

ボイラ微粉炭装置 E 型ミル用ボールについて

Study on Balls of Type E Mill Pulvelizer for Boiler

古橋 始 治* 宇 和 野 晃 三*
Motoharu Furuhashi Kozō Uwano

内 容 梗 概

微粉炭焚大型ボイラ用の微粉炭装置として近年堅型ミルである E 型ミルが使用され、すぐれた成績を示している。

E 型ミルの生命である石炭粉砕部は、寿命を長くし粉砕効果を常に一定条件に保つため特殊の考慮が払われている。すなわちボールと粉砕輪は強靱で耐磨耗性に富み高度の粉砕能を必要とする。

ボールは過去 3 年に及ぶ使用実績から、その寿命は 15,000 時間と推定されきわめて長時間の使用に耐え、この種外国製ボールの実績よりまさるとも劣らない満足すべき結果を得ている。

〔 I 〕 緒 言

石炭微粉化用のボールは、その使用目的から考えて、

- (i) 表層部が高い硬さを有し、強靱で耐磨耗性が大であること
- (ii) 内部は靱性に富んだものであること
- (iii) 球形の公差は僅小なること

が必要である。これらの特性を満すために材質は C-Mn-Cr-Mo 鋼を使用し、これを精密型鍛造によつて整形した後、球状化焼鈍を行つて靱性を向上し、強烈な焼入と焼戻を行つて、ボールとしての所要特性を附与した。製造したボールの大きさは直径 $10\frac{1}{2}$ ~ $7\frac{1}{2}$ 吋 で、その使用実績は外国品に劣らぬすぐれた成績を示しており、ボールの冶金的な性状、製造法なども外国品に遜色のないものであることがわかつた。以下その概要について述べる。

〔 II 〕 ボールの使用状態

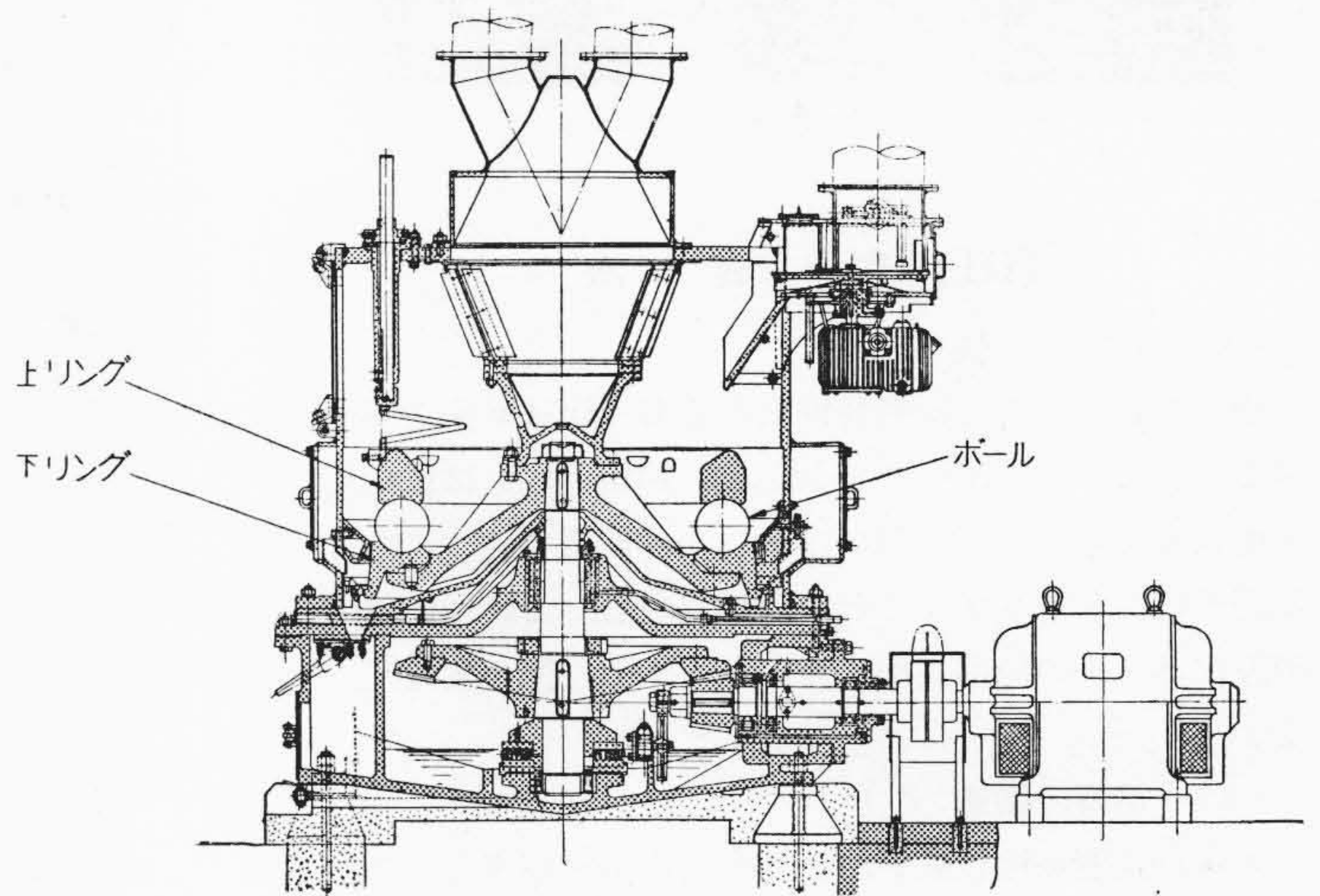
(1) 使用状態

E 型ミルは石炭の微粉化を目的とするもので、大型ラストベアリングのような型式で上下リング間を、ボールが転動する。石炭は回転中のボールとリング間を通り抜けるとき、微粉化されて燃料パイプへ送り込まれる。上下一組のグライディングリングは特殊鑄鉄で作られ、その硬さはショア-80度以上、回転数は 90 rpm でボールと同じく耐磨耗性を必要とする。ボールは 1 個当り約 500 kg の荷重を受け、 $150\sim 250^{\circ}\text{C}$ の熱風にさらされながら使用される。第 1 図にボールの使用状態を、第 2 図にボールの磨耗状態を示す。

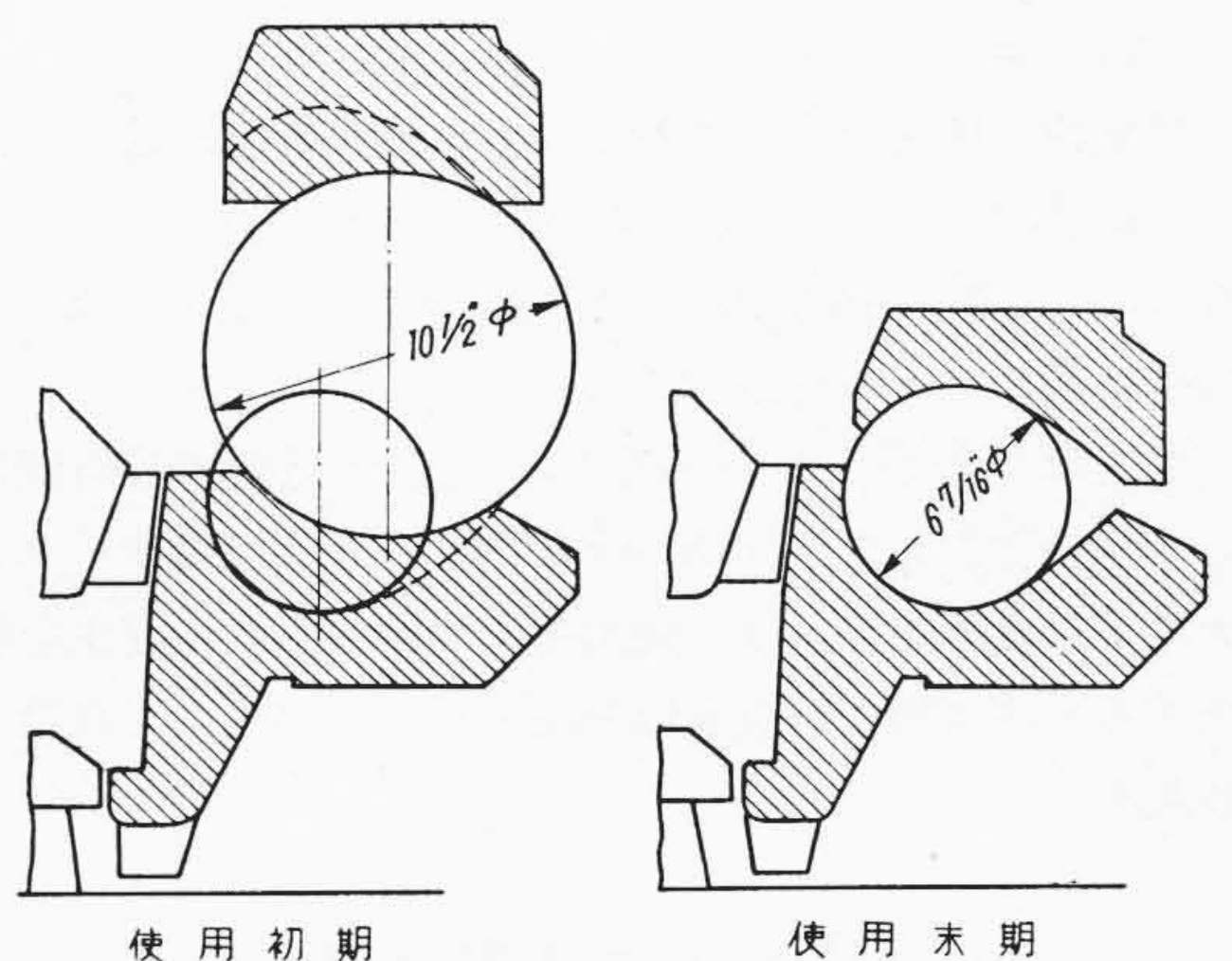
(2) 使用法

使用初期は直径 $10\frac{1}{2}$ 吋ボールのみで運転されるが、使

* 日立製作所日立工場水戸分工場

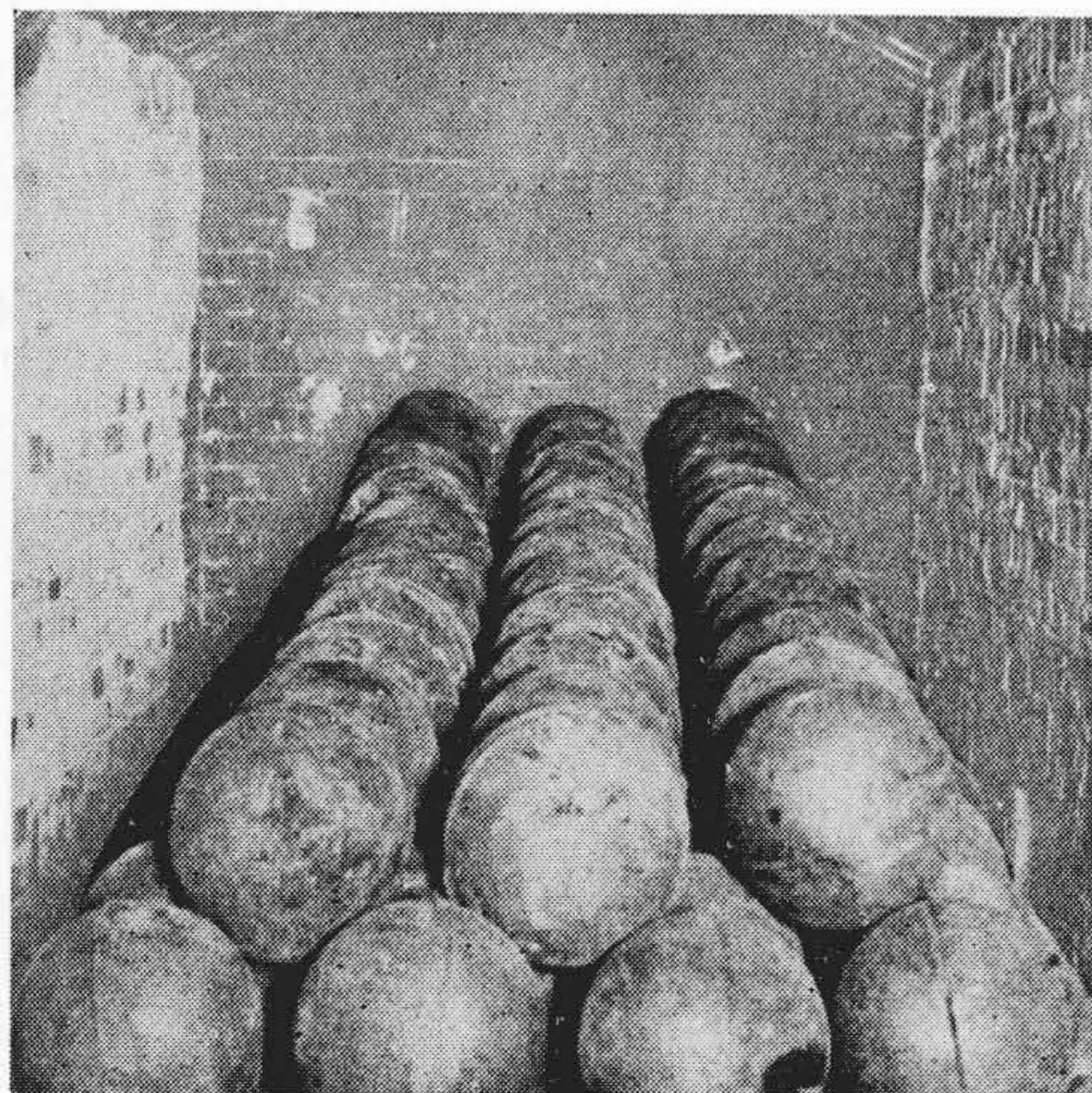


第 1 図 E 型ミル断面図



第 2 図 粉砕部の磨耗

用中これが磨耗して、リングに挟まれたボール相互の間隙が大になると、ミルの粉砕能力が低下するので直径 $9\frac{7}{8}$ ~ $7\frac{1}{2}$ 吋の補充ボールを挿入して逐次ボール数を増し、粉砕面を補つて能力の低下を防止する。



第 3 図 焼鈍後のミルボール

〔III〕 製 造 法

(1) 材 質

使用材質は強靱で耐摩耗性大なる C-Mn-Cr 鋼をベースとし、これに Mo を添加した。Mn, Mo は硬化層と焼入性を増し、特に Mo はボールの使用条件下における耐摩耗性を附与することに有効である。これら成分の範囲はボールの使用条件、寸法などにより種々変えている。

(2) 熔解, 鍛造

エルー式塩基性電気炉により小型鋼塊を熔製し、これから素材を鍛伸し、切断して、直径10½~7½吋のそれぞれのボール径に精密型鍛造を行う。加熱は連続炉で行う。完成したボール径の公差は±1mm 以下である。

(3) 調 質

炭化物を球状化することは焼入の際の焼割れ防止になり、靱性,耐摩耗性を向上するのに有効であるから、焼鈍後 Ac₁ 変態点上に加熱して球状化焼鈍を行う。第 3 図に焼鈍後のボールを示す。

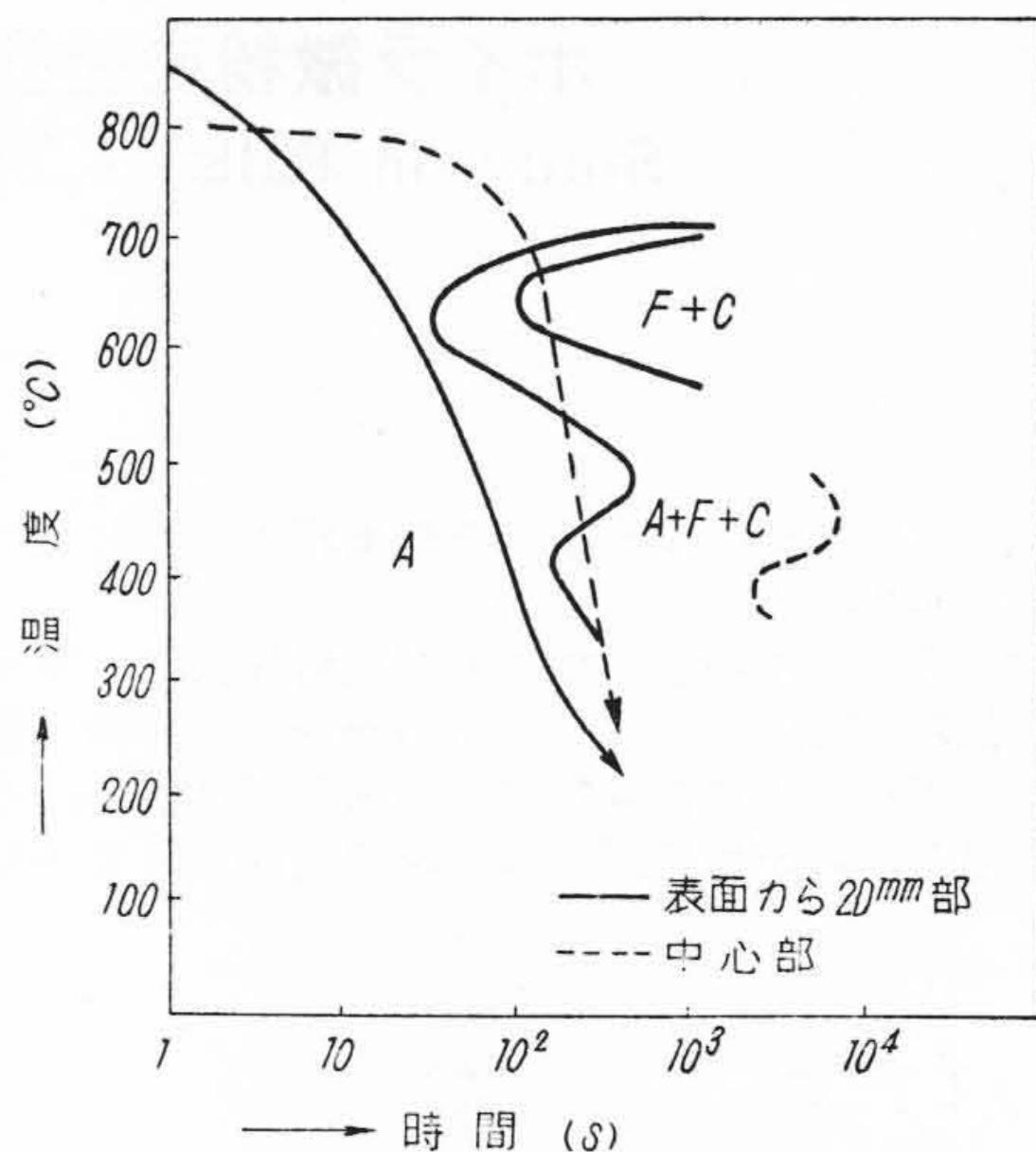
焼入は変態点上から水冷し、焼戻は低温で長時間行い、歪の除去および αM→βM 化と一部残留オーステナイトの分解をはかり、使用中における事故の発生を防止する。第 4 図に恒温変態曲線とボール内外の実測冷却曲線を示す。

〔IV〕 ボールの性状

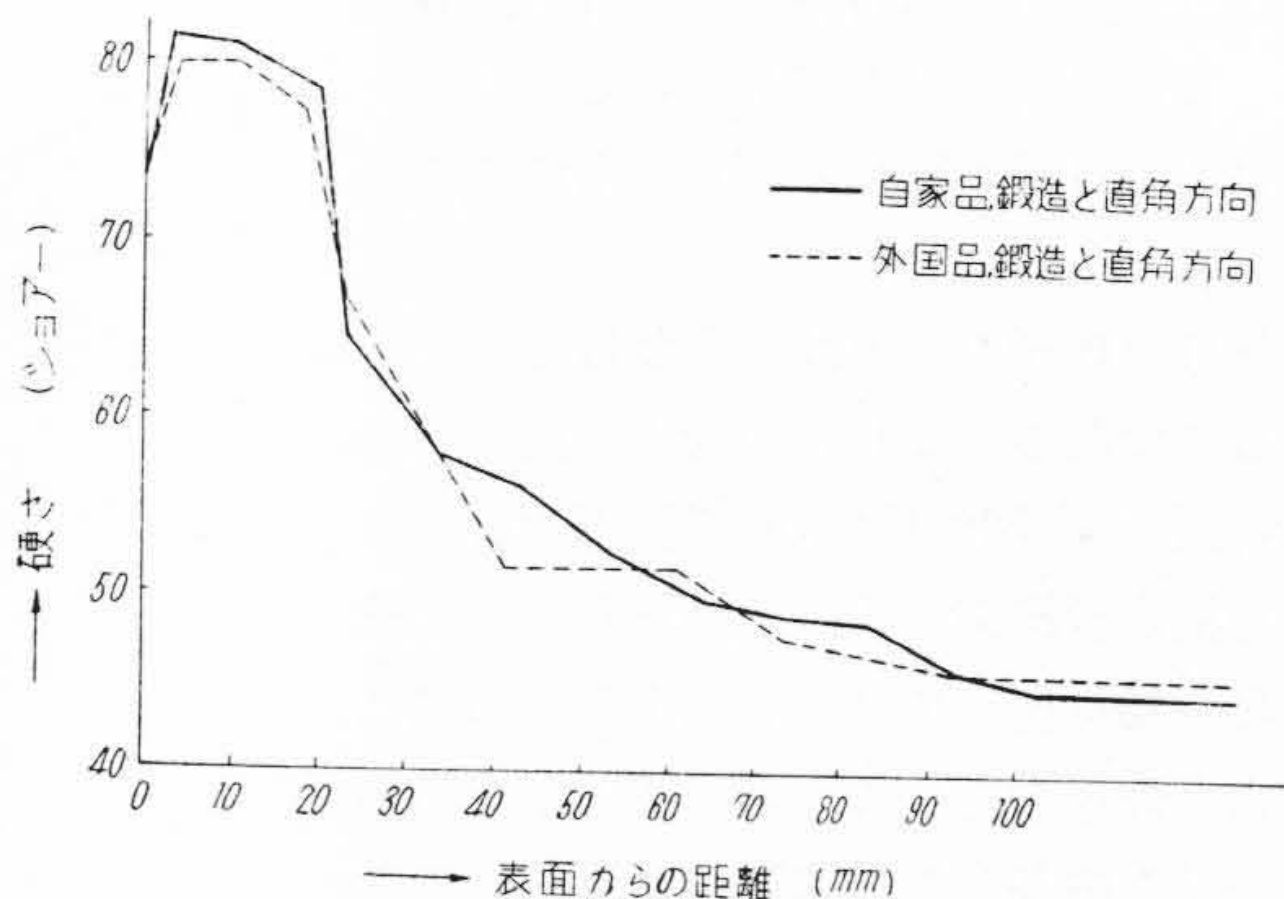
自家製ボールを切断してその性状を調査した。後日たまたま輸入した外国品の性状を調査する機会に恵まれたので、直径 10½ 吋のボールについて両者の比較を試みた。

(1) 硬 さ

表面硬さは、自家品,外国品ともにショア-72~78度で



第 4 図 恒温変態曲線と冷却曲線の関係



第 5 図 ボール断面の硬さ

いずれも脱炭の影響が認められる。内外の硬さ分布曲線を第 5 図に示す。すなわち外周部では、自家品が外国品よりやや高く、硬化層はそれぞれ 20, 18 mm で以下急激に硬さが低下し、中心部ではいずれもショア-45~46度である。

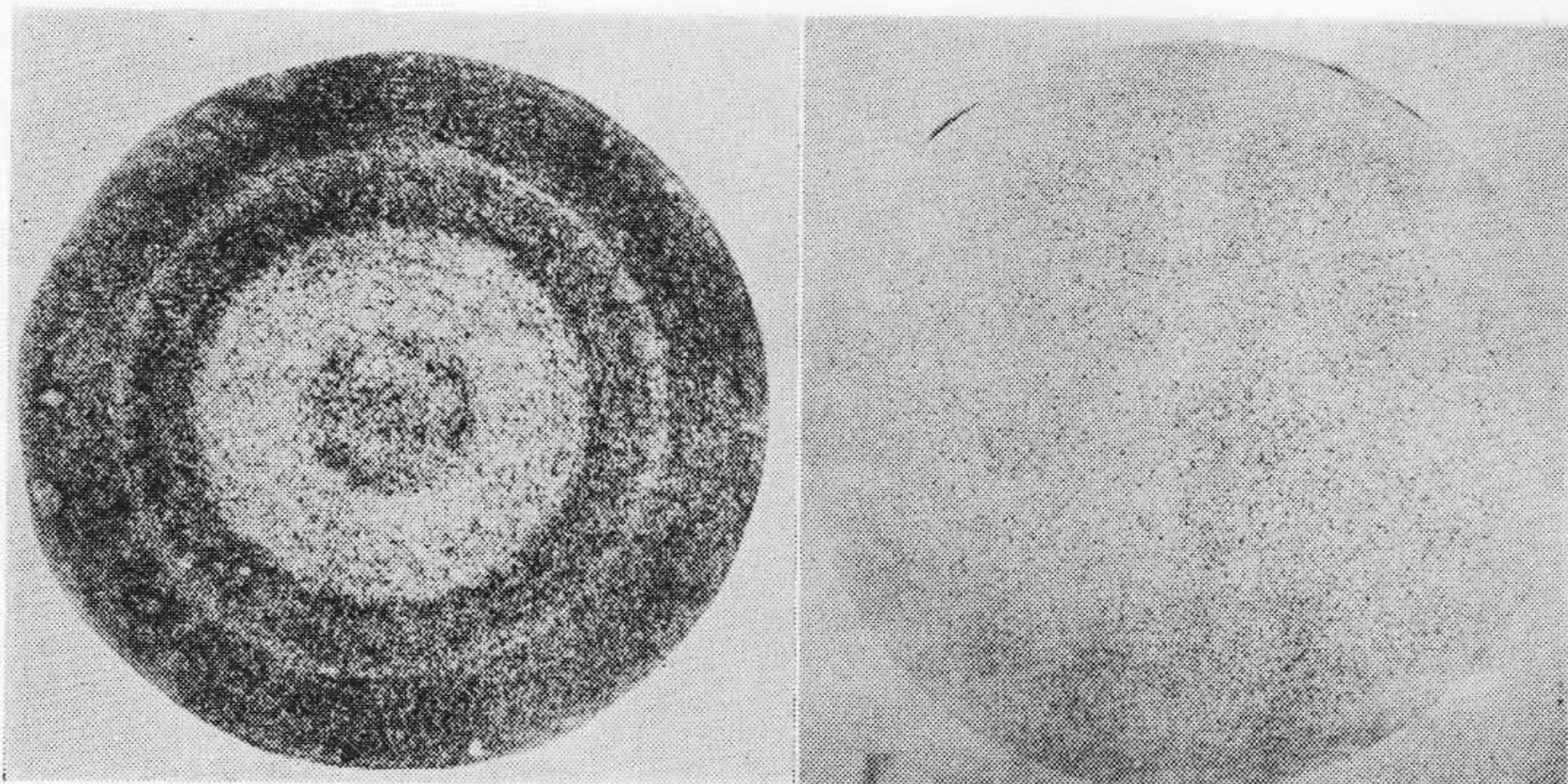
(2) サルファプリント, マクロ組織

自家品と外国品のサルファプリントを第 6 図に示す。後者は鍛造, 熱処理の影響が判然と年輪層に見出され、その濃度から前者よりはなはだしい偏析を示し、S の多いものであることがわかる。

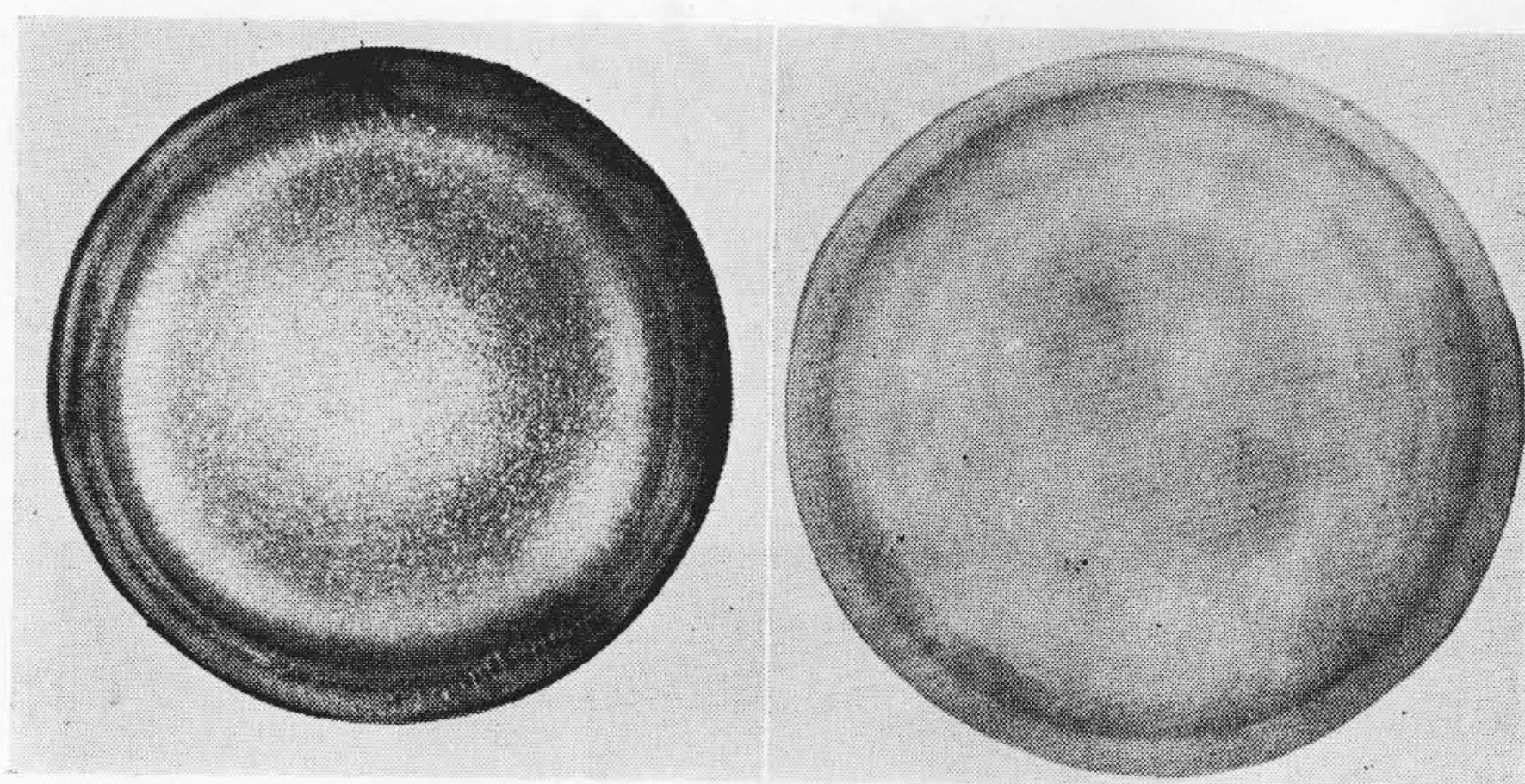
マクロ組織を第 7 図に示す。両者とも一次晶の残存, 内部クラックは認められず、鍛造および熱処理に基因する硬さ組織差が判然と検出された。これからも硬化層は自家品が大であることがわかる。

(3) 成 分

ボールの中間部から採取した試料の分析結果では、外国品は自家品に比較して、Cr が高く、Mn, Mo が低い、また不純物としての S は約 2 倍の含有量を示した。



自家品 外国品
第6図 サルファプリント (鍛造と直角方向)



自家品 外国品
第7図 ボールのマクロ組織 (鍛造と直角方向)

第1表 非金属介在物

	検鏡面		A系		B系	
			清浄度	平均厚 (μ)	清浄度	平均厚 (μ)
自家品	鍛造方向	外	0.3	3	2.1	3
		内	0.2	3	2.1	5
外国品	鍛造方向	外	1.5	6	2	5
		内	1.5	5	2	5
	直角方向	外	0.2	2	2.5	2.5

(4) 組織

自家品と外国品の内外の顕微鏡組織を第8図に示す。硬化層の組織は、前者が後者より残留炭化物が少く、地のマルテンサイトはやや粗である。トルースタイトの発生はそれぞれ表面から、18~20 mm, 10~12 mm において見られた。内部の組織はいずれも粗で不均一である。

(5) 非金属介在物, 結晶粒度

両者の内外の清浄度を第1表に示す。外国品はA系が多く、外周部には顕著なゴーストが検出された。非金属介在物のA系は単純な MnS の伸びたものが多く認められた。自家品の外周部では MnS+SiO₂ の混晶であるが、内部では SiO₂ と見られるものが多く、ほとんど原形のままである。第9図に両者の非金属介在物の例を示す。

オーステナイト結晶粒度を第2表および第10図に示す。外国品は自家品より粗粒である。

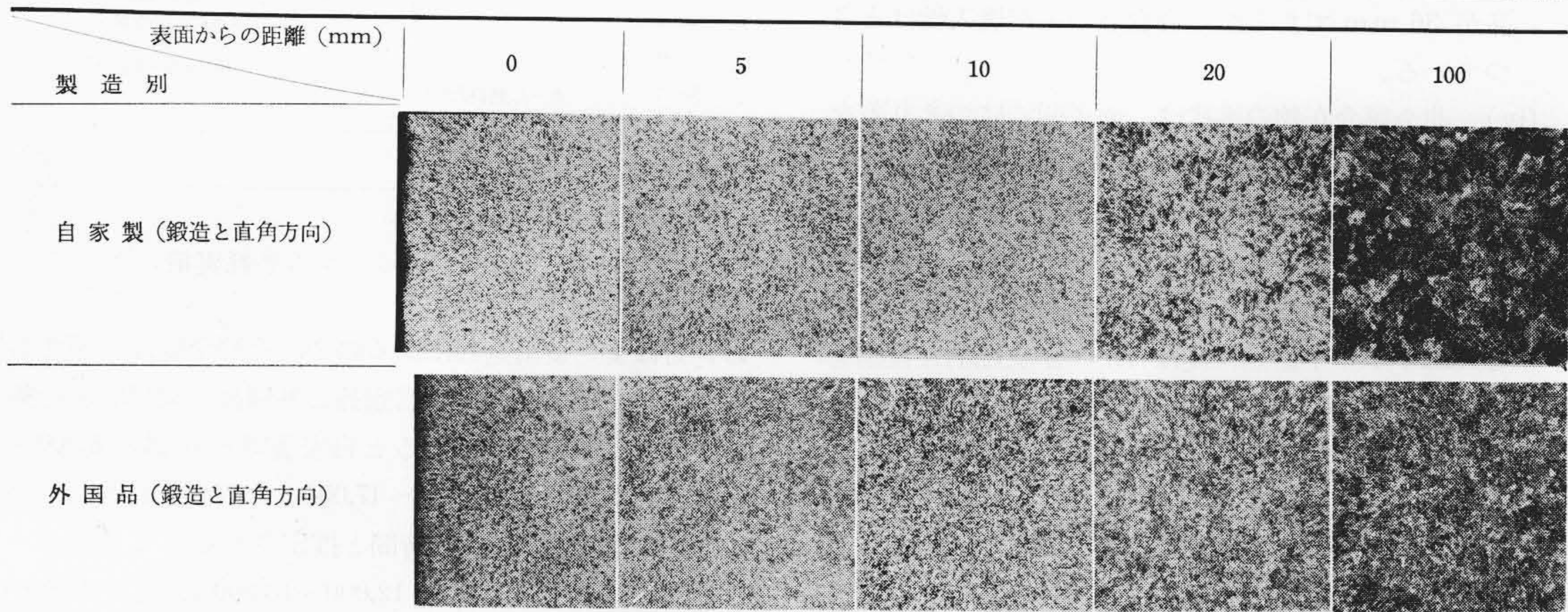
(6) 調査結果の検討

以上の調査結果を要約すると次の通りである。

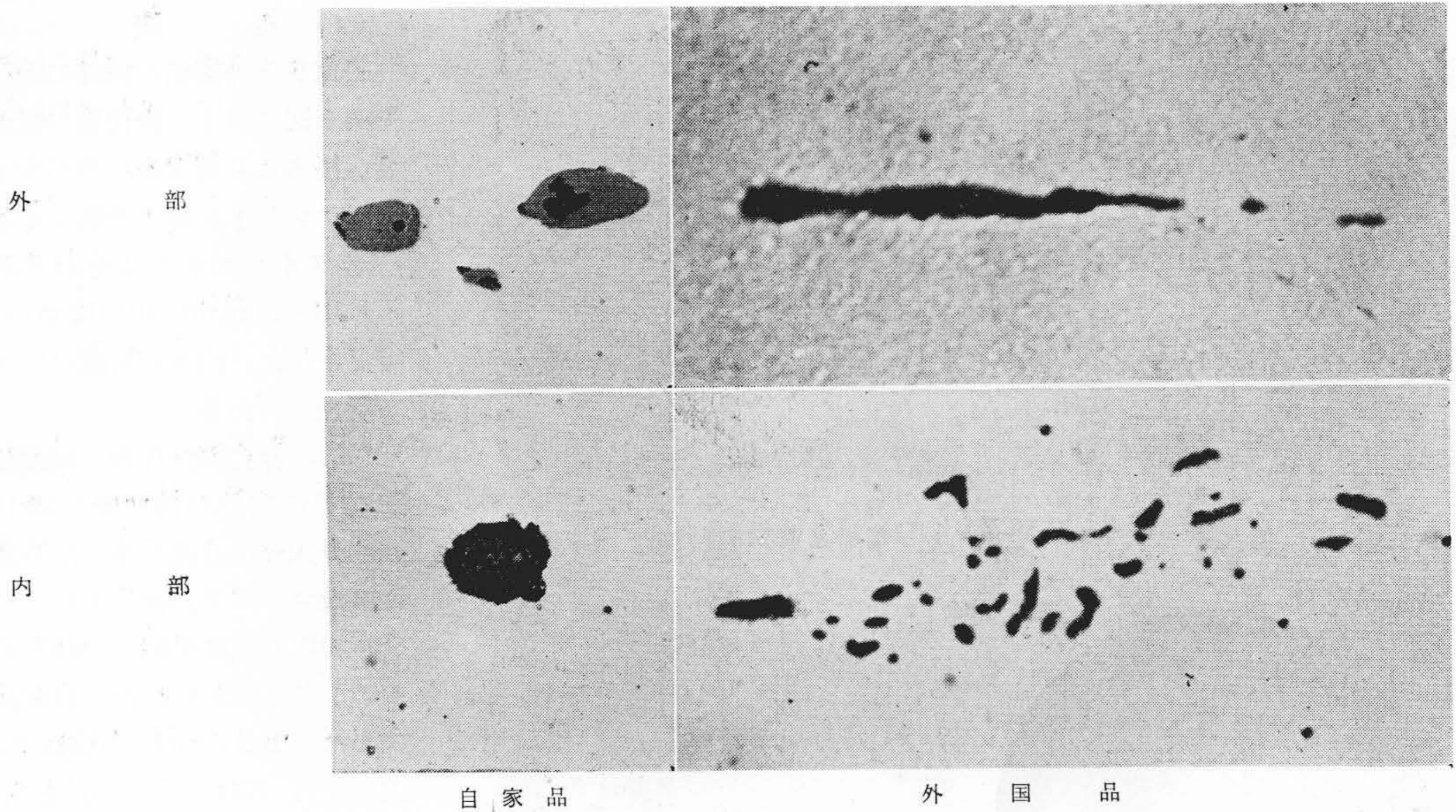
(i) 製造法は、外国品では自家品

第2表 結晶粒度

	検鏡面		結晶粒度
	鍛造方向		
自家品	鍛造方向	外	6.0
		内	6.0
外国品	鍛造方向	外	5.2
		内	5.2



第8図 ボール内外の組織 (×200)



第10図 非金属介在物 (×400) (鍛造方向)

よりSの含有量が高く非金属介在物の性状とそれが強く加工を受けているところから平炉鋼による大型鋼塊を使用しているものと推測される。鍛造は両者いずれも型鍛造法によるが、熱処理は両者の組織差から少しく異つていようである。

(ii) 自家品と外国品の硬化層は、それぞれ20および18mmで以下急激に硬さが低下している。その組織は、後者が前者より残留炭化物が多く、緻密で均一であつた。しかし地の硬さと強度は自家品が高いと考えられる。

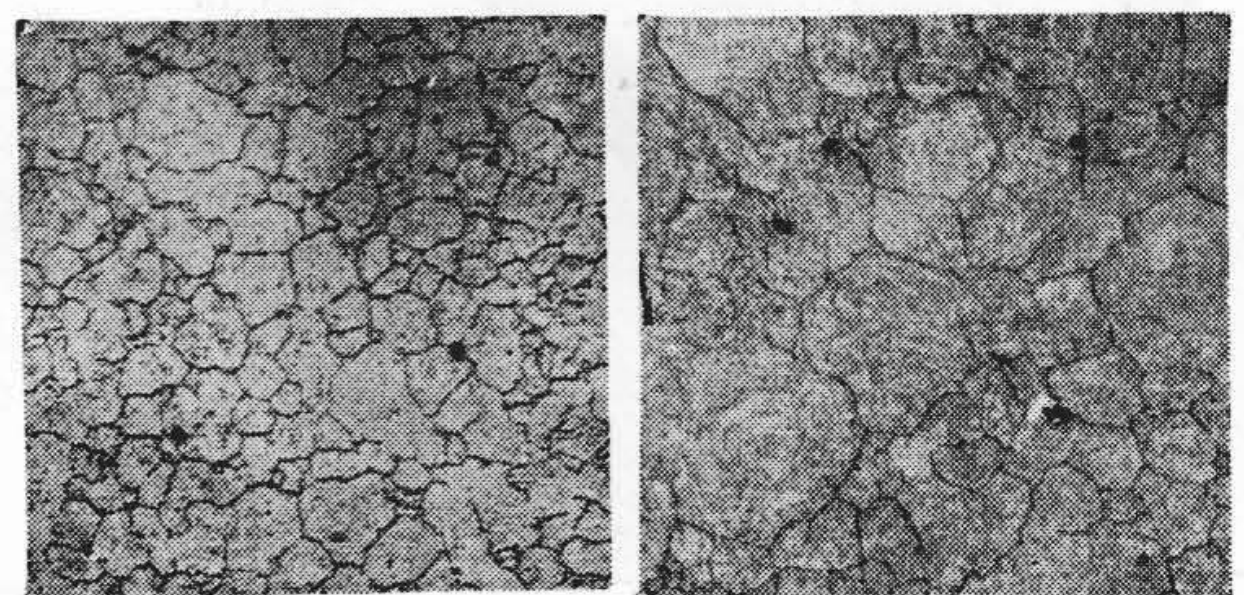
(iii) 成分は、両者ともC-Mn-Cr-Mo鋼であり、自家品との間には、C、Moに若干の差がみられた。外国品はCが高くMoが低い。Multiplied Factorから算出した焼入有効径は自家品が42mm、外国品が36mmであるから自家品の方が焼入性はまさつていよう。

(iv) 非金属介在物の性状は、両者間にはつきり差を認めた。自家品は珪酸塩が、外国品は硫化物がおもであり、両者の製鋼法の差によるものと考えられる。結晶粒度は外国品が粗粒であるが、これは製鋼時の脱酸法の差によるものと考えられる。すなわちオーステナイト結晶粒度はAlNが支配的な役割をするから、鋼中のNとAlの添加量が異なるものと思われる。

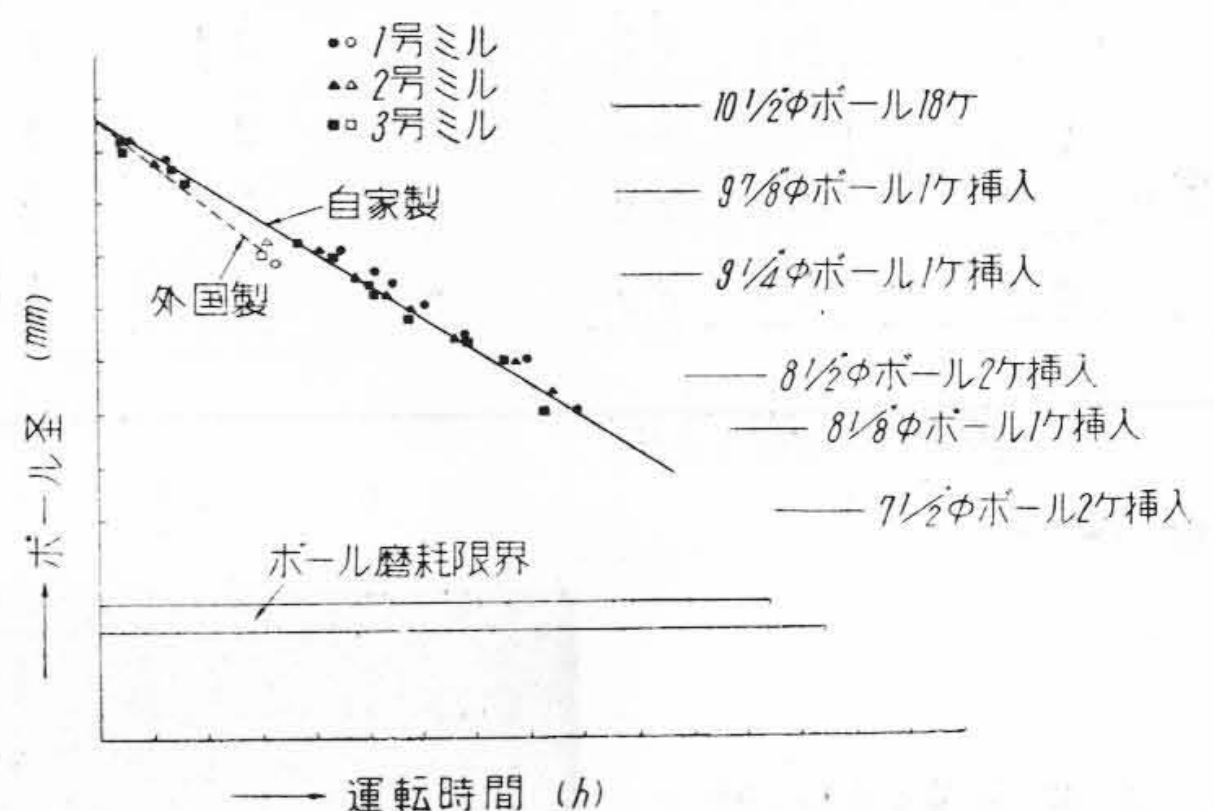
〔V〕 使用実績

(1) 使用実績

自家製のボールと粉砕輪を使用したE型ミルの粉砕部

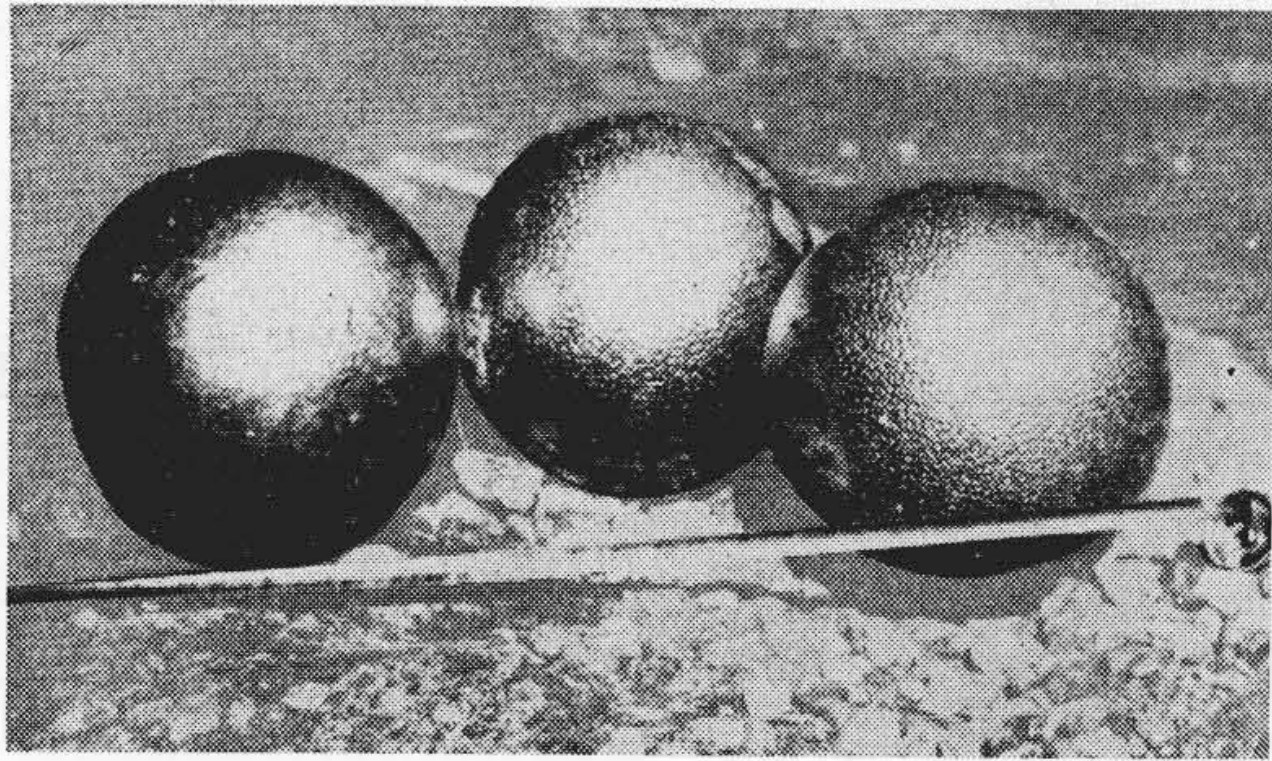


第11図 結晶粒度 (×100)



第11図 ミルボールの磨耗実績

の寿命はまだ使用過程にあるので、その全貌は不明であるが、某発電所における自家品と外国品の使用実績を第11図に示す。これによると自家製ボールは、8,300~8,900時間運転し、42,000~47,000tの石炭を粉砕している。その寿命は15,000時間と推定される。この種ボールの欧米における実績は12,000~13,000時間であるから、自家品は外国品にまさるとも劣らぬ好成績を示して



第12図 8,300 t 粉碎後のボール

いる。ボールの磨耗と運転時間および石炭粉碎量の関係は直線的であるが、これはボールの磨耗にしたがつて補充ボールを挿入してボール数を増し、粉碎面が一定になるようにして運転されるためであろう。

(2) 異状磨耗

使用中のボールの表面には第12図に示すようなアバタ状の凹痕が発生するものがある。これは一種のピッチング現象で、非金属介在物などが大きく影響してアバタ状の剥離を促進するものと推定される。

また全部のボールが上下リングによく接触して、全軸方向に円滑に回転するごとく補充ボールを挿入しないと、卵型に異状磨耗する一因になることが予想される。

[VI] 結 言

E型ミル用ボールについて自家品と外国品の性状と使用実績を述べた。この種ボールの性状は自家品がややまさっている。その使用実績においても欧米の実績をしの

ぐ好結果が得られるものと期待される。今後はさらに寿命を長くするため、材質と製造法の研究を重ね斯界の要望に答えたいと考えている。

擱筆するに当り、御指導を賜った日立製作所日立工場田村副工場長、小河鍛造課長、武市主任に対し深厚なる謝意を表す。また使用実績資料はボイラ設計課小玉主任金子課員の御好意によることを記して感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) AISI, Contribution to Metallurgy of Steel 12 (1946)
- (2) 小野, 根本: 日立評論鉄鋼特集号 33, 9 (1951)
- (3) 宇和野: 日立工場研究報告 No. 778 (1955)
- (4) 福田, 小玉: 日立評論火力発電機器特集号 21 (1956)

「日立評論」綴込カバー

特価1組 ¥ 50 (送料共)

「日立評論」の綴込み用として美しい綴込みカバーを発売致しております。

御希望の方には実費でお頒ち致しておりますから下記に御申込み下さい。

東京都千代田区丸の内1の4 (新丸ビル4階)

日 立 評 論 社

振替口座 東京 71824

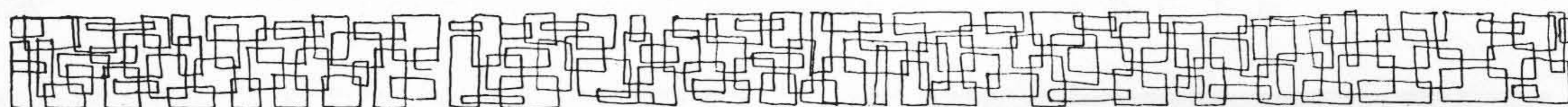
特 許 と 新 案

最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その5)

(第38頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工場別	氏 名	登録年月日
実用新案	452712	換 気 扇	亀戸工場	浅尾 義明	31.10.27
"	452713	冷 却 扇 付 油 圧 押 上 機	亀戸工場	浅橋 本 勲 一彦	"
"	452690	電 話 機 の フ ッ ク ス イ ッ チ	戸塚工場	小野 安正 藤喜美 雄	"
"	452691	電 話 機 筐 体	戸塚工場	中山 敏夫 田博三	"
"	452692	電 話 機 の フ ッ ク ス イ ッ チ	戸塚工場	軽部 政雄	"
"	452693	電 話 機 用 ダ イ ヤ ル の ス プ リ ン グ パ イ ル	戸塚工場	小中 林 季八 江村 良男 間泰弘	"
"	452708	塞 戸 の 開 閉 装 置	戸塚工場	林 吉一 関夫	"
実用新案	452705	G T 管 包 装 用 ホ ル ダ	茂原工場	志村 武重 篠永 重雄	31.10.27



日立製作所社員社外寄稿一覽

(昭和31年10月受付分)

寄稿先	題目	執筆者 所 属	執筆者
日本金属学会	高合金工具鋼の熱処理(第3報)	日立研究所	根本 正
日本分析化学会	原子力関係よりみた分析化学者への要望	日立工場	河原 誠二
日本鉄道車輛工業協会	交流電気機関車用50~单相整流子電動機の整流について	日立工場	河井 貞治
日本科学技術連盟	多種少量生産工場の検査について	日立工場	林 田 穰
日本機械学会	Some Remarks on the Measurement of Residual Stress by Gumert's Method	笠戸工場	渡 辺 寛
コロナ社	ネジポンプ	亀有工場	小 堀 威
工業調査会	設計製作の思い出高送り強力旋盤日立M型旋盤について	川崎工場	花 岡 浩
工作機械研究会	機械工作ハンドブック, フライス加工	川崎工場	花 岡 浩
日刊工業新聞社	アエリン樹脂の特性と用途	多賀工場	横 山 亮次 樋 口 英 健
高分子学会	フェノールノボラックの硬化反応に関する研究2報	多賀工場	横 山 亮次
アグネ出版社	計器用としての永久磁石の設計と応用	多賀工場	井 沢 尊 生
日本X線技師会	日立コンデンサ式間接撮影装置	亀戸工場	和 田 正 脩
オーム社	日立コンデンサ式間接撮影装置	亀戸工場	安 藤 文 蔵
日刊工業新聞社	Wide~Band T.V. Aerials(抄訳)	戸塚工場	古 谷 勝 美
日刊工業新聞社	Survey of I.T.V.~1956(抄訳)	戸塚工場	大 串 俊 夫
日刊工業新聞社	フィーダの取扱いについて	戸塚工場	古 谷 勝 美
電気通信学会 航空工学科	複接続型負性インピーダンス増幅器	戸塚工場	田 島 巖
東京大学工学部	The Creep Deformation of the Vibrational Shell of the Magnetic Receiver	戸塚工場	西 口 薫
日刊工業新聞社	流れ作業化したブラウン管試験器(抄訳)	茂原工場	山 崎 映 一
プラスチック技術協会	不飽和ポリエステルと電気絶縁材料	日立 絶縁物工場	日 月 紋 次
真空機器協会	セレンの真空蒸着について	中央研究所	近 藤 弥太郎
オーム社	ピンチ効果	中央研究所	槌 本 尚
オーム社	シグマ増幅器	中央研究所	太 組 健 児
オーム社	微小時間の測定	中央研究所	太 組 健 児
オーム社	パルス波高分析器	中央研究所	今 井 宗 丸
オーム社	電 離 箱	中央研究所	太 組 健 次
電波協会	医用電子装置	中央研究所	阿部 善右工門
コロナ社	Selengut-Goertgal 方程式の Multi Group 近似による解法	中央研究所	寺 沢 昌 一
国際観光設備協会	旅館用電気器具について	本 社	和 田 可 一
北海道経済農協連合会	農 事 用 モ ー ト ル	本 社	細 谷 栄次郎
日本規格協会	鋳物工場における品質管理の一例	本 社	村 川 武 雄
電気書院	わが国自動交換機の動向	本 社	村 上 武
日本鋳物協会	普通鋳鉄鋳物(フライホイール)	水戸分工場	田 岡 英 夫
家庭電気文化会	この冬に力を入れている暖房器具の紹介	本 社	梶 井 俊 一