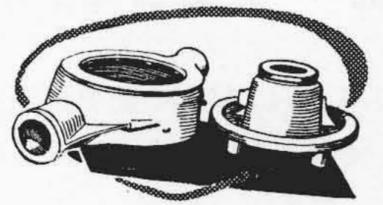


[XXIII] 鉄 鋼 製 品

IRON AND STEEL PRODUCTS



概 説 Introduction

昭和 28 年中の我国鉄鋼業界は概して活潑な進展を見せず、一部に不渡手形を濫発し経営の弱体を露呈する向もあつたが、日立製作所はこの中にあつて健実に経営の伸暢を示し、技術も亦不断の前進を遂げた。その成果の主なるものを掲げると次の通りである。

(1) 黒心可鍛鑄鉄に就いては、熱管理の合理化が進み、且つ鉄管継手鑄造設備は高度に機械化された。その一端の概要は本誌第 35 巻第 2 号に発表した。

(2) ダクタイル鑄鉄は既に試作研究の域を脱し、Canadian Nickel Products Co., Ltd. との間に特許使用の契約を結び、国内の製造販売権を獲得すると同時に量産に移行した。

(3) 鑄鋼に就いては、極軟鋼鑄物の製造技術に卓絶し、又 13Cr 鋼と炭素鋼との鑄合せの製造に成功した。

(4) 特殊鋼に就いては、昭和 27 年度工業技術院奨励金受領のペレタイジング設備が完備し砂鉄精錬に独特の境地を開拓した。又、ダイキャスト用型材を始め幾つかの新鋼種を生み、高ニッケル含有タイムケン鋼の製造にはなお研究を続行している。尚又、6 段冷間ロール機をドイツより購入し、稼動を開始し、厚公差 1/1000 の精度を有つ特殊鋼磨鋼帯を生産し得るようになった。この製品は光学機械部品、安全剃刀用替刃等の用途に向けられるものである。

黒心可鍛鑄鉄製品 Malleable Cast Iron

黒心可鍛鑄鉄は、鑄鉄の長所である鑄造性の良いことと、靱性に富んだ鑄鋼の長所とを兼ね備えたもので、複雑な形状でしかも強靱さと衝撃抗力を要する製品を作るのに適している。黒心可鍛鑄鉄の機械的性質は、日立製作所の試験例では、抗張力 35~40 kg/mm²、伸び 10~20% である。焼鈍後の組織は、フェライトの他に球状黒鉛が散在したもので、硬度はブリネル硬度、110~145 で低く、極めて切削性が優れ、60~70 m/min の切削速度で重切削を行うことが出来る。以上の外一般的な性質を示すと第 1 表のように、優秀な性質を有していることが解る。黒心可鍛鑄鉄はこのように優れた性質を有しているが、我国に於ては未だ十分利用されているとはいえない。これは製造技術に高度の熟練と厳格な管理を有するためと、一般世人の認識が尙浅いことにあると思われる。

第 1 表 JIS G 5701 (1952) の黒心可鍛鑄鉄の引張試験と曲げ試験表

Table 1. Results of Tension and Bending Test of Black Heart Malleable Cast Iron, According to JIS G 5701 (1952)

種 類	記 号	引 張 り 試 験		曲 げ 試 験	
		引張り強さ (kg/mm ²)	伸 び (%)	曲げ角度	内側半径 (mm)
黒心可鍛鑄鉄第 1 種	FCMB ₂₈	28 以上	5 以上	90° 以上	40
黒心可鍛鑄鉄第 2 種	FCMB ₃₂	32 以上	8 以上	120° 以上	40
黒心可鍛鑄鉄第 3 種	FCMB ₃₅	35 以上	10 以上	150° 以上	40

第 2 表 日立黒心可鍛鑄鉄の諸性質
Table 2. Properties of Hitachi Black Heart Malleable Cast Iron

比 重	7.2~7.45 (平均 7.35)
鑄 引 率	1.0~1.7%
線 膨 脹 係 数	0.000012
比 熱 (20~100°C)	0.122
電 氣 比 抵 抗 (20°C)	3.20×10 ⁻⁵ Ω/cm ³ (標準成分 2.50% C 1.00% Si)
最大磁気感応度	15,000~16,000 gauss
熱 伝 導 率 (60~700°C)	0.0944~0.0717 (C. G. S. 単位)
抗 張 力	35~40 kg/mm ²
降 伏 点	24~28 kg/mm ²
伸 び	10~20%
絞 り	18~23%
縦 弾 性 係 数	1,750,000~2,000,000 kg/cm ²
剪 断 強 さ	34 kg/mm ²
剪 断 降 伏 点	16 kg/mm ²
横 弾 性 係 数	850,000 kg/cm ²
ブリネル硬度	110~145 B. H. N.
シャルピー衝撃値	1.4~2.0 kg-m
アイゾット衝撃値	12~20 ft-lbs
繰返し曲げ疲労限	16~17.5 kg/mm ²

黒心可鍛鑄鉄製造技術の進歩

黒心可鍛鑄鉄はこれを歴史的に見る時、1722 年にフランスの偉大な科学者であり冶金学者であるレオミュール (Réaumur) が、今日の白心可鍛鑄鉄に相当するものを発明し、これがアメリカ大陸に渡り、1826 年に至り、セス、ボイデン (Seth. Boyden) が遂に今日の黒心可鍛鑄鉄に先鞭をつけた。それ以来今日に至るまで幾多の研究改良が行われ、その結果今日アメリカその他に見られる如く、革新的な発達をとげたことは周知の事実である。

日立製作所に於ける黒心可鍛鑄鉄の製造も明治 43 年

以来、実に 43 年の歴史を誇り、その間菊田博士を始めとして幾多の先輩諸氏が研究と改良に努め、今日見られる如く諸外国の製品にまさり劣らぬ信頼性のある優秀な製品を生むに至つたものである。その間に於ける技術の進歩は、これを短い期間で見るとは極めて遅々たるものであるが、43 年の日月を経てその間の経験と研究とが実を結び、終戦直後、粗悪極まる原材料を使用せざるを得ぬ悪条件の下に於ても、尙戦前に劣らざる製品を産み出した潜在力に見られる如き大きな飛躍をとげている。しかるに世情が平静になり新たな段階に入ると共に、戦時中の遅れが次第に明らかになり、諸外国のその後の進歩の有様が判るにつれ、これらの技術の採り入れと研究とが急速に進められ、更に一段と飛躍し、率先して JIS 黒心可鍛鑄鉄品第 3 種の制定を提唱し、単なる鑄造技術のみならず先進諸国に劣らない設計面よりの改良を加え、自動車製造技術の進歩と共に大きな進歩をとげている。次にこれらの面より考察した厳格なる管理の下に極めて優秀なる製品を製造している進歩の状態を述べる。

(1) 熱風式のキュポラによる熔解作業の改善

(第 19 図参照)

最近の欧米各国の鑄鉄界の動向として、従来の冷風式キュポラよりも熱効率上有利で、且つ材質的にも鑄鉄熔解に好ましい高温熔解が可能であり、高温の熔鉄が得られること等により、熱風式キュポラの使用が熔解作業を著しく改善するので広く用いられつゝあるが、我国に於ても、日立製作所深川工場に於ては 27 年、いち早く 2t の熱風式キュポラを新設し、更に 28 年に入り深川、桑名両工場で、3t 及び 4t の本炉を新設し、黒心可鍛鑄鉄の熔解に用いている。この熱風式キュポラの使用により従来技術的に困難であつた多量の鋼屑をキュポラで熔解することが容易になり、高価な鉄の節約が出来ると共に、コークス使用量も低減することが出来て、黒心可鍛鑄鉄の熔解原価の低減に役立つ。又本熱風炉により高温の熔鉄をキュポラより出湯することが出来るために、二重熔解の電気炉に於ける使用電力量を低下し、更に進んで電気炉を用いずに直接鑄型に注入することも可能になり、渇水期に於ける作業の合理化に著しい効果をあげ、十分な生産量を常に確保し得るようになった。しかるに熱風式キュポラでは従来の冷風式キュポラに比して送風の風圧、風温、風量の変動により熔鉄の化学成分、特に加炭率が著しく変化するのでマレプル用白鉄熔湯として常に最も好ましい化学成分に調節するためには、十分なる操炉管理が必要である。このために 27 年来の現場研究によつて、黒心可鍛鑄鉄製造のために熱風式キュポラ操業法が確立され、更にこれを管理するために風温、風圧、風量及び排ガス (CO₂) の各記録計が装

備されている。又装入材料に就いても質、量共に確実な管理が行われていると共にその装入装置として、装入物が均一に層状をなす如く、底開きの特殊自動開閉式スキップを用いている。又キュポラ底部の湯溜りは兎角成分変化を起すのでこれを廃止し前炉式としているので、出湯せる高温の熔鉄の保温を十分にするためには、前炉に重油バーナを取りつけ、熱風炉の効果を更に一層確実なものとしている。

(2) 化学成分の管理

均一な材質の黒心可鍛鑄鉄品を絶えず製造するためには第一にその白鉄の化学成分の均一化が問題である。そのために電気炉より出鉄する前に確実で、しかも迅速な炉中分析が特に望ましいわけで、従来より種々な方法によつて各化学成分の出鉄前の迅速分析が行われて来たが、27 年来、日立光電比色計の白鉄分析への応用研究により、著しくその能率が改善され、本年に入り、更に従来確実さに於て困難視されて来た珪素の迅速分析が可能になり、現在白鉄中の主要全成分である炭素、珪素、マンガ、硫黄、クロームの迅速分析が従来よりも更に確実に実施されるようになり、白鉄化学成分の均一化に著しい効果をあげつゝある。

(3) 設計改良と鑄造技術の改善

優秀な黒心可鍛鑄鉄を製造し、その品質の適性と信頼性を完全に応用するためには、優秀な設計が絶対的に不可欠であることは明らかなことである。鑄造より機械加工、仕上、組立、全工程を考え、最も経済的に優秀な製品を作るためには、鑄物技術者のみに負担をかけることなく加工と鑄造の両面を考え、主要寸法と機械的性質を押し、許すべき部分はお互に譲歩して結果的に見て最良の製品を作ることは技術者としての最善の努力目標といわなければならない。これは機械設計者にも鑄物技術者にもいえることで、このためには機械設計者と鑄物技術者の密接な協力が絶対に必要である。幸に発注される各メーカーの設計担当者の理解と協力により試作に着手する以前に技術会議を開き、黒心可鍛鑄鉄として設計上に不都合な点、或いは改良すべき点に就いて、詳細検討の上模型の製作を行い、出来るだけ鑄造し易く、しかも品質の秀れたものを製作することに努め、多大の効果を納めている。更に多量生産を行う場合には鑄物を黒皮のまま、治具或いは取付具にて押え加工するために、加工工程を知ることはこれ又鑄物技術者にとり絶対に必要なことであり、これにより模型及び鑄造方案が決定されるので、これも併せて検討し、これにより鑄造歩留の良、仕上代の少ない、寸法の正確な鑄物の量産を行つている。

(4) 迅速焼鈍による焼鈍作業の管理

種々の黒鉛化速度の白鉄を、完全に黒鉛化させるため

には、それぞれの白銑に応じた焼鈍サイクルで焼鈍を行わなければならない。このためには現場で焼鈍を行う以前に装入白銑の黒鉛化速度を知る必要があり、従来熔解ヒート毎の各試験片につき短時間の迅速焼鈍を行い、その黒鉛化進行の度合を破面で判定して来た。しかるに27年来その判定方式を迅速焼鈍後に硬度を測定する方法に改良したため、その黒鉛化度が数値的に正確且つ迅速に判定出来るようになり、現在現場の焼鈍サイクルの調整に適確な指示を与えることが出来、完全に近い焼鈍合格率を維持している。

(5) 予備加熱処理による焼鈍作業の改善

本誌 (Vol. 34, No. 11, 1952) 誌上に深川工場研究報告として発表した如く、従来の黒心可鍛鑄鉄焼鈍サイクルに更に第1段に至る途中の温度に於て、予備加熱処理を行うことが、より一層良好な焼鈍結果が得られるので、これを深川、戸畑両工場の黒心可鍛鑄鉄焼鈍サイクルに採用し、効果をあげつゝある。即ち、本処理により厚肉の大型製品で、特に黒鉛化速度の遅い低珪素の白銑鑄物の黒鉛化焼鈍に著しい効果が見られ、従来の薄肉、小物製品と同様の焼鈍サイクルで、しかも良好な機械的性質が得られる。又従来モットルの発生と黒鉛化の可能性の両面より、成分上から制約されていた黒心可鍛鑄鉄品の肉厚及び重量の限界が、更に拡大し得るようになった。

(6) 特殊コンベヤシステムによる量産と大型部品の機械化

更に鑄造部門に於ては、既に日立製作所桑名工場に於ては、従来他に類を見ない特殊コンベヤシステムにより砂処理、型込、注湯を機械化し、量産を行つており、(本誌408頁参照)更に大型品の完全なる機械化を着々行つており、日立製作所戸畑工場に於ては、既にその一部が稼動しており、更に日立製作所深川工場に於ても、これを実施しつゝある状態である。これにより従来、やゝもすると錯雑した鑄造上の要素変化による欠陥や寸法、形状の誤差が大きくなりがちであつた。後軸箱等の大型品の鑄造要素の単純化及び規制化と造型の均一性により一層精度のよい信頼性のあるものを量産し得るようになった。

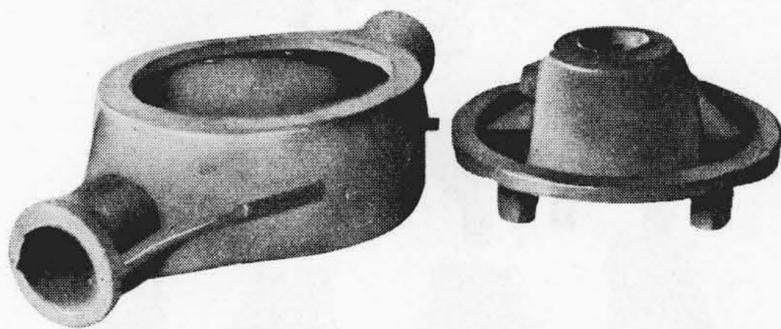
(7) その他

以上の熔解、鑄造、焼鈍に関連し、必然的に発生する歪は、プレスと整形型により、図面寸法通りに整形され、ジグワークに適合する立派な製品としている。検査に於ても外観検査は勿論、超音波探傷機により無破壊試験も行つており、更に機械加工と同一の治具及びゲージを用い、精密な形状寸法の検査を行い黒皮のままチャックし加工することを容易にしている。以上の如き優秀なる設備と、精細なる技術を応用し、更に徹底した研究改善と



第1図 日産自動車部品 (デフアレンシヤルケース及びブラケット類)

Fig. 1. "Nissan" Automobile Parts (Differential Cases and Brackets or Supports)



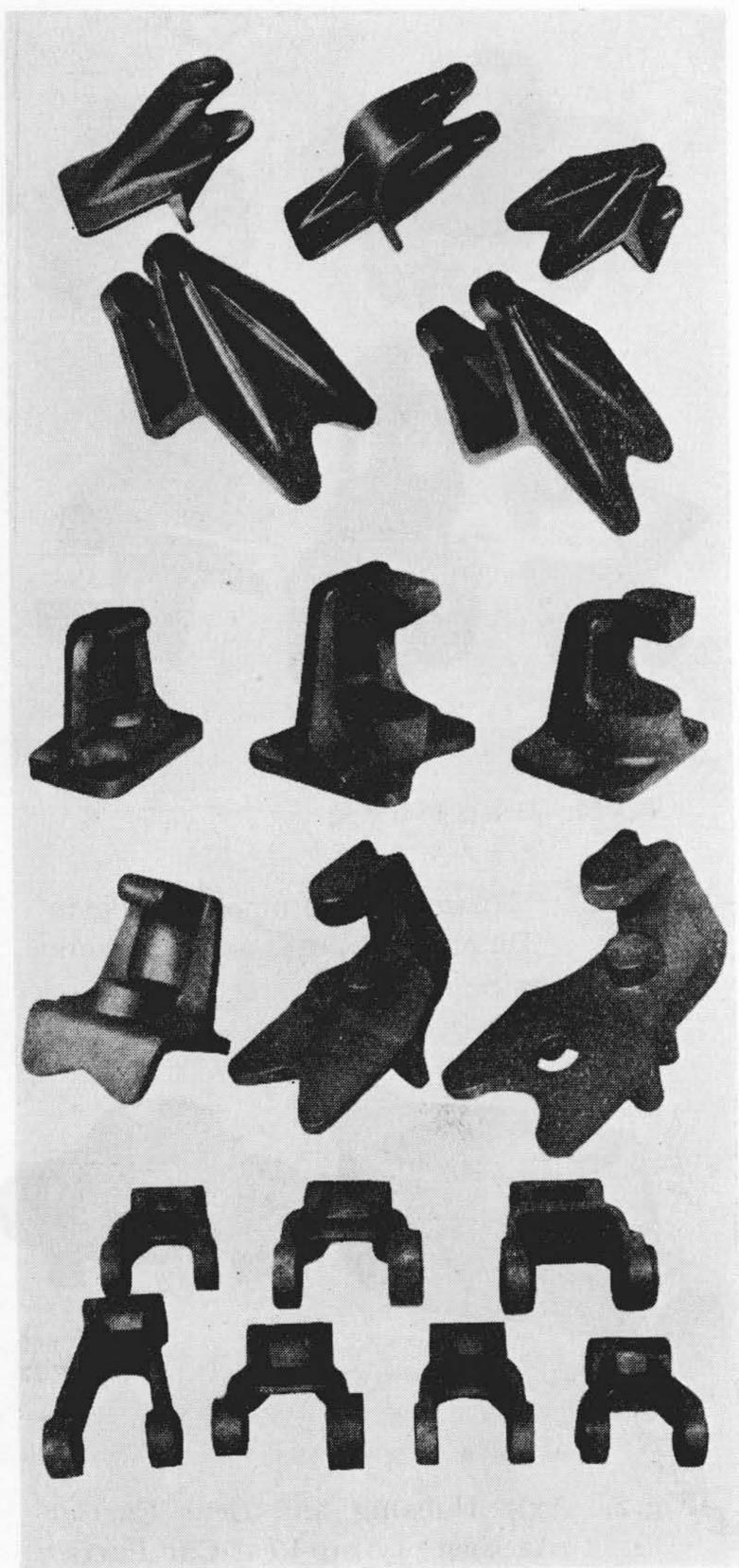
第2図 三輪車用アクスルハウジング及びギヤキャリア (鑄放)

Fig. 2. Axle Housing and Gear Carrier (As Cast) (Auto-Rear-Car Parts)

統計的品質管理を行つて製品を製作している。以下その代表的製品をあげる。

自動車及び自動三輪車部品

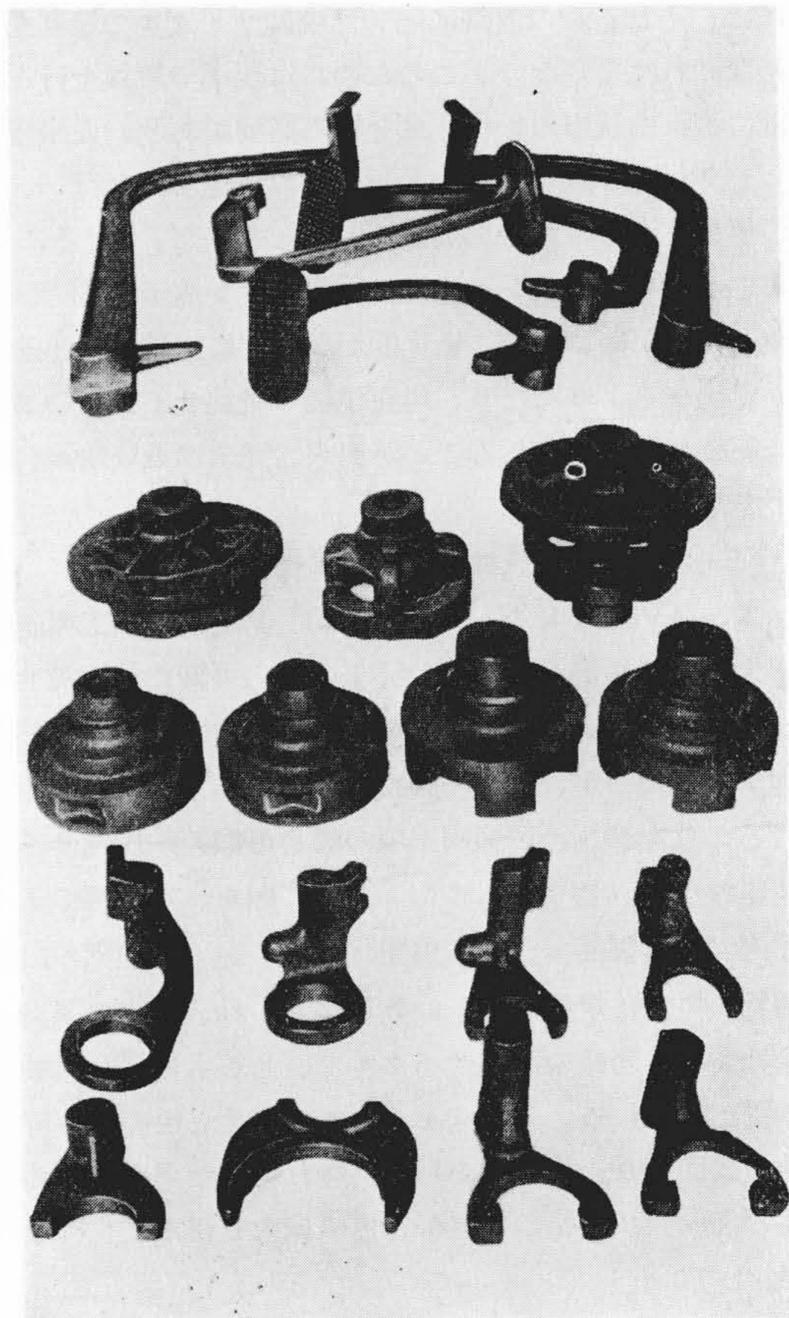
強靱で繰返し応力に耐える材質と切削性、正確な寸法、美麗なる鑄肌を有する黒心可鍛鑄鉄品は、最も自動車部品に適し、量産的形態で生産している自動車工業の要求に応じて、多種多様な製品を、各自動車メーカーの新型車移行に伴う設計変更にも拘わらず、厳密なる検査を経て、重荷重に耐えうる複雑な部品を短納期で供給している。日立製作所で製作している自動車及び自動三輪車部品は、単重僅か 150g の繩掛金具より 60kg の後軸箱に及ぶものであり、自動車部品は、日産、民生、及び三菱型の部品で、トラックは勿論、ウエポンキャリア、ジープ、ダンプカー、トレーラ等の特殊車用部品を納入している。それらの一例を第1図に示す。これらの部



第3図 三輪車用部品（スプリングリヤ－ハンガー及びスプリングシャックル）

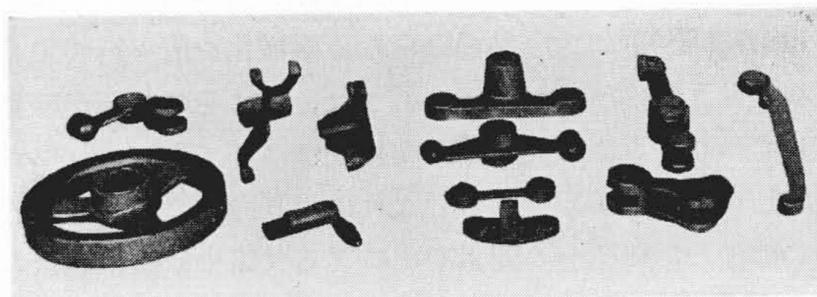
Fig. 3. Spring Rear Hangers and Spring Shackles (Auto-Rear-Car Parts)

品は、駆動部の差動関係のリヤ－アクスル、ハウジング、キヤリヤ、デフケース、車輪に関するハブ、ブレーキシユ－、舵取関係の、ステヤリング、ハウジング、積載品の重量を直接支えるスプリング、ブラケット、シャックル等、凡そ自動車にとり主要なるシャ－シ部品として最高の能力を発揮している。自動三輪車部品にあつても東洋工業の“マツダ”，日本内燃機の“くろがね”，新三菱重工の“みずしま”，明和の“あかつき”，愛知機械の“ジヤイアント”，三井精機の“オリエント”，日新工業の“サンカー”等新車の発表により馬力と積載量の飛躍的向上による需要の増加に応じて、日立



第4図 三輪車用部品（ペダル、ギヤ－ケース及びシフタフオーク）

Fig. 4. Pedals, Gear Cases and Shifter Forks (Auto-Rear-Car Parts)



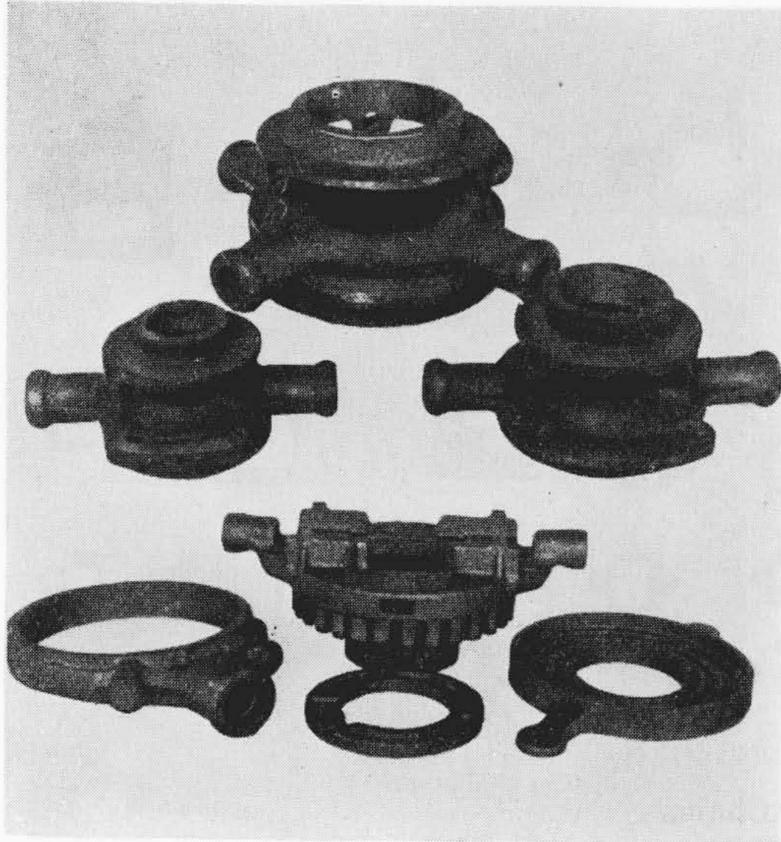
第5図 農発用（黒心）可鍛鑄鉄部品

Fig. 5. Malleable Castings for Agricultural Oil Engine

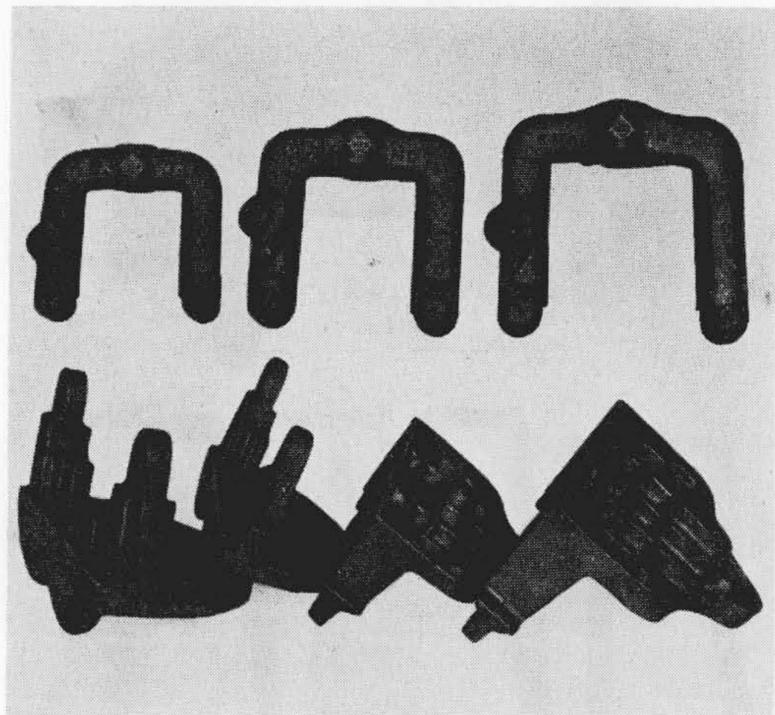
製作所の最も自信ある優秀品を供給している。それらの一例を第2図（前頁参照）第3図及び第4図に示した。更に農発用部品は、正確なる鑄放寸法及び美麗なる鑄肌と共に強靱で繰返応力に耐えて、その効果を発揮している。第5図にこれを示した。

一般機械用部品

黒心可鍛鑄鉄製品は、漸次各工業部門に優秀な特長が証明され、鑄鉄及び鑄鋼の分野を侵蝕して、広範な目的

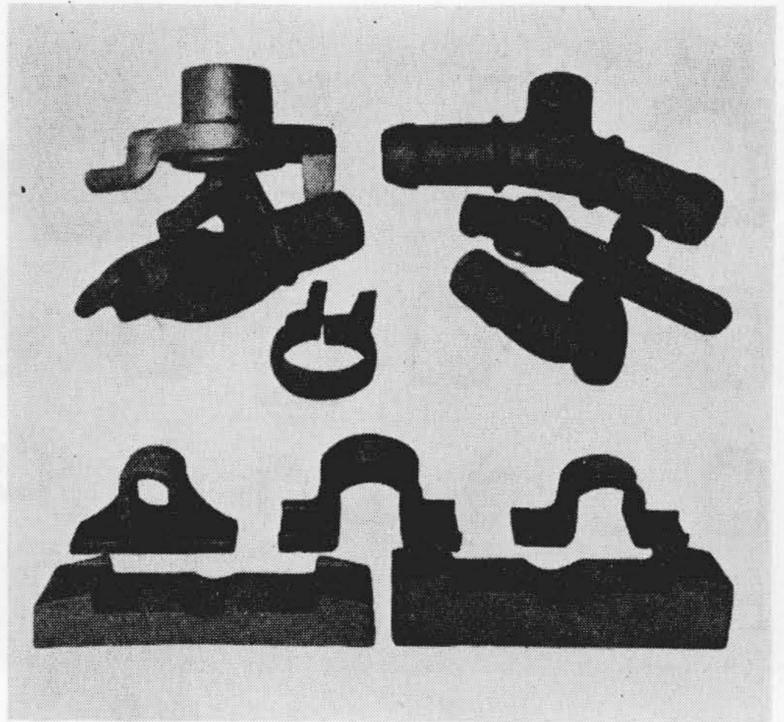


第6図 パイプカッタ部品
Fig. 6. Pipe Cutter Parts



第7図 パイプバイス部品
Fig. 7. Pipe Vice Parts

に使用されつゝある。その代表的なものとして日立製作所の優秀なるホイスト部品、即ちフレーム、チェンガイド、Uブラケット、LHブラケット等として黒心可鍛鑄鉄の特長を遺憾なく発揮し鑄物の信頼性と加工コストの大幅低減をもたらしている。更に古くから使用されてその特色を発揮しているものにパイプカッタ及びパイプバイスがあり、第6図、第7図にその一部を示す。その他鉄道用品としては、パイプキャリヤ、アンチクリーパ等、特高架線用品としてワイヤクリップ イヤー類等があり、又送電線用金具として、電力資源開発に大きな貢献をしている。更に工作機械部品は勿論、鉱山用機械部品、電



第8図 車輛用ブレーキ部品（上）及び炭車用軸受部品（下）

Fig. 8. Air Brake Parts for Rolling Stock Casting (Upper) & Bearing Parts for Mining Car Casting (Lower)

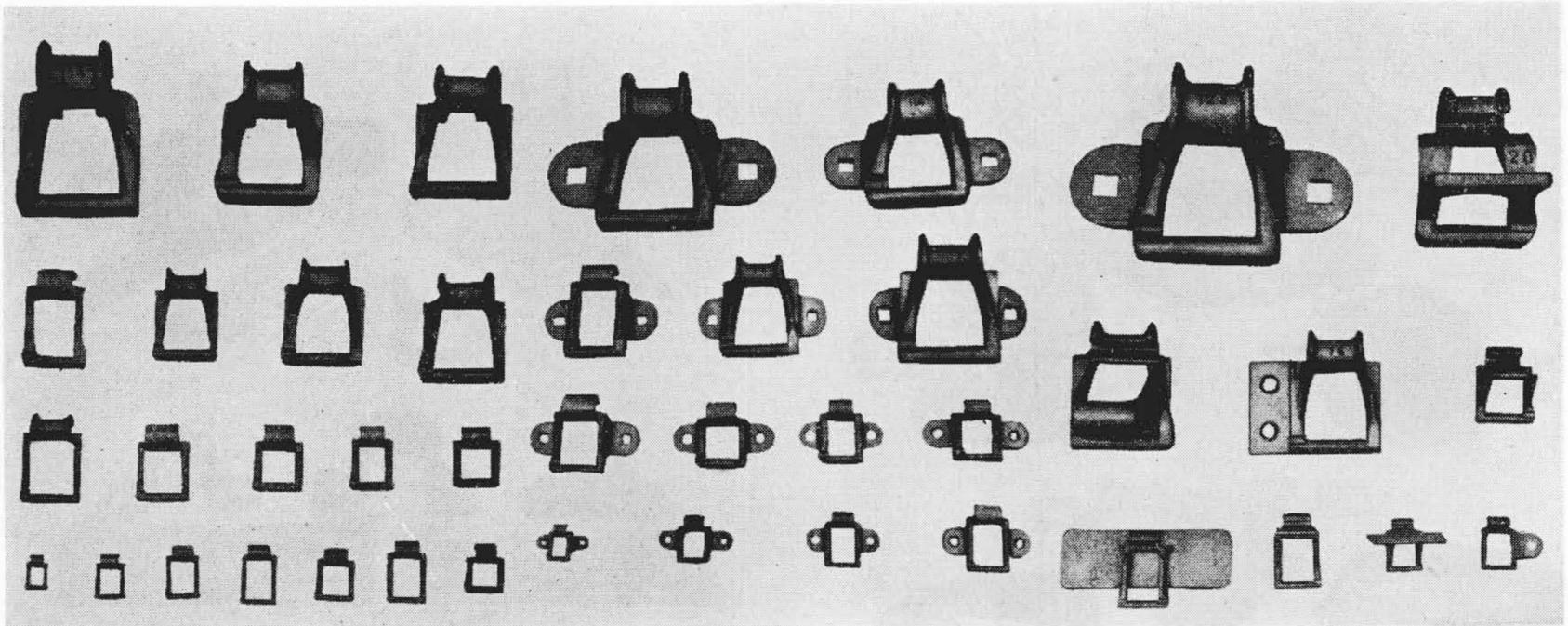
気機械器具部品、建築用品及び船舶装置用品等に用いられている。第8図は車輛用エヤーブレーキ部品及び鉄製炭車部品の二、三を示した。

高温及び低温特性利用の機器部品 (製鉄用焼結炉グレートバー)

近年製鉄業界の活潑なる動きにつれて、貧鉄処理のために焼結炉がクローズアップされ、そのグレートバーとして黒心可鍛鑄鉄が利用されている。即ち、普通鑄鉄は繰返し加熱によつて変形するがこれは鑄鉄の成長と呼ばれ、一般家庭用風呂のロストルの破損、ストーブの割れ等はこれによるものである。この成長の原因は、 A_1 変態点 (720°C) に於ける不可逆膨脹によるもので、黒心可鍛鑄鉄にはこの欠点がなく、殆ど成長しない。更に高温強度が大であるため、成長が殆どないことと共に、耐用命数が極めて長く、焼結炉のグレートバーとして最適のもので、日立製作所に於ては、初め昭和製鋼の依頼により製作し、同所に於て、昭和12年より14年に至る間に、鑄鋼並びに鑄鉄製のものと比較使用、研究の結果、黒心可鍛鑄鉄製のものが最も優れていることが証明され、戦前より多量の製品を納入し又、戦後に於ても、富士製鉄、釜石、輪西等のものを納入し非常に好成績を納めている。又黒心可鍛鑄鉄は低温に於ても衝撃値の低下が少いので寒冷地に於ける車輛部品としてなくてはならぬもので旧満鉄、鮮鉄及び華北交通では鑄物部品の大部分に使用して効果を挙げていたのである。

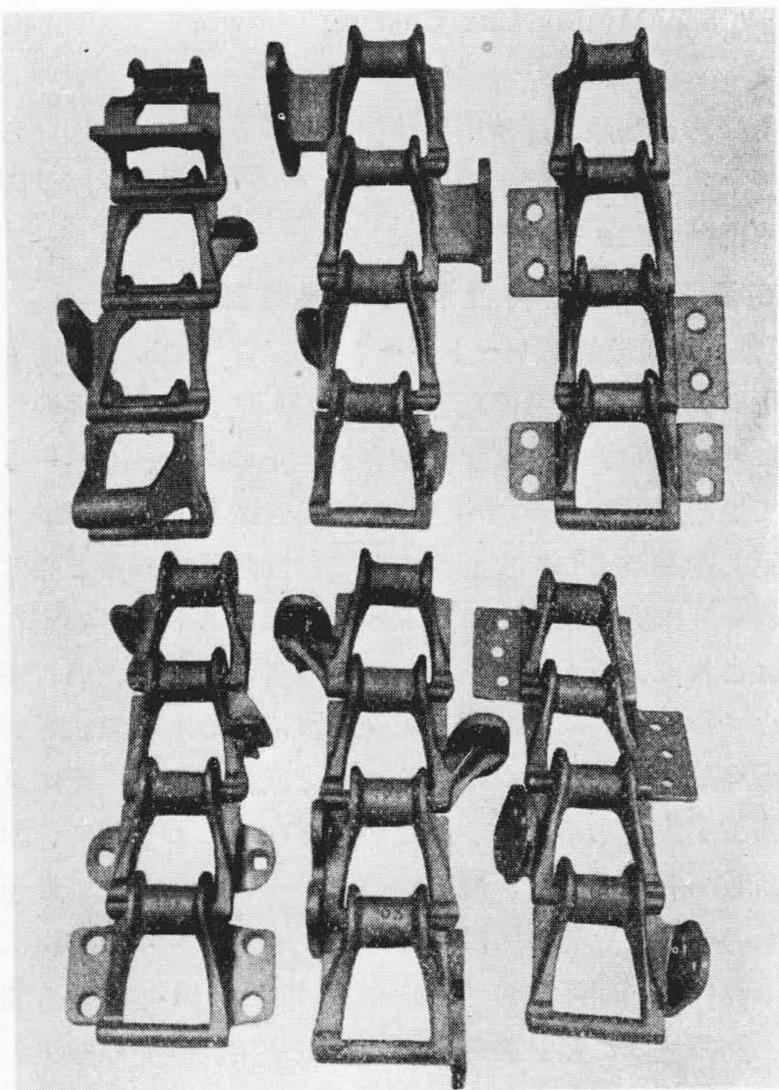
日立 ㊦ 印 チェーン

㊦印チェーンとして定評ある日立黒心可鍛鑄鉄製チェ



第 9 図 日立 Ⓞ 印 黒 心 可 鍛 鑄 鉄 製 リ ン ク チ ェ ー ン
(中央は K-1 羽根付、右方は種々の羽根付)

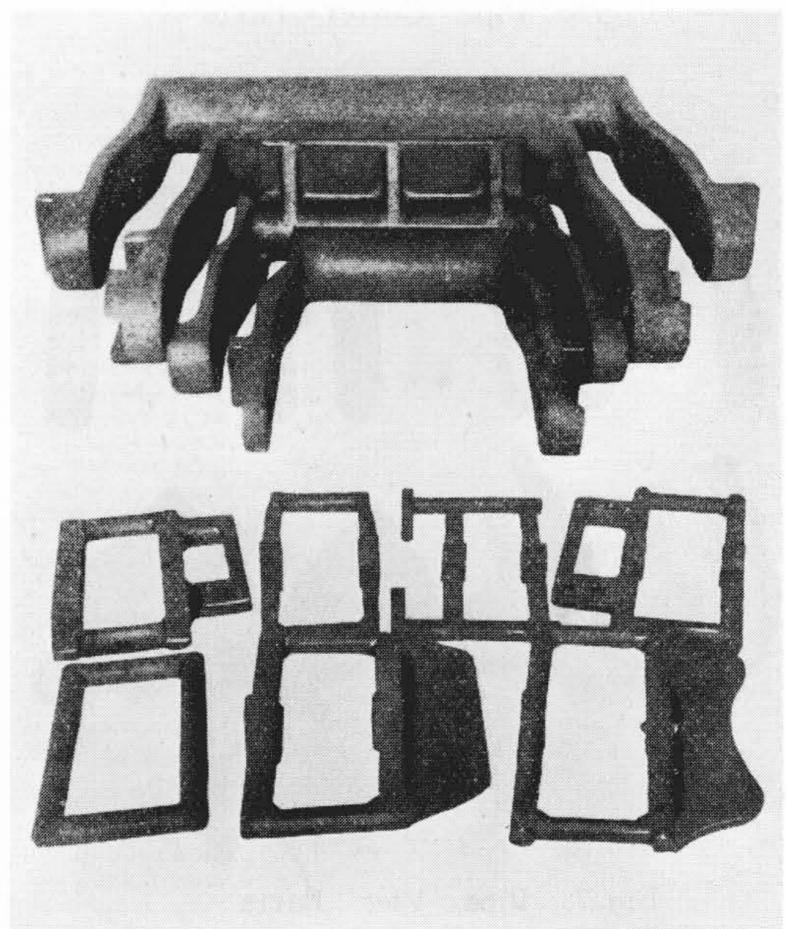
Fig.9. Gourd Ⓞ Brand Link Chains
(K-1 Attachments, Center; Special Attachments, Right)



第 10 図 日立 Ⓞ 印 リ ン ク チ ェ ー ン
(各種羽根付のみ)

Fig.10. Gourd Ⓞ Brand Link Chain Attachments

チェーンは鉄板製チェーンよりも余肉が少なく、形状及びピッチも正確でチェーン附属部品の損耗が少ないので好評を博している。標準型チェーンとしてリンクチェーン、ピンドルチェーン、ローラーチェーンがある。その標準

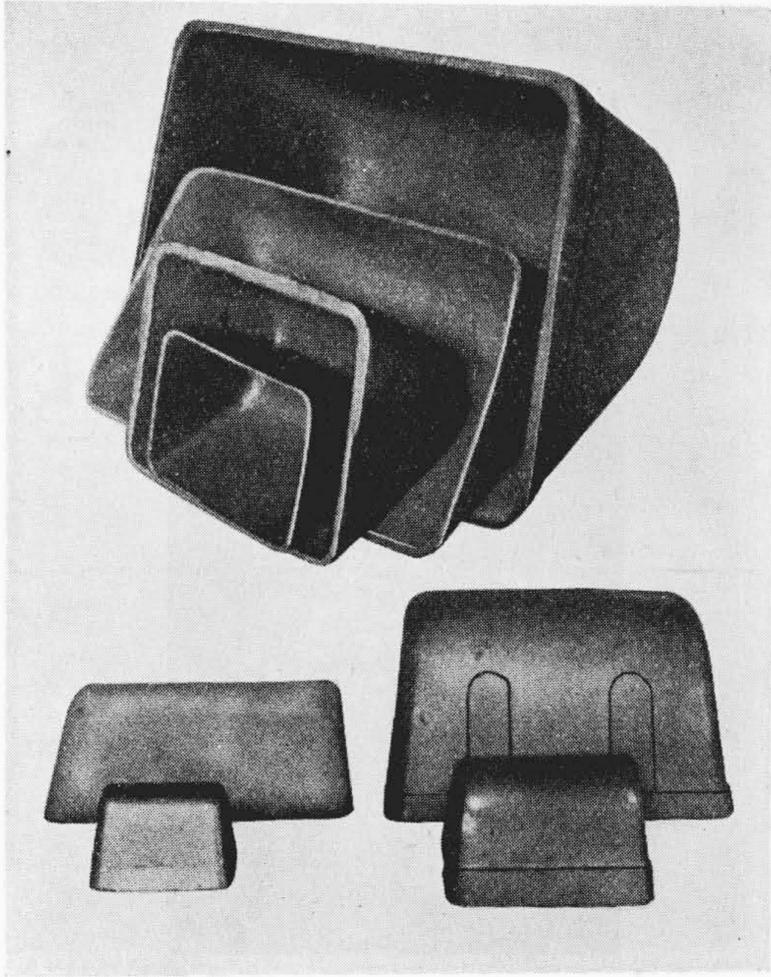


第 11 図 黒心可鍛鑄鉄製ドラグチェーン(上)及び
シンプレックスチェーン(下)

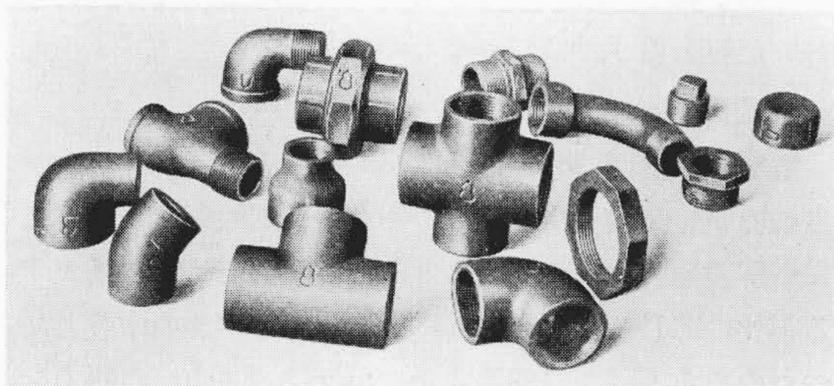
Fig.11. Malleable Castings for Drag Chains (Upper) and Simplex Chains (Lower)

型リンクチェーンの代表的な例を第 9 図、第 10 図に示した。特にリンクチェーンの鑄鉄粗材はピン径を厳重に検査される。特殊型としては坑内用トラフチェーン、長翼型チェーン、肥料用シンプレックスチェーン及びドラグチェーンがある。第 11 図はシンプレックス及びドラグチェーンの二、三を示した。

又運搬用機械の部品として Ⓞ 印黒心可鍛鑄鉄製バケッ



第12図 日立印黒心可鍛铸铁製バケツト
Fig. 12. Gourd Brand Malleable Casting Buckets



第13図 印可鍛铸铁製管継手
Fig. 13. Gourd Brand Malleable Pipe Fittings

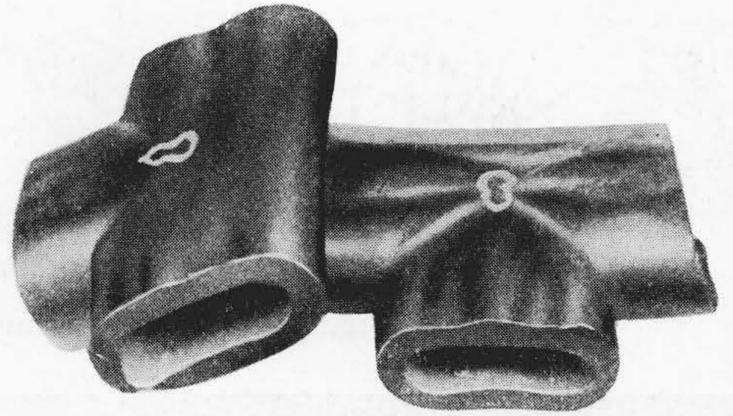
トが好評を得ている。第12図は印黒心可鍛铸铁製バケツトを示す。

印可鍛铸铁製管継手

近年は科学の向上につれ管継手の品質も高度のものを要望され、且つ急速な今後の需要増加にも対応するため、日立印管継手の声価を質と量との両面より、名実共に確保すべく寧日なく努力している。扱この印管継手は「強いこと」「洩らぬこと」「正しいこと」の三条件をモットーとして製造せられ、その真価は既に過去に於て定評され現在に至つている。以下これらの特長並びに継手業界の注目たる斬新の日立技術を以て完備せる量産設備、機械の一端を略述する。

(1) 強いこと

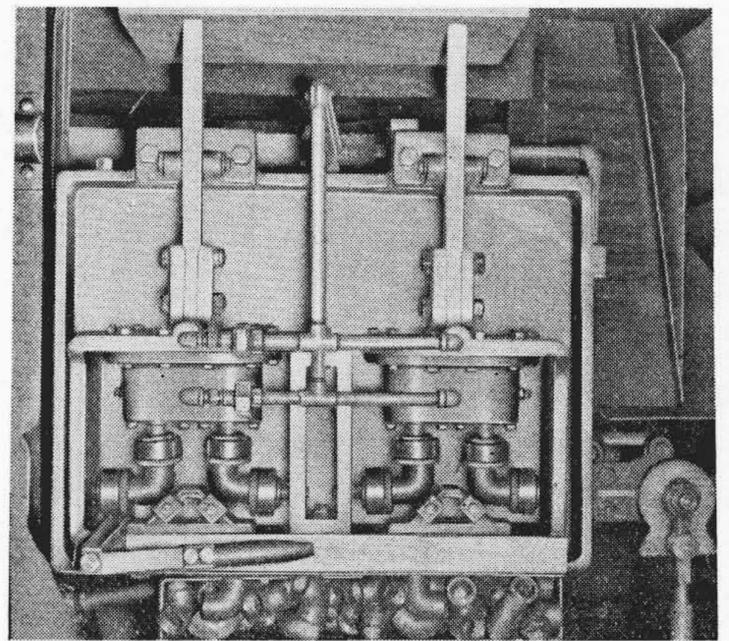
印管継手の材質は黒心可鍛铸铁で、第14図、第15図



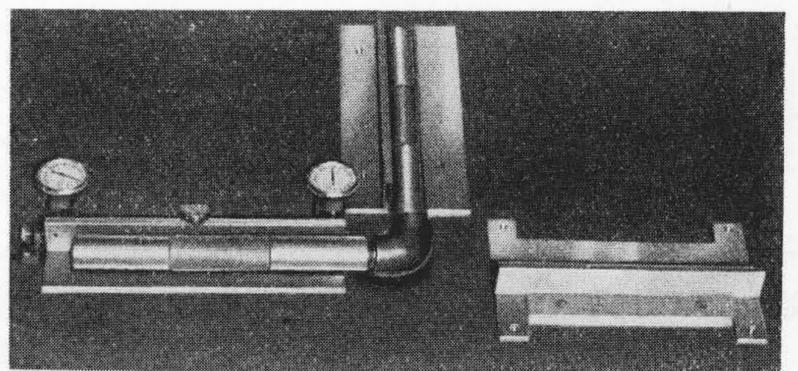
第14図 圧潰試験
Fig. 14. Compression Test



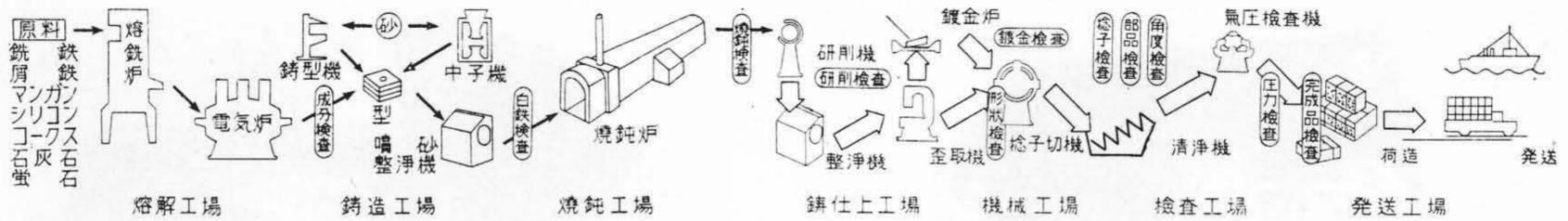
第15図 屈曲試験
Fig. 15. Bending Test



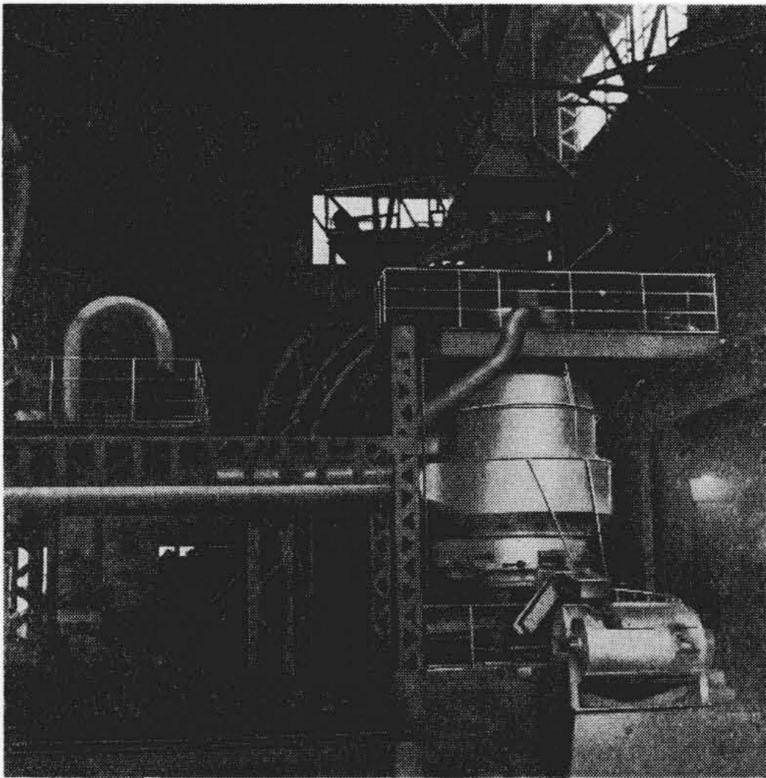
第16図 圧力検査(水浸式)
Fig. 16. Pressure Test



第17図 正しい軸角度
Fig. 17. Angle Test



第 18 図 Gourd Brand 鑄鉄製管継手の製造工程
 Fig.18. Gourd Brand Pipe Fittings Progress of Work



第 19 図 3t/hr 熱風式キュポラ
 Fig.19. 3t/hr Hot Blast Furnace

に示す如く試験の結果を見れば、如何にその材質が強靱で優れているかがうかがえる。

従つてG印管継手の耐圧強度は、常用圧力 10kg/cm² を遙かに越えるものである。

(2) 洩らぬこと

管継手に於て漏洩は絶対にあつてはならない。日立製作所に於ては長年の経験と、独特の鑄造方法によつて漏洩のない製品を製造している。尙その最終検査の一つとして、第16図に見られるような僅かな漏洩も発見出来る水浸式圧力検査器により、全機試験を綿密に行つて、この漏洩に対しては万全の措置を講じている。

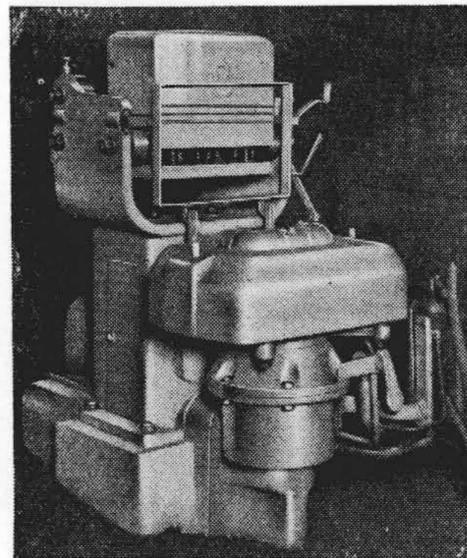
(3) 正しいこと

G印管継手は、JIS 規格通りねぢ、軸角度、その他諸寸法を厳密に守つて、統計的品質管理により、正しい均一なものに造られている。

黒心可鍛鑄鉄製管継手の製造設備に就いて

管継手のような小物の製造に当つては、品物の流れを完全なマスプロダクションのコースにのせ、品質管理を始め工程管理を組織的に行い、生産の合理化をはからなくてはならない。そしてその根本的な鍵がその製造設備によることは言を俟たないところである。

日立製作所桑名工場に於ては、この見地から設備に重



第 20 図 加圧ジョルト式中型鑄型機
 Fig.20. Ramming-Jolt Moulding Machine

点を置き、優秀な設備による一貫した流れ作業を行つているのである。以下設備の重なるものを拾つて概略説明を行いたいと思う。

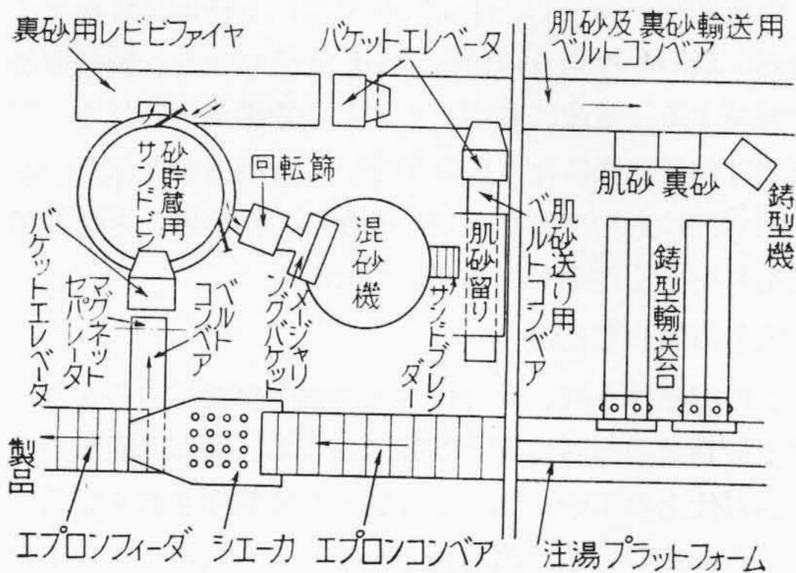
熱風式キュポラ

熔解設備では 28 年 7 月に 3t 熱風式キュポラが新設され操業を開始した。従来のキュポラと電気炉による二重熔解設備、及び高周波による熔解設備だけでは増大する需要に応じ切れず、こゝに熱風式キュポラの増設となつたのである。この熱風式キュポラは 3t/hr の能力を持ち、廃気により高温に予熱された空気を吹込むことによつて、高温良質の熔湯を連続的に出すもので、スキップホイストによる諸材料装入の機械化設備を有し、高周波電気炉との二重熔解により、その高性能を誇るものである。

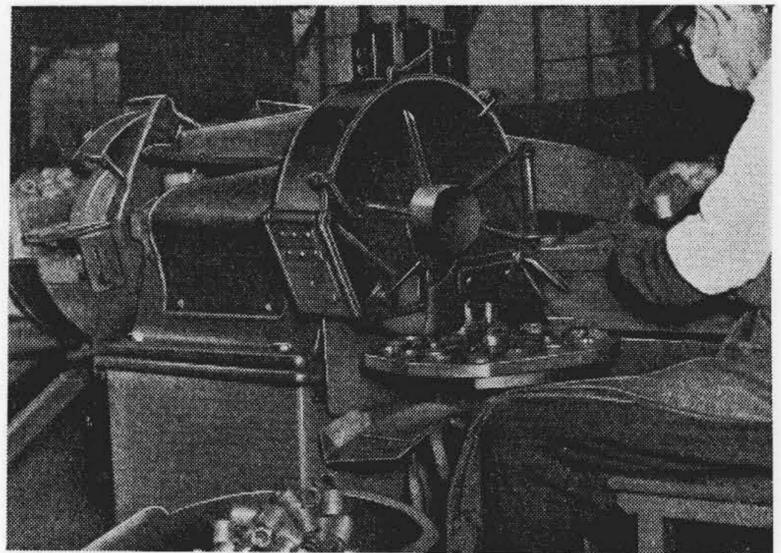
加圧ジョルト式中型鑄型機

28 年度より 30 台の加圧ジョルト式中型鑄型機が本格的に稼動を始め、優秀なる中型品を続々生産しつゝある。

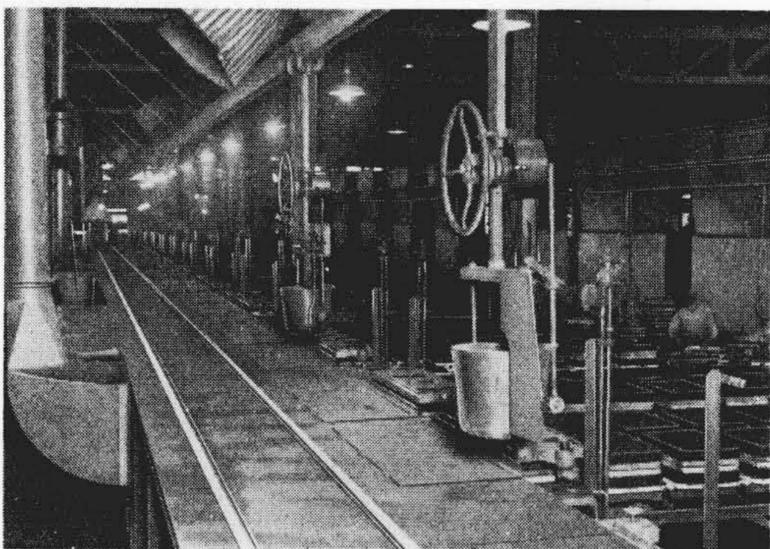
この加圧ジョルト式鑄型機は旧型の中型鑄型機に於て行つていた、マッチプレートによるジョルトスキーズ方式と異なり、片面張のパタンプレートを用いてジョルトと同時にスタンピングも自動的に行うもので、この方法によれば従来の方法に較べて遙かに均一なしかも十分な砂締りが得られ、そのため白鉄合格率も 10% 近くの向上を示している。又ジョルトとスタンピングを自動的に行うため、中子入れと運搬時間が節約され、造型時間を約 17% 縮少することが出来るものである。



第21図 砂処理と輸送系統図
Fig. 21. System of Sand Treatment and Transportation



第23図 自動研削機
Fig. 23. Semi-Automatic Grinding Machine



第22図 機械化連続鋳造設備の一部
Fig. 22. A Part of Novel Type Mechanized Successive Casting Equipment

機械化連続鋳造設備

造型能率を高度に発揮せねばならない小物の量産鋳造作業に於て、その設備の機械化は当然考えられることであり、諸外国に於ても種々考案されているようであるが、桑名工場に於ては多年の経験と研究により新たに新様式機械化連続鋳造設備を完成稼働し、極めて好成績を収めている。

この詳細に就いては、本誌 Vol. 35 No. 2 P. 97~103 に述べられているので、大略を説明すれば次の通りである。(第21図参照)

鋳型機にて造られた鋳型は定盤に載せ、輸送台上の台車の上に載せられ、注湯位置迄自動的に送られて来る。注湯が終れば型は定盤と台車を残してエプロンコンベア上に投出され、定盤をのせた台車は、輸送台の下のレールを通つて元の造型位置へ自重で返つて行く。エプロンコンベア上の砂と白銑はシェーカーコンベアにて分けられ、白銑はエプロンフィーダを通つて送り出され、砂はマグネットセパレータを通つてサンドビンに貯えられ

る。この砂は必要に応じて取出され回転篩、混砂機、サンドブレンダを経て肌砂となり、又一方レビビファイヤを経て裏砂としてベルトコンベアで鋳型機の傍の砂タンクに別々に貯えられる。

この設備は設備面積の使用効率も高く、全体が単純単能装置の組合せであるため、作動平易で故障の少いという利点があり、又鋳造製品の品質に最も重大な影響を及ぼすと思われる注湯前の鋳型輸送と、影響の少い注湯後の輸送方法を、合理的に相異させており、且つ裏砂と肌砂の調整が同時に出来るというような多くの利点を持っている。その結果良好なる作業環境と相俟つて、生産能力は作業員一人当たり 85~95% の向上を示している。

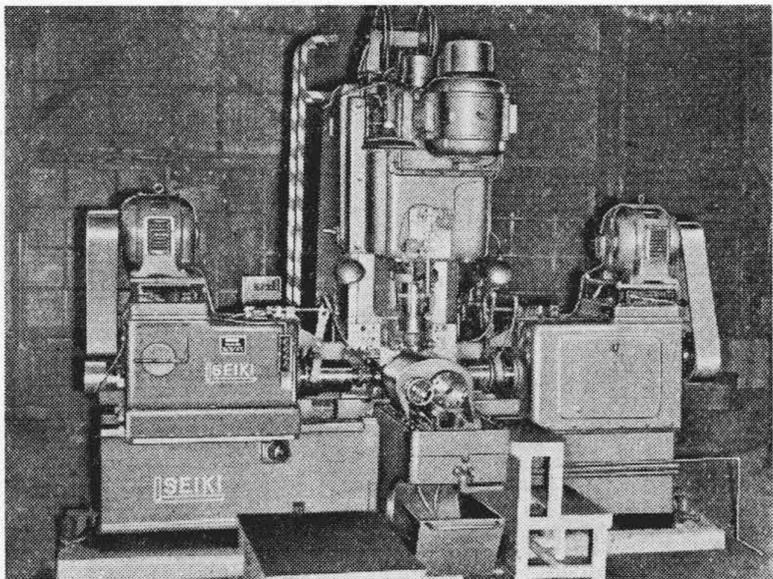
自動研削機

焼鈍後に鋳仕上工場で行われる継手の湯口切断には、普通は両頭グラインダを使用し、作業工具としては簡単な治具を用いている。作業員は砥石の回転正面内に位置しているため、甚だ危険であり、又手作業のための疲労も大きく従つて作業条件悪く、熟練者でなければ能率が上らず、研削作業は重労働危険作業とされている。

日立製作所桑名工場ではこれらの点の改善、並びに工場機械化の一環として、第23図に見られるようなターンテーブルを利用した自動研削機を完成し、多大の効果を収めている。

その構造の大体を説明すると、砥石の下のターンテーブルが砥石の回転と共に低速で廻るようになってい。被研削材はターンテーブルに開けられたチャック孔に装入され、テーブルは回転して被研削材を回転砥石の下面に運び、湯口の研削が行われる。研削を終つた被研削材は、更に回転して固定板切欠部の取出口より自然落下する。即ち作業員はテーブル側に位置し、粗材をチャック孔に装入するのみで研削作業が出来るのである。

この自動研削機を使用すれば次のような利点がある。



第 24 図 大 型 専 用 ね ぢ 切 機
Fig.24. Large Size Tapping Machine

作業能率が向上し、手押式の 2 倍にも研削箇所が多くなる。砥石一枚当りの研削量が約 3 倍になり、製造原価を低減する。量産に利用して著しい効果が得られる。作業者は作業が楽になり危険が少ない。研削後の寸法が一定の限界内にあつて形状が均一となる。初心者、未熟練者でもたやすく作業が出来る。

大型専用ねぢ切機

この機械は 5 吋、6 吋級の大型継手の管用ねぢを加工する最新式のねぢ切専門機械であつて、操作は簡単で且つねぢ仕上の正確と量産を目的として製作されている。

その構造の大体は第 24 図の写真に見られるようなもので、幅 4m、奥行 2m 弱、高さ 3m 強の大きさを持ち、総重量は約 17t あり次の各部から成立っている。

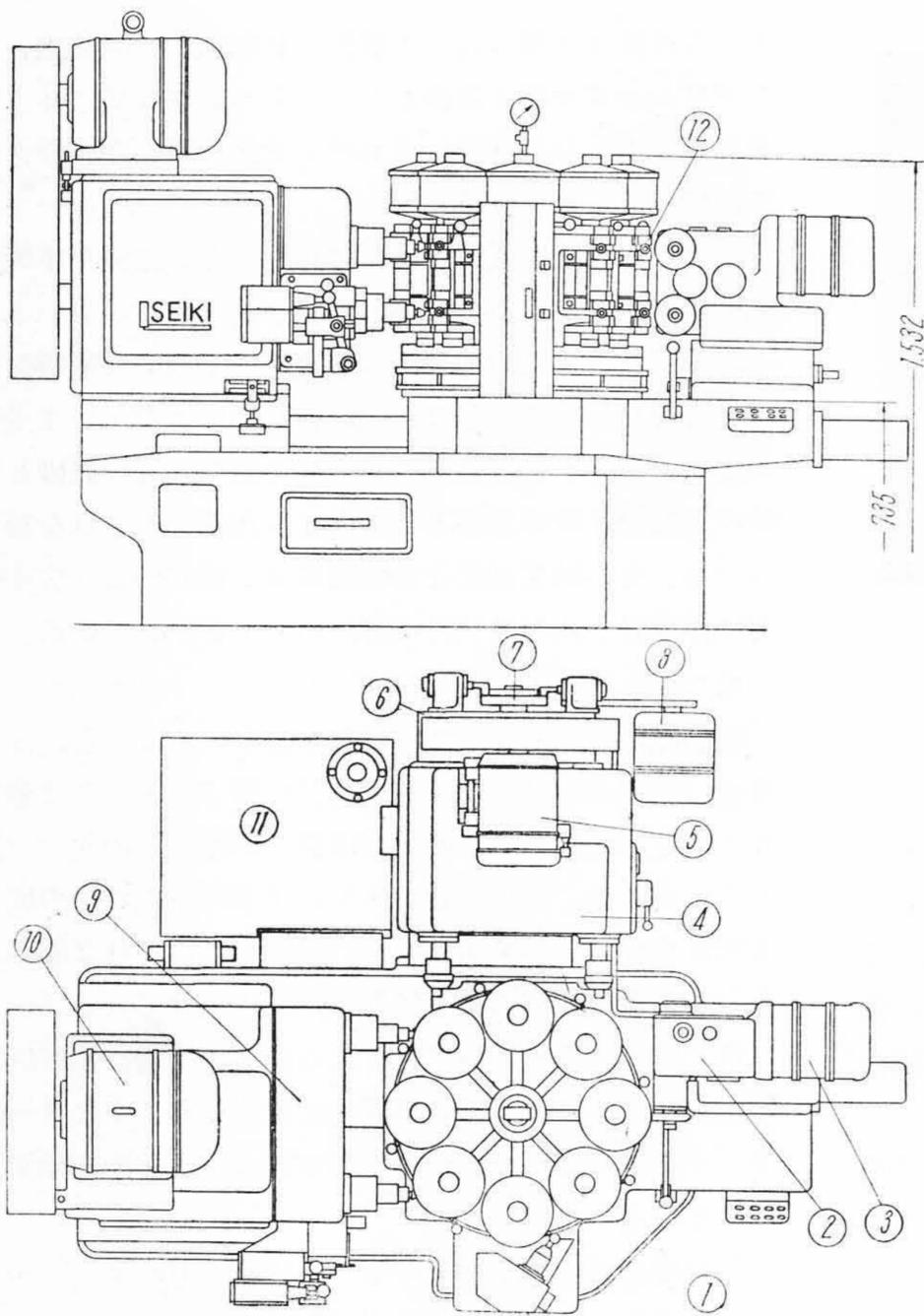
ベッド： 鋳鉄製で重量約 5t、上面に左右タップヘッドの摺動する平面と、縦タップヘッドを取付けるコラム取付面があり、レベリングブロックの上へ水平に置かれる。

コラム： 鋳鉄製柱で重量約 4t、ベッドの上に立ちタップヘッドの摺動面が正しく垂直になるように取付けられる。

タップヘッド： タップヘッドは左右及び縦の 3 箇で、左右タップヘッドはベッド上面、縦タップヘッドはコラム正面に取付けられ、タップヘッドのタップスピンドルは、それぞれ正確に 90° に配置される。各タップヘッドの重量はモータを含み各 2t あり、縦タップヘッドに対してはカウンターウェイト重量約 2t を附し、タップヘッドの摺動を容易にしている。又タップヘッドにはそれぞれ 10 HP 極数変換特殊モータを据付け、タップスピンドルの正転及び逆転早戻りは、すべてこのモータによつて行う。タップヘッドの移動距離最大 300mm、タップスピンドル往復距離最大 95mm、回転数 24, 30, 80 r.p.m. である。

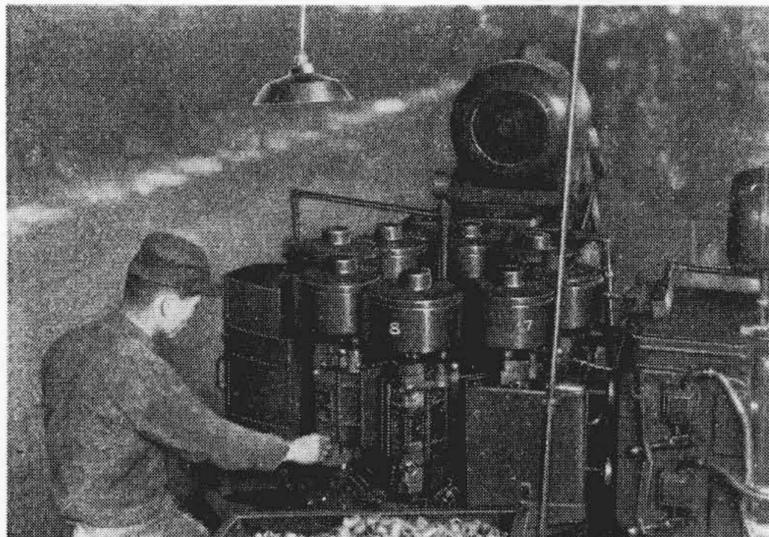
チャックバイス： 鋳鋼製で重量は約 1.5t あり、強大なチャッキングフォースに十分耐えることが出来る。又加工粗材のチャックには 30 kg/cm² の油圧機構を用いており、ハンドル操作によつて加工粗材の取付、取外しを行うことが出来るため、作業は非常に容易である。

スイッチボックス： タップヘッドのそれぞれのモータは、押ボタンスイッチ 1 箇の操作で正転、逆転及び停止するが、これら



- | | |
|--------------|---------------|
| ① 作業者位置 | ⑦ マスターカム |
| ② ホツピングヘッド | ⑧ 4P 2HP モータ |
| ③ 4P 1HP モータ | ⑨ タツピングヘッド |
| ④ ドリルヘッド | ⑩ 6P 15HP モータ |
| ⑤ 4P 5HP モータ | ⑪ ケーラントオイルタンク |
| ⑥ パイロットパーツ | ⑫ チ ャ ッ ク |

第 25 図 エルボ専用自動車ねぢ切機全体図
Fig.25. General View of Tapping Machine for Elbows



第26図 エルボ専用自動ねぢ切機
Fig.26. Tapping Machine for Elbows

の電気器具はすべてスイッチボックス内に收容されて後方に置かれている。スイッチボックスの正面は、加工品種によつて休止すべきタップヘッドのモータのメインスイッチ3箇と、その通電を標示するランプ3箇、並びに油圧ポンプ、クーラントポンプのスイッチが取付けられている。

附属品： 油圧操作槽及び電動ポンプ (5 HP 1台)
切削油循環槽及び電動ポンプ ($\frac{1}{4}$ HP 1台)
切粉収集籠 1 箇
タップホルダ各組
粗材締付チャック金具各組

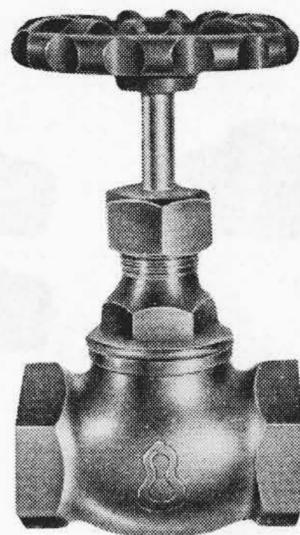
以上がその大体である。加工粗材は $2\frac{1}{2}''\sim 6''$ のエルボ、チー、ソケット、ベンド等で、加工能力は7時間操業で約 300~220 箇、従来に比較して飛躍的である。

エルボ専用自動ねぢ切機

管継手で最も需要の多いものはエルボである。このエルボに対して日立製作桑名工場ではエルボ専用のねぢ切機を据付け、高能率に正確なねぢ加工を行つている。

本機の全体図は第25図に示されているが、大体の大きさは $3\text{m}\times 2\text{m}$ 、重量約 7t である。その構造を説明すれば、中央にチャッキング関係をのせた回転テーブルがあり、それに 45° 間隔に 8 箇のチャック用エアシリンダが設けられ、その各々に 2 箇のチャッキングバイスが上下 2 段に取付けられている。その周囲に鋳張取り用のホッピングヘッド、湯口取り、面取りのドリリングヘッド、ねぢ立てのタッピングヘッドがフレーム上にのせられてある。その外にダライ粉除去装置、及び加工品を取外すと同時に加工数を計数する装置、切削剤サルクラットを循環させる装置等を有している。

その作動は、先づ所定圧 ($5\text{kg}/\text{cm}^2$) の空気を通じた後スイッチを入れ、作動レバーを動かしモータを始動すれば、各部は作動を開始する。先づテーブルが $\frac{1}{8}$ 回転



第27図 〆印水用青銅ねぢ込玉形弁
Fig.27. Gourd 〆 Brand Bronze Screw Globe Valve for Water

して停止し、粗材が加工位置に固定され切削可能な状態になると、各ヘッドは前進し加工を始める。各ヘッドは加工が終れば後退し、その後テーブルは $\frac{1}{8}$ 回転して停止し、前の操作を繰返す。加工完了品のダライ粉除去、取外し及び計数は、テーブルの回転する際に行うようになっており、粗材のチャッキングは開いたチャックが作業者の前の位置に停止している際に、エアレバーを動かして手で行うようになっている。

モータはホッピング 1HP、ドリリング 5HP、タッピング 15HP、マスターカム運転用 2HP、クーラント用 $\frac{1}{2}$ HP である。尙加工能力は1時間約 600 箇である。

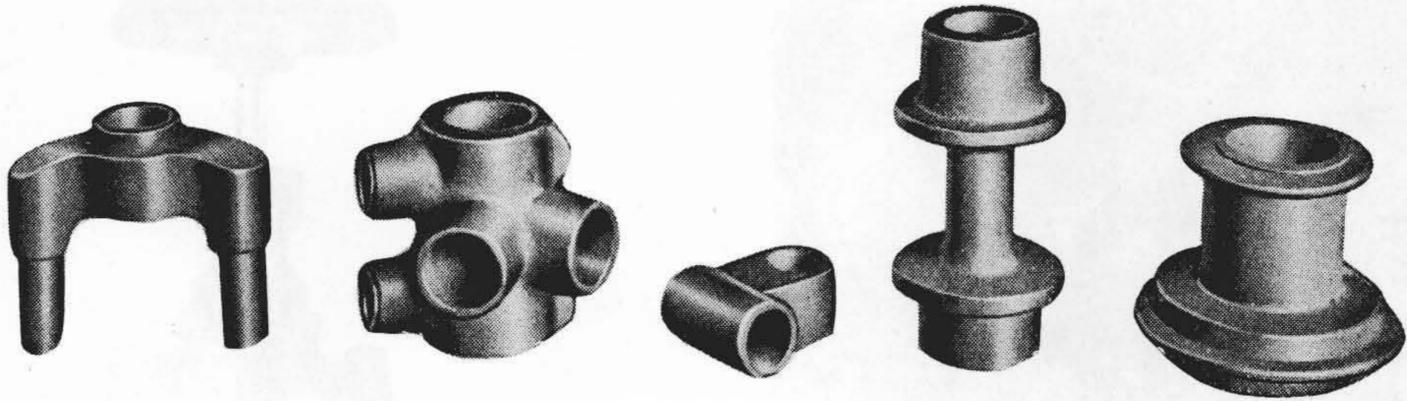
以上管継手製造の重なる設備の紹介をしたのであるが、更に優秀な製品を廉価に供給するため、その合理的多量生産設備の完成に日夜努力している。

〆印水用青銅ねぢ込玉形弁

日立製作所に於ては斯界の要望に応じて、長年のバルブコックに対する経験と研究により、十分満足の出来る水用青銅ねぢ込玉形弁の試作に成功、その多量生産に入つた。使用流体の状態は 100°C 以下の静水流、最高使用圧力 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ で、各部構造、形状、寸法、材質及びその検査、試験規格等はすべて JIS 通りで、その優美な外観と共に、需要家各位の愛用を得られるものと信ずる。

白心可鍛鉄品 White Heart Malleable Cast Iron

白心可鍛鉄は仏国に於て発見されたもので、硫黄分の高い原料銑を用いる欧州では現在も広く用いられている。白心可鍛鉄は白銑銑物を酸化剤と共に $900^\circ\sim 1,000^\circ\text{C}$ で加熱して、化合炭素を除いて可鍛性を与えたもので、黒心可鍛鉄に較べると肉厚の大きい製品が製作し難いのと、熱処理に長時間を要する等の欠点があるが、一方鍍金や熔接処理が容易であるから、特に自転車



第 28 図 白 心 可 鍛 鑄 鉄 品
Fig. 28. White Heart Malleable Cast Irons

第 3 表 白 心 可 鍛 鑄 鉄 の 性 質
Table 3. Properties of White Heart Malleable Cast Iron

引 張 り 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)

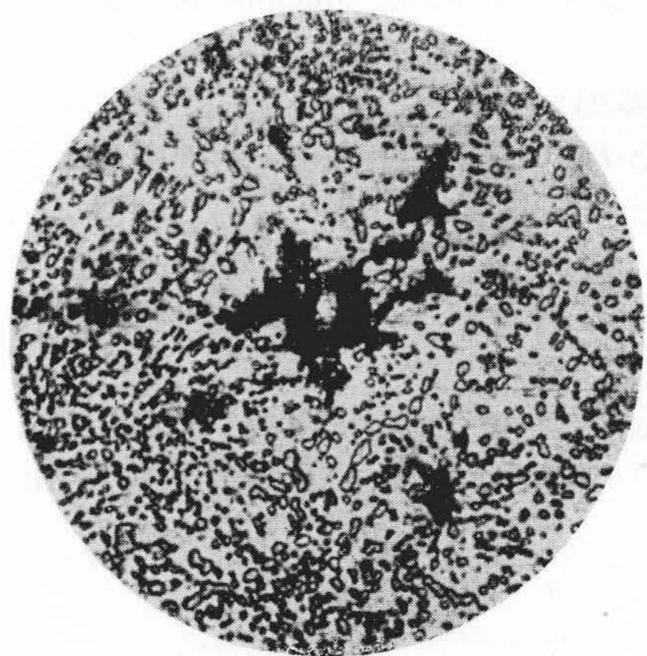
部品の接手等に広く利用されている。その性質の概要を示せば第 3 表の如くである。

日立製作所に於ては 40 数年来米国式の優秀な黒心可鍛鑄鉄品を製造しているが、白心可鍛鑄鉄に就いても黒心可鍛鑄鉄と同様に研究を重ねながらその普及に努力を払い、第 28 図の如き優秀な製品を生産しつつある。即ちその製造にあつては原料には特に吟味された銑鉄、鉄屑を用い、熔湯は二重熔解法により精錬を十分に行い、完備した設備と優秀な技術により正確な白銑鑄物を製造している。特に焼鈍処理には意を用い、組織のみでなく機械的、物理的性質や鑄肌その他の勝れた鑄物を製作しているので、小型鑄物で熔接や鍍金をほどこす製品には益々応用されている現状である。

高 力 可 鍛 鑄 鉄 品 Pearlitic Malleable Cast Iron

可鍛鑄鉄が普及するにつれて更に抗張力の高い製品或いは硬度が高く耐摩耗性が良い製品等が要求されて来た。これら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。

日立製作所に於ては標準黒心可鍛鑄鉄を製造すると共に、独特の製造法により高力可鍛鑄鉄品の製造に従事し研究を続けて来た。高力可鍛鑄鉄は初め適当な化学成分の白銑鑄物を作り、これを焼鈍して遊離セメントタイトを黒鉛化せしめ且つパーライトを球状化せしめて製造される。即ち高力可鍛鑄鉄は鉄中に含有した炭素のうち一部



第 29 図 高 力 可 鍛 鑄 鉄 の 組 織
Fig. 29. The Microstructure of Pearlitic Malleable Cast Iron

を球状の焼鈍炭素とし、残余の炭素を球状パーライトとすることにより高抗張力とした鑄鉄であつて、その金属組織は第 29 図の如くである。

高力可鍛鑄鉄はこのような金属組織をしているのでフェライト地に焼鈍炭素の点在した黒心可鍛鑄鉄にくらべると、抗張力、硬度が高く耐摩耗性に優れている。故にこれらの特性を必要とする鑄物として広く賞用されている。これらの機械的性質を示せば第 4 表の如くである。この外切削性は普通の黒心可鍛鑄鉄に比べると幾分劣るが同一硬度の鋼材に比して切削性は 20~40% 良好である。耐摩耗性は黒心可鍛鑄鉄に比して遙かに優れ必要に応じて焼入れを行うことが出来る。焼入性は極めて良好

第 4 表 高 力 可 鍛 鑄 鉄 の 機 械 的 性 質
Table 4. Properties of Pearlitic Malleable Cast Iron

抗 張 力	40~60 kg/mm ²
降 伏 点	30~42 kg/mm ²
延 伸 率	3~8%
ブ リ ネ ル 硬 度	160~240

で高周波焼入、酸素アセチレン焰による焼入れ或いは鉛浴、塩浴による局部焼入れにより何れも良結果が得られ、その硬度はロックウエル C55 以上に達する。

最近製造した高力可鍛铸铁製品の主なるものをあげれば農業用或いは船舶用発動機のクランクシャフト、コネクティングロッド、ピストン類及び各種歯車、ポンプの部分品等である。

鍛 鋼 品 Forged Steel Products

電源開発計画の活潑な実施に伴い、これに要する各種鍛鋼品は日立製作所水戸製鋼部鍛錬工場に於ける5,000t及び1,000tプレスにより製造され、27年度作業せる本邦水車発電機の記録品である丸山発電所、神通発電所等に引続き、28年度も本名発電所、伊南川発電所等を始め大量の需要に応じ、完全な自給体制を確立している。

一方タービン発電機では27年度本邦記録品である潮田発電所に引続き、28年度には江別発電所等の大容量のものに使用される大物特殊鋼シャフトを完成した。

又外販品としては大物特殊鍛鋼ロール、鍛造用並びにダイキャスト用型鋼、大型ベアリングレース、車軸等の量産を行いつゝある。

これらの全鍛鋼品はそれぞれの目的に応じた慎重な作業と入念な検査を実施しているが、特に最近長足の進歩を遂げた超音波探傷機を縦横に駆使し、以て益々品質向上に効果をあげている。

機械構造用として最も高性能の品質を要求されるタービン発電機の大物タービン軸及び発電機軸に就いては常

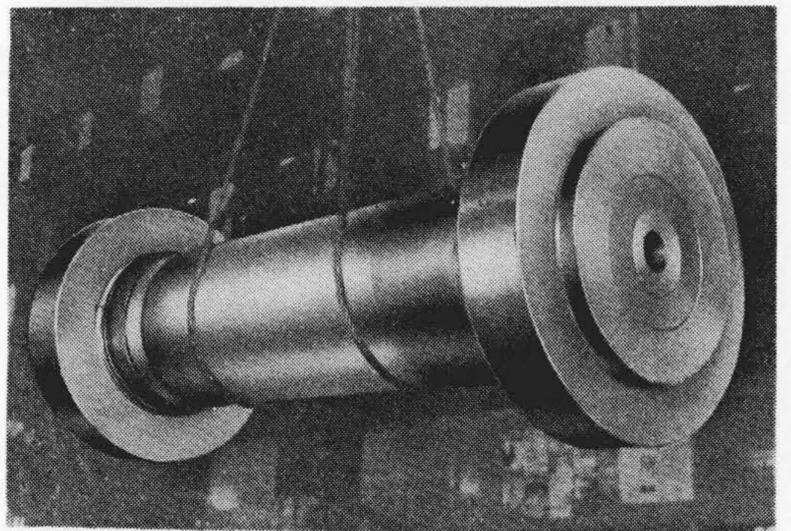
に材質改善に関する各種の研究を行つており、各種成分の実物を供試材として内部性状の調査を重点にした特殊研究を行い、多くの作業資料を得て、現場作業に応用している。

第30図は最近の5,000tプレス稼動中の状況を示したものである。

以下各種製品の代表的なものの例を挙げ、内容の一端を紹介する。

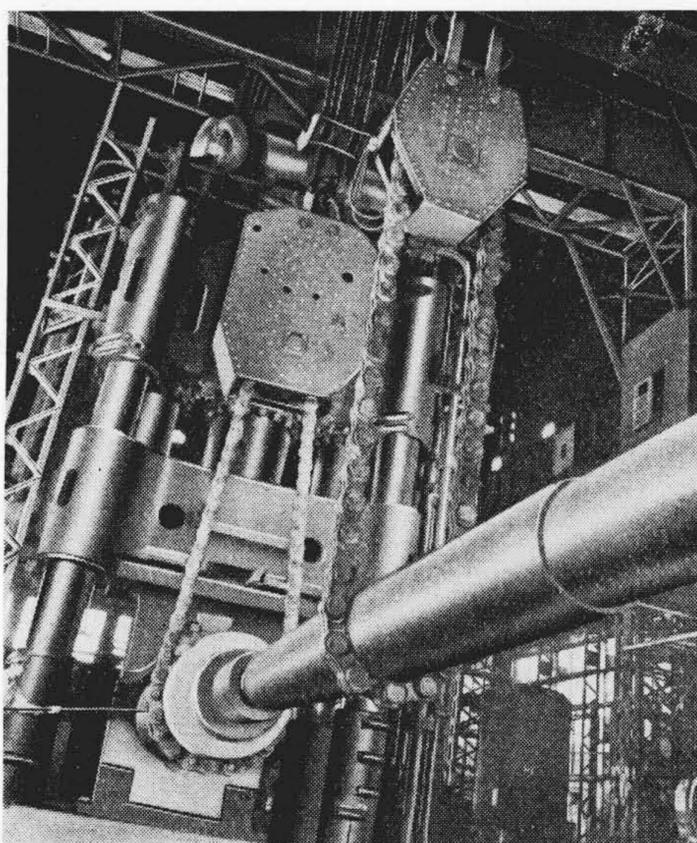
構造用大物炭素鋼

この種鍛鋼品の製造に際しては、特に砂疵の発生を防止し、偏析の拡散をはかりゴーストの現出防止に注意せねばならない。このための熔解原材料を厳選し、適切な熔解と造塊を行うと共に、鍛造、焼鈍に際しては加熱法

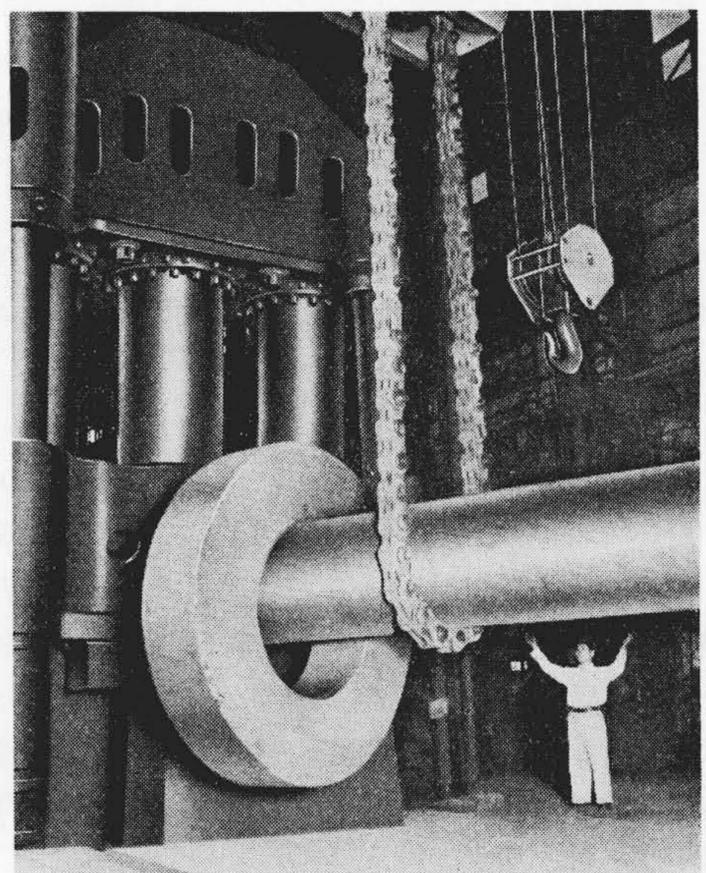


第31図 水車主軸
(荒削完成品)

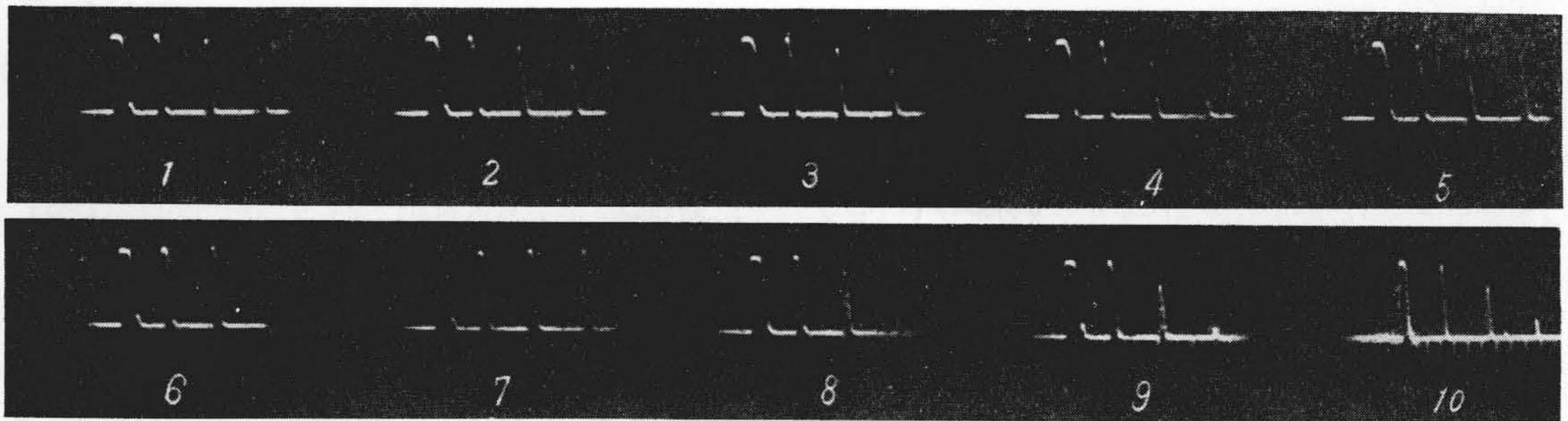
Fig. 31. Water Wheel Main Shaft
(Rough Machined)



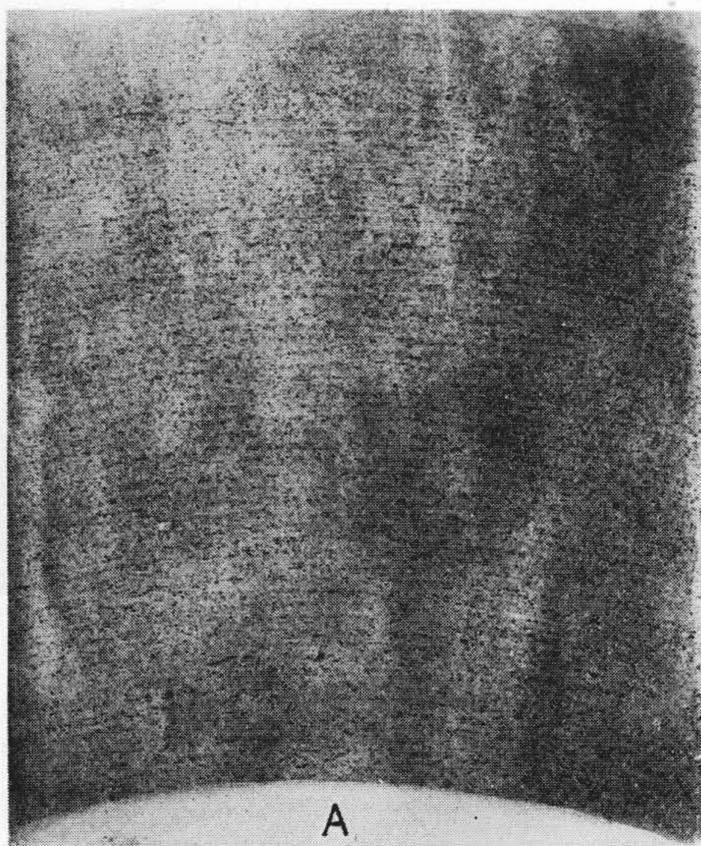
第30図 作業中の5,000tプレス
Fig. 30. 5,000t Forging Press in Operation



第32図 鍛造中の発電機ヨーク
Fig. 32. Generator Yoke on Forging



第33図 超音波探傷結果
 Fig.33. Result of Super Sonic Test of Water Wheel Main Shaft



第34図 ヨークの硫黄印画 (A: 頂部側 B: 底部側)
 Fig.34. Sulphur Print on Both End Plain of Generator Yoke
 A: Top End B: Bottom End

と加工法の適正化によつて防止策を確立している。又炭素鋼といえども完成品は箇々に超音波探傷により内部欠陥の検出を行い、検査の完全を期している。

(1) 大物水車主軸の例

使用鋼塊.....	50 t
材質.....	SF 55
黒皮重量.....	27 t

第31図は荒仕上完成品を示し、第33図は超音波探傷した結果を示したもので何らの欠陥を認めない。又この種大物軸にあつては常に両端面の硫黄印画を行い、偏析の度合及び中心部欠陥の有無に就いても検査し、万全を期している。

(2) 発電機ヨークの例

(a) 100,000 kVA 用

使用鋼塊.....	50 t
材質.....	SF 55
黒皮重量.....	32 t

(b) 大型水車発電機用

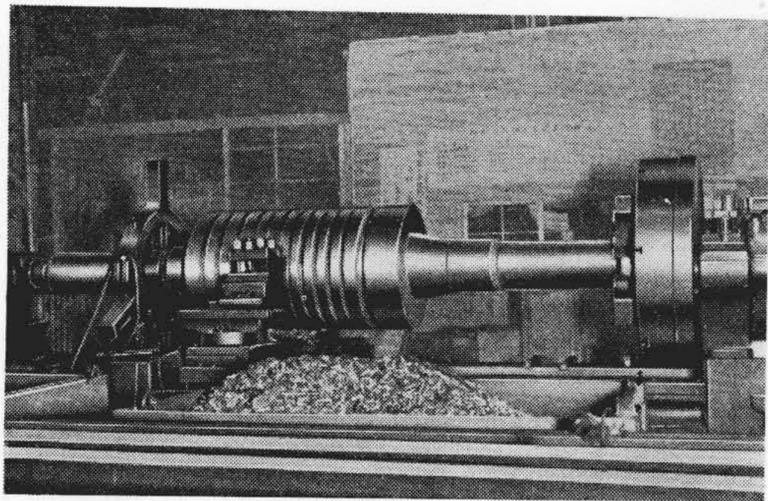
使用鋼塊.....	30 t
材質.....	SF 55
黒皮重量.....	17 t

第32図はヨーク鍛造中のところを示す。

ヨークに就いても超音波探傷と両端面の硫黄印画を行っているが、第34図は硫黄印画の結果を示す一例である。

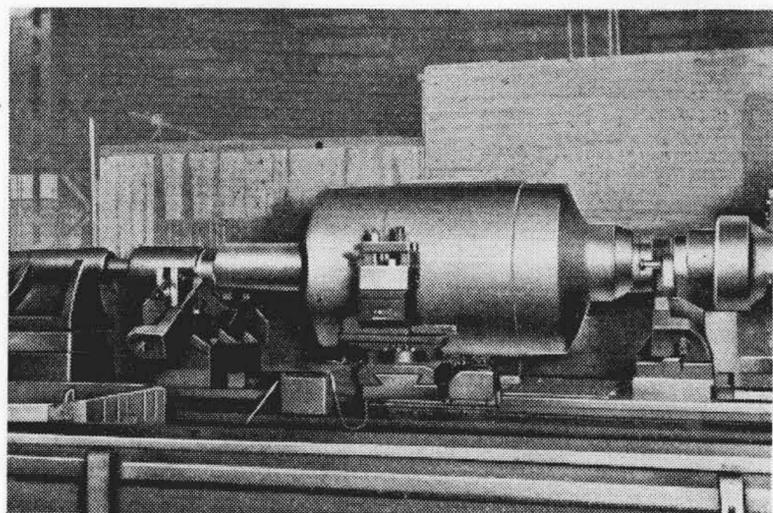
構造用大物特殊鋼

特殊鋼鍛鋼品の欠陥の主なるものは白点、砂疵、偏析等であるが、この中特に白点はその製品の死命を制する最も悪質のもので、これが防止には万全の処置を講ずる



第35図 ターボ発電機用高圧タービンロータシャフト

Fig. 35. H.P. Turbine Rotor Shaft for Turbo-Generator



第36図 タービン発電機用低圧タービンロータシャフト

Fig. 36. L.P. Turbine Rotor Shaft for Turbo-Generator

必要がある。特に大物品にあつては含有ガス殊に水素の含有量が大であり、一方成分、介在物の偏析、変態並びに熱応力が大であるから白点発生の要素が大きく、特別の作業法により防止策を確立することが肝要である。

白点防止策の主なるものをあげれば次の如くである。

- (1) 熔解材料の厳選
- (2) 高温熔解、適温鋳込
- (3) 鋼塊の長時間加熱
- (4) 適度の鍛造加工
- (5) 恒温焼鈍の実施と緩徐冷

以上は特に水素の拡散逸出と偏析の拡散に重点をおいて白点を防止せんとするものである。

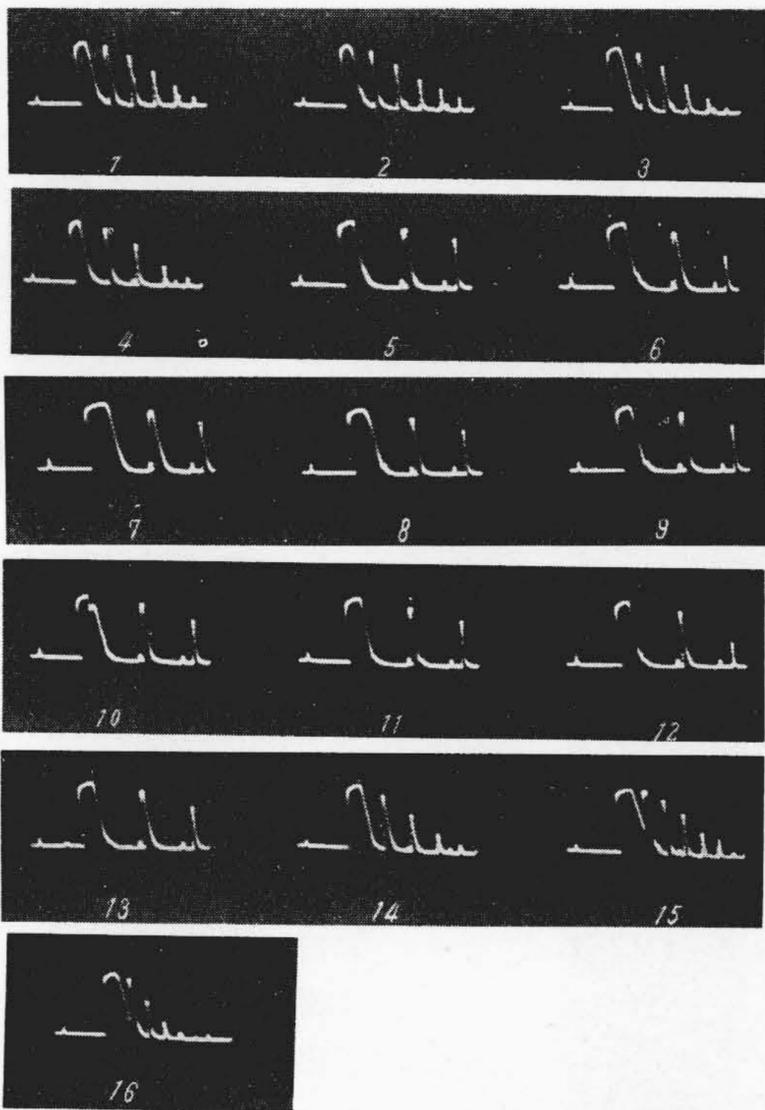
次に大物特殊鋼の代表的なものに就いて紹介する。

- (1) 高圧タービンロータシャフト

使用鋼塊..... 25 t
 材質..... Ni-Mo 鋼
 黒皮重量..... 12 t

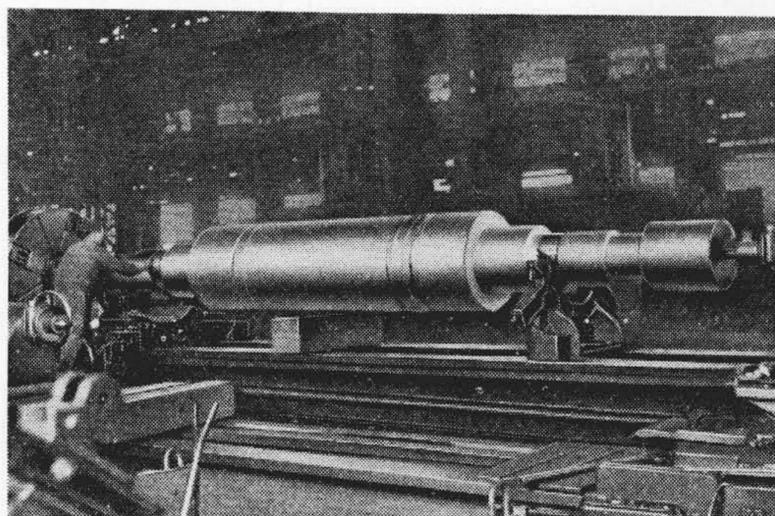
第35図は機械加工中のところを示す。

- (2) 低圧タービンロータシャフト



第37図 超音波探傷結果 (低圧ロータシャフト)
 No. 1~4 及び No. 14~16 軸部
 No. 5~13 ディスク部

Fig. 37. Result of Super Sonic Test of L.P. Turbine Shaft
 No. 1~4 & No. 14~16 Shaft Points
 No. 5~13 Disc Points



第38図 タービン発電機シャフト

Fig. 38. Turbo-Generator Shaft

使用鋼塊..... 35 t
 材質..... Ni-Cr-Mo 鋼
 黒皮重量..... 22 t

第36図は荒仕上初期に於ける黒皮品を示し、第37図は完成品の超音波探傷による結果の一部を示す。特殊鋼に



第 39 図 Ni-Mo 鋼 の 内 外 の 組 織
 Fig. 39. Micro-Structure of Ni-Mo Steel Observed in Cross Section

あつては炭素鋼に比し更に綿密な超音波探傷法により材質検査を実施している。

(3) 発電機シャフト

使用鋼塊..... 35 t

材 質

..... Ni-Mo 鋼

黒皮重量..... 22 t

第38図(前頁参照)は機械加工中のところを示す。

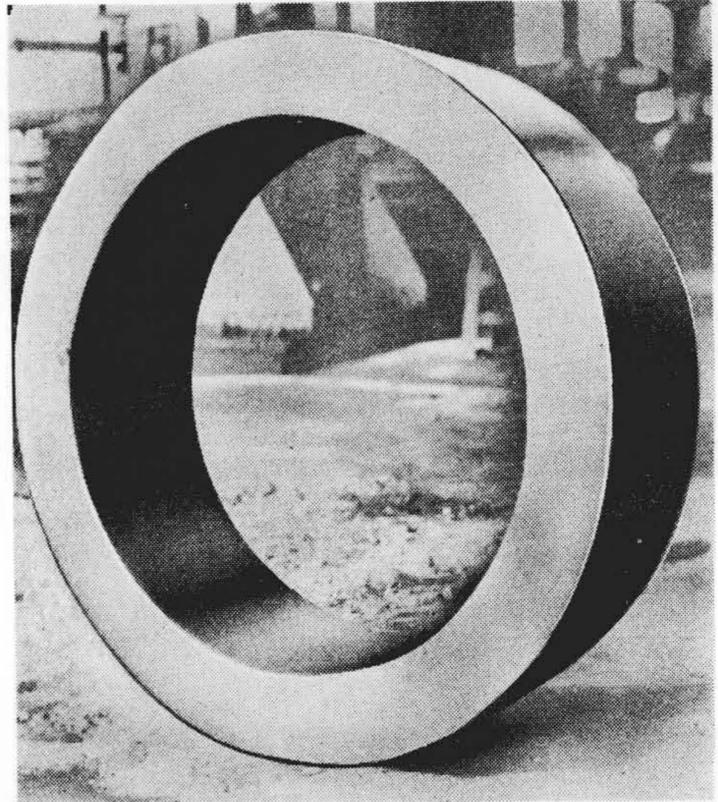
以上機械構造用鍛鋼品は大部分が日立工場で作製される水車発電機、タービン発電機、陸上並びに船用タービンに使用されるもので何れも設計者と綿密な連絡のもとに作業がなされ、真に設計者が満足し使用出来る優秀品を供給している。

尙実物供試材による研究の一端として、胴径 850φ の Ni-Mo 鋼鍛鋼品に於ける内外の組織を第39図に示す。写真に示す如く内外組織は極めて均一で、球状化したソルバイト組織を示している。

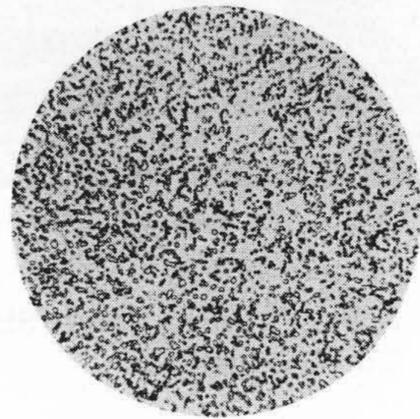
特 殊 鍛 鋼 品

(1) 非磁性プロテクトリング

過去数年間の長期に亘り研究を続けてきた大型発電機用の非磁性プロテクトリングは昭和 27 年度に於て 67,000 kVA 用のものが完成したが、28 年度更に 100,000 kVA 用のこの種製品としての超大物品を完成した。これは抗張力 100 kg/mm² を超える完全非磁性体で特殊な作業法を採用したものである。第40図



第 40 図 非磁性プロテクトリング
 Fig. 40. Non-magnetic Protect Ring



第 41 図 ダイキャスト型鋼の顕微鏡組織
 倍率 ×400
 Fig. 41. Micro-Structure of Die Cast Die Block ×400

は黒皮完成品を示す。

(2) 型 用 鋼

(a) 鍛 造 用 型 鋼

主として自動車或は車輛部品等の型打に使用される型用鋼として現在最も多く製造している鋼種は Ni-Cr-Mo, Mn-Cr-Mo 鋼であり、中小物用としては Cr-Mo 鋼系のもも使用されることがある。

均一な表面硬度と耐衝撃、耐磨耗性を附与させるために溶解、鍛造、熱処理には特別の注意を払っている。殊に鍛造では材力の内外差、方向性をなくするため入念な六面鍛造を実施している。

(b) ダイキャスト型鋼

使用時に於ける繰返熱応力、熔融金属による腐蝕、磨耗によく耐え、しかも型彫時の切削が容易であることが

第 5 表 ダイキャスト型鋼化学成分表
Table 5. Chemical Analysis of Die Cast Die Block

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P & S	Cu
0.35/0.45	0.90/1.05	0.20/0.50	4.50/5.25	0.85/1.05	0.45/0.55	<0.030	<0.25

必要で、このため具備すべき条件としては次の如きものが挙げられる。

- (i) 組織が安定であること
- (ii) 変態点が高いこと
- (iii) 非金属介在物が少いこと

今回 Al 系合金用として Si-Cr-Mo-V 鋼（化学成分を第 5 表に示す）により製造し、優秀な使用実績を得た。第 41 図はダイキャスト型鋼の顕微鏡組織を示す。

(3) 微粉炭機用ボール

大容量ボイラ用微粉炭機のボールは靱性に富んだ耐磨耗性の大きくなることが必要で、このための高炭素 Cr-Mo 鋼を使用して内部は球状化焼鈍の組織とし、外周部を高硬度に焼入して使用する。

第 42 図は型鍛造したボール粗材を示す。

- (4) 鍛鋼ロール
- (a) 分塊ロール

某製鉄所納 I 型鋼用 3 段ロールとして下記仕様のものを製作した。

使用鋼塊.....	35 t
材質.....	Cr-Mo 鋼
黒皮重量.....	17 t
大略荒仕上寸法 胴径.....	920 mm
全長.....	4,240 mm

第 43 図は黒皮完成品を示す。

(b) 鍛鋼焼入ロール粗材

冷間圧延用焼入ロール粗材として、主として 500 mm 径以下のものを多数製造し、球状化焼鈍状態で納入している。これらの粗材は表面硬度ショアー 90° 以上に焼入して冷間圧延ロールとして使用される。

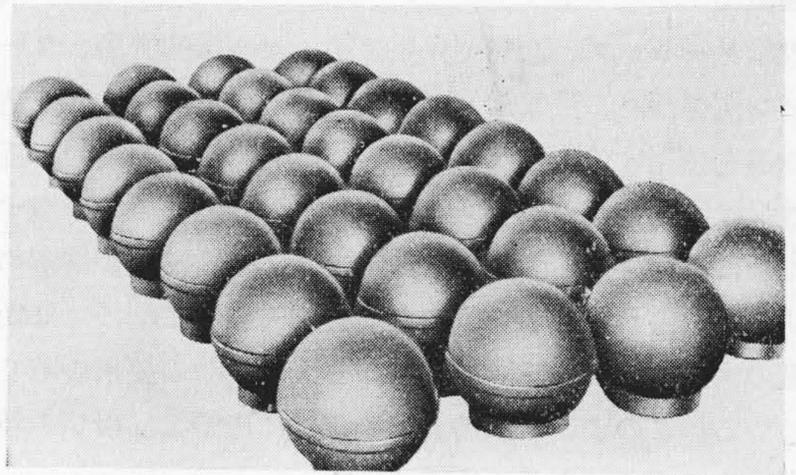
(5) 国鉄貨車用車軸

国鉄 12 t 貨車用車軸はタップによる成形鍛造を行い優秀なる製品を製造している。この車軸は国鉄の立会試験を施行するもので、材料試験の他落重試験、箇々に超音波探傷試験等の入念な試験を経た優良な材質のものである。

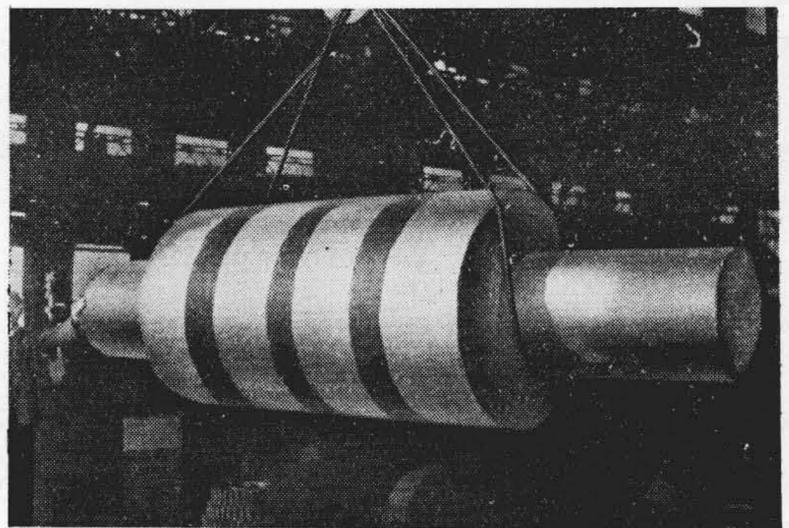
第 44 図は仕上完成品を示す。

(6) ベアリングレース

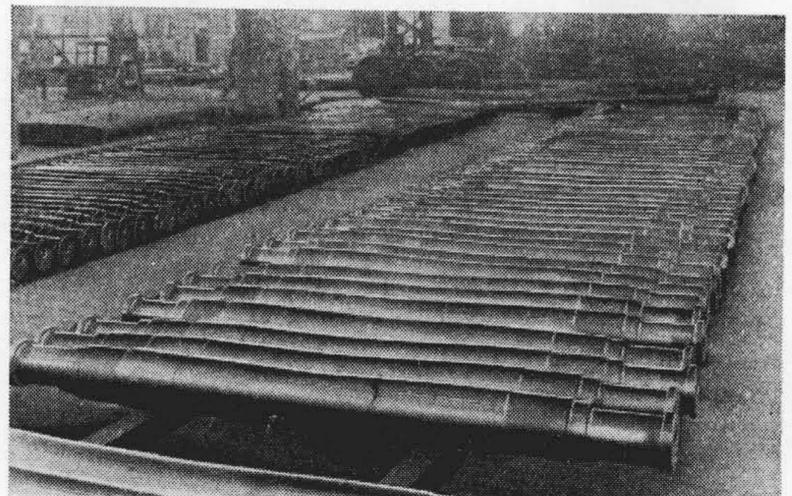
JIS 規定 SUJ-3 鋼による大型レース及び中小型レース粗材を製造しているが、これらはロール粗材と同様球状化焼鈍状態で、本邦主要メーカーに納入している。



第 42 図 微粉炭機用ボール
Fig. 42. Balls for Pulverizer



第 43 図 特殊鍛鋼ロール
Fig. 43. Special Steel Forging Roll of 3-High Rolling Machine



第 44 図 車軸完成品
Fig. 44. Axles for Freight Car

大型 鑄 鉄 鑄 物 Cast Iron Products

最近の機械製作の一般的傾向としては鑄鉄品の代りに鑄鋼品又は製罐熔接品が使用されつゝあるも特殊大型品はこれ等に代えられないものが相当あると思う。例えば製紙用ヤンキードライヤセル、鋼塊用インゴットケース、大型ケーシング、造船関係用ディーゼル機関部品、タービン関係部品、又はポンプ部品等種々のものはやはり鑄鉄品を使用するものが多い。これ等大型のものは耐水圧性又は強力なものが要求される。このような要求を満すためには従来の熔銑炉にて鑄造するよりも反射炉熔解の方が数段優れている。故に日立製作所若松工場にては数基の大型反射炉を設置してかゝる大型鑄物の要求に応じている。このような大型鑄物の製作に当つて反射炉の特長は次の通りである。即ち

(1) 炉内にて十分熔湯成分の調節が可能で要求成分にぴつたりする熔解が出来る。

(2) 一時に多量の熔湯を出銑出来る故過当なる鑄込温度で注入することが出来る。従つて大型にも湯境、鑄巢等の心配がない。

(3) 地金の組織は黒鉛分布が良好でいわゆる優秀な高級鑄鉄が得易く、従つて水圧漏れ等がなく、力も非常に強力な鑄物が出来るので鑄物に対する信頼性が強い。以上のような利点を有する反射炉にて熔湯を作る半面、鑄物砂に対してもかゝる大型鑄物に特に起り易い掬われ、焼付又は型こわれ等の欠陥が起らないよう特にその配合混練等に注意し、砂の通気度、強さ及び耐火性等に対しては常に品質管理を実施して以上の欠陥を防ぐ可く努力し鑄肌の美しい質の良好なる優良鑄物を製作してい



第 45 図 75 t インゴットケース用木型
Fig. 45. Pattern of 75 t Ingot Case

る。

設備能力は大體最大鑄放重量 70 t 迄は可能であり、最近鑄造せる大型鑄物に就いて簡単に紹介する。

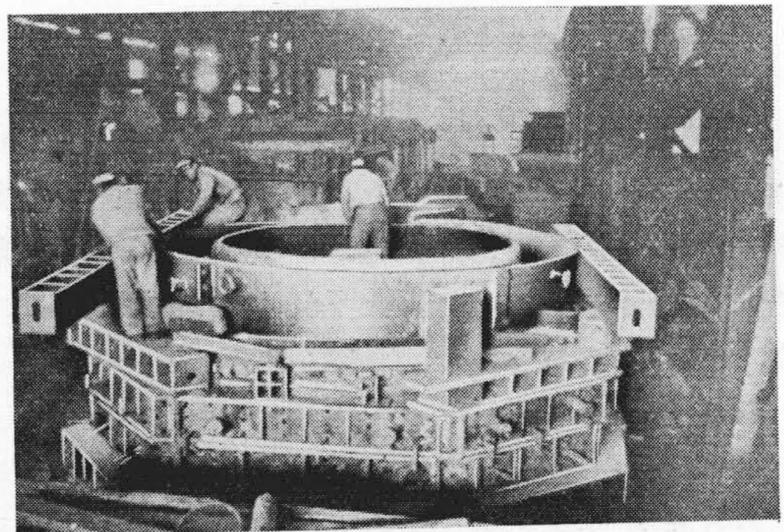
大型鋼塊用インゴットケース

鋼塊用鑄型はその使用回数が重要視されるものであつて、廃却になる原因は二大別にして考えられる。即ち大クラックによる早期割れと、作業面その他の成長によつて生ずる小クラックによる肌荒れとである。前者は鑄型使用の初期に生ずるもので、これを防止するには設計上の考慮を払うと共に急激なる熱衝撃を受けるものであるから、その材質はフェライト組織にする必要がある。そのためには成分として高炭素高珪素にすべきである。然るにかくすると析出炭素は粗大となり、後者の成長を惹き起し易く肌荒れの原因となる。肌荒れを防ぐには低炭素低珪素のパーライト組織が良好である。故に早期割れを防ぎ、肌荒れを少なくするためには成分として高炭素(3.5% 前後)で低珪素(1.4% 前後)にして地鉄はフェライトにし黒鉛炭素は小さく均一に分布させねばならぬ。このような見解の下に 20 t 乃至 75 t 鑄型を製作して非常に好成績を取っている。第 45 図は 75 t 鑄型で鑄放重量 55 t に及ぶものゝ木型を示す。

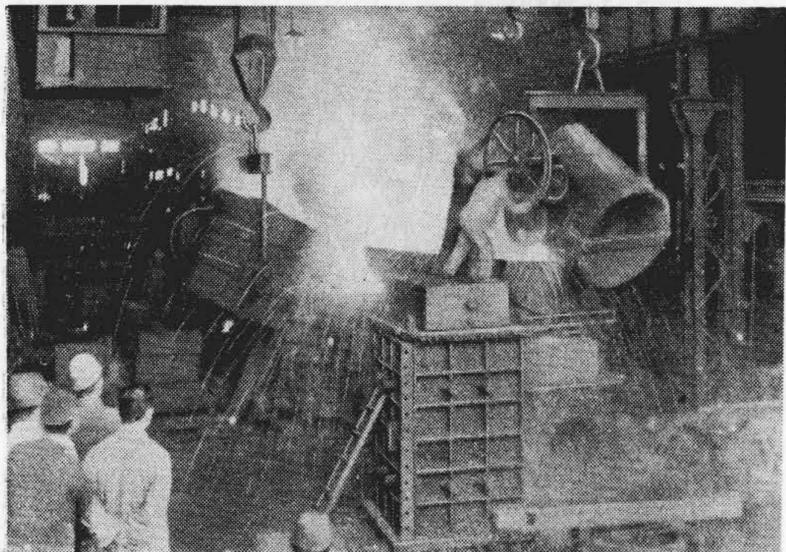
製紙用ヤンキードライヤセル

ドライヤセルは内部に蒸気を通し外周に紙を巻き、紙の乾燥を行うと共に表面の艶を出させるためのものである。セルの外周は紙の艶に非常に関係あるためその表面は硬度高く、超仕上を行つた面に些細の鑄疵も許されないのでその鑄造には非常な技術を要する。形状は大體 2,500 mm より 3,500 mm の外径で、その高さも 3,500 mm に達する。鑄込重量も 30 t を要するものがある。これ等セルの鑄造に当つては次のようなことに注意して万全の対策と研究とがなされている。

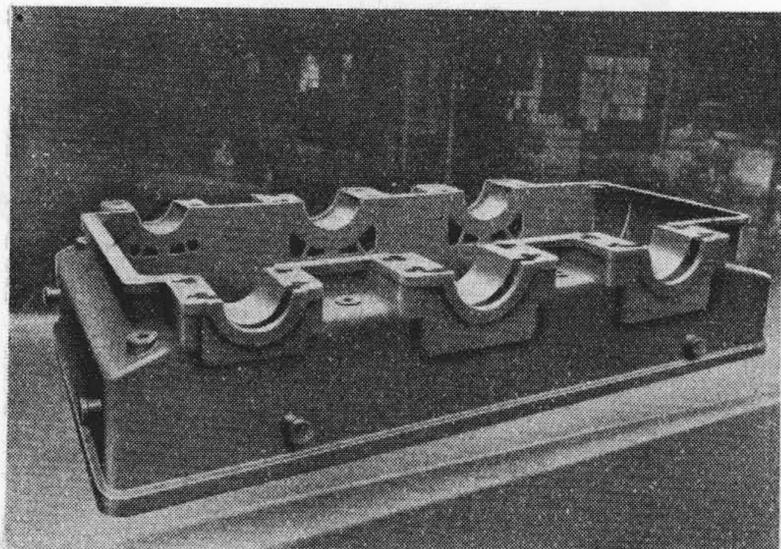
(1) 表面硬度を高くし表面を緻密にするためにはその成分に特別の考慮を払い、熔解精煉にも十分注意し黒鉛形状の均一性を保つようにする。



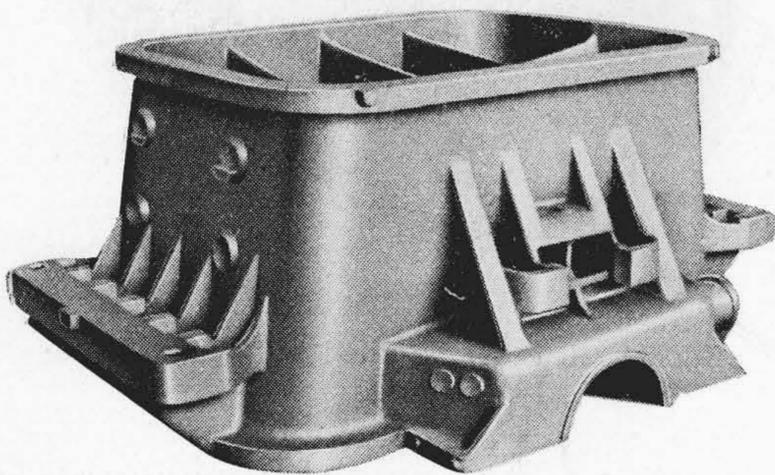
第 46 図 ヤンキードライヤセル用鑄型
Fig. 46. Mould of Yankee Dryer Shell



第47図 大型鋳物注入作業
Fig.47. Pouring of Large Mould



第48図 55t 減速機フレーム
Fig.48. 55t Gear Casing



第49図 34t タービンケーシング
Fig.49. 34t Turbine Casing

- (2) 仕上代は出来るだけ少なく(5mm以内)で済むように型の製作をする。
- (3) 適当な鋳込温度で高速注入(30tで40sec位)して湯垢等の出来るものを防止する。
- (4) 鋳造歪を少なくするよう中子及び注入後の処理に特別の考慮を払う。

以上のようなことを多年の経験と研究とを生かして十分の信頼ある製品を作っている。第46図はドライヤセル注

入前の鋳型製作状況を示す。

一般機械部品大型鋳物

減速材用ギヤケース、タービンケーシング、ディゼルエンジンベッド等の大型鋳物は70tに及ぶものを製作しているが、これ等に対しては熔解は総て特長のある反射炉で行い低炭素の高級鋳鉄で黒鉛は微細に均一に分布し強度高く鋳巣、引け等の欠陥少ないものを作っている。又鋳型の製作には砂は勿論、縮みに対する特別の配慮を払い鋳造歪の少ない優秀なる高級鋳物の製作に努力している。第47図は大型鋳物の注入状況、第48図は鋳放重量55tの減速機ケーシング、第49図は34tのタービンケーシングを示す。

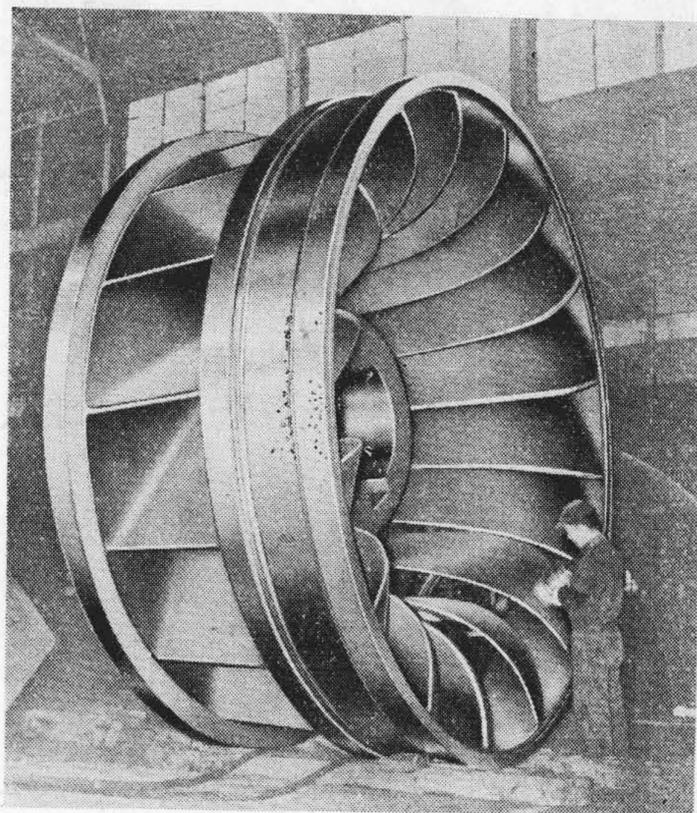
鋳鋼品 Steel Casting Products

水車用鋳鋼品

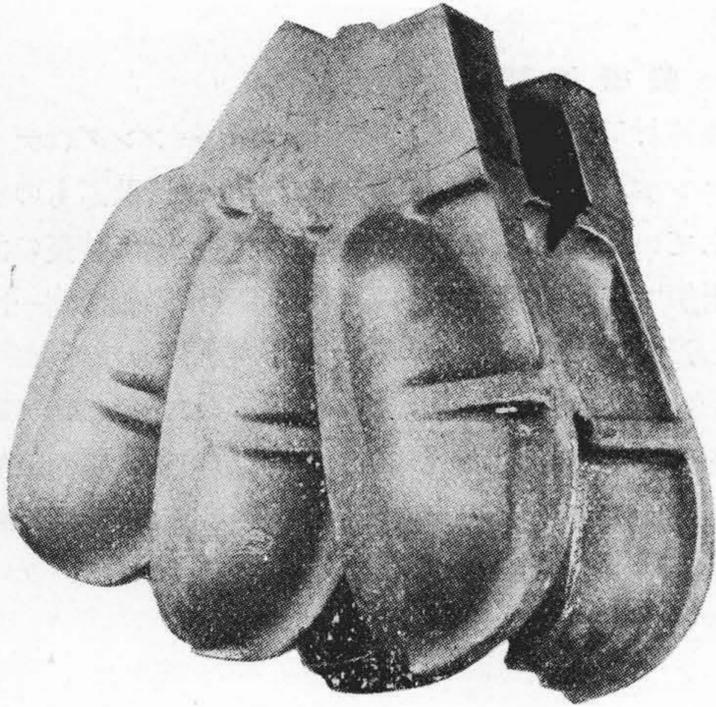
水車関係部品は耐蝕耐磨耗性を有する18-8系不銹鋳鋼、13Cr系不銹鋳鋼、低Mn鋳鋼等の特殊鋳鋼が大量に使用される。フランス水車ランナ、ランナボス、ブレード等超大物鋳鋼品もこの種材質に対する技術経験を駆使して優秀な製品を鋳造し得た。第50図は丸山発電所納水車の13Cr不銹鋼製フランスランナを示す。

ペルトン水車バケットは13Crと共に耐磨耗性の優秀な低Mn鋳鋼が使用される。第51図(次頁参照)は13Cr系不銹鋼三連バケット、第52図(次頁参照)はデスク、バケット一体の低Mn鋼バケットランナの写真を示す。

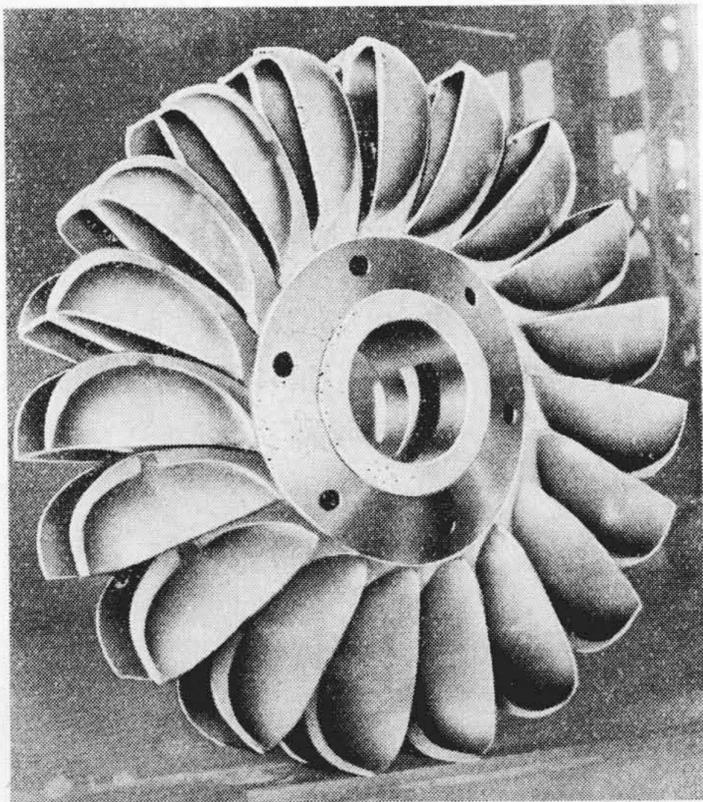
水車ケーシング、ノズルパイプ、スピードリング、ガ



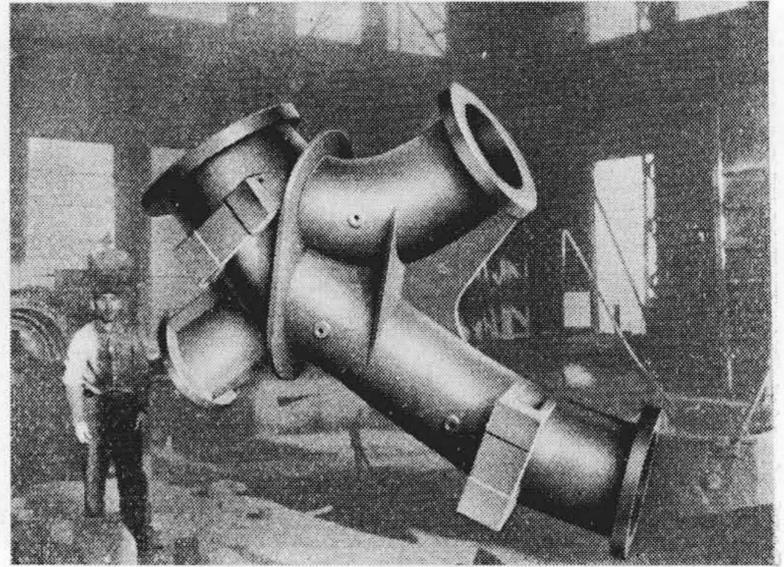
第50図 13Cr鋳鋼フランスランナ
Fig.50. Runner of Francis Turbine Made of 13Cr-Cast Steel



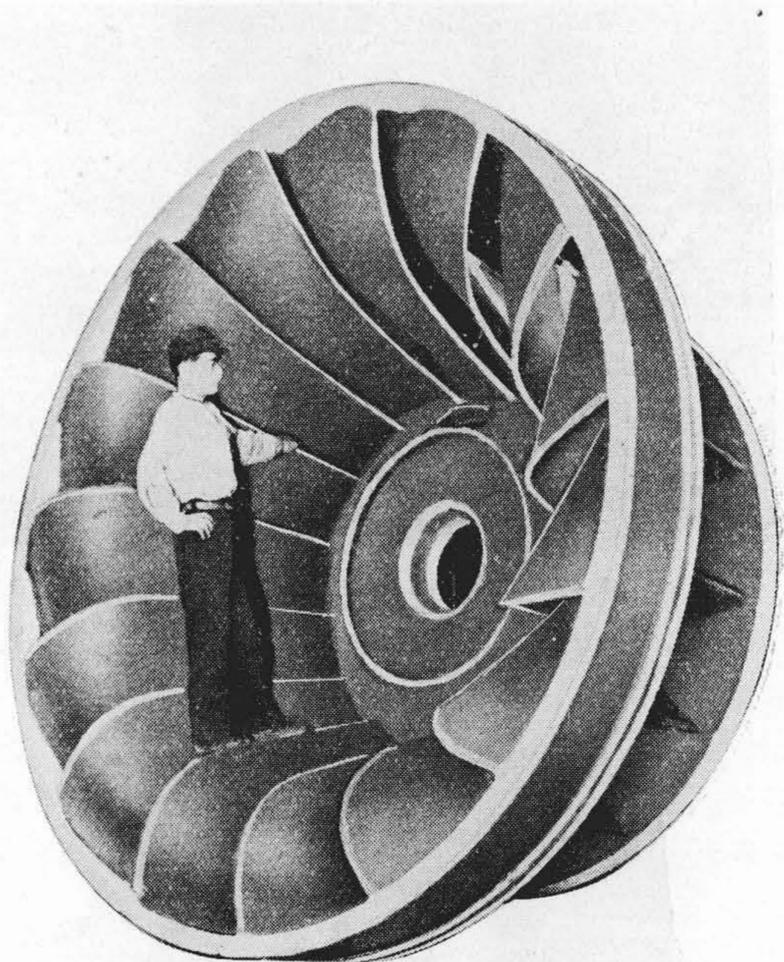
第 51 図 13Cr 铸鋼三連バケツト
Fig. 51. Integrally Cast Three Buckets of
13-Chrome Alloy Steel



第 52 図 低 Mn 铸鋼バケツトランナ
Fig. 52. Bucket Runner Made of Low
Mn Cast Steel



第 53 図 ペルトン水車ケーシング
Fig. 53. Casing of Pelton Wheel



第 54 図 18-8 不銹鋼を熔接したランナ
Fig. 54. Runner Welded with 18-8 Stain-
less Steel

イドペーン等も大量に生産している。第 53 図は白根発電所用堅軸ペルトン水車ケーシングを示す。

ランナ等で磨耗の甚しい部分には 18-8 不銹鋼などの耐蝕、耐磨耗性材料を熔接し長期間の使用に耐え得る手段を講じている。第 54 図は普通鋼ランナに 18-8 不銹鋼を熔接した状況を示す。

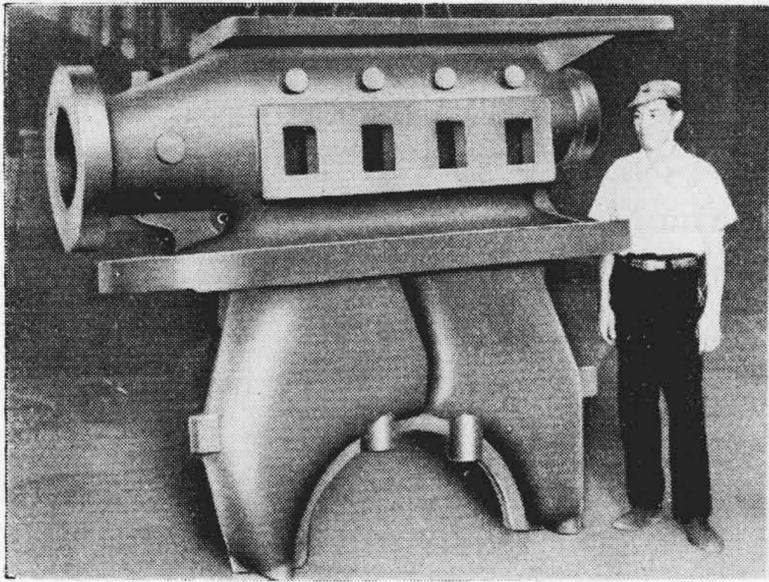
タービン用铸鋼品

タービンケーシング、スチームチェスト等のタービン部品は益々高温高压状態に於ける長期間の稼動に耐え得る必要があり、優良な铸鋼品が要求される。材質は Mo 铸鋼 Cr-Mo 铸鋼が使用され造型、熔解、铸仕上、熱処

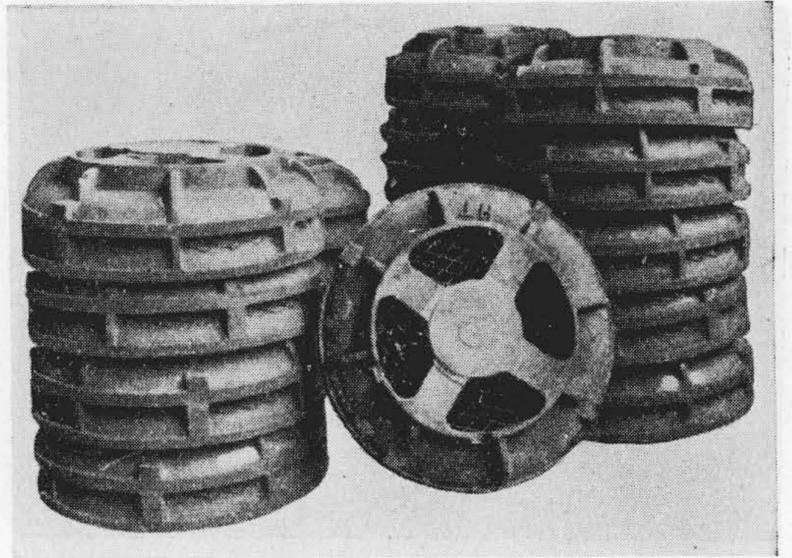
理は特に慎重に行い、亀裂その他欠陥の皆無を期して優秀な製品を製作している。第 55 図は铸込重量 4,600 kg. のスチームチェストの写真を示す。

铸鋼ロール

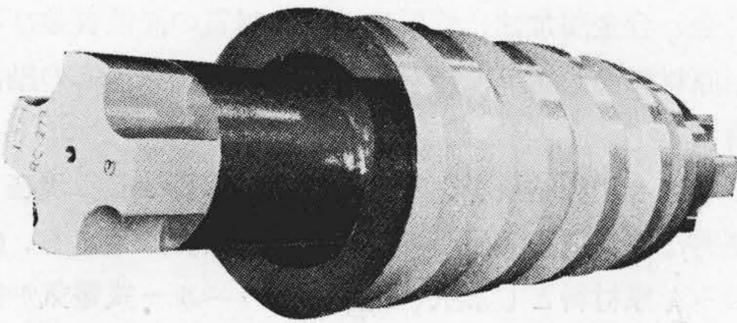
铸鋼ロールは高炭素普通铸鋼、Cr-Mo 特殊铸鋼の 2 種を製作している。特殊铸鋼ロールとしてはシヨア硬度 40 前後の大型キャリバロール、シヨア硬度 45 以上のバックアップロールを製作している。第 56 図は大型キャリバロールの写真を示す。最近アダマイトロールの製造を開始したが、その成績は極めて優秀で初めの期待に背かず、今後の業界進出に新しい希望を与えた。



第55図 Mo 鑄鋼 スチームチェスト
Fig.55. Steam Chest Made of Mo Cast Steel



第57図 電 車 用 鑄 鋼 品 の 一 例
Fig.57. Steel Castings of Tram Motor Parts



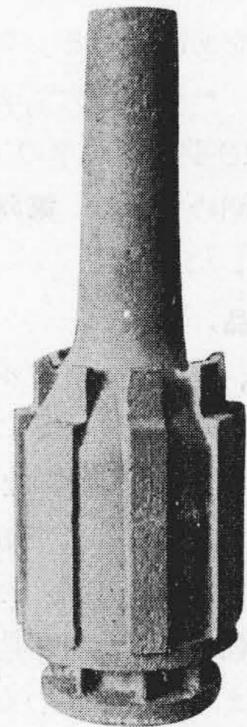
第56図 大型キャリバロール
Fig.56. Large Caliber Roll

電 気 用 及 び 車 輜 用 部 品

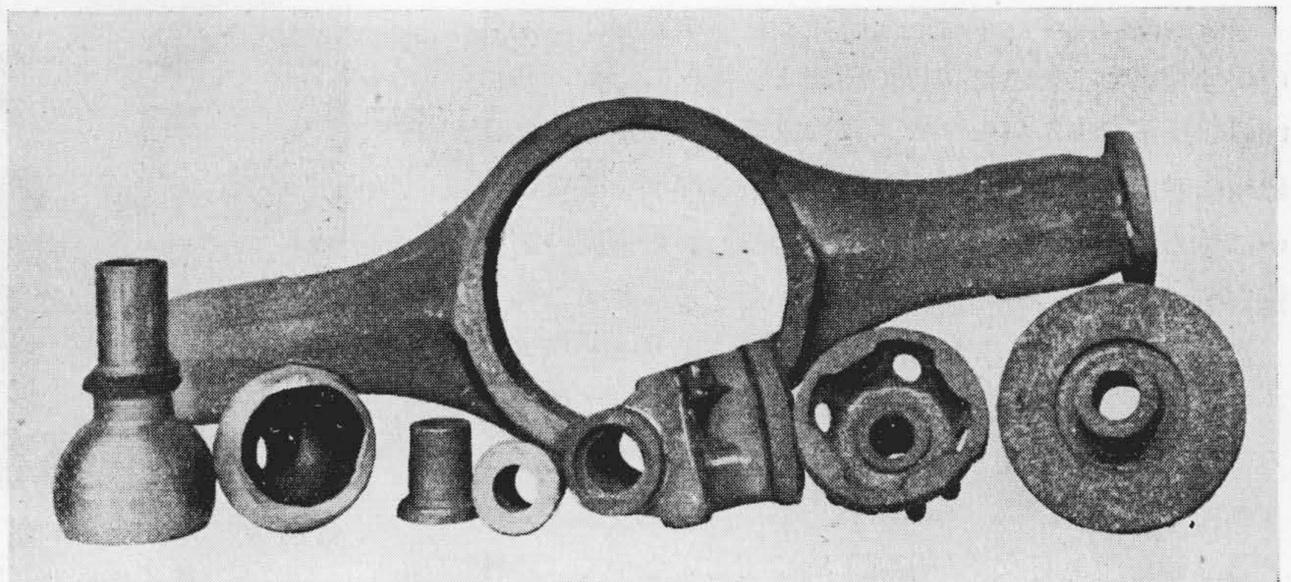
輸送の能率化及び電気軌道の拡張強化に伴つて国鉄電車、客車及びディーゼル車用コロ軸承部品の需要が増加しつつある。電車用電動機主要部品等は海外の諸設計を導入したものが多く、東京都電納め軸承箱のように金網を鑄込んだもの(第57図)や、ディーゼル電動機関車の軸の如く厳格な均肉を要求せられるもの(第58図)などはその例である。

自 動 車 用 部 品

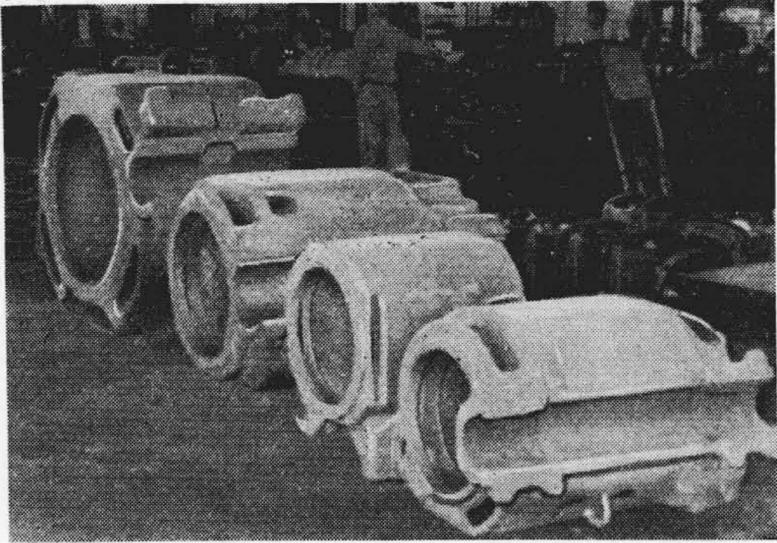
我国の自動車及び自動三輪車の製作台数は最近飛躍的增加し、且つ企業合理化の一環としての輸送力の増強及び能率向上のための馬力及び積載量の増大に伴つて鋼鑄物部品の要求が増加している。自動車鑄物は量産的であるため、内部欠陥を除去するのに押湯量が増加し、コスト高となり勝ちであるが、日立製作所は



第58図 ディーゼル電動機関用鑄鋼部品の例
Fig.58. Steel Casting Parts of Diesel Electric Locomotive Engine



第59図 自 動 車 用 鑄 鋼 部 品
Fig.59. Automotive Steel Castings



第 60 図 直 流 電 動 機 枠 (極軟鑄鋼製)
Fig. 60. Yokes of Motors (Supper-Soft Steel Castings)

方案の研究及び冶金学的理論の応用によつて優良な鑄物の製造に多大の成果をあげている。ウェポンキャリア (日産納入)、民生ディーゼルの大型車並びに愛知機械の“ジャイアント”及び明和自動車の“あきつ”の部品を納入して好成績を納めている。第 59 図(前頁参照)に自動車部品の一例を示した。

極 軟 鑄 鋼 品

電気機関車、電車、更にディーゼル電動機関車等の電動機の枠、即ち磁気継鉄は近く JIS にて鑄鋼品規格として制定される趨勢にある。低炭素量の極軟鑄鋼製である。この継鉄は一般鑄鋼品に比して磁氣的性質に於て厳格な制限があり、透磁性が均一良好であることを要する。日立製作所は長年に亘り製鋼法及び鑄造方案を研究して優良品を量産出来るまでに至つている。その製造中の製品の例を第 60 図に示した。

ダクタイル鑄鉄品 (球状黒鉛鑄鉄品) Ductile Cast Iron

戦後鑄鉄に関する革命的な研究として学界並びに業界の視聽を集めている球状黒鉛鑄鉄は、英国の H. Morrogh 氏が 1947 年セリウムを鑄鉄熔湯に添加し鑄鉄組織中に普通ならば片状に現われる黒鉛の形状を球状のものにすることによつて、延性があつてしかも強度の高い劃期的に優秀な鑄鉄の研究を発表したことに始まつた。

次いで米国の A. P. Gagnebin 氏等によりセリウムの代りにマグネシウム又はその合金を添加剤として使用することの発明が発表されて以来、米国にて急速に実用化されて来ている。

日立製作所亀有及び戸畑両工場にてもいち早くこの種鑄鉄の研究に着手し、以来数年間その製造方法及び諸性質の研究に就きたゆまざる努力を続けた結果、材質的に

優秀な球状黒鉛鑄鉄品を実用的に製造し得るに到つた。

この球状黒鉛鑄鉄の製造法特に添加剤に就いては種々研究が発表されているが、最も実用的なのはマグネシウム或はその合金を使用するものであつて、この方法は Canadian Nickel Product Ltd. の特許であるので日立製作所ではこの実施権契約を行い 1953 年 5 月より効力を生じ正式に生産を開始している。本特許実施権の契約に伴つて本鑄鉄の名称もダクタイル鑄鉄と称することになつた。

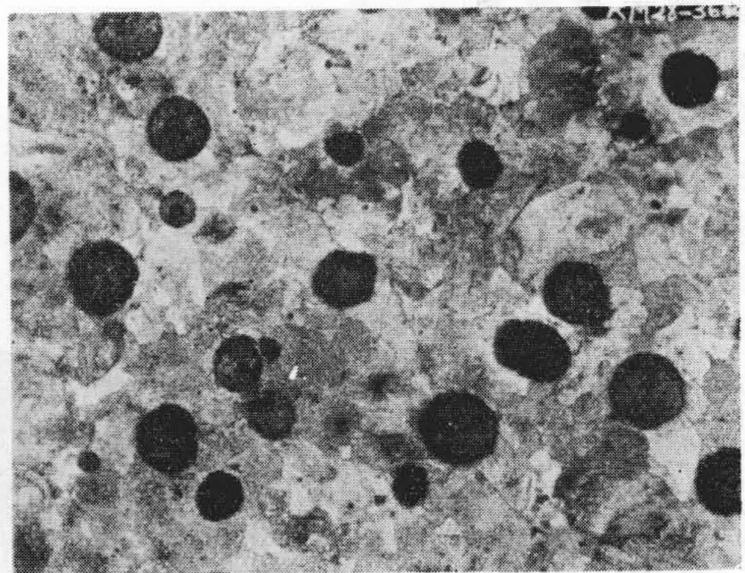
諸種の文献でも明らかなように木炭銑等優秀な特殊銑を熔解材料としなければ優秀なダクタイル鑄鉄は得られないとされているが、これでは原価が高くなり従つて本鑄鉄の実用化を妨げる原因となるので、これを解決するためにはこの鑄鉄の本質を明らかにする必要がある。我々はかゝる見地から適当な鑄鉄成分、添加マグネシウム合金、合金添加法、熔解法及び本材質の諸性質並びに使用原材料の影響等に就いて種々研究の結果一応の結論を得た。

これらの研究結果を逐次現場作業に移行せしむ現在では優秀な原料銑を使用しての高周波電気炉操業にも、鋼屑のみを原材料とし加炭、精錬を行うエルー式電気炉操業にも或は又特殊な方法によるキユポラ操業にも成功しているので種々の情勢の変化に応じて安全に本鑄鉄を生産し得る確信を得た。

こゝに本鑄鉄の諸性質の概要と最近の製品の若干を紹介することにした。

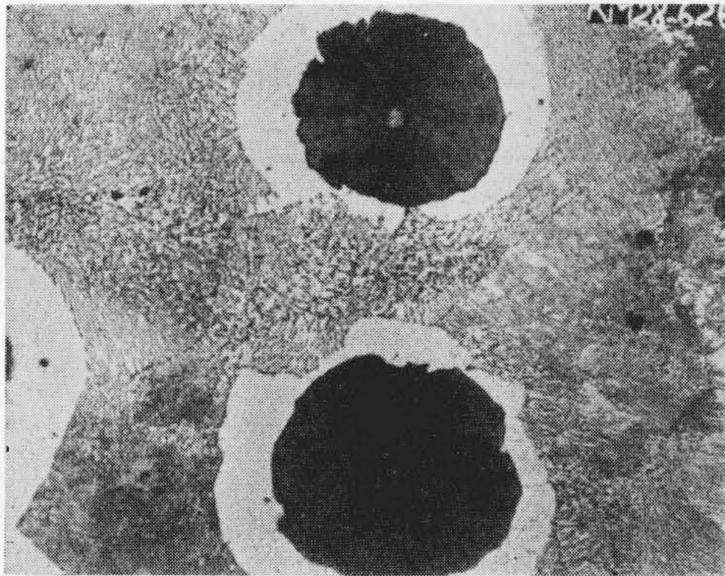
ダクタイル鑄鉄の種類

ダクタイル鑄鉄は使用原材料や熔解法、マグネシウム処理方法の如何によつて種々の機械的性質のものが得られるが、これを顕微鏡組織から分類すると次のようになる。



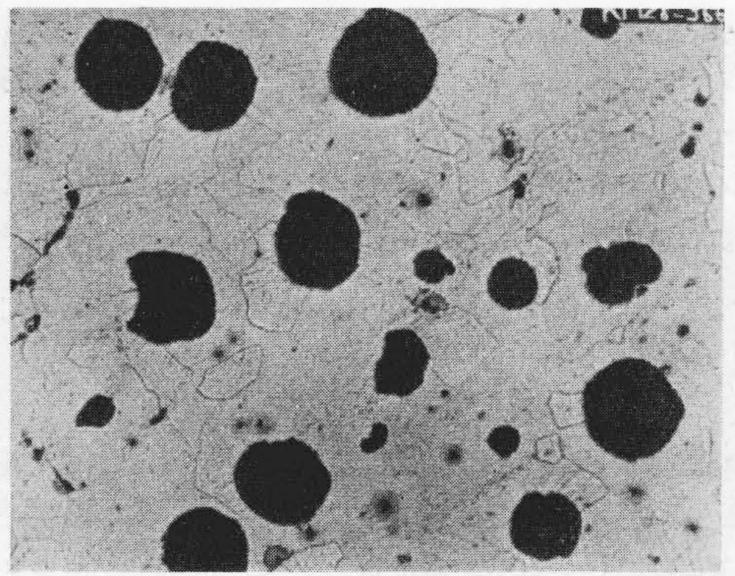
第 61 図 パーライト型ダクタイル鑄鉄の顕微鏡写真 (ピクリン酸アルコール腐蝕 ×100)

Fig. 61. Microphotograph of Pearlite Ductile Cast Iron (×100)



第62図 パーライト、フェライト型ダクタイル
 鋳鉄の顕微鏡写真
 (ピクリン酸アルコール腐蝕 ×400)

Fig.62. Microphotograph of Pearlite-Fer-
 ritic Ductile Cast Iron (×400)



第63図 フェライト型ダクタイル鋳鉄の顕微鏡写
 真 (ピクリン酸アルコール腐蝕 ×100)

Fig.63. Microphotograph of Ferric Ductile
 Cast Iron (×100)

第6表 化学成分及び機械的性質の例
 Table 6. Chemical Analysis and Mechanical Properties of Various
 Type Ductile Cast Iron

材質的 種類	組織の種類	熔解番号	化 学 分 析 値 (%)					抗 張 力 (kg/mm ²)	伸 び (%)	ブリネル (硬 度)	
			T.C	Si	Mn	P	S				
高 強 度 型	パーライト セメンタイト型		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	
	パーライト型	M-472	3.80	2.38	0.41	0.077	0.027	67.2	4.50	223	
		M-560	3.75	2.48	0.19	0.038	0.019	83.3	5.92	262	
		B-29	3.69	2.29	0.32	0.027	0.022	74.2	2.40	285	
		M-573	3.75	2.50	0.16	0.035	0.024	79.2	3.50	262	
		M-467	4.10	2.19	0.58	0.028	0.019	80.0	4.25	262	
	パーライト フェライト型	M-563	3.72	2.38	0.15	0.032	0.018	77.4	8.08	235	
		M-560	3.60	2.45	0.16	0.041	0.019	51.6	6.75	235	
		M-329	3.48	2.13	0.16	0.111	0.034	61.4	6.80	197	
		M-232	3.55	2.60	0.45	0.102	0.030	59.8	6.30	197	
		M-181	4.11	2.85	0.48	0.138	0.036	68.2	7.10	229	
	高 延 性 型	フェライト型	M-470	3.72	2.62	0.32	0.083	0.026	53.8	18.0	156
			M-476	3.69	2.52	0.36	0.093	0.024	52.0	18.6	156
			M-502	3.74	2.60	0.27	0.086	0.027	51.0	19.0	163
M-359			3.97	2.25	0.26	0.091	0.029	48.7	20.5	163	
M-363			3.76	2.46	0.24	0.094	0.031	49.6	24.0	170	

- (1) パーライト、セメンタイト型
- (2) パーライト型 (第61図)
- (3) パーライト、フェライト型 (第62図)
- (4) フェライト型 (第63図)

又強度及び延性の大小に基いて高強度型と高延性型に分類することもある。(第6表参照)

ダクタイル鋳鉄の諸性質

- (1) 機械的性質 (第6表参照)

パーライト、セメンタイト型: 鋳造のまま得られる組織でパーライトの地の中に球状黒鉛と遊離セメンタ

イトを有するものである。可成の抗張力を有し、セメンタイトの量の多いものは非常に硬度が高いが延性は殆ど期待出来ない。

パーライト型: 鋳造のまま得られる組織でパーライトの地の中に球状黒鉛を有するものである。抗張力が極めて高く且つ或程度の延性を有する強靱なものである。

パーライト、フェライト型: 鋳造のまま得られる組織で球状黒鉛の周りにフェライトが現われ他はパーライトより成るものである。フェライトの量が多い程延性

が大でしかも相当の抗張力を有している。鑄造のままではかゝる性質が得られるということは本鑄鉄の優れた特長の一つである。

フェライト型：前 3 者を適当に焼鈍すると得られる組織でフェライトの地の中に球状黒鉛を有するものである。可成の抗張力と可鍛鑄鉄以上の延性を有する極めて優れた材質のものである。

(2) その他の諸性質

耐摩耗性：耐摩耗性は普通鑄鉄に較べて遙かに優れており西原式滑り転り磨耗試験機による試験の結果では普通鑄鉄の $\frac{1}{2}$ 以下の磨耗量であつた。実際にダクタイル鑄鉄でギヤを作成し、50%の過荷重の許で 1,500 時間運転後の歯型の磨耗状況をマンガン鋼製ギヤと比較した所、マンガン鋼製のギヤが殆ど使用に耐えない程磨耗したのに対しダクタイル鑄鉄製のものは殆ど運転開始前と変わらない外観を呈していた。このようにダクタイル鑄鉄は耐摩耗と強度とを同時に必要とする部分の材質としては極めて優れたものと考えられる。

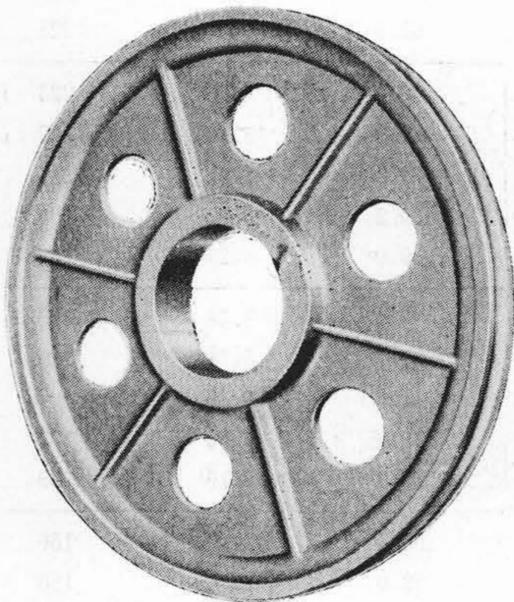
耐熱性：普通の鑄鉄を 700°C 以上の温度迄大気中で加熱冷却を繰返すとパーライト変態に伴う体積膨脹の他に表面の酸化が片状の黒鉛に沿つて次第に内部迄進行す

第 7 表 耐熱性比較試験結果

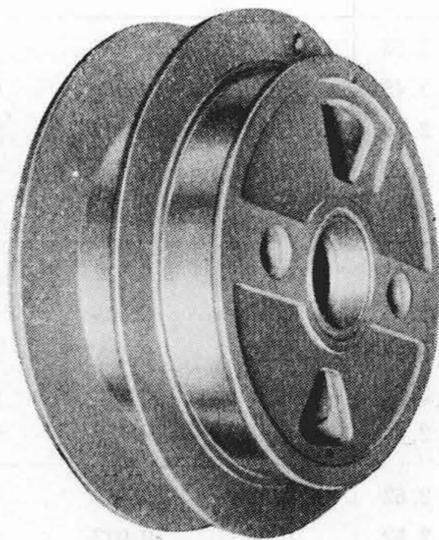
Table 7. Comparison of Heat-Resisting Properties

種 類	抗張力 (kg/mm ²)	伸 び (%)	ブ リ ネ ル (硬度)	酸化層 の厚さ (mm)	線 膨 脹 率 (%)	重 量 増 減 率 (%)	硬 度 低 下 率 (%)
普通鑄鉄	11.7	0	121	1.5	4.4	2.0	20.0
ダクタイル鑄鉄	79.2	5.01	269	0.05	1.8	-1.3	11.0

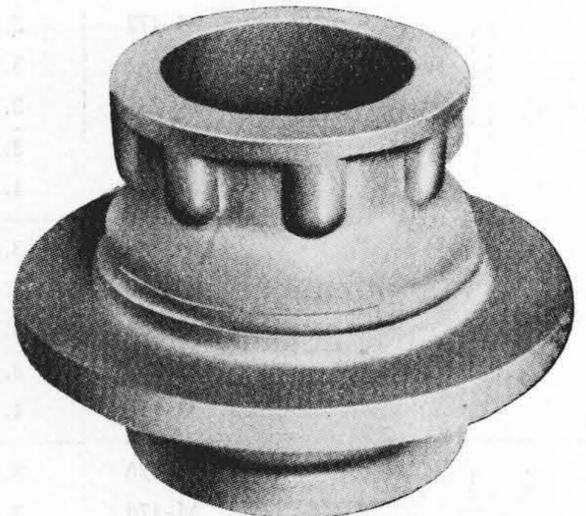
るので、体積が著しく膨脹すると共にその材質も劣化して行くものである。併しダクタイル鑄鉄の場合はパーライトの分解が起り難いと共に、表面に酸化進入の媒体となる黒鉛のない脱炭層が出来るため、普通鑄鉄に較べると体積膨脹も遙かに少なく材質の劣化も僅少である。第 7 表はダクタイル鑄鉄と普通鑄鉄を 830°C 迄 23 回繰返し加熱を行つた時の耐熱性を比較したものである。又ダクタイル鑄鉄成分中の Si% を調節することによつて非常な耐熱性を持たせることも出来る。例えば Si を 5% 程度含有させたダクタイル鑄鉄は 64 kg/mm^2 の抗張力を有し、 900°C 位の温度迄繰返し加熱を行つても殆ど酸化せず 18-8 Ni-Cr 鋼に近い耐熱性を持つたものになる。実際に鍛造用加熱炉のドアやメータカバー用ガラ



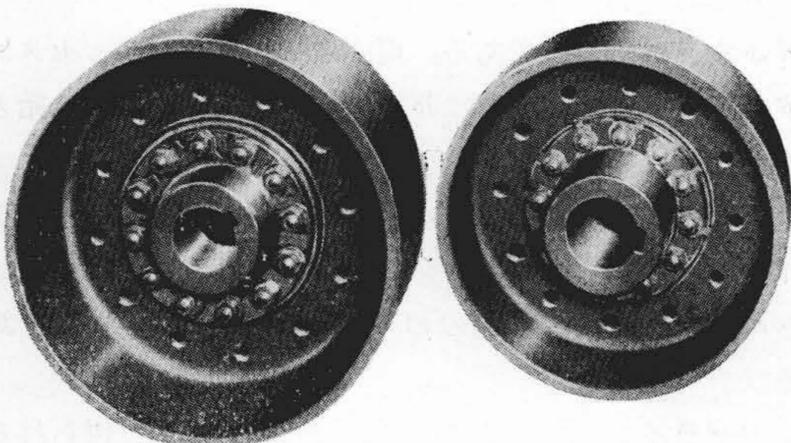
第 64 図 クレーンシーブ
Fig. 64. Sheave of Crane



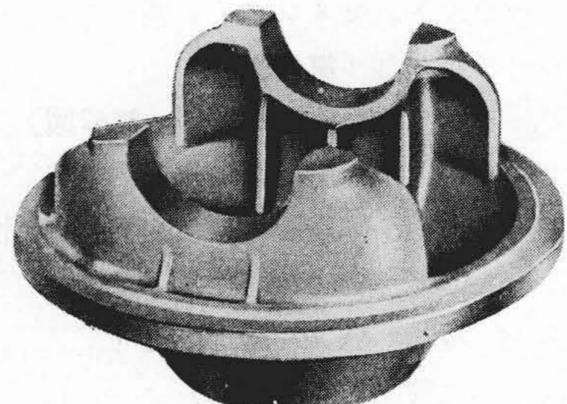
第 65 図 巻上機ドラム
Fig. 65. Drum of Winder



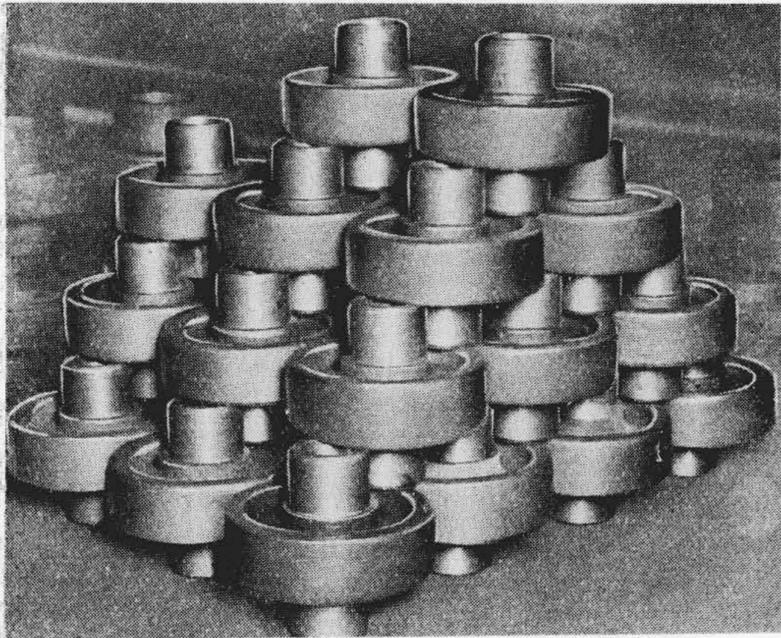
第 66 図 ギヤホイールハブ
Fig. 66. Gear Wheel Hub



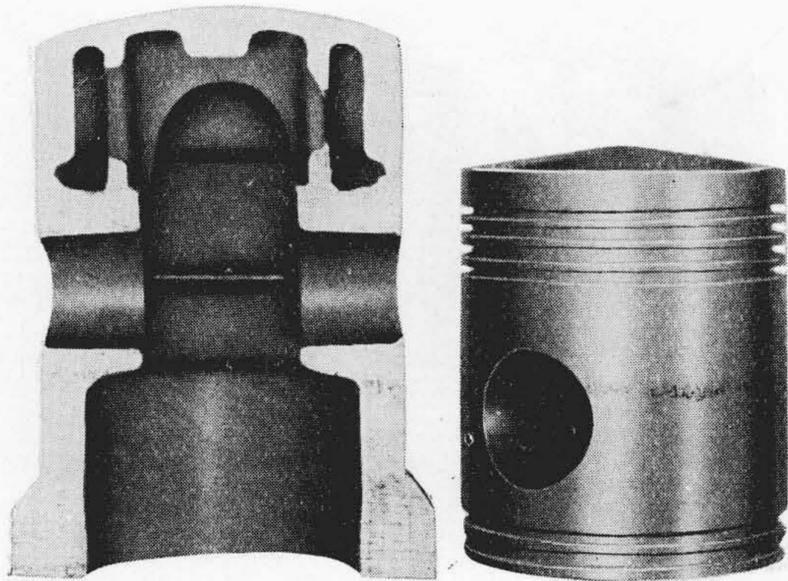
第 67 図 フレキシブルカップリング
Fig. 67. Flexible-Couplings



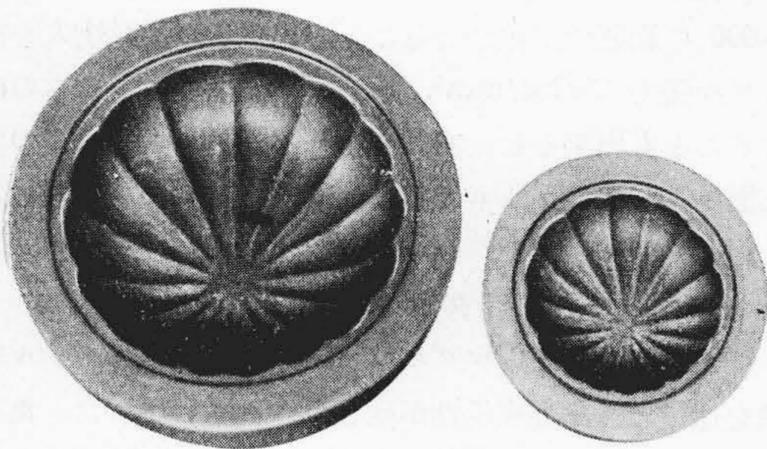
第 68 図 ギヤキャリア
Fig. 68. Gear Carrier



第69図 キャタピラローラ
Fig.69. Rollers of Power Shovel



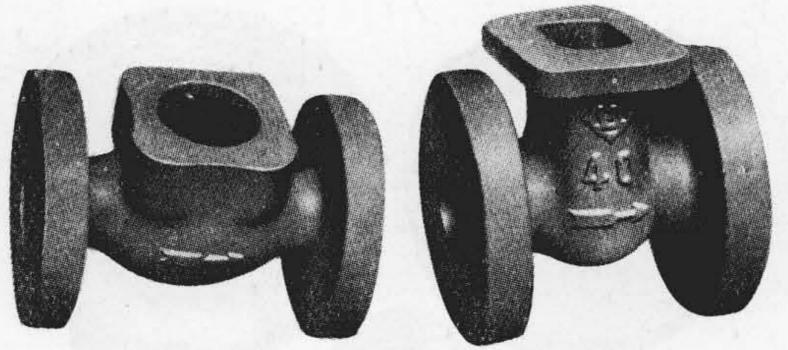
第70図 ピストン
Fig.70. Piston



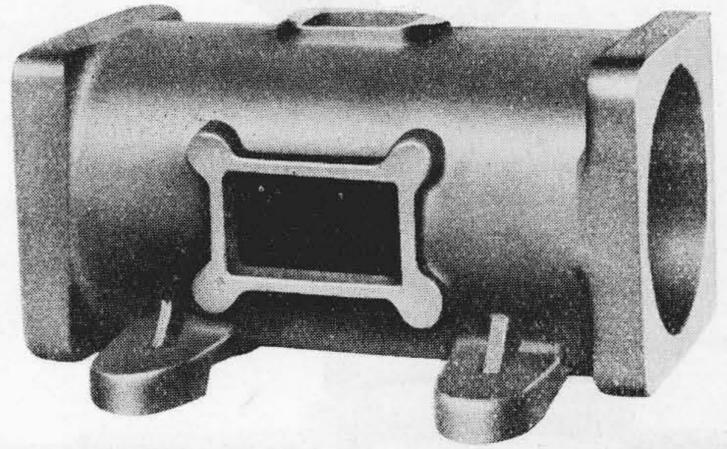
第71図 ガラス食器用金型
Fig.71. Glass Moulds

スモールド等を使用した結果では今迄使用していた鑄鉄品に較べて3~4倍の寿命を持つことが判つている。

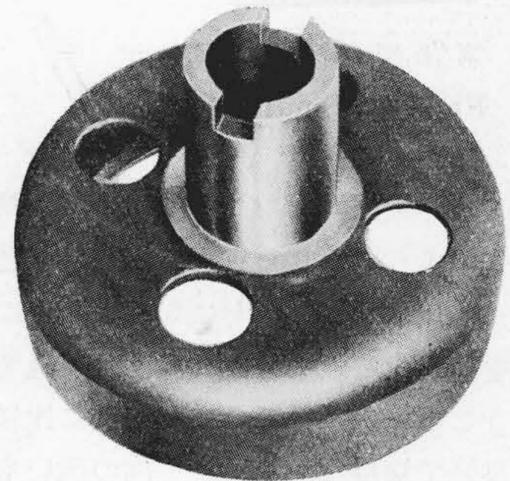
切削性： パーライト型のダクタイル鑄鉄は第6表に示すように約270のブリネル硬度を有しているので、ブリネル硬度約200の普通鑄鉄に比較すると若干切削性は良くない。併し同一の硬度のものに就いて比較するとダ



第72図 小型バルブボデー
Fig.72. Small Valve Bodies



第73図 ステアリングシリンダ
Fig.73. Steering Cylinder

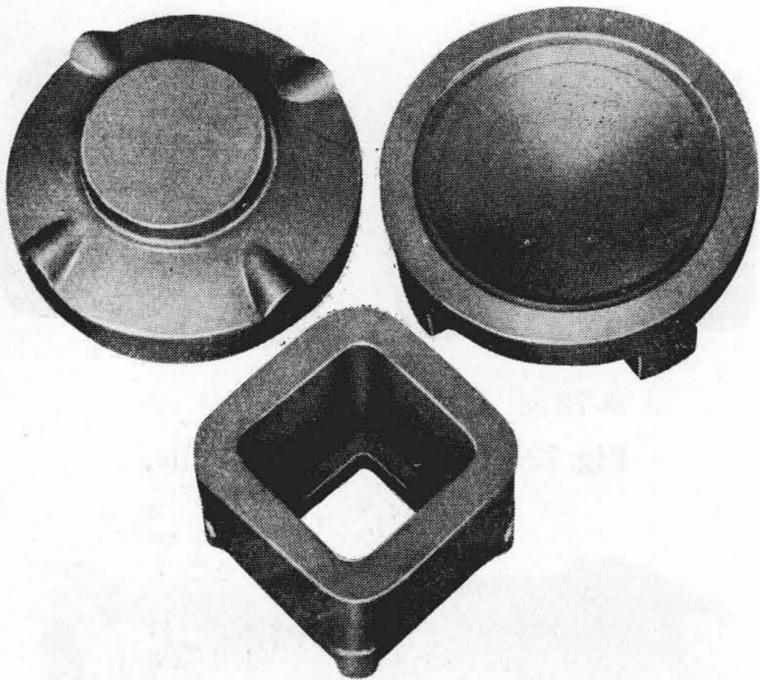


第74図 ホイスト固定ギヤー
Fig.74. Fixed Gear of Hoist

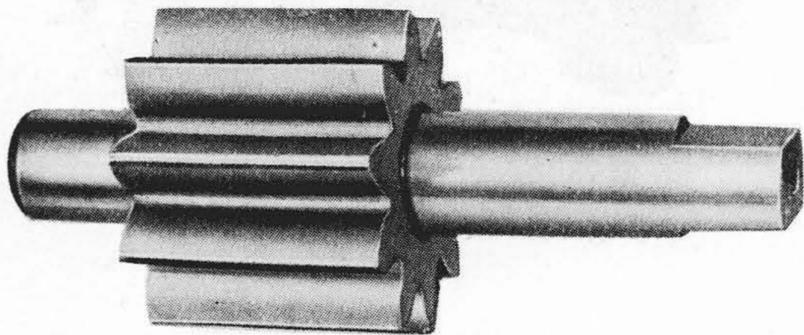
クタイル鑄鉄の場合は普通鑄鉄を切削する場合より約25% 切削速度を上げ得ることが判つている。焼鈍を行つたブリネル硬度170位のフェライト型ダクタイル鑄鉄であれば305 m/min という高速(普通鑄鉄で100 m/min 位)で切削が可能である。

疲労限： 小野式疲労試験機でダクタイル鑄鉄の疲労試験を行つた結果によると、組織中の黒鉛が球状であるということは疲労破壊に対し非常な抗抵を与えるようで24 kg/mm² という値を得ている。これは鑄鋼に匹敵する値である。

鑄造性： 普通鑄鉄に較べて凝固の時の収縮が大きいので引け巣を生じ易いが、押湯等から熔湯の補給を十分



第 75 図 各種 ガラス モールド
Fig. 75. Various Type Glass Moulds

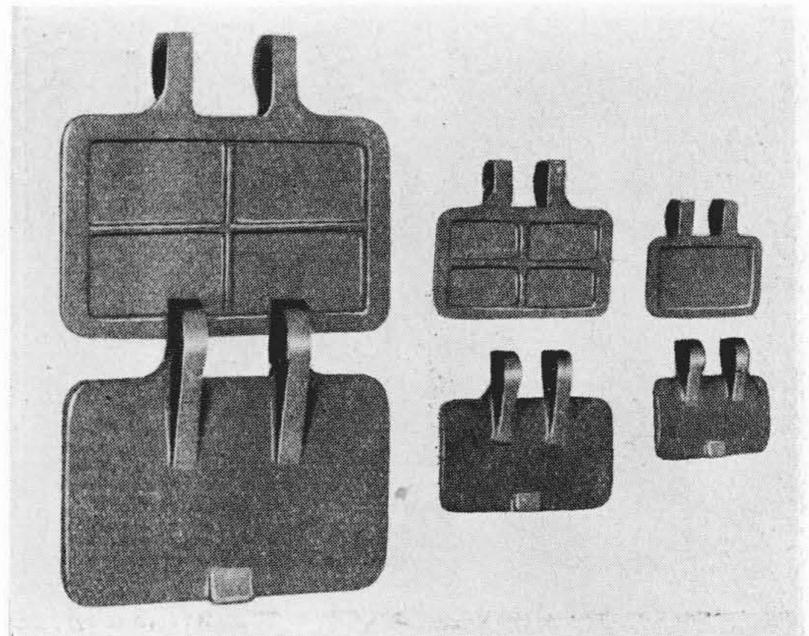


第 76 図 小 型 ギ ャ ー
Fig. 76. Small Gear

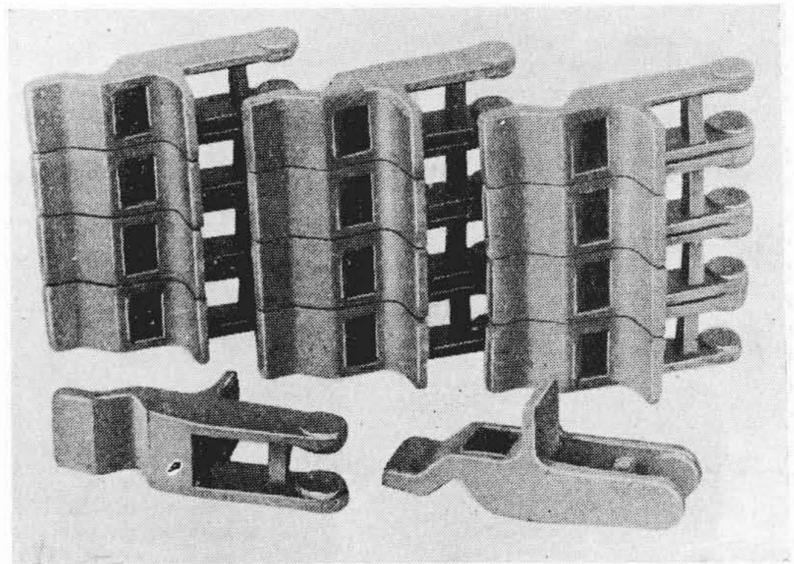
行うと共に冷金等を用いて製品各部の冷却速度を適当に調節することにより完全な鋳物を実用的に鋳造出来る。このダクタイル鋳鉄の非常に有利な点は鋳鋼に匹敵する機械的性質を持ちながらその凝固温度が普通鋳鉄のように低いということである。そのため鋳鋼に比較して熔湯の流動性が良好で複雑な形のものや肉の薄いものに鋳込み得ると共に、砂の焼付も少なく綺麗な鋳肌のア物を作ることが出来る。

肉厚感度：同一の熔湯を注入した場合に、肉厚の増加による材質の低下が普通鋳鉄よりも少ない。成分の調整を適当に行えば 3~500 mm の肉厚のもの迄鋳込むことが出来る。可鍛鋳鉄では肉が厚くなると斑銹部が出て鋳造不可能になるがダクタイル鋳鉄は肉の厚いものでも容易に鋳造出来る。

熱処理性：ダクタイル鋳鉄の黒鉛化焼鈍は可鍛鋳鉄に較べてはるかに容易であるが、使用原材料、熔解法、マグネシウム量やマンガン量によつて若干異つた値を示す。又焼入、焼戻しによる調質が可能であつて、焼戻し温度を適当に変えることにより鋳放しで抗張力 60 kg/mm²、伸び 1% 程度のダクタイル鋳鉄の機械試験値を抗張力 40~90 kg/mm²、伸び 1~4%、ブリネル硬度 200



第 77 図 各種 オイルカバー
Fig. 77. Various Size Oil-covers



第 78 図 A.C. 接触子台支持金具
Fig. 78. Supporting Parts of A.C. Contact-maker

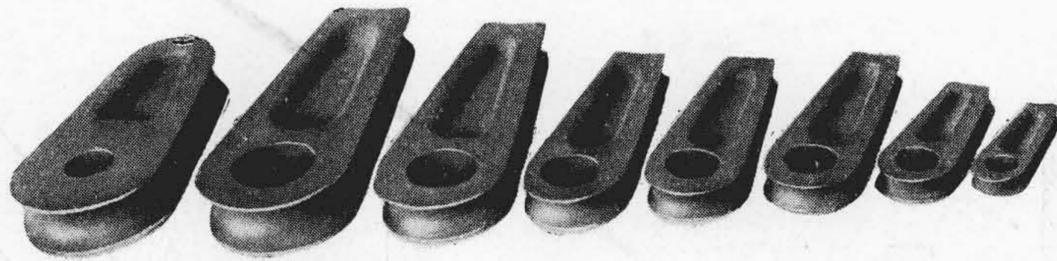
~600 の範囲で変化させることが出来る。恒温焼入を行つて抗張力 120 kg/mm²、伸び 6% という材質のものにする事も出来るし、高周波電流或は酸水素焰によつて表面焼入を行いブリネル硬度 600 以上のものを造ることも出来る。

キニポラによるダクタイル鋳鉄の製造

キニポラの熔湯をマグネシウム処理してダクタイル鋳鉄を造る方法は従来延性が殆ど期待出来なかつた。亀有工場に於てキニポラ操業法に関し種々研究の結果、鋳造のままで 3~5% の延性を有するダクタイル鋳鉄を合理的な原価で生産することに成功した。第 8 表はその機械的性質と化学分析値とを例示したものである。

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（例えば耐摩耗性や耐熱性等）に応じ、その熔解材料やマグネシウム含有量或は熱処理方法等を変えて種々のものを造ることが出来る。日立製作所亀有工場



第79図 各種コッタ

Fig.79. Various Size Cotters

第8表 キュボラ熔湯をMg処理したものの化学成分及び機械試験値(鑄放し)

Table 8. Chemical Analysis and Mechanical Properties of Cupola Ductile Cast Iron (As cast)

熔解番号	化学分析値 (%)					抗張力 (kg/mm ²)	伸び (%)	ブリネル硬度
	TC	Si	Mn	P	S			
C-2-2B	3.98	2.84	0.14	0.030	0.017	77.4	3.59	269
C-2-3B	4.01	2.72	0.14	0.033	0.022	76.0	4.25	255
C-2-4B	3.92	2.60	0.15	0.032	0.019	79.5	5.00	262
C-2-4C	3.92	2.55	0.15	0.028	0.027	82.3	3.67	269
C-3-3D	3.77	2.05	0.18	0.028	0.019	71.5	3.60	248
C-3-4A	3.68	1.75	0.17	0.030	0.022	72.1	4.0	248
C-3-5A	3.69	1.89	0.18	0.027	0.024	80.5	4.0	262
C-3-6A	3.69	2.02	0.16	0.028	0.018	79.4	3.60	262

第9表 ダクタイル鑄鉄の材質規格

Table 9. Specifications for Ductile Cast Iron

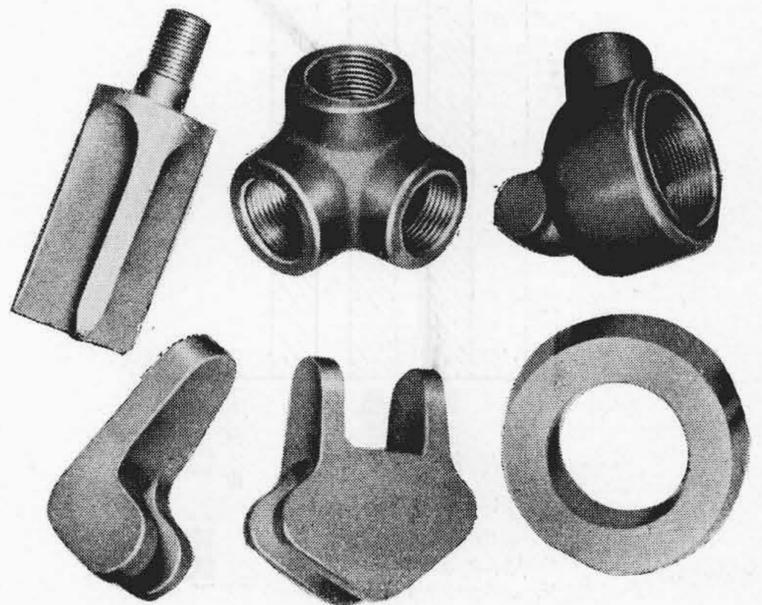
材	質	抗張力 (kg/mm ²)	伸び (%)	ブリネル硬度
第1種		55以上	—	230~290
第2種		65以上	2以上	225~265
第3種		55以上	5以上	195~225
第4種		50以上	8以上	170~195
第5種		40以上	15以上	140~180

では本鑄鉄の材質規格として第9表の如く5種類を作り製品の用途により適当なものを選択している。

ダクタイル鑄鉄の用途

上述せるようにこのダクタイル鑄鉄は普通鑄鉄に近い鑄造性と鑄鋼に近い機械的諸性質を兼ね有し、且つ優秀な耐摩耗性、耐熱性等を持つ新鑄造材料としてその適用分野は極めて広範囲に亘り得るものと考えられる。用途を取纏めて大別すると

- (1) 鑄鉄で造るには一寸危険であるため止むなく鑄鋼製としているもの。
- (2) 鑄鋼で造るには形状が複雑すぎたり薄肉すぎるもの。
- (3) 鑄鋼よりも仕上代を減じ鑄物重量を軽くしたいもの。
- (4) 鑄鋼よりも鑄肌を綺麗にしたいもの。
- (5) 鑄鉄、鑄鋼より耐摩耗性の大きなることが必要なもの。



第80図 各種小物部品

Fig.80. Various Light Castings

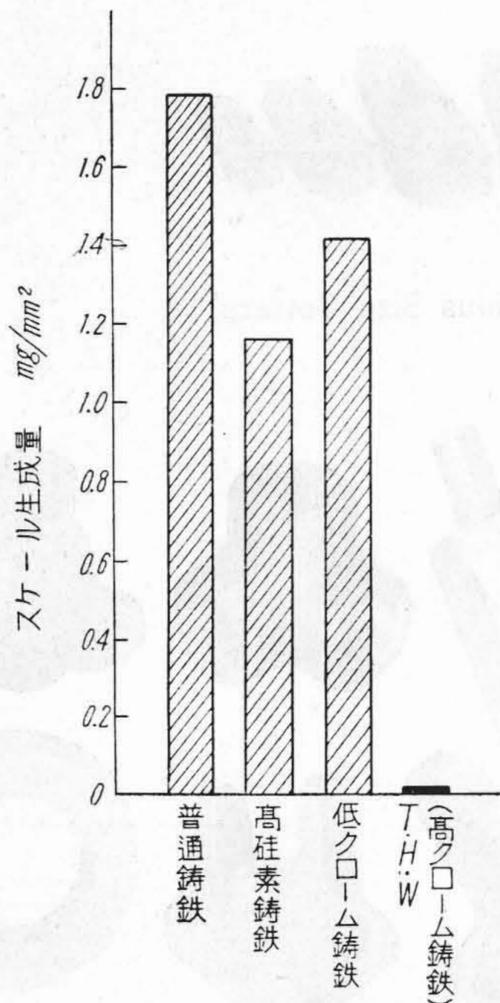
- (6) 鑄鉄、鑄鋼より耐熱性の優れていることが必要なもの。
- (7) 可鍛鑄鉄で造るには肉厚すぎて斑銹部が出るもの。
- (8) 特殊な合金鑄鉄で造っていたもの。
- (9) 鋼板を熔接して造っていたものゝ一部。
- (10) 鍛造品の一部。

かくの如き見地から諸種の機械部品に就き試作を行い、実際製品に取付けて試験を行つては、すべて事故なく好結果を得ているので特許実施権の取得後は正式に製品に採用しており逐次その適用範囲を拡げつゝある。

第64図から第80図迄に最近製品化せるダクタイル鑄鉄品の一部を列挙した。

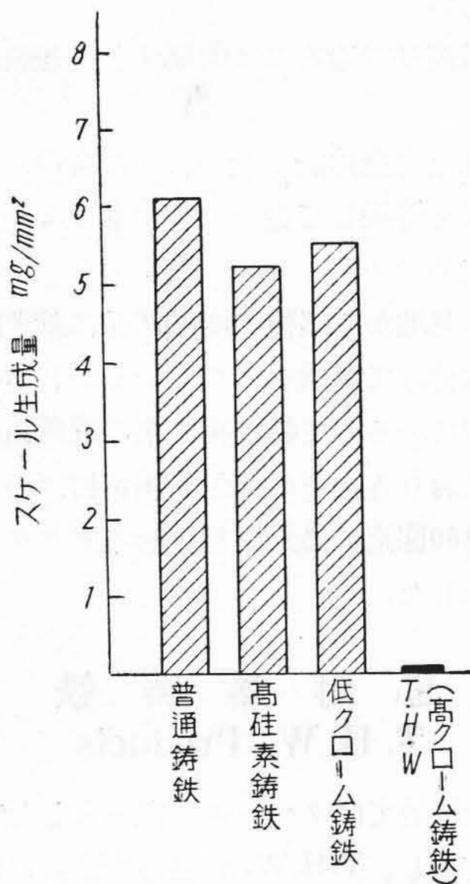
**超耐熱鑄鉄
T. H. W. Products**

日立製作所に於てはクロームを主体とした高クローム耐熱鑄鉄を創製し、T.H.W.の名称で改良に改良を重ね優秀な耐熱鑄鉄を製造している。耐熱鑄鉄の具備すべき条件としては高温度に於て酸化が少く且つ加熱冷却を繰返して生長を起さず而も鑄造性の良いことを必要とするのであるが、T.H.W.は完全にこの条件を満足するものである。T.H.W.の特長を挙げれば次の如くである。



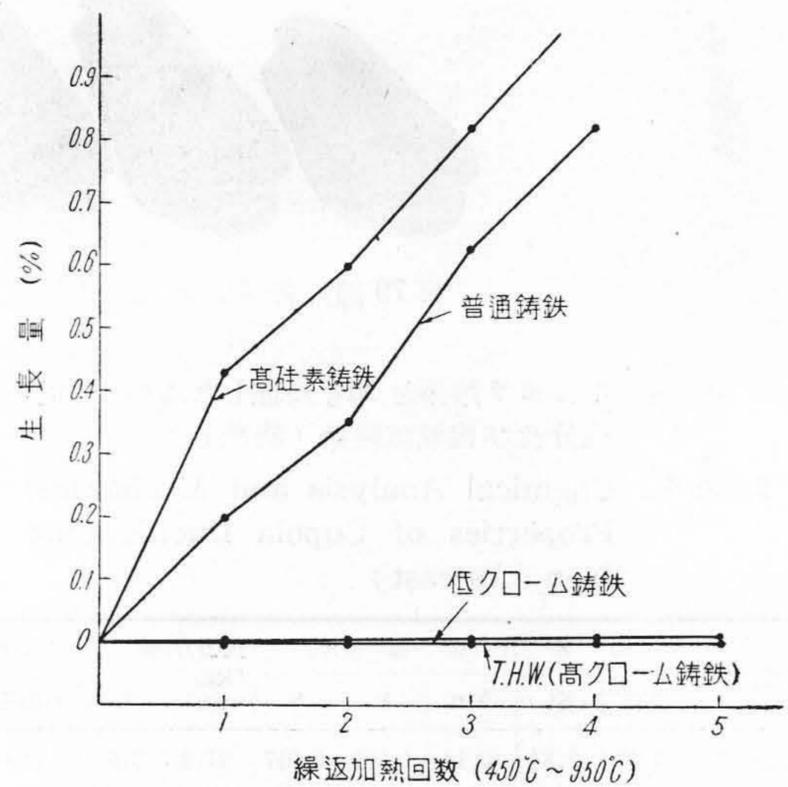
第 81 図 800°C で 30 時間酸化性雰囲気中で加熱した場合の酸化量の比較

Fig. 81. Comparison of Oxidation when Specimens Were Heated for 30 Hours at 800°C in Oxidizing Atmosphere



第 82 図 980°C で 15 時間酸化性雰囲気中で加熱した場合の酸化量の比較

Fig. 82. Comparison of Oxidation when Specimens Were Heated for 15 Hours at 980°C in Acidic Atmosphere



第 83 図 450°C より 950°C までを繰返加熱した場合の生長量

Fig. 83. The Extent of Growth when Specimens Were Heated Repeatedly at 450°C to 950°C

(1) 高温に於て酸化が極めて少い。

第81図は各種材質に就いて 800°C で 30 時間酸化性雰囲気中で加熱した場合の酸化量を示したものである。又第82図には 980°C で 15 時間加熱した場合の酸化量を示している。これよりみてもわかる如く、T.H.W. は高温での酸化は殆どなく耐熱鑄鉄としては頗る優秀であることがわかる。

(2) 加熱冷却を繰返しても成長しない。

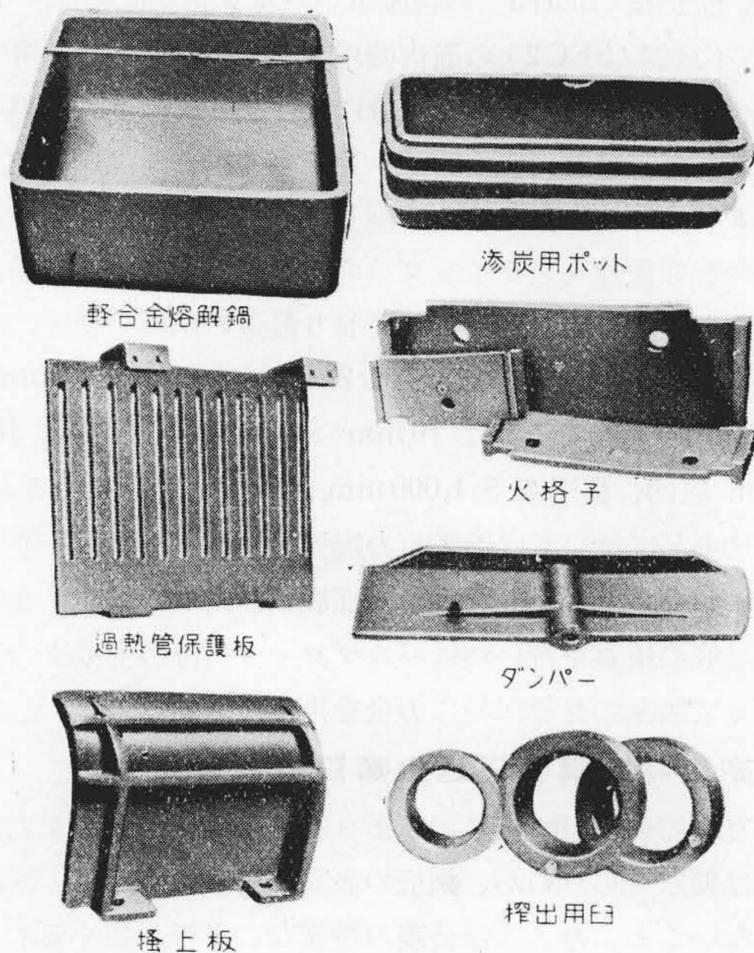
普通鑄鉄は加熱冷却に際して種々の組織変化を起し、而も片状黒鉛にそつて酸化作用も起るために次第に膨脹してゆくが T.H.W. は安定なクローム炭化物を作つており而も表面には緻密な酸化皮膜を生ずるため成長は全然起さない。第83図は各種材質を 450°C より 950°C まで繰返し加熱冷却した場合の成長量と繰返し加熱回数との関係を示すものである。

(3) 適当な熱処理を施せば機械加工が出来る。

T.H.W. の硬度は頗る高く、鑄放しでロックウエル “C” 60 を示し抗張力は 50 kg/mm²、衝撃抵抗は普通鑄鉄の約 3 倍である。従つて鑄放しのまゝでは機械加工は不可能であるが、800°C に於て適当な時間保持して後炉中冷却を行えば、硬度はロックウエル “C” 45 位に低下し、クローム炭化物が球状化されて切削可能となる。

(4) 鑄造性が優秀である。

以上の如き特長をもつ T.H.W. の主な用途は硫酸製造に於て硫化鉄鉱の焙焼炉に使用するラップルケースであり、亜硫酸ガス雰囲気中にて優秀なる耐熱性と耐磨耗



第84図 T.H.W. 製品
Fig.84. Several Kinds of Articles Made from T.H.W. Casting

性を実証している。又 900°C 以上の高温で使用するセメント焼成窯の部品や、ボイラの部品としても広く使用されている。その他高熱攪拌用品、滲炭用ポット並びに蓋、金属熔解鍋、過熱管保護板並びに取付金物、各種炉用ダンパー並びにケーシング、火格子等広範囲な用途に応じつゝある。第84図にこの製品の一部を示す。

特殊鋼 Yasugi Special Steel

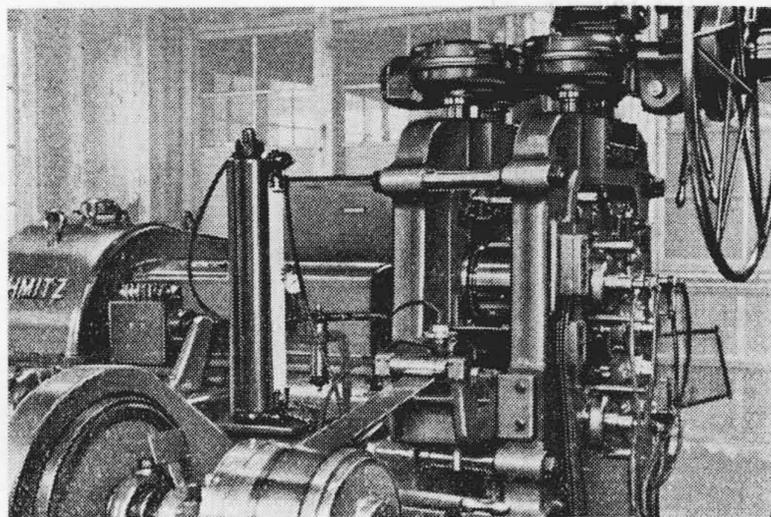
鋼板、棒鋼 Steel Plate, Steel Rod

6段冷間圧延機に依る特殊鋼磨帯鋼の試作

特殊鋼磨帯鋼は高級時計ゼンマイ及び安全剃刀替刃等の如く優良なる原料より製鋼せられた材料を精密な圧延機に依り仕上げられ材質的にも形状的にも優秀なことが要求せられる。

而して日立製作所安来工場に於て生産される特殊鋼の優秀性は定評のある所である。特殊鋼磨帯鋼の生産に就いては、従来4段冷間圧延機を使用し生産しておつたのであるが、今回ドイツのシュミット社より優秀なる6段冷間圧延機を輸入したので一段と精密なる仕上寸度を得るべくこれが試作を開始した。これに就いてその概略を説明する。

(1) 設備の概略



第85図 6段冷間圧延機
Fig.85. 6-High Cold Rolling Mill

第10表 6段冷間圧延機仕様
Table 10. Specifications of 6-High Cold Rolling Mill

製作所		アウグスト・シュミット社
六段冷間圧延機	作業ロール寸法	130φ×200 L
	作業ロール硬度	SH >95°
	支持ロール寸法	250φ×170 L
	支持ロール硬度	SH 85°
	圧延速度	27, 37, 52 m/min
	圧延馬力	44 kW
	圧延圧力	100 t
附属機械	スリッパ	岸田製作所製 薄物ストリップ数条切断可能
	表面研磨機	岸田製作所製 湿式 4~ローラ表面研磨機

第11表 圧延材厚さ及び寸法公差
Table 11. Tolerance for Thickness and Thickness of Rolled Materials

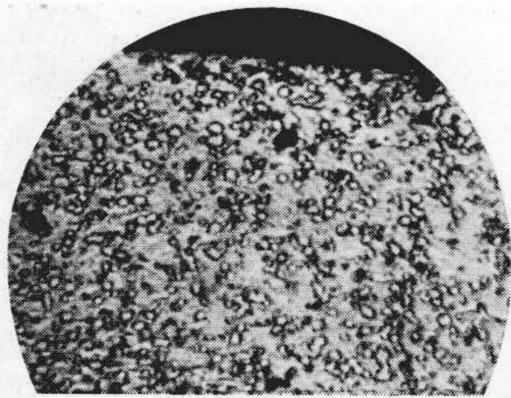
製品寸法	JIS G 3311 1級公差	六段圧延機製品公差
0.5	±0.020	±0.010
0.4	±0.020	±0.008
0.3	±0.015	±0.006
0.2	±0.013	±0.004
0.1	±0.010	±0.002
0.08	±0.008	±0.002

(備考) 厚さは両耳より 10 mm の所を測定する。
単位 mm 製品幅 100 mm
寸法測定は 0.001 mm の Solex type 空気マイクロにて実施。

新設せる6段冷間圧延機の仕様の概要は第85図及び第10表に示す。

(2) 圧延方法

電気炉操業に依り清浄鋼及び特殊元素を配合して 400 kg 鋼塊を造り、これを中型圧延機に依り 110 mm 角の鋼片とする。次で小型圧延機に依り厚さ 2 mm, 幅 100 mm のコイルを作り冷間圧延工場に送られる。同工場



第 86 図 0.1 mm KK 材圧延組織 ×400

Fig. 86. Microstructure of Rolled Material
0.1 mm KK Strip ×400

に於て酸洗、焼鈍後 4 段冷間圧延機に依り適当なる寸度に加工せられたものを 6 段冷間圧延機に依り圧延、焼鈍、表面研磨、冷間圧延を数回繰返し所定の寸法に仕上げる。

各焼鈍毎に光輝焼鈍をして均一な組織硬度を得た後所定の寸法に裁断し厳密なる検査試験を経て特殊な防錆油を塗布の後出荷する。

(3) 精 度

前述の如く焼鈍、表面処理、冷間圧延の三者を適当に組合せて仕上げられる。そのため精度は第 1 回試作であるにもかかわらず予期以上の成績を得ることが出来た。

- (a) 厚さ寸法公差及び仕上寸法 (第 11 表前頁参照)
- (b) 幅公差 100 mm 以下 ± 0.1 mm
- (c) 表面粗さ 0.2μ (NF 粗度計にて測定: NF 15~20)
- (d) 脱炭 脱炭は含有炭素量の変化と表面脱炭層の調査を行い粗材及び製品炭素量の比較は下記の如く、脱炭層は第 86 図に見る如く全く見られない。

粗材炭素量 (%) 1.20 1.21 1.19 1.20

製品炭素量 (%) 1.20 1.20 1.19 1.21

- (e) 組織 組織は第 86 図の如き顕微鏡組織で炭化物も細かく、分布状態も良好である。

以上の如く 6 段冷間圧延機に依る磨帯鋼の第 1 回試作に就き簡単に説明を行つたが今後共不断の研究をなし如何なる洋鋼と雖もこれを凌駕することの出来ぬ特殊鋼磨帯鋼の生産に鋭意努力中である。

センターレスグラインダーに依る高級磨棒鋼の製造

日立製作所安来工場に於けるセンターレスグラインダーに依る高級磨棒鋼の生産は棒鋼二次加工品中の主力をなすもので、精製せる材料に適切なる熱処理並びに入念なる加工を施した上に品質管理の手法も十分に取入れて製造した量産品として好評を博しており過去数年間安定した需要のある特長のある製品である。

品目としては高速度鋼 (SKH2 X1) のドリルロッド

材、耐熱鋼 (SEH3) の自動車用バルブロッド材及び 13 Cr 不銹鋼 (SEC2) の通信機用スイッチシャフト材等では安来鋼の特性を十分に発揮せしめるべく熱処理を施した素材を用い曲矯正、荒研削後に高性能のグラインダーに依り入念に仕上研削したものである。品質的には今春新鋭輸入グラインダーの増設を見て生産能力並びに加工精度の向上が得られており最近の市場の要望に応じておるが加工可能な寸度は $2\text{mm}\phi \times 4\text{m}$ より $25\text{mm}\phi \times 2\text{m}$ の範囲で精度は $10\text{mm}\phi \times 4\text{m}$ 程度で公差 $1/100$ mm 以内、真円度 $5/1,000$ mm 以内迄が可能である。

仕上品に就いては熔番毎の機械的性質の試験を行うと共に製品全部に対し寸度、表面疵及び磁気探傷器による内部疵の検査を行い特にバルブロッド材は破面検査をも加えて製品の品質保持に万全を期している。

高級特殊鋼板圧延生産設備の改善

高級特殊鋼板はその用途より見て普通鋼板の如き大寸法は要求せられぬが、鋼板の表面肌の美しいこと、脱炭のないこと、厚さ寸法公差の精密なこと等が強く要求せられる。

以上の如き諸条件を満足する高級特殊鋼板を製造するため圧延設備の改善がなされた。以下これの概要を説明する。

(1) 製造方法

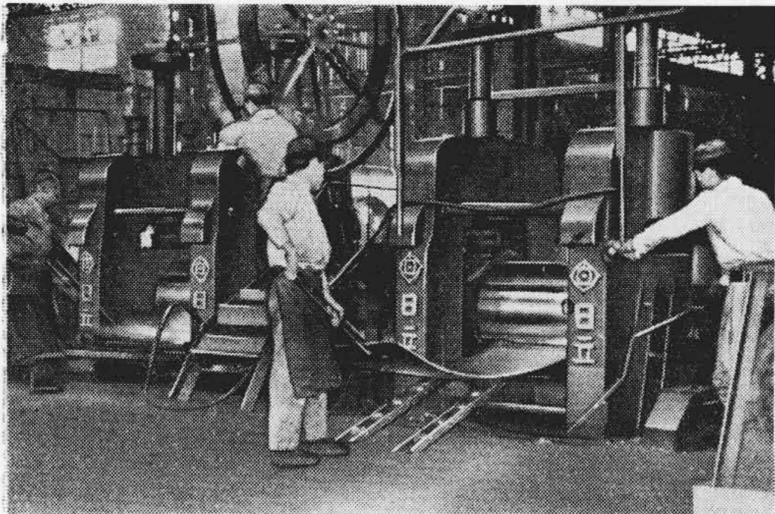
電気炉操業に依り造られた鋼塊は入念な疵取後鍛錬工場又は中型圧延工場に於てシートバーとする。その後製板工場に送られ、酸洗、疵取後連続加熱炉にて加熱せられ鋼板圧延機にて圧延する。この際鋼種寸度に依つて一回加熱にて仕上げられるものと数回の加熱にて仕上げられるものがあり更に仕様に依り箱焼鈍を実施する。この加熱焼鈍に於て特に重要なのは脱炭防止であり炉内ガス雰囲気調整及び加熱温度、保持時間等の厳密なる規整、実施に依つて完全に脱炭を防止することに努め殆どこれを認めなくなつた。

(2) 設備の概要

改善せられた設備は減速機、カムワルツ機、ロールスタンド等一連の鋼板圧延機用設計設備で特に高合金特殊鋼、高炭素及び特殊工具鋼等各種鋼板の需要に応じ得るものである。又鋼板剪断機は日立製作所若松工場にて設計製作せられた最新式のものが一基増設せられ従来裁断能力厚さ 6 mm より厚さ 10 mm 迄増大せられ能率が一段と向上した。これ等仕様の概略を第 12 表及び第 87 図に示す。

(3) 精 度

圧延せられる鋼種は、高速度鋼、不銹鋼、特殊工具鋼、炭素工具鋼、ばね鋼、刃物鋼等各種である。熱間鋼板圧延機及び附属設備の改善に依り能力は従来の約 2 倍に増



第87図 610×900 二重式鋼板圧延機
Fig. 87. 610×900 Two-High Sheet Mill

第12表 610×900 二重式鋼板圧延機
Table 12. 610×900 Two-High Sheet Mill

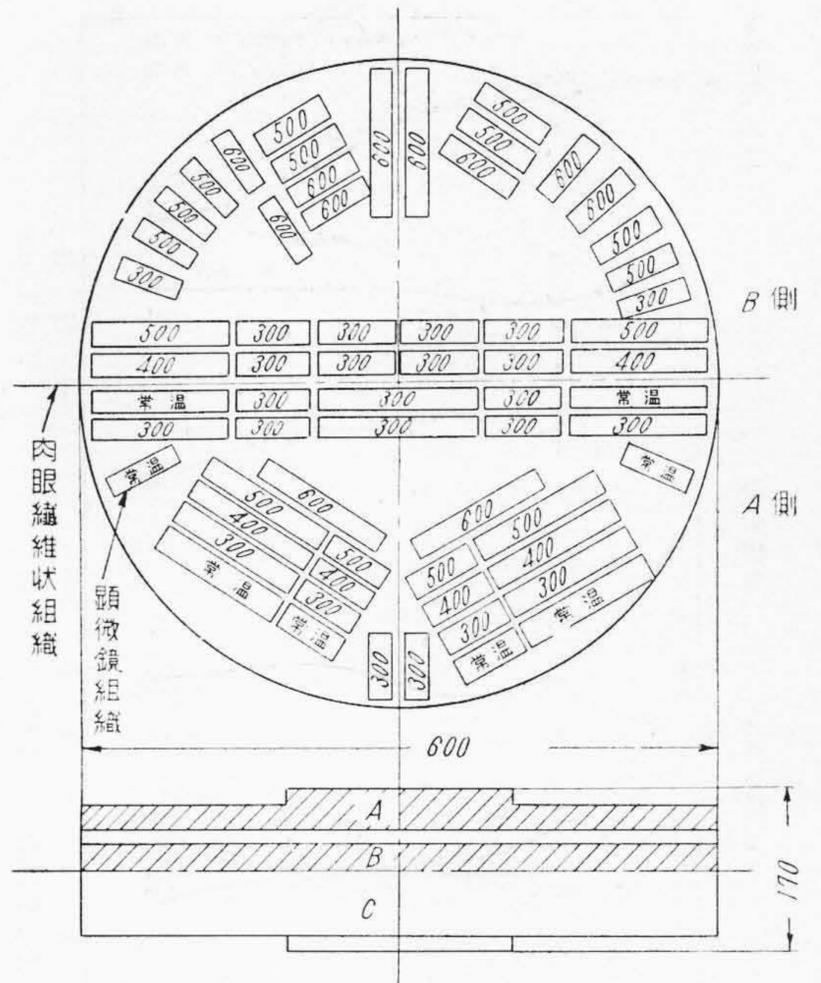
圧延機	スタンド数	2基	
	スタンド型式	二重閉頭式	
電動機	ローラ寸度	610φ×900L	
	製作所	日立製作所若松工場	
剪断機	型	式	EFBD-BR
	馬力	力	550HP
	回転数	数	880 r.p.m.
	周波数	数	60~
矯正機	製作所	所	日立製作所
	切断能力	力	6mm×2,000mm 1基
製作所	切断能力	力	10mm×2,200mm 1基
	製作所	所	日立製作所若松工場
型	式	式	68φ×1,120L 11本組 1基
	製作所	所	日立製作所若松工場

第13表 高級特殊鋼板寸法公差
Table 13. Tolerance for Thickness of High Class Special Steel Sheet

仕上寸法 (mm)	JIS 公差 (%)	高級特殊鋼板公差 (%)	
		熱間圧延仕上	スキンパス仕上
厚さ×幅×長さ	(%)		
1.0 × 750 × 1,500	±11	±10	±8
1.0~1.6 × 750 × 1,500	±10	±9	±7
1.6~2.3 × 750 × 1,500	±9	±8	±6
2.3 up × 750 × 1,500	±8	±7	—

大せられ、厚さ寸法公差は従来より一層精密となり鋼板の質的及び形状的な向上は一般需要家より好評を得ておる。又更に精度の要求されるものは、附属せる冷間圧延設備により一段と高級な製品を製造出来る。熱間圧延特殊鋼板の厚さ寸法公差は第13表に示す如くである。

以上改善せられた高級特殊鋼板の生産方式に就いて簡単に説明を行つたが、技術的改良に就いては今後共不断



第88図 試験片採取要領
Fig. 88. Prescription for Obtaining Test Piece

の研究をなし、更に優秀な特殊鋼板の生産に鋭意努力中である。

耐熱鋼 Heat Resistant Steel

特殊耐熱鋼の確性試験

日立製作所安来工場では Gas turbine 用材として砂鉄系原料を主体とした特殊耐熱鋼の各鋼種による鍛造品の量産化を開始しているのであるが 28 年春来 16-16-2 による Gas turbine 車盤の記録的な大型鍛造品を試作したのでこれが高温に於ける機械的確性試験の一部を紹介したい。

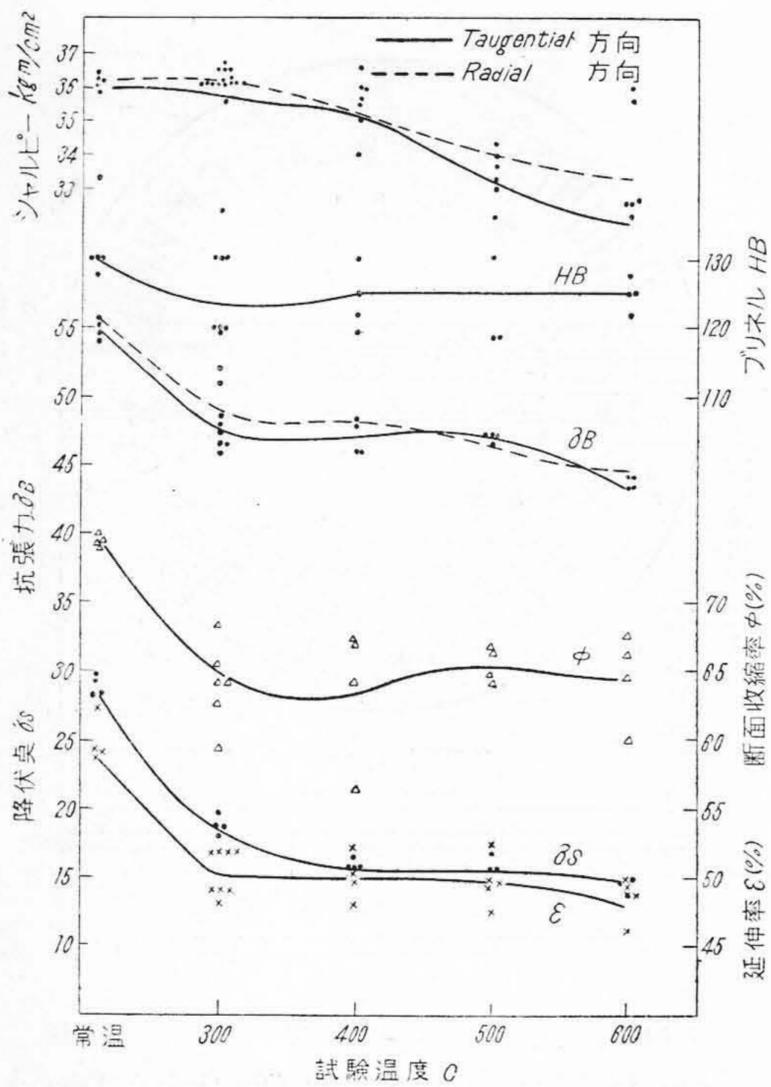
化学成分は次の如く Ni-Cr-Mo オーステナイト系合金である。

C	Si	Mn	P
0.09	0.82	1.04	0.017
S	Ni	Cr	Mo
0.009	16.10	16.43	2.61

かゝるものは第88図の如き形状の鍛造品で重量約 90 kg あり本鋼の特性としてその製造技術的には極めて困難なものである。

鍛造後の熱処理要領は、熔体化処理を 1,100°C 水冷とし更に 650°C にて約 10 時間の時効処理をした。

試験片の採取要領は第88図に示す通りであるが、試験



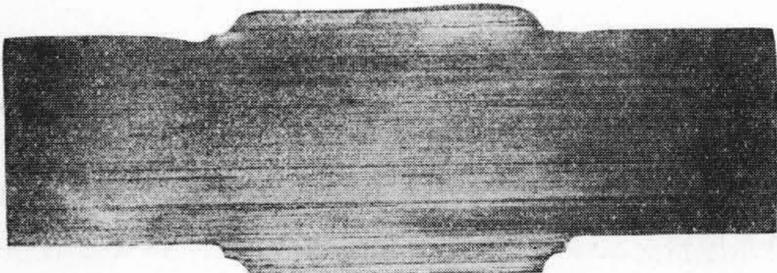
第 89 図 高温度に於ける機械的性質
Fig. 89. Mechanical Property at High Temperature

要領としては特に本鍛造品の使用目的に鑑み A 及び B 側より Tangential 及び Radial の方向に抗張力及び衝撃試験片を切り出した。なお C 側は Creep 試験に供するため日立工場にて試験中である。試験温度は試料の都合により常温より 300, 400, 500 及び 600°C とした。高温性能の試験結果は第 89 図にこれを一括して図示した。即ち Tangential と Radial の方向性は強度及び靱性共に殆ど大差なくしかも車盤の周辺部と芯部とに於ても、極めて均質性であつた。また各温度に於ける諸性質も本鋼としての特性を十分に示し、特に肉眼及び顕微鏡組織も第 90 図及び第 91 図の如く鍛造効果の均斉にして良好なることを示している。

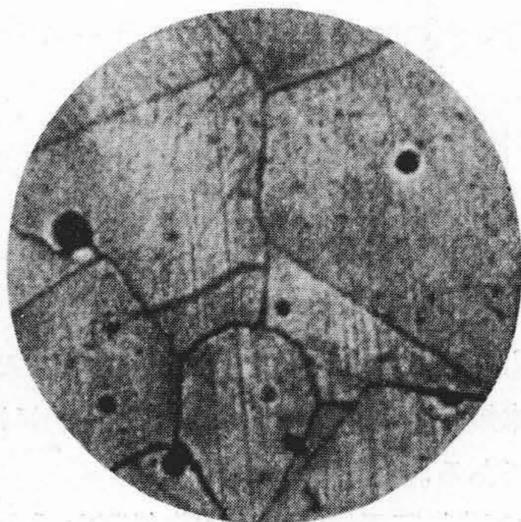
不 銹 鋼
Stainless Steel

大型蒸気タービンブレードの製造

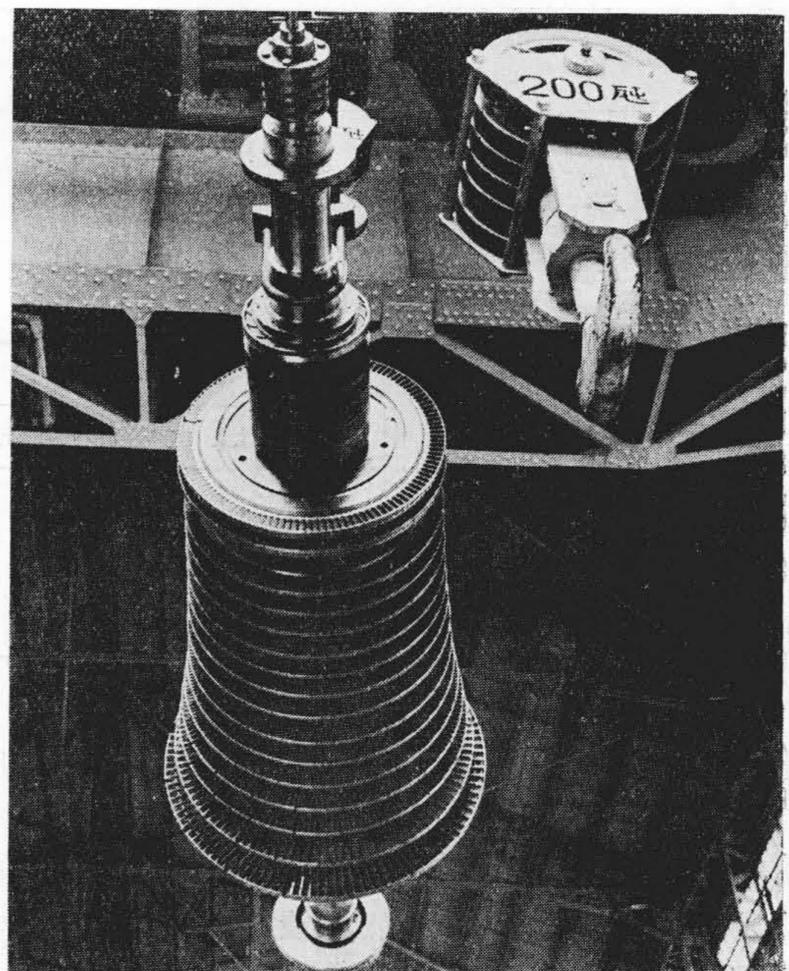
日立製作所より潮田発電所に納入した 50,000 kW 発電機に使用したタービンは屈指の大馬力の物であるが、これに使用したタービンブレードも又屈指の大物であつたことは第 92 図及び第 93 図の実物写真に於て見られる通りである。このタービンブレード素材は日立製作所安来工場に於て製作した。このような大型タービンブレードを均一な品質限界に入れ然も高度な耐蝕性と高温強度を持たせることは材料製作者の非常に困難とするところである。



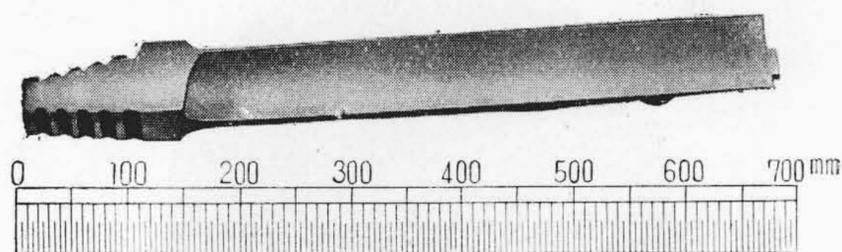
第 90 図 肉眼的繊維状組織
Fig. 90. Visible Fibrous Structure



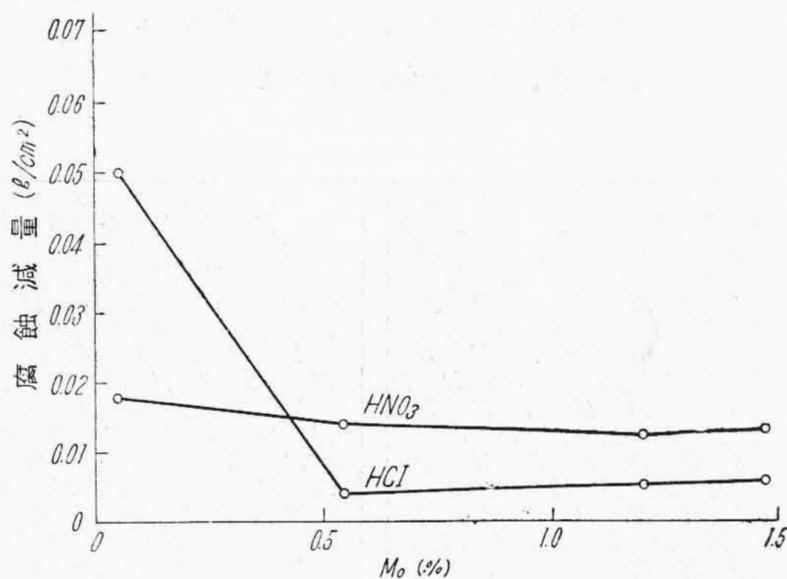
第 91 図 顕微鏡組織 ×100
Fig. 91. Microscopic Structure ×100



第 92 図 50,000 kW タービンロータ
Fig. 92. 50,000 kW Turbine Rotor



第 93 図 タービンプレード
Fig. 93. Turbine Blade



第 94 図 耐蝕性に及ぼす Mo の影響
Fig. 94. Effect of Mo on Corrosion Resistance

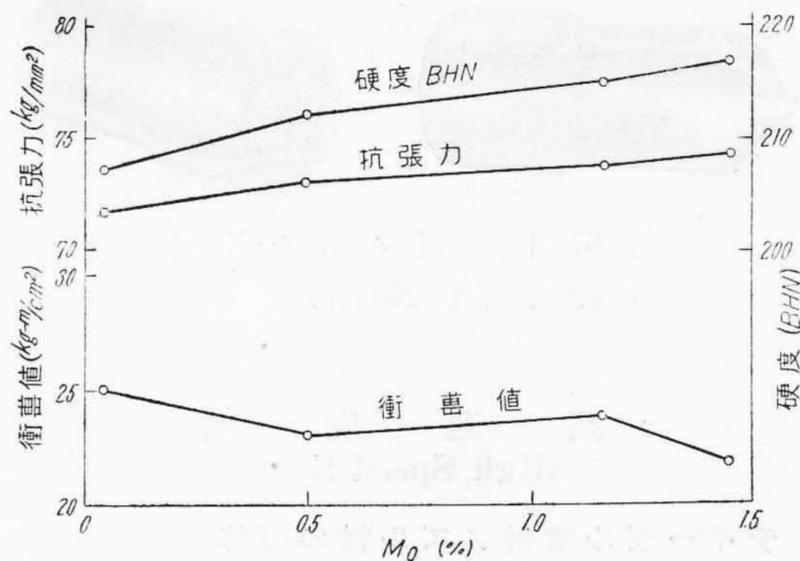
安来工場に於てはこの製作に当り冶金研究所の基礎的研究と作業現場検査の多面にわたる共同調査の結果以下に示す如き方法を考究し十分な成果を得た。

成分の問題、タービンプレード素材は厚さ 75 mm, 幅 90 mm, 長さ 700 mm の大形であるため質量効果の問題を考慮して Mo を添加した JIS SEC₂ を使用したが、Mo の添加が耐蝕性に及ぼす影響は多ければ必しも直線的に向上するとはいえず或る一定限内に止める必要がある。応用実験の一例を第 94 図に示したがこの結果からもその一端が知り得る。又 Mo の添加は衝撃値を多少低下せしめるため熱処理との間に十分な関連を持たせる必要がある。第 95 図に同一熱処理を行つた場合の抗張力、硬度、衝撃値と Mo 添加との関係を示す。

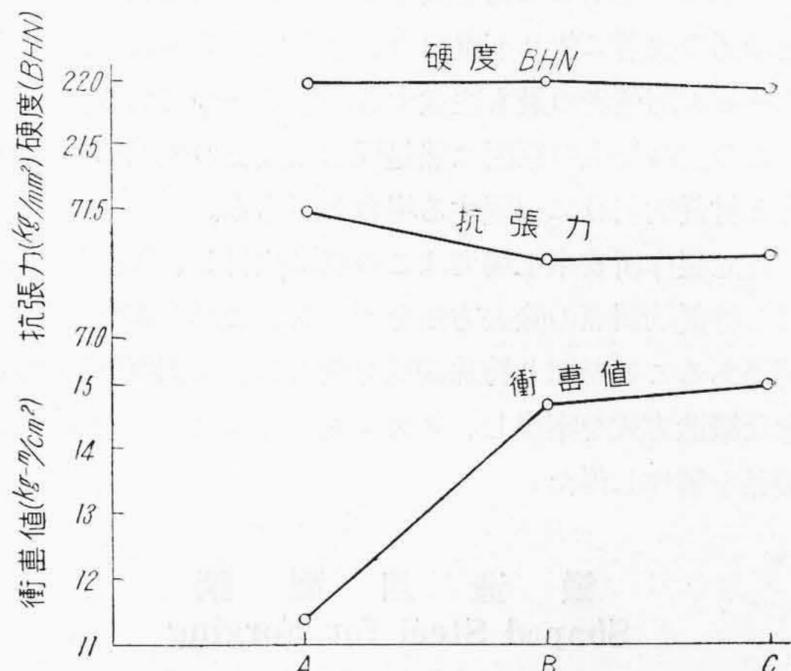
尚 C, Si 含有量を高精度の性質を得るためには一定の限界内に入れることが大きな要素となることを知った。

内部欠陥の問題、材質検査の一手段として使用された赤血塩試験の結果、製鋼作業に於ける脱酸剤の種類とその使用方法が耐蝕性に対する大きな要素となることを知った。

鋼塊中心部自由晶と外周部柱状晶との中間には各種の欠陥が発生することは特殊鋼製作者の周知の問題であ



第 95 図 機械的性質に及ぼす Mo の影響
Fig. 95. Effect of Mo on Mechanical Property



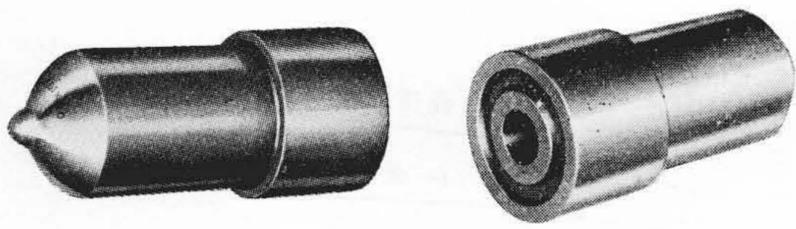
第 96 図 冷却速度が機械的性質に及ぼす影響
Fig. 96. Effect of Cooling Rate on Mechanical Property

り、製品が大型であれば大断面の鋼塊を使用せねばならずこの欠陥の発生する危険率は増加する。安来工場では 3 種の特種鋳型を比較研究した結果この欠陥を最少限に止め得る鋳型とその加工方法を立案実施した。

機械的性質の均一化、Mo の添加から多少の衝撃値の低下のあることは前述したがこれを補うための熱処理方法を研究した結果熱処理間の冷却速度を調整することに依り同一抗張力で高衝撃値を得ることに成功した。

尚素材は各本毎に超音波に依る内部疵の検査を行い内部欠陥のないことを確認の上納入した。

以上の結果を具体的に製品加工に適用することにより十分信頼性の持てる大型タービンプレード材を製作することに成功したことは日本のタービン素材製作に一つの特筆すべき成果を残したものといえよう。



第 97 図 噴射ノズル外観
Fig.97. Jet Nozzle

高 速 度 鋼 High Speed Steel

ディーゼル噴射ノズル材の製作

ディーゼル機関用噴射ノズルは第97図に示す如き形状の物で高温耐熱強度の点から高速度鋼が主として使用されるが、その先端部には噴射口の小孔が多数あり肉厚の変化が大きく、熱処理時に小孔の周囲に割れが発生し易い。割れの発生した物を使用した場合には運転中ノズル先端部の脱落に依り不慮の事故が発生する場合があります。ディーゼル関係者の最も注意する問題の一つである。

この割れ発生の原因は熱处理的取扱上の欠陥に依る場合と材質的弱点に起因する場合とがある。

日立製作所安来工場ではこの点に注目し、X₁ 鋼を使用し材質的弱点の除去方法を研究し、これが鋼塊形状と関係あることを知り特殊鋼塊を使用し、又弱点除去の入念な鍛造方式を案出し、ノズル先端部には弱点を残さぬ製品を製作し得た。

鍛 造 用 型 鋼 Shaped Steel for Forging

自動車、船舶、航空機、兵器などの部品の生産に最も多く利用せられる型鍛造の多量生産性の有無を決定する第1因子は使用する金型にある。

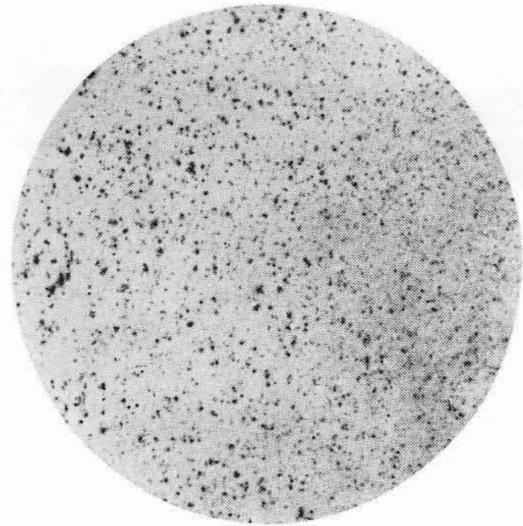
日立製作所安来工場に於ては自工場製DM鋼を以て鍛造用型材を製造し受注先の要求により規定硬度に焼入、焼戻しを行つたもの及び完全焼鈍を行つた型材を製造している。

ここに受注品と同一仕様に基いて同時に製造された鍛造用型鋼の熱処理後の試験結果の一部を示す。

- (1) 仕 様
- 大 き さ..... 350×350×350 mm
- 硬 度..... H_S 45~50

(2) 断面サルファープリント及びマクロ腐蝕

サルファープリントは鋼塊軸方向及びこれと直角の中心を通る両断面について行つた。結果は外表部と中心部との差違は認められず又方向性もなく微細化せられた均一分布である。第98図はこのサルファープリントの顕微鏡写真である。



第 98 図 サルファプリント
Fig.98. Sulphur Print

35	35	34.5	35	35	35	35	35
35	35	35	35	35	35	35	35
34.5	34.5	35	35	34	35	35	35
35	35	35	35	35	35	35	35
34	35	35	35	34	34	35	35
35	35	35	35	35	35	34	35
35	35	35	34.5	34	34	35	35
35	36	35	35	34.5	34	34	34
35	35	35	35	35	35	34	35
35	35	35	34	35	34	35	35
35	35	35	35	35	34	34	34
35	35	35	35	35	34	35	34
35	35	35	35	35	34	35	34
35	35	35	34	34	34	34	34
35	35	35	34	34	34	34	34
35	35	35	34	34	34	34	34
35	35	35	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	34	34	34
35	36	35	35	35	35	34	34
35	35	35	35	35	34	35	34
35	35	34	35	35	34	34	34
35	35	35	35	35	34	35	34
35	35	35	35	35	35	35	35
35	35	35	35	34	35	35	35
35	35	35	35	35	35	34	35
35	35	36	35	35	35	35	35
35	36	35	35	35	35	35	35
35	35	35	35	35	34	35	35
34.5	35	35	34.5	35	35	35	35

Y 面

X 面

第 99 図 断面硬度測定値
Fig.99. Mesured Value of Fracture Hardness

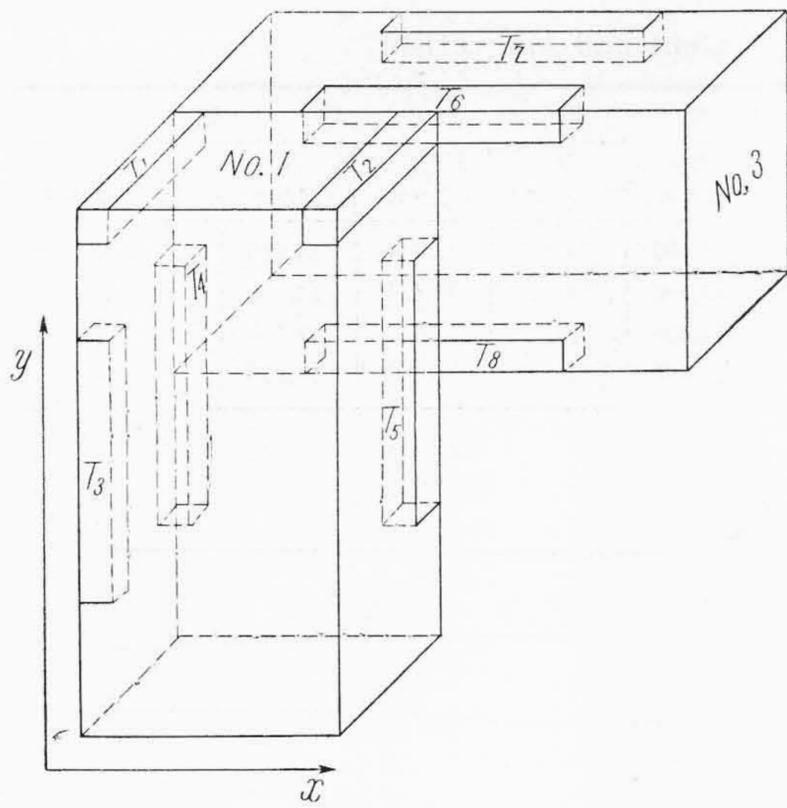
マクロ腐蝕は前記各直交断面に就いて行つた。樹枝状組織は微細であり殆ど目立たず製鋼鍛錬作業の良好さを物語っている。

(3) 断面硬度分布

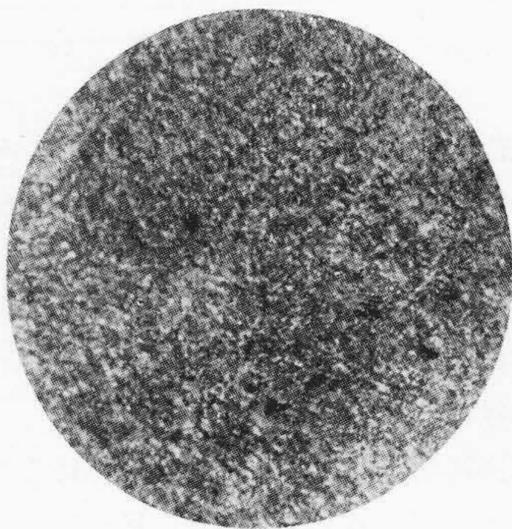
第99図に中心を通る直交2断面のロックウェル硬度計による測定値を示す。これより両面共角端部と中心部との差違は殆ど認められず均一なものである。

(4) 各部機械的試験値

第100図に示す位置よりそれぞれ抗張試験片をこれと対称位置より衝撃試験片を切り出し抗張力、衝撃値の測定を行つた。この測定値を第14表に示す。本測定値より軸方向及びこれと直角方向との差違は余り認められず又表層部と中心部との差も大きな変化は見られない。



第100図 試験片切出位置
Fig.100. First Cutting Position of Specimens



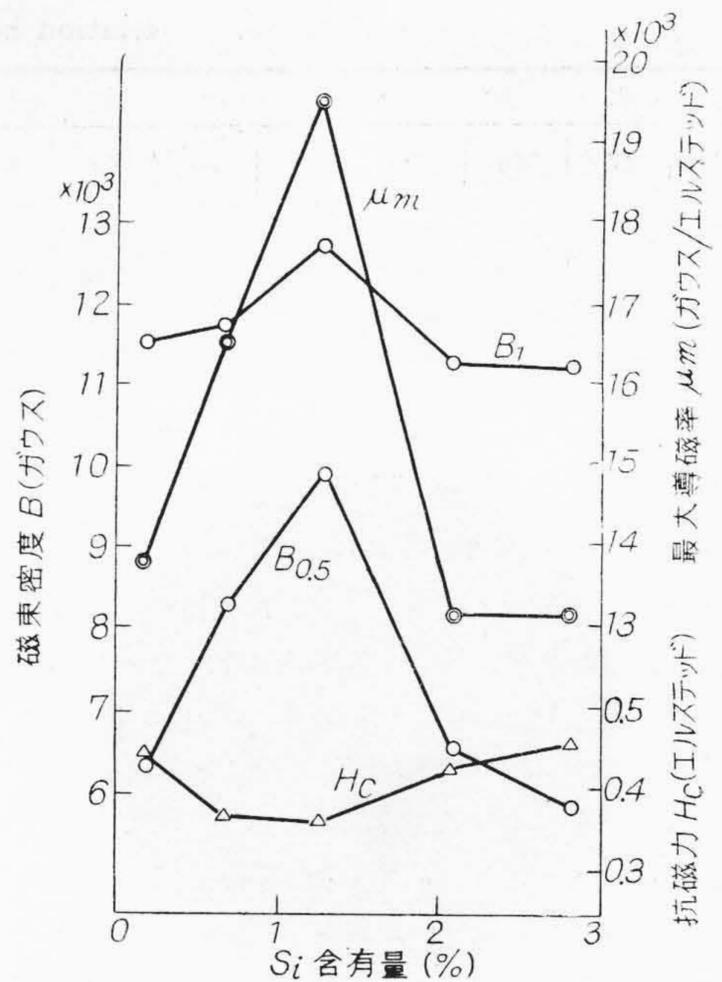
第101図 組織 ×100
Fig.101. Structure ×100

第14表 機械的試験値
Table 14. Value by Mechanical Test

試料番号	降伏点 (kg/mm ²)	抗張力 (kg/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)	衝撃値	硬度 (RC)
1	92.3	110.5	12.4	30.4	7.93	35.0
2	91.0	109.2	16.4	46.9	7.93	34.0
3	94.4	113.1	16.0	49.0	9.27	34.5
4	91.0	109.2	14.0	36.0	8.80	34.0
5	91.0	103.4	11.3	29.0	10.86	34.5
6	92.3	110.5	15.6	46.9	—	—
7	92.3	110.5	15.6	46.9	7.93	34.5
8	91.0	109.2	10.4	28.0	10.69	34.0

(5) 顕微鏡組織

結晶粒度： 中心部と表層部よりの試料から結晶粒度の測定を行つたが共に学振法粒度番号8であり微細にして内外の差はない。



第102図 Si 含有量と磁性の関係
Fig.102. Relation between Si Content and Magnetism

組織： 第101図に本型材の内部組織を示す。これは微細化せられたソルバイト組織であり良好なものである。

以上の他に注文先の使用結果を附記すれば型材の機械加工に於ける仕上面は非常に良く又型打命数は従来の輸入外国製型材より上廻つた成績をあげ非常に好評を博している。この結果にてもわかる通りDM製型用鋼の利点としては

- (a) 金型の破損がほとんどない。
- (b) 落下槌による高温金属の流動に対する耐摩耗性が大である。
- (c) 衝撃応力や歪に対する抵抗が大である。
- (d) 結晶粒が微細で調質が適当であるので型の部分的硬度の減少を来すことが少く型打命数は増加する。
- (e) 硬度が中心まで均一なために部分的磨耗少く機械加工が容易であり再型彫を行つたまま、再び熱処理を施す必要がない等である。

現在のところ単重 500 kg までを製造しているがいずれも需要家からは非常な好評を得ている。

電磁気材料
Electromagnetic Materials

通信機用珪素鋼板の研究

リレーに用いられている磁性材料の大部分は純鉄であ

第 15 表 Si 含有量と磁性の関係
Table 15. Relation between Si Content and Magnetism

化 学 成 分 (%)								磁 気 的 性 質					
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	B ₁ (Gauss)	B ₂ (Gauss)	B ₃ (Gauss)	B ₅ (Gauss)	B _r (Gauss)	H _c (エルステッド)
0.02	1.15	0.09	0.009	0.02	Nil	0.04	—	12,500	13,900	14,200	14,500	14,000	0.24
0.02	1.33	0.02	0.009	0.017	Nil	0.08	—	12,900	13,800	14,100	14,550	14,100	0.21
0.03	1.65	0.05	0.013	0.014	Nil	0.05	0.02	11,450	12,650	13,100	13,650	12,550	0.34
0.03	1.65	0.02	0.016	0.013	Nil	0.05	0.04	9,750	12,400	13,150	13,700	12,350	0.51

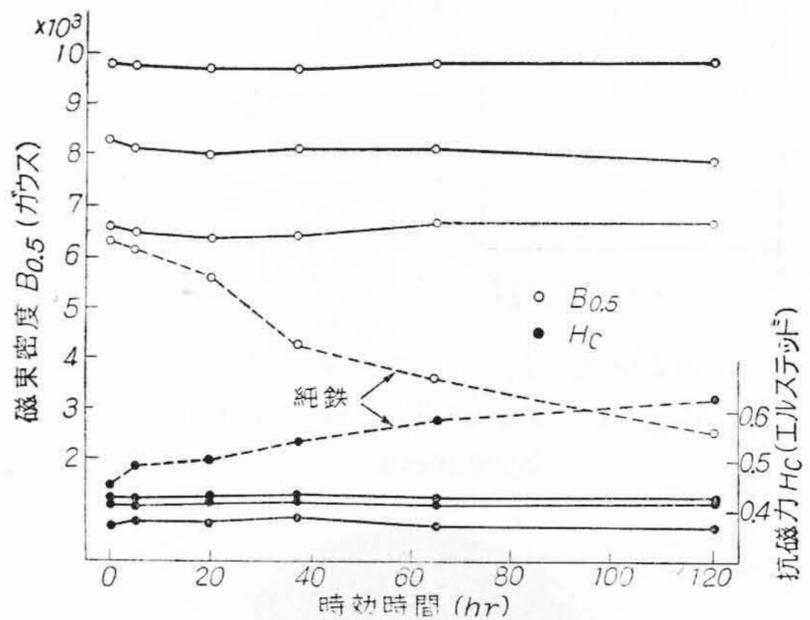


第 103 図 組 織 ×50
Fig. 103. Structure ×50

るが或る種のものには 1~2mm 厚さの珪素鋼が使用されている。しかるにこの通信機用珪素鋼の製造は殆どなされていない。日立製作所安来工場は先に砂鉄系材料を用い優秀な純鉄の製造に成功したが引続き通信機用珪素鋼の試作研究を開始し既に生産を行つている。

先づ Si 含有量と磁性の関係は第 102 図(前頁参照)の如くである。約 1.3% が最もよく B_{0.5} 約 10,000 ガウス、B₁ 約 12,500 ガウス、H_c 約 0.4 エルステッドで Si 含有量が高過ぎると却つて劣下する。純鉄に Si を添加した場合の磁性に就いては Gumlich, Yensen 以来多くの研究がなされているがその結果は必ずしも一致していない。これは磁性に及ぼす因子の数が多くその僅かの相異が著るしい影響を及ぼすからである。その因子の一つが成分でバラッキの少い製品を造るためには Si 含有量を厳重に管理せねばならない。1t 高周波電気炉にて熔製した 250 kg 鋼塊による磁性の一例は第 15 表の如くである。従つて Si 含有量は 1.1~1.4% にすべきである。

次に Si 鋼は冷圧条件の影響が大きい。特に仕上冷圧率が低過ぎても高過ぎても磁性が急に劣下する。Si 鋼に冷圧を行うと再結晶後の結晶粒の粗大化及び磁気異方性附与の 2 つの効果が現われる。環状試料にて磁気測定を行う場合には異方性附与による磁気の改善の検出は出来ず唯結晶粒の粗大化による効果が現われる。結晶粒は磁性の良好なもの程粗大である。一例を示すと第 103 図の



第 104 図 100°C 加熱による時効
Fig. 104. Effect of Time in 100°C Heating

如くで相当粗大であり、かつ非常に粒界が現われ難い。又中間冷圧は主として異方性附与に影響する。尚中間焼鈍温度も純鉄の場合とは異り重要である。

焼鈍は普通箱焼鈍或は H₂ 焼鈍が行われるが箱焼鈍の場合は充填物の成分が重要であり、H₂ 焼鈍の場合には十分に乾燥して使用せねばならない。普通 1.4% 以下の Si 含有量のものには 800~850°C の焼鈍が適当で余り高温で焼鈍を行うと却つて結晶粒が小さくなり、又余り低温過ぎると再結晶が不十分で何れも急激に磁性が劣下する。

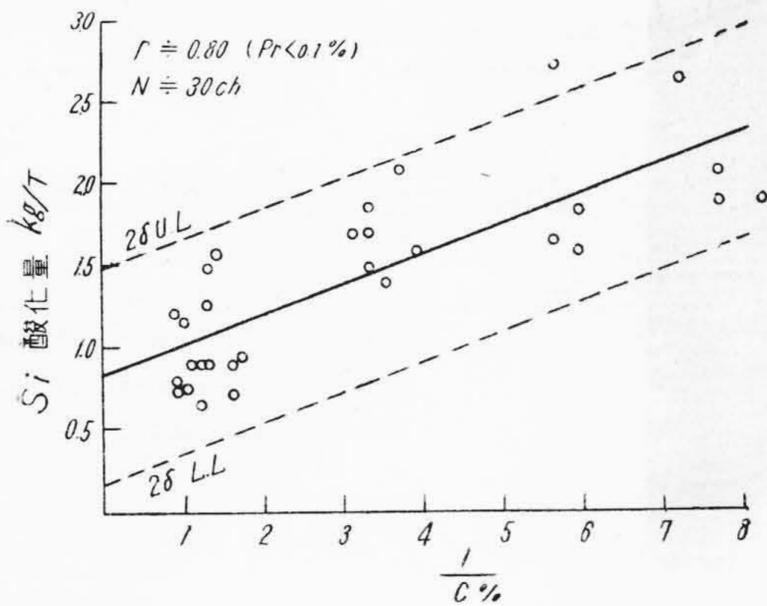
更に純鉄の場合には使用中に磁性が劣下するが本珪素鋼の場合には殆どそれがない。100°C に加熱保持した際の磁性の変化の一例は第 104 図の如くで比較のため純鉄の変化をも示した。

上述の如く磁性が良好なるのみならず実際使用状態にての打抜曲げ加工も容易で純鉄の場合と殆ど変りない。

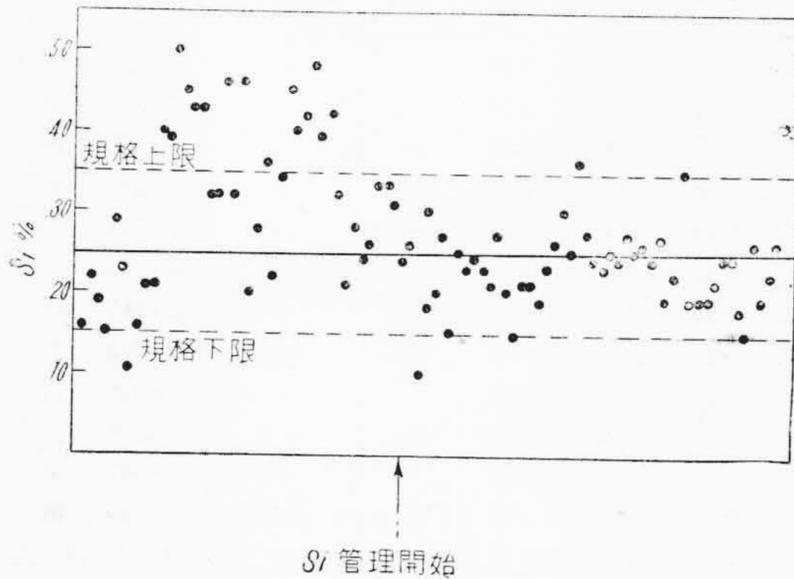
製 鋼 法 Steel Manufacturing Method

Si の品質管理に依る優良鋼の製造

鋼中 Si は鋼を脱酸するために、極めて重要な成分であるが、その添加量が不適当な時は鋼質を損害する。即



第 105 図 Si 酸化量 (kg/t) と成品 C% との関係
Fig. 105. Relation between Oxidized Quantity of Added Si and C Content in Steel



第 106 図 Si の品質管理図
Fig. 106. Quality Control Chart of Si in Steel

第 16 表 Si 変動経過
Table 16. Transition of Si Variation

	品質 管理前	品質 管理後	最近の状況			
			強靱鋼	炭素 工具鋼	白紙鋼	黄紙鋼
\bar{X} (%)	0.31	0.23	0.21	0.24	0.15	0.15
σ (%)	0.11	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02
N	40ch	50ch	40ch	40ch	35ch	40ch

ち過多に添加する時は非金属介在物の増大、結晶粒度の粗大化、鋼の脆弱化、鍛造性の阻害等が起り、過少添加は脱酸不良鋼を造り易い。優良鋼製造に当つては先づ適当なる Si 量のもとに均斉せる鋼を製造するための管理を行うことが肝要である。然し乍ら、鋼の熔製作業に於て、Si の急速分析法は未だ確立されてなく、その調整は非常に困難であり、従来作業者の経験に依存されて来たが、その結果は往々にして大きな変動を招いて来た。日立製作所安来工場に於ては Si 量の均斉化を図るために、

現場的研究を行い、5t 塩基性弧光炉の熔解実例から、熔鋼中に投入された Si の酸化量と成品 C% との間に第 105 図に示す関係を得た。

$$4Si = 0.185/C + 0.8347 \pm 0.656 \dots (2\sigma \text{ 限界})$$

ここに 4Si は熔鋼屯当りの Si 酸化量 (kg), C は製品炭素含有量 (%) を示す。

この式に熔鋼の変動量屯当り $\pm 0.07t$ を加味すれば、Si 目標 0.25% に対する Si 変動量は、0.05% (σ) 程度と推測される。

この関係に基づき Si 合金の投入量を、成品 C% に応じて計算加入して管理した結果、管理前に比較してその変動量を大きく縮小改善し得た。その状況を第 106 図、第 16 表に示す。

最近に至つて更に標準作業法の確立に依つて作業方法を標準化し、更にその変動量を縮小し均斉せる鋼の製造が出来、顧客から好評を博している。

機械構造用炭素鋼圧延丸鋼 Carbon Steel Rolled Rod for Machine Structure

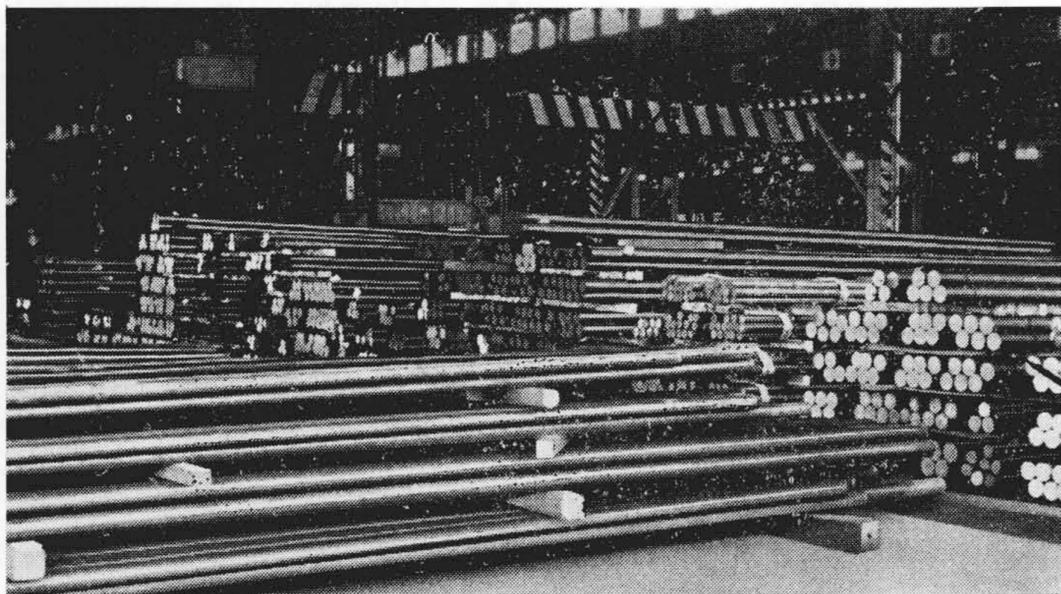
機械構造用材料として、使用される丸鋼の品質に対する需要家の要求度は最近特に高くなり、従来機械構造用部品として最も広く使用されていた。JIS 一般構造用圧延鋼材 (SS 材) では欠陥が多く、次第に JIS 機械構造用炭素鋼 (S-C 材) に置き換えられ、この需要が激増した。同時に従来特に鍛鋼品丸鋼 (SF 材) を使用した部分に対しても、この S-C 材で代用するよになつた。

日立製作所でもこの機械構造用炭素鋼圧延丸鋼を製造

第 17 表 SS 材 SF 材の代用としての SC 材使用基準
Table 17. Standard for Substitution of SC for SS and SF

	旧適用材 種別	相当 SC 材 種別	使用上の注意と特長
JIS G 3101	SS-41	S 10 C	1. 熱圧延のまま使用する。 2. SS 材に比し S-C 材はキルド鋼塊から製造されているので材質特に均一で砂疵も少く品質が優れている。
	SS-50	S 20 C	
	SS-39	S 10 C	
	SS-49	S 20 C	
JES 金属 3201	SF-34	S 10 C	SC 材に対しても使用前に焼ナマシを行うか、又は特に焼ナマシ後納入する。
	SF-40	S 15 C	
	SF-45	S 20 C	
	SF-50	S 25 C	
	SF-55	S 30 C	
	SF-60	S 40 C	

(注) S-C 丸鋼は JIS G 3102 規格によつて製造、検査されているので、その機械試験、規格項目そのものは SS 材、SF 材とは一致していない。即ち SS 材 (圧延のまま) SF 材 (焼ナマシ状態) には引張試験、曲げ試験が規定されているのに対し、S-C 材 (焼ナマシ又は焼入、焼戻し状態) には引張り試験、硬さ試験、衝撃試験 (焼入、焼戻しのものに対し) が規定されて曲げ試験の規定はない。



第 107 図 出荷を待つ機械構造用炭素鋼
圧延丸鋼

Fig.107. Rolled Round Steel Bar
Made of Carbon Steel for
Machine Construction,
Ready for Shipment

第 18 表 S-C 材の化学成分及び機械的性質

Table 18. Chemical and Mechanical Properties of SC

種 別	記 号	化 学 成 分 (%)					機 械 的 性 質						塗 色
		C	Si	Mn	P	S	降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸 び (%)	絞 り (%)	衝 撃 値 シャルピー (kg/cm ²)	硬 さ ブリネル	
10 炭素鋼	S 10 C	0.05~0.15	0.15~0.40	0.30~0.60	<0.045	<0.045	>21	>32	>33	—	—	111以下	灰
15 炭素鋼	S 15 C	0.10~0.20	0.15~0.40	0.30~0.60	<0.045	<0.045	>24	>38	>30	—	—	109~152	茶
20 炭素鋼	S 20 C	0.15~0.25	0.15~0.40	0.30~0.60	<0.045	<0.045	>26	>41	>28	—	—	116~156	橙
25 炭素鋼	S 25 C	0.20~0.30	0.15~0.40	0.30~0.60	<0.045	<0.045	>28	>45	>27	—	—	124~167	青
30 炭素鋼甲	S 30 C A	0.25~0.35	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>30	>48	>25	—	—	137~174	赤
30 炭素鋼乙	S 30 C B	0.25~0.35	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>34	>52	>23	57	>11	148~183	赤
35 炭素鋼甲	S 35 C A	0.30~0.40	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>31	>52	>23	—	—	143~183	白
35 炭素鋼乙	S 35 C B	0.30~0.40	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>40	>55	>22	55	>10	159~212	白
40 炭素鋼甲	S 40 C A	0.35~0.45	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>33	>55	>22	—	—	159~212	緑
40 炭素鋼乙	S 40 C B	0.35~0.45	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>45	>62	>20	50	> 9	179~255	緑
45 炭素鋼甲	S 45 C A	0.40~0.50	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>35	>58	>20	—	—	167~217	黄
45 炭素鋼乙	S 45 C B	0.40~0.50	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>50	>70	>17	45	> 8	201~269	黄
50 炭素鋼甲	S 50 C A	0.45~0.55	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>37	>62	>18	—	—	179~235	淡 緑
50 炭素鋼乙	S 50 C B	0.45~0.55	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>55	>75	>15	40	> 7	212~277	淡 緑
55 炭素鋼甲	S 55 C A	0.50~0.60	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>40	>66	>15	—	—	187~269	黒
55 炭素鋼乙	S 55 C B	0.50~0.60	0.15~0.40	0.40~0.80	<0.045	<0.045	>60	>80	>14	35	> 6	229~285	黒

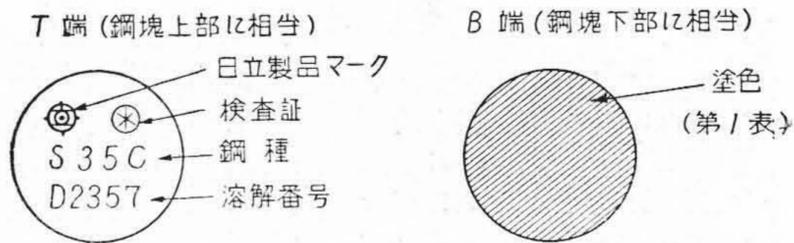
(備考) 種別の甲(A)は“焼ナラシ”の性質、乙(B)は“焼入れ、焼戻し”の性質を規定する。硬さは標準値を示す。
塗色は日立製作所で使用のものである。

し、日立製作所各工場は勿論、自動車、メーカーをはじめ、多くの機械メーカーに多量に納入して好評を得ている。以下製品の特長と使用方法に就いて説明する。

(1) JIS に示される通り安全なキルド鋼として製造され、性質も化学成分と機械的性質との両方面から規定されているので、“焼ナラシ”とか“焼入れ、焼戻し”等の用途に応じた、熱処理をして使用することによって、本来の特性を十分に発揮することが出来る。又特別の場合として、低炭素のものは肌焼鋼の代用としても使用される。

(2) キルド鋼であるため、内部欠陥が少ないので、従来の SS 材では不十分な部分及び SF 材代用として使用して好結果が得られる。この場合の使用基準は大凡第 17 表(前頁参照)の通りである。

製品の種類は第 18 表の通りである。



第 108 図 製品の種別表示

Fig.108. Classification of Products

(a) 化学成分及び機械的性質 (JIS G 3102) は第 18 表の通りである。製品に対する種別の表示は、第 108 図の通りである。

(b) 製品サイズ
第 19 表に示す。

製品の品質は次のような検査及び試験により保証している。

第19表 製品サイズ

Table 19. Size of Products

径 (mm)	150	140	130	120	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
重量 (kg/m)	139	121	104	88.8	74.6	68.0	61.7	55.6	49.9	44.5	39.5	34.7	30.2	26.0	22.2	18.7	15.4
長さ (mm)	4,000以上の定尺																
鋼塊からの鍛造比	4以上																

S-C 丸鋼の検査及び試験

(i) 化学成分 (JIS G 3102)

化学分析はトリベ分析 (1箇/1熔解) による。

(JIS 通則)

不純物は下記の通り。

Cu < 0.35% Ni < 0.20% Cr < 0.20%

(ii) 寸法、外観

(寸法) 径 許容差 ±2%

長さ 許容差 ±⁴⁰/₀ mm

曲り 実用的に真直ぐであること

(1.5 mm/1 m 以下)

真円度 径の許容差の 80% 以下

(外観) 噛出し 片側 0.5 mm 以下

引搔疵 深さ 0.5 mm 以下

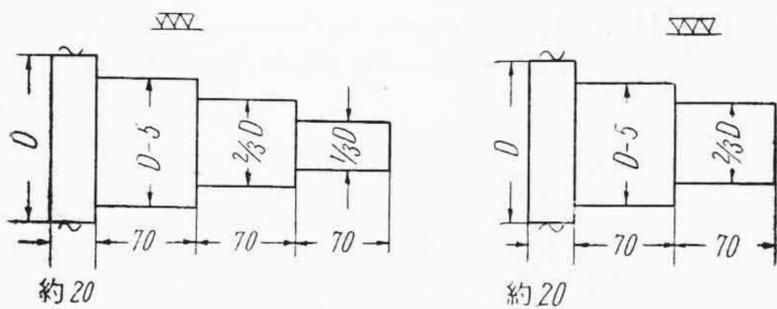
疵取り .. グライダー又はハツリ跡が長さ 1 m

につき 20 mm で周の 1/4 までとし

て疵取後寸法許容差内に入ること。

(iii) 砂疵検査

1 熔解ごとに採取した供試材 2 箇に就き第 109 図の如き段削り試験片を削り出して、これに対して、日本学術振興会の“砂疵による鋼品位判定法 (第 19 小委員会第

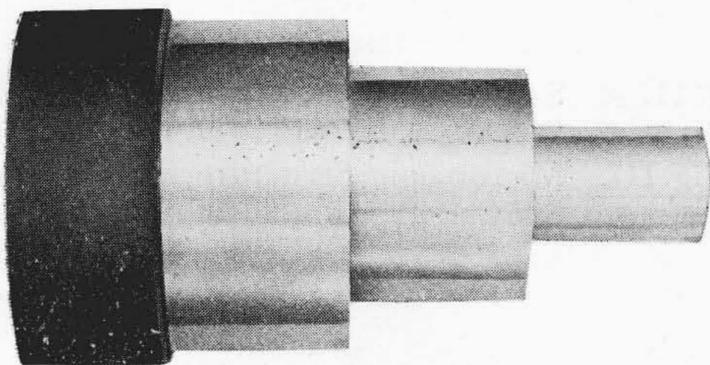


a) 丸鋼の径 80mm 以上

b) 同左 80mm 未満

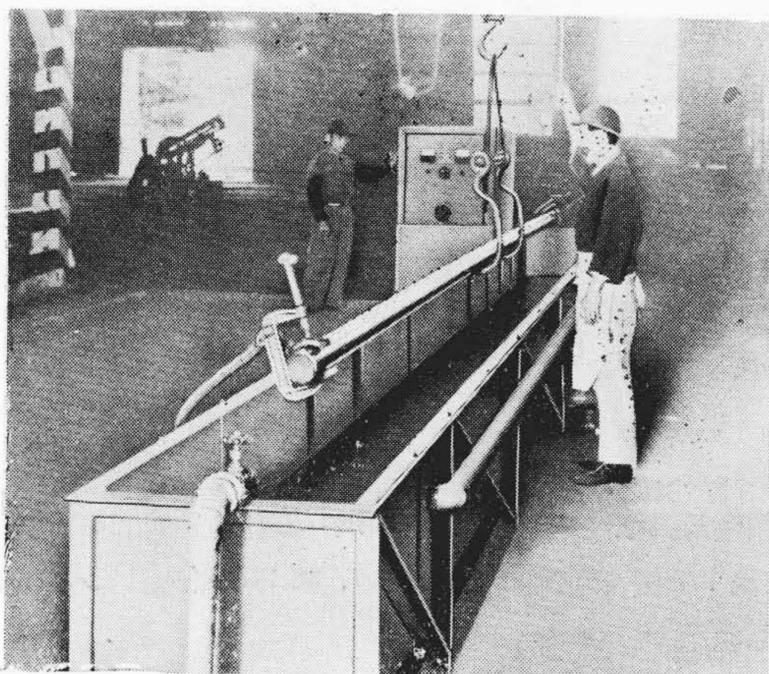
第 109 図 段削り試験片

Fig. 109. Test Material for Stepped Shaving



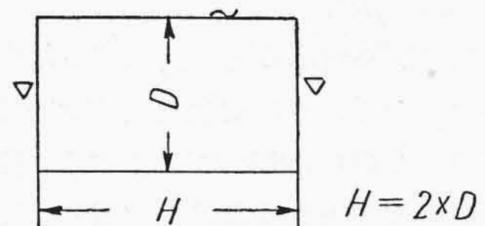
第 110 図 S35C 圧延丸鋼の段削り結果

Fig. 110. Result of Stepped Shaving of S35C Rolled Round Steel Bar



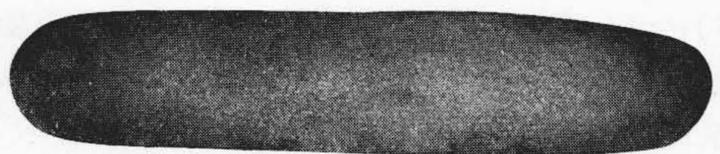
第 111 図 製品の磁気探傷検査 (30 kVA 鋼材探傷器使用)

Fig. 111. Magnetic Proving Test of Products (30 kVA Steel Proving Device Used)



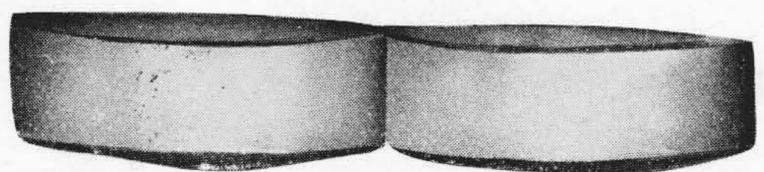
第 112 図 据込試験片

Fig. 112. Test Material for Fixing



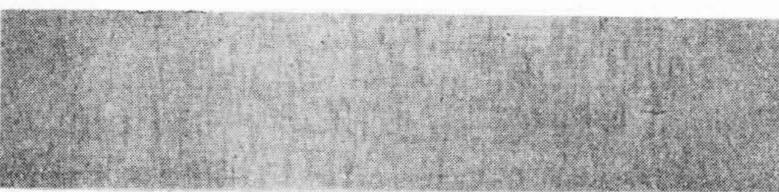
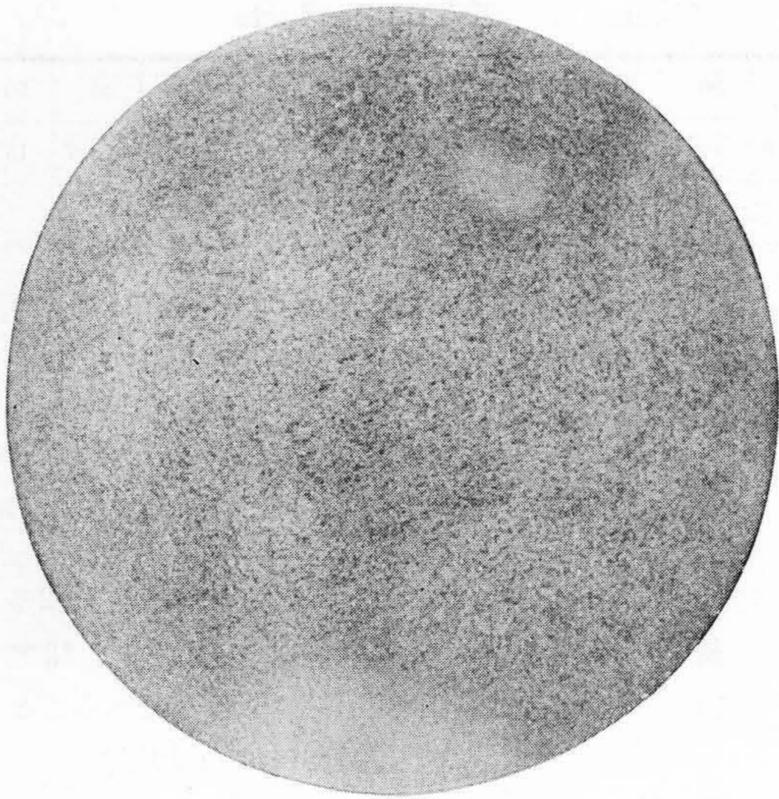
第 113 図 S35C 圧延丸鋼据込結果

Fig. 113. Result of Fixing of S35C Rolled Round Steel Bar



第 114 図 S35C 圧延丸鋼曲げ試験結果

Fig. 114. Result of Bending Test of S35C Rolled Round Steel Bar



第115図 S35C 圧延丸鋼マクロ腐蝕結果
Fig. 115. Result of Macro-Corroding of S35C Rolled Round Steel Bar

8号)”の規定する等級F以上でなければならない。一例を第110図に示す。

(iv) 磁気探傷検査

製品の表面及び外層部の疵を検査するため、抜取検査で磁気探傷を行つている。抜取検査に就いてはアメリカ軍用規格 MIL-STD-105A に準拠する。設備としては30 kVA 交流通電式磁気探傷器を使用し、浸漬法によつて検査する。

(v) 機械試験 (JIS G 3102)

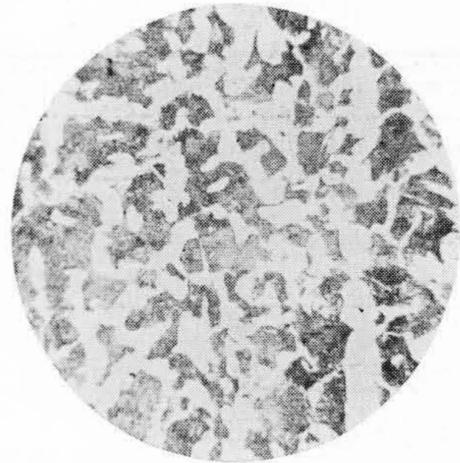
1 熔解から2箇の供試材をとり、指定の熱処理 (A又はB) を行い引張試験を行う。B処理の場合に限り衝撃試験を行う。硬さ試験は参考として常に行う。これらの規格は第18表に示した通りである。

(vi) 据込試験

特に指定された場合には据込試験を行う。据込試験片は第112図(前頁参照)に示す如く径の2倍の長さの切断した丸鋼とし、これを鍛造温度に加熱してもとの高さの $\frac{1}{3}$ に据込み黒皮表面に出た疵を検査する。一例を第113図(前頁参照)に示す。

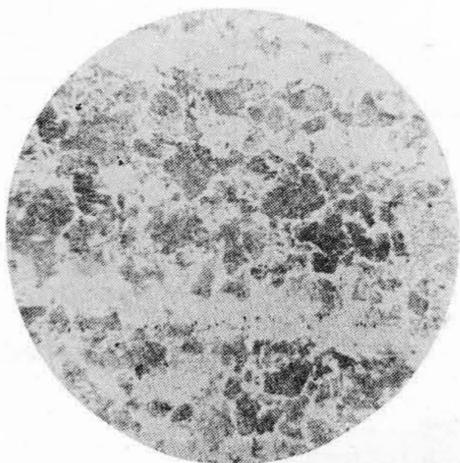
(vii) その他の試験

以上の他に必要に応じて、曲げ試験、鍛伸試験、マクロ腐蝕試験、顕微鏡組織試験、焼入性(ジヨミニャー)試験、超音波探傷試験等を行う。第114図(前頁参照)は曲げ試



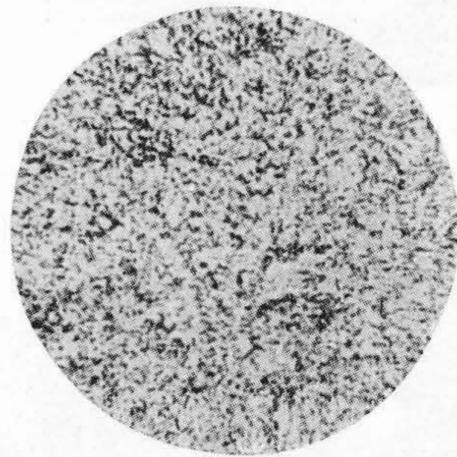
第116図 S45C 圧延丸鋼圧延状態
顕微鏡組織 ×100

Fig. 116. Microscopic Structure of S45C Rolled Round Steel Bar ×100



第117図 S45C 圧延丸鋼焼ナマシ状態
顕微鏡組織 ×100

Fig. 117. Microscopic Structure of Annealed S45C Rolled Round Steel Bar



第118図 S45C 圧延丸鋼焼入焼戻し状態
顕微鏡組織 ×400

Fig. 118. Microscopic Structure of S45C Rolled Round Steel Bar, Hardened and Tempered

験結果を示す。第115図はマクロ腐蝕の一例を示す。又顕微鏡組織の一例を示すと第116図 (S45C 圧延状態)、第117図 (同焼ナマシ状態)、第118図 (同焼入れ焼戻し状態) の如くなる。

上記の検査、試験はすべて周到なる基礎実験によつて得られた資料に準拠して行い、更に日常の生産は品質管理を採用しているので常に優良な製品を供給することが出来る。

日立製作所案内

(その14)

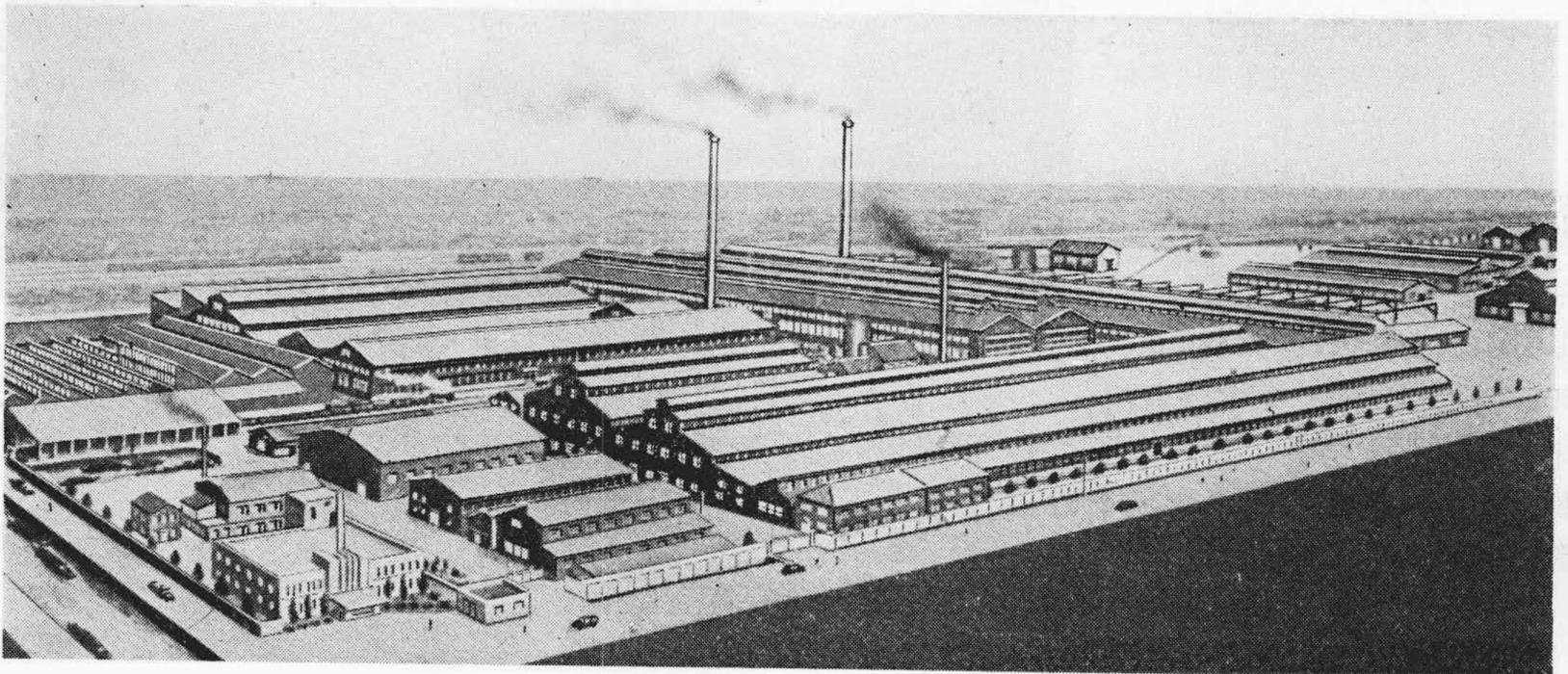
戸畑工場

所在地 福岡県戸畑市明治町3番地

戸畑工場は明治43年6月戸畑鑄物株式会社として発足当時我国及び東洋最初の可鍛鑄鉄を製造し爾來技術の向上と販路の開拓に幾多の努力を重ねその製品は「㊄印マレブル」として広く欧米諸国にまで好評を博した。又大正10年には欧米にさきがけ電気炉の使用を考案し製品の改良に勉め翌11年には鑄鋼品の製作も創め日本鑄造工業界に多大の貢献をなした。昭和10年10月国産工業株式会社戸畑工場と社名を変更し、更に昭和12年5月株式

会社日立製作所と合併し、今日に至つたその間長年月の経験と完全な生産設備、徹底した研究改善等によつて質量共に業界に誇る製品を市場に送り出している。

主製品 各種黒心可鍛鑄鉄(マレブル)製品、各種鑄鋼製品、各種白心可鍛鑄鉄製品、各種耐熱鑄鉄製品、各種高力可鍛鑄鉄、各種車輪、各種㊄印チェーン、ダクタイル鑄鉄製品、特殊鑄鋼ロール、その他



戸畑工場全景

(その15)

桑名工場

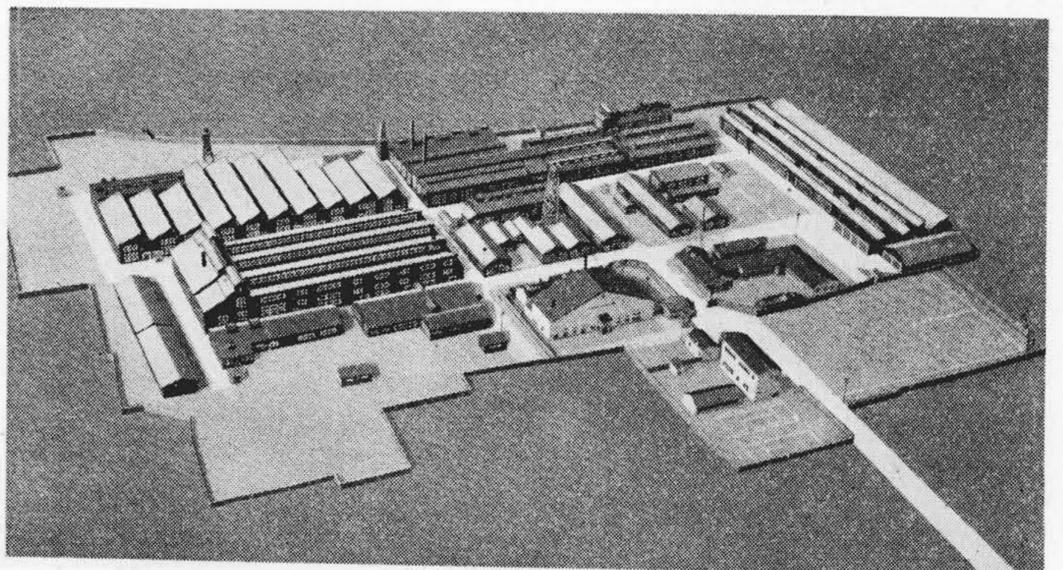
所在地 三重県桑名市大福町2番地

桑名工場は昭和12年日立製作所と合併した国産工業株式会社木津川工場の分工場として昭和13年1月新設された工場である。㊄印鉄管継手の製造は明治43年戸畑鑄物株式会社に於て我国初の製造が創められ、大正11年継手専門工場として木津川工場が設立、爾來製造技術の向上に精進すると共に販路の開拓に力を注ぎ日立製作所と合併する頃の生産は全国継手生産量の80%に達し、その声価は内外に喧伝せらるゝに到つた。

終戦後は親工場である木津川工場が不幸戦禍により焼失、遂に閉鎖の止むなきに到つたので直ちに独立工場として再出発し急速な戦後の需要増加に対応し、コンベヤー

システムの採用、各種作業の機械化を実施し万全の生産体制をとらえている。

主製品 ㊄印鉄管継手、その他



桑名工場全景

日立製作所案内

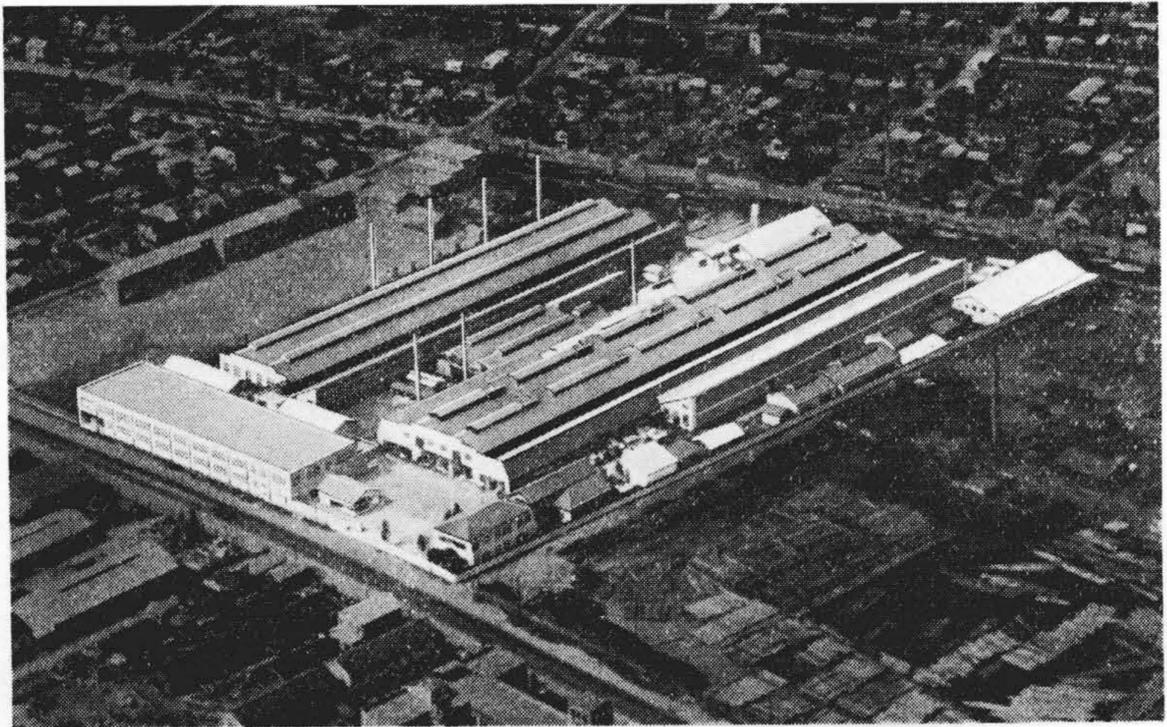
(その16)

深川工場

所在地 東京都江東区深川越中島
8番地

深川工場は明治43年創設され我国最初の可鍛鑄鉄を製造した戸畑鑄物株式会社が幾多の努力の結果黒心可鍛鑄鉄品の電気炉応用に依る製造法を確立して、焼鈍時間の短縮、製造原価の低廉、品質の均斉、優良化等により欧米諸国に技術的先鞭をつけるのみならず我国鑄造工業界に劃期的貢献をなすと共に斯界に特記すべき記録を印して、以来製品需要範囲の拡大と需要量の増大とに依り遂に同社、戸畑工場のみではその需要に応じ切れない状態となつたので昭和4年11月東京工場として新設された

工場である。昭和12年5月株式会社日立製作所と国産工業株式会社(戸畑鑄物の社名変更)との合併と同時に日立製作所深川工場と改称し黒心可鍛鑄鉄の専門工場とし



深川工場全景

て益々斯業発達のため奮闘している。

主製品 マレブル品、その他

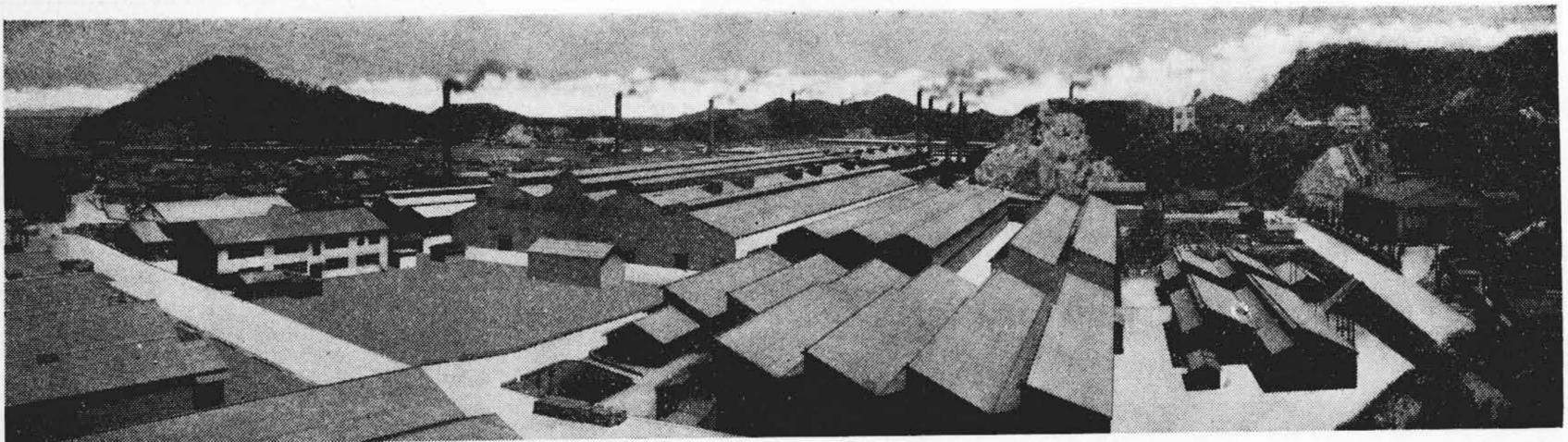
(その17)

安来工場

所在地 島根県能義郡安来町大字安来 2,107 番地の2
安来工場が特殊鋼専門工場として生い立つてより既に半世紀余になる。この長い間には幾多の盛衰を経て来たし、数多い苦難の時もあつたが、この地方に産出する優れた品質の真砂鉄を原料とする高級特殊鋼生産の伝統

と携みない努力により、今日では我国有数の特殊鋼メーカーとして、凡ゆる品種に亘り凡ゆる需要部門に対する特殊鋼の総合生産を行つている。

主製品 特殊鋼、同加工品及び圧延品、その他



安来工場全景