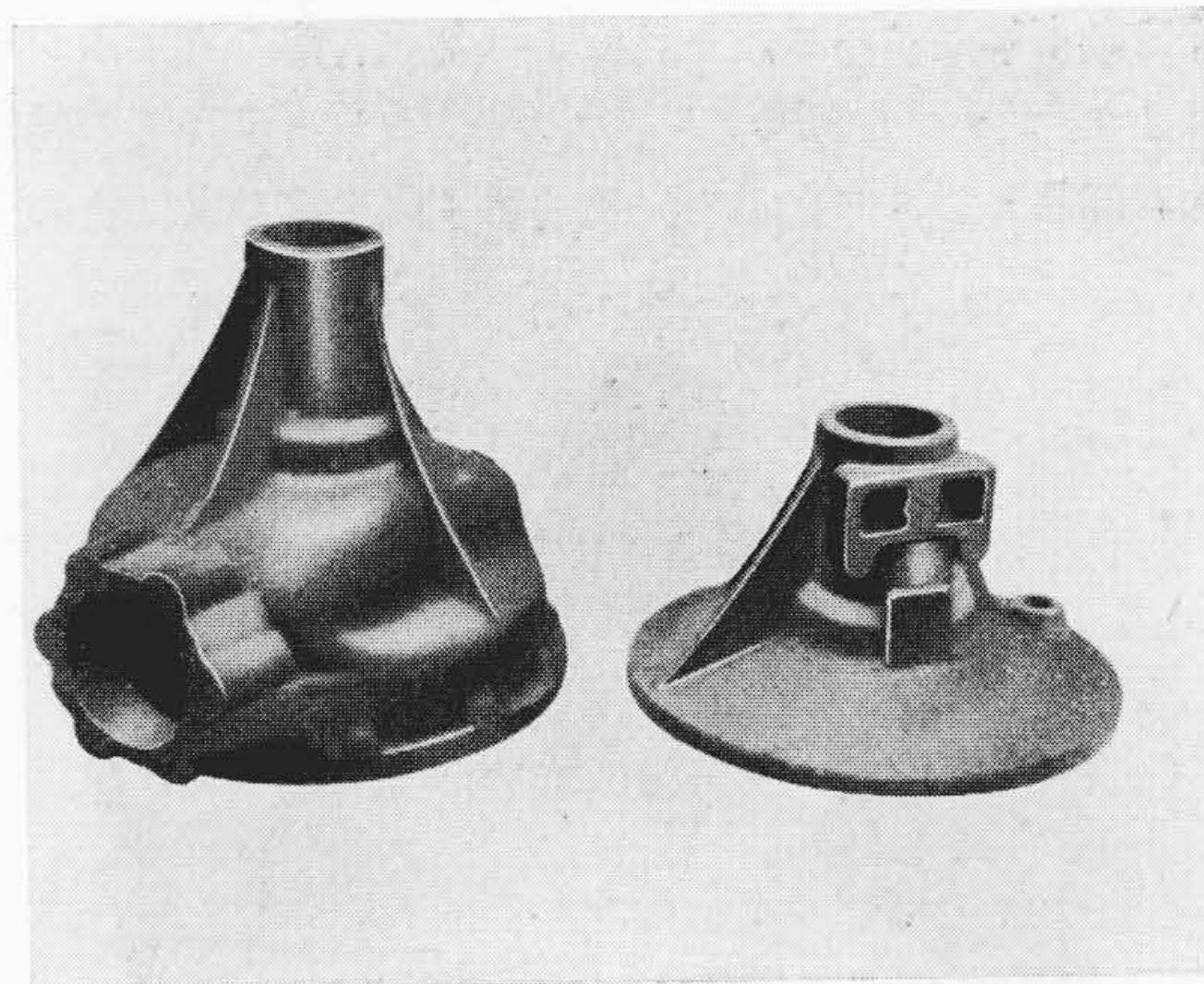
第6図 自動車用大型部品

Fig. 6. Malleable Castings for Automobile Parts



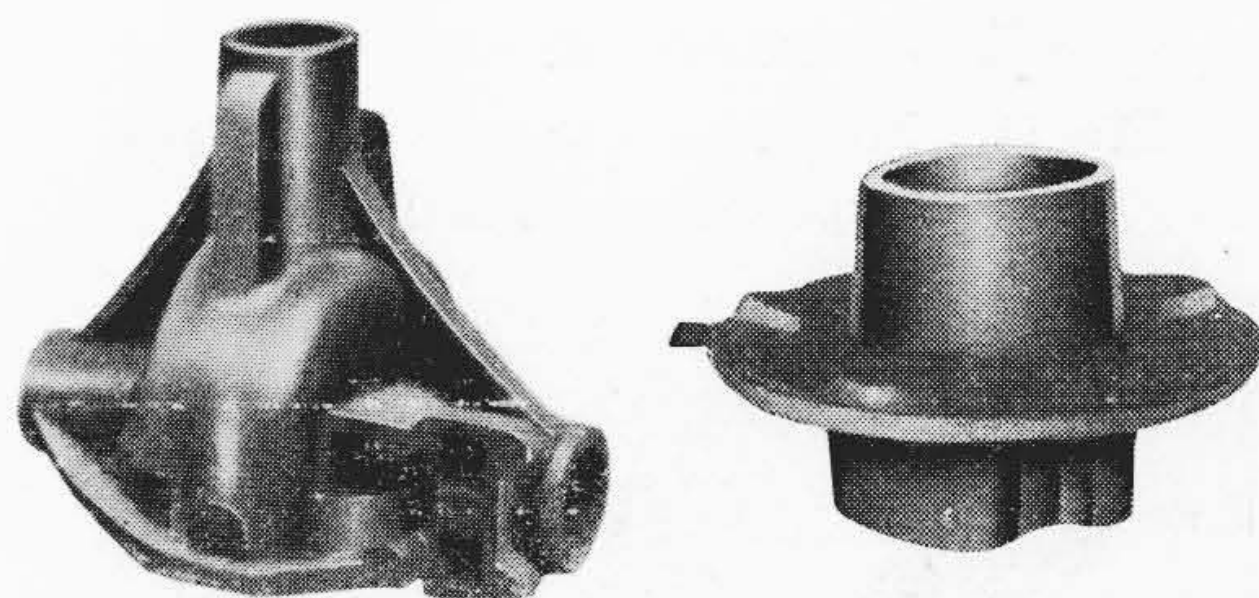
第7図 大型自動車用スプリングハンガー

Fig. 7. Spring Brackets for Automobile Parts



第8図 「ウエポン」キャリア用部品

Fig. 8. Axle Housing and Cover for "Weapon Carrier"



第9図 「ジープ」用ギヤーリヤーおよびフロントハブ

Fig. 9. Gear Carrier and Front Hub for "Jeep"



第10図 自動車用中型部品

Fig. 10. Malleable Castings for Automobile Parts (Medium Type)

自動車部品はバス、トラックは勿論特需のウエポンキャリア、ジープを初め、ダンプカー、トレーラなどの特動殊車部品までこおよんでいる。第4図～第13図はその自

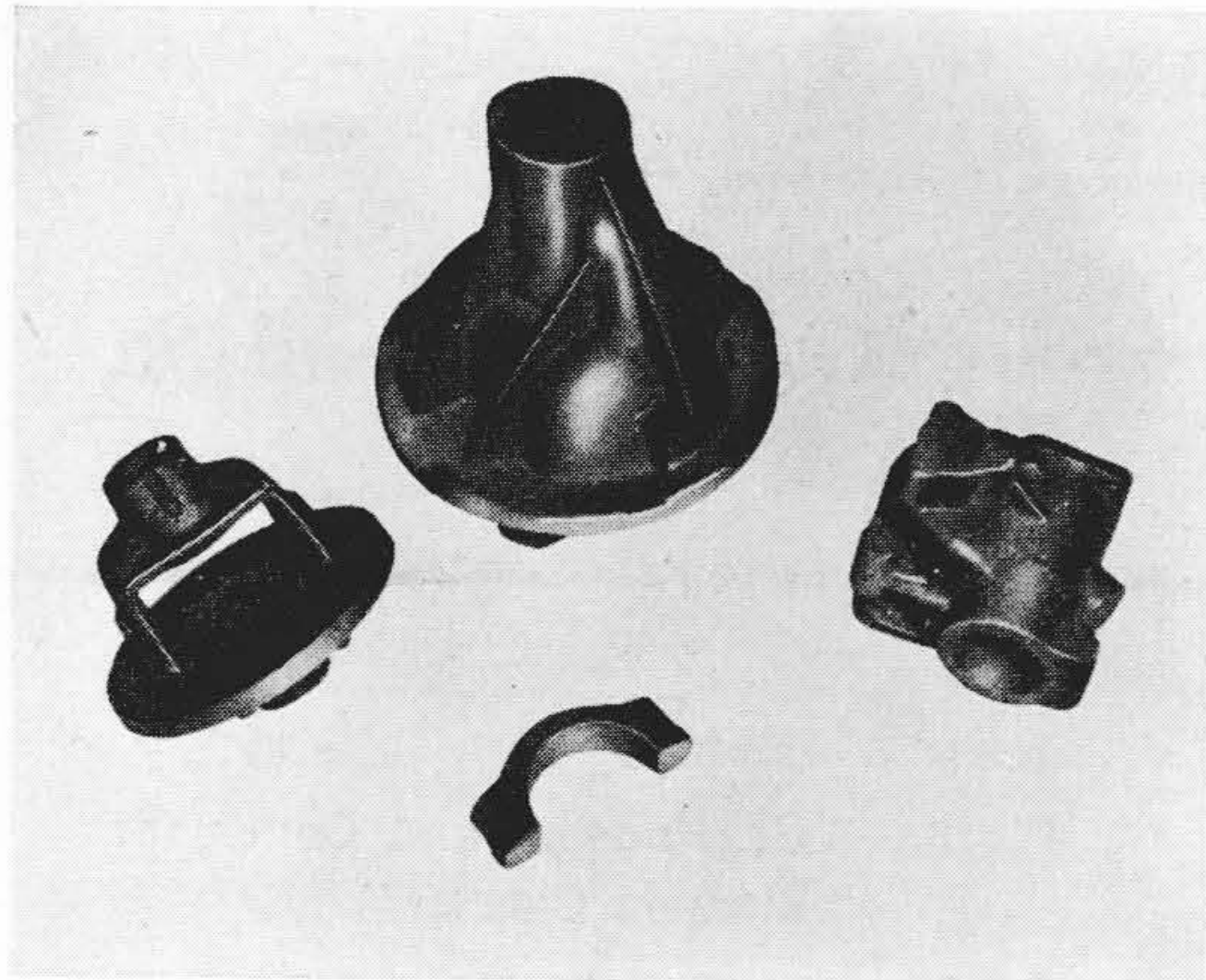
車部品の一例を示したものである。特に第9図のフロントハブは ASTM 35018 級 (降伏点 35,000 lb/in², 伸び 18%) に相当する強度を要求されているジープ用部品である。第12図および第13図は各メーカーの新車発表により馬力および積載量の飛躍的向上にともなつて設計変更された各社の自動三輪車部品の一例を示したものである。

一般機械用部品

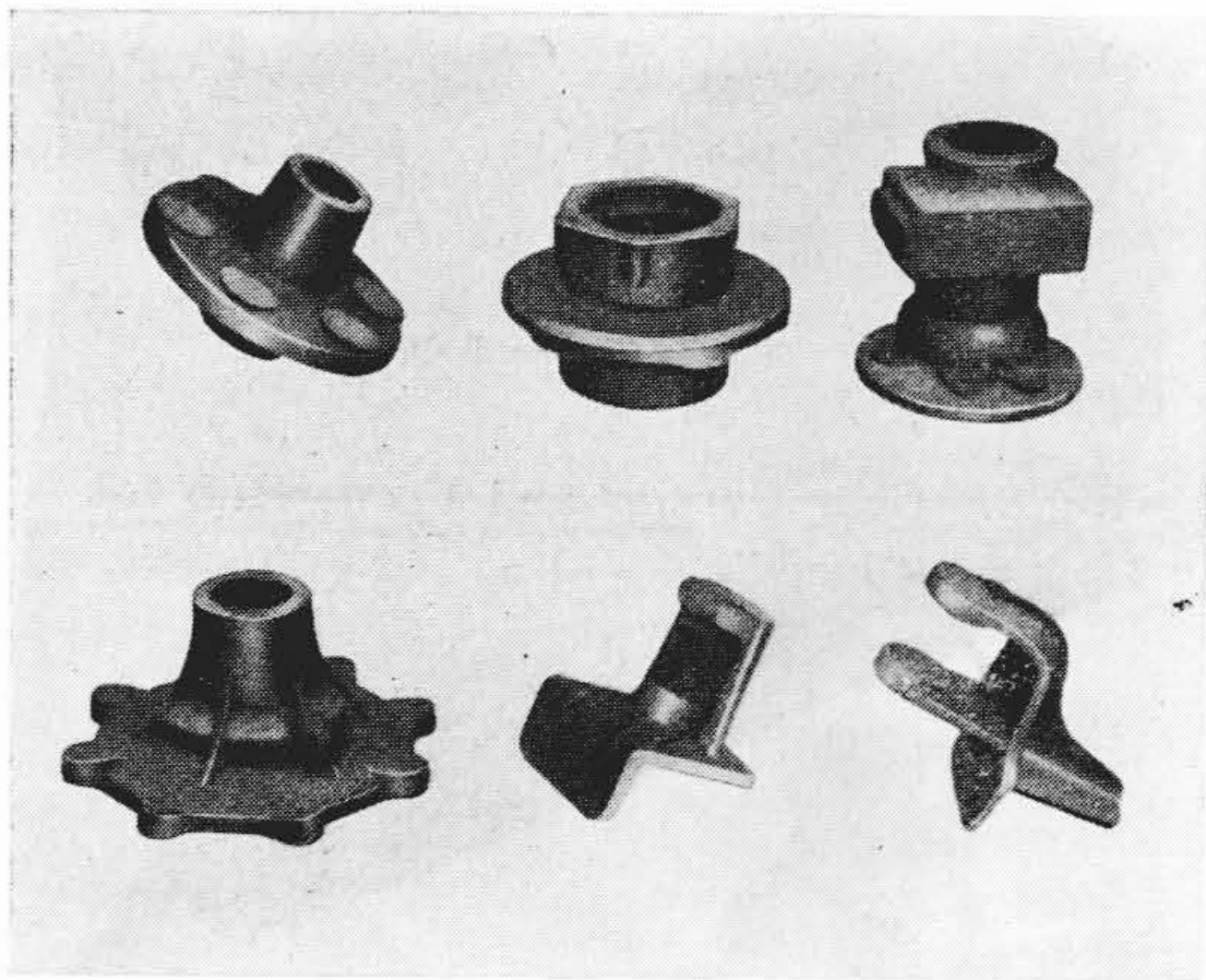
黒心可鍛鑄鉄は漸次各工業部門に優秀なる特長を証明され、鑄鋼、鑄鉄ならびに各種合金鑄物の分野を侵蝕して、広範な目的に使用されている。これらの用途の一例を挙げればつぎの通りである。

鉄道車輛鑄物としてアクスルボックス、ブレーキシュー、車軸調車 (第14図) などを初めエヤーブレーキおよび蒸気配管用高圧継手 (第15図) に用いられている。

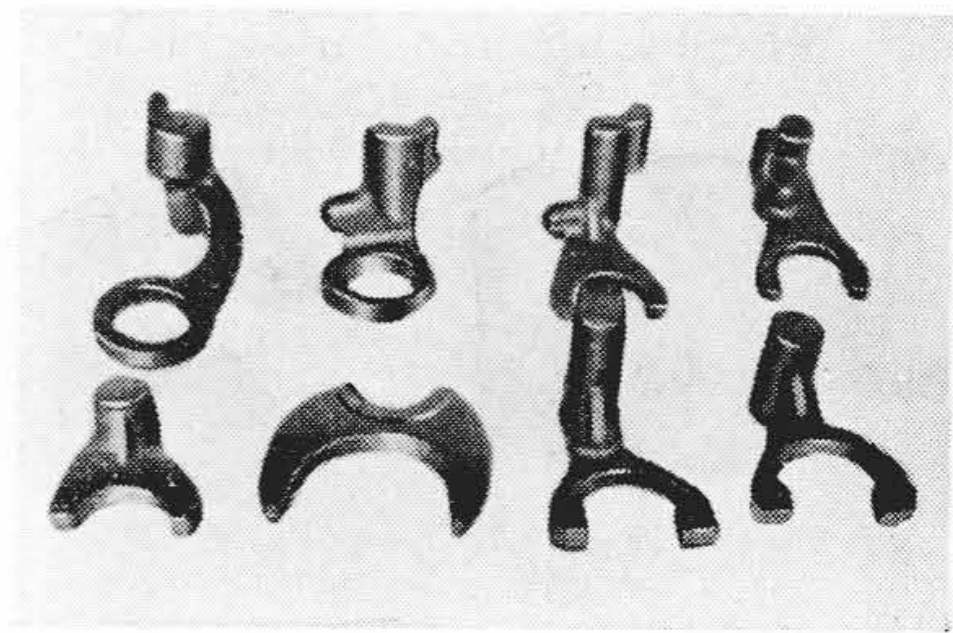
鉱山用鑄物には鉄製鋸車の車輪部品および軸受部品 (第16図) を初め、軌条支持具および坑内カッペ採炭用鉄柱楔金具などに採用されて効果をあげている。ボイラおよび機関用鑄物としてロッカーアーム、ハンドホイール、油壺 (第17図) および蓋、連接棒 (第18図) などがあり、電気機器部品としての用途も多く、スイッチボックスから絶縁キャップにわたっている。これは中程度以下の磁場では可鍛鑄鉄の強導磁率が磁気回路に有効に使用され



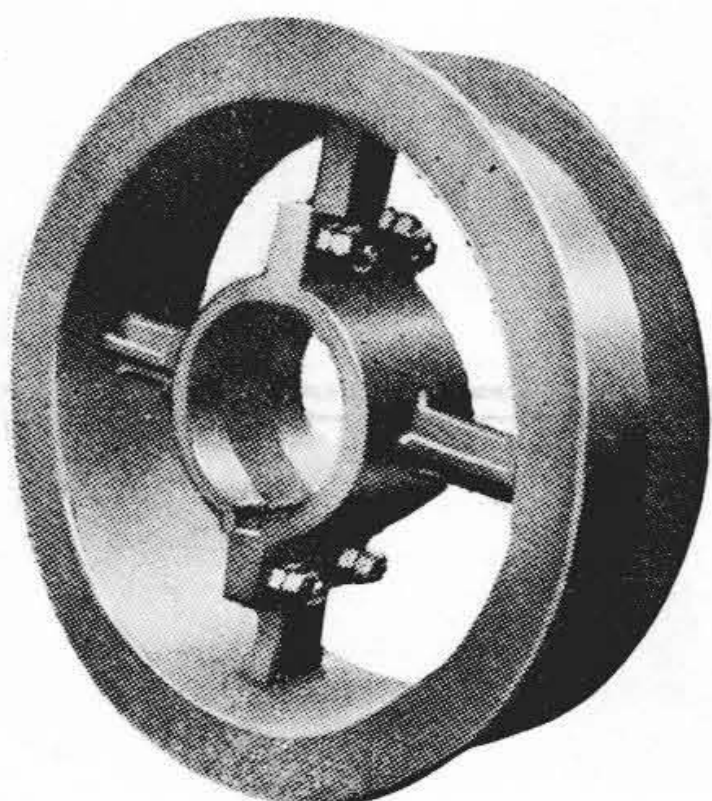
第11図 小型自動車用部品
Fig.11. Malleable Castings for Light Type Automobile Parts



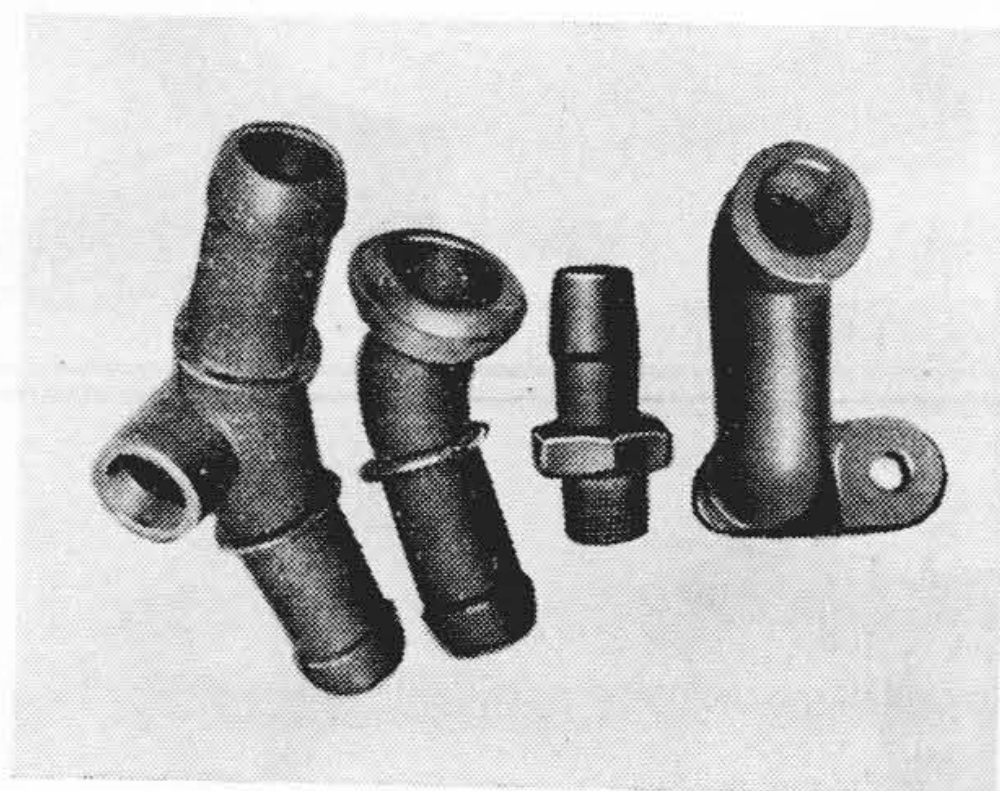
第12図 三輪車用部品
Fig.12. Malleable Castings for Auto Rear-Car



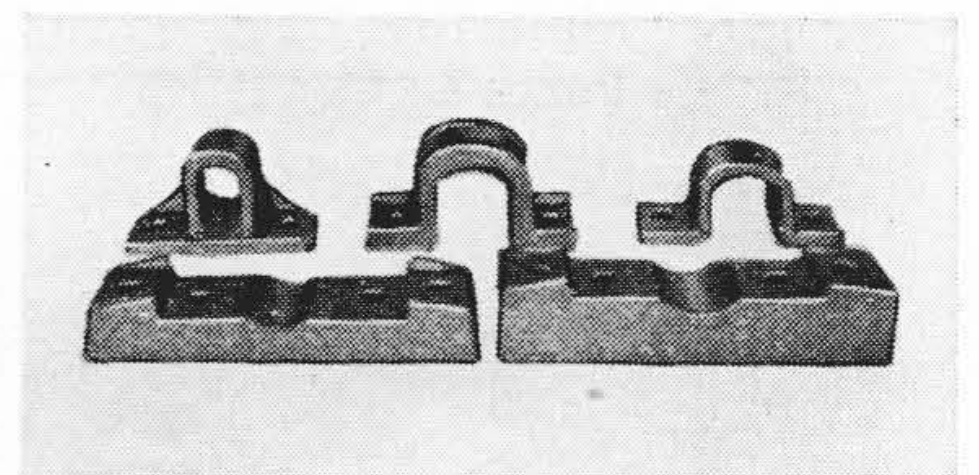
第13図 三輪車用シフトフォーク類
Fig.13. Shifter Forks for Auto-Rear-Car Parts



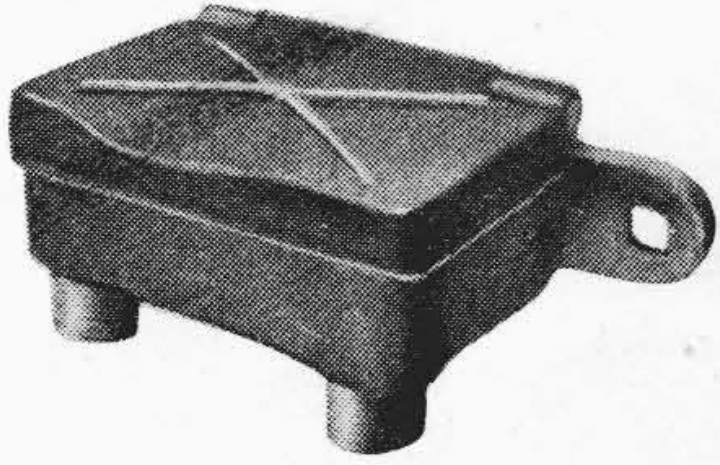
第14図 車軸調車
Fig.14. Power-Generating Pulley for Rolling Stock Casting



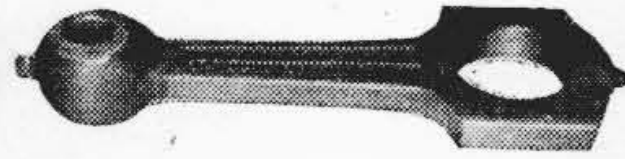
第15図 車輛用高圧接手
Fig.15. Air Brake Parts for Rolling Stock Casting



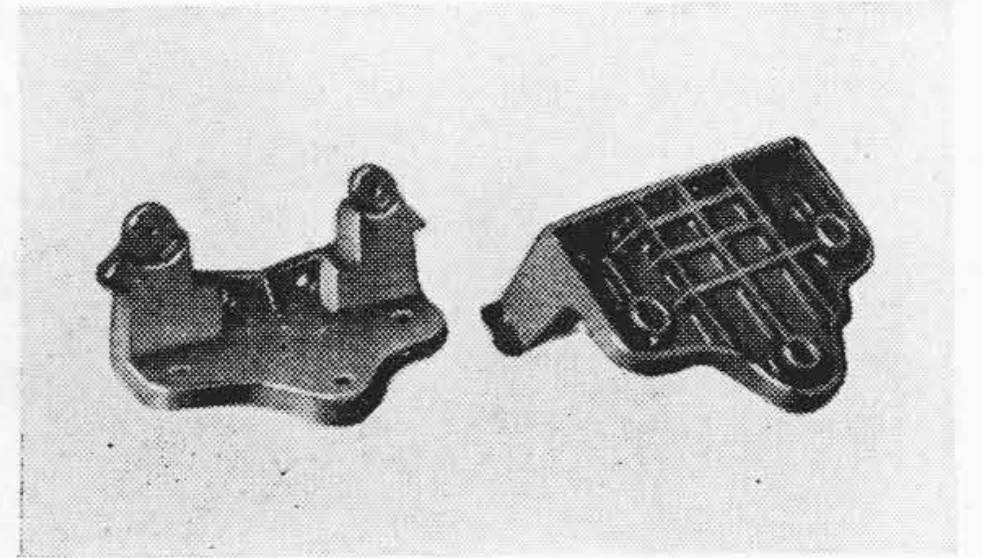
第16図 炭車用軸受用部品
Fig.16. Bearing Parts for Mining Car Casting



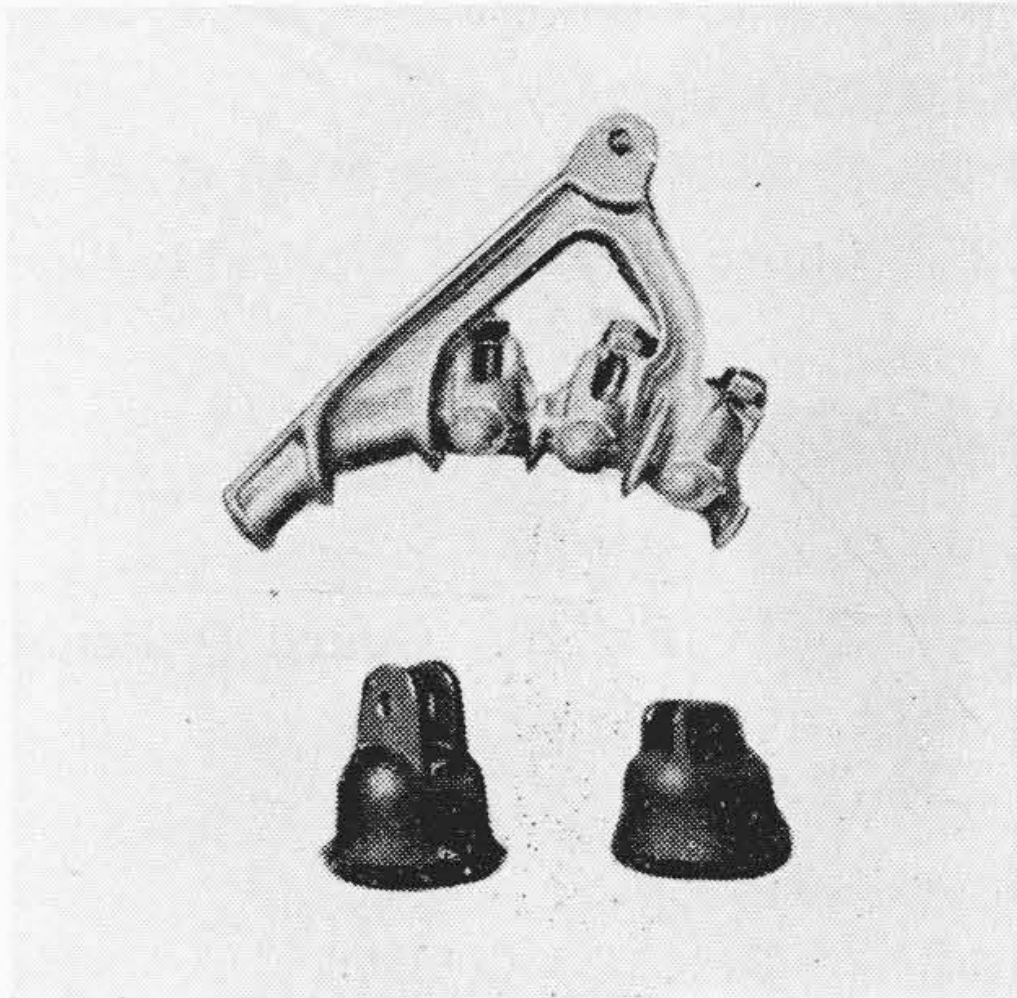
第17図 機関車用油壺および蓋
Fig. 17. Oil Cap and Cover for Locomotive Engine



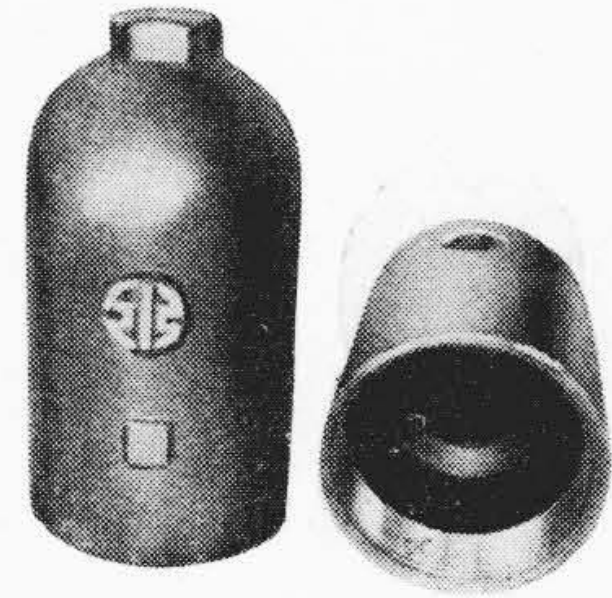
第18図 連接桿棒および冠鋳物
Fig. 18. Connecting Rod and Cap Castings



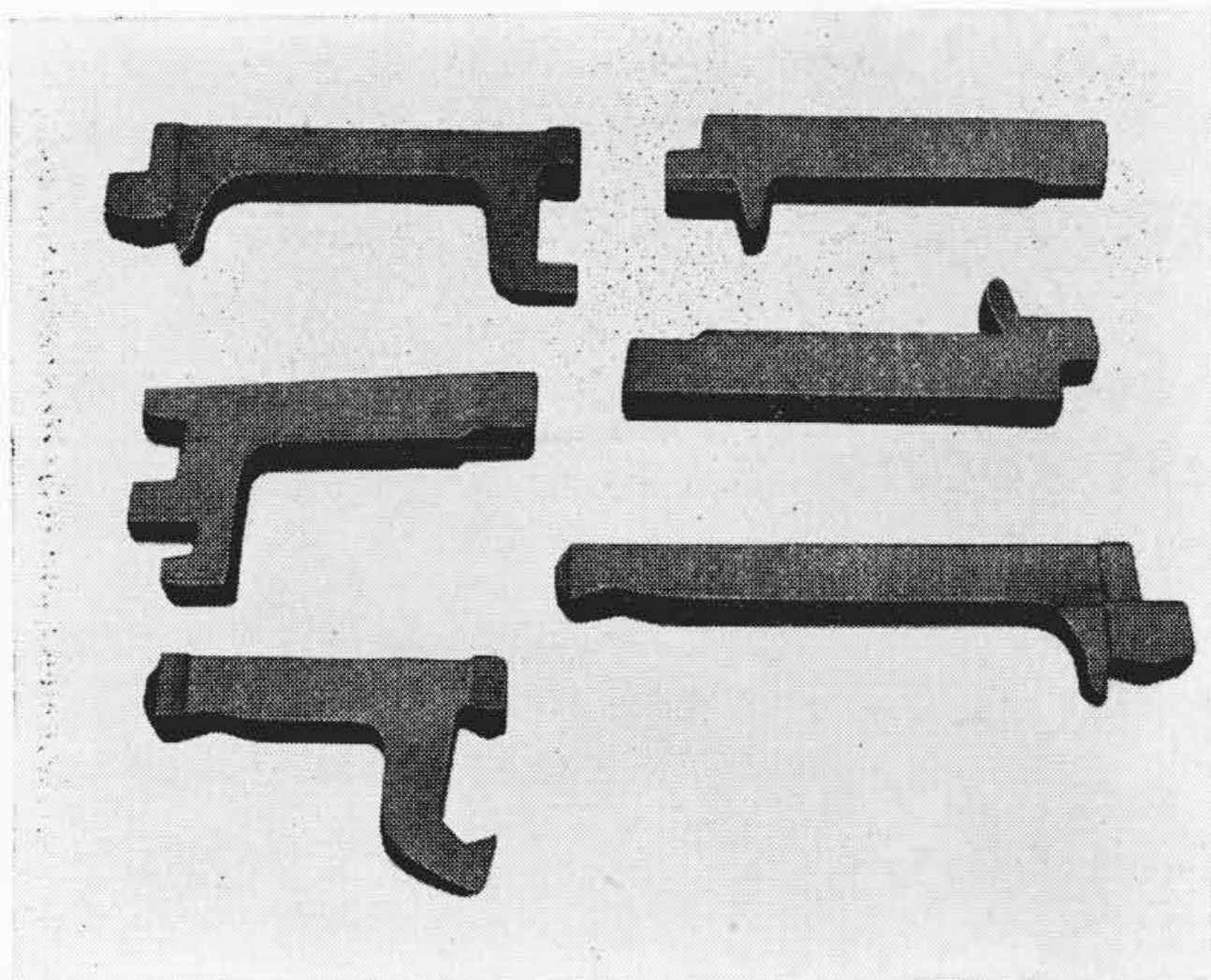
第19図 パイプバイス
Fig. 19. Pipe Vice Parts



第20図 送電線用キャップおよびストレーン
クランプ
Fig. 20. Strain Clamp and Caps for Power
Transmission Facilities

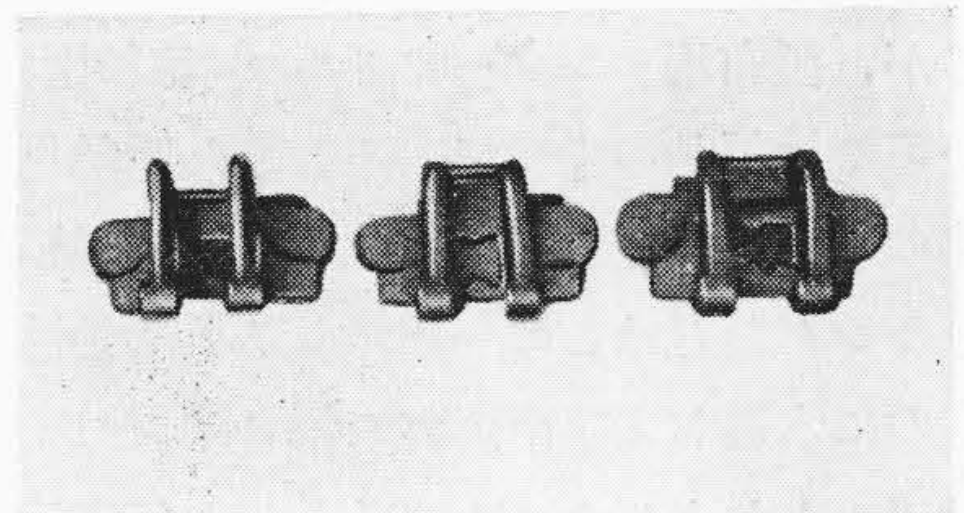


第22図 酸素瓶キャップ
Fig. 22. Castings Cap for Oxygen
Bomb

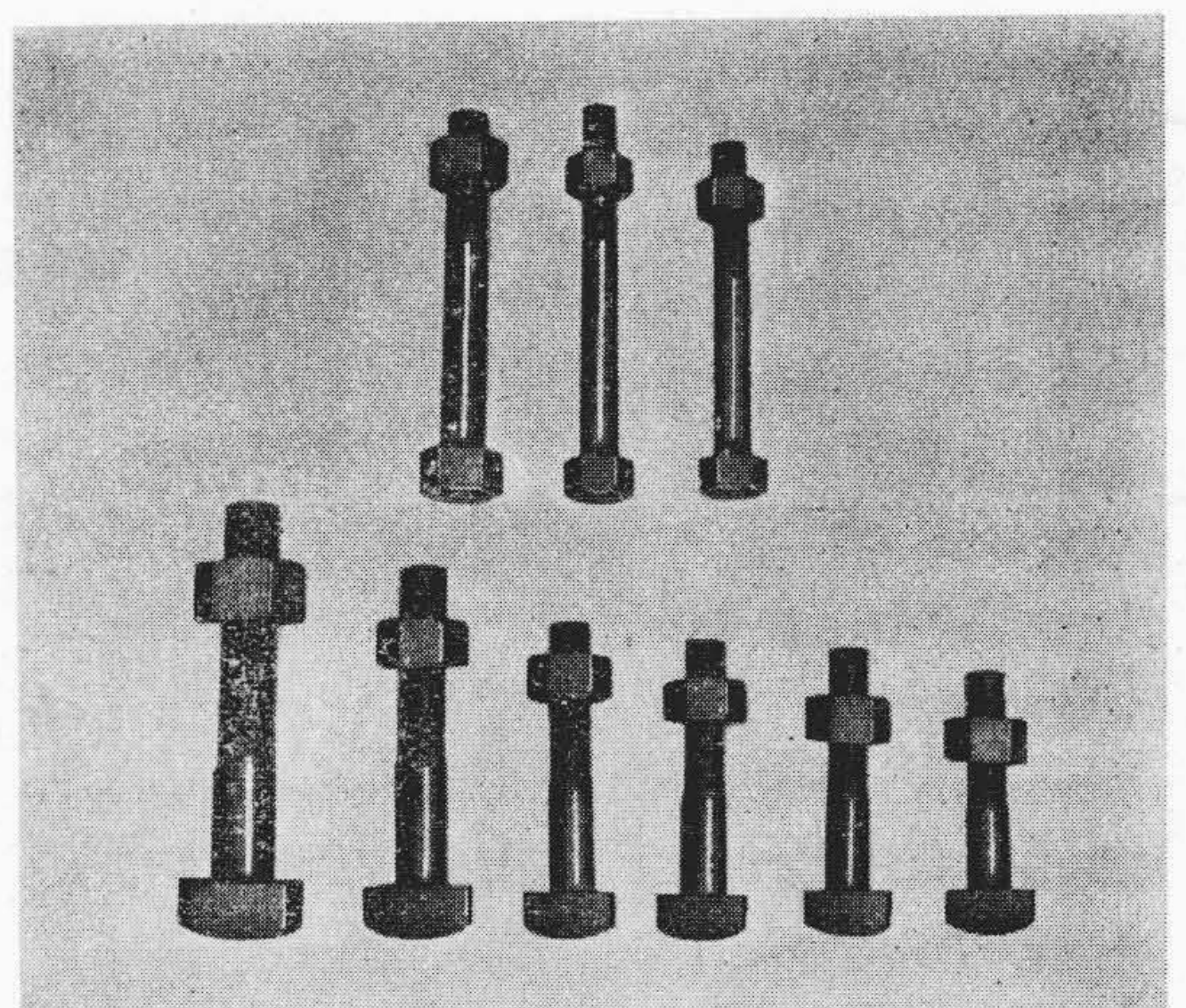


第21図 製銑用グレートバー
Fig. 21. Grate Bars for Pig Iron
Manufacture

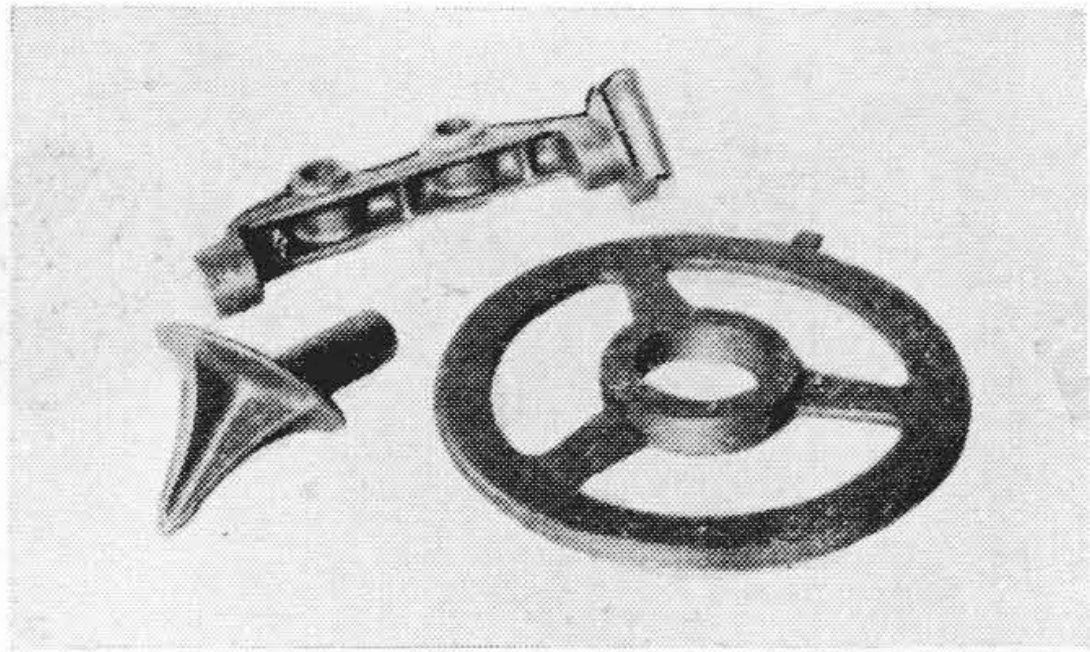
るからである。第20図は送電線用キャップおよびストレーンクランプであり、また鉄柱および木柱支線用にワイヤークリップ、シンブル、アンカースクリューなどがある。工作機械用金具にも用いられ、ドリル体、穿岩用ソケットなどの用途がある。建築備品用のラジエータニップルラジエータブラケット、エレベータ用可動子の要求も多く、工器具鋳物としての電動工具のインナーカバー、電



第23図 テンタークリップ
Fig. 23. Malleable Castings of
Tenter Clip

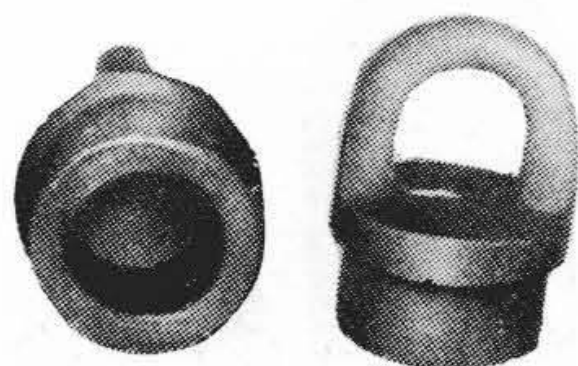


第24図 マレブルボルトおよびナット
Fig. 24. Malleable Bolts and Nuts



第25図 銃架兵器部品

Fig. 25. Malleable Castings for Gun-stock



第26図 弾筒用替栓金物

Fig. 26. Lifting Plug for Shell Casting

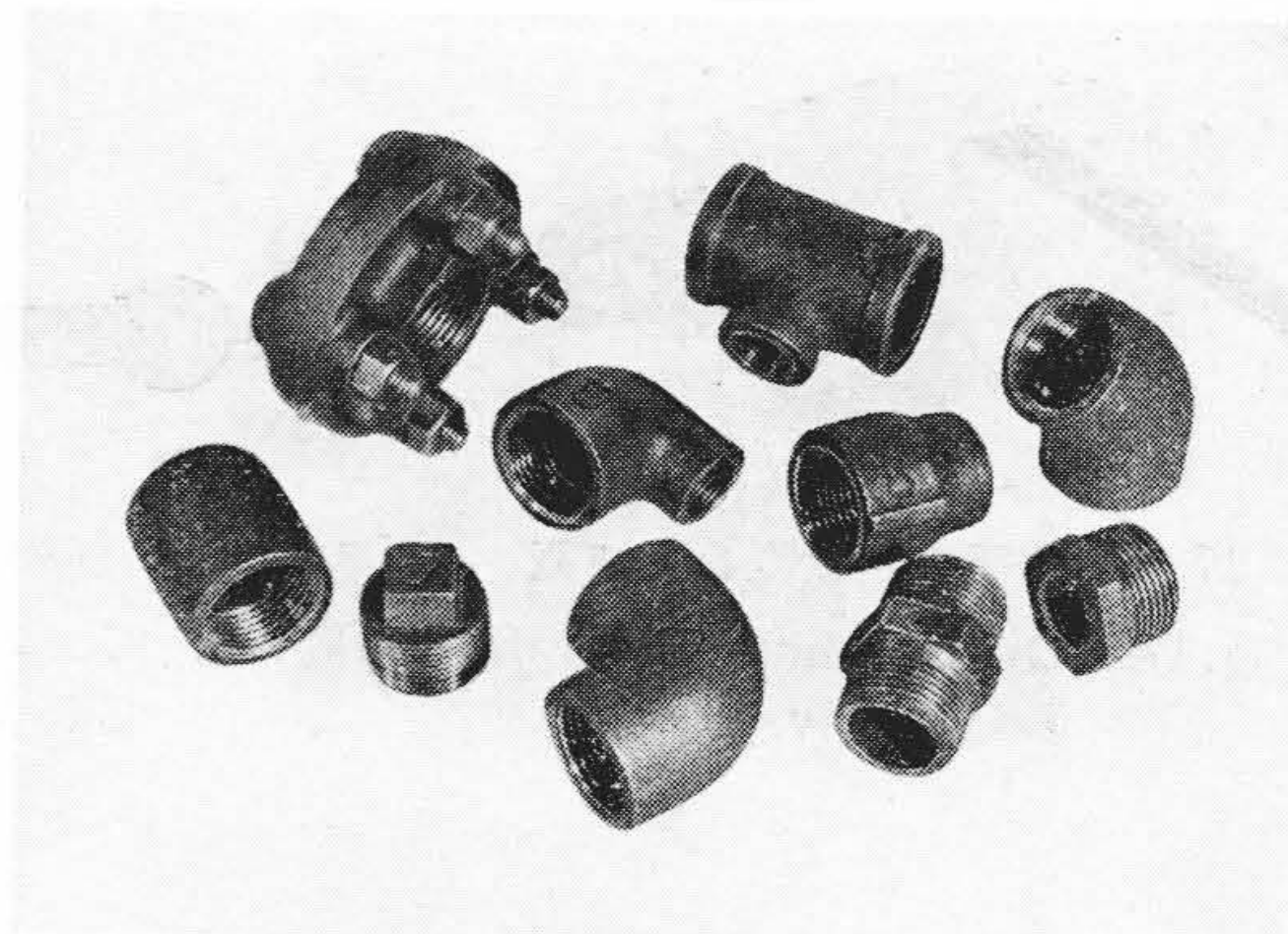
動ホイストの各種部品、パイプカッタ、パイプバイス(第19図)、ブロックシエルおよび酸素瓶キャップ(第22図)にも広く用いられている。運搬用装置金物としてはべつに述べるが、製布用テントクリップ(第23図)も忘れてならない可鍛鉄部品の1つである。また耐熱用としての炉材金物の用途も広く各種のグレートバー(第21図)およびフューリングなどはこの一例である。耐蝕性の利用せられたものに水道および市街ガス用メインパイプのフランジ締付ボルトおよびナットがあり20年来広く使用されている。(第24図)

米国その他では農業用金物(プラウおよびハローなど)、公共設備金具(腕木、ターンバックル、排疎水金具など)および道路用機械铸件(ブルトナーザ、ミキサ、ショベル、スクレーパ部品など)としての黒心可鍛鉄物の用途はさらに広範囲である。また航空機用および兵器用足廻り部品としての使用もかなり広く、その強度も米国 ASTM 35018 級を要求されている。第25図は銃器部品、第26図は弾筒替栓を示したものである。

㊦印可鍛鉄製鉄管継手

日立製作所が40有余年にわたる経験と、最新の技術を採入れた鉄管継手大量生産設備の完成は、積極的な品質管理の導入により、質量ともに優秀な成績を挙げるようになってきている。毎日生産される数拾万箇の継手は、伝統ある冶金技術と優秀な設備により、強いこと、洩らないこと、正しいことなどにおいて、永年斯界の信用を博して現在におよんでいる。

なお、鉄管継手に工業標準化法が制定されるや、たゞちに昭和26年8月、他社に先馳けて第1次の JIS 標準許



第27図 ㊦印可鍛鉄製鉄管継手

Fig. 27. Gourd Brand Malleable Pipe Fittings



第28図 ㊦印グリースカップ

Fig. 28. Gourd Brand Grase Cup

可工場の指定を受け、その優秀性を格付けされた。

鉄管継手には、エルボ、チー、ソケットなどその他多くの種類があるが、需要に応じて亜鉛メッキも施される。またネジの種類も英国ネジ、米国ネジと二通りあり、それぞれ 1/8" より 8" までの寸法のものが用意されている。さらに1箇の継手には、普通いくつかのネジが切られているが、違径ものと呼ばれるものは、それぞれのネジの寸法が違っており、この組合せは多種多様にわたるものである。以上述べたようなことから、実際に生産される継手の種類は、莫大なものであるが、日立製作所では需要家の御要望に応じて、各種の継手を取揃え供給している。

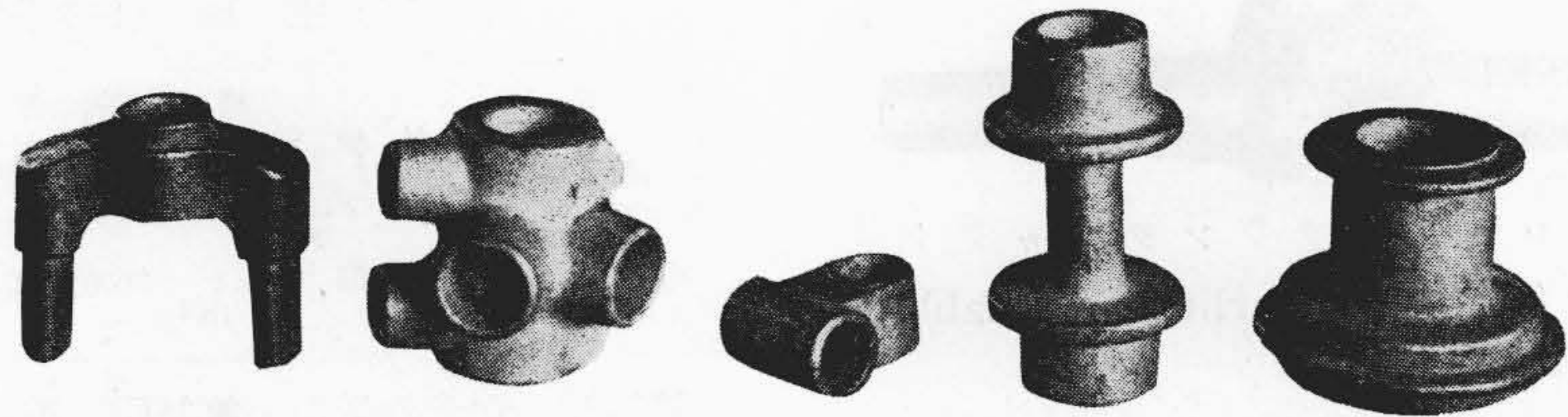
この外、独特の構造を持つ可鍛鉄製グリースカップも、No. 1~No. 7 まで製作している。

㊦印バルブコック

㊦印鉄管継手とともに斯界に夙にその名声を馳せている製品に、㊦印バルブコックがある。その強いこと、洩らぬこと、正しいことは、㊦印鉄管継手と同様に、需要家より常に賞讃されている。

白心可鍛鉄製品 White Heart Malleable Cast Iron

白心可鍛鉄は白鉄を熱処理して表面をフェライト地として内部をパーライトと焼鈍炭素としたもので、現在でも欧州では大量に製造されている。肉厚物は製造困難であるが黒心可鍛鉄と異り、蠟付およびメッキ溶接が容易であるので、薄肉小物製品で上記の処理を必要と



第29図 白心可鍛鑄鉄製品
Fig. 29. Product of White Heart Malleable Cast Iron

第1表 白心可鍛鑄鉄の機械的性質
Table 1. Mechanical Properties of White Heart Malleable Cast Iron

引張強さ	30~45 kg/mm ²
降伏点	20~27 kg/mm ²
伸び	2~8%
ブリネル硬度	110~130 (表面) 150~170 (内部)

第2表 高力可鍛鑄鉄の機械的性質
Table 2. Mechanical Properties of Pearlitic Malleable Cast Iron

	引張り強さ (kg/mm ²)	伸び (%)	硬度 (HB)	疲労限界 (kg/mm ²)
高力 45	45	6	160	
高力 50	50	5	180	
高力 55	55	4	200	
高力 60	60	3	250	20

する製品に広く使用されている。その機械的性質の概要を示せば第1表のごとくである。

日立製作所においては、黒心可鍛鑄鉄を主として生産しているが、自転車部品などはこれらの特長ある白心可鍛鑄鉄をもつて製造し、良好な結果をえている。第26図はその製品写真を示す。

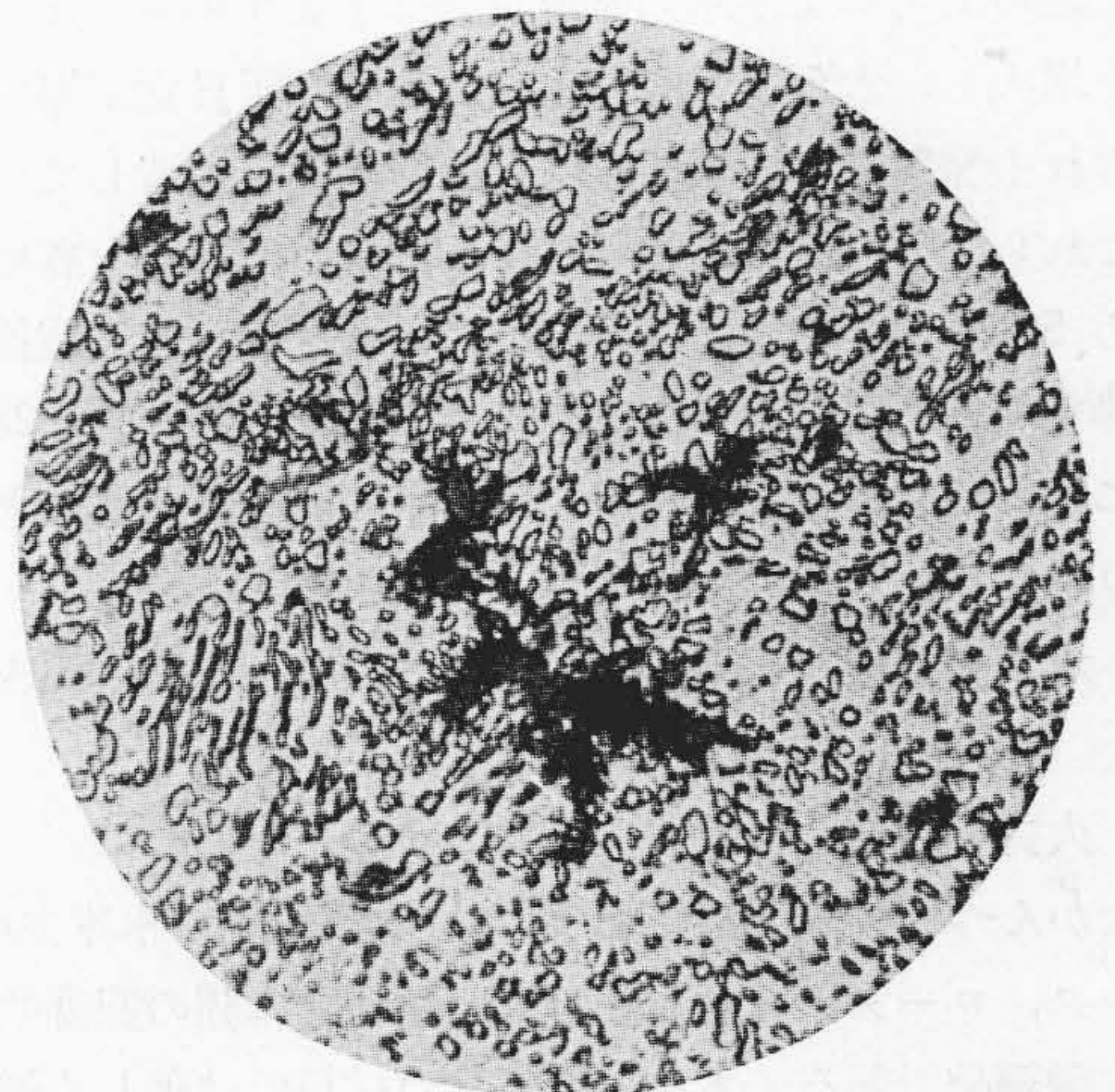
高力可鍛鑄鉄製品 Pearlitic Malleable Cast Iron

可鍛鑄鉄が普及するにつれて、さらに引張強さ、硬度が高く、耐摩耗性のすぐれた製品が要求されて来た。この要求に応ずるために発達したのが高力可鍛鑄鉄である。

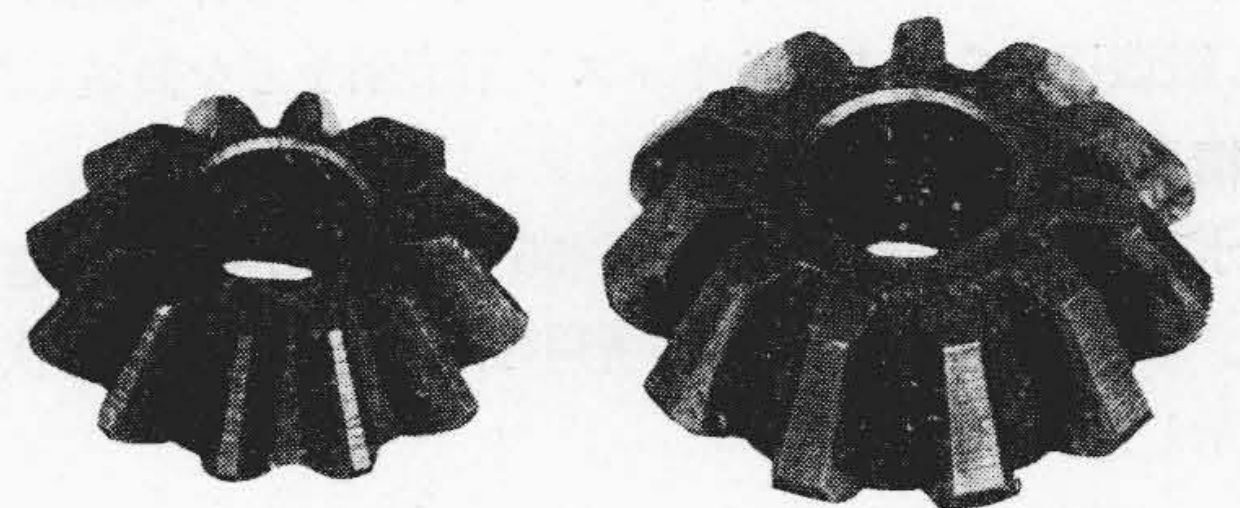
日立製作所では数年前から高力可鍛鑄鉄の製造を開始し、材質の向上に努力を続けて顕著なる成果を挙げている。

高力可鍛鑄鉄は特殊の成分と熱処理により、白鉄を粒状黒鉛と、セメントを球状化した組織としたもので、その顕微鏡組織を第30図に示す。高力可鍛鑄鉄はこのような組織のため、黒心可鍛鑄鉄に比較して引張強さ、硬度が高く、耐摩耗性がすぐれている。その機械的性質を示せば第2表のごとくで、その用途に応じて機械的性質を変えうる。被切削性は同一硬度の鋼材に比してはるかにすぐれ、切削工具の寿命は20~100%長くなる。特に耐摩耗性を要求される場合には、高周波焼入、酸素アセチレン焼入などにより表面硬度を $H_{RC} 55$ 以上に達せしめることができる。

以上述べたごとく、高力可鍛鑄鉄は種々のすぐれた特性を持っているので、その用途はますます拡大されるものと思われる。

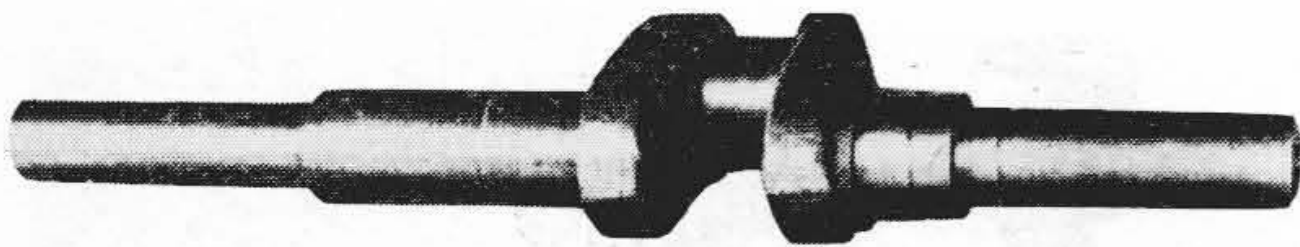


第30図 高力可鍛鑄鉄の顕微鏡組織 ×550
Fig. 30. Microstructure of Pearlitic Malleable Cast Iron

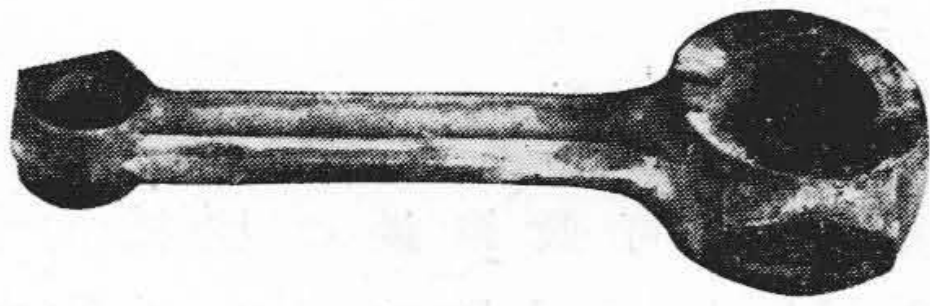


第31図 高力可鍛鑄鉄製歯車
Fig. 31. Gears of Pearlitic Malleable Cast Iron Product

最近のおもな高力可鍛鑄鉄製品はクランクシャフト、ストーカチエン、各種歯車、スクルーコンベヤなどがある。第31図に高力可鍛鑄鉄製の歯車、第32図にクランクシャフト、第33図にコネクティングロッドを示す。



第32図 高力マレブル製クランクシャフト
Fig. 32. Crank Shaft of Pearlitic Malleable Cast Iron Product



第33図 高力マレブル製コネクティングロッド
Fig. 33. Connecting Rod of Pearlitic Malleable Cast Iron Product

鍛鋼品 Forged Steel Products

最近の火力および水力発電設備はすまず単機の発電容量を増大し、大型化している。日立製作所日立工場で製造される発電機の鍛鋼部品は水戸製鋼部で製造しているがこれら大型発電機に使用される材料の信頼度を高めるため5,000tならびに1,000tプレスを擁して製造技術の粋を發揮して電源開発事業に貢献している。昭和28年度に続き昭和29年度に製造した部品の発電所名はつぎの通りである。

水車発電機....山須原、桑島、大池、永瀬、西吉野
姫川、佐久間など

火力発電機....敦賀、鶴見、新東京など

なかんづく佐久間、鶴見、新東京発電所用の水車主軸、ヨーク、ロータシャフトなどはいずれも本邦の記録的な大物鍛鋼品である。また重要部品の材料には著しく進歩向上したものが多く使用されていることが特筆されることであろう。他方外販品では昭和28年度に続いて国鉄用車軸、クランク軸、大型ベアリングレース、鍛鋼ロール、鍛造用ならびにダイキャスト用型鋼などを製造した。

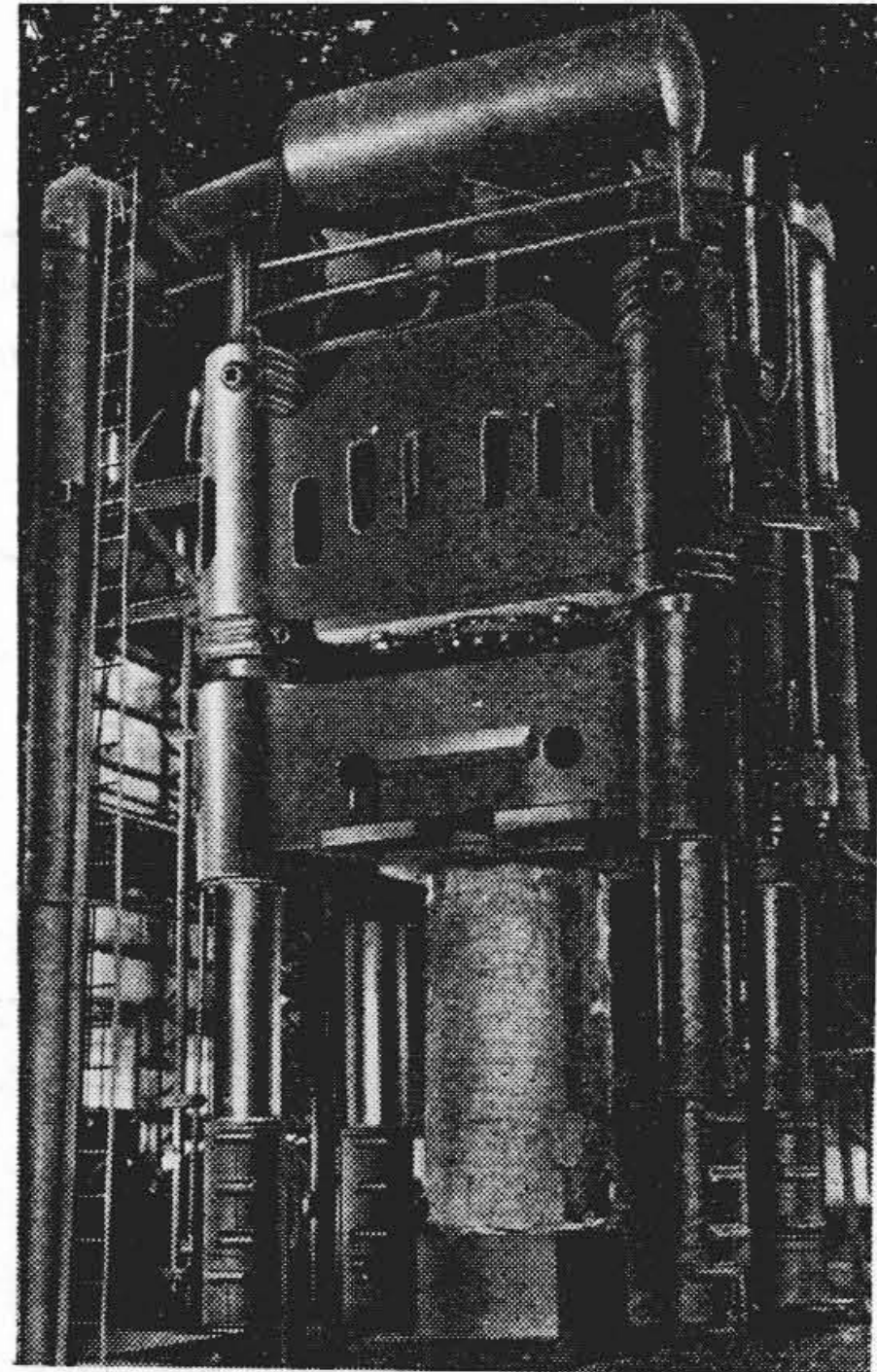
構造用大物炭素鋼

水車用の主軸としてはSF55級の炭素鋼が使用される。本邦最大の佐久間発電所用の水車主軸の仕様を次記に示した。

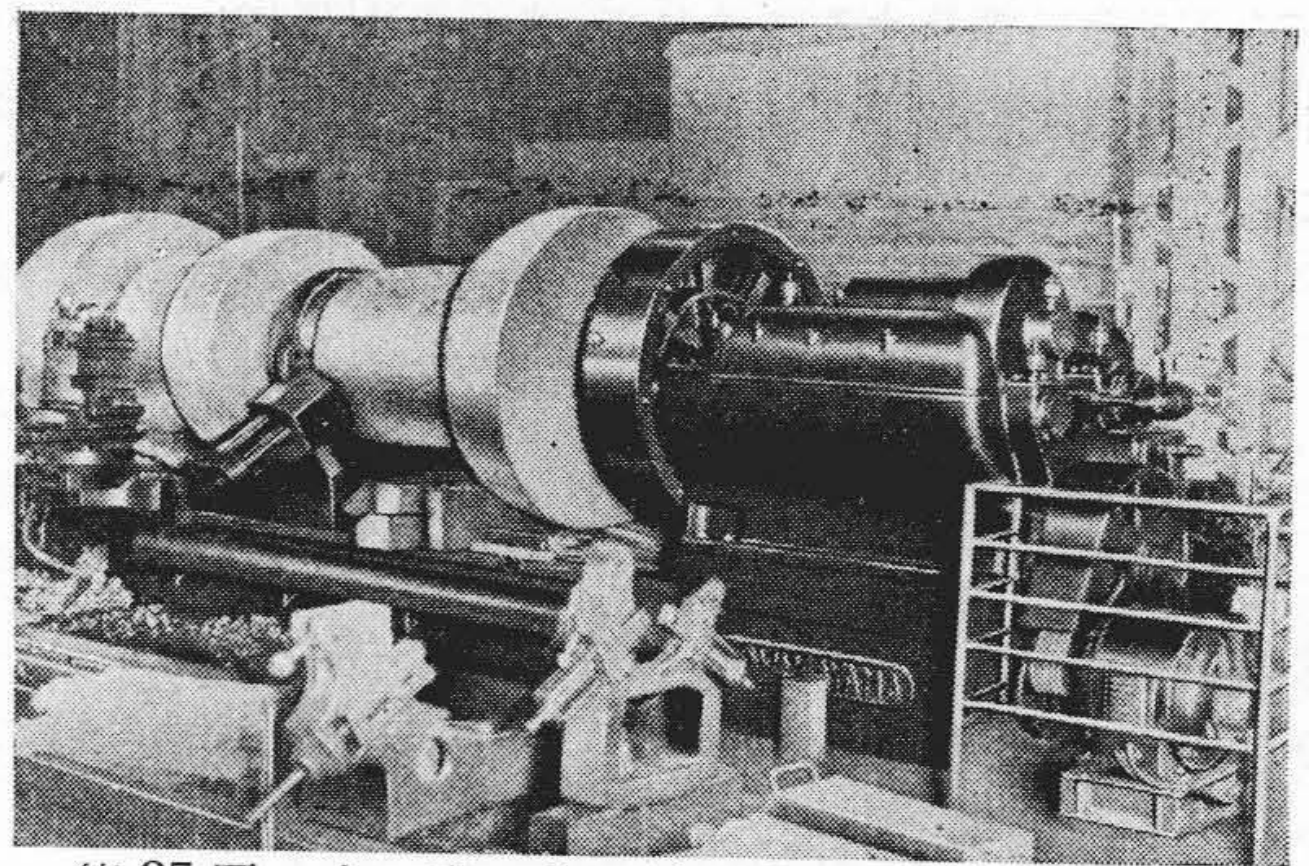
水車主軸 (佐久間 (P.S.))

重量 (t)		材質	機械的性質			備考 (胴径×全長mm)
鋼塊	黒皮		TS	El	Imp.	
65	43	SF-55	55.5 kg/m ²	30.0%	10.32 kg-m/ cm ²	1,100φ×4,200

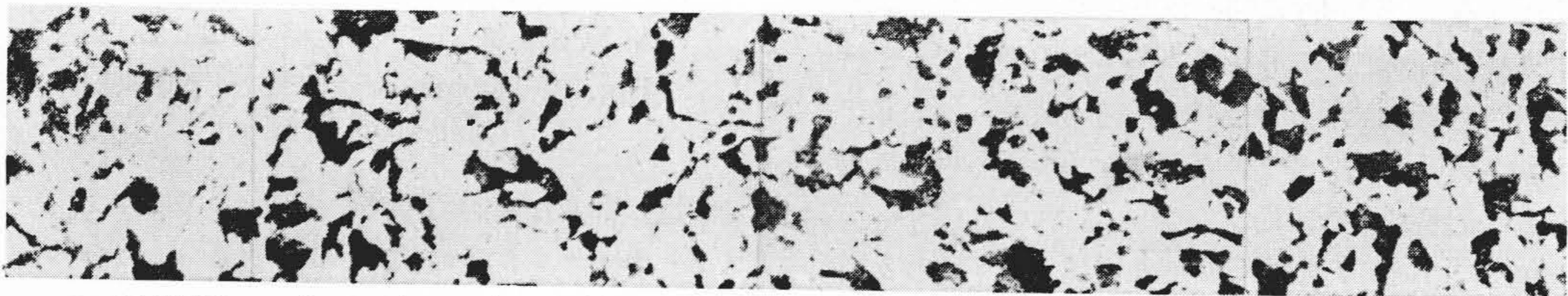
第34図に鍛造作業を、第35図に機械仕上げ作業を、第36図に内外の顕微鏡組織を示した。この種大物軸は一般的な材料検査の外超音波探傷試験によつて内部欠陥の有無



第34図 水車主軸鍛造作業
Fig. 34. Waterwheel Main Shaft under Forging



第35図 水車主軸機械作業
Fig. 35. Waterwheel Main Shaft Roughly Machined



第36図 水車主軸内外の組織
Fig. 36. Micro-Structure of Waterwheel Main Shaft Observed in Cross Section

あるいは硫黄印画によるゴーストなどの欠陥を精密に検査して万全を期している。

構造用大物特殊鋼

本邦最大の火力発電能力を誇る鶴見，新東京発電所用の高，低圧ロータシャフトは Ni-Mo 鋼を使用することになったが，内外の材力差がきわめて少く，高温特性にすぐれている点で画期的なものである。この種製品は最高度の製造技術と設備を必要とするものでその仕様を下記に示した。

ロータシャフト (66,000 kW, 鶴見, 新東京 P.S.)

重量 (t)	鋼塊	黒皮	材質	機械的性質(胴部半径方向)			備考 (胴径×全長mm)
				TS	El	Imp.	
HP 35	25		Ni-Mo	75.0	24.8%	7.37	1,400φ×3,600
LP 45	30		Ni-Mo	75.5 kg/ mm ²	24.6%	7.06 kg-m/ cm ²	1,100φ×5,200

第37図に LP ロータシャフトの黒皮製品を，第38図に HP ロータシャフトの荒削り完成品を示した。

特殊鍛鋼品

(1) 非磁性鋼

発電機に使用される高抗張力非磁性プロテクトリングはオーステナイト鋼で特殊の製造方法によつて製作される。この種製品は過去において幾多の記録品を製造し実績を上げて来た。名港発電所納 62,500 kVA プロテクトリングの仕様を下記に示した。

プロテクトリング (名港 P.S.)

重量 (t)	鋼塊	黒皮	材質	機械的性質			備考 (仕上寸法mm)
				TS	El	Imp.	
5		1.7	非磁性鋼	95.1 kg/ mm ²	32.0%	18.42 kg-m/ cm ²	1,435φ×1,292φ ×150高さ

(2) 型用鋼

自動車，車輛部品に使用される型用鋼は Ni-Cr-Mo, Mn-Cr-Mo, Cr-Mo 鋼で，またダイキャスト型鋼としては Al, Zn, Cr 系に使用される Cr-Mo, Ni-Cr-Mo, Cr-Mo-W, Si-Cr-Mo-V 鋼を使用して製造している。

(3) 軸受鋼

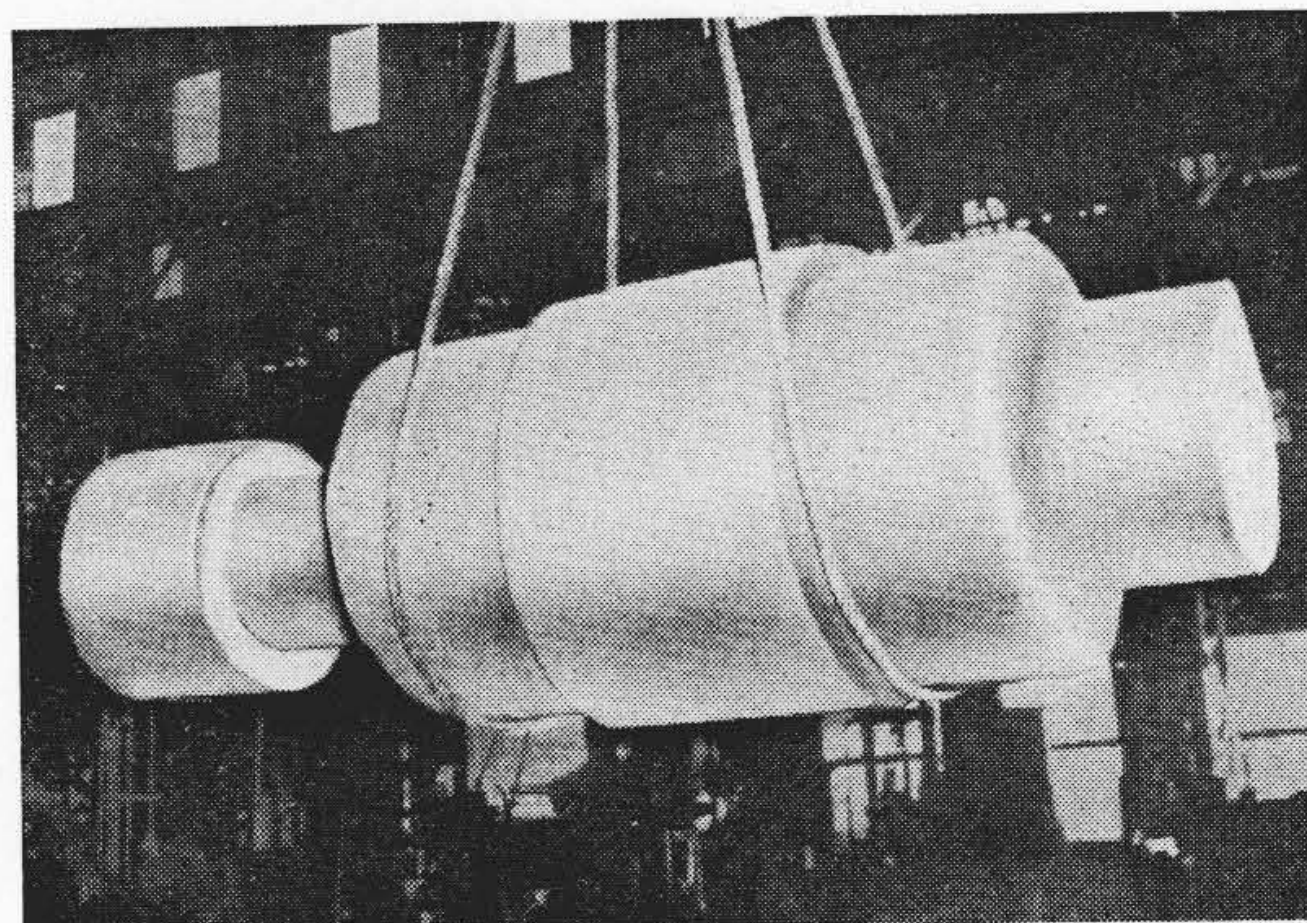
SVJ-3 (1% C-Mn-Cr) による大，中型レースの粗材を製造して本邦主要メーカーに納入している。第39図に 5,000 t プレスによる実物圧壊試験の状態を示した。

(4) 不銹鋼

水車化学機械に使用される耐蝕，耐摩耗性部品に SEC-2~5 を使用して製造している。第40図に SEC-2 による水車ライナの顕微鏡組織を示した。

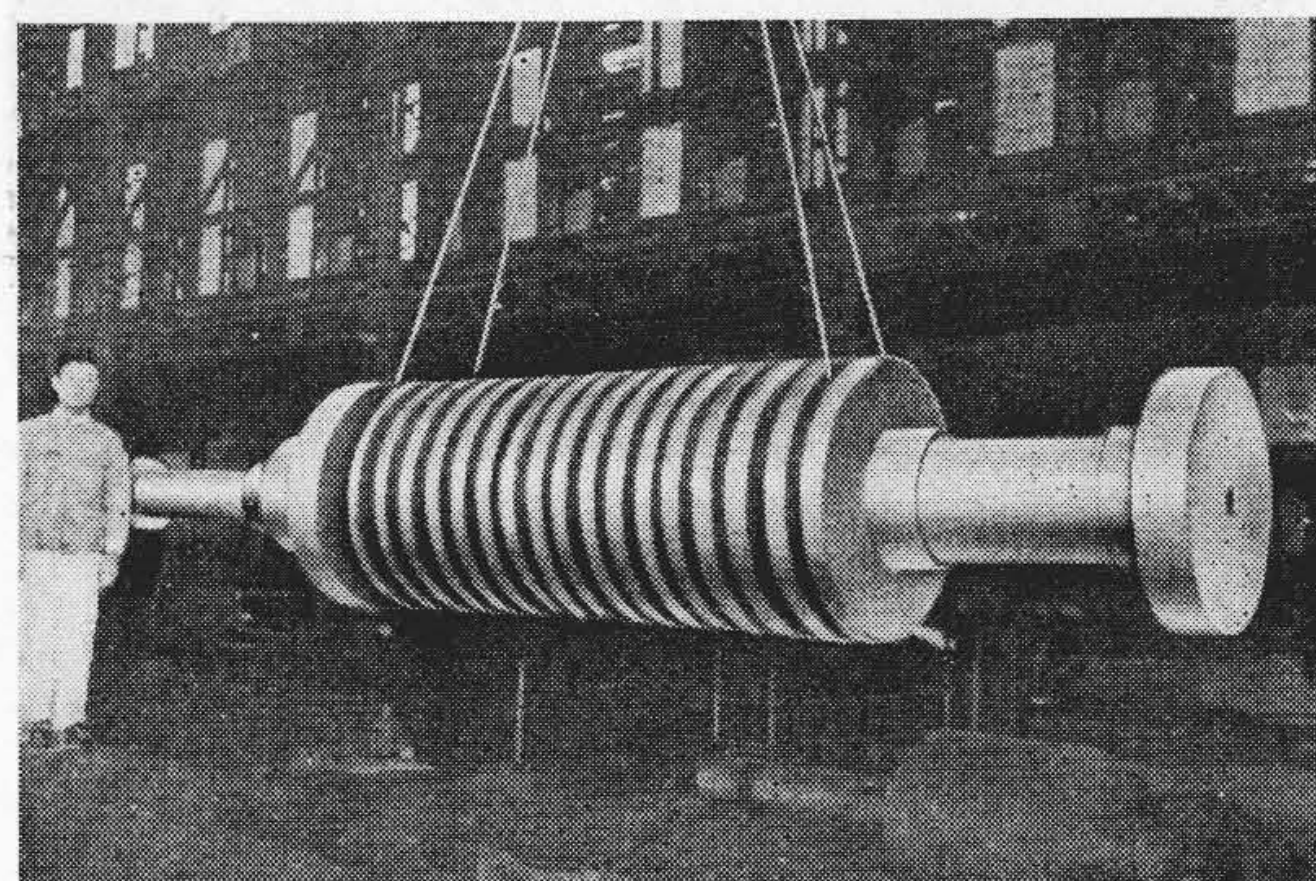
(5) 耐熱鋼

ボイラその他の高熱部に使用される耐熱鋼として Mo, Cr-Mo, Cr-Mo-V 鋼を使用して製造している。



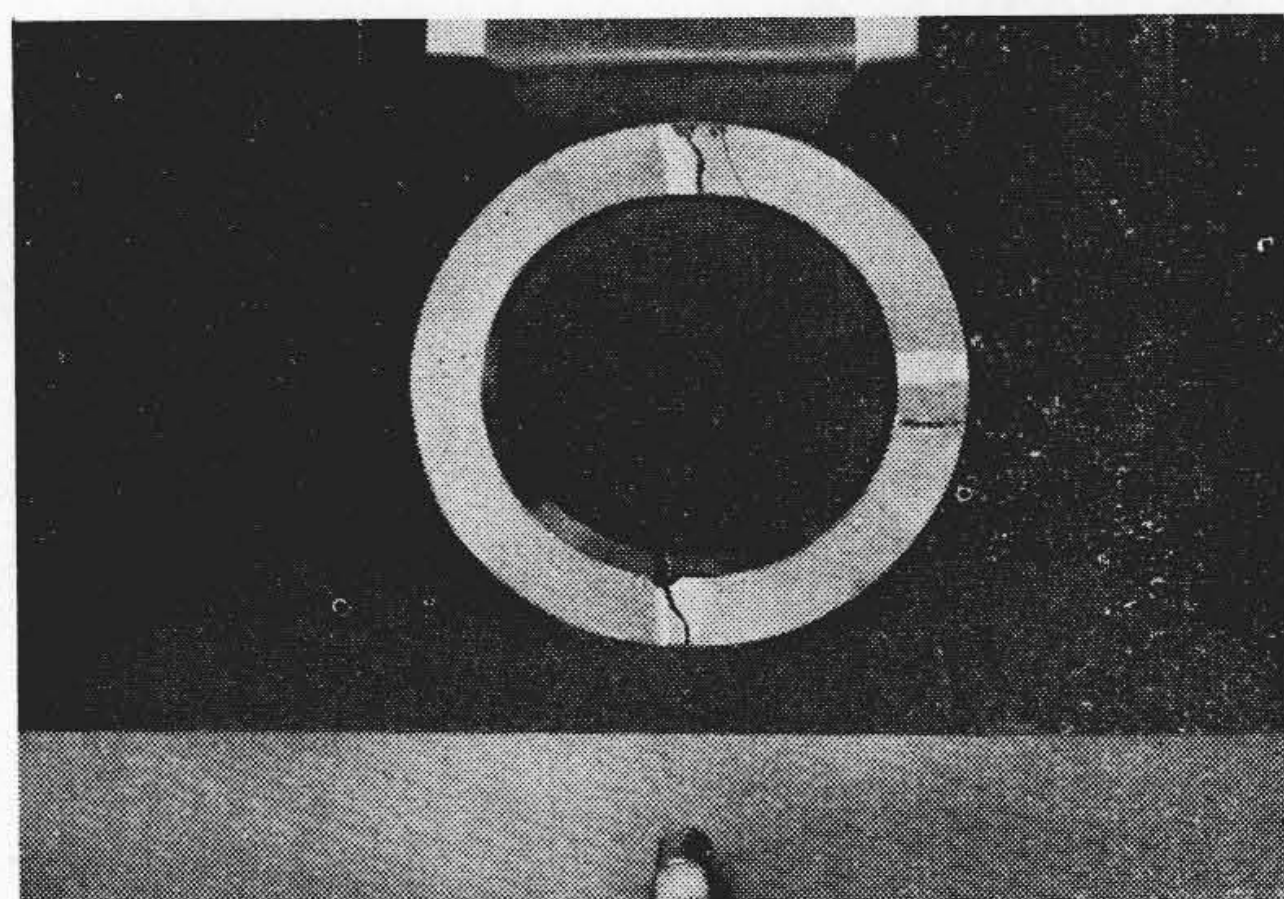
第37図 タービン発電機用低圧タービンロータシャフト

Fig. 37. L.P. Turbine Rotor Shaft (Forged) for Turbo-Generator



第38図 タービン発電機用高圧タービンロータシャフト

Fig. 38. H.P. Turbine Rotor Shaft (Rough Machined) for Turbo-Generator

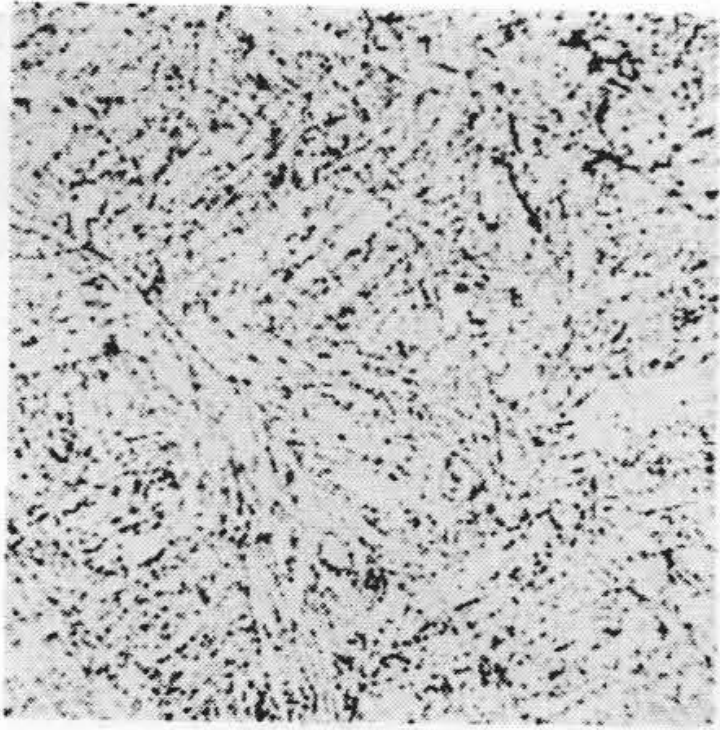


第39図 ベアリングレースの圧壊試験

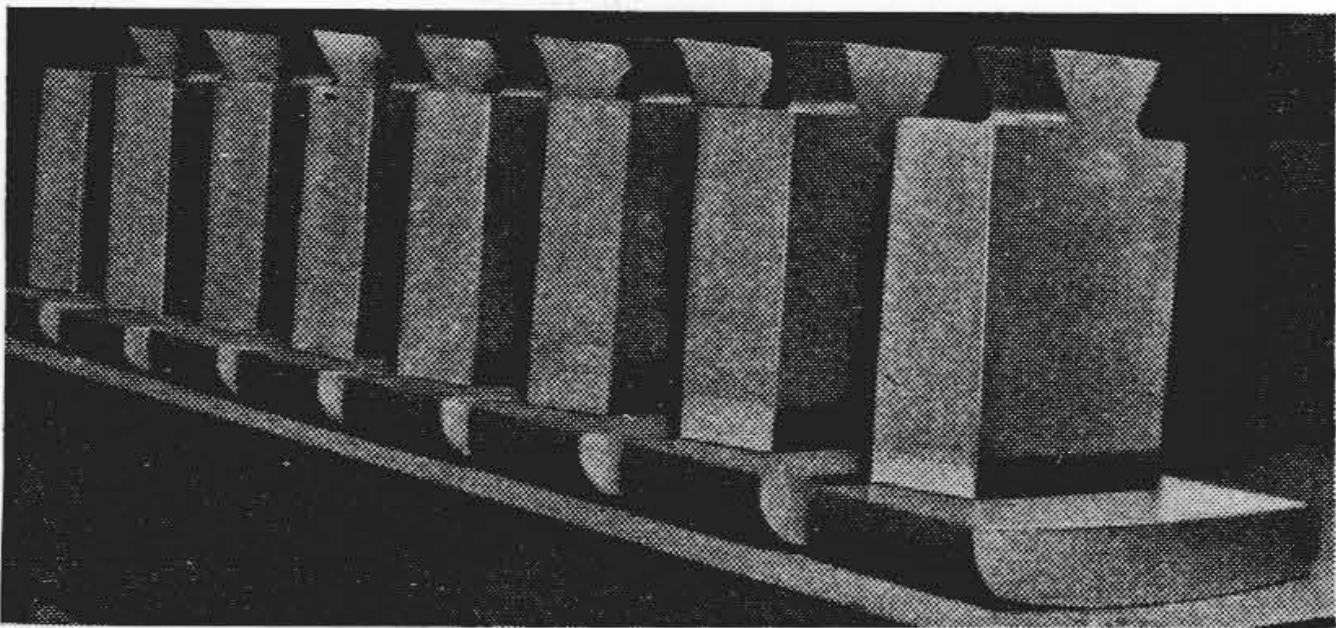
Fig. 39. Pressing Test for Bearing Race

(6) その他

国鉄納客貨車用車軸は特殊の高能率鍛造によつて，その他の車輛部品は型鍛造によつて大量に製造している。第41図(次頁参照)に水車発電機用ポールエンドプレートの型鍛造品を示した。



第40図 ランナの顕微鏡組織 ×400
Fig. 40. Micro-Structure of Lunner ×400



第41図 ポールエンドプレート
Fig. 41. Pole End Plate

鋼 鋼 品 Steel Casting Products

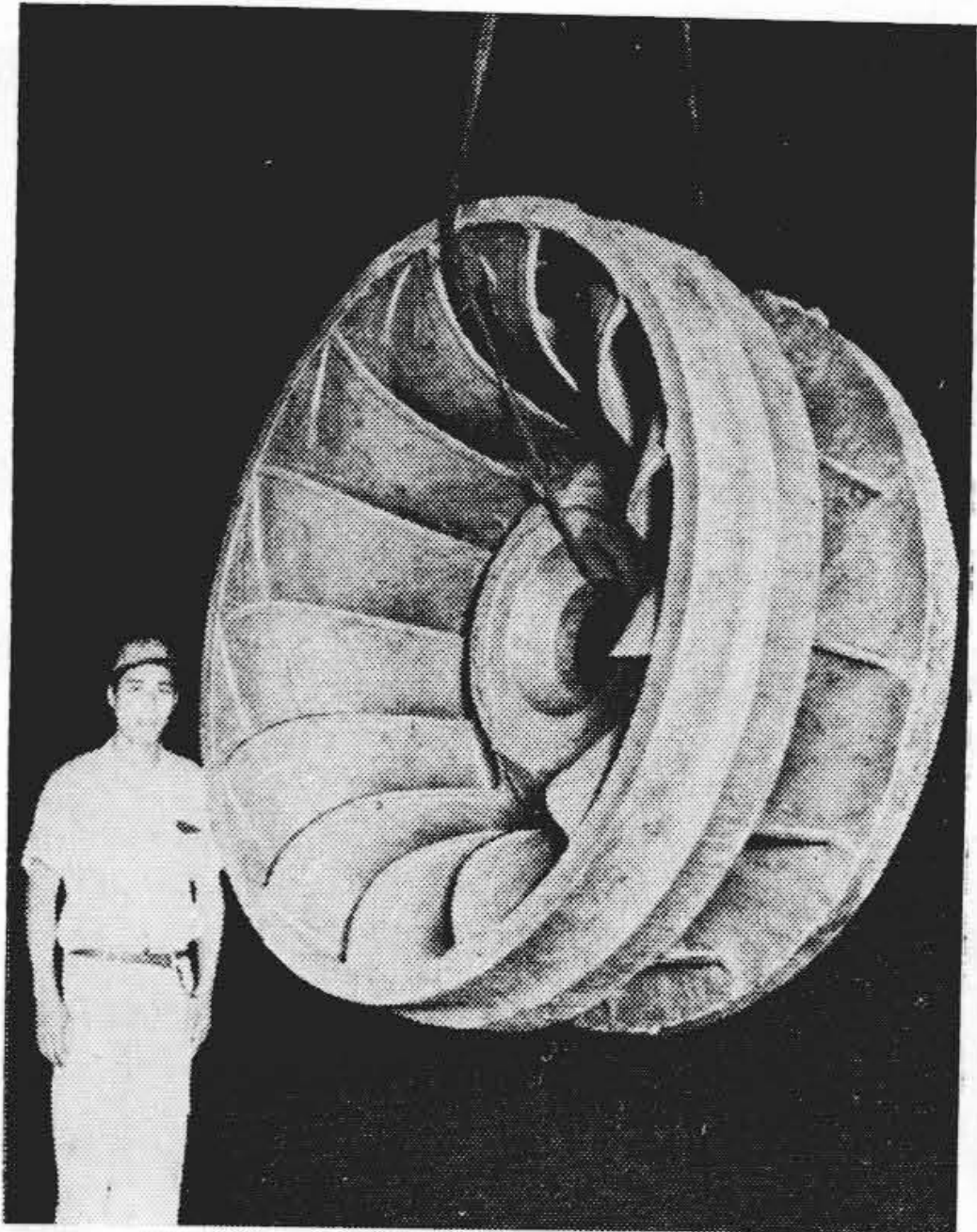
水車用鋼鋼品

水車関係部品としては耐蝕耐摩耗性を目的として 18-8 系不銹鋼, 13%Cr 系不銹鋼などが一般に使われているが, 最近では製鋼技術と熱処理法の急速な進歩にともない, 機械切削可能限界内の最高硬度を与えて, 特にキャビテーションに強い特殊なオーステナイト系の 18-8 不銹鋼の製造に成功した。また酸性河川用としては従来の 13%Cr 不銹鋼に特殊元素を添加し適正な調質処理を施して耐酸性を著しく向上した。第42図は本鋼種で製造したランナを示す。さらに大物鋼鋼の記録的製品としてランナ径 3,800φ, 鑄込重量 62,500 kg を要する超大型フランシスランナを製造した。第43図はその鑄型作業中の羽根中子を示す。

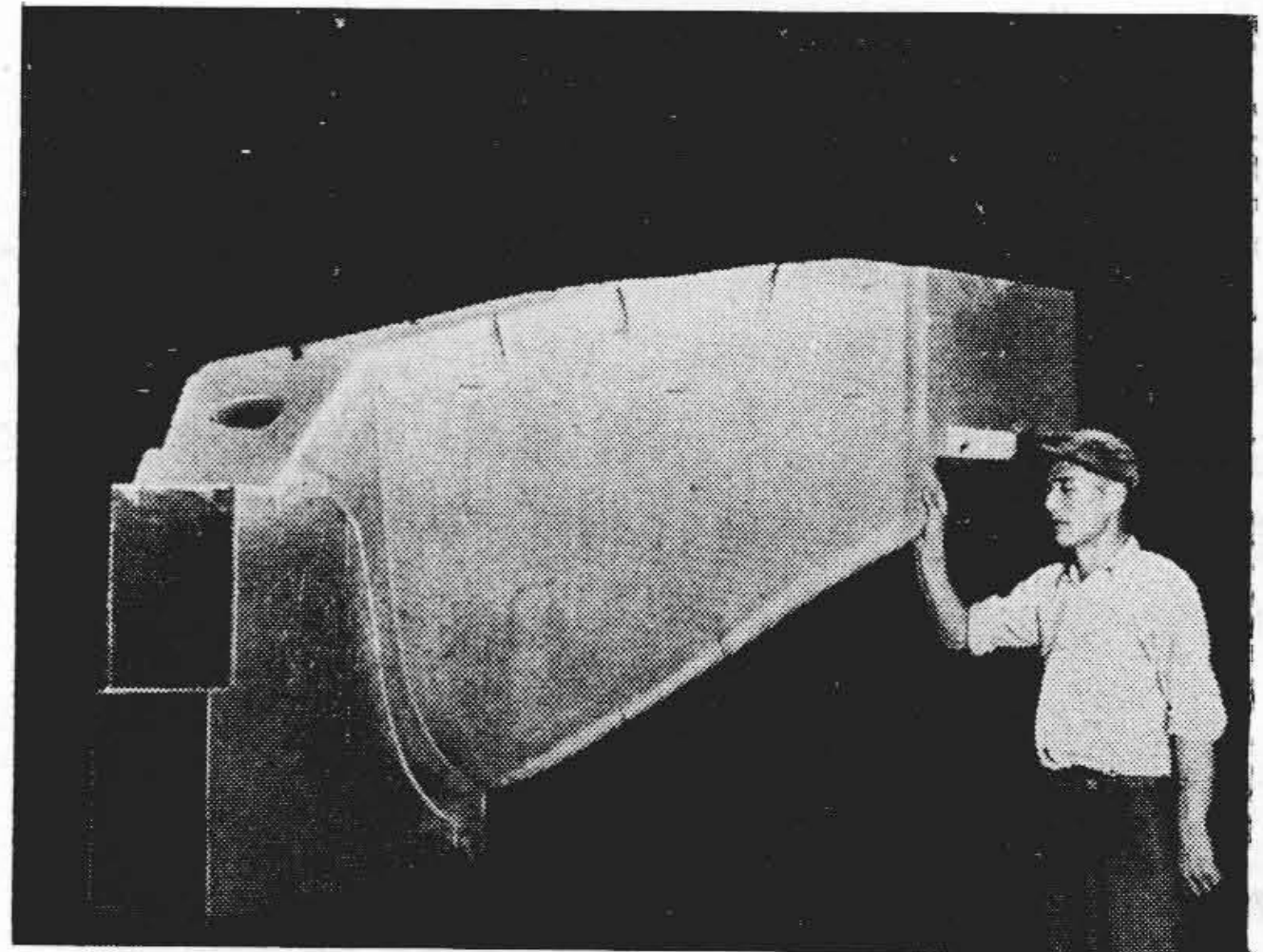
タービン用鋼鋼品

高温高圧タービン用鋼鋼材としては Mo 鋼, Cr-Mo 鋼, などが普通に使われているがさらに進んで Cr-Mo-V 系の鋼鋼品の製造に成功した。第44図は本鋼種による大型タービン高圧ケーシングの鑄放し状態を示す。

最近では非破壊試験法として超音波探傷, 磁気探傷, X-線透過試験および γ -線透過試験などを施し, 内部欠陥の検出に万全を期している。第45図は鋼鋼品検査用としては, 本邦最大の放射能を有する γ -線装置により透過試験中の状況を示す。



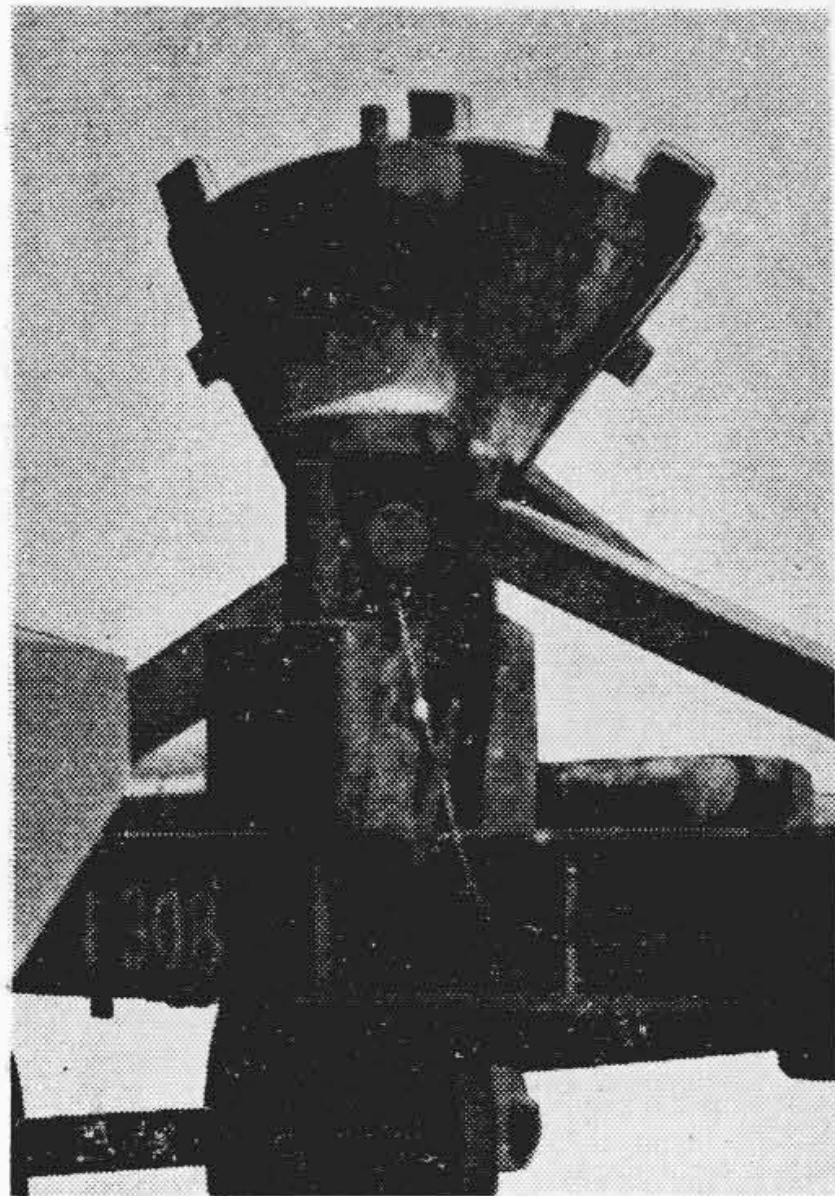
第42図 特殊 13%Cr 不銹鋼製ランナ
Fig. 42. Water Turbine Runner Made by Special 13% Cr Steel Casting



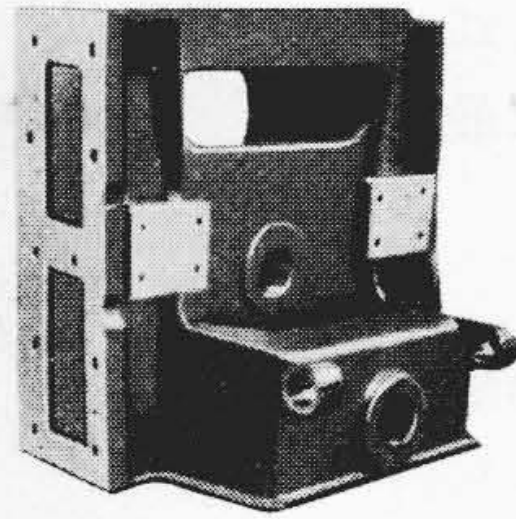
第43図 大型フランシスランナの羽根中子
Fig. 43. Core-Mold for Large Water Turbine Runner



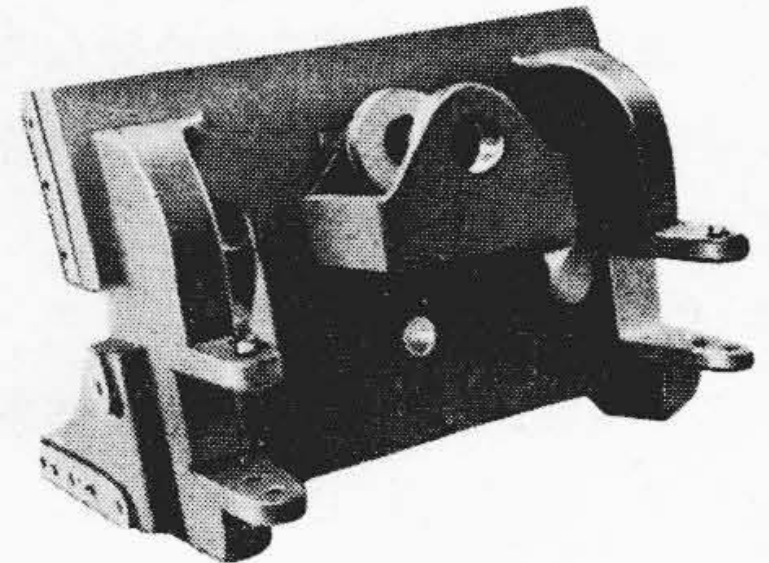
第44図 特殊鋼鋼製大型タービン高圧ケーシング
Fig. 44. Steam Turbine Highpressure Casing Made of Special Steel



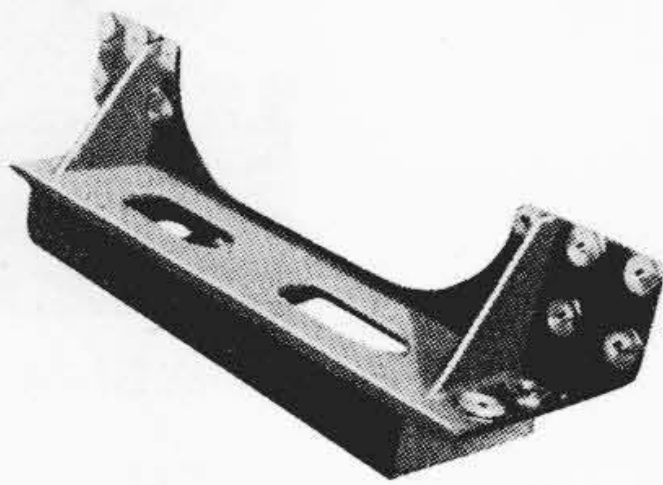
第45図 γ 線透過試験
Fig. 45. γ -Ray Examination for Steel Casting



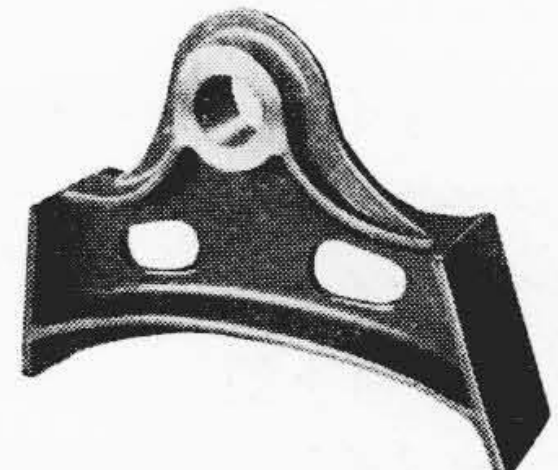
第46図 後台枠鋳物
Fig. 46. Rear Drag Casting



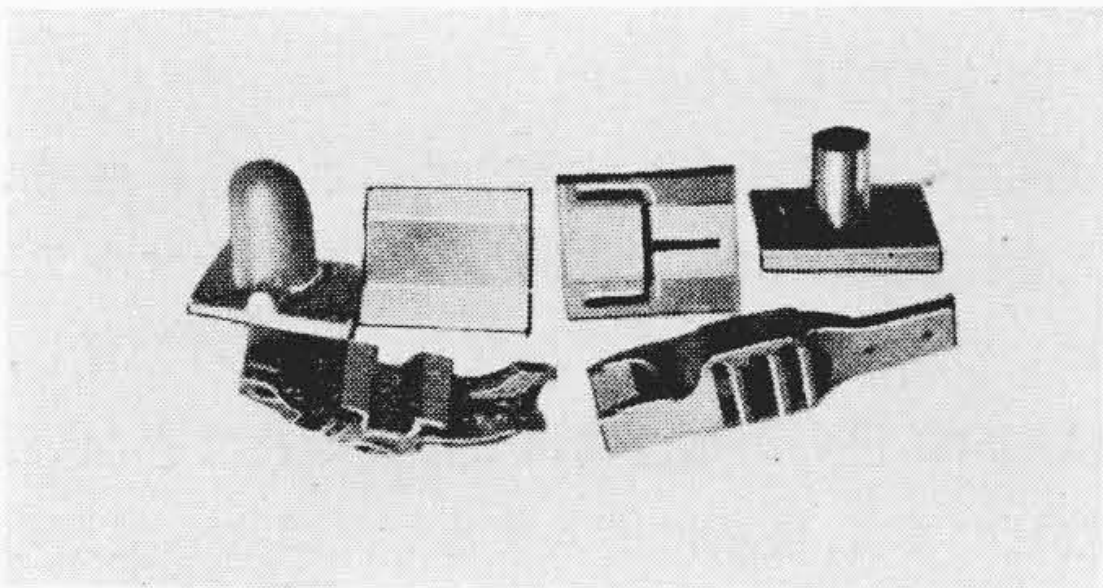
第47図 横 扣
Fig. 47. Frame Stay



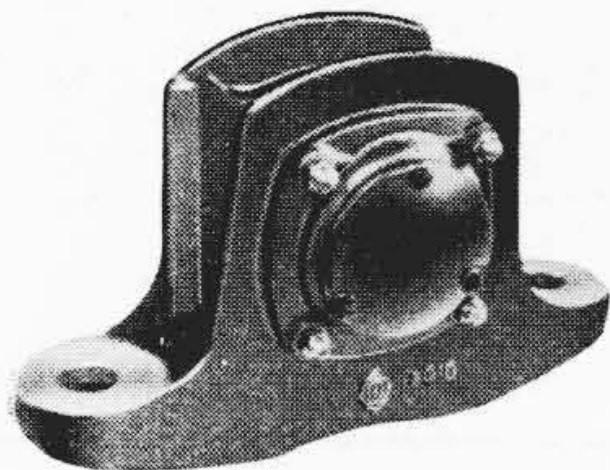
第48図 横 扣
Fig. 48. Frame Stay



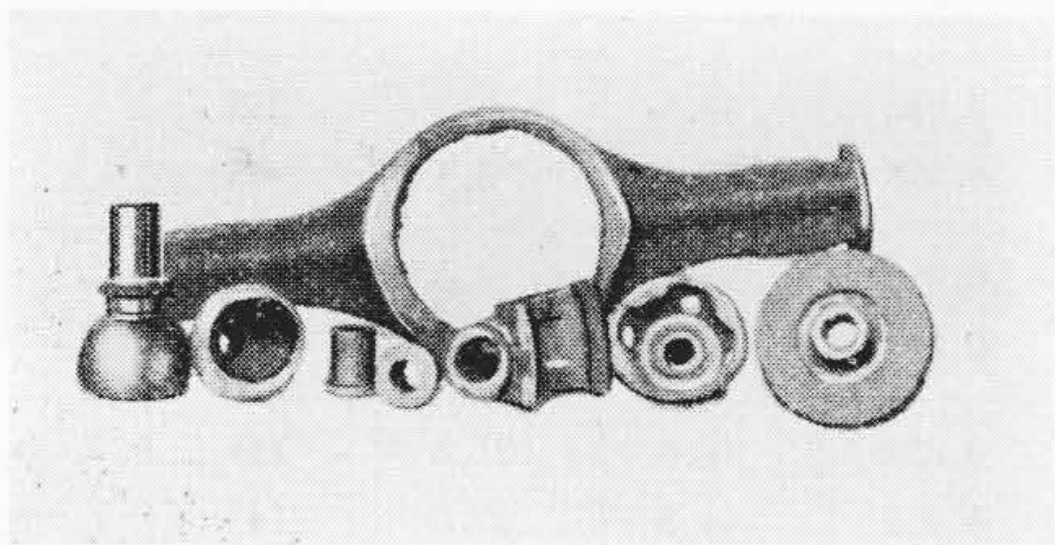
第49図 従台車心向棒端
Fig. 49. Hind Truck Radial Arm Bracket



第50図 小物鋳鋼品
Fig. 50. Small Steel Castings

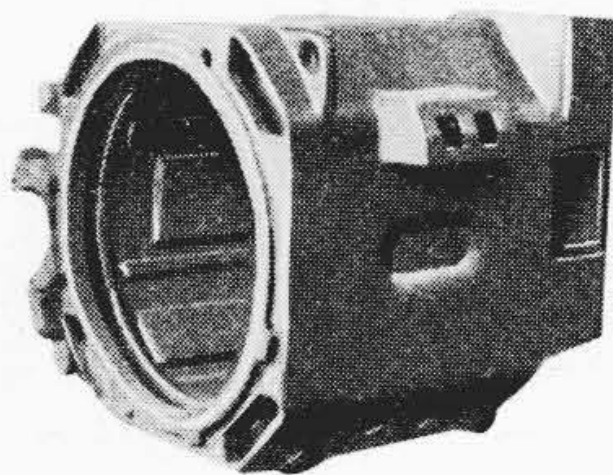


第51図
車輛用軸箱 J 19
Fig. 51.
J 19 Axle Box



第52図 自動車, 三輪車部品
Fig. 52. Automobile and Autobicycle Parts

第53図
MT 40 B 枠
Fig. 53.
MT 40 B Yoke
(Electrical Machinery Parts)



車輛用部品

車輛部品は重量を制限されるために肉厚寸法など非常に許容範囲の小さいものが要求されている。第46図は重量 1t の台枠鋳物, 第47図および第48図は横扣類, 第49図は中物部品, 第50図は小物部品を示す。第51図は国鉄納 J 19 軸箱を示す。

自動車および自動三輪車用部品

自動車用部品は薄肉小物品で黒皮面における寸法公差は僅少な指示を受け, 特に平滑な鑄肌を要求されている。第52図に自動車および自動三輪車部品の一例を示した。

極軟鑄鋼品

電動機の継鉄として好評を博している。この継鉄は低炭素量の極軟鑄鋼品一般鑄鋼品に比較して優秀な導磁率を示している。日立製作所では永年にわたり製鋼法, 鑄造方案を研究して優良品を量産できる態勢を整えている。その製品を第53図に示している。

ダクタイル鑄鉄製品 Ductile Cast Iron

ダクタイル鑄鉄とは第54図のように, 組織中に現われる黒鉛の形状を鑄放しのまゝで球状のものとし, きわめて強靱な機械的性質を持たせた新しい鑄鉄のことである。日立製作所亀有工場および戸畑工場ではこの新鑄造材料に関し数年間にわたって詳細なる研究を行い, その製造方法, 機械的諸性質, 鑄造性その他につき現場作業に移行させるのに十分な結果がえられたので, 1952年2月から現場溶解炉による製品試作を開始した。1年余にわたり製品の安定性を確認した後 1953年5月から日立ダクタイル鑄鉄として量産を開始し今日に到っている。

ここに強力にして鑄造性の良好な本鑄鉄の概観を述べるとともに、1954年度にえられた研究成果の一端と最近の製品若干を紹介したいと思う。

ダクタイル鑄鉄の種類

ダクタイル鑄鉄は使用原材料や溶解方法、マグネシウム処理方法、熱処理方法のいかんによつて種々の機械的性質のものを造りうるが、これを顕微鏡組織的に地鉄の種類によつて分類するとつぎのようになる。

- (1) パーライト型
- (2) パーライト，フェライト型
- (3) フェライト型
- (4) ベイナイト型
- (5) ソルバイト型
- (6) パーライト，セメント型
- (7) マルテンサイト型 (第3表参照)

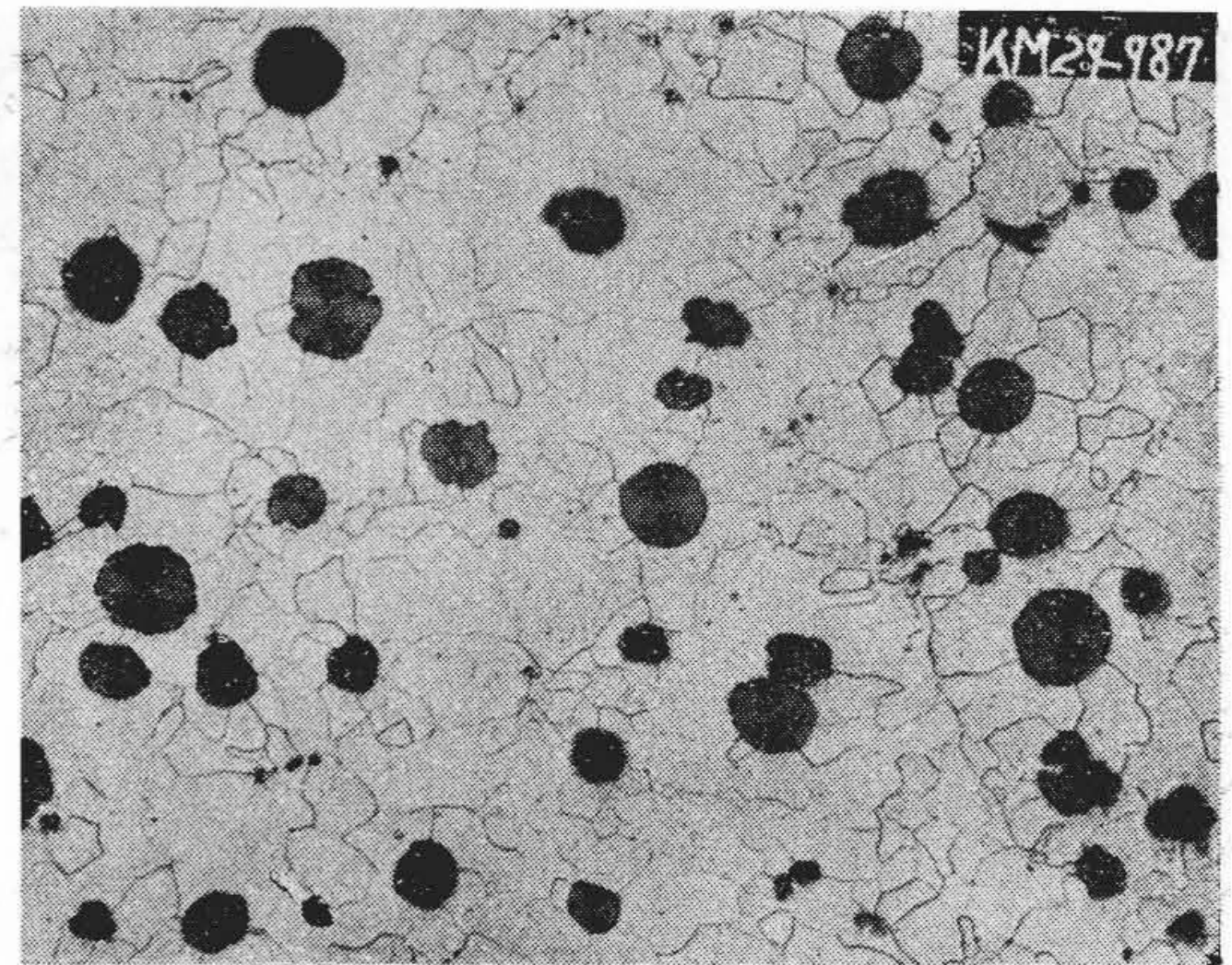
ダクタイル鑄鉄の諸性質

(1) 機械的諸性質 (第3表参照)

高抗張力型：パーライトあるいはパーライトとフェライトが混合した地の中に球状黒鉛を有する組織のもので鑄造の儘でえられる。抗張力が高く、ある程度の延性を有する強靱なもので、耐磨耗性も良好である。

高延性型：フェライトの地の中に球状黒鉛を有する組織のもので前者を短時間焼鈍することによつてえられる。かなりの抗張力と可鍛鑄鉄以上の延性と衝撃に対する強さを持つたもので、耐熱性も非常に良好である。

超高抗張力型：熱処理によつて地鉄の組織をベイナイトあるいはソルバイトにしたもので、きわめて高い抗張



第54図 ダクタイル鑄鉄顕微鏡写真 (×100)
Fig.54. Microphotograph of Ductile Cast Iron (×100)

力と耐磨耗性を兼ね備えた特殊鋼に匹敵する材質のものである。これは焼入れ焼戻し、あるいは高温焼入をすることによつてえられる。

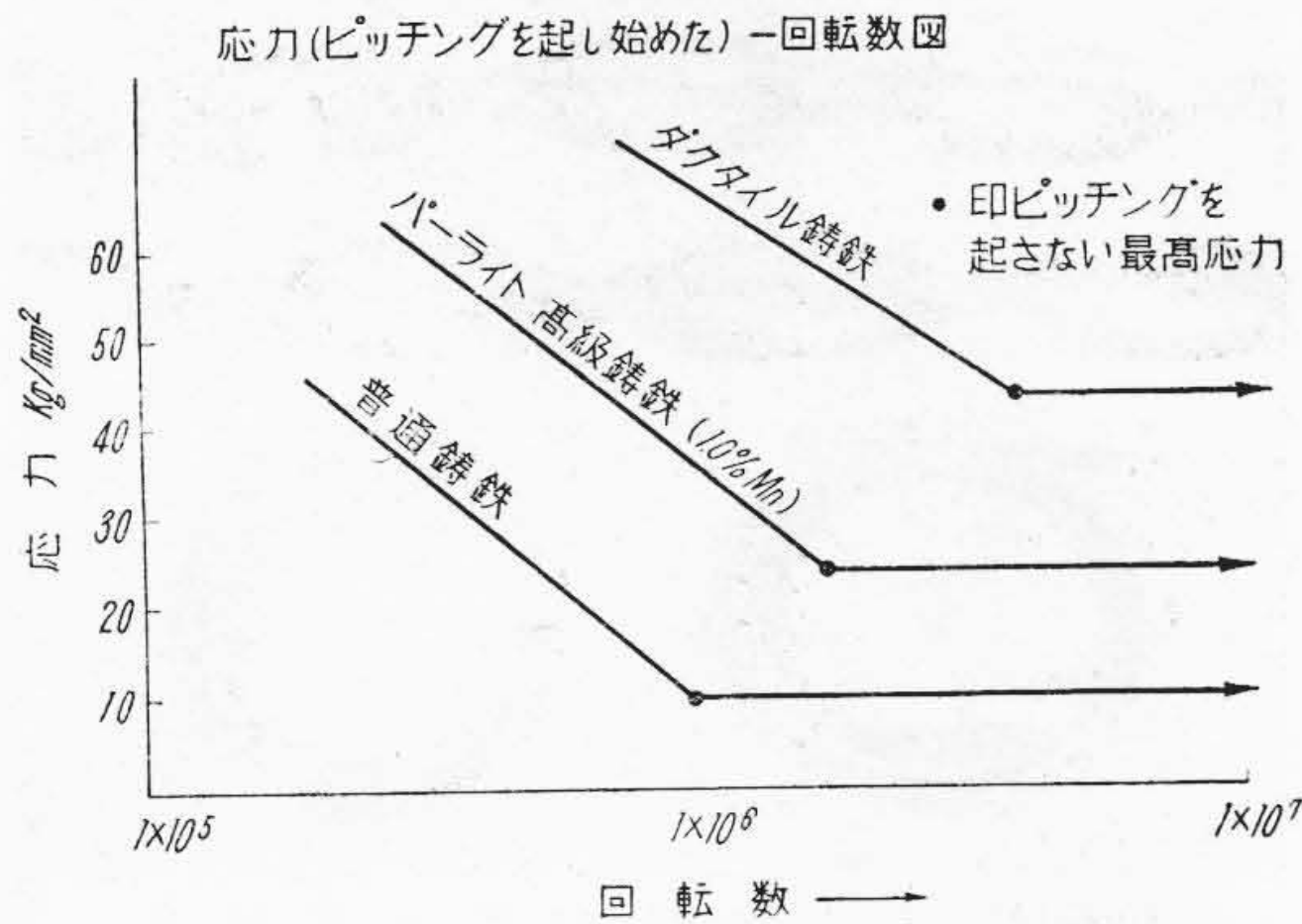
高硬度型：硬度を高くするために地鉄中に遊離セメントを析出させたもの、あるいは地鉄をマルテンサイト化せしめたものである。かなりの抗張力を有し、耐磨耗性は非常に良いが延性はほとんど期待できない。前者は鑄放しのまゝ、後者は焼入することによつてえられる。

(2) その他の性質

耐磨耗性：パーライト型ダクタイル鑄鉄は黒鉛を含むこととパーライトが緻密であることのため耐磨耗性がきわめて優秀であり、ギヤー、ブレイキドラム、シリンダラ

第3表 化学成分および機械的性質の例
Table 3. Chemical Analysis and Mechanical Properties of Various Type Ductile Cast Iron

材質の種類	組織の種類	溶解番号	化学分析値 (%)					抗張力 (kg/mm ²)	伸び (%)	ブリネル硬度	熱処理
			T. C.	Si	Mn	P	S				
高抗張力型	パーライト型	M-713	3.26	1.94	0.36	0.044	0.016	84.5	3.5	255	—
		B-223	4.16	2.31	0.29	0.033	0.018	78.5	3.4	255	—
	パーライト フェライト型	B-192	3.67	2.40	0.27	0.027	0.016	61.2	7.0	207	—
		B-215	3.40	2.38	0.34	0.033	0.016	60.6	6.6	207	—
高延性型	フェライト型	B-208	3.44	2.41	0.34	0.037	0.018	44.8	21.6	144	焼鈍
		B-209	3.66	2.31	0.35	0.044	0.019	44.8	22.0	146	焼鈍
超高抗張力型	ソルバイト型	B-154	4.09	2.63	0.29	0.026	0.016	104.2	1.2	415	焼入, 焼戻
		B-151	3.44	2.50	0.30	0.038	0.017	99.7	1.0	446	焼入, 焼戻
	ベイナイト型	M-695	3.79	2.48	0.33	0.027	0.014	122.0	1.8	401	高温焼入
		M-695	3.79	2.48	0.33	0.027	0.014	111.0	2.9	337	高温焼入
高硬度型	パーライト セメント型		3.83	0.94	0.39	0.112	0.042	49.1	0	321	—
			3.83	2.90	0.43	0.112	0.039	62.5	0	321	—
	マルテン サイト型	B-154	4.09	2.63	0.29	0.026	0.016	79.9	0	514	焼入
		B-151	3.44	2.50	0.30	0.038	0.017	78.8	0	534	焼入



第55図 ダクタイル鑄鉄の耐磨耗試験
Fig. 55. Wear Resistance Test of Ductile Cast Iron

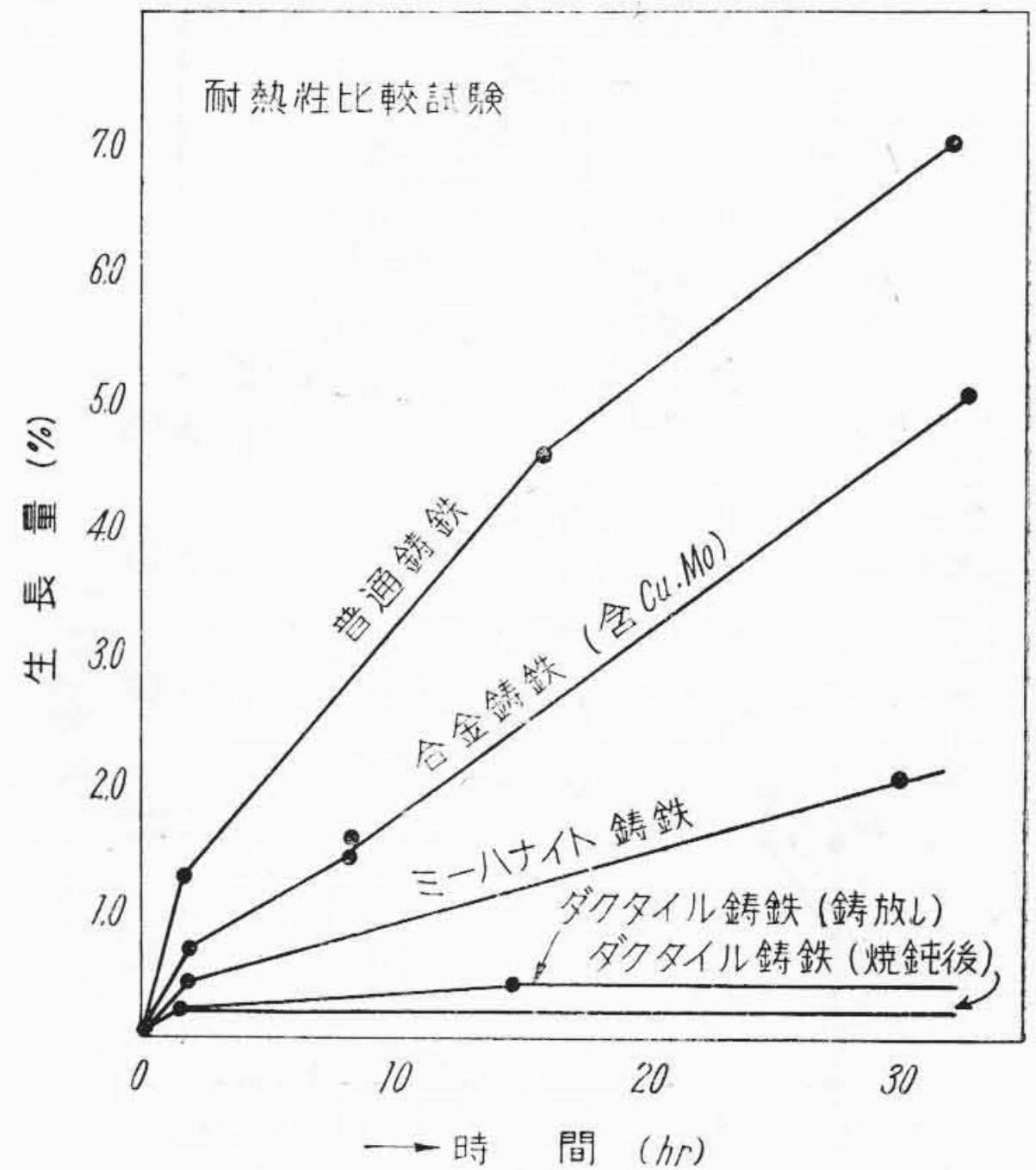
イナ、ピストンリングなどの材質としては特に適切だと考えられる。ポンプのキャピテーションに対する強さを測定したところ、普通鑄鉄、鑄鋼、砲金などよりはるかにすぐれており、アームスブロンズ、5%Cr-Mo 鋼に匹敵することが判明した。また第55図はギヤーの場合に問題となるピッチングの起りやすさを普通鑄鉄およびパーライト高級鑄鉄と比較したものである。なおダクタイル鑄鉄の耐磨耗性は熱処理によつて地鉄の組織をソルバイトあるいはベイナイトにすることによりいつそう改良するものである。

耐熱性：ダクタイル鑄鉄の耐熱性は非常に優秀であつて、ガラスモールド、加熱炉ドア、火床格子、ロール、ポットなどの材質としてきわめて適切なものとする。第56図はダクタイル鑄鉄の加熱による生長(体積膨脹)を普通鑄鉄と比較したものである。ダクタイル鑄鉄の場合も地鉄がフェライトになつているものゝほうがパーライトのものより加熱による生長が少く、また Si% を調節することによつて非常に耐熱性を改善することもできる。たとえば 5%Si のダクタイル鑄鉄は 64 kg/mm² の抗張力を有し、900°C に繰返し加熱を行つてもほとんど生長せず、18-8Ni-Cr 鋼に匹敵する耐熱性のものになる。

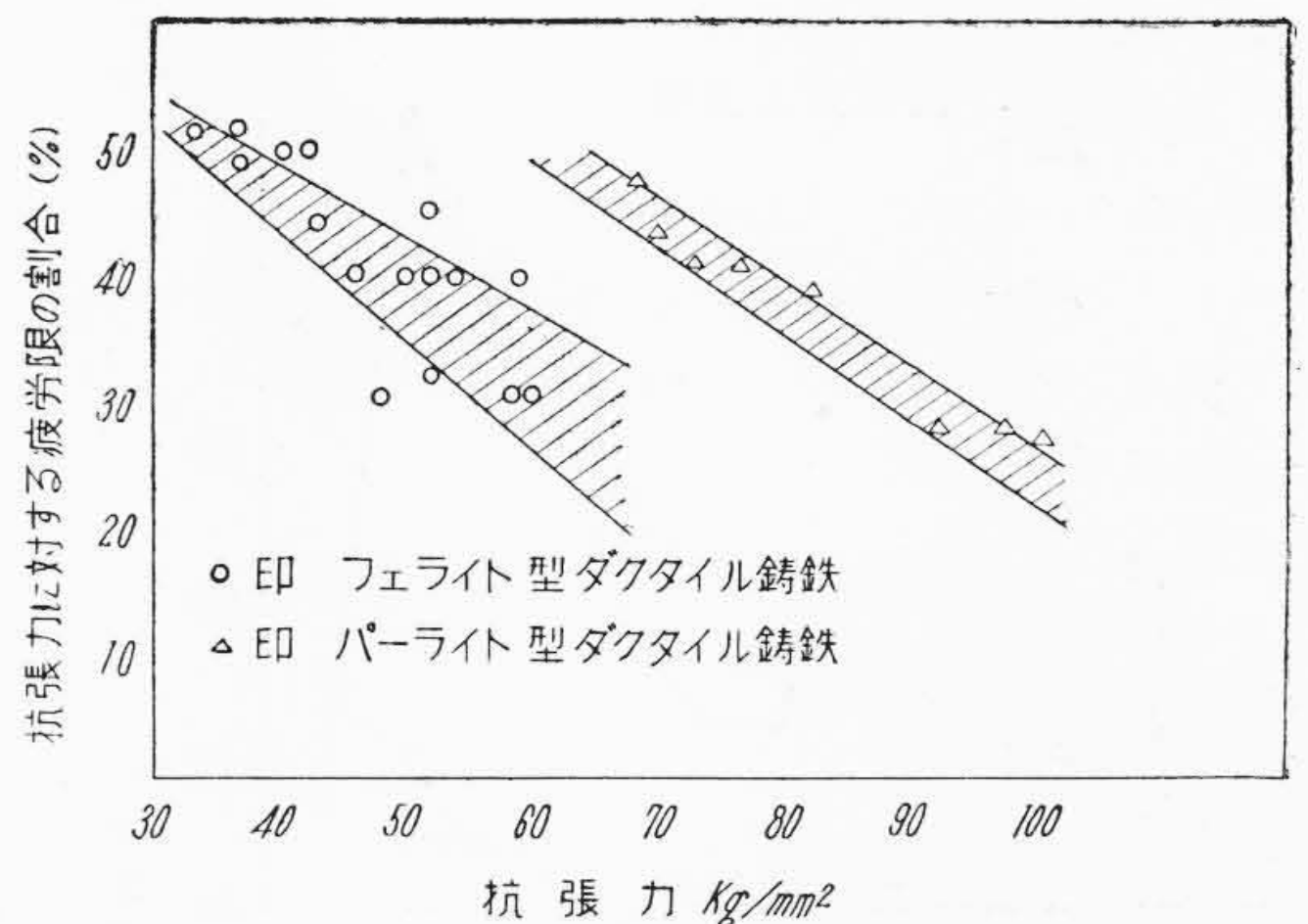
切削性：同一硬度のものについて比較した場合ダクタイル鑄鉄は普通鑄鉄より約 25% の高速切削が可能である。

疲労限：第57図にダクタイル鑄鉄の抗張力と疲労限の関係を示した。この疲労限の値は鑄鋼に匹敵するものである。

鑄造性：ダクタイル鑄鉄の非常に有利な点は鑄鋼に匹敵するような機械的性質を持ちながら凝固温度が普通鑄鉄のように低いということである。そのため溶湯の流動



第56図 ダクタイル鑄鉄の耐熱性試験
Fig. 56. Rate of Growth Ductile Cast Iron and Other Cast Irons

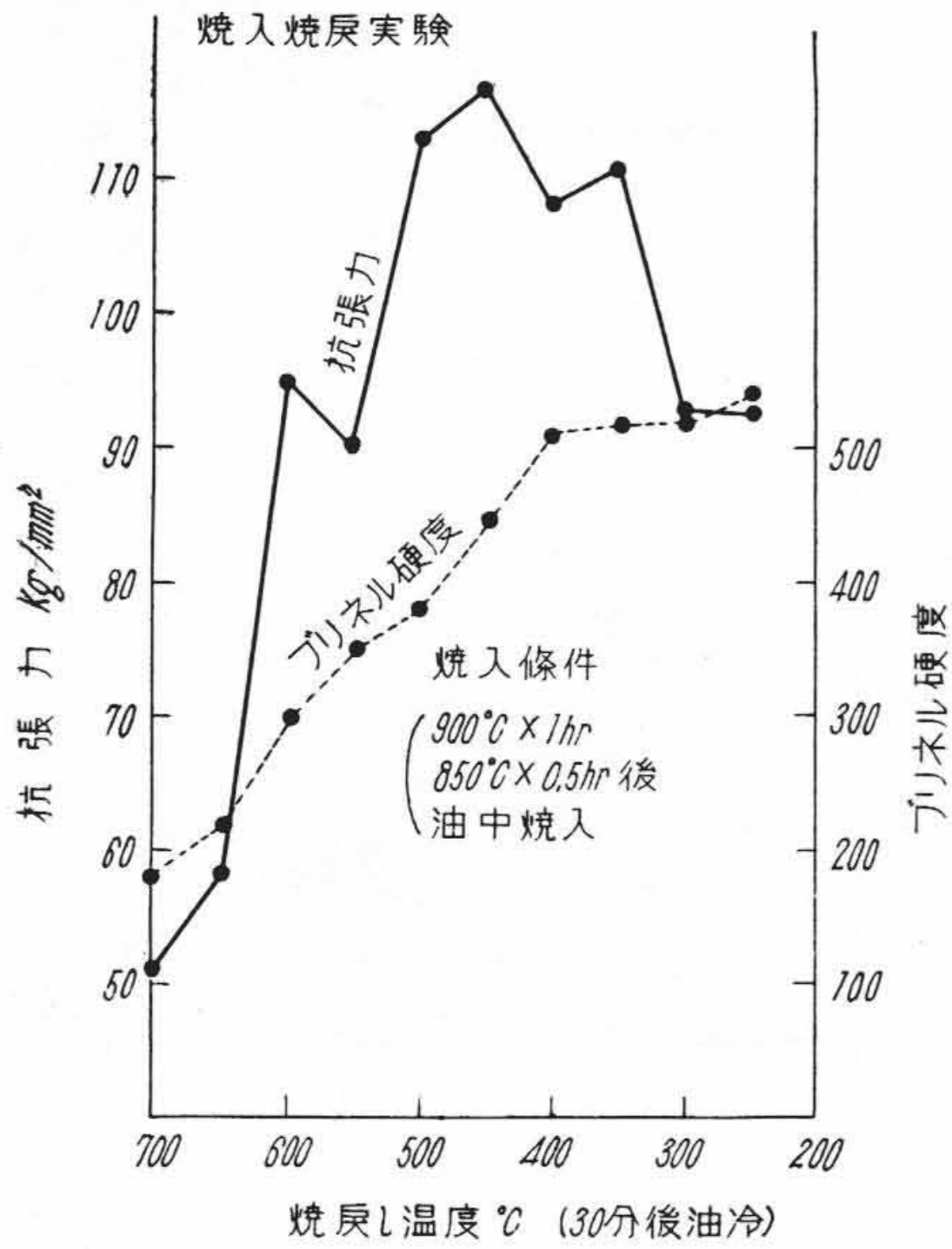


第57図 ダクタイル鑄鉄の疲労試験
Fig. 57. Fatigue Data for Ductile Cast Iron Ratio of Fatigue Limit to Tensile Strength

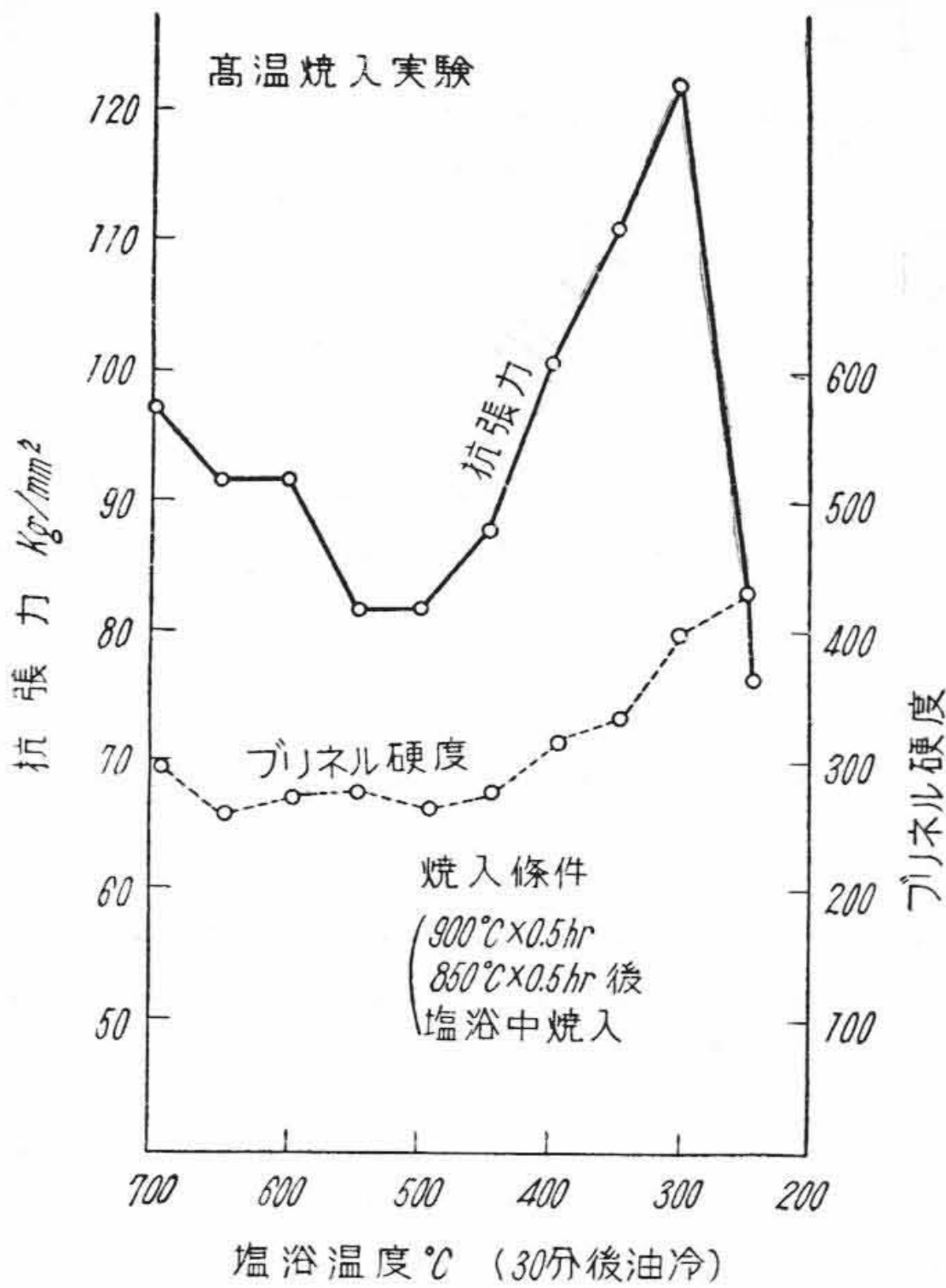
性が良好で複雑な形のものや肉の薄いものに鑄込みうるとともに、砂の焼付も少く綺麗な鑄肌の鑄物を造ることができる。

肉厚感度：製品の肉厚による機械試験値の変化は普通鑄鉄より少い。成分の調整を適当に行えば 3~500 mm 程度の肉厚のものに鑄造できる。これは可鍛鑄鉄と比較した場合きわめて有利な条件である。

熱処理性：ダクタイル鑄鉄の黒鉛化焼鈍は可鍛鑄鉄に較べ 1/7 程度の短時間で行うことができる。また焼入、焼戻し、高温焼入などを行うことにより抗張力を 50~120 kg/mm²、伸び 1~12%、ブリネル硬度 200~600 ぐ

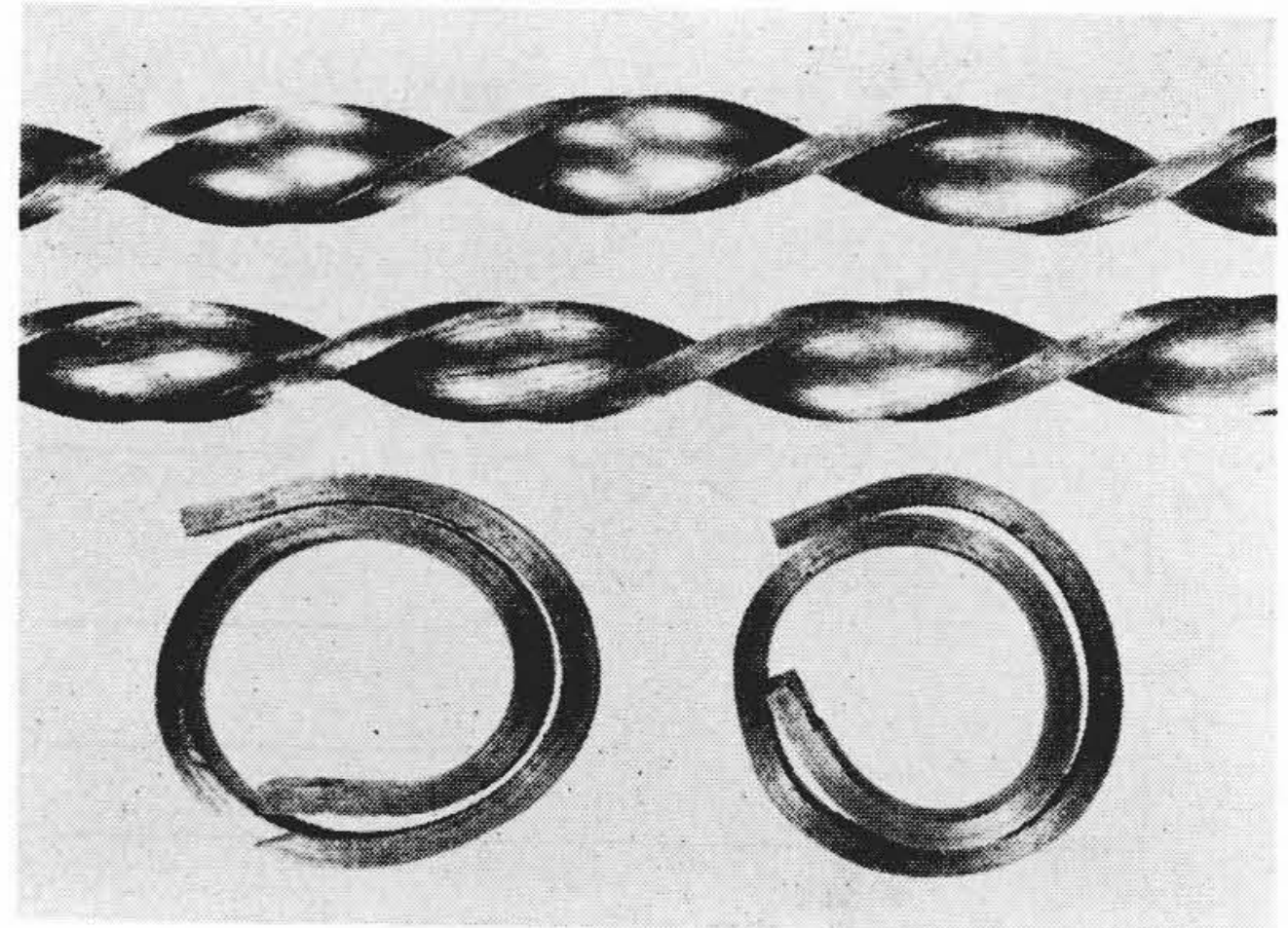


第58図 ダクタイル鋳鉄の焼入, 焼戻し実験
Fig. 58. Quenching and Tempering Test of Ductile Cast Iron



第59図 ダクタイル鋳鉄の高温焼入実験
Fig. 59. Austempering Test of Ductile Cast Iron

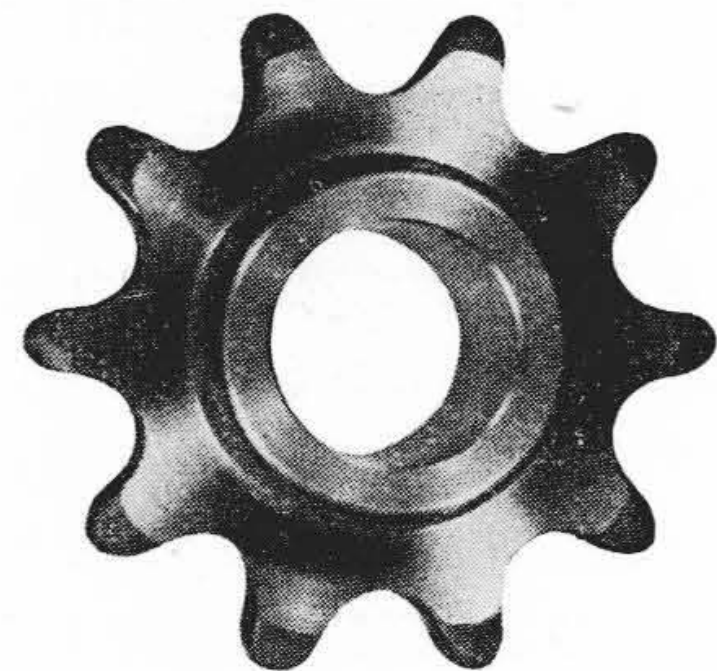
らの範囲で変化させることが可能である。第58図および第59図は焼戻し温度, 高温焼入温度と機械試験値の関係を示したものである。なおギヤ表面, シリンダライナ内面などを高周波電流または酸水素焰により表面硬化させることも可能である。



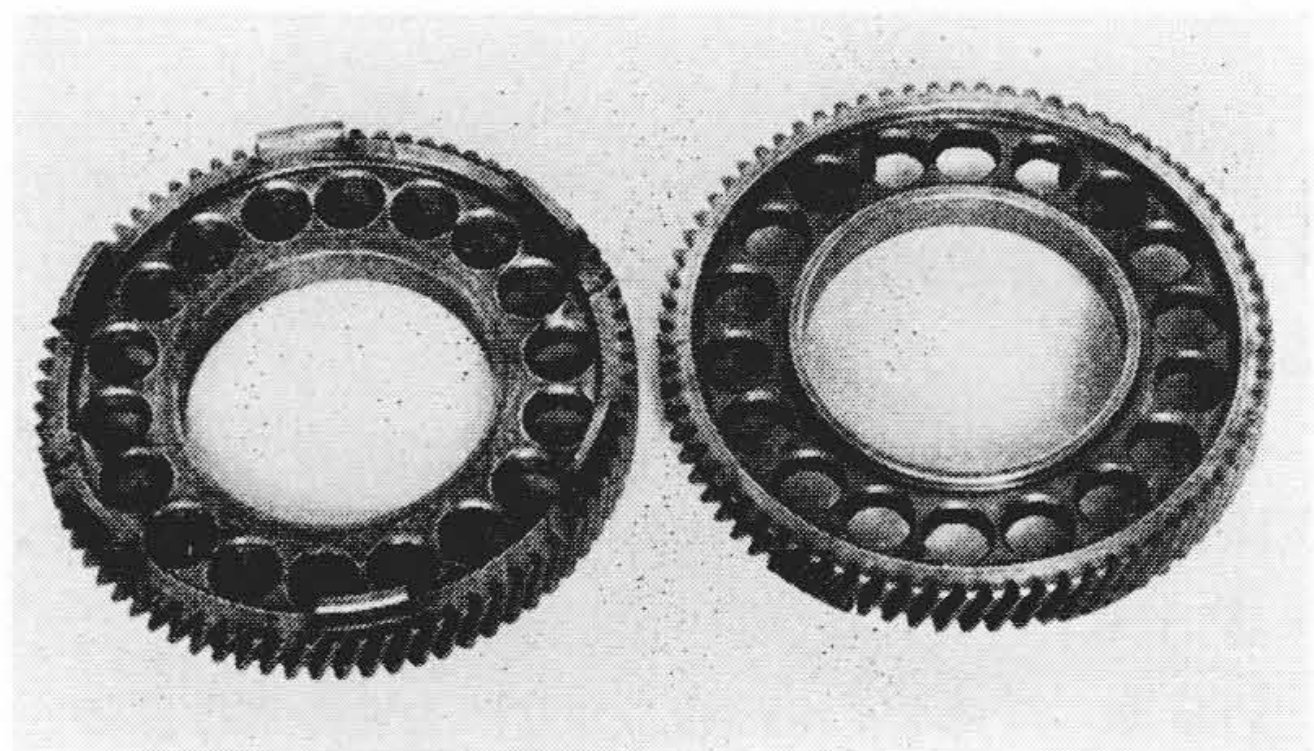
第60図 曲げおよび捩り試験片
Fig. 60. Bending and Torsion Test



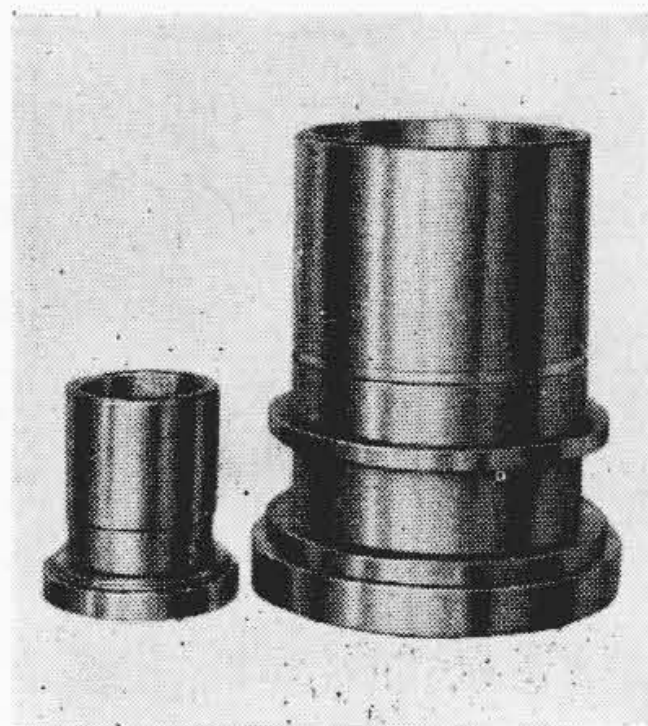
第61図 パワーショベル用ドラム
Fig. 61. Drum of Power Shovel



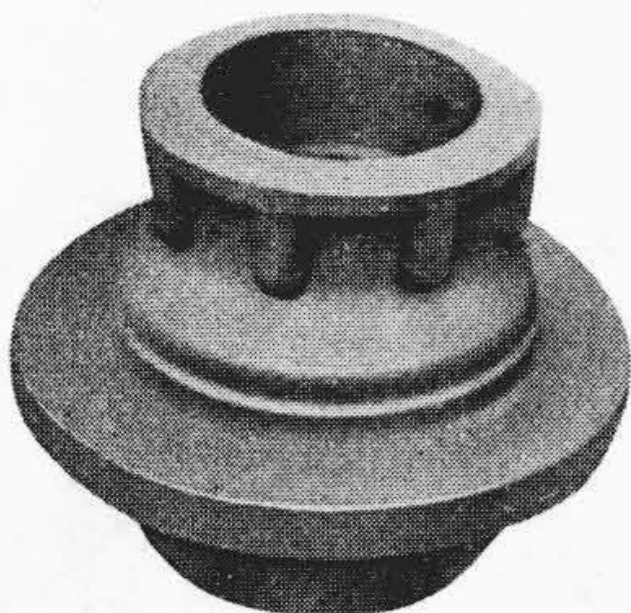
第62図 スプロケットホイール
Fig. 62. Sprocket Wheel



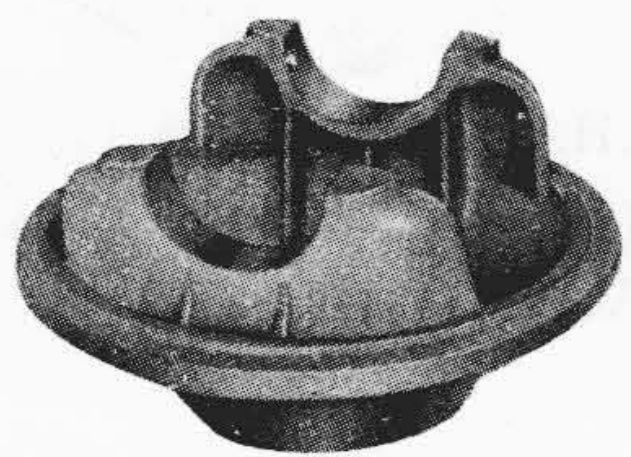
第63図 バイクモータ用ギヤ
Fig. 63. Small Gear of Bicycle-Motor



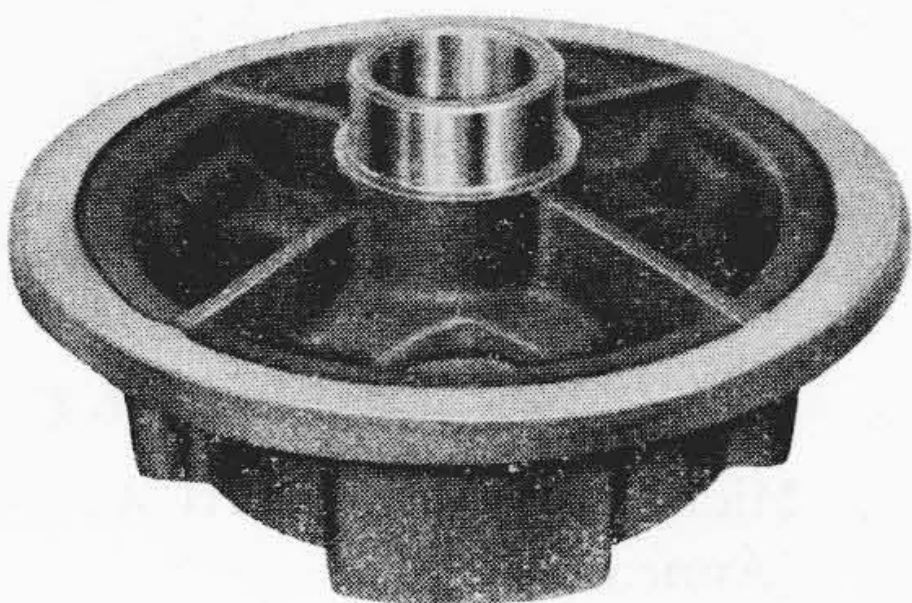
第64図 コンプレッサ用シリンダライナ
Fig. 64. Cylinder-liners of Compressor



第65図 レヤールホイールハブ
Fig. 65. Automobile Part
(Rear Wheel Hub)



第66図 ギヤーカーリヤ
Fig. 66. Automobile Part
(Gear Carrier)



第67図 ディファレンシャルケース
Fig. 67. Automobile Part
(Differential Case)

ダクタイル鋳鉄の材質規格

ダクタイル鋳鉄はこれを使用する部品が必要とする強度や諸性質(たとえば耐摩耗性、耐熱性など)に応じ種々のものを造ることができる。日立製作所亀有、戸畑両工

第4表 ダクタイル鋳鉄の材質規格
Table 4. Specifications for Ductile Cast Iron

材質	略号	抗張力 (kg/mm ²)	降伏点 (kg/mm ²)	伸び (%)
第1種	FCD-1	55以上	38以上	1以上
第2種	FCD-2	45以上	30以上	8以上
第3種	FCD-3	40以上	28以上	15以上

(注) 降伏点の測定は需要者が指定した場合に限り行うものとする。

場では本鋳鉄の材質規格として第4表のように3種類を作り製品の用途に応じ適当なものを選択している。

ダクタイル鋳鉄の用途

耐摩耗部品としてはギヤ、ブレーキドラム、クラッチ部分、シーブ、ローラ、シリンダライナ、ピストンリングそのほかに耐熱部品としては、ガラスモールド、炉体部品など、強度部品としてはドラム、カップリング、バルブ、コックなどに使用しいずれも良好な成績をおさめている。第60図～第67図は最近鋳造した製品の一部を例示したものである。

超耐熱鋳鉄製品 T.H.W. Products

耐熱鋳鉄にはニッケル、クロム、シリコン、アルミニウムなどを鋳鉄に添加して耐熱性を与えたものが多いが、そのうちでクロムを含む鋳鉄が耐熱性がすぐれているばかりでなく耐蝕、耐摩耗性をも有するので一般に広く使用されている。日立製作所のクロムを主体とする耐熱鋳鉄は耐熱性、耐摩耗性がすぐれているとともに、加工可能で T.H.W. の商品名で知られている。この鋳物の特色は高温で酸化作用、生長が少いばかりでなく酸類、硫黄に対しても耐蝕性がありまた高温においても引張強さ、硬さが減少し難い特色がある。

すなわち

(1) 耐酸化性

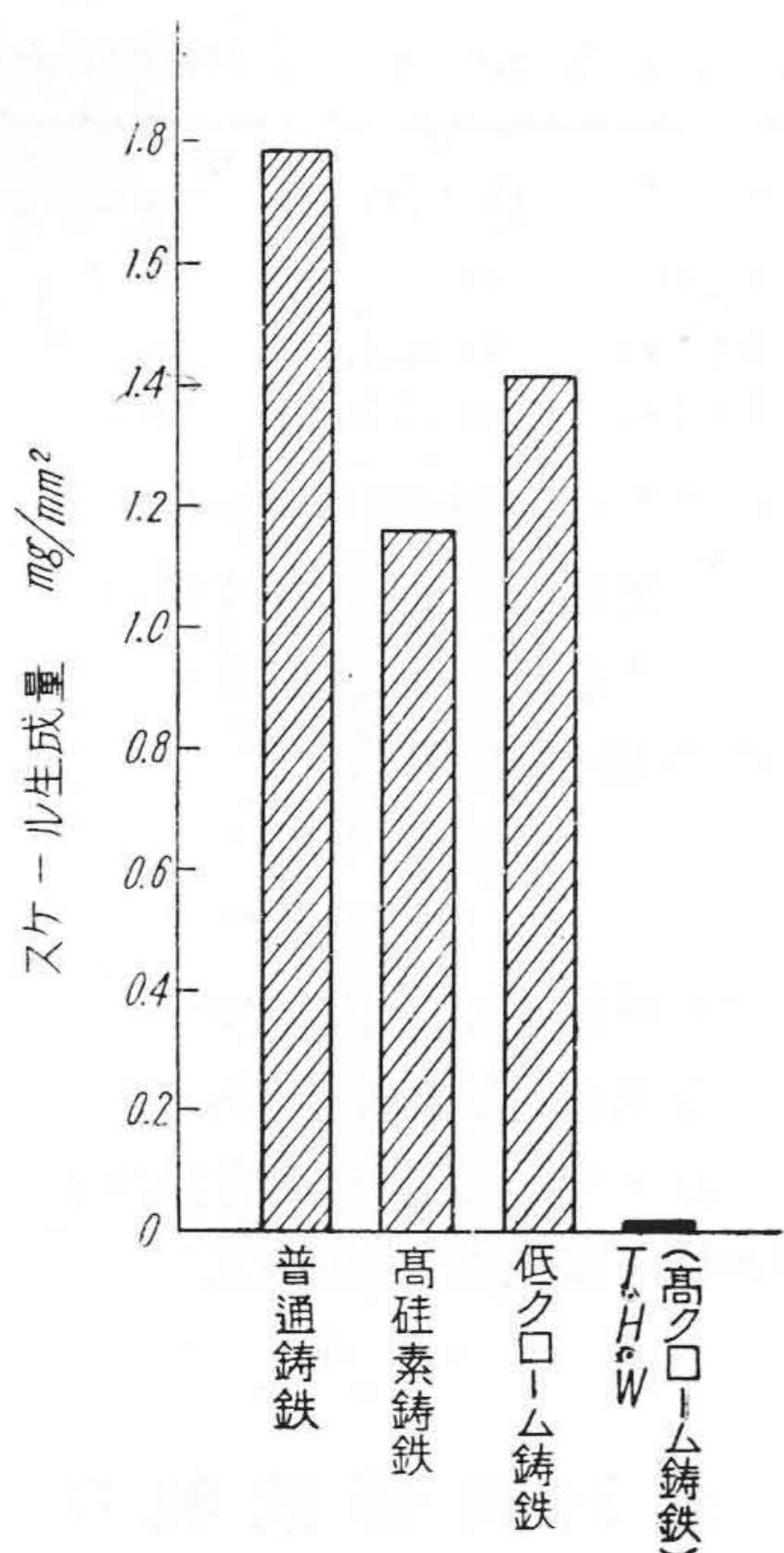
800°C で 30 時間酸化性雰囲気中で加熱した場合の各種鋳鉄の酸化量を比較すれば第68図のごとくである。すなわちこの程度の温度ではほとんど酸化減耗が認められない。

(2) 生長について

普通鋳鉄は加熱冷却によつて著しい生長をおこすが、T.H.W. は安定な炭化物を作りさらに酸化皮膜は緻密で酸化の内部への進行を阻止するので、生長現象がほとんど認められない。各種鋳鉄の 450～950°C 間の繰返し加熱回数と生長量との関係を図示すれば第69図のごとくである。

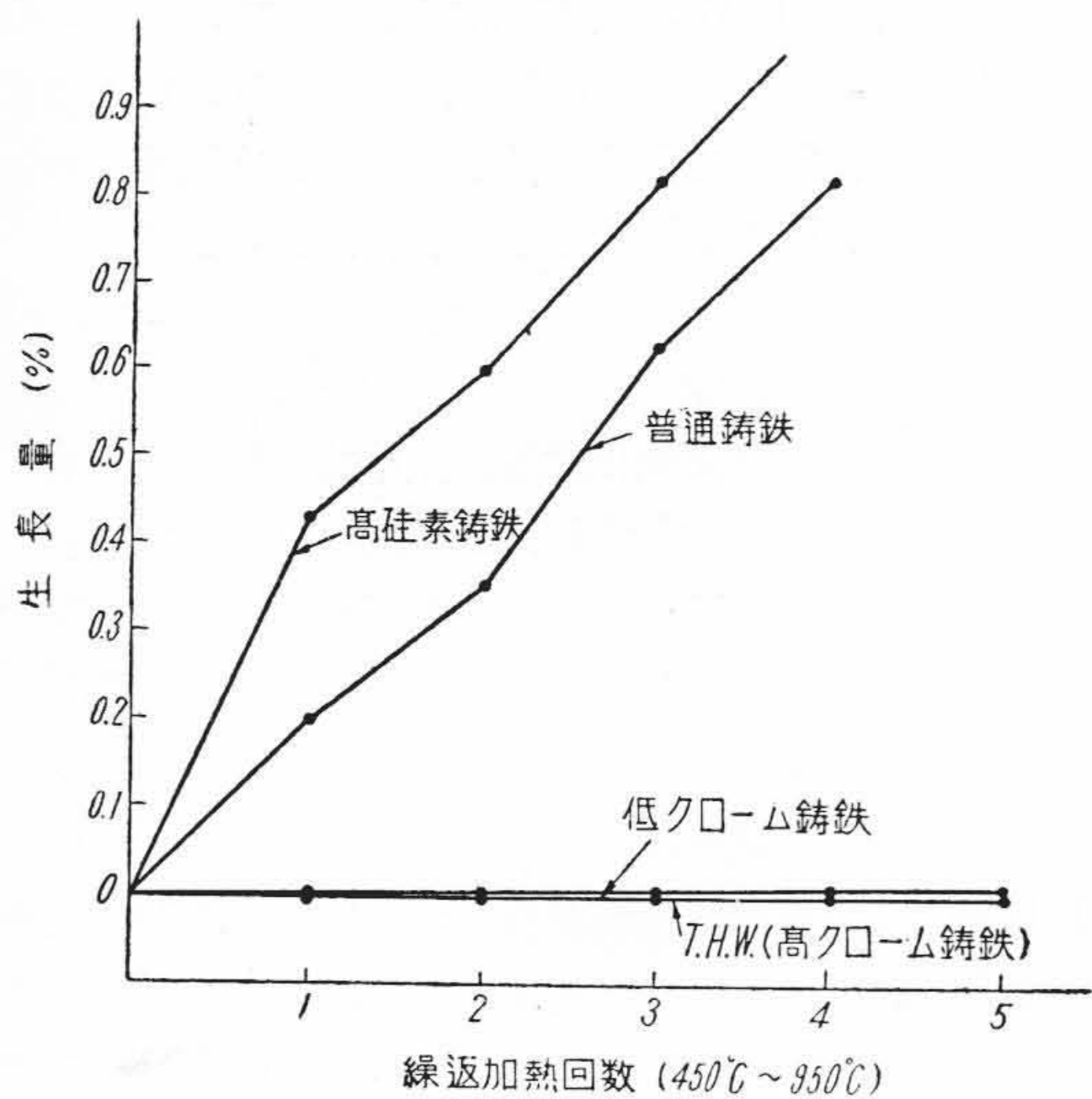
(3) 耐摩耗性

クロム炭化物のため硬度は鋳放しでロックウェル C で 60 ではなはだ硬く耐摩耗性がすぐれている。



第68図 800°C で 30 時間酸化性雰囲気中で熱加した場合の酸化量の比較

Fig. 68. Comparison of Oxidation when Specimens Were Heated for 30 Hours at 800°C in Oxidizing Atmosphere



第69図 450°C より 950°C までを繰返した場合の生長量

Fig. 69. Extent of Growth when Specimens Were Heated Repeatedly at 450°C to 950°C

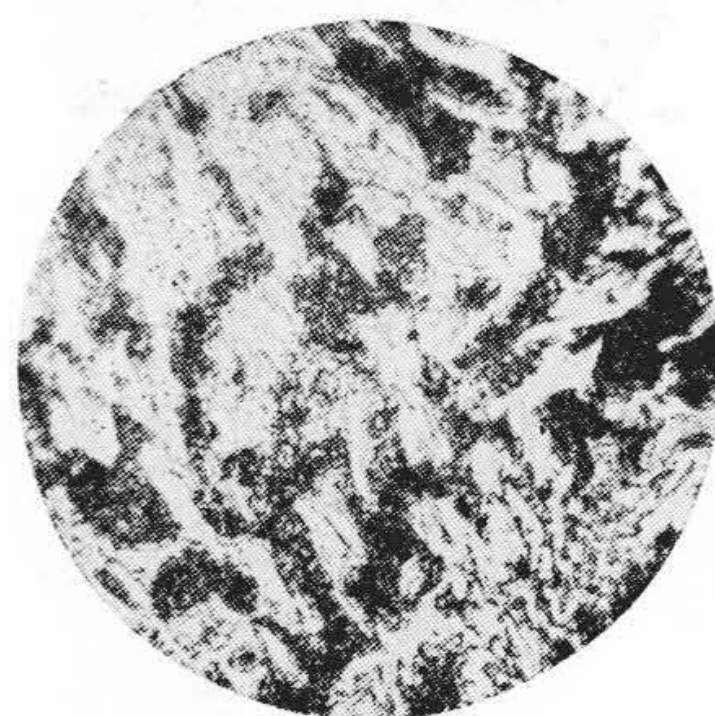
(4) 耐蝕性

硫化鉄の焙焼炉, 溶解鍋その他に使用されて硫黄, 酸に対して強い性質を示している。

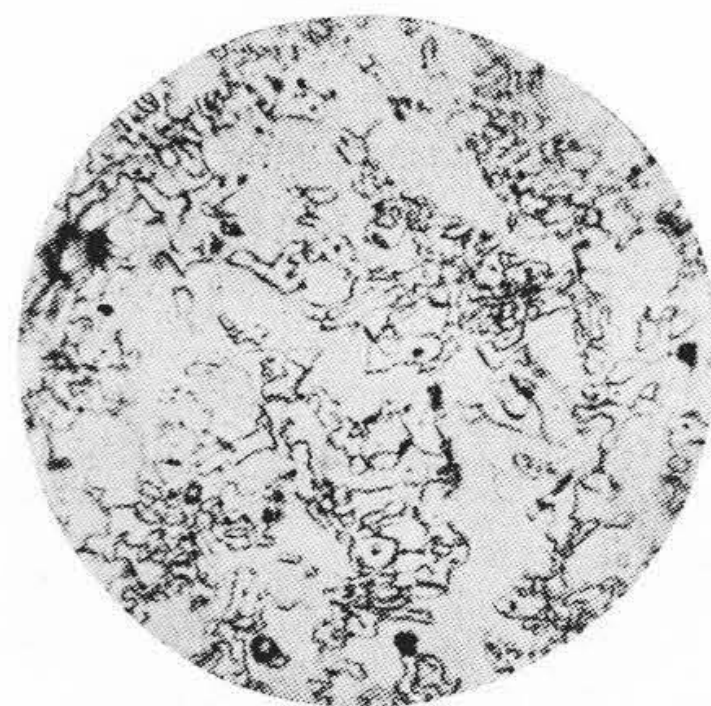
(5) 機械加工性

T.H.W. は鑄放しでは機械加工は困難であるが, これを 800°C に加熱保持後炉冷することにより機械加工をなしうる。さらに熱処理により硬度をあげ第70図および第71図のごとく炭化物の球状化によつて機械的性質も良好となる。

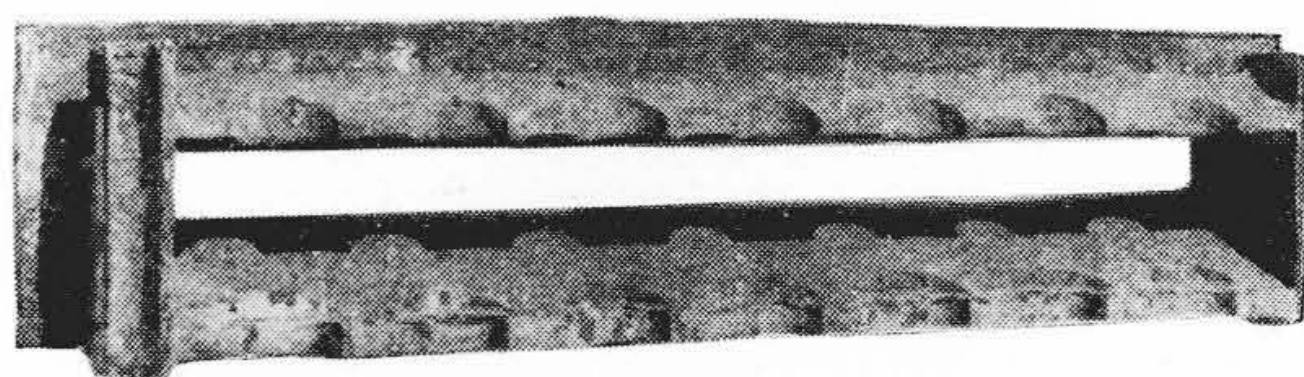
以上のような特性があるので耐熱性, 耐蝕性, 耐摩耗性を要する熱処理用ポット, 火格子, 溶解鍋, 過熱管保護板, 搾出用臼, タンバー, 掻上板などに広く用いられているが, それらの製品の一例を示すと第72図~第75図のごとくである。



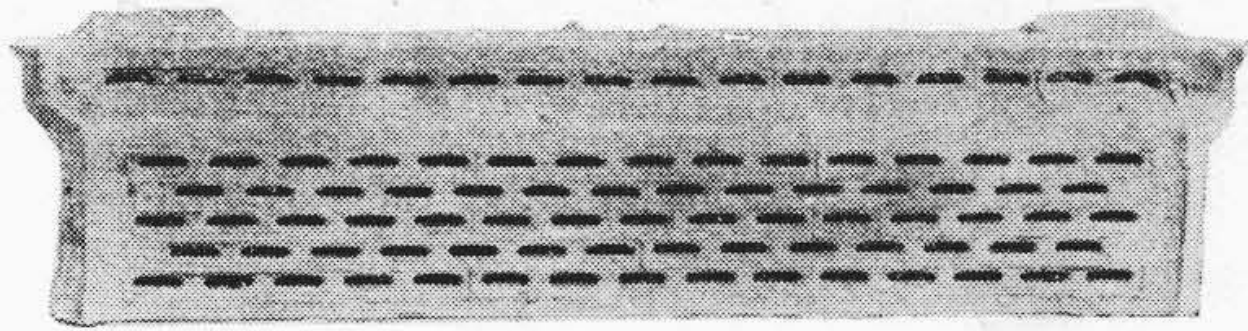
第70図 T.H.W. の組織 (鑄放し) ×300
Fig. 70. Microstructure of T.H.W. Product (As Cast) ×300



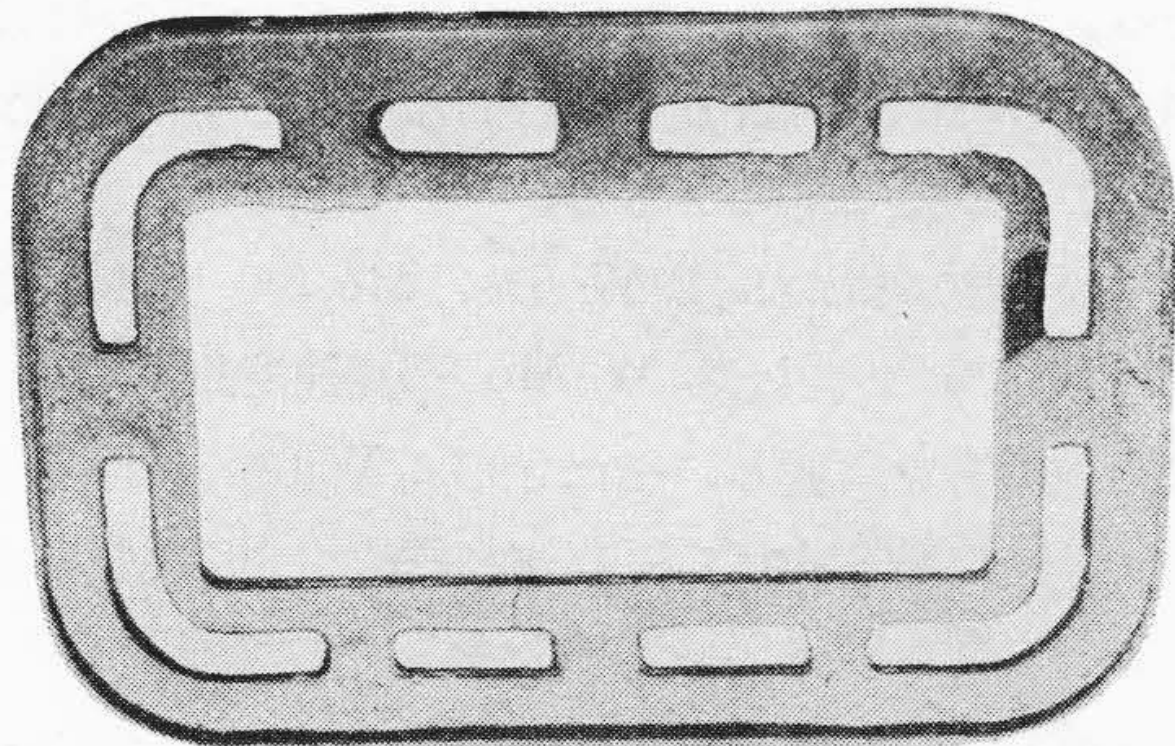
第71図 T.H.W. の組織 (焼処理せるもの) ×300
Fig. 71. Microstructure of T.H.W. Product (Annealed) ×300



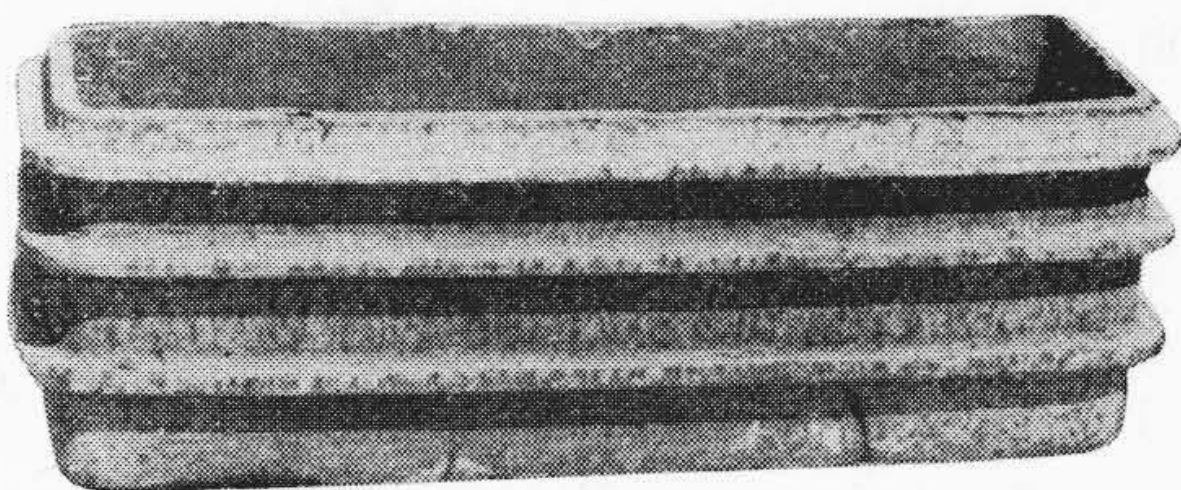
第72図 バーナ用ノズルチップ
Fig. 72. Nozzle Tip for Burner



第73図 大 格 子
Fig. 73. Large Grid



第74図 網 受 台
Fig. 74. Net Receiver



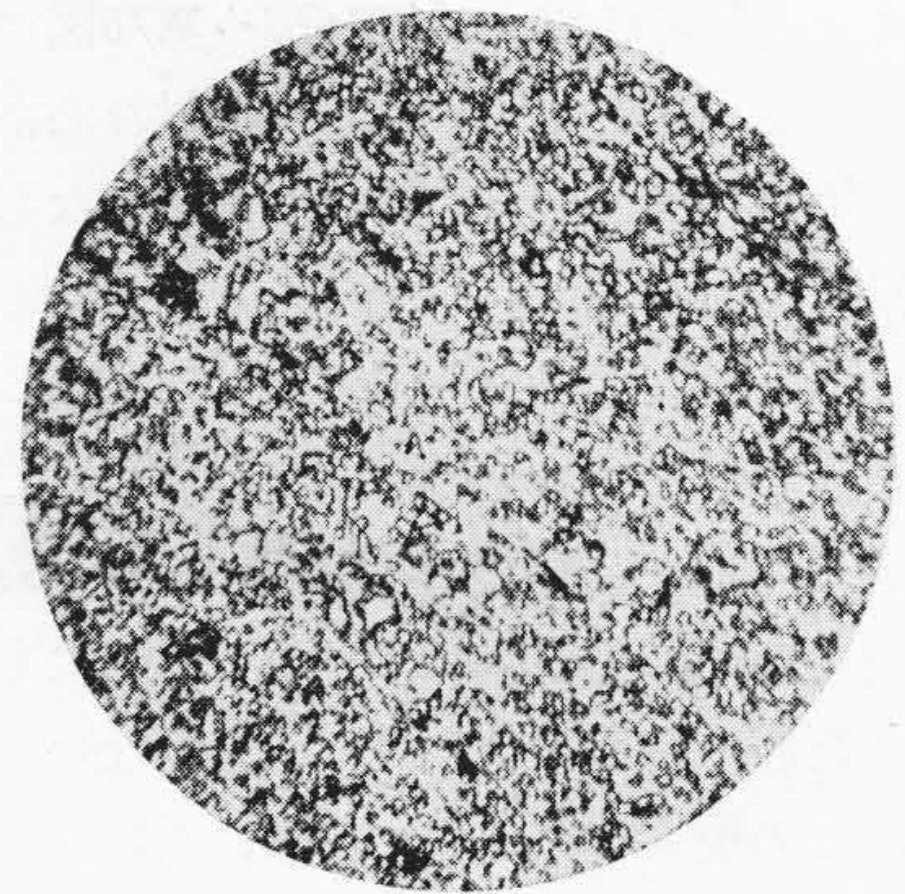
第75図 滲 炭 用 ポ フ ト
Fig. 75. Cementation Pat

特 殊 鋼 Yasugi Special Steel

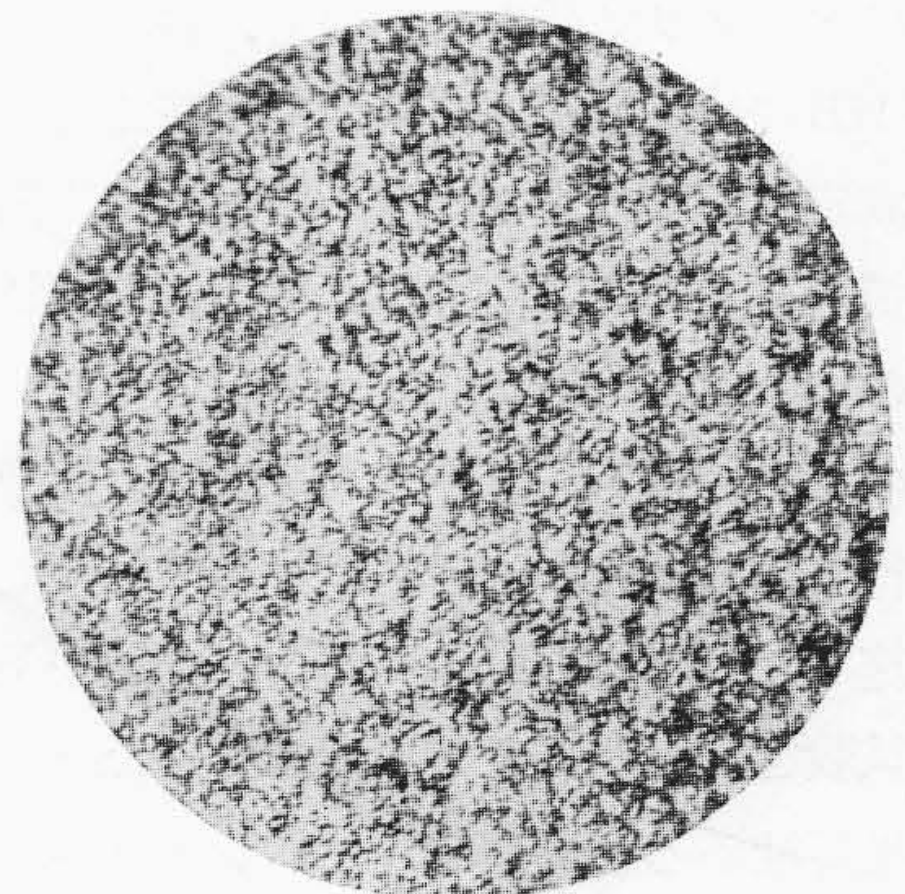
新しい鋸材 (YHB) について

ハックス用材の改良を目的として、今回新しく日立製作所安来工場が製造を開始した新鋼種 YHB は、長期間にわたって各種の確性試験を行つた結果、自信をえて量産に移行したものである。

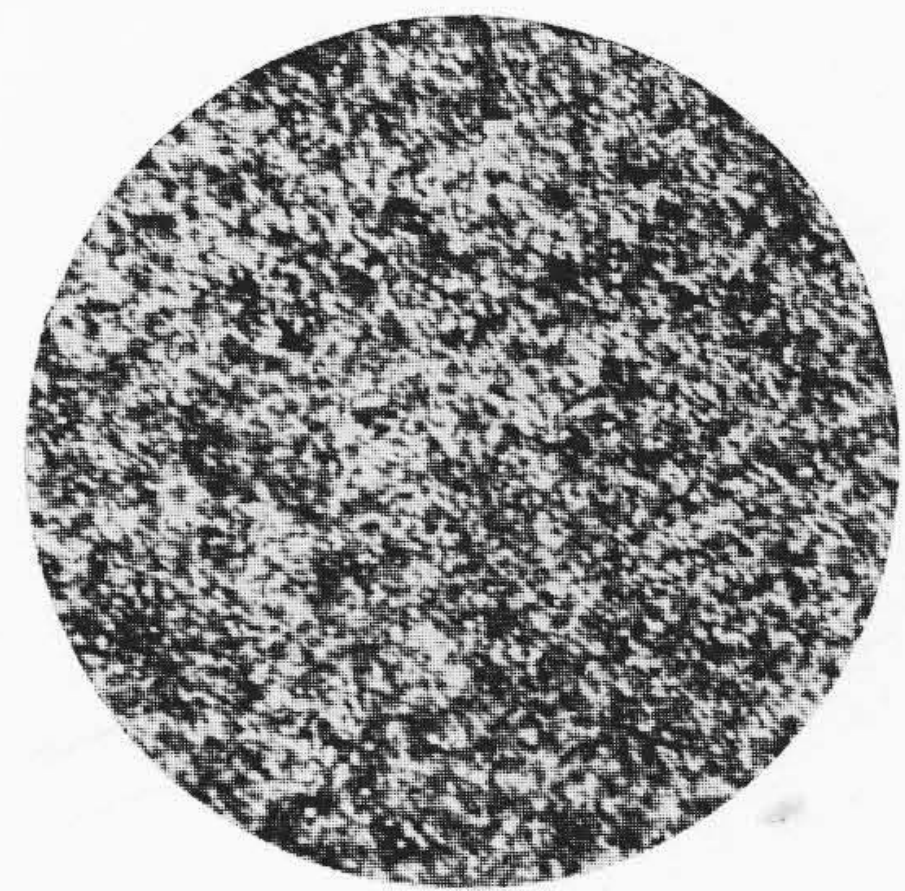
一般にこの用途に供せられる鋼は、多くは高炭素鋼にタングステン、クロムを配合した JIS の特殊工具鋼 7 種 (SKS 7) または同 3 種 (SKS 3) であり、特に高級材を望む場合には、高速度鋼が使用されることもある。周知のごとくタングstenは、耐熱、耐磨耗性を増し、ハックスの切削耐久度を高める有用な元素であるが、一面タングstenの複炭化物が硬く、脆いために鋸刃を折損しやすい。また刃こぼれを生じて、かえつて切削耐久度の低下を早める原因となることがある。したがつて YHB にはタングsten、クロムの外に数種の特殊元素を添加して、従来の特殊工具鋼 7 種よりさらに靱性を高め、鋸刃の折損、刃こぼれを防止する特質をもたせている。また各種の特殊元素を添加したために、原価の高騰するのを抑えることができたことも成功の一つである。



第76図 YHB 焼 鈍 組 織 ×400
Fig. 76. Annealed Structure of YHB Steel



第77図 SKS7 焼 鈍 組 織 ×400
Fig. 77. Annealed Structure of SKS7 Steel



第78図 YHB 焼 入 組 織 ×400
Fig. 78. Annealed Structure of Queched YHB Steel

ハックスにはマシンソーとして B.W.G. 18 (厚さ 1.25 mm) と、ハンドソーとして B.W.G. 23 (厚さ 0.635 mm) とが多く用いられ、それぞれ用途が異なるので、YHB に配合する特殊元素は、その目的によつて、最高の性能を発揮するよう添加量の調節を行つている。

YHB の加熱変態点は、特殊元素の含有量の影響で、特殊工具鋼 7 種より若干高くなり、したがつて最高硬度を示す焼入温度も、高目の方につれて、850°C 附近で行うのが最もよい。

顕微鏡による内部組織は、第76図～第78図の比較によつてもあきらかのごとく、YHBの素材ならびに焼入状態における炭化物は、微細かつ均一分布をなしており、きわめて良好である。

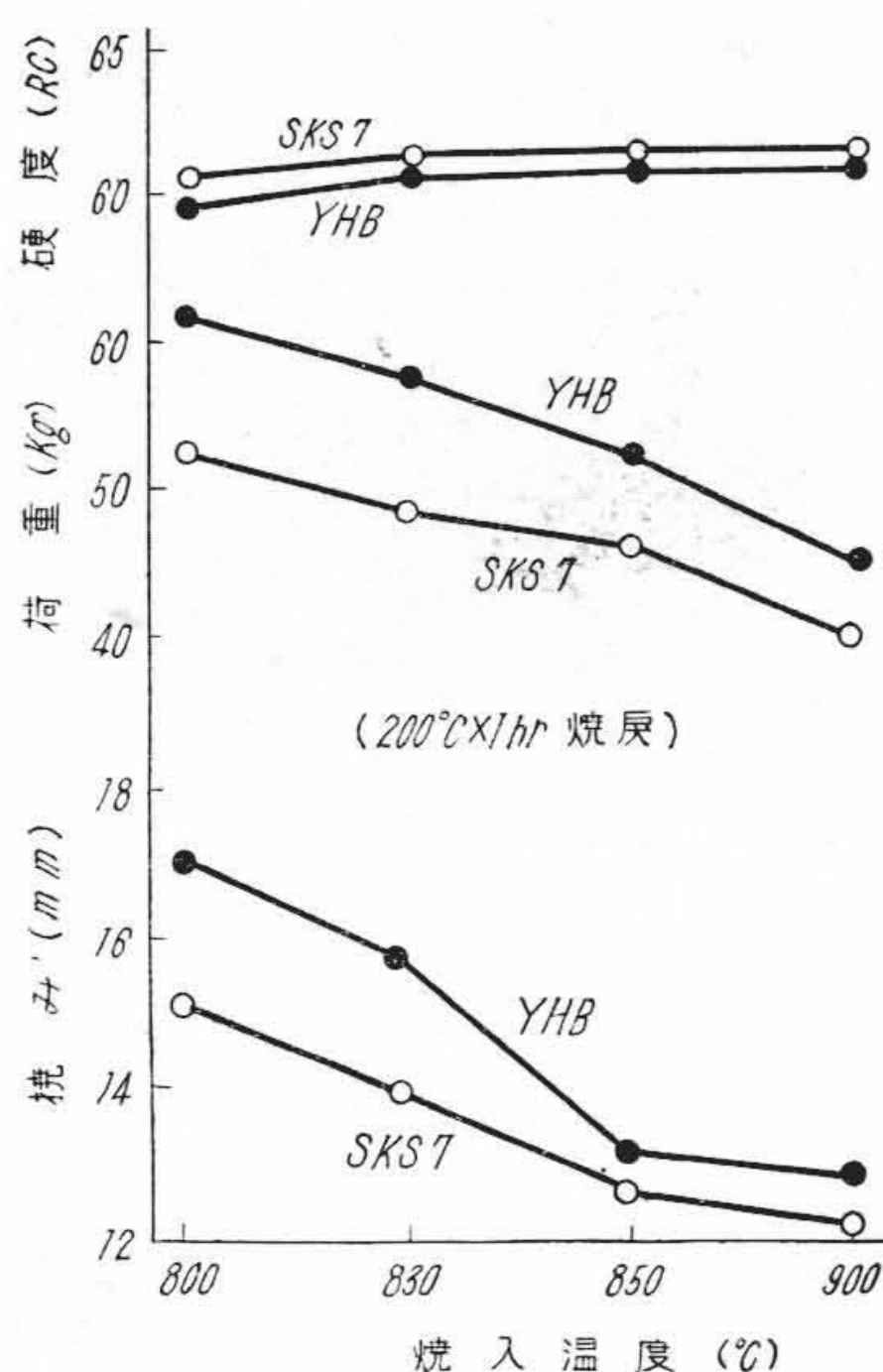
ハックソーにおいて問題となることの一つに、焼入時に発生する歪がある。曲り(長さ方向の彎曲)であれば、ある程度矯正することもできるが、反り(長さ方向と直角方向の彎曲で、普通刀状反りという)を生じたものは修正が利かないため、廃却とする以外に途がない。

YHBはこの焼入時に発生する歪、特に最も忌まれる「刀状反り」の発生率がきわめて少い利点があり、鋸刃として採算上有利であることが実証された。

第79図はアムスラ試験機によつて、各種焼入温度で処理したYHBとSKS7との硬度、折断までの荷重および撓みを測定し、その比較を行つたもので、同一硬度においては折断までの荷重ならびに撓みはYHBの方が高く、靱性の大きいことを示している。

これらの基礎的調査、研究と平行して、実際製品の確性試験を行うため数社の著名製鋸業者に依頼して、所定熱処理を施したYHBと、SKS7とを同一条件下において切削試験を行い、両者を比較してみた。

その結果各社いづれもYHBのハンドソーの方が靱性高く、切削性能もまさり、またマシンソーの場合も切削試験においてすぐれた性能を示し、予期以上の好成績を取めることができた。



第79図 焼入温度および硬度と折断における荷重および撓みとの関係

Fig. 79. Relation between Quenching Temperature, Hardness, Breakdown Load and Flexure

これにより、広く業者にその優秀性が認められ、その需要量も急激に増し、目下鋸刃業界においては、SKS7よりYHBへの転換が急速に行われつつある。

新製品モリブデン高速度鋼

我国現下の情勢から高速度鋼に含まれるWおよびCoなどの重要金属資源を極力節減することはきわめて必要である。しかして同時に切削耐久力においても従来の18-4-1型に比して遜色なく、むしろまさるものを要求せられること切なるものがある。

日立製作所ではかねてW 6%、Mo 3%あるいはW 3%、Mo 6%を含む低W-Mo系高速度鋼について各種元素の影響を研究し、またさらにW 6%、Mo 2%、V 2%を含む低W-Mo-V系高速度鋼についても同様各元素箇々の影響を調べた。

上述の基礎的研究結果により最も適当なる化学成分としては、C 0.8%、Cr 4%、W 6.5%、Mo 5%、V 2%の低W-Mo-V系高速度鋼であり、これを従来のX1、X00およびX000に対し、「XM1」と呼称して、いよいよこれが量産化態勢を整備して、今春来新らしく市場に送り出した。特に本鋼の特長としては上述の外につきのごとき諸点が挙げられる。

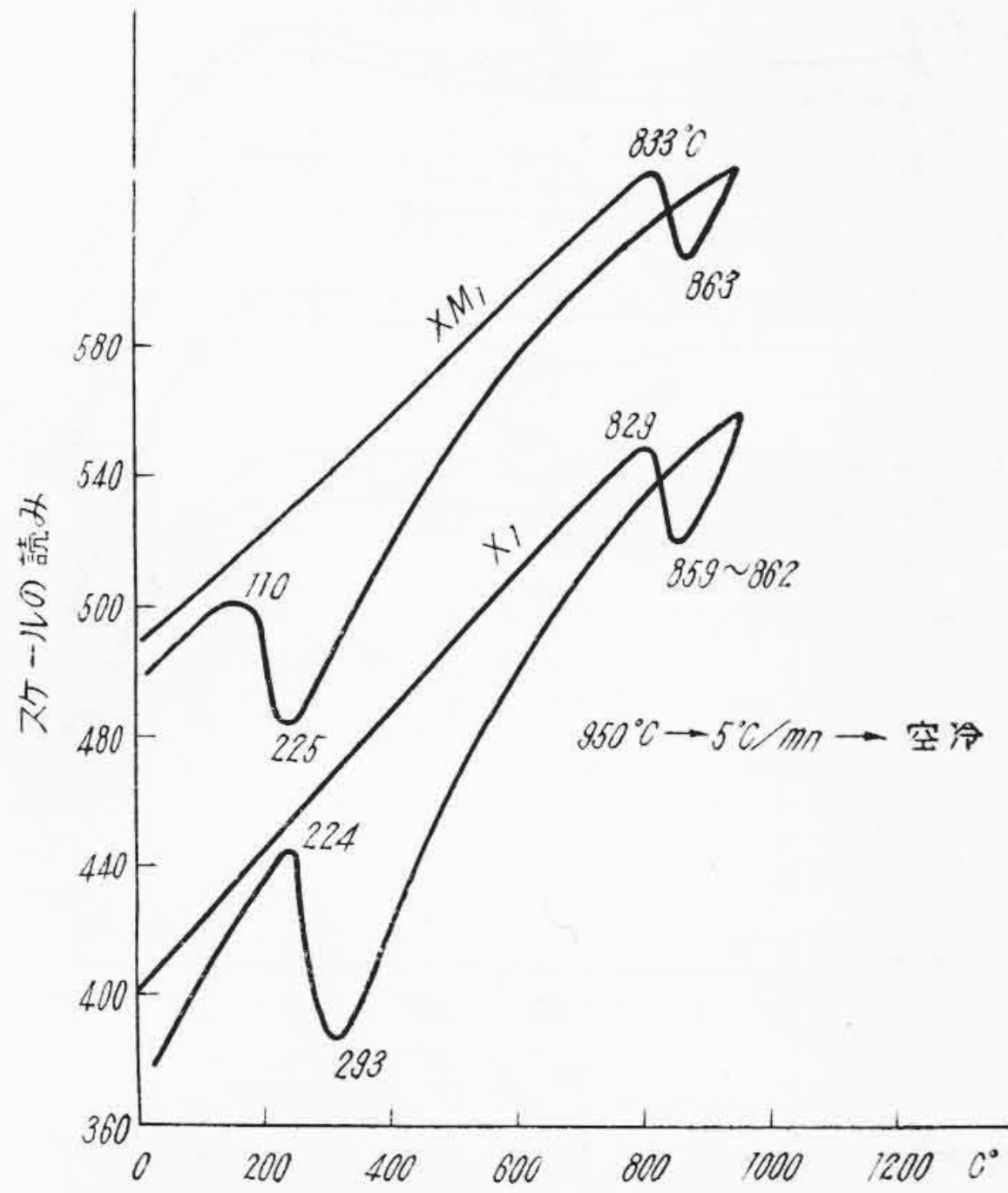
- (1) 製鋼原料およびこれが溶製方法が従来の低W高速度鋼と同様にして雲伯砂鉄系100%のものである。
- (2) このために顕微鏡組織的にも、特に複炭化物分布がきわめて均斉である。
- (3) 熱処理取扱い要領が従来のものと同様容易であるが、特に焼鈍に際して脱炭防止のために箱焼鈍が必要である。
- (4) 可鍛性は容易であるが、鍛造加熱は可及的最低温度の最短時間を選ぶ必要がある。
- (5) さらに実地切削耐久力性能については、従来のX1またはHX2と同等の成績である。

バイトによる切削試験

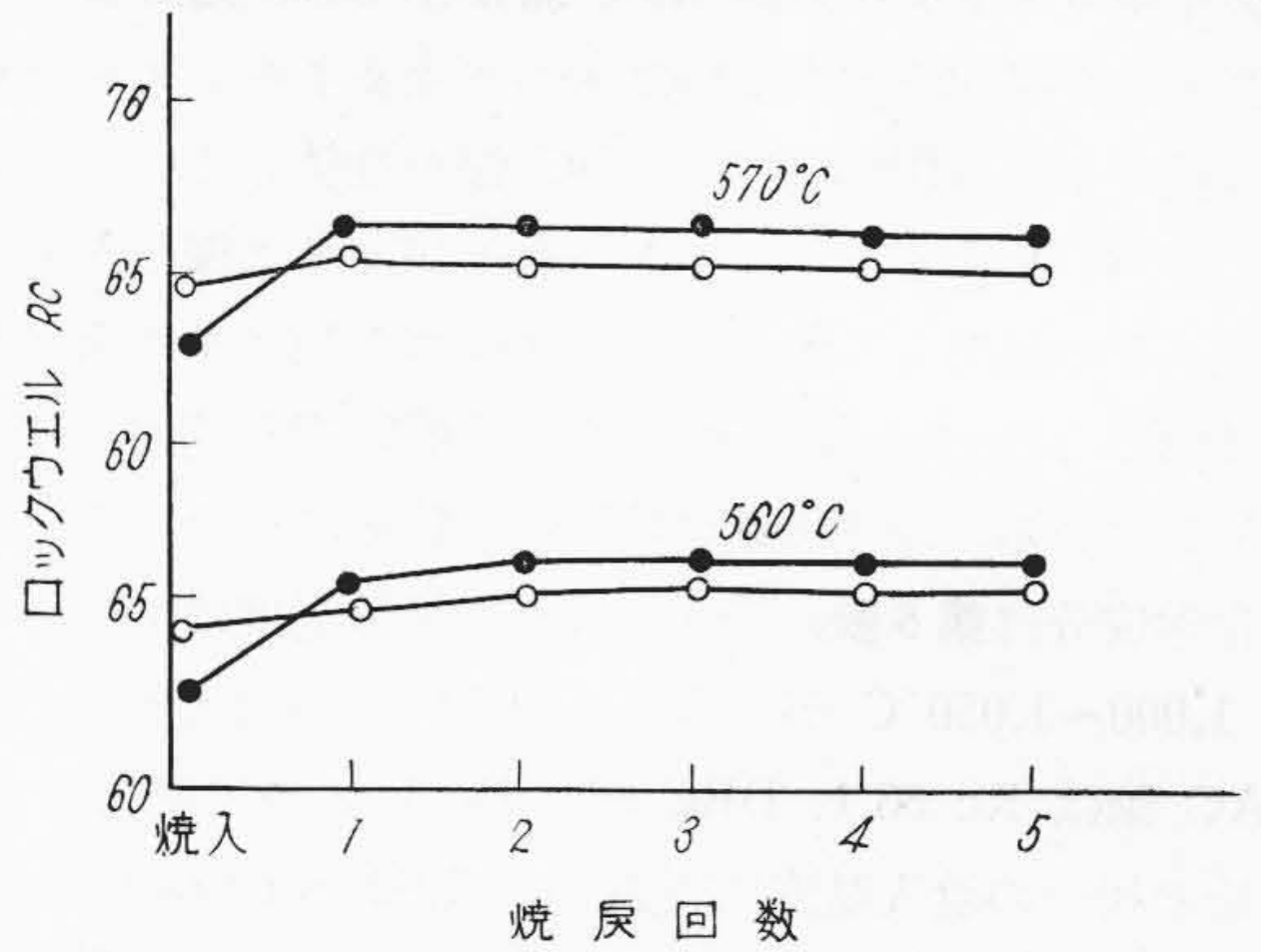
- (i) 被切削材 SNC 3, H , 抗張力 120 kg/mm^2 , BH 350, $140 \text{ mm}\phi \times 1,500 \text{ mm} L$
- (ii) 切削速度 36 m/mn , 切込 1.0 mm , 送り 0.5 mm , 切削角 75°
- (iii) 耐久時間 第1回試験— $4'50''$, 第2回試験— $5'20''$, 第3回試験— $5'30''$
- (iv) バイトの焼入条件 $880^\circ\text{C} \times 15'$ 予熱, $1,260^\circ\text{C} \times 2'26''$ 油焼入, $560^\circ\text{C} \times 30'$ 2回焼入, RC 62.8~63.2

(6) 変態点および熱処理温度と硬度の性能関係は第80図～第83図にその一例を示す。

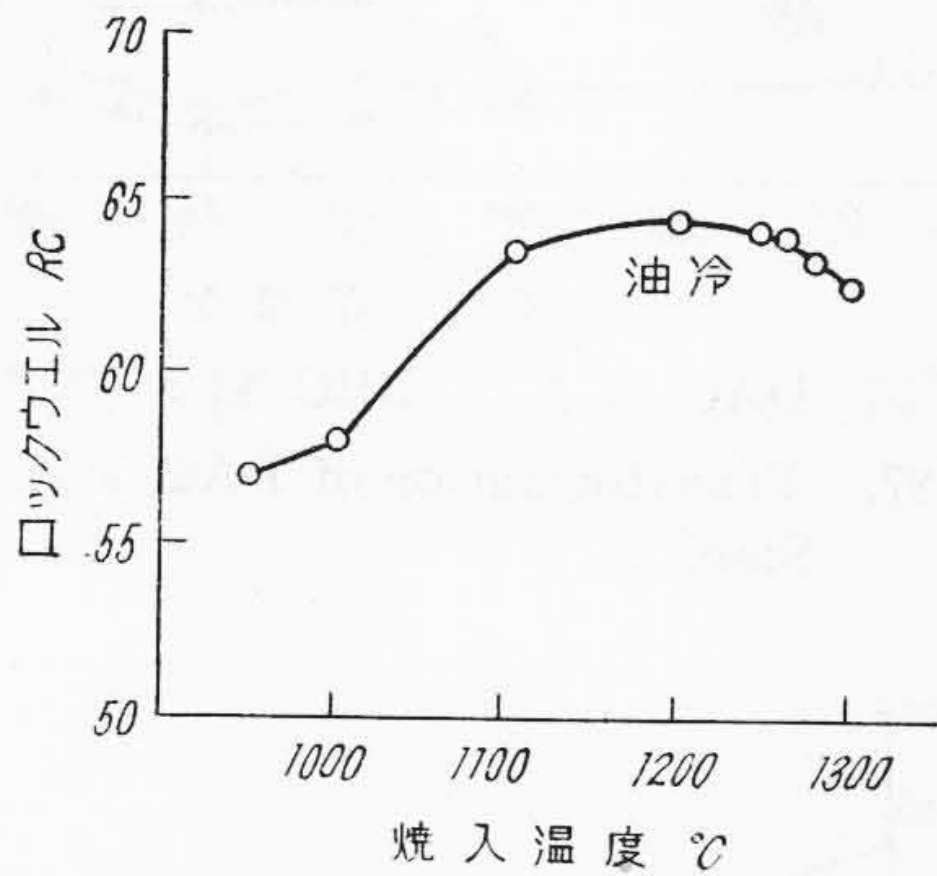
(7) また第84図および第85図は顕微鏡組織の一例を示した。



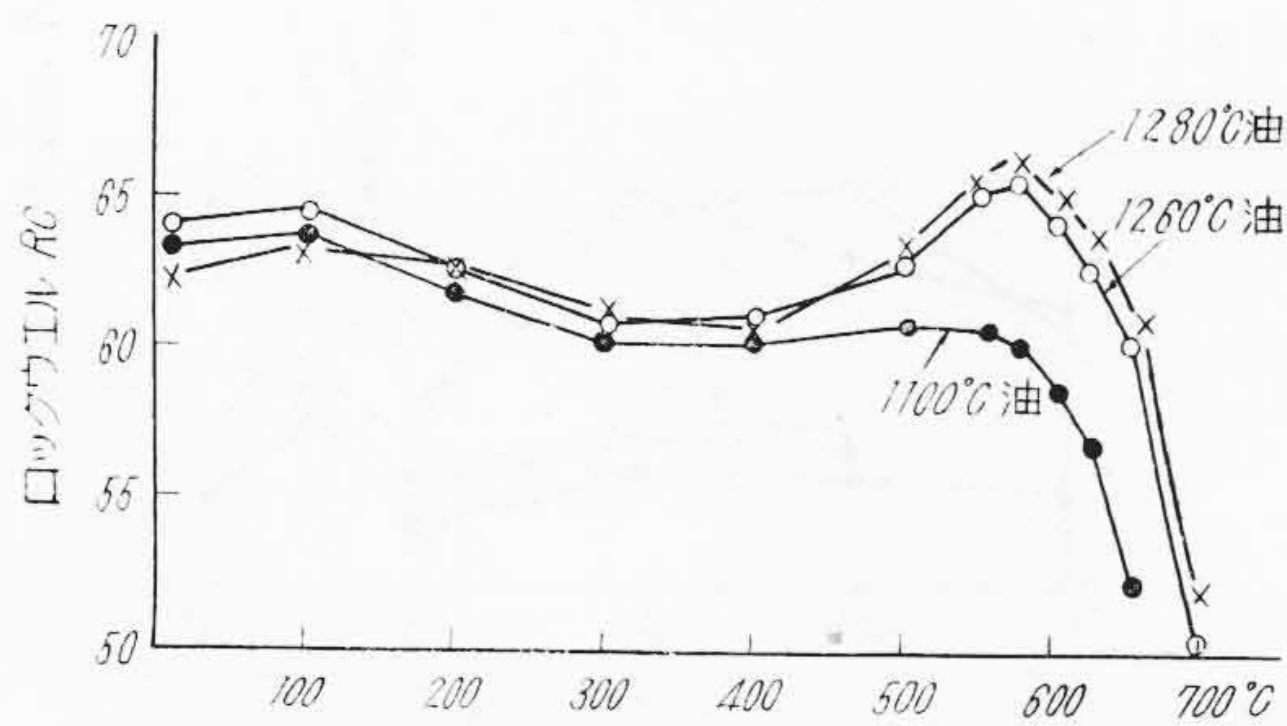
第80図 XMI および XI 鋼の熱膨脹曲線
Fig.80. Tempering Dilatation Curve of XMI and XI Steel



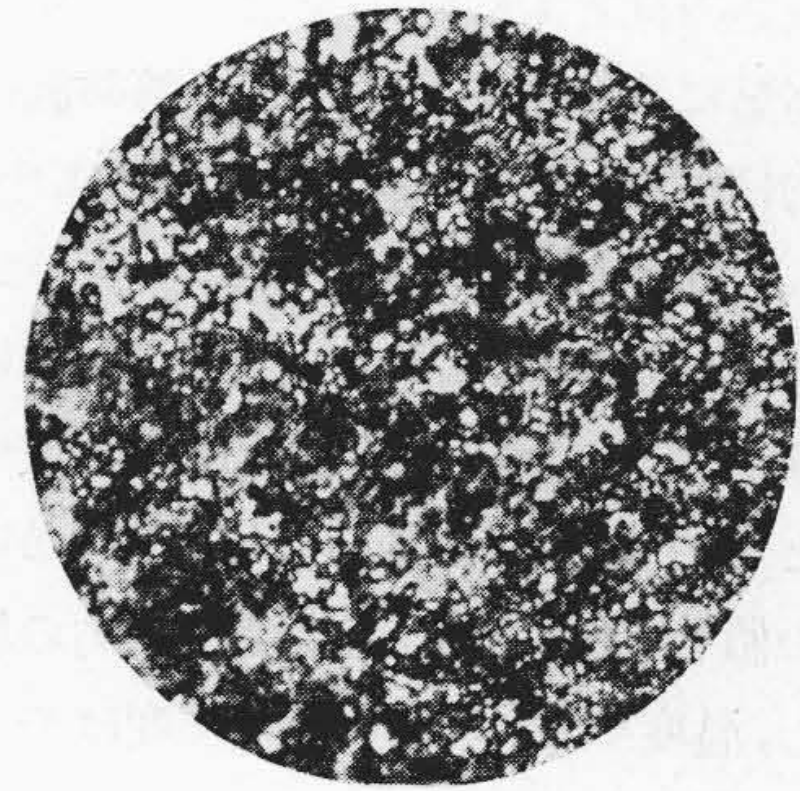
第83図 焼戻回数と硬度との関係
Fig.83. Relation between Number of Tempering and Hardness



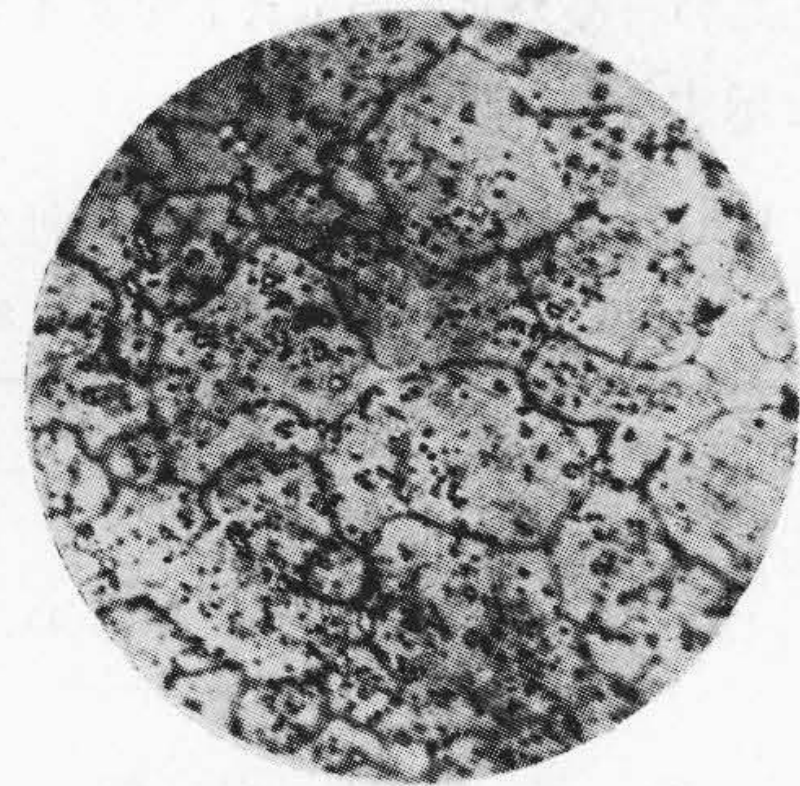
第81図 焼入温度と硬度との関係
Fig.81. Relation between Quenching Temperature and Hardness



第82図 焼入温度と硬度との関係
Fig.82. Relation between Quenching Temperature and Hardness



第84図 880°C 炉冷の焼鈍組織 ×200
Fig.84. Annealed Structure at 880°C ×200



第85図 880°C×15分
1,260°C×2分 20秒油冷
570°C×30分 2回焼戻
熱処理済組織
Fig.85. 880°C×15 mn
1,260°C×2 mn 20 s Oil Cooled
570°C×30 mn Two Time Tempering
Annealed

ダイキャストダイス用 DAC および DBC 鋼について

従来日立製作所安来工場においてはダイキャスト用ダイス鋼として HDC および DC 鋼を推奨していたが、新しく W を含まないダイキャスト用ダイス鋼の研究を行い、その結果より無 W ダイキャスト用ダイス鋼として DAC および少量の W を含む DBC 鋼を制定し市販に供している。以下両鋼の諸性質を簡単に紹介する。

化学成分は第 5 表に示す。両鋼の焼入温度は油冷の場合 1,000~1,050°C が適当で、1,050°C の焼入温度では DAC 鋼は Rc 53.1, DBC 鋼は Rc 57.2 の硬度を示す。空冷の場合の焼入温度は両鋼とも 1,025~1,075°C が適当である。焼戻軟化抵抗は第 86 図に示すごとく、焼戻温度 650°C よりやゝ急激に減少するが、1,050°C 油焼入の場合焼戻温度 600°C の硬度は DAC 鋼は Rc 52.4, DBC 鋼は 54.5 で、HDC および DC 鋼に比べればかなり高い硬度を示す。変形率は第 87 図に示す通りで、直径ならびに長さ方向ともに膨脹を示すが、変形率は比較的小さい。高温における機械的性質は第 88 図に示すごとくで、抗張力は試験温度 650°C より急激に小さくなる。伸び、絞りおよび衝撃値は抗張力の場合と逆に 650°C より急激に大きくなる。HDC 鋼および DC 鋼の高温衝撃値と DAC 鋼および DBC 鋼の衝撃値を比較すれば第 6 表に示すごとくで HDC 鋼よりやゝ小さいが、DC 鋼とはほぼ同等の値を示す。高温硬度は抗張力の場合と同様の傾向を示し、温度 650°C より高温硬度はやゝ著しく低下する。

以上の諸性質より DAC および DBC 鋼は用途により、高タングステンの HDC および DC 鋼になんら遜色するところなく、むしろ高い焼戻硬度、一様な変形、高い高温抗張力より、亜鉛、マグネシウム、アルミニウムおよびそれらの合金のダイキャスト用ダイス鋼として優秀な性能を示すものと確信する。

第 5 表 DAC および DBC の化学的性分

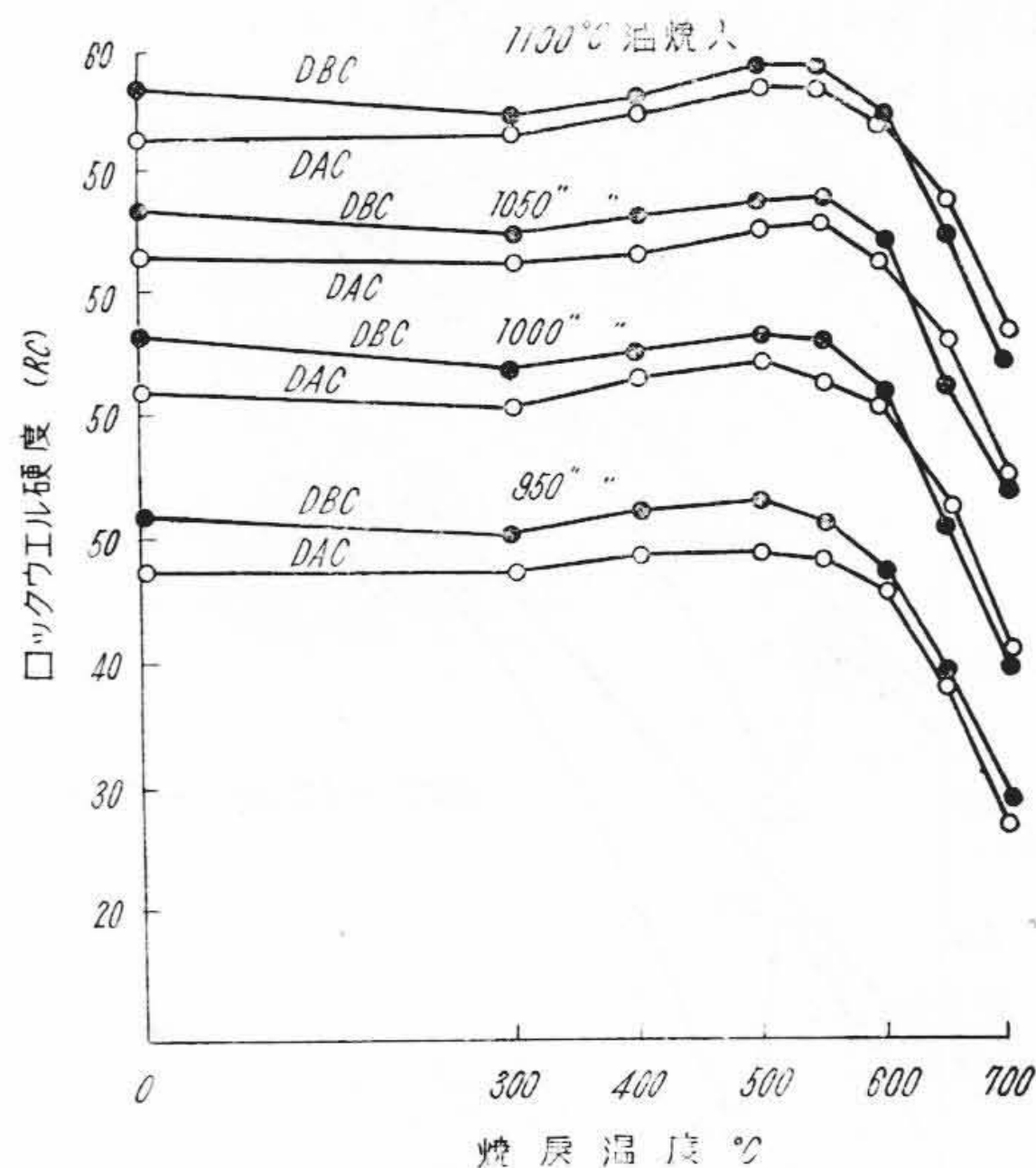
Table 5. Chemical Properties of DAC and DBC

	C	Si	Mn	P	S	Cr	W	Mo	V
DAC	0.35	0.93	0.48	0.015	0.009	5.69	—	1.32	1.11
DBC	0.35	1.02	0.44	0.014	0.010	5.77	1.45	1.40	0.40

第 6 表 衝撃値の比較

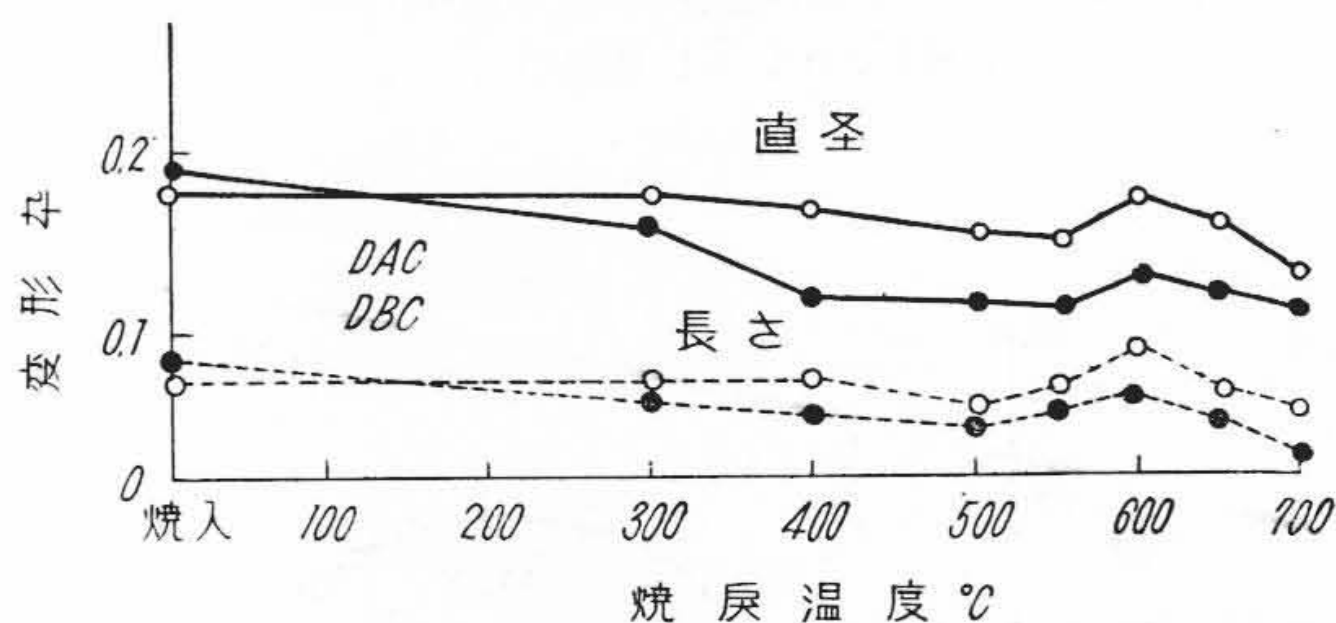
Table 6. Comparison of Impact Value

鋼 種	DAC	DBC	HDC	DC
	1,050°C 油焼入 550°C 焼戻	1,050°C 油焼入 550°C 焼戻	1,000°C 油焼入 650°C 焼戻	1,000°C 油焼入 650°C 焼戻
試験温度 500°C	7.5	7.0	9.1	6.8
試験温度 600°C	6.3	5.0	8.2	6.1



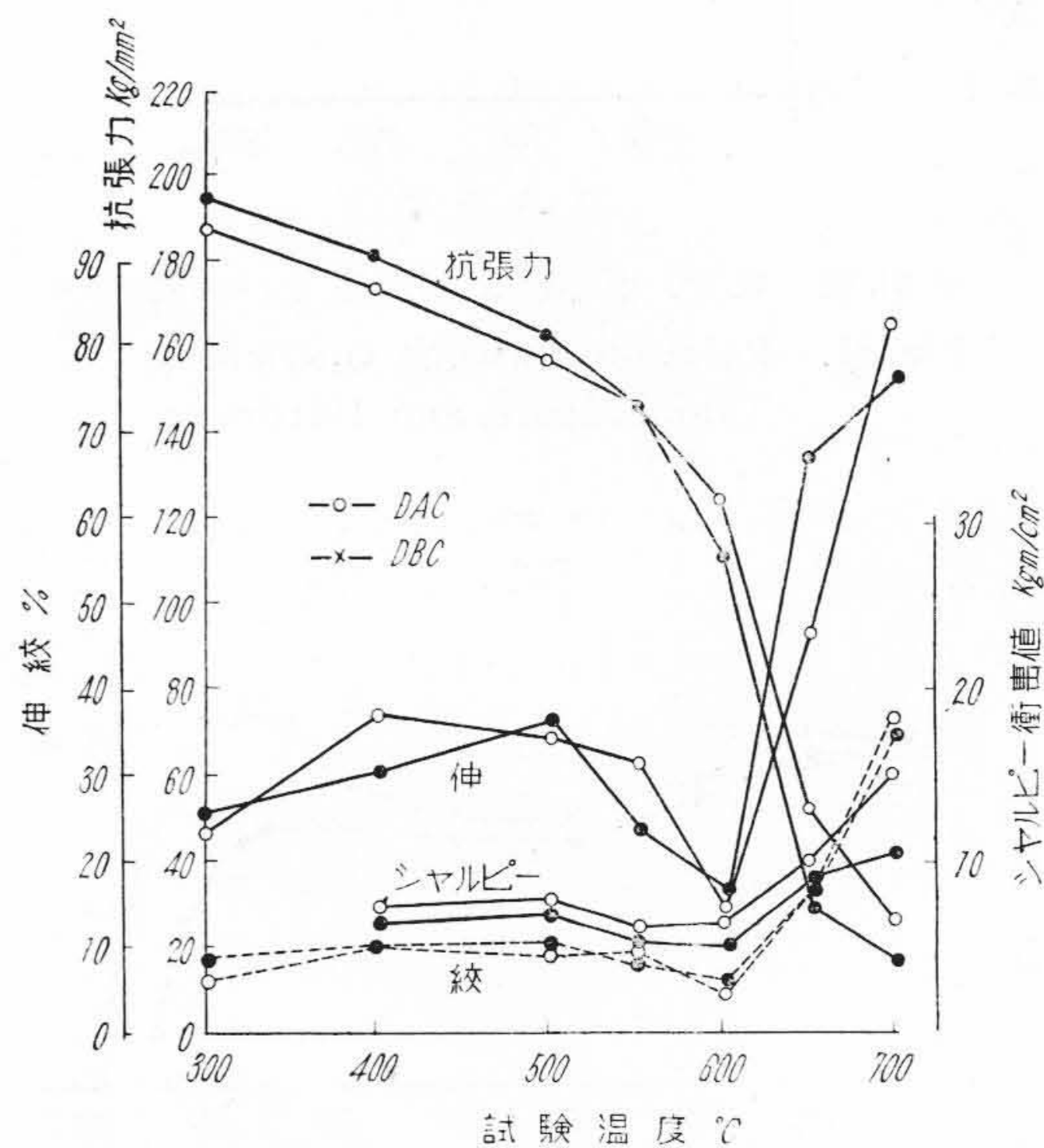
第 86 図 焼戻温度と硬度との関係

Fig. 86. Relation between Tempering Temperature and Hardness



第 87 図 DAC および DBC 鋼の変形率

Fig. 87. Transformation of DAC and DBC Steel



第 88 図 DAC および DBC 鋼の高温機械的性質

Fig. 88. Mechanical Property at High Temperature of DAC and DBC

耐熱鋼 S 816 および ニモニクの試作

発電機、船舶および航空機などにガスタービンが採用されているが、高温において燃焼ガスに直接接触し、しかも高い応力を受ける動翼材にはぜひとも Ni および Co を多量に含む耐熱材料を使用しなければならない。現在鍛造可能な最高級の動翼材として S 816 および ニモニクがあげられるがいずれも溶解ならびに鍛造がはなはだ困難である。そこでこれらの実用化を計るため溶解ならびに鍛造の試験を行い、製造上の諸点をあきらかにした。

(1) S 816

S 816 は高コバルト系耐熱鋼でブレード材として広く使用されている。その化学成分は第 7 表に示すごとくで Fe は 2.7% に過ぎない。溶解上注意すべきことは配合材料を十分精選し、かつ十分脱酸することである。つぎに鍛造温度は第 89 図の高温機械的性質の結果が示すごとく 1,150~1,200°C が適当で、鍛造にあたってはこの温度を厳守しなければならない。

(2) ニモニク

化学成分は第 8 表に示すごとくニモニクは高 Ni-Cr 系の耐熱鋼でブレードあるいは排気管などに広く使用されているが、溶解がニッケルに含まれるガスのためはなはだ困難である。それゆえ溶解にあたっては前述と同様できるだけ不純物特にガスの少い優良な原料を用い十分脱酸を行い、サウンドなインゴットを造ることである。

第 90 図に高温機械的性質を示したが、同図よりニモニクの鍛造温度は 1,200~1,250°C が適当で、この温度にて初析品の消失するまで軽打を続ければ以後の鍛造は容易に行える。

新しい冷間打抜型材 SCD 鋼について

日立製作所安来工場においては従来より抜型材として CRD, SBD 鋼などを推奨しているが、今回新たに 5%Cr 抜型鋼の基礎的研究の結果より、この系抜型鋼を SCD 鋼と命名し市販に供している。その性質の概要を示すとつぎのごとくである。

焼入温度は油冷の場合は 900~950°C が適当で、空冷の場合は 925~975°C が最適である。焼戻軟化抵抗は CRD 鋼に匹敵し、他の低合金系抜型鋼に比しかなり大きい。なお焼戻温度は型材の使用硬度により多少異なるが、200~400°C が適当である。第 9 表に CRD, SCD および SBD 鋼の焼戻硬度を示した。

型材に要求される性質の一つとして変形率の小さいことがあげられる。SCD 鋼の変形率は直径 8mm, 長さ 80mm の試験片では焼入により、直径方向においては 0.16% 長さ方向においては 0.11% 程度の膨脹を示し、200°C 焼戻では直径において 0.11%, 長さ方向で 0.08% の膨脹を示す。なお第 10 表に CRD 鋼および SBD 鋼の

第 7 表 S 816 の 化 学 成 分

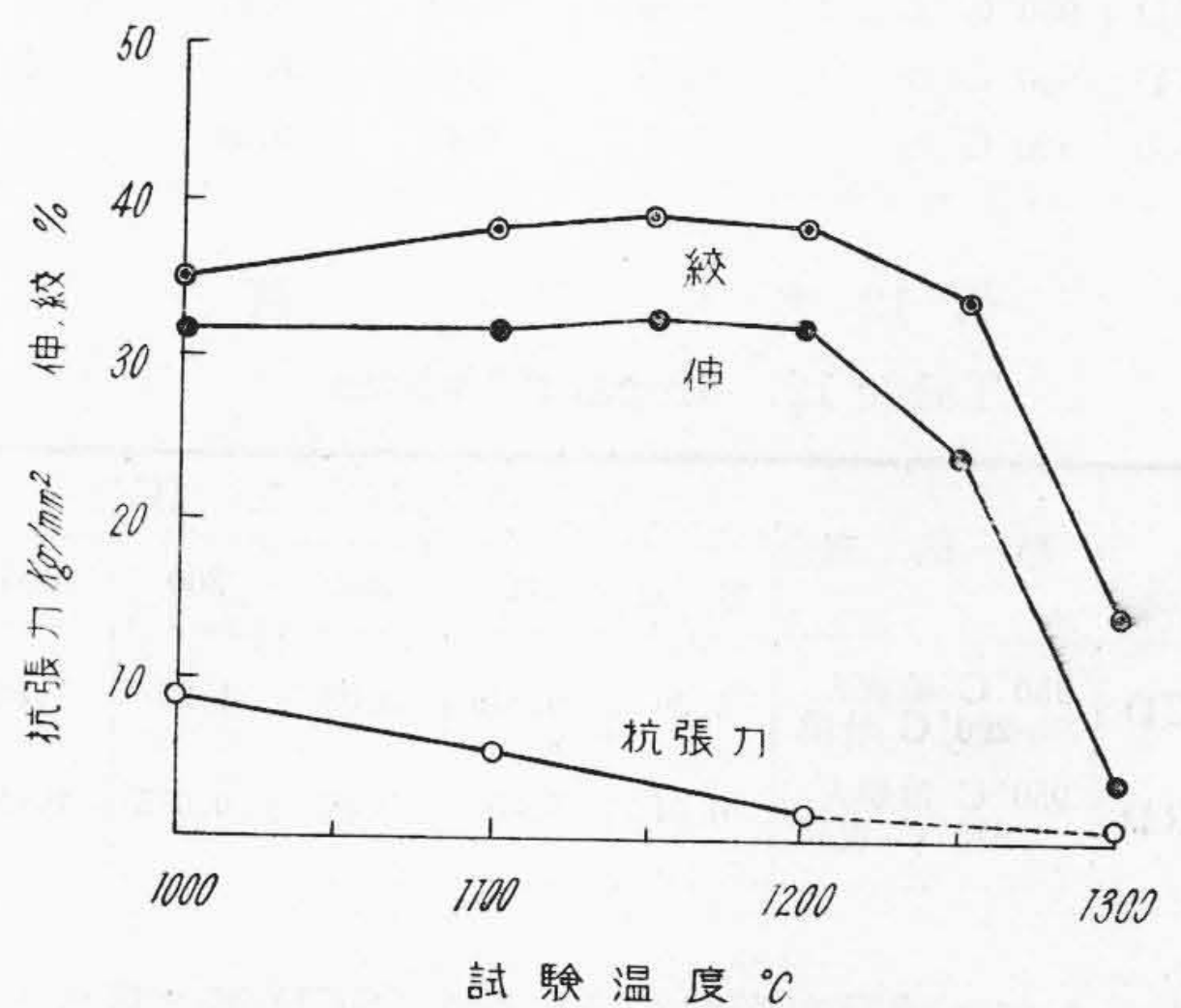
Table 7. Chemical Contents of S 816

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Co	Mo	W	Nb
S 816	0.4	0.3	0.6	20.0	20.0	45.0	3.0	4.0	4.0

第 8 表 ニモニクの 化 学 的 成 分

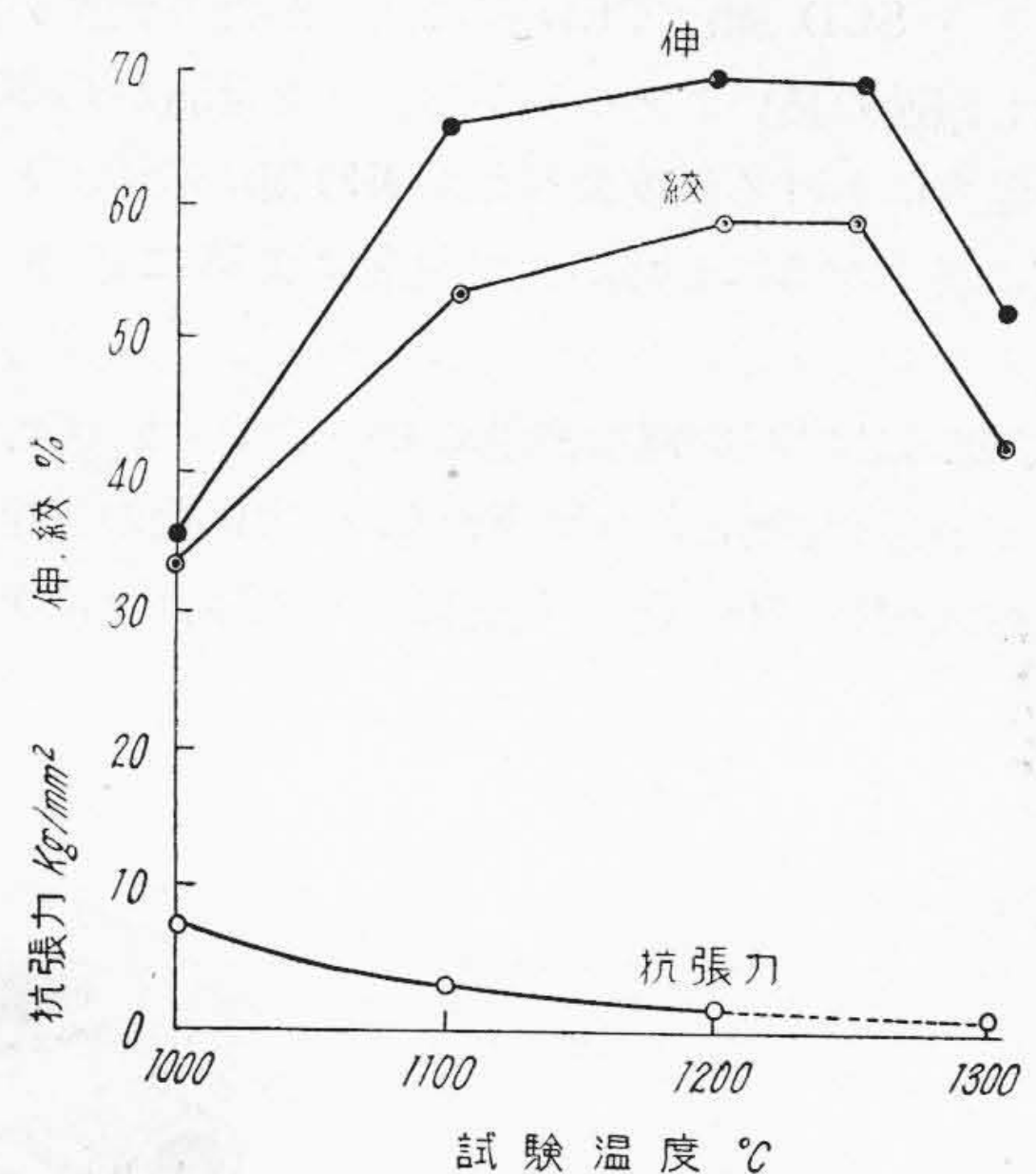
Table 8. Chemical Contents of Nimonic

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Al
ニモニク 80A	0.04	0.5	0.6	20.0	74.0	2.5	1.3



第 89 図 S 816 の 高 温 機 械 的 性 質

Fig. 89. Mechanical Property at High Temperature of S 816 Steel



第 90 図 ニモニク 80A の 高 温 機 械 的 性 質

Fig. 90. Mechanical Property at High Temperature of Nimonic 80A

第9表 焼戻温度表

Table 9. Tempering Temperatures

	焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)		
		200	300	400
SCD	950°C油焼入	64.5	60.5	59.3
CRD	1,000°C油焼入	65.4	61.5	61.5
SBD	800°C油焼入	63.0	59.0	54.5

第11表 焼入および焼戻変形率

Table 11. Quenching and Tempering Deformation Rate

	焼入温度 (°C)	焼入変形率 (%)		焼戻変形率 (%) (200°C)	
		直径	長さ	直径	長さ
SCD	950°C油冷	0.16	0.11	0.11	0.08
CRD	950°C油冷	0.16	0.05	0.05	0.00
SBD	800°C油冷	0.31	0.06	0.24	0.01

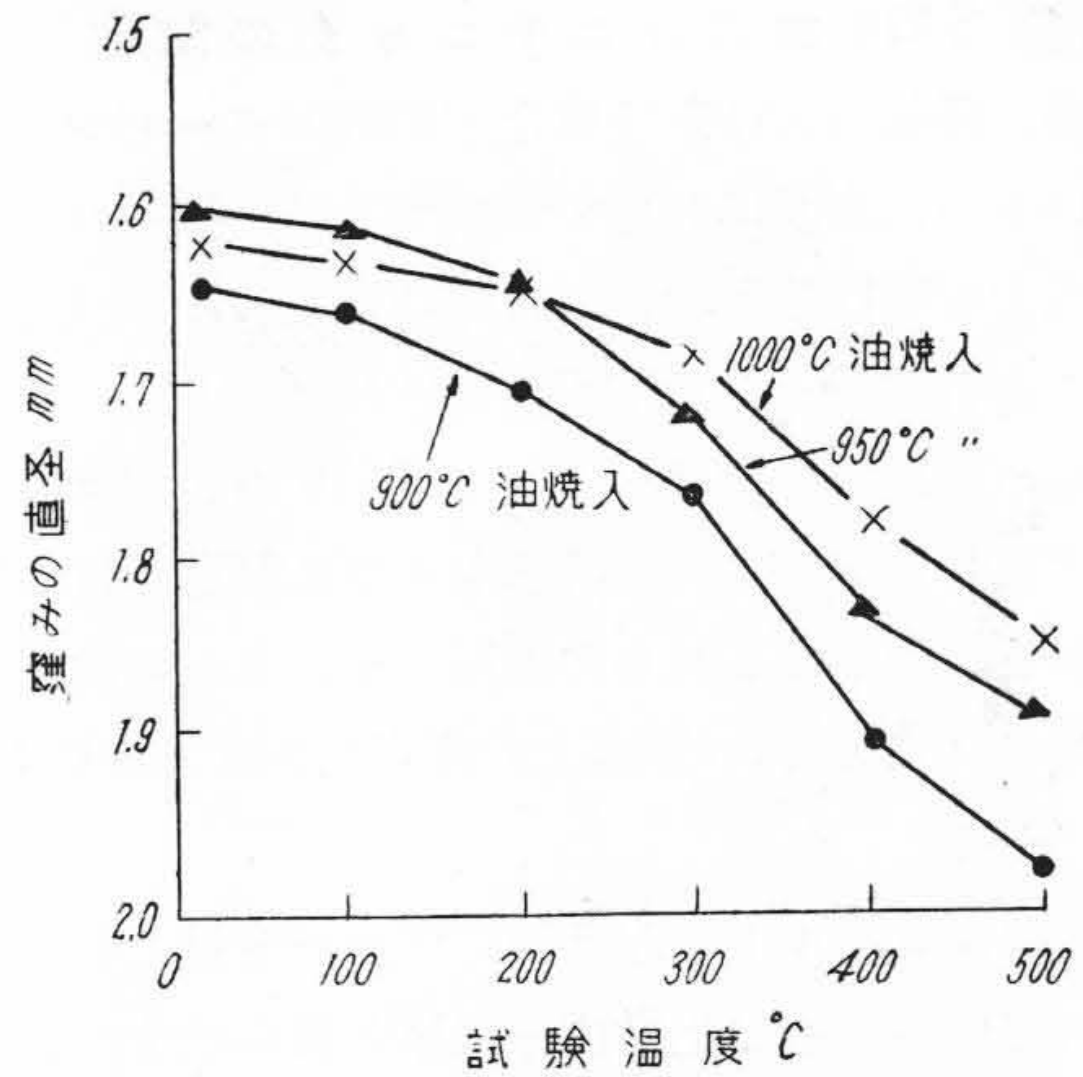
第12表 衝撃値

Table 12. Impact Values

	熱処理	試験温度 (°C)				
		常温	100	200	300	400
SCD	950°C油焼入 200°C焼戻	0.06	0.075	0.08	1.25	1.80
CRD	950°C油焼入 625°C焼戻	0.04	0.06	0.07	0.075	0.087

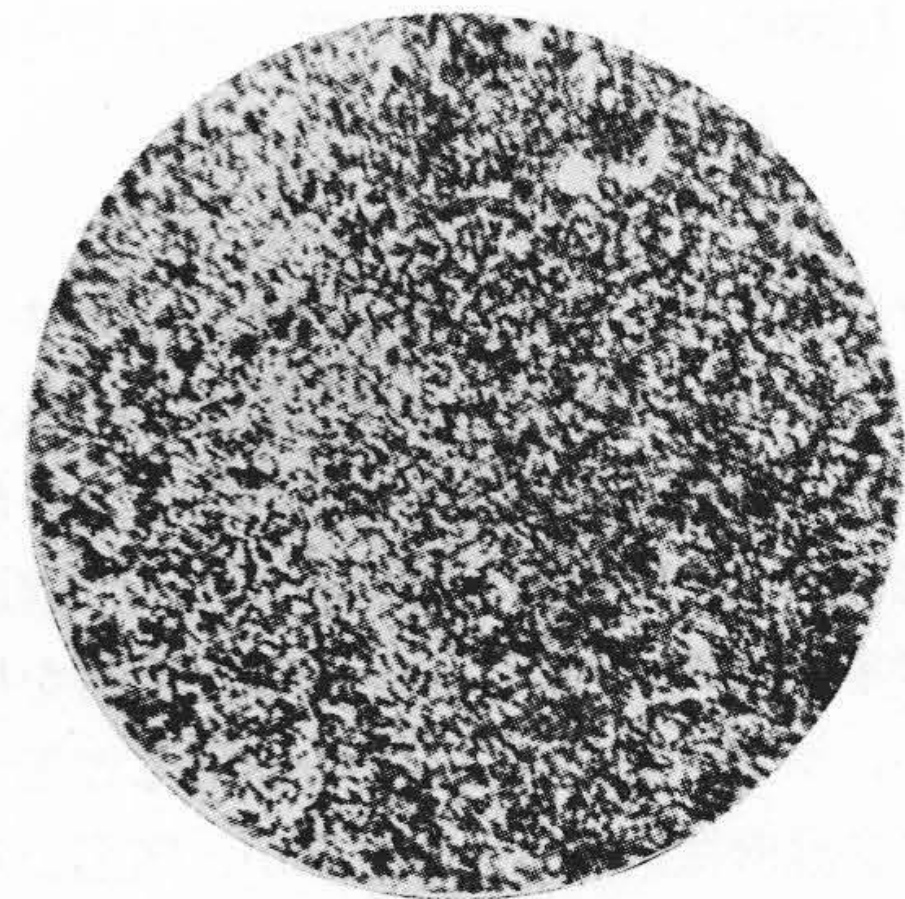
焼入ならびに焼戻変形率を示したが、SCD鋼は長さ方向の変形率ははやゝ大きい、直径方向の変形率はCRD鋼に近い。冷間打抜型材は使用上相当の衝撃を受けるため靱性の大きいことが望ましい。靱性の良否を判定するため常温から400°Cまでの衝撃値を調べたが、第11表に示すごとくSCD鋼はCRD鋼に比しかなり大きい衝撃値を示し靱性の良いことがわかる。また常温から500°Cまでの温度における硬度調べたが第91図に示すごとく試験温度の高くなるにしたがって硬度は次第に小さくなる。

顕微鏡組織はSCD鋼は常温においては α と $(Cr, Fe)_7C_3$ の三方晶炭化物と、 $(Cr, Fe)_3C$ の炭化物の三相よりなり、焼入焼戻(200°C)の処理により組織はマルテンサ



第91図 SCD鋼の高温硬度

Fig. 91. Hardness at High Temperature of SCD Steel



第92図 SCD鋼の顕微鏡組織 ×400
950°C油焼入 200°C焼戻

Fig. 92. Microstructure of SCD Steel ×400
Oil Quenched at 950°C,
Repeated Tempering at 200°C

イト(一部トルスタイトを含む) $+(Cr, Fe)_7C_3+(Cr, Fe)_3C$ の三相よりなる。第87図にSCD鋼の950°C油焼入、200°C焼戻の組織を示したが、細い球状化した炭化物とやゝ大きい炭化物の点在する組織を示す。

以上よりSCD鋼は冷間打抜型材としては2%Cr, 13%CrのCRD鋼にほぼ匹敵し、低合金系型材SBD鋼より優秀な性質を示す。

