

# 鑄鉄の超仕上について

藤井梵太郎\*

## The Superfinish of Cast Iron

By Hantarō Fujii

Wakamatsu Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

The relation between the hardness of materials to be worked and that of the grinding stone, and the influence of the cutting oil on the finished surface of cast iron were investigated by the writer under various working conditions. In the article, the writer discloses some of the results of his study, which may be summarized as follows:

- (1) For the first stage of superfinishing process, the stone "H" (R.H. 43) gives the best results to the working materials with the hardness of S.H.N. 25-40.
- (2) The stone "J" (R.H. 74) was found suitable for the second stage of superfinish. The coarseness of the finished surface, measured in the experiment, was 0.16 u.
- (3) At the first stage, the light oil turned out suitable for the working material whose hardness is S.H.N. 28.
- (4) The mixed cutting oil, containing light oil and machine oil in the rate of 6:4, was best for use in the second working stage.

### 〔I〕 緒 言

製紙用ヤンキードライヤは、その表面精度が直ちに完成紙の艶を左右するため、最上級の仕上面、いわゆる鏡面仕上が要求されるものである。よつてこの鏡面仕上の対策として、時間的にもまた仕上面精度の点においても最もすぐれているといわれる。超仕上法を採用することにより、所期の目的を達成しようとした。鋼に対しては多くの実験結果も発表されてをり、またわれわれも圧延機用軸受スリーブにつき、外面超仕上を行つた経験を有している。しかし鑄鉄に対する研究は未だ十分に行われていない。およそ工作物のいかに問はず超仕上法の成果が、その切削諸元である切削速度、工作物周速度、砥石圧力、砥石振幅、砥石振動数とともに、砥石の性能および工作油の種類により、非常な影響を受けることは広く知られており、とりわけ工作物硬度に適応した砥石硬

度の選出<sup>(1)</sup>、ならびに工作油の選定は、超仕上法の成否を決定するといわれている。本研究において以上のような見地より、数種の砥石硬度および工作油を使用して、鑄鉄の超仕上の実験を進めた。

### 〔II〕 実験の方法

#### (1) 実験装置および試験材料

##### (a) 使用機械

小金井製汎用301型超仕上機を、日立精機製 #4型ターレットレースに取付けて実験を行つた。

##### (b) 試験材

S.H.N.25-40の普通鑄鉄を用い、その寸法は $40\phi \times 26\phi \times 45L$ である。素地研削はGC-C-80-Jのグラインダ・ホイールにより研削を行い、研削面を一定とするためダイヤモンドによる目立後、切込 $2/100\text{ mm}$ で5往復せしめた。研削面の粗さは $1\sim 3\mu$ 程度であつた。第1表(次頁参照)は試験材の分析結果である。

\* 日立製作所若松工場

第 1 表 試 験 材 分 析 表  
Table 1. An Analysis of Test Piece

資 料 番 号	成 分						硬 度 S.H.N.
	T.C.	Si	Mn	P	S	Cr	
1 1~12	3.42	2.04	0.54	0.23	0.084	—	25
2 1~12	3.34	1.50	0.62	0.24	0.086	—	28
3 1~12	3.23	1.24	0.65	0.23	0.088	—	30
4 1~12	3.28	0.54	0.16	0.47	0.098	0.62	40

第 2 表 ユシローケン “T” の規格  
Table 2. A Gauge of Yushirōken “T”

外 観	暗赤色透明粘調液体
比 重	$D_4^{20}$ 0.995±0.005
反 応	アルカリ性 10 倍液 P.H. 9.0~9.5
水 分	40% 以下
灰 分	5.0% 以下
酸 価	1.0 以下
粘 度	R 50 原液 1,040±5 R 50 10 倍液 27±2
比表面張力50度C	10 倍液 0.543±0.005 20 倍液 0.580±0.005 30 倍液 0.652±0.005 40 倍液 0.667±0.005 50 倍液 0.684±0.005
酸 化 価	9.5±5
沃 素 価	33±5

第 3 表 マ シ ン 油 の 油 性  
Table 3. Oilness of Machine Oil

反 応	引火点 (°C)	粘度(秒) 50°C	凝固点 (°C)
中 性	160 以上	160±20	5 以下

(c) 砥 石

日本陶器製 WA-600-H, I, J, K, L の 5 種類を用いた。砥石の寸法は 12×12×30 mm である。砥石の性能を左右するものとしては硬度(結合度), 粒度, 組織, 砥粒および結合剤の種類など幾多の要素が考えられるが, 本研究においては, 使用砥石の 1 面 3 箇所計 12 箇所の砥石硬度をもって, 砥石性能を代表せしめることとした。

第 1 図は実験に使用した砥石硬度である。

(d) 工 作 油

(i) シムクール

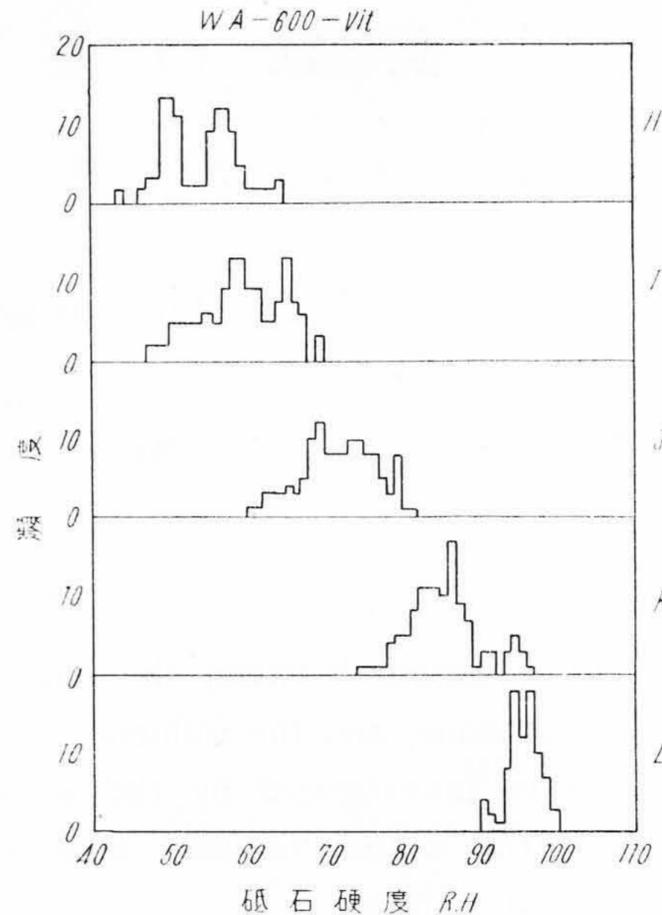
The Cincinnati Milling Machine Co. 製の水溶性切削油であり, その油性は詳でない。

(ii) ユシローケン “T”

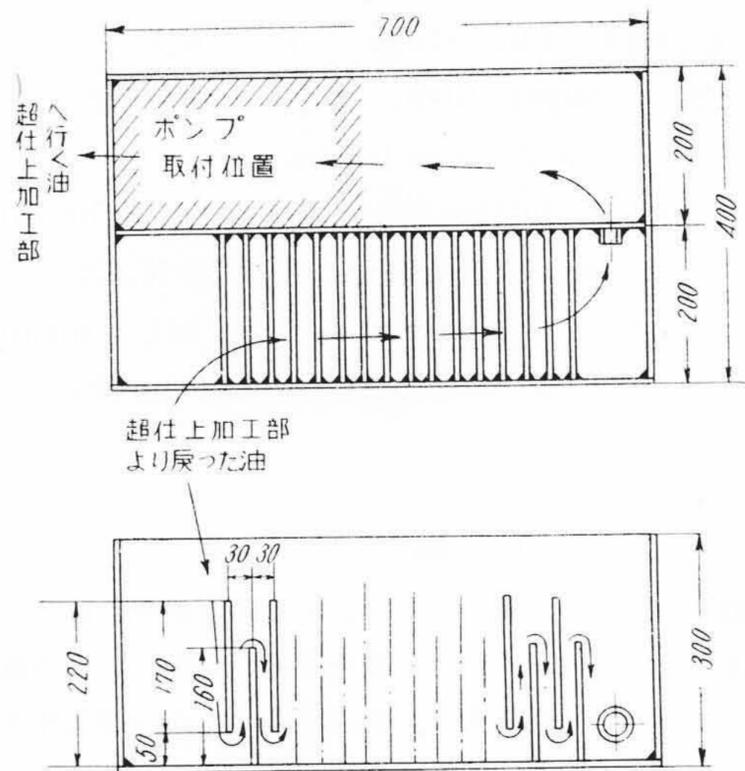
ユシロ化学工業製であり, その規格は第 2 表の通りである。

(iii) 軽 油

ジェネラル物産会社製, 反応—中性, 引火点—50°C



第 1 図 実 験 用 砥 石 硬 度  
Fig.1. Stone Hardness to Use Experimentation



第 2 図 オ イ ル タ ン ク  
Fig.2. Oil Tank

以上である。

(iv) マシン油

ジェネラル物産会社製で, その油性は第 3 表のごとくである。

(e) 濾 過 装 置

工作油の濾過装置は第 2 図に示すごとき鉄製オイルタンクを使用し, さらにサクシオンパイプの先端に, 真鍮製 100 メッシュのフィルタを取付けた。工作油の吐出圧力<sup>(2)</sup>は 0.6 kg/cm<sup>2</sup>, 吐出量は約 2 l/mn である。

(2) 測定事項

(a) 表面粗さ

B型 N.F. 粗度計により研削後、超仕上げ後の表面粗さを測定した。J.I.S. B 0601 S粗度との間には

$$S粗度 = \frac{1}{80} N.F. 粗度$$

なる実験式が成立する。

(b) 砥石減量

超仕上前後の砥石の高さの差をもつて、砥石減量とした。測定には T.T.D.K. 製 1/1,000 mm ダイアルインデキータを使用した。

(c) 軸減量

小坂式 D III 型仕上面検査機によるプロヒログラフにより軸片側減量を4箇所測定し、その平均値の2倍をもつて軸減量とした。実験にはラフネス (Roughness) × 2,000, パス (Pathe) × 20 を用いた。

(d) スンプ写真

最大傾斜角の検定および、表面仕上げ状況の平面的観察にスンプ写直を使用し、プロヒログラフと併用した。

[III] 実験結果の検討

(1) 第1段工程と第2段工程とについて

超仕上げ法を切削を主眼とする第1段工程と、艶出しを主眼とする第2段工程のごとく加工を2段に分けることは工作物周速度、砥石圧力、工作油などを変化させねばならぬ理由により、加工時間の面より考えれば避けねばならぬ。しかし使用砥石の品質が均等でないこと、1段工程のみでは最後に得られる面が2段工程より劣ること、および研削面のウネリなどの問題より、一般には1段工程より2段工程が採用されている。特にクランク軸などの大型製品の加工には、3段工程を取っているところもある。また1段工程と2段工程との採用限界は、研削下地の表面精度  $2\mu^{(3)}$  ともいわれている。本実験においては、対象工作物がドライヤ (FC23, S.H.N. 30,  $6' \sim 8' \phi \times 8' \sim 12' L$ ) であり、その表面精度が  $2 \sim 4\mu$  であつて、仕上面の良否が直ちに完成紙に影響するため、最上限の表面精度が要求されている点などから、2段工程につき実験を進めた。

(2) 素材硬度と砥石硬度との関係

(a) 第1段工程

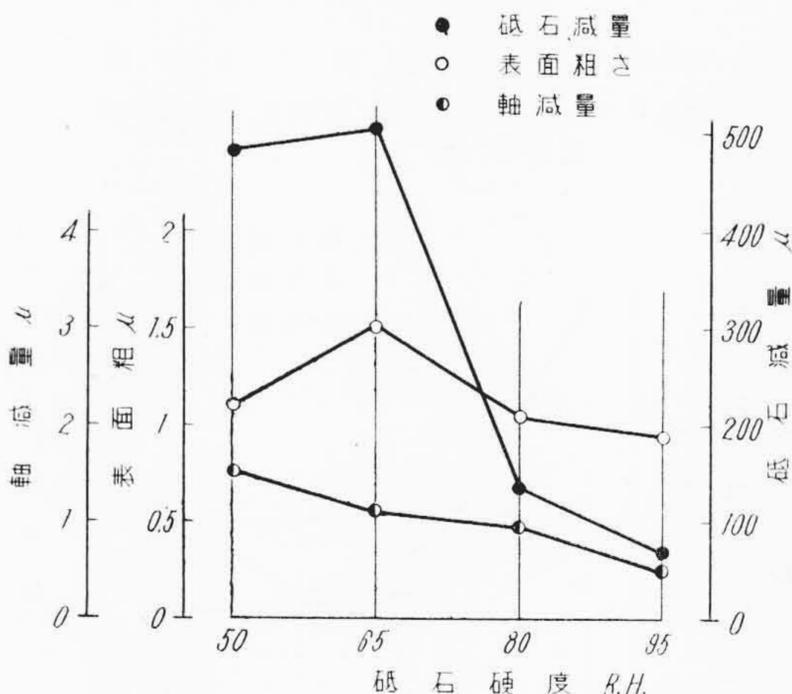
前述の試験材 S.H.N. 25, 28, 30, 40 などに対し砥石硬度 R.H. 50, 65, 80, 95 なる砥石を使用して第4表に示す超仕上げ諸元により、超仕上げを行つた結果は第3図～第6図 (次頁参照) の通りである。

本実験結果より推察されることは、(1)同一工作油、同一切削諸元の下においては、砥石減量と軸減量の二量

第4表 超仕上げ諸元

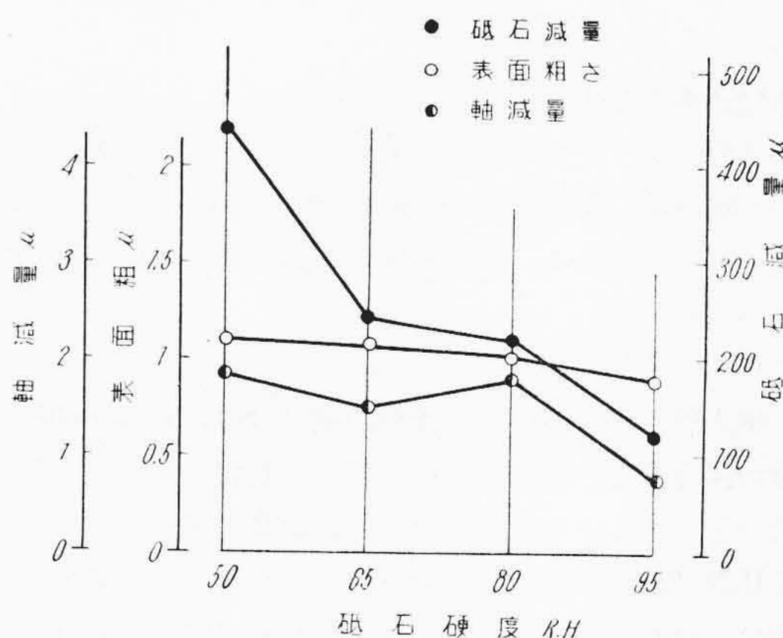
Table 4. Various Working Conditions of the Superfinish

砥 粒			WA
砥石	粒	度	600
砥石	硬	度 (R.H.)	50, 65, 80, 95
砥石	振	幅 (m/mn)	4
砥石	振	動 数 ( $\sim$ /mn)	600
工	作	物 周 速 度 (m/mn)	7.5
砥	石	圧 力 ( $kg/cm^2$ )	1.5
工	作	油 (軽油/マシン油)	8/2
超	仕	上 時 間 (mn)	1



第3図 S.H.N. 25 に対する諸量

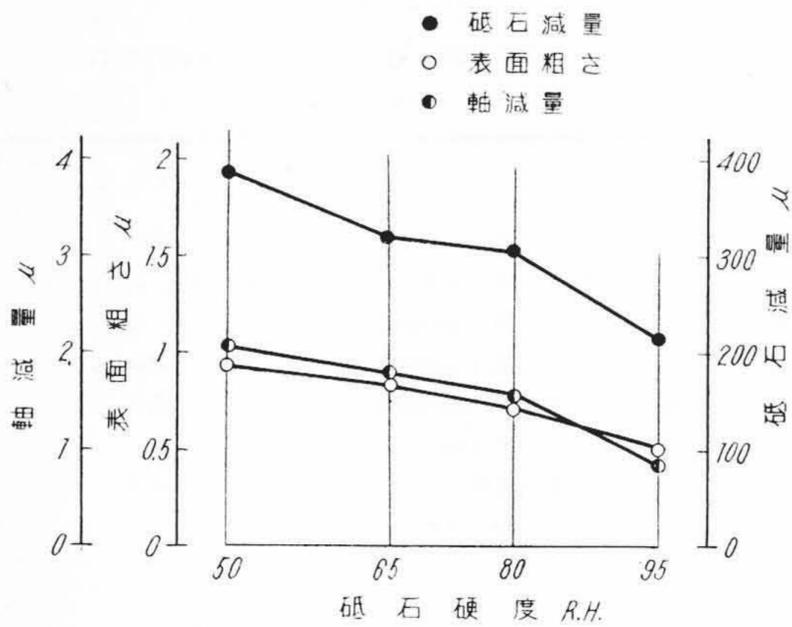
Fig. 3. Data for the Work Material S.H.N. 25



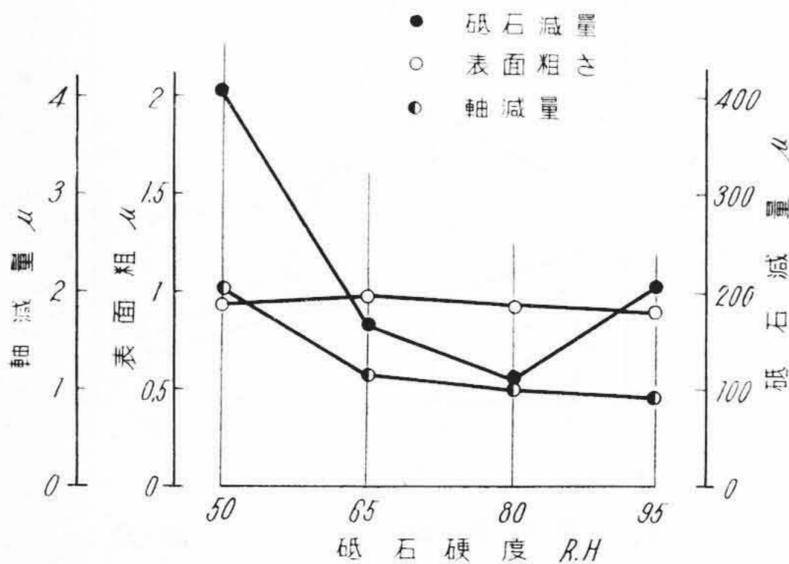
第4図 S.H.N. 28 に対する諸量

Fig. 4. Data for the Work Material S.H.N. 28

は比例している。(2)いずれの試験材に対しても、R.H. 50 (H) の砥石は最大の軸減量を示している。第1段工程の主眼が切削であることより考えると、この程度の



第 5 図 S.H.N. 30 に対する諸量  
Fig. 5. Data for the Work Material S.H.N. 30



第 6 図 S.H.N. 40 に対する諸量  
Fig. 6. Data for the Work Material S.H.N. 40

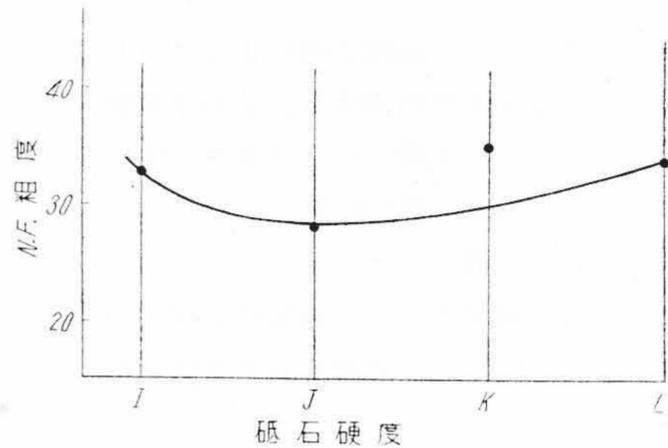
素材硬度の変化であれば、使用砥石は R.H. 35~51 (H) で十分であり、また最良の結果を得ることができる。しかし軸減量、砥石減量、表面粗さの三点より考察すれば、鋼の場合と同様に、素材硬度と砥石硬度とは反比例すると考えられる。

(b) 第 2 段工程

第 1 段工程において、素材硬度が S.H.N. 25~40 程度の硬度変化であれば、使用砥石を変化せしめる必要はないということを知り得たので、第 2 段工程については S.H.N. 28 の試験材のみの実験に止めた。また第 2 段工程は、軸減量、砥石減量ともにきわめて僅かであり、特に軸減量は触針式仕上面検査機では、測定不能と考えられたので表面精度のみを比較した。第 5 表は実験に使用した超仕上諸元であり、第 7 図は実験結果である。この実験においては砥石硬度“J”が最良の結果を示した。また素材との馴染みの点においても、“I”、“J”が良好であった。なお“K”の異常な値に関しては“K”

第 5 表 第 2 段工程超仕上諸元  
Table 5. Various Working Conditions of the Second Stage

砥 粒	WA
砥石粒度	600
砥石硬度 (R.H.)	I (60) J (74) K (83) L (90)
砥石振幅 (mm)	2.6
砥石振動数 (~/mn)	1,500
工作物周速度 (m/mn)	35.2
砥石圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	1.2
工作油 (軽油/マシン油)	6/4
超仕上時間 (mn)	1



第 7 図 第 2 段工程の表面粗さ  
Fig. 7. Surface Roughness of the Second Stage

のみが昭和 27 年製であり、当時の WA 砥粒と最近の WA 砥粒とは、その性能が相当異なるものと思われるので、最近の砥石であれば表面精度は幾分良くなるものと思われる。

(3) 工作油の影響

素材硬度ならびに超仕上諸元を一定として、工作油のみを変化せしめた場合、その超仕上結果がいかに変化するかを軸減重、砥石減量、表面粗さの三点より検討を加えた。使用した超仕上諸元は第 6 表に示した。実験結果は第 8 図および第 7 表の通りである。

(a) 軽油+マシン油

最も一般的な工作油としては、第 1 段工程には軽油/マシン油 8/2<sup>(4)</sup>、第 2 段工程には軽油/マシン油 6/4 の混合油が用いられている。以下混合油を基準として、数種の工作油につき実験を進めた。第 9 図はレッドウッド粘度試験結果である。

(b) 水溶性切削油

(ユシローケン“T”，シムクール)

超仕上用工作油の役割<sup>(5)(6)</sup>が、(1)冷却、(2)切屑、脱落砥粒の除去、(3)工作油粘度による切削作用の制御といわれている点ならびに研削と同様に砥粒による切削であることから本水溶性切削油の実験を行ったのである。しかし水溶性切削油を使用した場合、本 2 種の切削

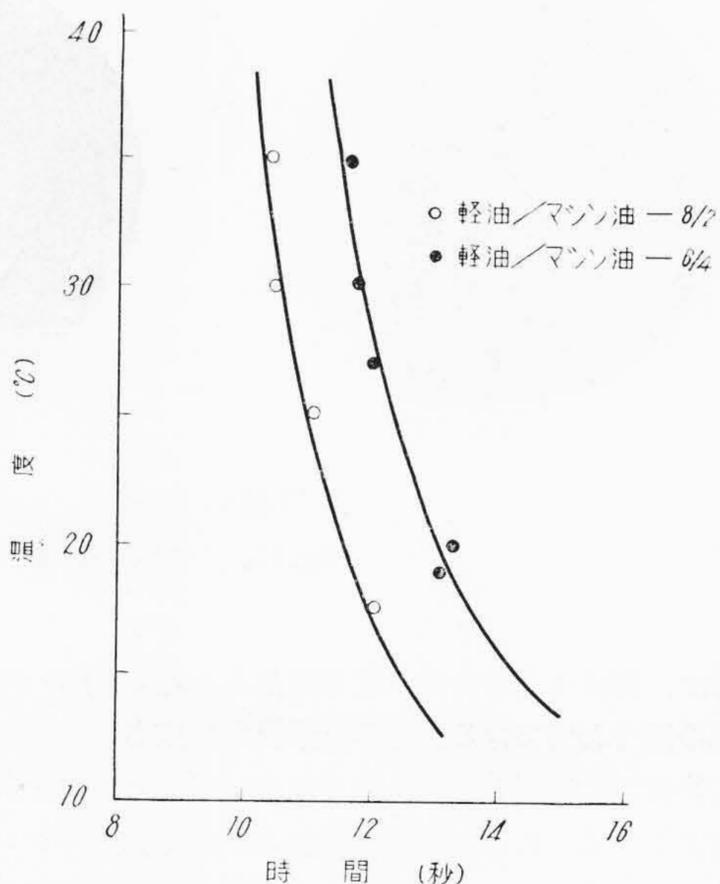
第6表 超仕上げ諸元

Table 6. Various Working Conditions of the Superfinish

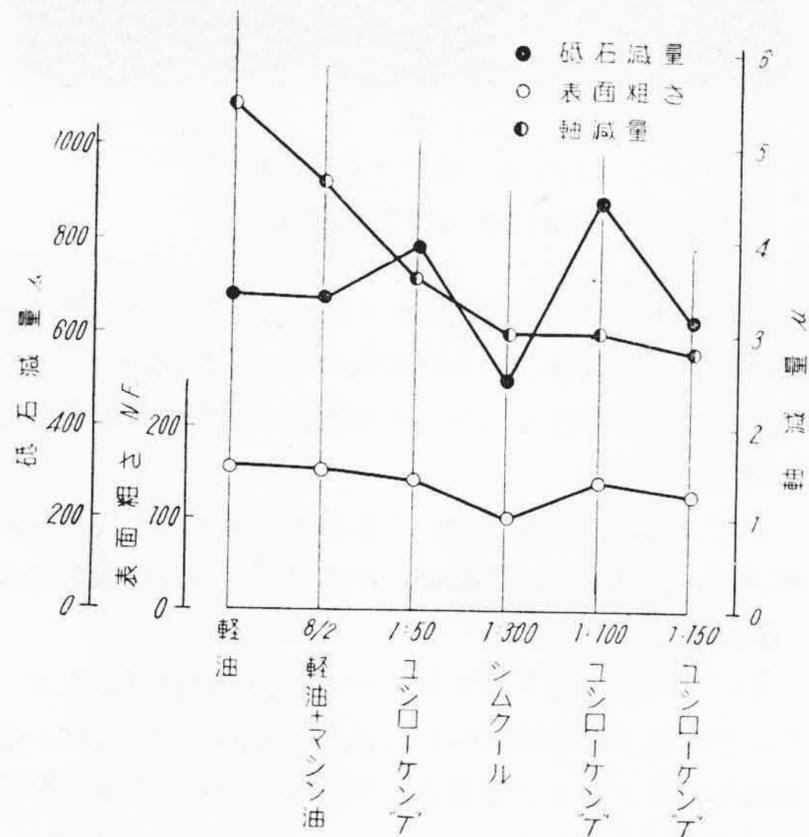
第1工程		W A
砥粒	砥石硬度 (R.H.)	H (43)
	砥石粒度	400
1	砥石振幅 (mm)	2.6
	砥石振動数 (~ / mn)	1,500
段	工作物周速度 (m / mn)	14.5
	砥石圧力 (kg / cm <sup>2</sup> )	1.5
工	工作油	軽 / マー8/2 軽油
程		シム 1:300 ユシロ 1:50 クール 1:300 ケン 1:100 1:150
	超仕上げ時間 (mn)	1

第2工程		W A
砥粒	砥石硬度 (R.H.)	J (73)
	砥石粒度	600
2	砥石振幅 (mm)	2.6
	砥石振動数 (~ / mn)	1,500
段	工作物周速度 (m / mn)	35.2
	砥石圧力 (kg / cm <sup>2</sup> )	1.2
工	工作油	軽 / マー6/4 軽油
程		シム 1:300 ユシロ 1:50 クール 1:300 ケン 1:100 1:150
	超仕上げ時間 (mn)	1



第9図 混合油の粘度試験  
Fig.9. Viscosity Test of Mixing Oil

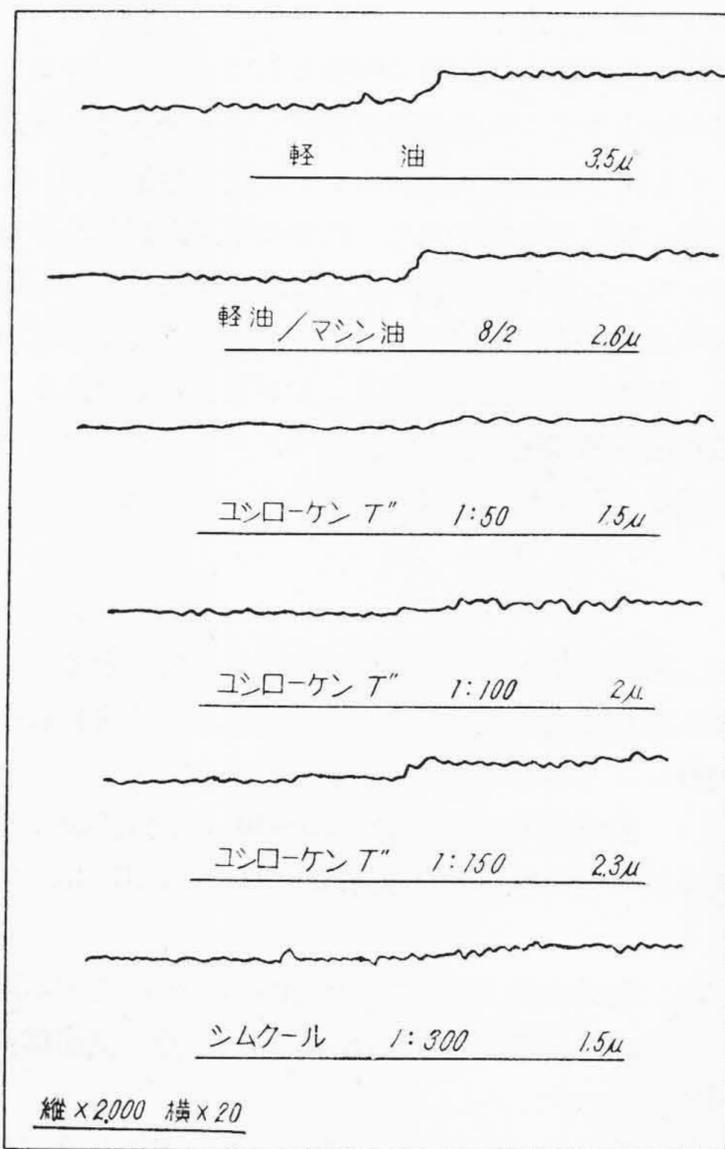


第8図 第1段工程の諸量  
Fig.8. Data of the First Stage

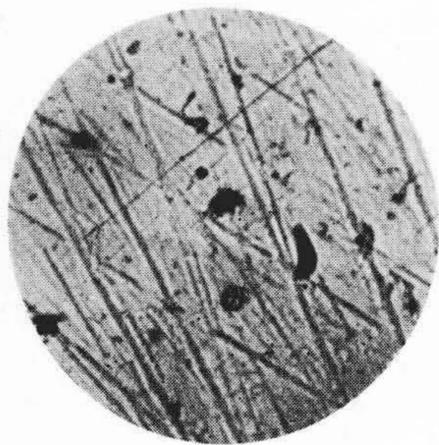
第7表 第2段工程の表面粗さ

Table 7. Surface Roughness of the Second Stage

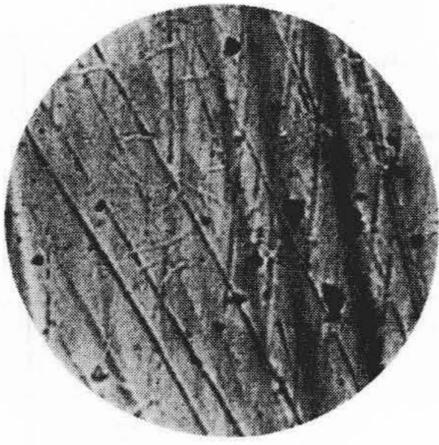
諸量	工作油 軽油 / マシン油 6/4	シムクール 1:300	ユシロケン 1:50	軽油	ユシロケン 1:100	ユシロケン 1:150
第1段工程 表面粗さ N.F.	159	110	140	151	142	141
第2段工程 表面粗さ N.F.	13.4	16.0	16.3	17.5	33.9	43.6



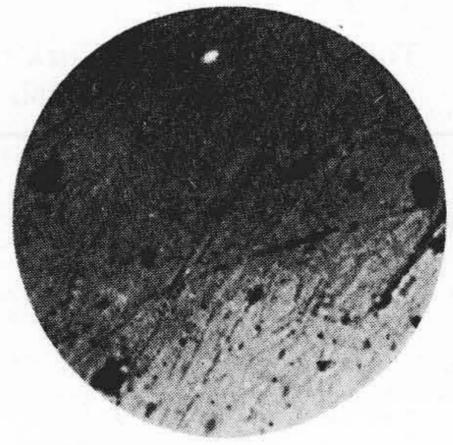
第10図 軸減量の一例  
Fig.10. An Example of Profilograph



ユシローケン“T”



軽油



軽/マー6/4

第11図 第2段工程のスンプ写真×50

Fig.11. The Sunp Photograph of the Second Stage

油では、押付圧力のために化学薬品と、新しく削られた金属の結合とでできる、ある固形物が生成され、砥粒と工作物面間に沈澱し、絞り出されないで両方の面を引離す働きをする。したがって軽油あるいは軽油+マシン油の混合油のそれに比して、第1段工程において切味が悪く、第2段工程においては、第1段工程の切削痕を除去しないうちに、切削作用を停止したため、軽油および軽油+マシン油に比べて、これらにまさる程の優秀性を示し得なかつた。

#### (c) 軽油

鋼超仕上の第1段工程工作油として、軽油+マシン油の混合油よりすぐれた成績を挙げている軽油は、鑄鉄においても第1段工程工作油として最良の結果を示した。第2段工程においては恐らく粘度の不足と思われるが、軽油+マシン油の混合油におよばなかつた。しかし表面精度の点である程度許容し得れば、最適の切削諸元の下では、軽油も良い結果を得ることができると考える。なお第10図～第12図は軸減量測定用プロヒログラフ、スンプ写真ならびに超仕上後の試験片の一例である。

### 〔IV〕 結 言

以上鑄鉄に超仕上法を実施する場合問題となる。素材硬度と砥石硬度との関係、ならびに工作油の影響に関する実験により得られた結論を述べれば、

(1) 素材硬度が S.H.N. 25~40 の普通鑄鉄に対する第1段工程の最適砥石硬度は“H”(R.H. 43)である。

(2) 素材硬度 S.H.N. 30 程度のものに対する第2段工程では砥石硬度“J”(R.H. 74)が良く表面精度は $0.16\mu$ であつた。

(3) 軸減量、砥石減量、表面粗さの三点より検討を加えるときは、素材硬度と砥石硬度とは反比例し、最適砥石硬度は第1段工程、第2段工程において幾分上昇する。

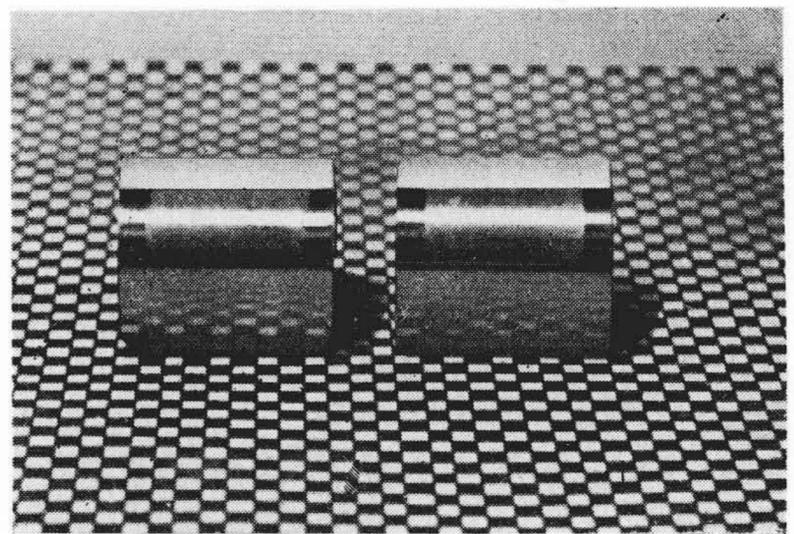
第12図 試験機の表面  
工作油 軽/マー6/4 使用

Fig.12. Surface of Test Piece

(4) 水溶性切削油は超仕上工作油としては、第1段工程において軽油、あるいは軽油+マシン油の混合油に比較して切味が悪く、かつその特性である防錆能力が低下する。

(5) 第2段工程においても水溶性切削油を使用する場合は、固形物生成のため、第1段工程の切削痕を除去し得ず適当ではない。

(6) 軽油は第1段工程において最大の軸減量を示した。特に加工が長時間にわたる大型製品においては、研削面のウネリおよび価格などの問題より考えても、軽油を使用すべきである。

(7) 軽油+マシン油の混合比6:4のものは、第2段工程用工作油として最良である。

本実験中しばしば、R.H. 硬度はほとんど同一にもかかわらず、砥石製作年月の異なる砥石の軸減量、砥石減量に非常な差異を生じた。これはポンド率、組織などの問題に帰せられるものであり、焼結時の部分的な温度不均一に基くものであらうと考えられる。

終りに臨み本研究に終始御懇切な指導を賜わつた日立製作所若松工場大西課長、幸主任ならびに小坂式仕上面

検査機使用に関し、多大の御援助を戴いた日立製作所戸畑工場機械課有高氏に謹んで感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 佐々木, 北: 機械学界論文集 Vol. 14, No. 47 (昭 27)
- (2) 正野崎友信: 機械工作油 185 (昭 27)
- (3) 佐々木, 徳永: 機械学界論文集 Vol. 70 41 (昭27)
- (4) 佐々木, 徳永: 機械学界論文集 Vol. 70 38 (昭27)
- (5) 小峰工業出版社: 仕上法 61 (昭 27)
- (6) 正野崎友信: 機械工作油 181 (昭 27)

日 立 製 作 所 社 員 社 外 寄 稿 一 覧 (昭和 29 年 6 月 分 受 付)

寄 稿 先	題 名	執筆者所属	執 筆 者
日本鑄物協会	空気透過法による珪砂の粒形測定に関する研究	日立研究所	磯野好治
日本鑄物協会	鑄鋼用珪砂の粒形に関する研究	日立研究所	磯野好治
神奈川県電気協会 川崎支部	日立製作所川崎工場製品の現況	川崎工場	小林源一郎
国際観光設備協会	ホテルの冷房装置	本社	堀六郎
印度 TATA 製鉄所	高炉巻上機	日立工場 亀有工場	{平川克巳 田附英寅 渋谷英寅}
関西プラスチック 技術研究会	電気絶縁	日立絶縁物工場	日月紋次
日本産業車輛協会	日立ディーゼル機関車	本社	永久脩二
日本電気協会	自動周波数調整装置について	日立国分分工場	川井晴雄
国際観光設備協会	照明の最近の発達	本社	江川隣之介
工業調査会	合成樹脂接着剤と接着	中央研究所	福村勉郎 河合麟次郎
照明学会	日立蛍光ランプの量産態勢	中央研究所	中村純之助
日刊工業新聞社	M A P I の考え方および運営	本社	村川武雄
照明学会	日立新蛍光体を完成	中央研究所	伴野正美
アグネ出版社	工具鋼の熱処理	冶金研究所	小柴定雄
日本溶接協会	二点溶接装置による国鉄キハ45000型式ディーゼル 動車外板補強の溶接	笠戸工場	鈴木音次郎 石丸武
日本溶接協会	全軽合金車輛における不活性ガスアーク溶接について	笠戸工場	谷内修武 石丸武
電力社	東北電力株式会社本名発電所用 30,000 kW カプラ ン水車および 31,000 kVA 傘型発電機について	本社	加藤清
朝日新聞社	電気冷蔵庫	栃木工場	権守博
學術振興会	鉄および鋼中のニッケル定量法 (第二法)	日立研究所	佐藤信次
日本分析化学会	吸光光度法による銅合金中の微量クロム定量法	中央研究所	相本吉人 北川公
日本技術士会	重水製造計画	中央研究所 本社	北川公豊 長浜克豊
産業之日本社	電動機の新設企画	大阪営業所	岡本博
火力発電研究会	Kearny 発電所設備について	日立工場	加藤正敏
日本建設機械化協会	ケーブルクレーンの整備について	亀有工場	赤木進

『日立評論』 **電 動 力 応 用 特 集 号** 別 冊 No. 8

本誌別冊特集号として「火力発電機器特集号」「水力発電機器特集号」および「送変電特集号」と電源開発シリーズが既刊され、各方面より絶大なる好評を博しておりますが、さらに今回「**電動力応用特集号**」を別冊 No. 8として来る10月上旬に発行致すことになりました。

内容は下記の通りで、最近における各種の電動力応用に関する問題につき詳述したものであり、本文約180頁写真図版約400版を取巻いた集大成であります。かならずや読者各位の御期待に副うものと信じます。

◇ 内 容 ◇

- ◎ 巻頭言「電 動 力 応 用 雑 感」.....東京大学教授 山 下 英 男
- ◎ 電 動 力 応 用 の 手 び き.....日立製作所・日 立 工 場 稲 木 利 市
- ◎ 最 近 の 圧 延 機 用 電 気 設 備.....日立製作所・日 立 工 場 {山 本 正 雄  
泉 千 吉  
平 川 克 己
- ◎ 冷 間 鋼 帯 圧 延 機 用 電 気 設 備.....日立製作所・日 立 工 場 {田 附 一 修 郎  
西
- ◎ 抄 紙 機 用 電 気 設 備.....日立製作所・日 立 工 場 {西 岩 政 隆 夫  
城 秀 夫
- ◎ 印 刷 機 用 制 御 装 置.....日立製作所・亀 戸 工 場 大 和 利 丸
- ◎ 最 近 の 巻 上 機 用 電 気 設 備.....日立製作所・日 立 工 場 {中 山 道 真 男 吉  
木 田
- ◎ 水 銀 アーク 変 換 装 置 の 電 動 力 応 用.....日立製作所・日 立 工 場 {浅 野 孝 弘 幸 勇  
吉 岡 木
- ◎ 荷 役 機 械 用 電 気 品 に つ い て.....日立製作所・日 立 工 場 {高 根 貞 元 夫  
立 石
- ◎ 最 近 の 交 流 電 動 機 と そ の 応 用.....日立製作所・日 立 工 場 {高 木 正 男  
桜 井 泰
- ◎ 最 近 の 日 立 エレベータおよびエスカレータ.....日立製作所・日 立 国 分 分 工 場 村 山 次 郎
- ◎ 磁 器 増 幅 器 と そ の 応 用.....日立製作所・日 立 工 場 {泉 千 吉 郎 美  
藤 木 勝
- ◎ HTD と そ の 応 用.....日立製作所・日 立 工 場 西 政 隆
- ◎ アナログ電気演算器による電動機自動制御装置の解析.....日立製作所 {日 立 研 究 所 前 川 敏 明  
中 央 研 究 所 三 浦 武 雄  
日 立 工 場 {藤 西 勝 美  
木 勝 政 隆

東京都千代田区丸ノ内1の4  
(新丸の内ビルディング7階)

**日 立 評 論 社**

誌代特集号1冊 ¥100 千16  
(振替口座東京 71824番)