

BURNISHINGによる鑄鉄丸棒表面仕上に就いて

笠 井 高 夫

ON THE FINISHING SURFACE OF THE CAST IRON COLUMN BY MEANS OF BURNISHING

BY

Takawo KASAI

Synopsis: These researches have been made in order to investigate an accurate method of burnishing the surface of a cast iron column by high speed steel bite. It is to be expected that the surface finished by burnishing, when compared with the surface finished by grinding, is by no means inferior to the latter. The birth of such a working method as this will go far in lessening economical burden of middleclass enterprising men.

I 緒 言

本研究は研磨機に恵まれない、中小工場の為に、研磨面に匹敵出来得る只一の装置は、旋盤に於ける Burnishing 仕上である。

然るに其の欠陥は丸棒の⁽¹⁾不平坦と精度を阻害するにあり、従来の研究は、不平坦に於いては比較的安定な、内面仕上の事⁽²⁾のみに止つて居る。不平坦防止の新考案と送り押付け圧力、及び円周速度との関係、被材料の長さ、太さとの関係等を追求せんとするにある。此れが適確なる Burnishing 工作法の確立は、中小工場にとつて、経済的に大きな貢献となるであろう。

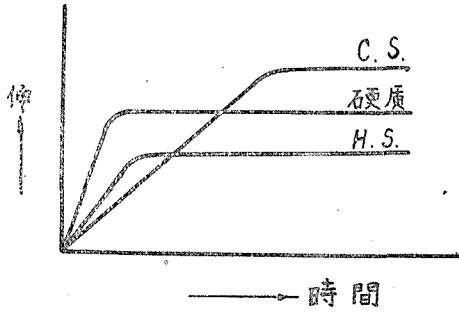
本研究は最初旋盤による Burnishing の方法で、研磨面に匹敵する粗さを得るに適確なる方法が未だ、発表せられて居らない為、此の点を深く検討し、実験 Data と共に、工作法を追求せんとするものである。

II BURNISHING に於ける諸事項に就いて

本研究は、鑄鉄丸棒を、剣バイト加工した面に、切削用バイトの二番を押付けて、研磨面に比敵する仕上面を作らんとするものである。此れが為には実験に当り、下記事項 1, 2, 3 につき検討して見る必要がある。

(1) 切削用バイトには如何なる物を使用するか。

(3) 日本機械学会誌第52巻 267頁 奥島啓式外の論文“切削時におけるバイトの膨張に就いて”を参照すれば、切削熱によつてバイトが膨張する。其の際に於けるバイトの伸びが定常となる迄の時間は、第1図の如くである。



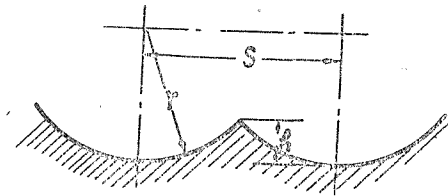
第 1 図

硬質合金バイト、高速度鋼バイト、炭素鋼バイトの順序に伸の時間が大きくなって行く。然して其の伸の絶対量 (40φ × 400 切削した時の伸) は、高速度鋼バイト、硬質合金バイト、炭素鋼バイトの順序に大きくなって行く。

依つて、此処に伸びの一番少ない、然も如何なる工場でも使用されて居る、H.S. を採用する事が有利と考えられる。依つて本研究には、高速度鋼第四種を合金に附弔して使用する事に定めた。

(2) 切削用バイト二番の押付け曲面は如何にするか。

(4) 1952年発行マシナリー文獻集 211 小峰工業株式会社編 44~53頁 “ローラー仕上について”を参照すれば、加工面の粗さは、使用するバイトの形状に大いに左右せられるもので、第2図に示す通りである。



第 2 図

第2図に於いて r : バイト刃先半径
s : 旋盤長手送り
h : 波の高さ

とすれば

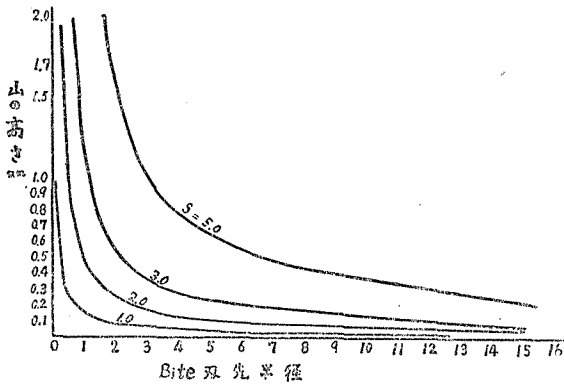
$$h = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{s}{2}\right)^2} = r - r \left(1 - \frac{s^2}{4r^2}\right)^{1/2} \approx s^2/8r$$

此の式により h, r, s, 間の関係を図示したものが第3図である。

然し此れは単純なる理論であつて、實際作業に当り r の値によつて構成刃先が異なり、Diagram 通りの粗さとはならない筈であるが、バイトの二番曲面を一定の型に作る為、本理論を採用して最も良い面を得られる刃先半径 3~7 mm を得、依つて此処に、本研究の Burnishing 用バイト二番曲面の半径を 4 mm と定めた。

(3) 旋盤により押付け圧力を如何様に定めるか。

旋盤による押付け圧力の決定は、本研究をして、実際作業に当り、容易に活用出来る

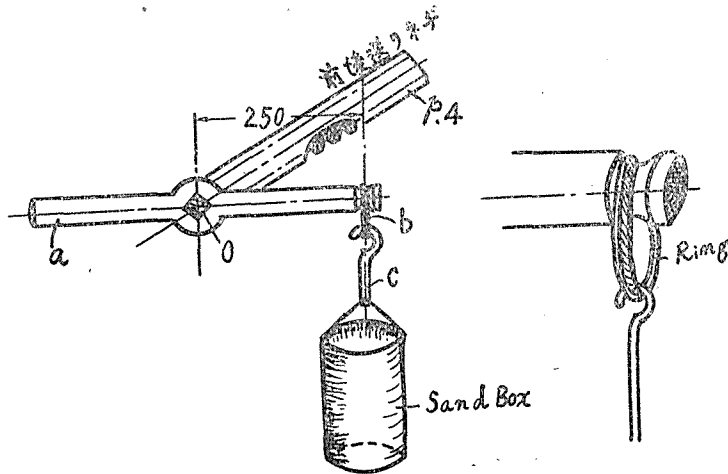


第 3 図

事が必要条件の為、これには、旋盤前後送りネジを以つて、其の旋盤のダイヤル目盛一目が如何程の圧力を所有するかを、予め知つて置き、此のダイヤル目盛、幾目盛かを用いて適当な圧力を与えんとする事が、最も軽便且つ誰人にも利用出来る方法である。依つて此処に旋盤前後送りネジと圧力との関係を第4

図の如き方法により求めて見た。

即ち此の旋盤の前後送りネジにあるダイヤル目盛が、夫々如何程の圧力を示するかと云う事である。



第 4 図

此の装置は旋盤の前後送りネジに嵌入せる、把手を取り去り、其の代り、重心点0を有する如き、把手aを取り付ける。

此の把手aの重心点0に送りネジを挿入固定する。把手aの一端部丸溝に Edge Ring b を懸垂する。其の Ring の下部に荷重を与える砂箱を取付ける。送りネジの中心0と、懸垂 Ring 迄の距離を250mmとする。此の送りネジにより、送られる刃物台にバイトを取り付け、被加工材と接触するまで送り、其時ダイヤル目盛を零とする。

此の点を出発点とし、此の砂箱に砂を少量ずつ順次入れて行き、荷重の増加するに伴つて、前後送りネジの進む状態をダイヤル目盛りにて測読せんとするものである。

本実験に使用せし旋盤と、其前後送りネジ及びダイヤル目盛は次の通りである。

旋 盤

8' 電動機直結旋盤 若山鉄工所 昭和 13 年 9 月製作

称 呼 寸 法

ス イ ン グ	460mm
床 長	1,930×355mm
主 軸 廻 転 数	13~690
送 り	0.1~0.007
電 動 機	3 H. P.
正 味 重 量	2,450kg

旋盤前後送りネジ

外 径	19φ
谷 径	14.85φ
有 効 径	16.925φ
ピ ッ チ	4
ダイヤル一目	4/200 = 0.02mm

又押付け用バイトの代りに、接触部には 8mm の鋼球を使用せしめた。被加工材は、鑄鉄丸棒40φ×140ヘルバイト仕上面とし、表面に青竹を薄く塗つたものを使用した。此れは押付けの際、塑性変型を生じて楕円型の凹みが出る。此の凹みの境界線が青竹塗装の龜裂により、明瞭且つ容易に測定せられ、其の結果、此の凹み楕円型の長軸、短軸を Screw Comparator に依り、測読して各々の楕円面積を概略算出する事が出来る。

砂箱荷重とダイヤル目盛との関係は第1表の如くである。

第 1 表

ダイヤル目盛 0.02mm	1	2	3	4	5	6	7
砂 箱 荷 重 W kg	0.215	0.340	0.560	0.810	1.045	1.405	1.660
	0.245	0.350	0.560	0.735	1.075	1.365	1.695
	0.220	0.310	0.535	0.805	1.010	1.260	1.565
	0.175	0.305	0.595	0.860	1.115	1.550	1.755
平 均 kg	0.214	0.326	0.563	0.803	1.061	1.395	1.669

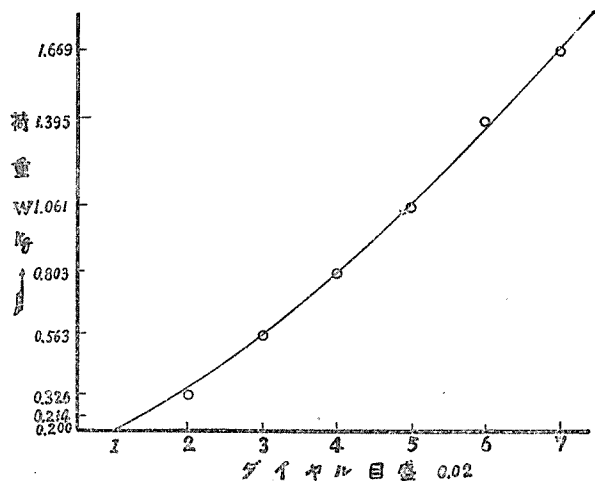
此の第1表を Diagram にて示せば、第5図の如くなる。

以上夫々の目盛に於ける荷重Wと、それ等によりて生じた塑性変形の楕円凹みの長軸及び短軸を Screw Comparator (島津製作所製精度 0.001mm)により測定し、其の実測値より、次式に代入して夫々の面積を算出して見ると第2表の如くなる。

$$A = \frac{\pi}{4} ab$$

但 a : 長軸の長さmm

b : 短軸の長さmm



第 5 図

第 2 表

目盛	1	2	3	4	5	6	7
軸長 a	0.560	0.720	0.850	0.987	1.040	1.265	1.350
軸長 b	0.500	0.580	0.840	0.920	0.930	0.915	1.070
軸長 a	0.560	0.700	0.850	0.910	0.985	1.205	1.290
軸長 b	0.540	0.600	0.830	0.910	0.940	1.050	1.100
軸長 a	0.650	0.750	0.790	1.010	1.070	1.290	1.300
軸長 b	0.400	0.600	0.780	0.850	0.920	0.910	0.980
軸長 a	0.548	0.647	0.770	0.941	0.987	1.152	1.183
軸長 b	0.520	0.586	0.740	0.924	0.924	1.048	1.054
平均値 a	0.586	0.702	0.815	0.967	1.025	1.225	1.267
平均値 b	0.480	0.592	0.795	0.879	0.928	0.979	1.041
A mm ²	0.2207	0.3261	0.5086	0.6672	0.7466	0.9312	1.0350

此等の荷重Wと、楕円面積Aとから、前後送りネジの軸方向の荷重、即ち押付圧力 q を角ねじの場合に於ける⁽⁵⁾、ネジの摩擦計算の式を適用する事により、算出して見ると、

$$P = \frac{2lW}{d_2} \text{ kg} \dots\dots\dots(1)$$

但 l : ネジの中心Oより砂箱荷重の懸垂点迄の距離

d₂ : 送りネジの有効径

p : 送りネジの中心よりd₂/2に懸る力

W : 砂箱の荷重

本実験に際しては、

$$\left. \begin{aligned} l &= 250\text{mm} \\ d_2 &= 16.925\text{mm} \end{aligned} \right\} \text{なる値を有する故}$$

(1)式は,

$$P = \frac{2 \times 250}{16.925} W = 29.542W \text{ kg} \dots\dots\dots(1')$$

此の(1)' 式のWの変化に伴いPも変化する故、第3表となる

第 3 表

ダイヤル目盛	1	2	3	4	5	6	7
W kg	0.214	0.326	0.563	0.803	1.061	1.395	1.669
P kg	6.322	9.630	1.663	23.720	31.342	41.208	49.302

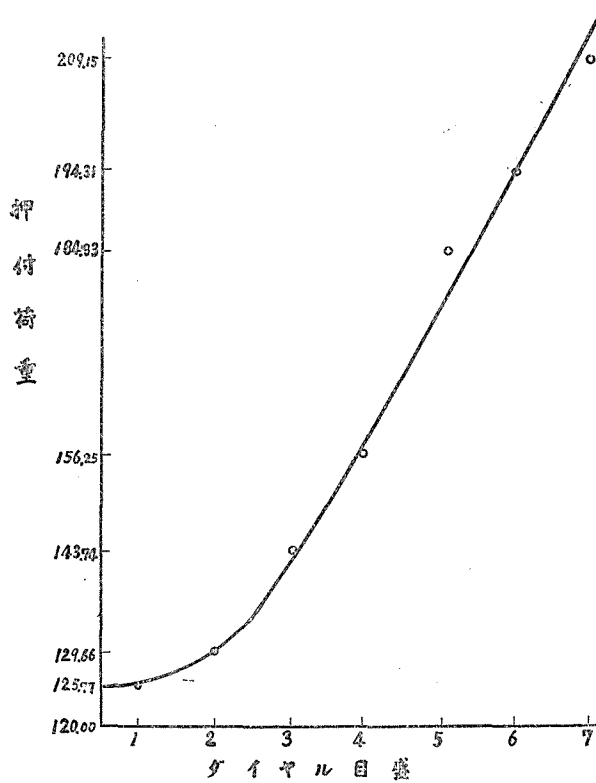
次に $q = P \times \frac{\pi d_2 - \mu p}{p + \mu \pi d_2} \dots\dots\dots(2)$

但し q : 送りネジ軸方向の力, 即ち押付け圧力

p : 送りネジのピッチ

μ : 摩擦係数 0.15と定める

本実験に際して μ = 0.15 p = 4mm



第 6 図

此れにより、切削せる仕上面を、日本光学仕上面検査機により、触針法測定の結果は、第9図No. 1の如くである。

以上の如く、剣バイトにより、仕上げられた面を、更に本実験の Burnishing 工作法により、経済的見地より、出来る限り少ない所要時間をもつて、押付け圧力、切削速度、押付け油、押付け回数の適当なる条件を追求せんとする事が本研究の目的である、と同時に、研削仕上面との比較を試みんとするものである。それが為には、条件の或る物を一定とし、他を変化せしめ、順次実験を進めて行かんとす。

実 験 1

押付け圧力一定にして、周速度を変化させて行く、

押付圧力一定	125.77kg/mm ²	目 盛	1 = 0.02mm
使用油	な し	送 り	0.25mm
変化せしめた円周速度m/min	5.7, 11, 24, 38, 47		

結 果

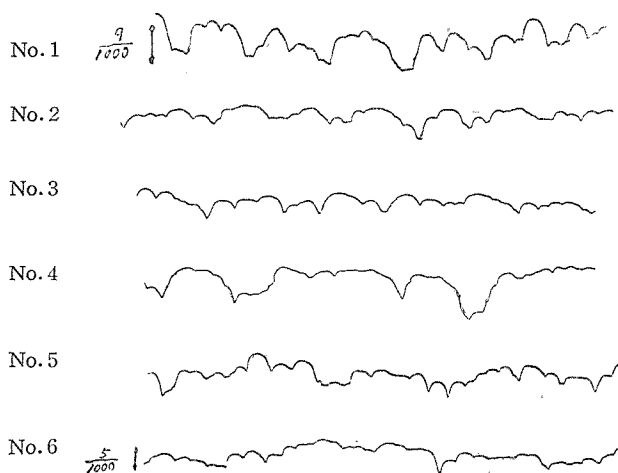
触針法により、写真とせしものゝ中、比較的良いと思われるものを採用すると、第9図No. 2の如くであり、円周速度は 11m/min である。

実 験 2

実験1と同様にして、押付け圧力一定 129.66Kg/mm² 目盛=0.04

結 果

円周速度を変化して行くと、円周速度 11m/min に際して、仕上面がムシレを生じ、不良となつて終つた。写真9図No. 3は、円周速度 5.7m/min の場合を示す。



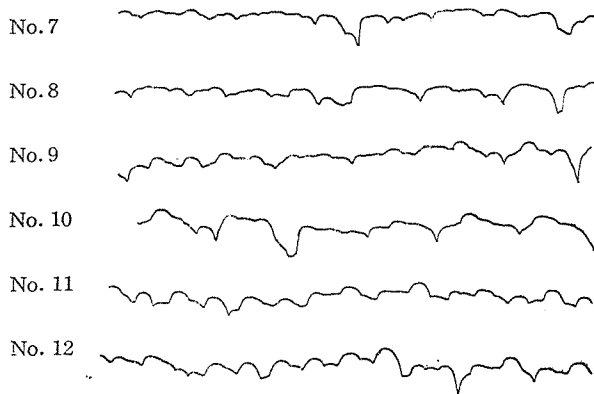
第 9 図

実 験 3

実験 1 と同様にして、押付圧力一定 143.74Kg/mm^2 目盛 $3 = 0.06$

結 果

実験 2 と同様、矢張り円周速度 11m/min に際して、仕上面がムシレを生じ、不良となつて終つた。写真 9 図 No. 4 は、円周速度 5.7m/min の場合を示す、此如く実験の結果よりして、稍々もすると、ムシレの現象を生じて、不良となり勝な原因は、押付けの際に発生する摩擦熱の為に、⁽⁶⁾ Beilby 層 (G. Beilby: Aggregation and flow of Solid 1921 London に於ける、所謂ガラス状の、非晶質膜が融解して、流動し急冷して、薄膜を生じたもの) の破壊と考えられる。



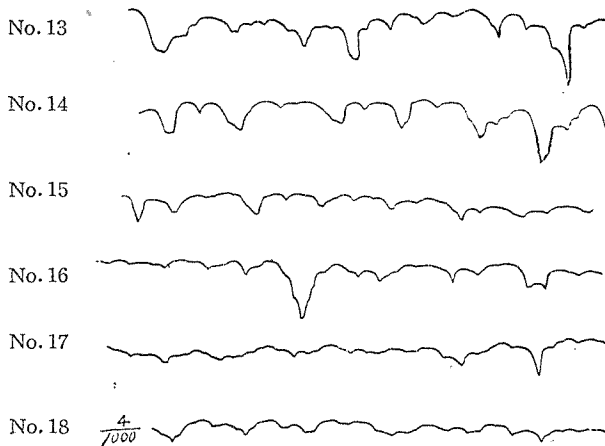
第 10 図

依つて実験に際し、ムシレを防止する目的より、普通一般工場に有る機械油、軽油等を使用して、実験を続けて行く。

実 験 4

使用油として、機械油及び軽油等を使用する事とし、円周速度 11m/min の実験 1 を採用して、此を一定とし、押

付け圧力を順次、変化せしめて行く、其の結果触針法により、写真とせしものは、機械油使用の場合、第10図 No. 7~No. 12、及び軽油使用の場合、第11図 No. 13~No. 18



第 11 図

の如くであり、各番号は次の条件を示す。

N0. 7. 13.....押付圧力125.77Kg/mm ²	N0. 10. 16.....押付圧力156.25Kg/mm ²
N0. 8. 14..... // 126.66 //	N0. 11. 17..... // 184.33 //
N0. 9. 15 // 143.74 //	N0. 12. 18..... // 194.31 //

結 果

此によると、機械油のものより、軽油使用のものの方が、好結果が得られ、特に押付け圧力194.31Kg/mm² 目盛6=0.12のものが最良のものとなつた。

実 験 5

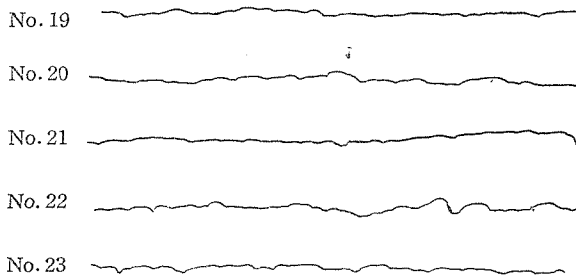
本実験は使用油として軽油、押付け圧力一定 194.31Kg/mm² 目盛6=0.12 送り0.25 mmとして、円周速度を次の五段階に分けて実験を行う。

5.7m/min=52r. p. m	11m/min=102r. p. m	24m/min=218r. p. m
38m/min=351r. p. m	47m/min=430r. p. m	

結 果

上記実験結果より、写真第12図を得、其中より最良と思われるものを、選出するならばN0. 21にして

円周速度.....24m/min=218r. p. m
 Burnishing 前後外径寸法の差.....0.01mm
 Burnishing 前後硬度差... ショア-41.5-36.6=+4.9



以上の実験は、何れも一定方向への Burnishing 一回施行のみにて得られた結果である。更に Burnishing の回数施行の方法や、回数施行の途中に於いて、圧力降下の方法が考えられる次第である。

第 12 図

実 験 6

先ず最初圧力 194.31Kg/mm² で一往復して見た処、戻り押付けに対しては、全部が全部ムシレの現表を生じ不良となつた。思うに一方向に塑性変型を受けた表面が、逆方向の押付け圧力を受けたが為に、ムシレの現表を生じた事と思われる。即ち Beilby 層の薄膜は、其れが発生の際、一方向を持ち、此れが逆方向からの、押付け圧力に対しては、容易に破壊せられるものと考えられる。或は一度出来た Beilby 層は、他より圧力を加える事により、容易に破壊され易き、ものとも考えられる。其の結果、実験は今後

此れを一方のみの押付圧力を与える事にした。

結 果

Burnishing 仕上面触針法測定結果は、第13図に示す通りにして其の各々の番号は次の条件のものである。

押付圧力 194.31Kg/mm², 円周速度一定24m/min, 送り0.25mm, 使用油軽油の時

No. 24……………一方向のみ2回

No. 25, 26……押付圧力 194.31Kg/mm² 一方向1回

〃 143.74〃 一方向1回

No. 27……………押付圧力 194.31Kg/mm² 一方向1回

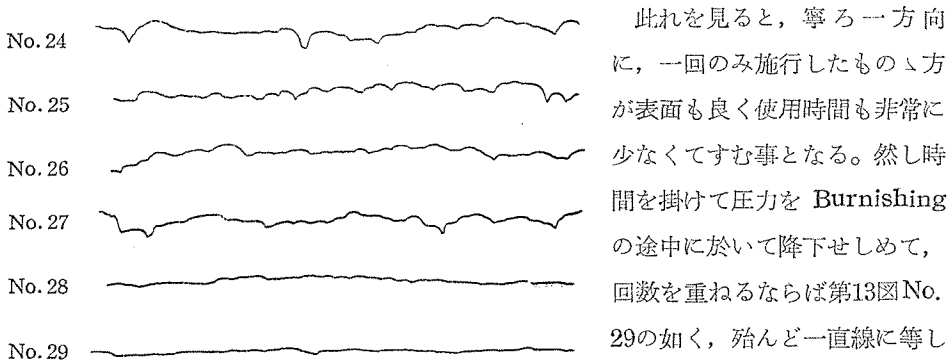
〃 125.77Kg/mm² 〃

No. 28……………押付圧力 194.31Kg/mm² 一方向1回

〃 129.66 〃 一方向3回

No. 29……………押付圧力 194.31Kg/mm² 一方向1回

〃 129.66Kg/mm² 一方向4回



第 13 図

これを更に第14図No. 30に示された、研磨仕上の面に比較するならば、明らかに、滑らかであり平坦度の良悪を考慮に入れざる時は、優秀な面であると云い得る。

実 験 7

剣バイト仕上面後、下記の如き事項により、円筒研磨盤にて研磨仕上を施し、触針法により測定する。

砥石の周速度	1979m/min	研削砥石粒度	36
材料の周速度	19m/min	〃 硬度	L
冷却水使用		〃 砥材	WA

結 果

触針法による測定結果は、第14図No. 30の如し、仕上面も良く特に、不平坦度に関して優秀である。



第 14 図

実 験 8

剣バイト仕上後 Sand Paper により、琢磨仕上を軽油を使用して施行する、琢磨仕上の程度によるが、比較的使用時間が多くかゝり、其の上稍々もすると不平坦に成り勝な欠点がある。

結 果

触針測定による結果は、第14図No. 31に示す通りであり。

Ⅲ 総 合 結 果

以上の如く、代表的実験1～8迄の結果を総合して、⁽⁹⁾第5表を得た。

第 5 表

旋盤ダイヤル	1	6	6	6	6	6	6	研 磨	ペーパー
目盛1目=0.02	0.02	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12		
押付圧力kg/mm ²	125.77	194.31	194.31	194.31	194.31	194.31	194.31		
使 用 油	ナ シ	機械油	軽 油	軽 油	軽 油	軽 油	軽 油	浮化水	軽 油
送 り mm	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25		
周速度 m/min	11	11	11	24	24	24	24	2059	24
回転数 r. p. m.	102	102	102	218	218	218	218	砥石1979 材料 180	
粗 さ μ	4.3	4.5	4	0.5	×	0.3	0.1		2
Burnishing前後 の外径寸法差	0.005			0.01					
Burnishing前後 の 硬 度 差				シヨアー +4.9					
剣バイト下地 加工時間(分)	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Burnishing の加工時間(分)	5	5	5	3	5	17	17	6	10~30
Burnishing の 方 向	一方向	一方向	一方向	一方向	往 復	一方向	一方向	往 復	往 復
Burnishing の 回 数	1	1	1	1	2	1 3	1 4	数往復	数往復
実 験	1	4	4	5	6	6	6	7	8
写 真 番 号	No. 2	No. 12	No. 18	No. 21		No. 28	No. 29	No. 30	No. 31

- (8) グラインダー 永沢謙三著
- (9) 精密測定技術について 山本 晃著 中企講 270904
- (10) 各種加工法と仕上面のアラサについて 大越 諄 昭和28年 No. 4
- (11) 日本工業規格 VDC621-288 B0601 1952