



ガラス面の精密加工法に関する研究 (総合報告第4報)

ガラス面の精密研磨法

久 本 方*

Studies on Fine Finish of Glass Surface. (4 th. Report, Synthesized)

Fine Grinding of Glass Surface

By Tadashi Hisamoto

Hitachi Electric Wire and Cable Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

In this paper I have studied on fine grinding conditions and mechanism of glass surfaces.

And I have made sure that

- 1) As fine grinding conditions of glass surfaces, it is necessary to grow up the working flow layer completely ; and for this purpose hard grade alundum grinding wheels of fine grain are suitable.
- 2) These ground surfaces are ranking among polished surface by rouge and lapped surface by alundum or emery.
- 3) Fine grinding mechanism are due to melting and cooling phenomena caused by frictional heat and coolant, and under this working flow layer sinking defects are developing largely.

[I] 緒 論

本研究に於いては、ガラス面を精密平面研磨するとき必要な諸条件とその研磨機構及び研磨面の性質等について研究し、併せて平面研磨理論の本質を究明してゆきたいと思う。

ガラス面を平面研磨法で仕上げるという考えは平面研磨法の新規な應用であり、もしこの加工法がうまくゆけば従來のラッピング法 (實際にはこれが荒摺り、砂掛け、

ベンガラ磨きの3作業段階に分かれている) に比べ熟練者の必要度も軽減され、作業能率も上ると想像されるのでガラス面の精密平面研磨法が従來の砂掛け、ベンガラ磨きに比べて、どの程度の仕上面を與えるか、又その特徴は何かについて研究を進めてゆきたい。

[II] 精密研磨条件の検討

(1) 豫備實驗

ガラス面を精密に平面研磨するには、砥石と加工条件とをどう選べばよいかについて検討するため、次の条件で豫備實驗を行つた。即ち

* 日立製作所日立電線工場

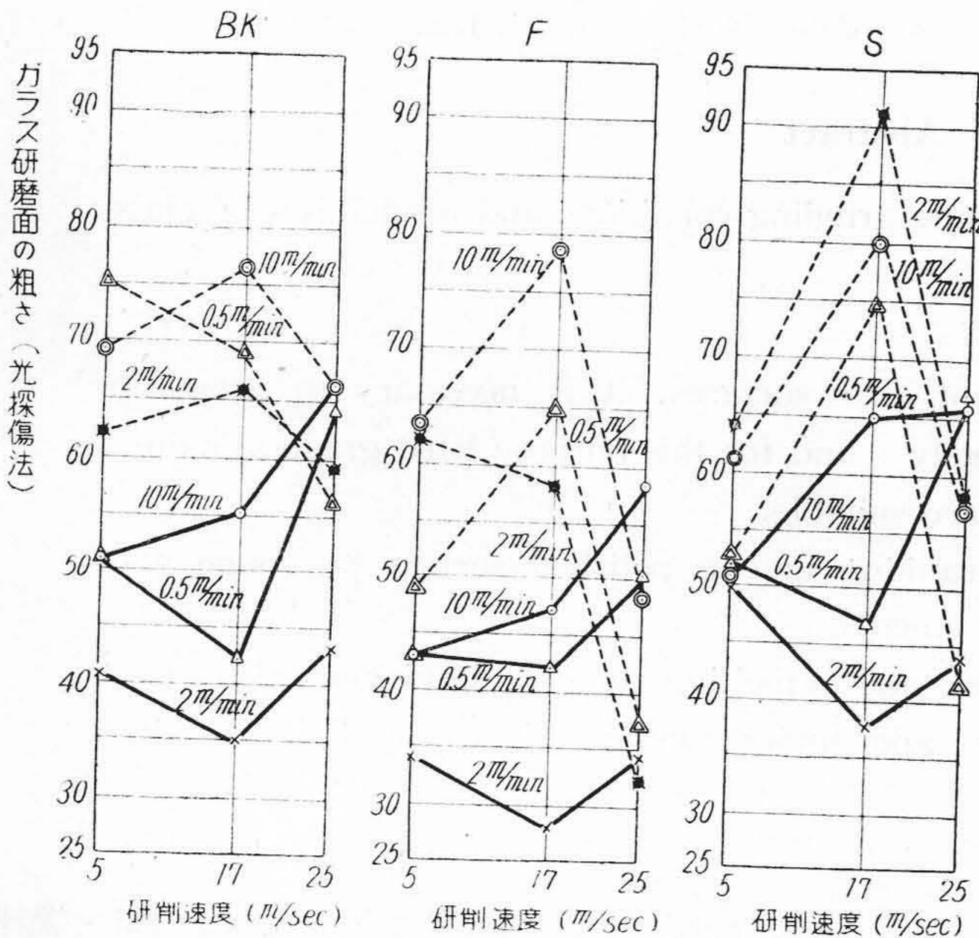
- (A) 研削砥石 カーボランダム系砥石 (日本人造黒鉛、GC・200・K)
アランダム系砥石 (日本人造黒鉛、A・220・L)
- (B) 研削速度 25, 17, 5 m/sec の 3 段
- (C) 送り 10, 2, 0.5 m/min の 3 段
- (D) 切込 5 μ
- (E) 冷却劑 乳化油 7 l/min
- (F) 研磨盤 ブラウンシャープ No.5 油壓式横型
平面研磨盤
- (G) ガラス BK・F・S の 3 種⁽¹⁾(25 mm 角×10 mm 厚)

ンダム系砥石の方が適している。

(B) 研削速度、送り等の加工条件については更によく検討することが必要であるが、アランダム系砥石の場合には研削速度 25 m/sec と 5 m/sec との間に最適研磨条件が存在している。

第 1 表 精密研磨の研究に用いた研削砥石

番 號	砥 料	粒 度	結 合 度	メ ー カ ー
1	WA	220	M	日本人造黒鉛
2	WA	220	P	//
3	WA	320	M	//
4	WA	320	P	//
5	WA	600	M	//
6	WA	600	P	日本人造黒鉛



第 1 圖 ガラス研磨面の粗さ測定 (光探傷法)
(光探傷法装置第 1 號改良型)
Fig. 1 Roughness of Ground Surface of Glass. (Preliminary Test)

(— GC.200.K)
(--- A.220.L)

か様な試験片の研磨面の粗さを光探傷法装置⁽²⁾で測定し整理すると第 1 圖となつた* 同圖より次のことがいえる。

(A) 精密研磨にはカーボランダム系砥石よりもアラ

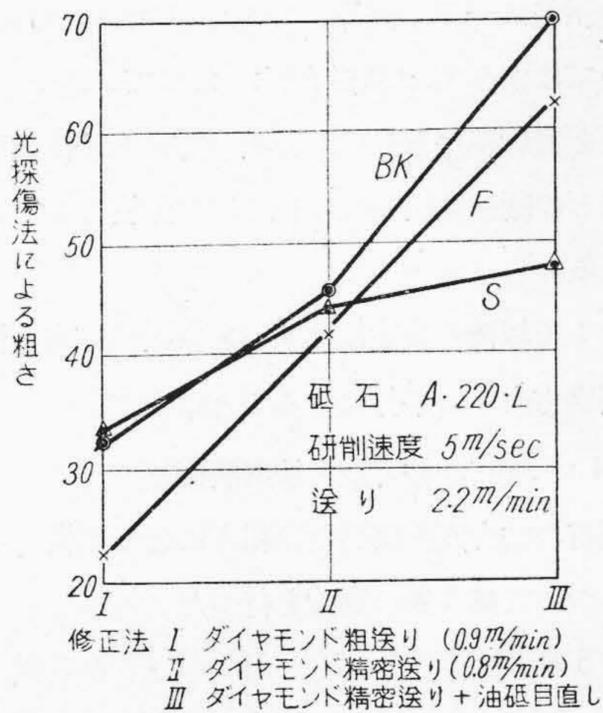
* 光探傷法による粗さはベンガラ磨き面を標準 100 にしているの粗さの数字が大きい程面はよいことになる。

(2) 精密研磨用砥石

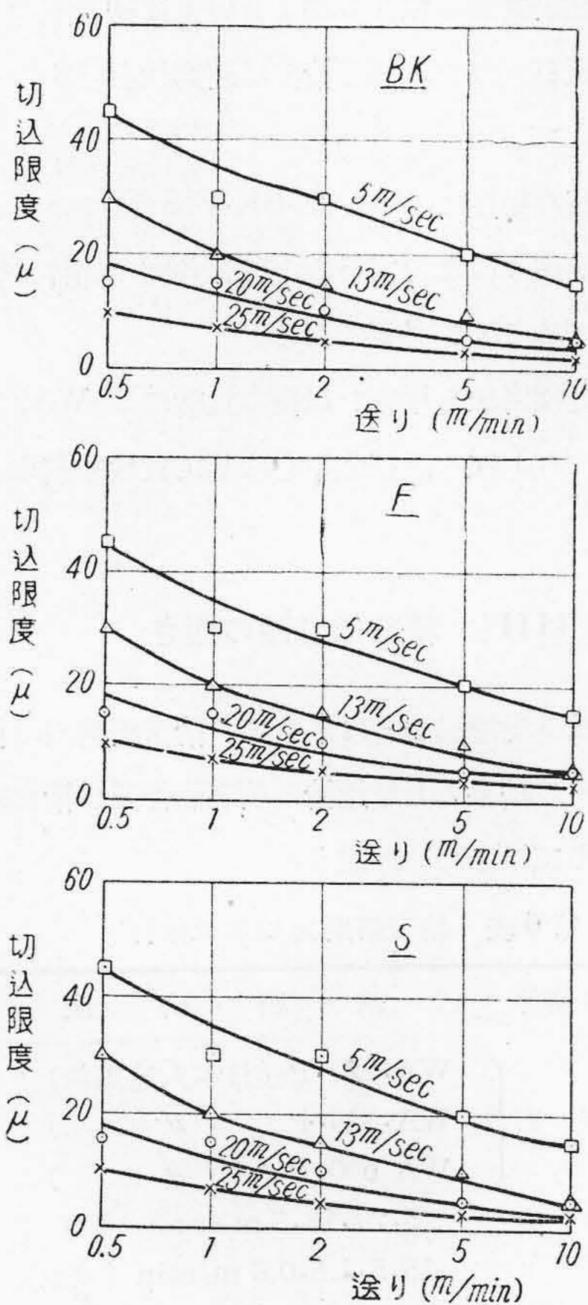
前述の實驗により精密研磨用砥石としてはアランダム系の砥石がよいことがわかつたが、砥石の結合度も砥粒の脱落による傷を少くし熔融冷却現象⁽³⁾を促進するために硬目な砥石の方がよいと考えられる。又研磨面の粗さは砥粒の粒度にも関係するので⁽⁴⁾細か目な砥石がよい。これらの點を綜合して精密研磨の實驗には第 2 表の研削砥石を用いることにした。

次に研削砥石の修正法が研磨面の粗さにどう影響するかについて検討し、第 2 圖の結果を得た。同圖より砥石の修正法としてはダイヤモンドの精密送りが最も信頼度が高いことがわかつたので、以後の實驗はこの条件をとることとした。

第 1 表の 6 種の研削砥石について冷却劑として乳化油を用い、送り及び研削速度を變えて熔融磨耗の發生しない切込限度を測定した。その結果の一例を第 3 圖に示す。同圖より研削速度及び送りを遅くする程研磨面の發熱が少いので、切込限度も大きくなることがわかる。その切込限度を研削速度 25・20・13・5 m/sec, 送り 10・5・2・1・0.5 m/min の總平均値を以て表すと第 2 表となる。



第2圖 砥石修正法とガラス研磨面
Fig. 2 Relation of Ground Surface to Dressing Method of Wheel.



第3圖 砥石 (WA220M) の切込限度
Fig. 3 Limit of Grinding Depth. (WA-220-M)

第2表 精密研磨用砥石の平均切込限度

研削砥石仕様			平均切込限度 (μ)				
砥料	粒度	結合度	BK	F	S	平均	粒度毎平均
WA	#220	M	15.3	15.3	15.3	15.3	14.9
		P	14.5	14.5	14.5	14.5	
	#320	M	13.8	13.8	13.8	13.8	13.6
		P	13.3	13.3	13.3	13.3	
	#600	M	11.0	11.3	11.0	11.1	10.9
		P	10.5	10.8	10.8	10.7	

BK: 硼珪クラウンガラス F: フリントガラス
S: ソーダ石灰ガラス

第2表より精密研磨用砥石の平均切込限度は研削砥石の粒度が細くなる程、又結合度が硬くなる程小さくなる事がわかる。

(3) 精密研磨方向と精密研磨面

平面研磨面に方向性のあることはわかっているが、⁽¹⁾ 荒研磨の方向と精密研磨の方向との関係が研磨面の粗さにどう響いて来るかについて検討する。

まず、荒研磨及び精密研磨の条件は第3表のようにした。

その時の精密研磨の方向を荒研磨の方向に對し、平行・直角・45°の3方向に變えて實驗したところ第4表のような結果を得た。同表に示した上側の數字はそれぞれ研磨面の光探傷法による粗さを、下側の()内の數字はそれぞれの送りに於ける粗さの平均値を100%としたときの値を示す。

第4表に於いてそれぞれの送りに對する粗さを荒研磨方向と精密研磨方向との間の角度について比較すると、

第3表 精密研磨方向の研究に用いた加工条件

平面研磨の条件	荒 研 磨	精 密 研 磨
研 削 砥 石	C・120・L (日本人造黒鉛)	WA・320・M (日本人造黒鉛)
研 削 速 度	25 m/sec	5 m/sec
送 り	0.5 m/min	10・0.5 m/min (2段)
切 込	20 μ	5 μ 宛 4 回
冷 却 劑	乳化油 7 l/min	乳化油 7 l/min
精密研磨方向	荒研磨方向に對し平行、直角、45°の方向	

第 4 表 精密研磨方向と精密研磨面の粗さ (光探傷法)

ガラス	送り (m/min)	荒研磨方向に対する精密研磨方向の角度			平均
		平 行	直 角	45°	
BK	10	88.4 (101.2)	85.4 (97.9)	87.7 (100.3)	87.2 (100.0)
	0.5	85.6 (98.1)	88.6 (101.3)	87.6 (100.2)	87.3 (100.0)
F	10	80.4 (100.5)	80.8 (101.2)	78.2 (97.9)	79.8 (100.0)
	0.5	79.2 (99.6)	78.5 (98.7)	80.7 (101.5)	79.5 (100.0)
S	10	77.3 (94.0)	85.8 (104.2)	83.6 (101.7)	82.2 (100.0)
	0.5	86.4 (101.4)	85.7 (100.8)	83.5 (98.0)	85.2 (100.0)

その誤差は一つの例外 (S, 送り 10 m/min) を除いてはすべて ±2% 以内となつていたので、これを実験誤差と見做し荒研磨方向と精密研磨方向との関係は研磨面の粗さには影響しないといえる。

そこで以後の実験にはすべて荒研磨方向と精密研磨方向とは平行にとることにした。

(4) 砥石の結合度と精密研磨面

砥石の結合度が研磨面の粗さにどう影響するかについて第 5 表の実験を行つた。

第 5 表の条件で加工した BK・F・S の 3 種のガラスの精密研磨面の粗さを光探傷法装置を用いて測定し、第 4 圖を得た。

同圖より次のことがいえる。

(A) 精密研磨面の粗さの點よりいえば結合度 M よりも P の砥石がガラス面を精密に研磨仕上げするという目的に適している。

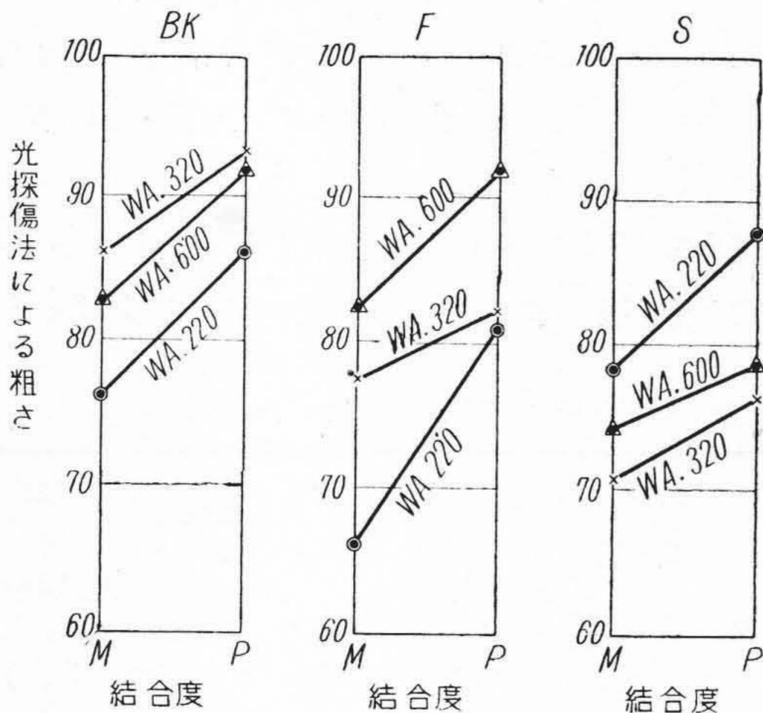
(B) 砥石の粒度については BK・F・S についてその適否の順序が區々になつていたので、各種の条件について充分検討することが必要である。

そこで、光探傷法を用いた以後の実験には WA, 220, 320, 600, P の 3 種の砥石を中心にして実験を進めることにした。

第 5 表 砥石の結合度と精密研磨面の研究に用いた加工条件

平面研磨の条件	精 密 研 磨
研 削 砥 石	第 1 表のもの 6 種
研 削 速 度	5 m/sec
送 り	10 m/min
切 込	5 μ
冷 却 剤	乳化油 7 l/min

但し 荒研磨条件は第 3 表と同じ。



第 4 圖 砥石の結合度と研磨面の粗さ

Fig. 4 Relation of Roughness of Ground Surface to grade of Wheel.

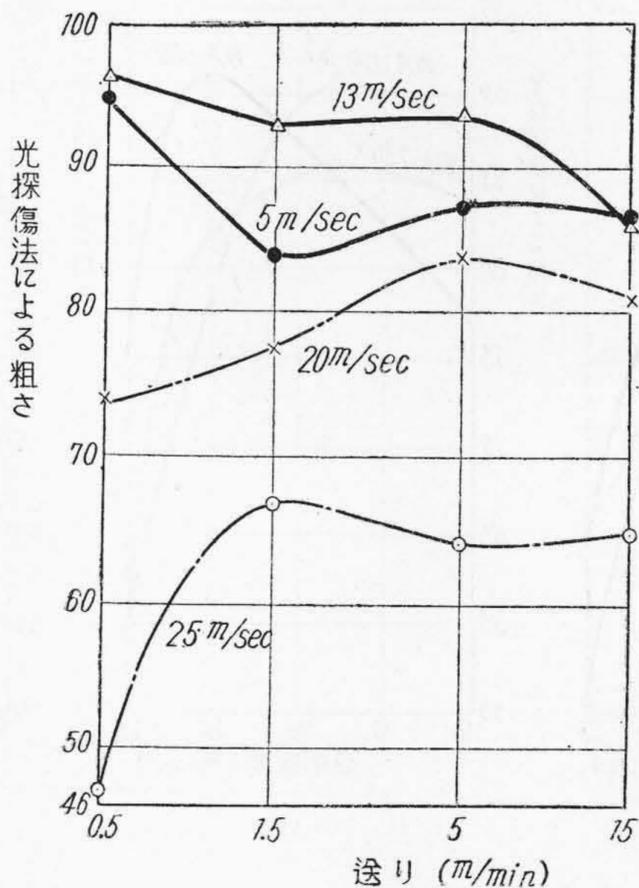
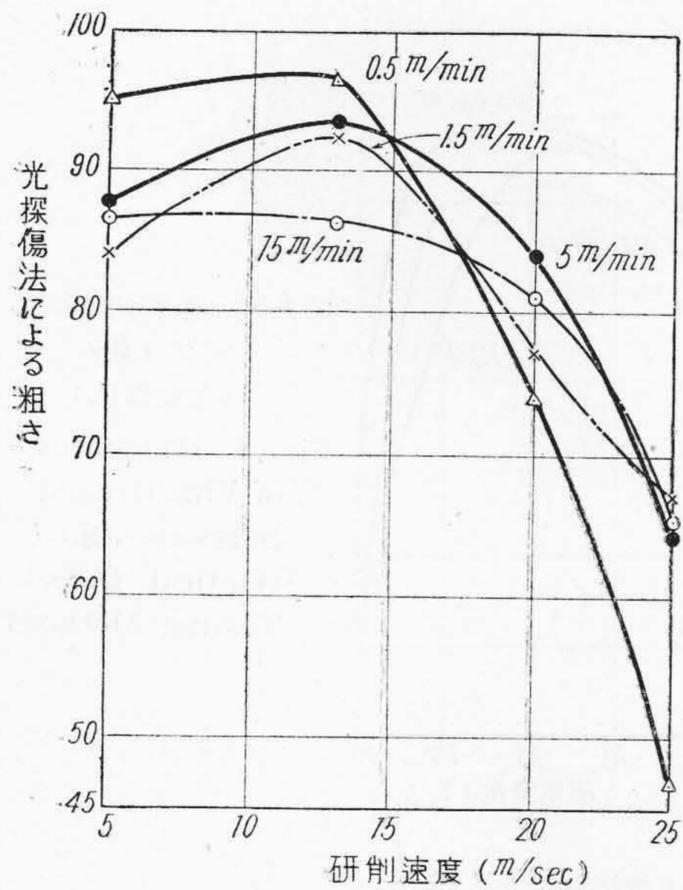
[III] 精密研磨面の粗さ

光探傷法及び光透過法⁽²⁾によつて、精密研磨面の粗さを測定し、その結果より最適精密研磨条件及び精密研磨理論を推論してゆきたいと思う。

第 6 表 精密研磨面の加工条件

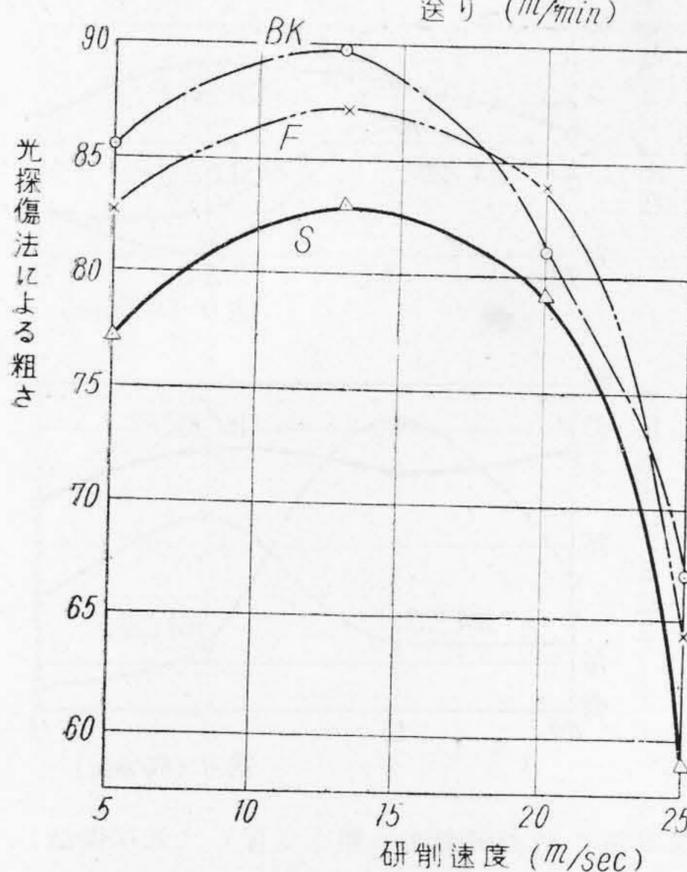
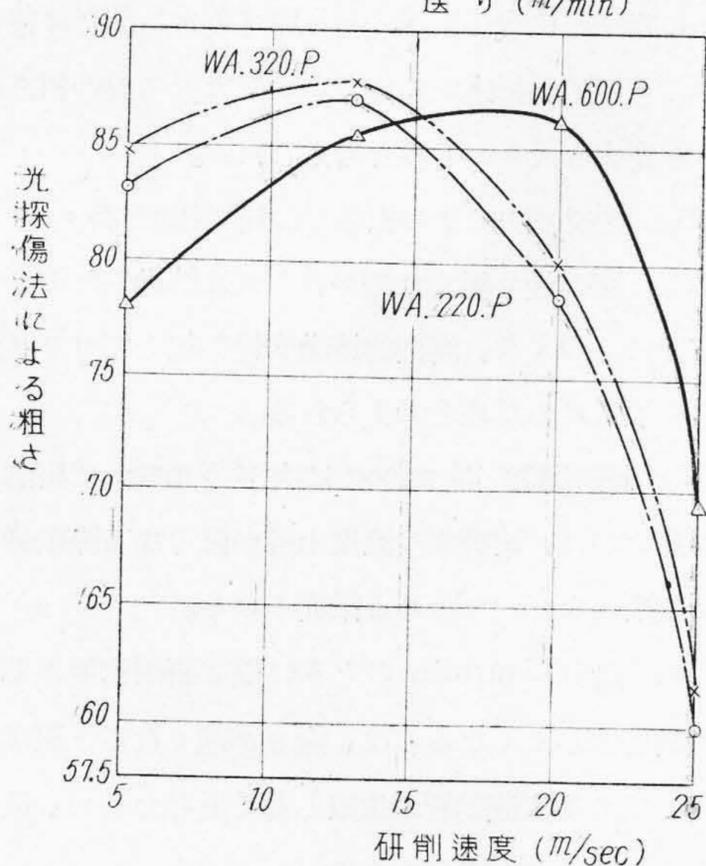
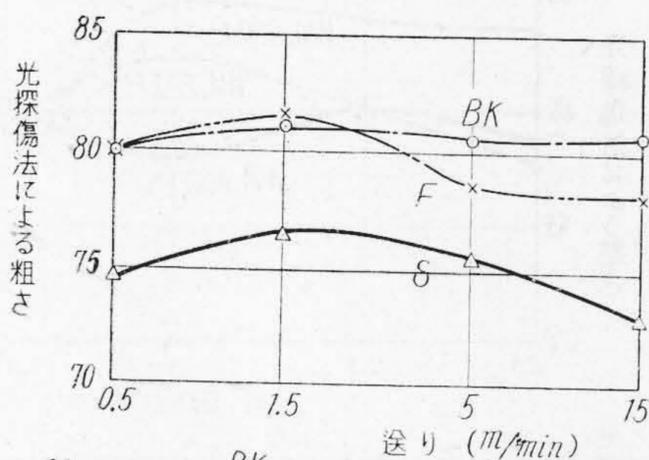
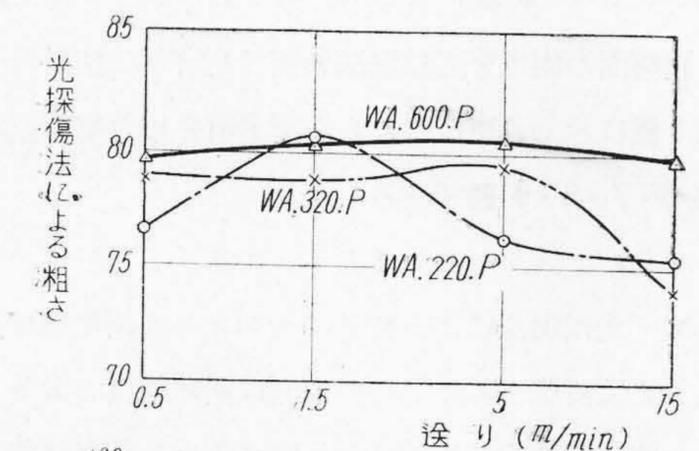
平面研磨の条件	精 密 研 磨
研 削 砥 石	WA・220・P (日本人造黒鉛) WA・320・P (") WA・600・P (")
研 削 速 度	25・20・13・5 m/sec (4 段)
送 り	15・5・1.5・0.5 m/min (4 段)
切 込	5 μ
冷 却 剤	乳化油 7 l/min

但し 荒研磨条件は第 3 表と同じ。



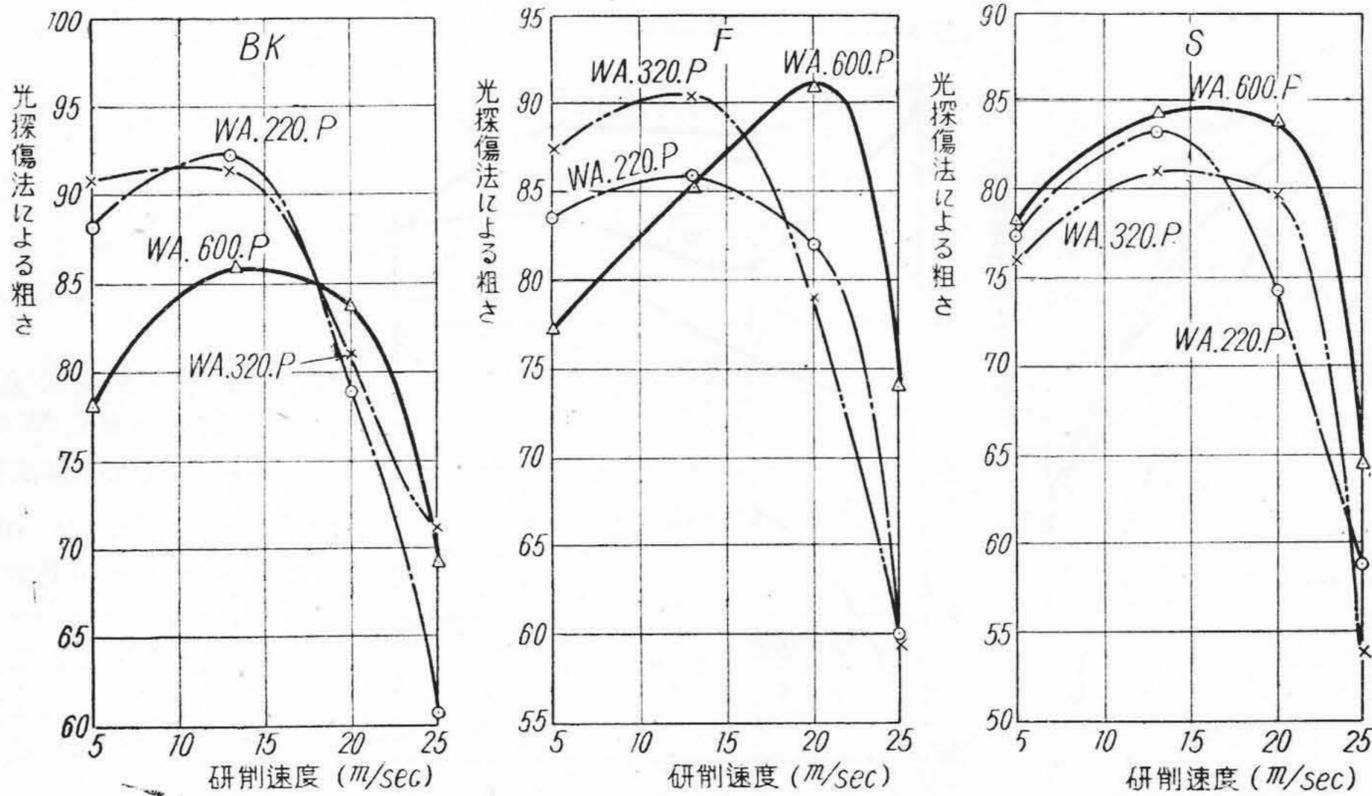
第5圖 精密研磨面の粗さ測定 (BK; WA 220 P) (光探傷法)

Fig.5 An Example of Roughness of Fine Ground Surface. (BK ; WA 220 P) (Optical Defect Testing Method)

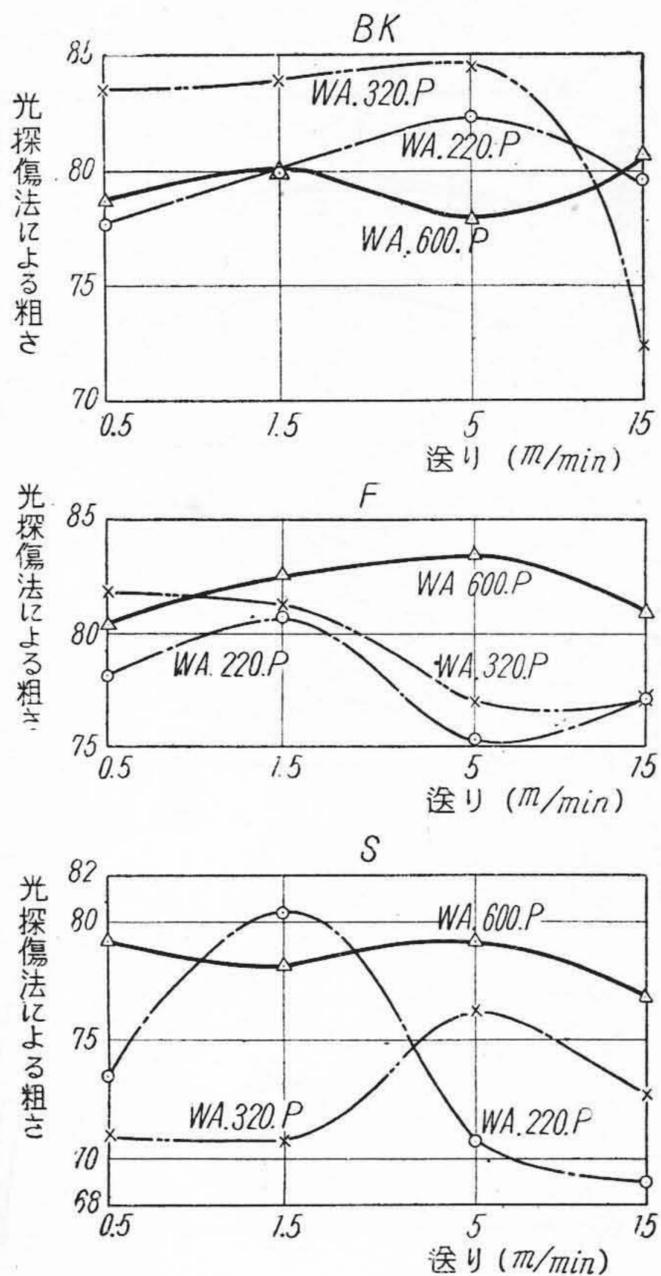


第6圖 精密研磨面の粗さ (I) (光探傷法)
Fig. 6 Roughness of Fine Ground Surfaces. (I) (Optical Defect Testing Method.)

第7圖 精密研磨面の粗さ (II) (光探傷法)
Fig. 7 Roughness of Fine Ground Surfaces. (II) (Optical Defect Testing Method.)



第 8 圖 精密研磨面の粗さ (Ⅲ)
(光探傷法)
Fig. 8 Roughness of Fine Ground Surfaces. (Ⅲ)
(Optical Defect Testing Method)



第 9 圖 精密研磨面の粗さ (Ⅳ) (光探傷法)
Fig. 9 Roughness of Fine Ground Surfaces. (Ⅳ)
(Optical Defect Testing Method)

(1) 光探傷法による粗さ

BK・F・S の 3 種のガラスを第 6 表の條件で精密研磨した研磨面の粗さを光探傷法装置で測定した結果の一例を第 5 圖に示し、更にこれらの測定値を集計整理したのが第 6・7・8・9 圖である。

これらの圖表より次のことがいえる。

(A) 光探傷法による粗さは送りよりも研削速度によつて大きく支配される。この原因は研削速度と送りのガラスに対する相對加工速度を比較すると、前者は後者に比べてその値が桁違いに大きいのでガラス面の粗さに対する影響力も大きいものと考えられる。

(B) 光探傷法による粗さでは研削速度 25 m/sec で研磨した面が最も粗くなるが、これは熔融したガラスが砥石面にくつき、測微的熔融磨耗を起してガラス面がむしり取られるためと考えられる。

(C) 研削速度 25 m/sec に次ぎ 5 msec で研磨した面が悪いのは、研磨面の溫度上昇が低く加工流動層が完全に生成しなかつたためと推測される。

(D) 送り 15 m/min のときに限り研削速度が遅くなる程研磨面がよくなるのは、送りが速くなると研削速度は遅くても加工流動層が生成し易くそのために、研磨面もよくなるためと考えられる。

(2) 光透過法による粗さ

第 6 表の條件で荒研磨した BK・F・S の 3 種のガラス

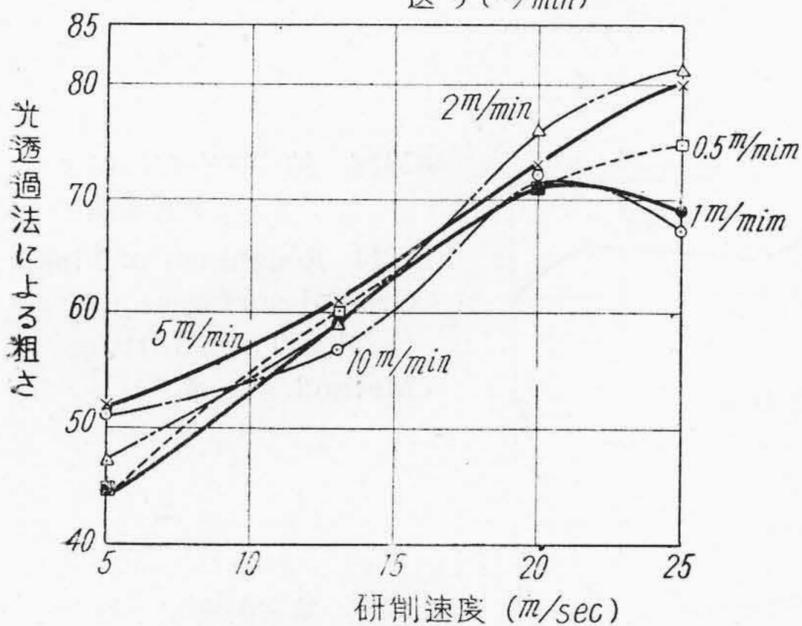
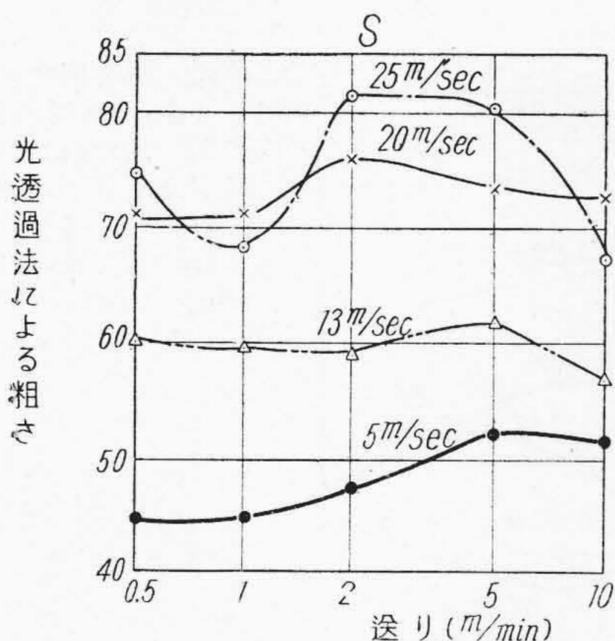
試験片を、下記の条件で精密研磨してその粗さを測定した。

- (A) 研削砥石は第1表に示す6種の砥石にA・220・K (日本人造黒鉛) を加えて7種を用いた。
- (B) 研削速度は 25・20・13.5 m/sec の4段
- (C) 送りは 10・5・2・1・0.5 m/min の5段
- (D) 切込は 5 μ
- (E) 冷却剤としては乳化油 7 l/min

結果の例を第10・11・12圖に示し、更にこれらの測定値を集計整理したのが第13・14・15・16・17・18圖である。

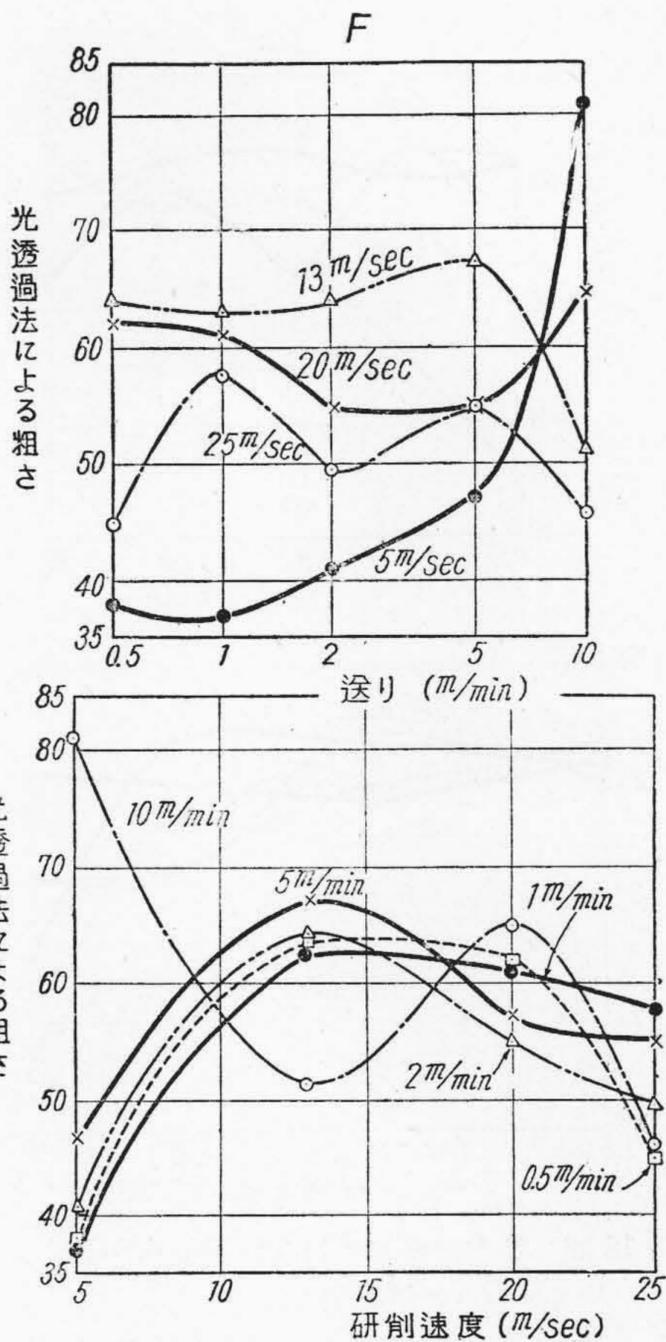
これらの結果を取まとめると次のことがいえる。

(A) 光透過法による粗さは光探傷法による粗さ程ではないが、送りよりは研削速度によつて大きく支配される。



第10圖 精密研磨面の粗さ (A・220・K) (光透過法)

Fig. 10 Some Examples of Fine Ground Surfaces. (S ; A・220・K) (Light Transmitting Method.)

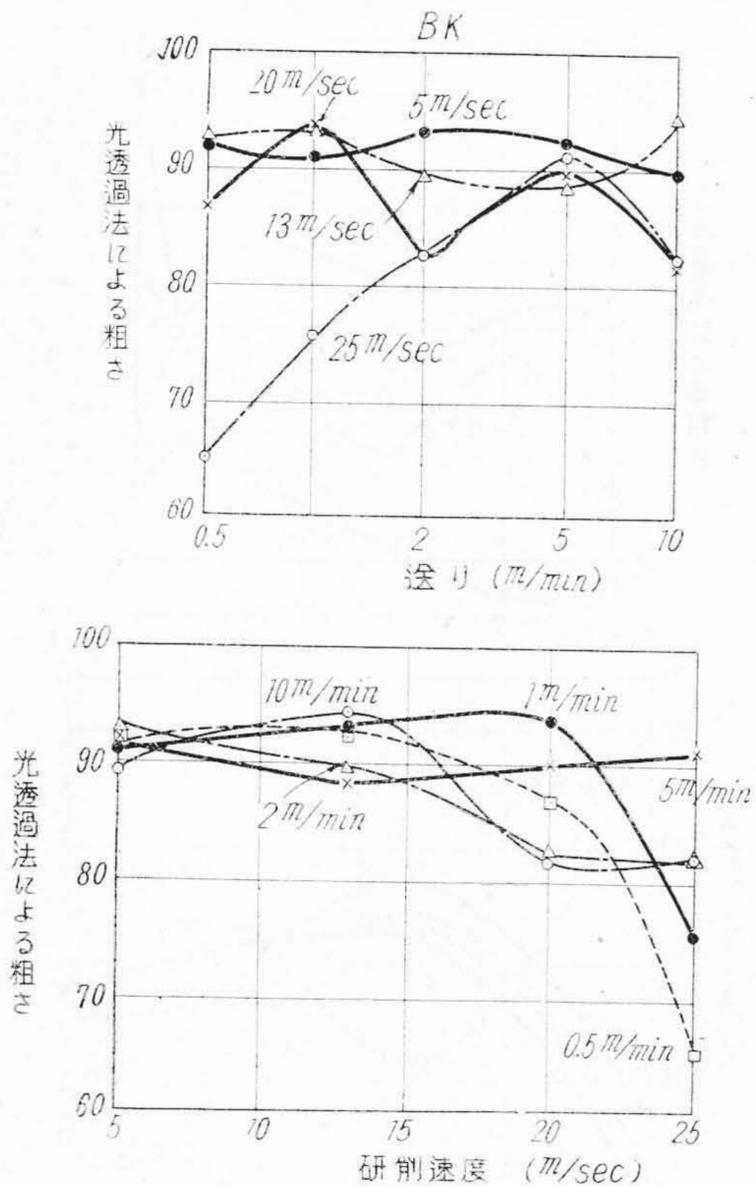


第11圖 精密研磨面の粗さ (WA・320・M) (光透過法)

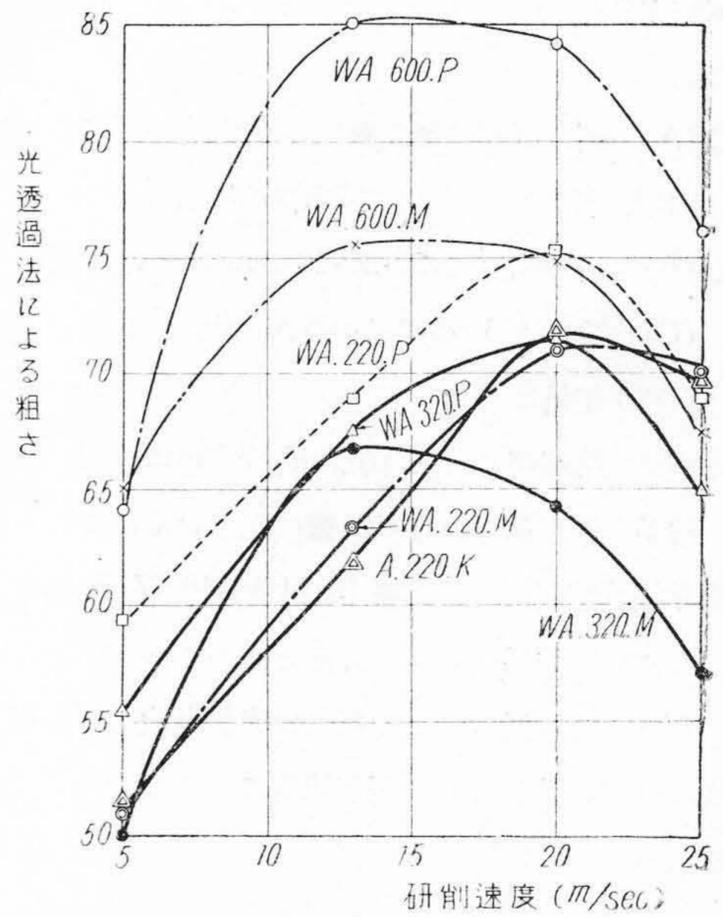
Fig. 11 Some Examples of Fine Ground Surfaces. (F ; WA・320・M) (Light Transmitting Method.)

(B) 光探傷法では研削速度 25 m/sec で研磨した面が最も粗いが、光透過法ではそれより研削速度 5 m/sec の方が悪い。この結果からも又、5 m/sec では加工流動層⁽⁵⁾が充分生成していないことがわかる。

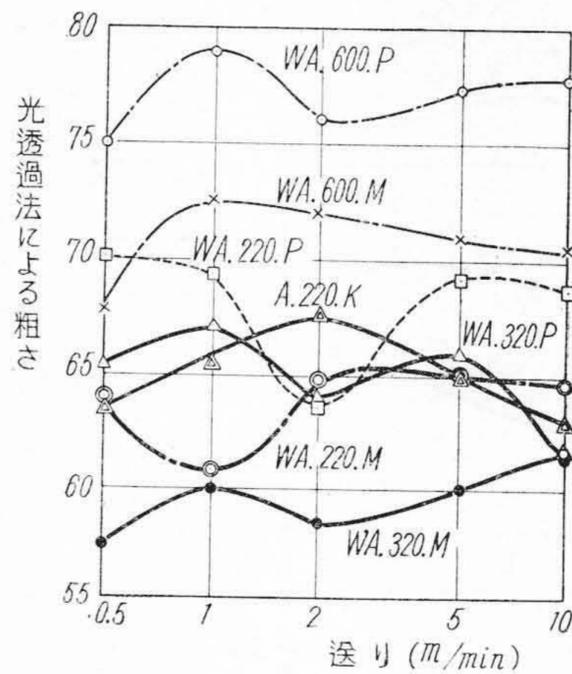
(C) 光探傷法で精密研磨面の粗さを測定した場合には、使用した研削砥石の優劣をつけ難いが、光透過法による粗さで判断すると WA・600 の砥石は断然よく、特に WA・600・P の研削砥石による精密研磨面は群をぬいて優れている。又同じ粒度では結合度 M の砥石よりも P の砥石による研磨面の方が光透過法による粗さがよくなっている。この結果より精密研磨の場合には、切込限度の小さい熔融磨耗の発生し易い砥石による研磨面がよ



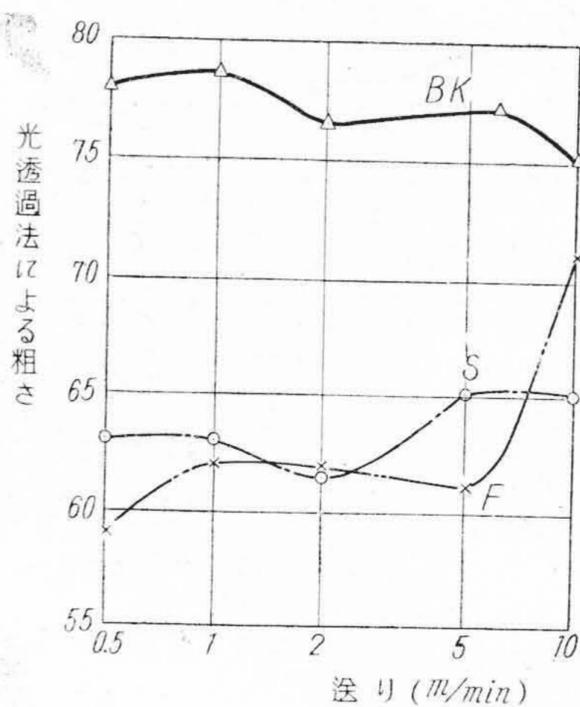
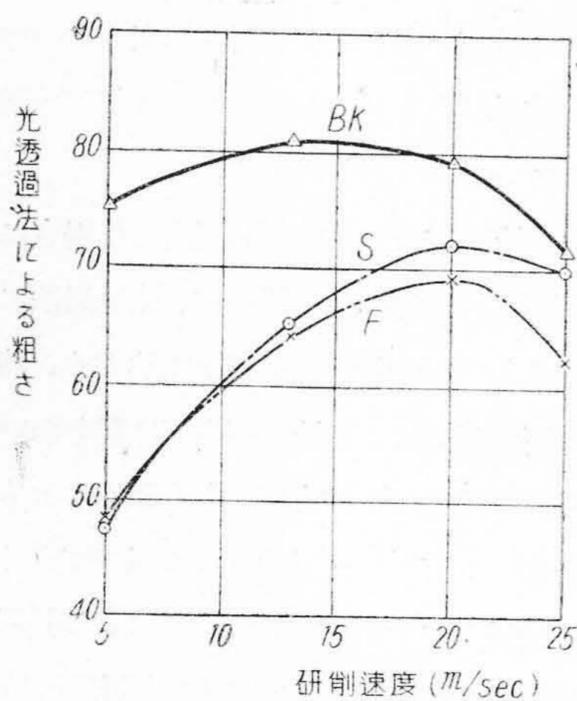
第 12 圖 精密研磨面の粗さ (WA.600.P) (光透過法)
 Fig. 12 Some Examples of Fine Ground Surfaces (BK ; WA.600.P) (Light Transmitting Method.)



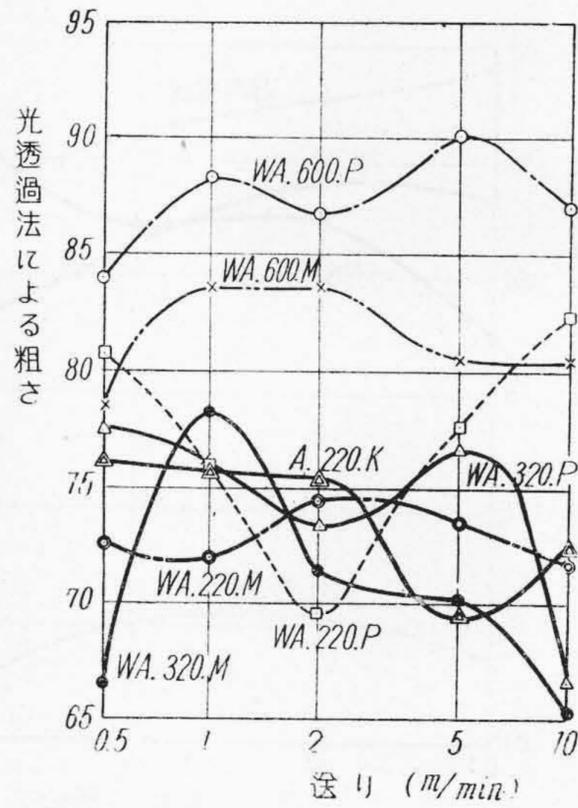
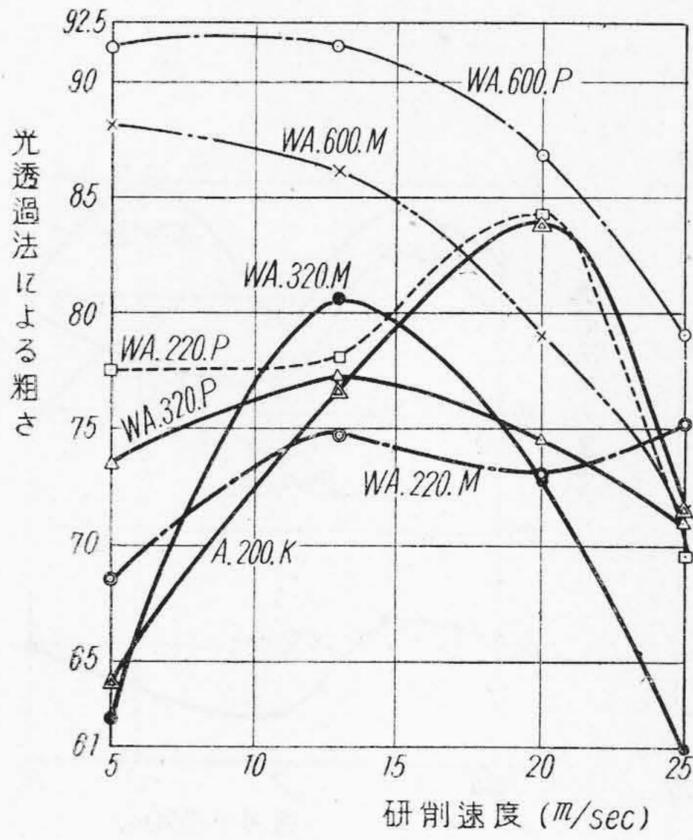
第 13 圖 精密研磨面の粗さ (I) (光透過法)
 Fig. 13 Roughness of Fine Ground Surfaces. (I) (Light Transmitting Method.)



第 14 圖 精密研磨面の粗さ (II) (光透過法)
 Fig. 14 Roughness of Fine Ground surfaces. (II) (Light Transmitting Method.)

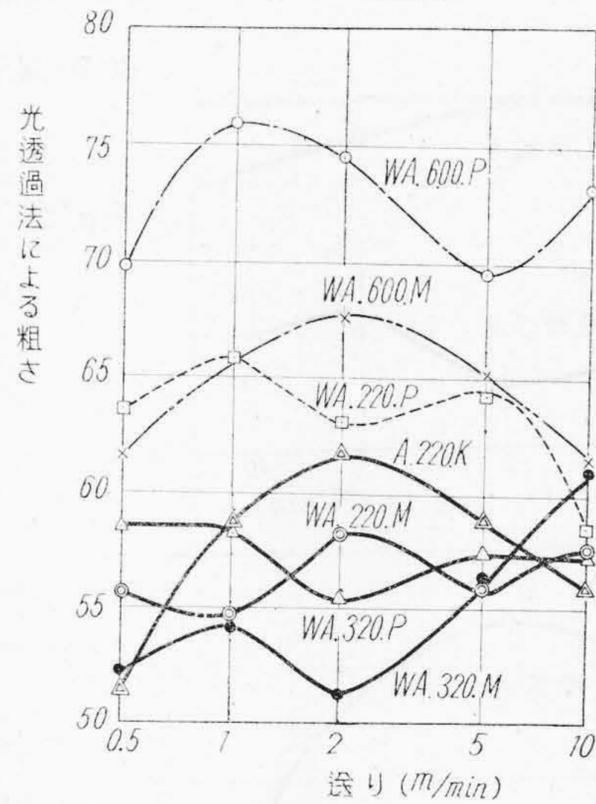
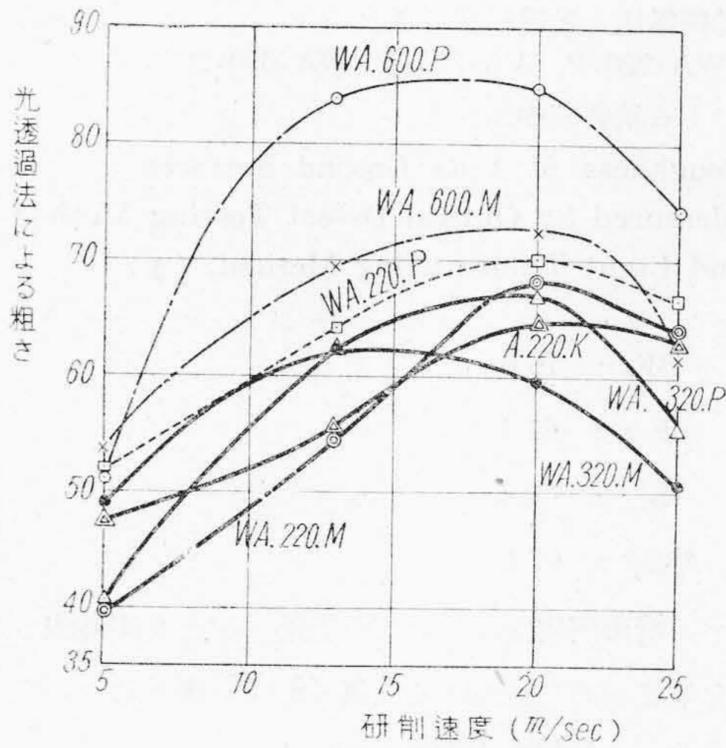


第 15 圖 精密研磨面の粗さ (III) (光透過法)
 Fig. 15 Roughness of Fine Ground Surfaces. (III) (Light Transmitting Method.)



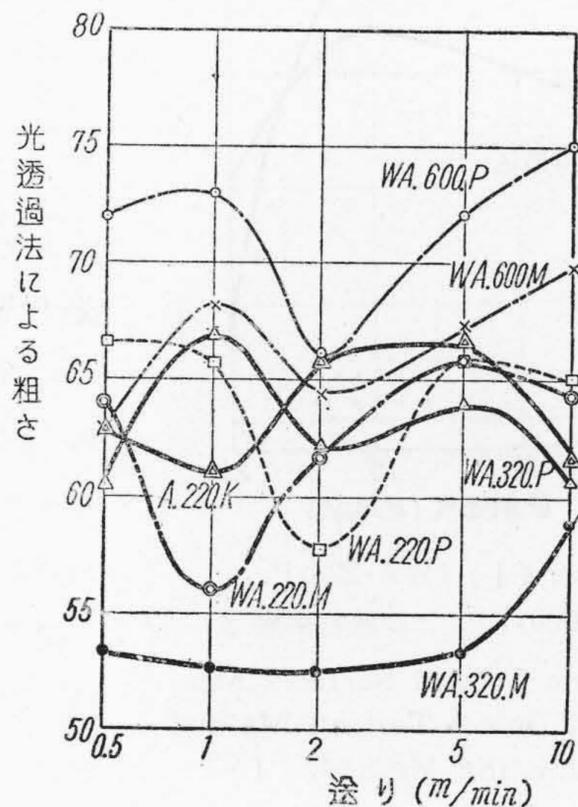
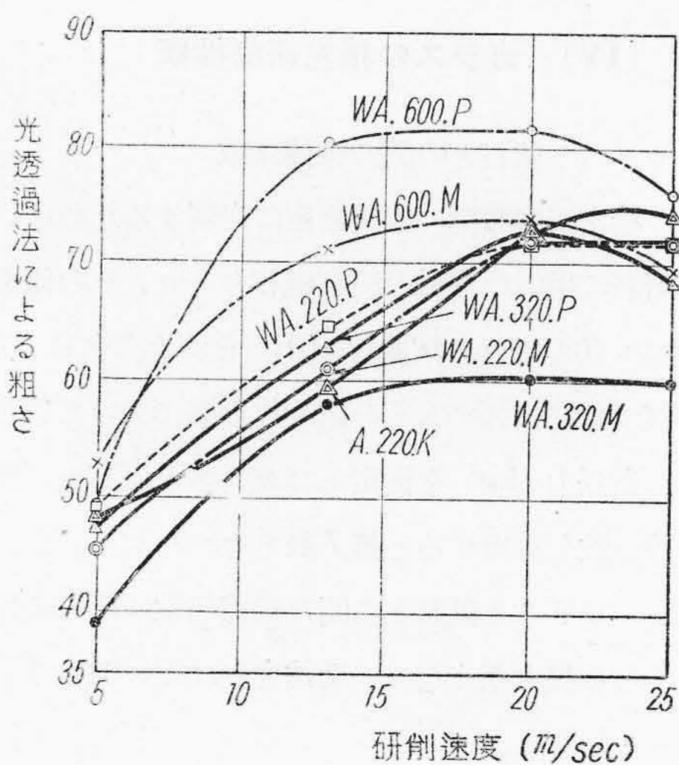
第16圖 精密研磨面の粗さ (BK) (光透過法)

Fig. 16 Roughness of Fine Ground Surfaces. (BK) (Light Transmitting Method)



第17圖 精密研磨面の粗さ (F) (光透過法)

Fig. 17 Roughness of Fine Ground Surfaces. (F) (Light Transmitting Method)

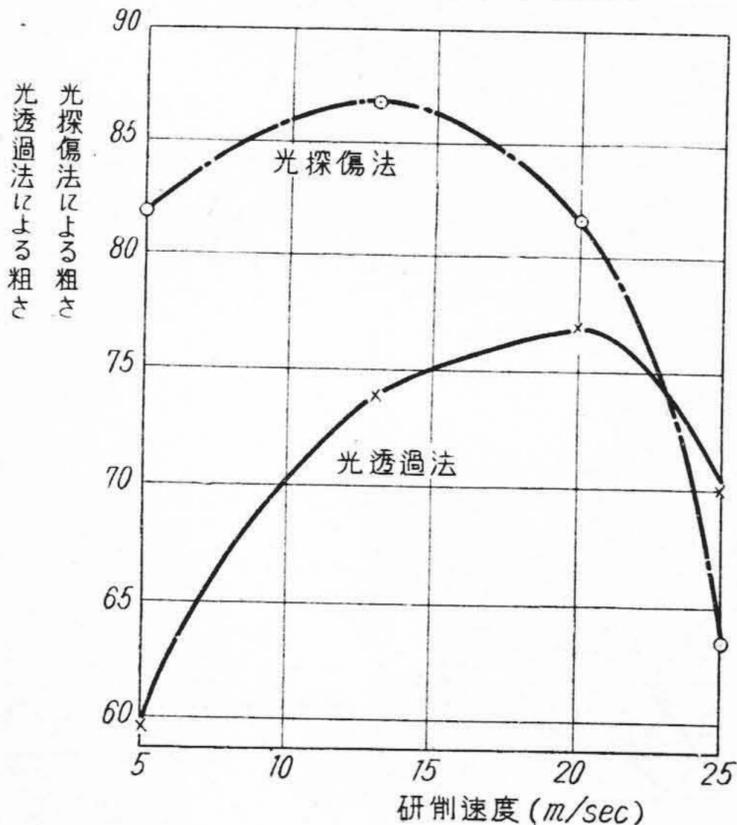
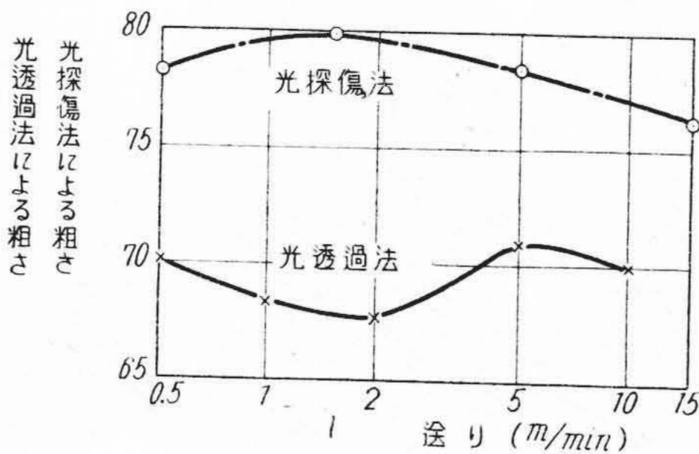
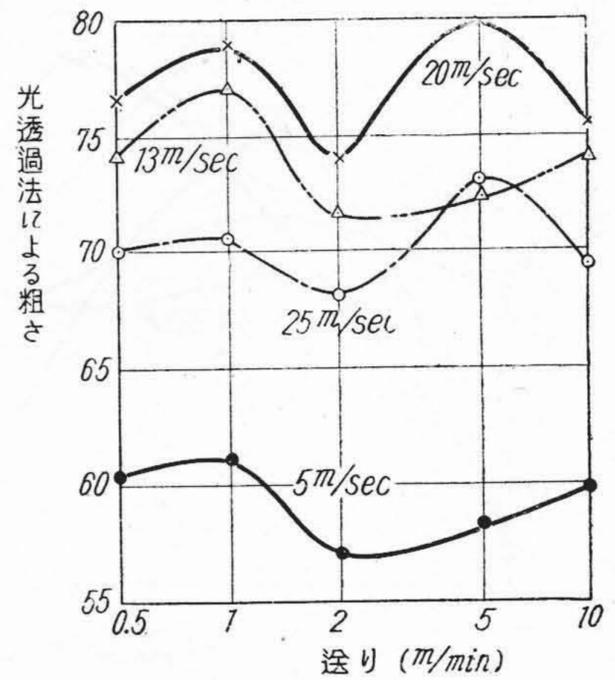
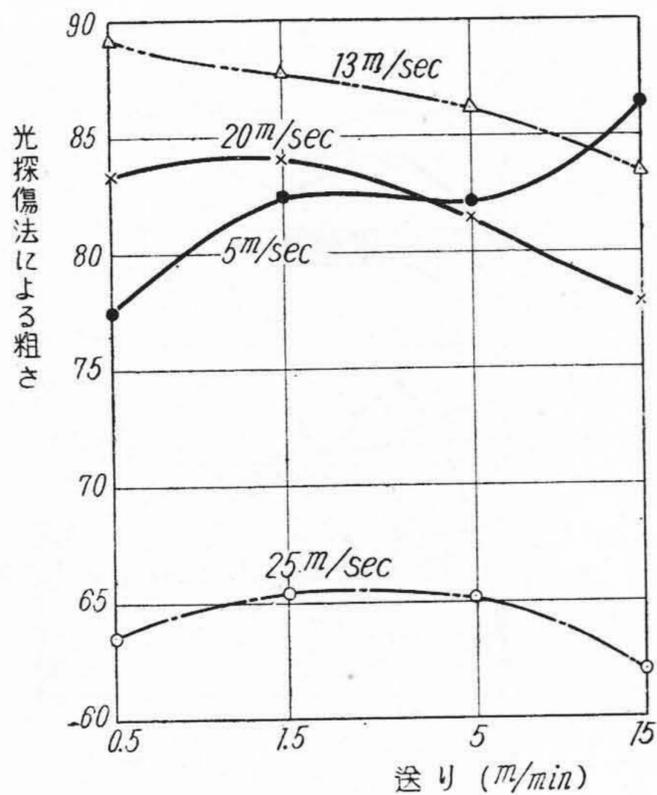


第18圖 精密研磨面の粗さ (S) (光透過法)

Fig. 18 Roughness of Fine Ground Surfaces. (S) (Light Transmitting Method)

いということになり、ガラス面の精密研磨機構は熔融冷却現象によるものであることを示している。

(D) ガラス別にこれを見ると BK の光透過法による粗さは最もよく、S が BK に次ぎ F に近似している。これを光透過法による粗さの總平均値で表すと次のようになる。



第 19 圖 光探傷法と光透過法 (I) (WA・220・P, WA・320・P, WA・600・P による精密研磨面)

Fig. 19 Roughness of Fine Ground Surfaces Measured by Optical Defect Testing Method and Light Transmitting Method. (I)

第 20 圖 光探傷法と光透過法 (II) (WA・220・P, WA・320・P, WA・600・P による精密研磨面)

Fig. 20 Roughness of Fine Ground Surfaces Measured by Optical Defect Testing Method and Light Transmitting Method. (II)

BK	: 76.6
F	: 61.1
S	: 63.6
平均	: 67.1

(E) 精密研磨面についての光透過法と光探傷法との資料を取まとめて比較すると第 19・20 圖となり、この結果は以上の結論を裏書きしている。

[IV] ガラスの精密研磨機構

(1) ガラスと砥石との間の摩擦係数

ガラスの精密研磨機構の本質を更に究明するために、先ず精密研磨に用いた 6 種の研削砥石をとり、その側面上に 25 mm 角のガラス試験片 (BK) を置きこれに 3.3 kg の荷重をかけておいて、その試験片を横に引いて動き出すときの引張力 (kg) を測定してガラスと砥石との間の静止摩擦係数を算出すると第 7 表となつた。

第 7 表よりガラスと砥石との間の摩擦係数は砥石の粒度が細くなる程大きくなり、又結合度は硬い程小さいということがわかる。

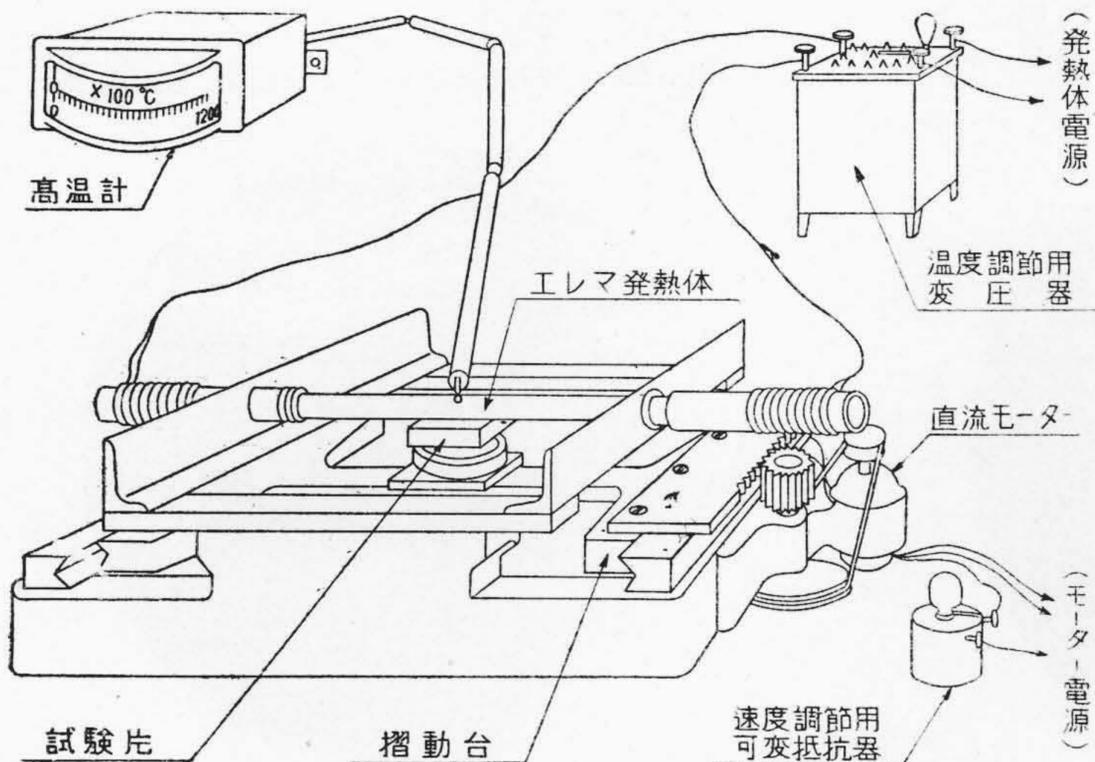
第7表 ガラスと砥石との間の摩擦係数

研削砥石仕様			摩擦係数	
砥料	粒度	結合度	測定値	平均
WA	#220	M	0.58	0.52
		P	0.46	
	#320	M	0.56	0.55
		P	0.54	
	#600	M	0.67	0.59
		P	0.52	

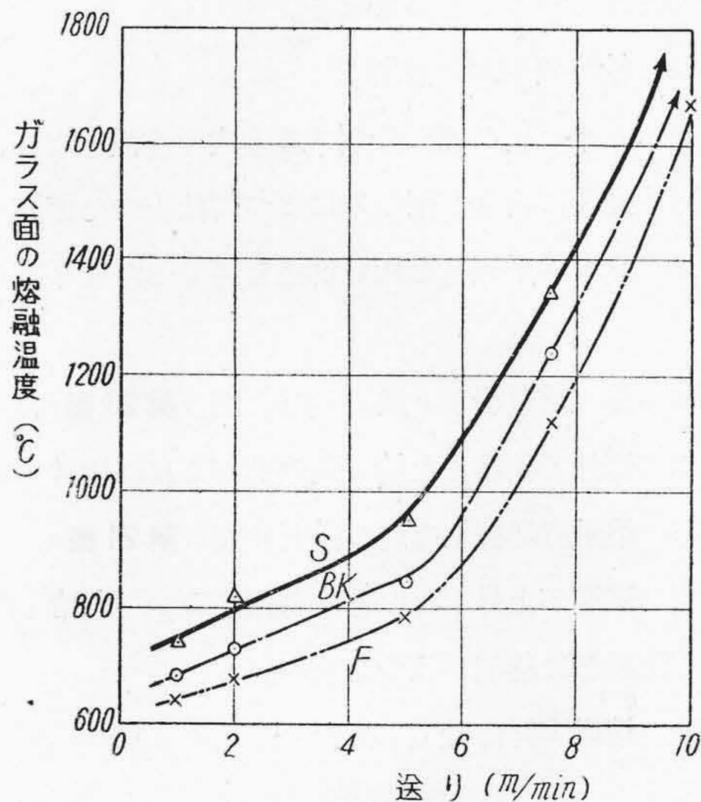
この結果を第2表と比較してみると、研削砥石の粒度が細くなる程砥石の平均切込限度は減少している。これよりガラスの熔融磨耗の原因はガラスと砥石との間の摩擦作用であると考えられる。

(2) ガラス面の熔融温度

先ず第21圖のガラス面の熔融温度測定装置でわかるように、試験片をのせた摺動臺を直流モーターによつて駆動して10・7.5・5・2.1 m/minの送りを與えた。移動する試験片ガラスと接觸するようにエレマ發熱體を固定して取付け、その温度を510°Cから1680°Cまで順次上げてその熱によるガラス面の熔融温度をBK・F・Sについて測定したところ第22圖の結果を得た。なおエレマ發



第21圖 ガラス面の熔融温度の測定要領圖
Fig. 21 Melting Temperature Measuring Apparatus of Glass Surface.



第22圖 ガラス面の熔融温度の測定
Fig. 22 Melting Temperature of Glass Surface.

熱體の温度は1000°Cまではアルメルクロメル熱電對と高温計(日立)で、1000°C以上は光高温計(北辰)を用いて測定した。

その結果送りの遅い時はガラスと砥石との融着温度の測定結果⁽¹⁾に近く、又その傾向も同一でガラスの熔融温度はS・BK・Fの順に高いことがわかつた。

この熔融温度は送りが速くなる程次第に高くなり、送りが10m/minとなるとFの熔融温度は1600°Cであることはわかつたが、BK・Sはエレマ發熱體の熔断のために終に測定出来なかつた。

以上の結果と曾田博士⁽⁶⁾の軸受摩擦面の温度は速度が15 m/sec 荷重3 kg/mm²となると1000°C以上に達し、その温度上昇はその構成物の $\left(\frac{\text{摩擦係数}}{\sqrt{\text{熱傳導率}}}\right)$ に比例するという結果とを合せ考えると、ガラスの精密研磨機構即ちガラス面の熔融冷却、或は熔融磨耗現象はガラスと砥石との間の摩擦熱のために當然起り得る

ものであるということが出来る。

(3) 精密研磨面の潜傷

ガラスの平面研磨面を分類すると次の4種となる。

(A) 完全に研削作用のみによつて仕上がった面。

カーボランダム系砥石を用い切込を浅くしたときに表れる。

(B) 加工流動層より成る良好な面 (第 23 圖)。

最適加工條件で研磨した精密研磨面がこれに相當する。

(C) 熔融磨耗發生直前の仕上り面 (第 24 圖)。

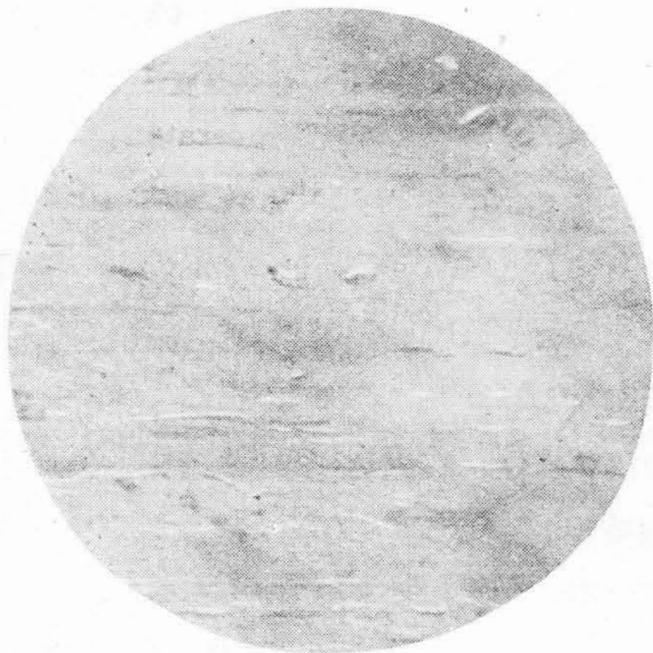
研磨面の温度が上昇したのを冷却劑によつて急冷したため加工流動層に龜裂が入つたもの。

(D) 熔融磨耗の發生した面。⁽¹⁾

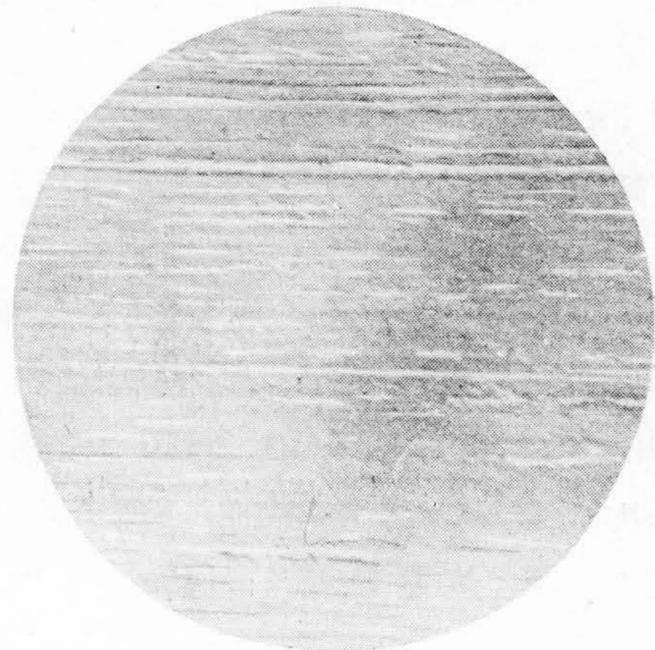
切込限度以上の切込で平面研磨した場合に發生する。

この4種のうち (B) に相當するのがガラスの精密研磨面としては最も好ましい面 (見掛けの粗さ 1S~2S) と考えられるので、か様な面を中心として次の實驗を進めることとした。

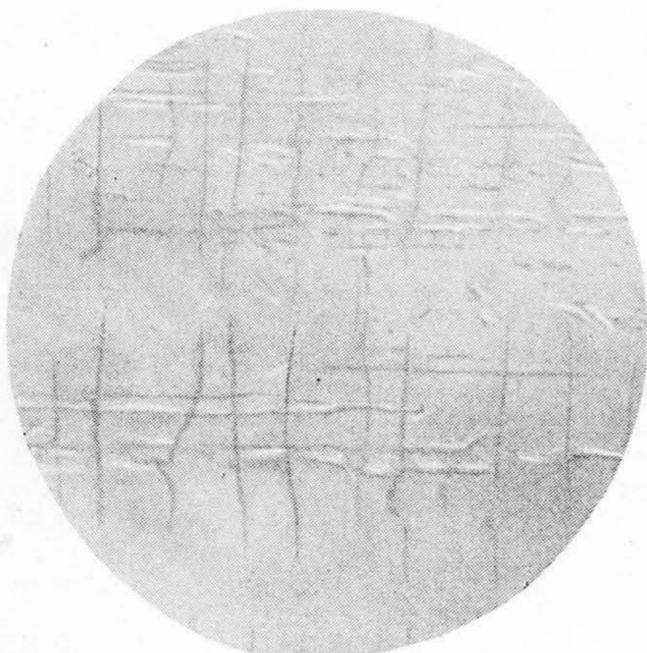
ガラスのベンガラ磨き面に潜傷の存在することは、既に三橋氏⁽⁷⁾により確められておるが、ガラスの精密研磨面はどんな構造になつてゐるか、又加工流動層は果して存在しているものだろうか、ということについて検討した。即ち第 25 圖及び第 26 圖は BK の研削砥石 WA・600・P による精密研磨面及び弗酸處理面を示し、第 27 圖及び第 28 圖は F について行つた同じ實驗の結果である。



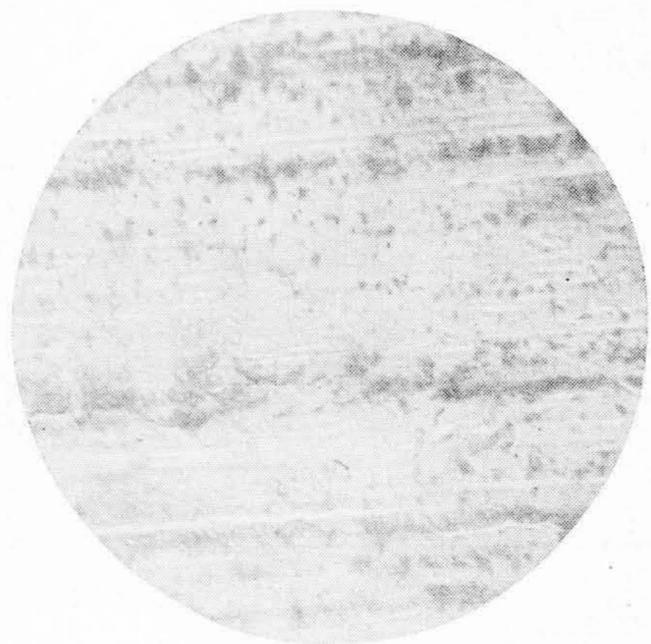
第 23 圖 精密研磨面(加工流動層を示す) BK. ×250
Fig. 23 Fine Ground Surface. (Working Flow Layer) BK ×250



第 25 圖 精密研磨面 BK ×250
Fig. 25 Fine Ground Surface. BK ×250



第 24 圖 精密研磨面 (熔融磨耗發生直前) BK ×250
Fig. 24 Fine Ground Surface. (Just Before Fusible Abrasion Growing) BK ×250



第 26 圖 精密研磨面の潜傷 BK ×250
Fig. 26 Sinking Defect of Fine Ground Surface. BK ×250

何れも40%のマツダ分析用弗酸に秒間浸漬すると潜傷の現れることを示しており、これよりガラスの精密研磨面にも潜傷の生成されていること及び精密研磨面の表層には弗酸に浸され易い層(素地ガラスよりもポーラスな珪酸の網状構造⁽⁸⁾)が存在していることがわかる。

次にBK・F・Sの3種のガラスの他に膨脹係数の特に小さい硬質ガラス及び重屈折の重フリントガラス(SF₅)を加え、これらのガラスを精密研磨した後2時間ベンガラ磨きを行い、その試験片を前と同様に弗酸処理するとこれ又潜傷が発生した(第29・30・31・32・33圖)。これよりガラスの潜傷はガラスの種類にかかわらず、発生するもの、ようである。



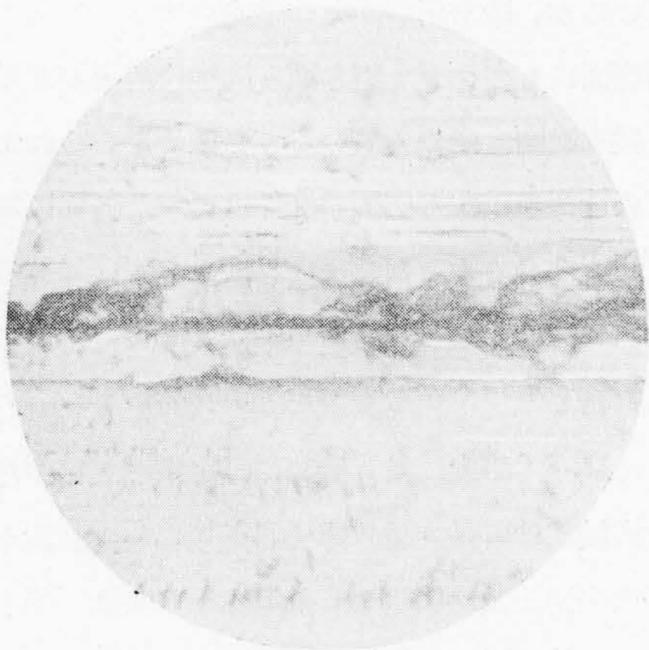
第29圖 精密研磨した後ベンガラ磨きした面の潜傷 硬質ガラス ×250
Fig. 29 Sinking Defect of Fine Ground and Polished Surface. Hard Glass ×250



第27圖 精密研磨面 F ×250
Fig. 27 Fine Ground Surface. F ×250



第30圖 同上, ソーダ石灰 ガラス ×250
Fig. 30 Ditts, Sodalime glass ×250



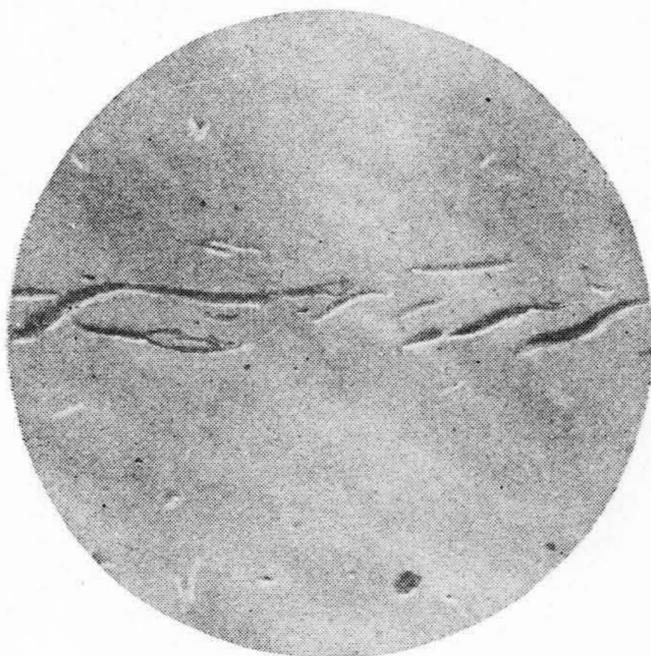
第28圖 精密研磨面の潜傷 F ×250
Fig. 28 Sinking Defect of Fine Ground Surface. F ×250



第31圖 同上, BK-7 ×250
Fig. 31 Ditts, BK-7 ×250



第32圖 同上, F-2 ×250
Fig. 32 Ditto, F-2 ×250



第33圖 同上, SF-5 ×250
Fig. 33 Ditts, SF-5 ×250

なお実験の結果これらの加工流動層の發達した精密研磨面を光學ガラスとして使用するために、ベンガラ磨きするに要する時間は同程度の粗さの砂掛け面をベンガラ磨きする時間の2/3位でよいことがわかつた。

[V] 結 論

以上を總括すると

(1) ガラス面の精密研磨法としてはアランダム系の適度な砥石を用いて金屬の研削速度よりも遅目な研削速度(20 m/sec 位又はそれ以下)で研磨すると、砂掛け面よりは幾分上位なガラス面(見掛けの粗さ1S~2S見當)が得られ、ベンガラ磨き面とまではゆかないが充分實用

になる研磨面が得られることがわかつた。

(2) 精密研磨用砥石としては荒研磨と違つてカーボランダム系砥石は不適當であり、アランダム系砥石が適しているが、その切込限度は粒度が細くなる程又結合度が硬くなる程小さくなり、その値は10 μ 以内となることがわかつた。

(3) なお精密研磨法としては濕式研磨法を用いなければならず、砥石の修正法は精密研磨面の優劣に直接影響するので注意を要するが、荒研磨方向と精密研磨方向との關係は精密研磨面の仕上程度には關係しないこと、及び精密研磨面の粗さの點よりは結合度の硬目な砥石の方がよいことがわかつた。

(4) ガラスの精密研磨面の粗さを光探傷法及び光透過法で測定したところ、ガラスの精密研磨面には加工流動層が生成していることが想像され、その點よりも精密研磨用砥石としては——實用上作業は幾分やりにくくなるが——切込限度の小さい即ち熔融磨耗の發生し易い砥石の方が適當しているといえる。

(5) 砥石の切込限度とガラスと砥石との間の摩擦係數とを比較することにより、ガラスの研磨面の溫度上昇は摩擦熱によるものであることが推測される。このことをガラス面の熔融溫度の測定結果と符合して考えると極めて妥當な推論であることがわかる。

(6) ガラスのベンガラ磨き面に潜傷のあることはわかつているが、精密研磨面を弗酸處理することによつて精密研磨面にもベンガラ磨き面と同様に潜傷のあること、その發生範圍も極めて廣いことを確めた。これよりガラス面の精密加工法の必須の條件は、ガラス面に加工流動層を生成せしめるものでなければならず、又その點より平面研磨法はガラスの精密加工法としての本質にも合致した資格をもつているものだといえる。

終りに臨み本研究に當り御懇切な御指導を賜つた東大教授兼機械試験所長大越諄博士、御熱心な御討論を戴いた馬場條夫博士及び學研第5部第4班(表面工學)協議會の方々、終始變らぬ御援助を戴いた日立製作所豊田取締役、兼先日立研究所長、研削砥石製造に當られた日本人造黒鉛高梨課長、又熱心に實驗に當られた柿崎公男、(以下第58頁につづく)

(第 44 頁よりつづく)

ガラス面の精密加工法に関する研究 (綜合報告第 4 報)

— ガラス面の精密研磨法 — 久 本 方

寺田清彦・渡邊義朗の諸君に謝意を表して筆を擱く。

参 考 文 献

- (1) 久本：日立評論、32 No 1 6~16 (昭 25・1)
- (2) 久本：日立評論、32 No 3 189~204 (昭 25・3)
- (3) 鴨川：數物學誌、昭 18・8 396~415
- (4) 久本：日立評論、32 No 4 244~255 (昭 25・5)

- (5) 小坂：精密機械、昭 12・4, 1~19
- (6) 曾田：機械學會論文集、10 39 號 I 55~64 (昭 19・5)
- (7) 三橋：應物、昭 18・5, 27~29
- (8) 不破・犬塚：窯業協誌、昭 16・4, 227
土橋：化學の領域、3 4 號 (昭 24・4)

第 12 卷 第 3 號 (5~6 月號)

日

立

第 12 卷 第 4 號 (7~8 月號)

鹽化ビニール電線の應用に就いて

日立 C.C. ランプ

東京銀座松坂屋納日立自動階段

日立ミシン用モーター

SS 遠方監視制御装置

茂原工場案内

東京都品川区
大井坂下町 2717

日立評論社發行

誌代 ¥ 30,00 千 6,00
六册 ¥200,00 (送料共)

日立小型モートル特集號

- | | |
|------------|---------------|
| 日立汎用電動機の特長 | 汎用電動機 の 取扱方 |
| 反撥起動單相電動機 | (据付保容事故の對策等) |
| 三相籠形電動機 | 電動機の分解掃除の仕方 |
| EF-K・KK | 日立汎用電動機の出来るまで |
| EFO-K・KK | 汎用電動機用開閉器 |
| TFO-K・KK | |
| 三相巻線型電動機 | |
| EF-E | |
| CI | |
| H-CI | |

— 編 集 後 記 —

梅雨の候とはいえ、連日の豪雨のため各地に被害續出、愛讀者諸兄にも時候不順の折柄、一層の御自愛下さい。

毎號發行豫定日が多少遅れ、申譯なく存じていますが、いろいろの事情は已に御承知の事と存じ上げます。ために大變恐縮乍ら本號は普通號とし、待望の「總まくり號日立技術の成果」特集増大號を No. 6 に延期するの止むなきに至りました。しかし校正も大體終り、おそくとも 7 月中旬には御手許へ配本出来る豫定、何卒御諒承願います。

尙、本號も巻頭の「鹽水法及びギブソン法による水車の性能試験」をはじめ、優秀なる論文揃い、戸塚・茂原其他の工場からも續々貴重な論文が届いていますから御期待下さい。(寺澤生)

第 32 卷 日立評論 第 5 號

昭和 25 年 6 月 15 日印刷 1回 30圓 千 6 圓
昭和 25 年 6 月 20 日發行 誌代 6回 200圓 (送料共)

禁 無斷
轉 載

編集兼發行人 長谷川・俊 雄
印刷人 花 崎 實
印刷所 大東印刷株式會社

發行所 日立評論社

東京都品川区大井坂下町 2717
振替口座東京 71824 番
電話大森(06) 111-10 番
3131-10 番
會員番號 A 208062 番

廣告取扱店 東京都港区芝南佐久間町 1の26 廣 和 堂