

ガラス面の精密加工法に関する研究 (総合報告第3報)

ガラス面の荒研磨法

久 本 方*

Studies on Fine Finish of Glass Surface. (3rd Report Synthesized)

Rough Grinding of Glass Surface

By Tadashi Hisamoto

Hitachi Electric Wire and Cable Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Lapping Method is ordinarily applied for rough finishing of glass surface, and carborundum or emery is generally used as lapping powder.

In this paper I have discussed about surface grinding in order to change the present lapping operation into an efficient finishing method by aid of abrasive bonded wheels, and found that my aim of rough finishing is possible to attain by the latter practice. That is to say, I have studied on the limit of grinding depth —molten wear is invisible —, and found that the limit is increased by the next conditions and practically supergrinding is unnecessary.

- 1) Moderate grade wheel of carborundum
- 2) Sufficient quantity of coolant
- 3) Slow of grinding velocity
- 4) Slow speed of feed

And at the same time I have made sure that residual working stress does not appear on rough grinding surface.

I have also investigated on surface grinding mechanism of glass, next conclusions have been induced from roughness of grinding surface measured by light transmitting and optical defect testing method and specific grinding resistance of glass.

“On the rough grinding process melting and cooling phenomena are growing, but working flow layer does not develop completely, and grinding mechanism consists of three stages according to grinding depth.”

* 日立製作所日立電線工場

[I] 緒 論

先に総合報告第1報⁽¹⁾に於いてガラス面の常温精密加工法として従来のラッピング法に對し平面研摩法も充分成算のあることを確めたが、本報告に於いてはガラス面の平面研摩法をガラス面の荒仕上法として用いる場合の加工条件・荒研摩面の性質・荒研摩機構及び残留歪等について検討究明してみたいと思う。

[II] 荒研摩条件の検討

ガラス面の荒研摩法としては研摩面に発生する熔融磨耗を如何にして未然に乃至は最小限度に喰止めて切込を殖やし研削能率を高めるかということが研究問題である。

そこで先ずアラシダム系砥石とカーボランダム系砥石について荒研摩条件を検討しよう。なお乾研摩はガラス面に熔融磨耗を起し易いので乳化油を充分 (7 l/min) に注ぎかけて荒研摩条件を一定にした。

(1) アラシダム系砥石による平面研摩

粒度 46~100 で結合度の近似なアラシダム系研削砥石4種を選び (第1表参照)、次の加工条件で平面研摩して熔融磨耗を起さない切込限度を測定した。

第1表 アラシダム系研削砥石

番 號	砥 料	粒 度	結 合 度	メ ー カ ー
1	A	46	K	日本研摩
2	WA	60	K	三井、目黒
3	WA	80	M	三井、目黒
4	WA	100	K	三井、目黒

(A) 研削速度 25、20、13、5 m/sec の4段。

(B) 送り 10、5、2、1、0.5 m/min の5段

(C) 切込限度 目で見て熔融磨耗の発生しない切込深さを求め、3回の実験の平均値を切込限度とした。

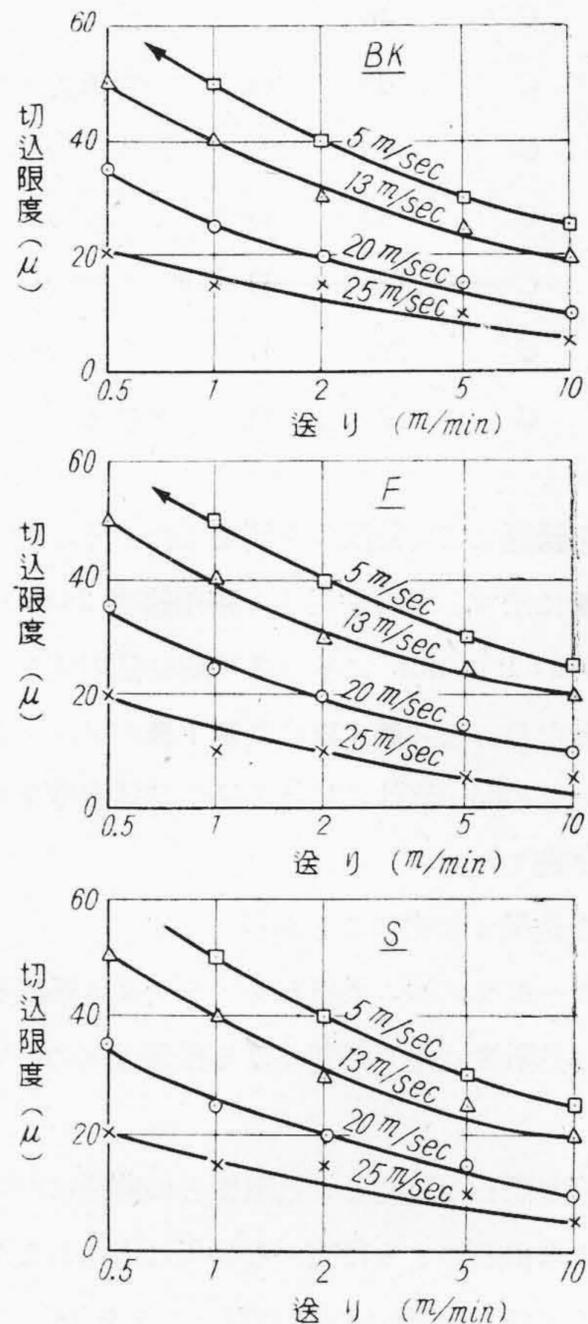
(D) 試験片 BK・F・S の3種⁽¹⁾。

* BK: 硼珪クラウンガラス (BK-7) F: フリントガラス (F-2) S: ソーダ石灰ガラス

この実験の結果の例を第1圖に示す。又この結果より研削速度 25・20・13・5 m/sec、送り 10・5・2・1・0.5 m/min についての各砥石の平均切込限度を算出したところ第2表のようになった。

第2表 アラシダム系砥石の平均切込限度 (μ)

研削砥石仕様	ガ ラ ス			平 均			
	砥料	粒度	結合度		BK	F	S
A	46	K	約	約 27.0	約 26.3	約 27.0	約 26.8
WA	60	K		21.8	22.3	21.8	21.9
	80	M		18.5	19.0	19.0	18.7
	100	K		18.0	18.0	18.0	18.0



第1圖 砥石 (A. 46. K) の切込限度

Fig. 1 Limit of Grinding Depth. (A. 46. K)

これらの結果より次のことが言える。

(A) アランダム系砥石の切込限度は研削速度が小さく送りが遅い程著しく大きくなる。

(B) 研削砥石の結合度が近似的なときは切込限度の大きさは粒度によつて違い、砥粒が荒くなる程切込限度も大きくなる。

(C) ガラスの種類による切込限度の違いは殆ど認められない。

(2) カーボランダム系砥石による平面研磨

粒度 46~120 の第 3 表に示す 7 種のカーボランダム系研削砥石を用い、研削速度 25 m/sec について (1) と同

第 3 表 カーボランダム系研削砥石

番 號	砥 料	粒 度	結 合 度	メ ー カ ー
1	C	46	I	三 德
2	C	60	H	日本人造黒鉛
3	C	60	L	〃
4	C	60	Q	〃
5	C	120	H	〃
6	C	120	L	〃
7	C	120	Q	日本人造黒鉛

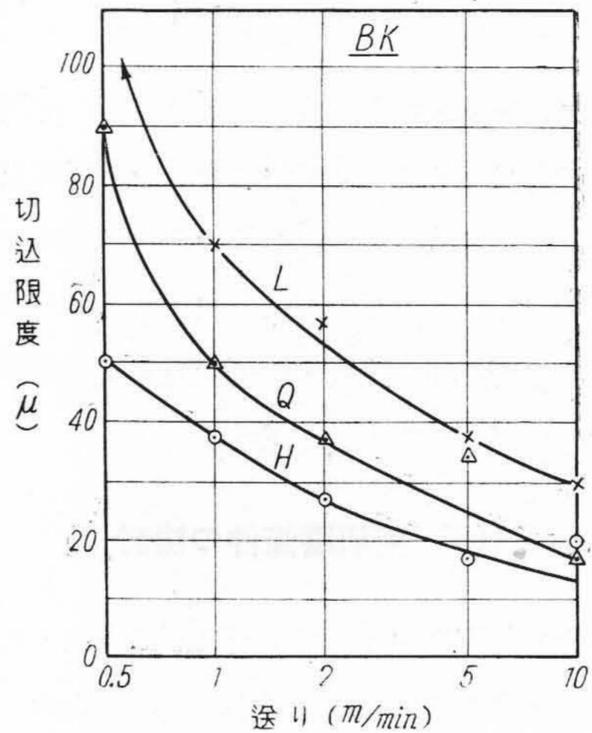
様な実験を繰返して切込限度を測定した。その結果の一例を第 2 圖に示す。この結果より研削速度 25 m/sec、送り 10.5・2・1 m/min に於ける平均切込限度を求めると第 4 表となる。なお第 4 表には第 1 表のアランダム系砥石についての同一條件に於ける平均切込限度をも参考のために併記した。

これらの結果より次のことが言える。

(A) カーボランダム系砥石もアランダム系砥石と同様にその切込限度は送りが遅くなる程著しく大きくなる。

(B) 研削砥石の粒度と切込限度との關係についてはアランダム系砥石のように齊一な結果は得られなかつたが #46 の荒い砥石が最も切込の利くことを示していた。

(C) 結合度については“H”と“Q”との中間“L”の邊りの結合度の砥石が最も切込が利くことがわかつた。



第 2 圖 C 120, 砥石の切込限度
Fig. 2 Limit of Grinding Depth. (C. 120)

第 4 表 研削砥石の平均切込限度 (μ)

研削砥石仕様	ガ ラ ス			平 均		
	砥料	粒度	結合度		BK	F
C	46	I	60.0	60.0	60.0	60.0
	L	50.5	45.5	48.8	48.2	
	Q	23.8	23.8	22.5	23.3	
	120	H	25.5	23.8	25.5	24.9
		L	48.5	48.5	48.5	48.5
Q		34.8	34.8	34.8	34.8	
A	46	K	11.3	7.5	11.3	10.0
WA	60	K	8.8	10.0	8.8	9.2
	80	M	7.5	7.5	7.5	7.5
	100	K	6.3	6.3	6.3	6.3

(D) カーボランダム系砥石とアランダム系砥石との切込限度を比較すると前者の切込限度がずつと大きい。これよりも荒研磨用砥石としてはカーボランダム系砥石の方が優れているといえる。

以上 [1] [2] の結果は次のように説明出来る。

(A) カーボラダムはアンラダムに比べて砥粒が硬くてこわれ易くよく切れるために砥石とガラスとの間の発熱が少い。

(B) 研削砥石の結合度が近似的なときは砥粒が荒い程研磨面で熱を発生しにくくなり、ガラス面の温度上昇は少い。

(C) 一般に研削速度が大きく送りが速くなると砥石とガラスとの間の相対加工速度が大きくなり砥石の研削作用以外に摩擦に費された仕事が無視し難くなり、摩擦熱が発生してガラス面に熔融磨耗を起すようになる。

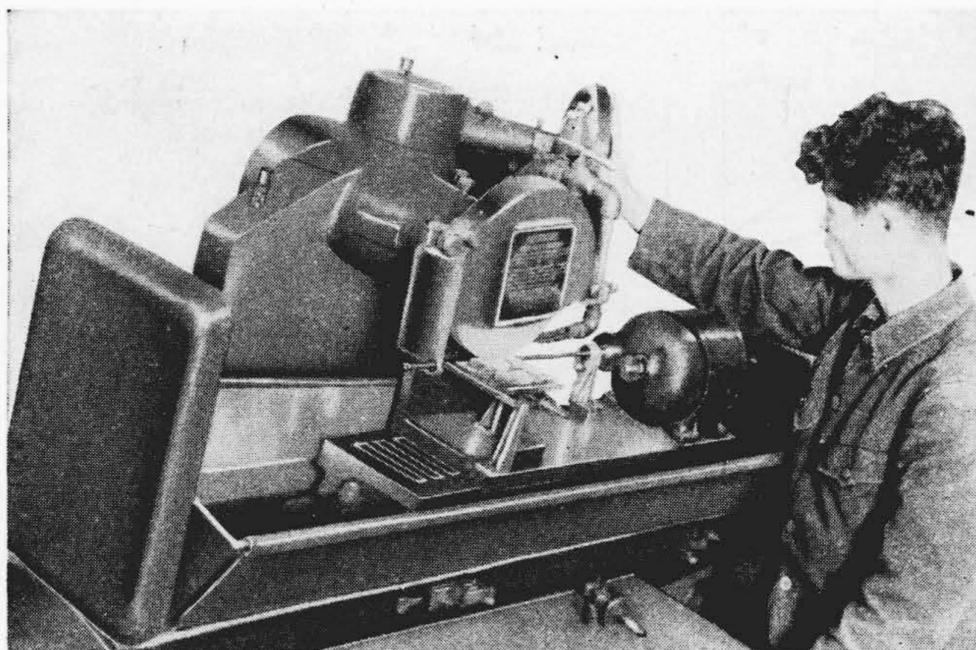
(3) 平面研磨と超研磨

平面研磨中に試験片に平面研磨の送りと直角方向の往復運動を與えて超研磨すると冷却剤の廻りもよくなる一方砥石の砥粒も更新して研削能率もよくなり、切込を増しても熔融磨耗を発生しないものと考えられるので、平面研磨法と比較し乍らガラス面の超研磨法について検討することにした。

(A) 超研磨装置

第3圖は平面研磨盤の電磁チャック上に超研磨装置を取付けて超研磨を行つているところで、モーターに換齒車で連るカム軸に偏心2mmの板カムを取付けて試験片にストローク4mmの往復運動を與えるようになつている。なお換齒車の交換によつて、

低速超研磨の場合には毎分935回の往復運動(超研磨の速さ7.5 m/min)



第3圖 ガラス面の超研磨

Fig. 3 Supergrinding of Glass Surface.

高速超研磨の場合には毎分2100回の往復運動(超研磨の速さ16.8 m/min)

をそれぞれ與えるようにした。

(B) 砥石の結合度と超研磨法

平面研磨法として熔融磨耗の起り易い加工条件即ち研削速度25 m/sec、送り10 m/minで低速超研磨の實驗を行つたところ第4圖のようになつた。同圖によると、

a) C.60 砥石では砥石の結合度が軟い程切込限度は極めて顯著に増加する。

b) しかしC.120 砥石ではそれ程はつきりしないが硬い砥石よりは軟か目の方がよい。

c) この實驗に用いたC.60・H, L, Q; C.120・H, L, Qの6種の砥石を比べると、砥粒が荒くて結合度の軟いC.60・H 砥石が最も優れている。

d) ガラスの種類による違いは超研磨の効果の點に於いてBKがいくらかよいという程度であつた。

(C) 研削速度と超研磨法

次に前項と同様な加工条件で研削速度を變えて實驗した結果を第5圖に示す。同圖によると

a) 超研磨の場合には研削速度を遅くする程切込限度は大きくなるが、平面研磨では速度の減少と共に研削抵抗が著しく増加し、熔融磨耗が発生する以前に砥石を駆動するベルトのスリップのために砥石の廻轉が停止した。即ち超研磨法は砥石の研削抵抗を減少させ研削能率を向上させる方法であると言える。

b) 何れの場合もガラスの種類による違いは殆ど認められない。

(D) 超研磨の速さと切込限度

超研磨の速さを變えるとどうなるかについて前項と同様の實驗を行い平面研磨の結果を附け加えて圖示すると第6圖となつた。同圖によると超研磨の速さはこれを速くする程超研磨の効果を上げられることはわかつたが、實用上荒研磨の目的は平面研磨法で充分達成出来るので超研磨法の研究は以上で打切ることとした。

[III] 荒研磨面の性質と残留歪

ガラスの荒研磨面の性質を光透過法と光探傷法⁽²⁾とで調べ顕微鏡寫眞と併せてその性質を究明し、同時に荒研磨面の残留歪の有無についても検討してみたいと思う。

(1) 荒研磨面の性質

荒研磨面の性質を調べる試験片としては次の加工条件で平面研磨することゝした。

- (A) ガラスは BK・F・S の 3 種
- (B) 研削砥石は C. 60. H, L, Q の 3 種
- (C) 研削速度は 25, 20, 13, 5 m/sec の 4 段
- (D) 送りは 10 m/min
- (E) 切込は 10, 20, 40, 80 μ
- (F) 冷却劑は 乳化油 7 l/min

(G) 試験片の寸法は 25 mm 角 \times 10 mm 厚とし、その表裏両面はベンガラ磨きしたものをを用いた。

これらの試験片の粗さを光透過法（一例を第7圖に示す）及び光探傷法（第8圖参照）で測定し、又顕微鏡寫眞（第9圖）にとってその結果を総合すると次のことが言える。

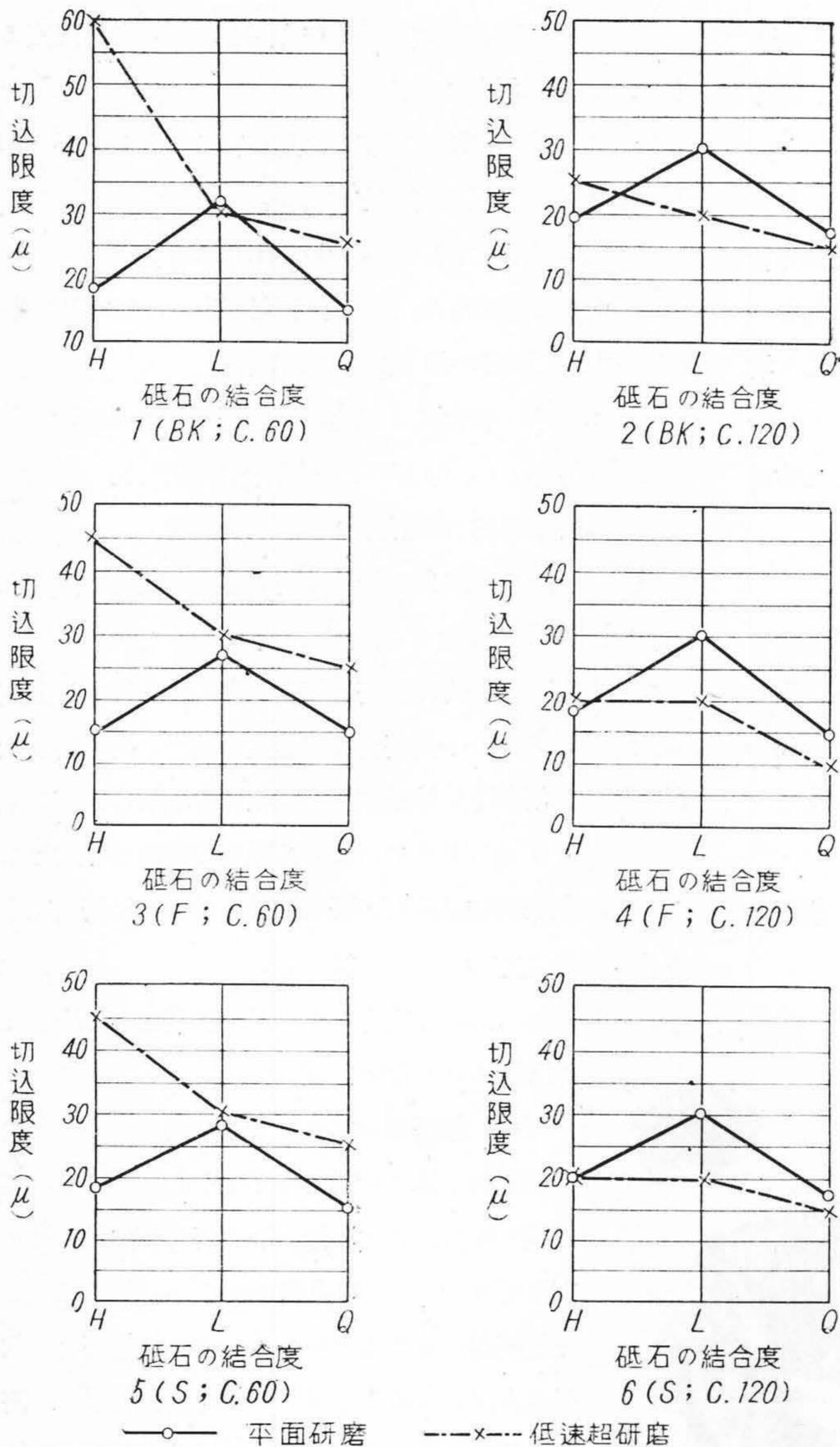
(A) 切込が浅いとき（切込 10 μ 程度）光透過法による粗さは研削速度の増加と共に次第によくなる。

これは研削速度が大きくなるに従つて砥石とガラス面との間に摩擦熱が発生し易くなつてガラス面に測微的熔融冷却を繰返して傷を埋めそのためガラスの透光性もよくなる。

(B) 切込が殖えて切込限度に達したとき（結合度 H の砥石では 40 μ 、L 及び Q では 80 μ ）の光透過法による粗さは (A) とは逆に研削速度の増加と共に減少する。これは研削速度が増すと融着研磨状態にはいるために透光性を悪くする。

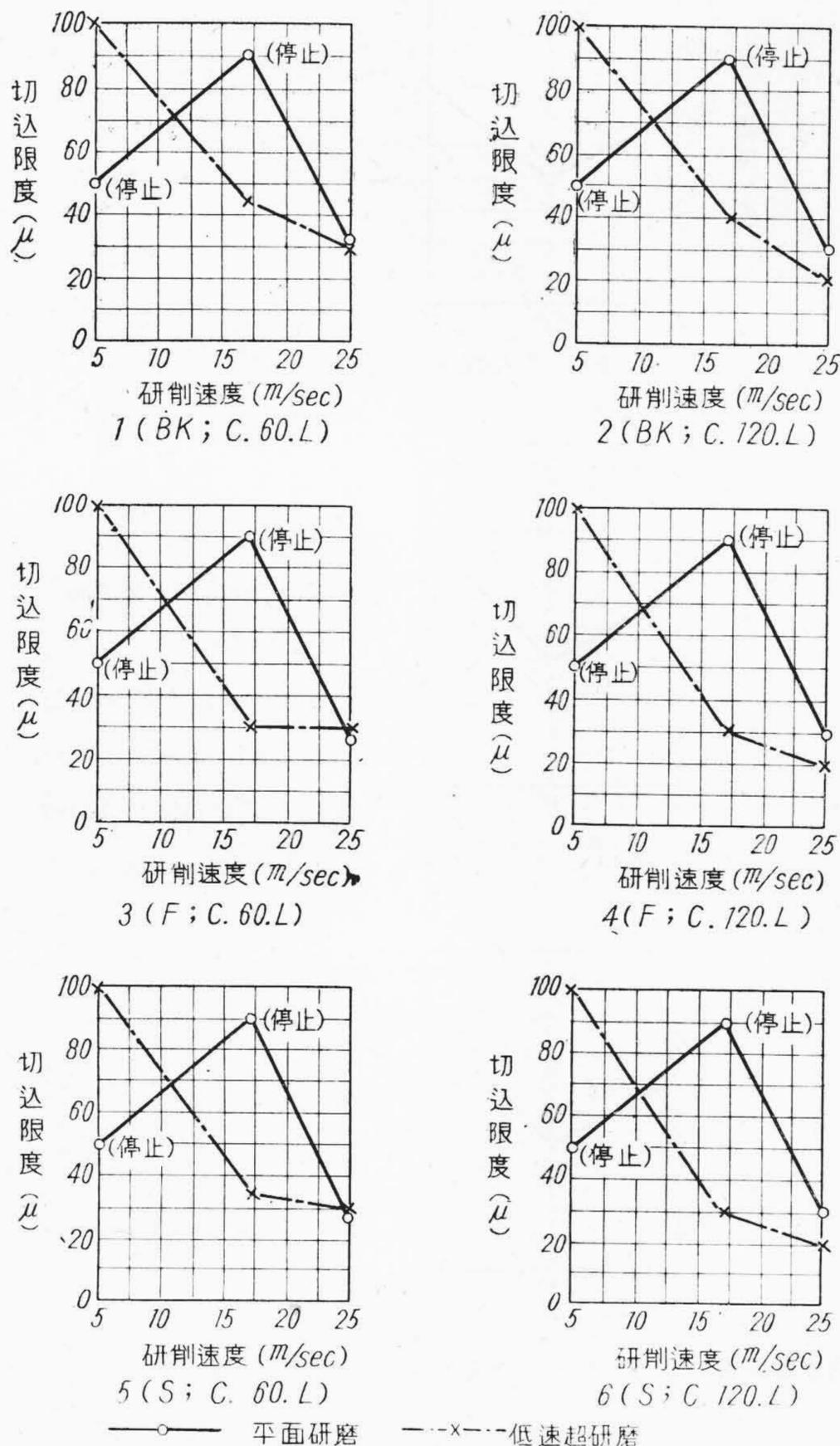
(C) その中間の切込に於いては光透過法による粗さはほぼ (A) (B) の関係を重ね合せたような変化を示している。

例えば第7圖の F・切込 40 μ の場合、研削速度が 5 m/sec より 13 m/sec と進むに従い (A) の理由によつて透光性はよくなるが、13 m/sec より 20 m/sec 迄は測微的熔融磨耗現象が起り透光性を悪くする。更に研削速度が大きくなると熔融冷却



第4圖 平面研磨と低速超研磨の切込限度 [砥石の結合度を變えた場合] (研削速度 25 m/sec 送り 10 m/min)

Fig. 4 Limit of Grinding and Slow Speed Super-grinding. (Variable; grade of wheel)



第5圖 平面研磨と低速超研磨の切込限度 [研削速度を変えた場合] (送り 10 m/min)

Fig. 5 Limit of Grinding and Supergrinding. (Variable; supergrinding speed)

現象で熔融磨耗による傷を埋め透光性は逆によくなくなる。

(D) 研削速度の速い 25 m/sec では切込が 10・20・40・80 μ と順次増加するに従つて光透過法による粗さは悪くなる。

これは切込を増す程融着研磨によるむしり取りの現象が表れ次第に透光性は悪くなるためである。

(E) 荒研磨面の粗さを光探傷法装置で測定したところ光透過法による粗さのように BK・F・S について齊一な関係は得られなかつた(第8圖参照)。しかしこの結果より荒研磨面の見掛けの粗さは JES 粗さ表示で 2S~4S 見當であることがわかる⁽²⁾。

(F) 荒研磨面の光透過法による粗さは最もよくて 50~60 程度である。これより荒研磨面では加工流動層が完全には生成しないことがわかる一方カーボランダム系砥石が精密研磨には適當していないことを示している。

(2) 荒研磨面の残留歪

光學ガラスを荒研磨すると残留した加工歪のために光學ガラスとしては使用にたえなくなるおそれがある。そこで最も苛酷な条件で荒研磨した試験片を作り、歪試験・光弾性試験・屈折率測定を行つて残留歪の有無を調べた。

(A) 荒研磨の条件

BK・F・S の 3 種の試験片を何れも平面研磨によつて一たん熔融磨耗を起させた後研削砥石 C・120・L、研削速度 25m/sec 送り 0.5 m/min、切込 100 μ で平面研磨して熔融部分を除去しながらガラス面を仕上げて残留歪の有無を調べる試験片とした。

(B) 歪試験

この試験片をマツダ歪検査器で調べたところ、歪の存在は全然認められなかつた。

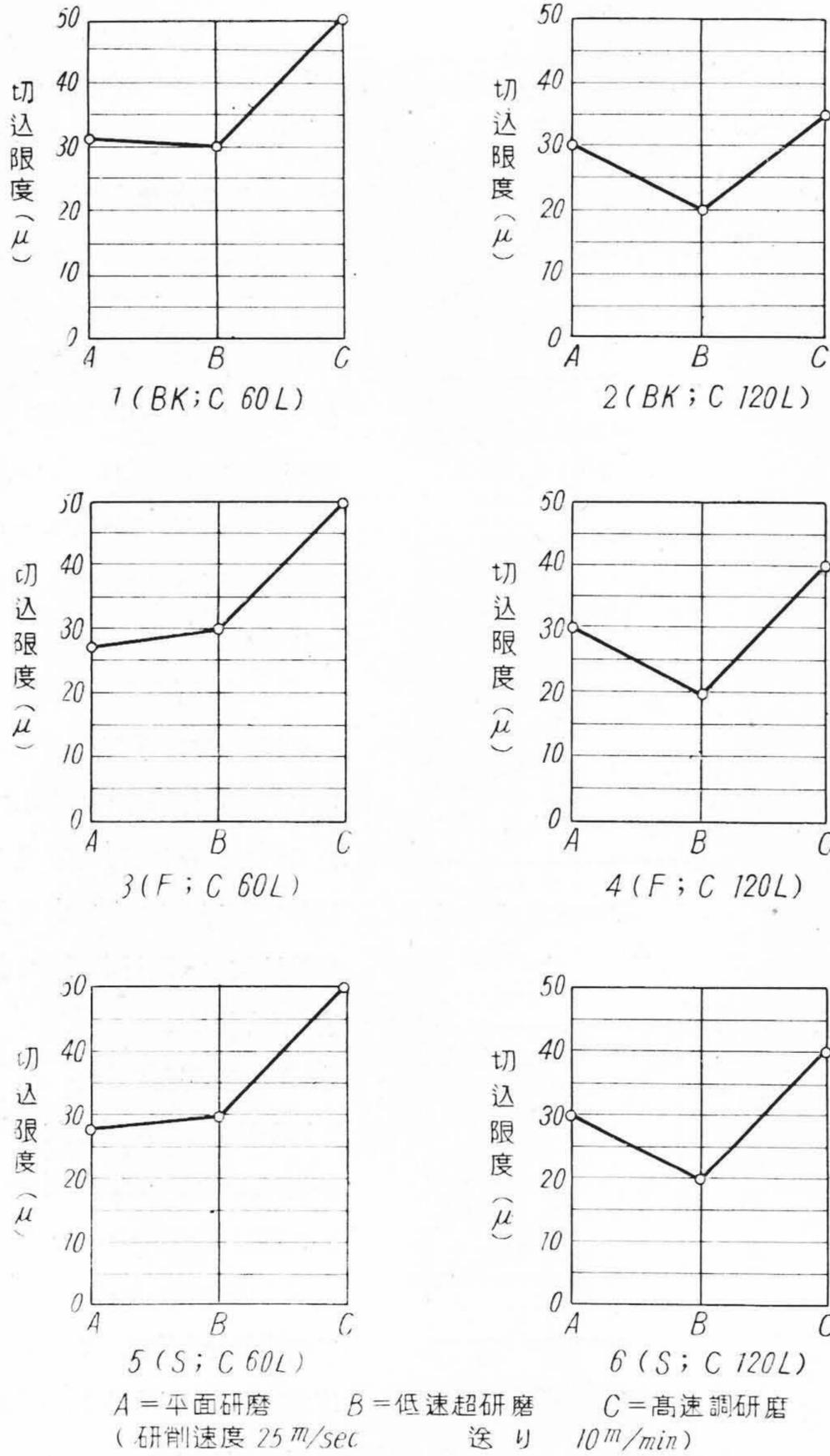
(C) 光弾性試験

理研光弾性実験装置を利用して歪の有無

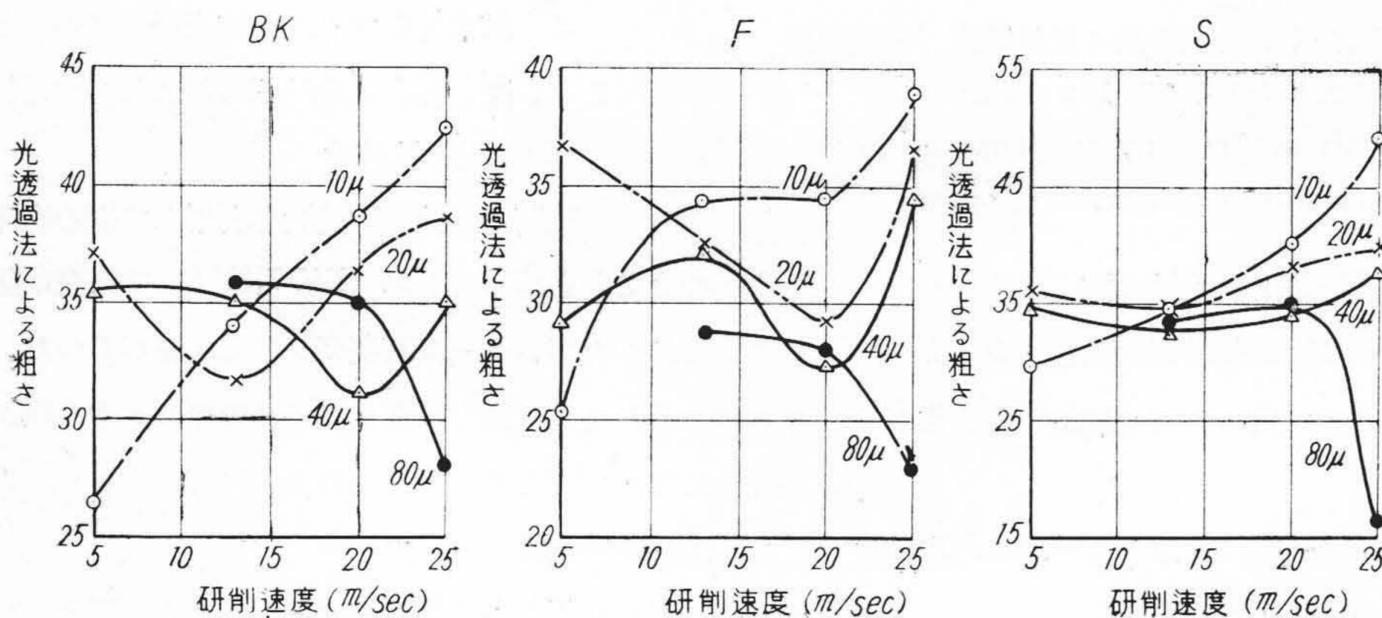
を調べたところ、光學ガラス (BK-7, F-2) では歪は認められなかつたが、ソーダ石灰ガラスには歪があつた。これはおそらく加工歪ではなくガラス製造のときの除歪が充分でなかつたためと考えられる。

(D) 屈折率測定

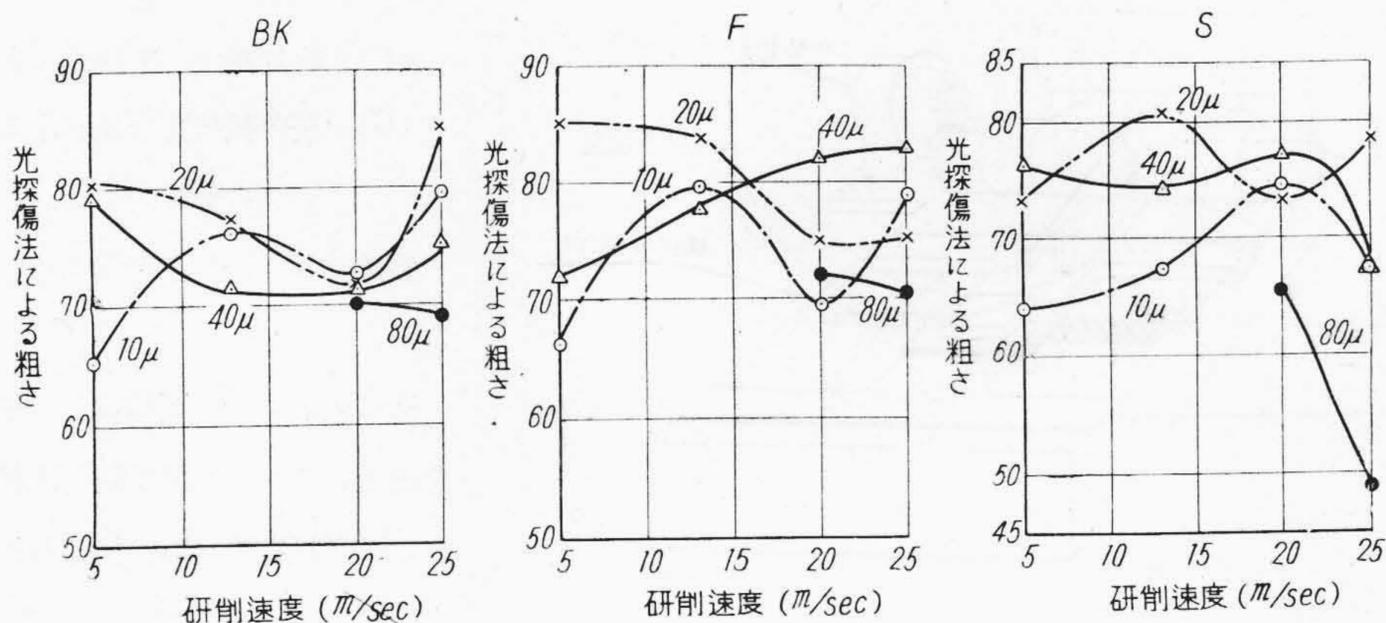
日立アツベ屈折計⁽³⁾で同じ試験片のベンガラ磨きした



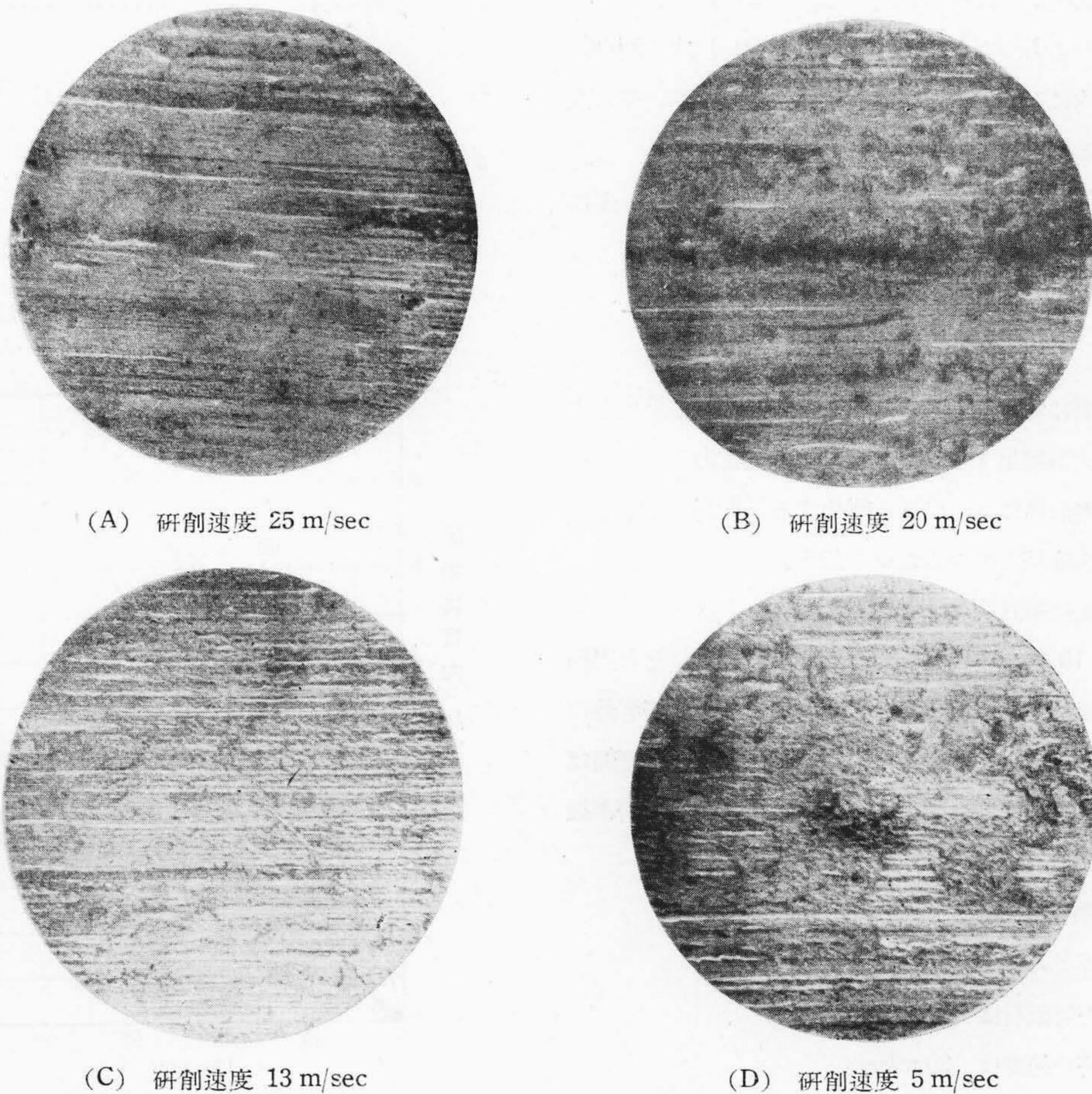
第6圖 平面研磨と超研磨の切込限度
Fig. 6 Limit of Grinding and Supergrinding. (Variable; super grinding speed)



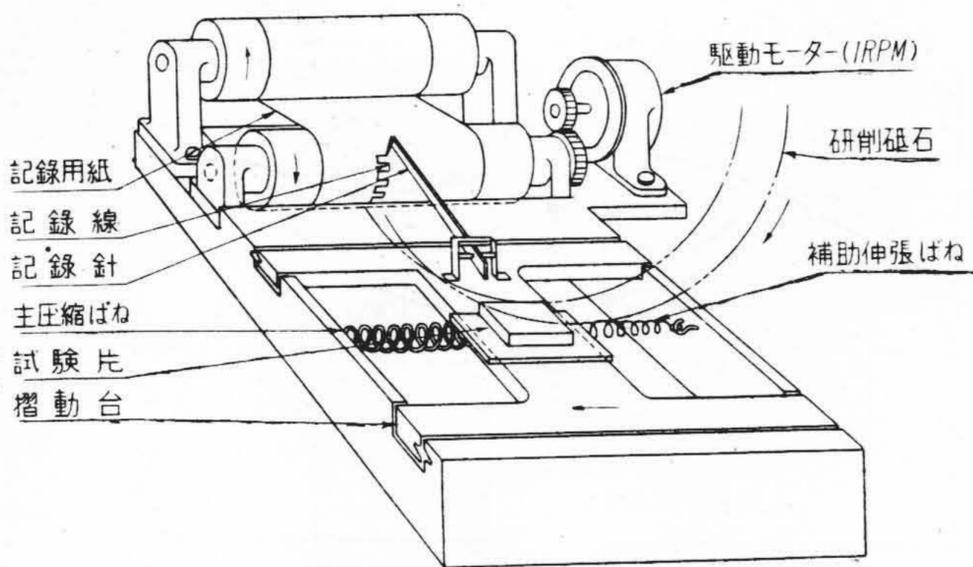
第7圖 荒研磨面の光透過法による粗さ (研削砥石 C. 60. L 送り 10 m/min)
Fig. 7 Roughness of Rough Ground Surface. (Light Transmitting Method)



第8圖 荒研磨面の光探傷法による粗さ (研削砥石、C. 60. L 送り 10 m/min)
 Fig. 8 Roughness of Rough Ground Surface. (Optical Defect Testing Method)



(A) 研削速度 25 m/sec (B) 研削速度 20 m/sec
 (C) 研削速度 13 m/sec (D) 研削速度 5 m/sec
 第9圖 荒研磨面の顕微鏡寫眞 (F) ×125
 (研削砥石 C. 60. L 送り 10 m/min 切込 40 μ)
 Fig. 9 Microscopic photograph of Rough Ground Surface. (Flint Glass ×125)



第 10 圖 研削抵抗力測定装置

Fig. 10 Grinding Resistance Measuring Apparatus.

面と平面研磨面の屈折率を測定したところ、屈折率が増加したものもあつたがその値は 5/10.000 以内で測定誤差の範囲内にあり、これ又設計的にレンズ計算のやり直しを要する程度のものではない。

以上より光學ガラスを荒研磨したときの残留加工歪は實用上問題とする必要はないと斷定出来る。

[IV] 研削抵抗力と平面研磨機構

平面研磨に當りガラスには研削砥石の廻轉を阻止しようとする力が發生する。その力が研削抵抗力であり、その値が研磨條件によつてどう變化するかを測定して平面研磨機構を究明してゆきたいと思う。

(1) 研削抵抗力の測定

先ず第 10 圖の研削抵抗力測定装置を用い、その摺動臺上に試験片ガラスを接着し、装置全體を平面研磨盤の電磁チャックに取付けて平面研磨した。その時の壓縮ばねの縮み量を自動的に記録した較正圖表によつて研削抵抗力を求めた。

平面研磨の條件は

- (A) ガラスは BK・F・S の 3 種
- (B) 研削砥石は C. 120. L
- (C) 研削速度は 25 m/sec
- (D) 送りは 15, 5, 2, 1, 0.5 m/min の 5 段
- (E) 切込は 50 μ までは 5 μ とび、それ以上は 10 μ とび (但し切込限度以内

とす)

(F) 冷却劑は 乳化油 7 l/min

(G) 研削抵抗力は砥石巾 25 mm についての値を求めた。

實驗結果の一例を圖示すると第 11 圖となる。

次に研削砥石 1 回轉當りの平均研削面積を出し、これより單位研削面積 (mm²) 當りの研削抵抗力 (kg)⁽⁴⁾ 即ち比研削抵抗力 (kg/mm²) を誘導すると、(1) 及び(2) 式のようになる。

$$A = \frac{s \cdot d \cdot b}{\pi \cdot D \cdot n} \dots \dots \dots (1)$$

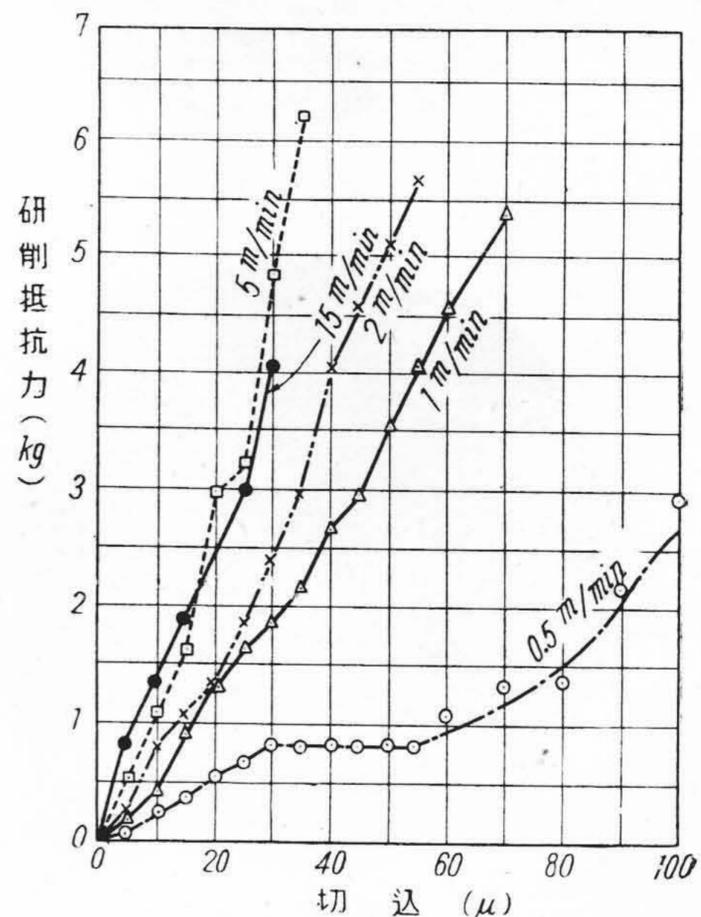
$$f = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2)$$

但し A : 平均研削面積 (mm²)

s : 送り (mm/min)

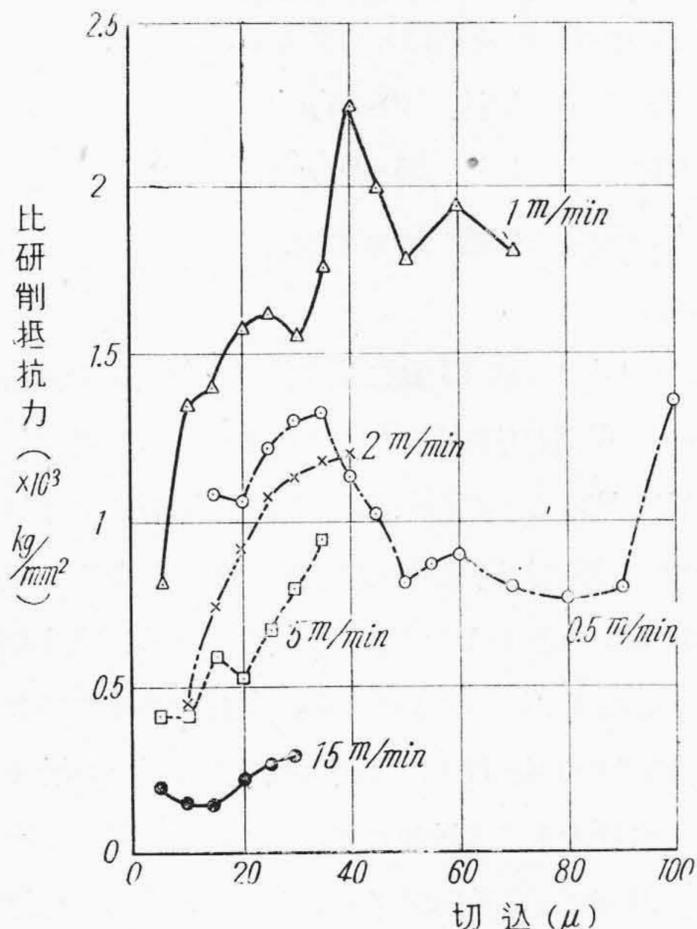
d : 切込深さ (mm)

b : 研削面の巾 (本實驗に於いては試験片の巾



第 11 圖 研削抵抗力の測定 (BK)

Fig. 11 Measurement of Grinding Resistance. (Borosilicatecrowu Glass)



第 12 圖 切込と比研削抵抗力 (F)
(研削砥石 C. 120 L 研削速度 25 m/sec)
Fig. 12 Relation of Specific Grinding Resistance to Grinding Depth. (Flint Glass)

25 mm)

D: 研削砥石の直径 (本実験では D=250mm)

n: 研削砥石の回転数 (R.P.M.)

F: 研削抵抗力 (kg)

f: 比研削抵抗力 (kg/mm²)

研削抵抗力より (2) 式を用いて比研削抵抗力を出しその一例を第 12 圖に示す。又この関係を送りと比研削抵抗力との圖表として表すと第 13 圖となる。

これらの圖表より次のことがいえる。

(A) 研削抵抗力は送りを速くする程次第に増加するが、送りが 5 m/min 以上となると 5 m/min に於いても、15 m/min に於いても研削抵抗力の違いは少ない。

(B) 研削抵抗力は切込と共に連続的に増加しているが、比研削抵抗力には切込による不規則な変化が多い。

(C) 切込 15~30 μ に於けるガラスの研削抵抗力及び比研削抵抗力を求めると第 5 表のようになる。

この結果より研削抵抗力は硼酸分を含んだ BK が最も大きく、鉛分を含んだ F が最も小さい、石灰分を含んだ S はその中間に位する。この順序は比研削抵抗力の

第 5 表 ガラスの研削抵抗力 (切込 15~30 μ)

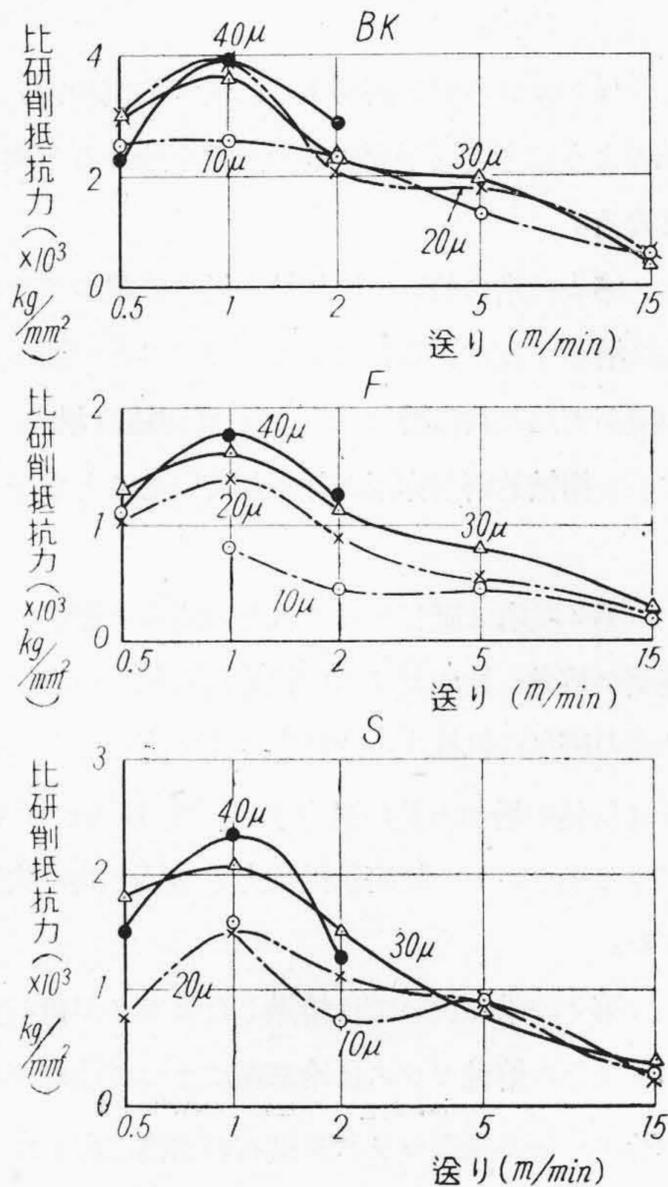
ガラス	研削抵抗力 (kg)	比研削抵抗力 ($\times 10^3 \text{ kg/mm}^2$)
BK	1.49	2.20
F	0.66	0.90
S	0.85	1.09

場合にも成立つ。

(D) 比研削抵抗力は切込を同じくすると送りによつて違い、送り 1 m/min の所に比研削抵抗力の最大の點があり、それよりも送りが速くなる程次第に小さくなる。

(2) 平面研磨機構の考察

ガラス面を平面研磨するときを考えると、研削砥石は熱に對して極めて安定な材料であるのに對してガラスは



第 13 圖 送りと比研削抵抗力
(研削砥石、C. 120. L 研削速度 25 m/sec)
Fig. 13 Relation of Specific Grinding Resistance to Feed.

比較的熔け易く⁽¹⁾、熔けると急に軟くなるので⁽⁵⁾目で見て熔融磨耗の発生しない切込限度の範囲内でも測微的熔融磨耗現象は當然起つているものと考えられる⁽⁶⁾。

ところで第 12 圖に於いて送り速度の遅速に拘らず切込を順次増して行くと比研削抵抗力は切込の小さい間は次第に増加の傾向を示し、次に減少し、最後に又増加(送り 0.5 m/min の場合)する。

今この比研削抵抗力を (3) 式の力のつり合いの式に書き改めて次の考察を進めて行くこと、する⁽⁷⁾。

$$R = W + G \dots\dots\dots (3)$$

但し R : 比研削抵抗力。(又は研削抵抗力)

W : ガラス面又はその面上の測微的凹凸の山が研削砥石による摩擦のために加熱されて熔融しそれが研削砥石の面にくつき砥石の廻轉に際してガラス面をひきむしるに要する力。

G : ガラス面を研削するに要する眞の力。

以上のように考えて平面研磨の過程を分けると次の 3 段階となる。

(A) 第 1 段階に於いては切込を増すに従つて比研削抵抗力は増加するが、これは砥石とガラスとの間の眞の接觸面積が切込と共に増加し—— G は切込の増加と共に増す——機械的研削作用が行われていることを示している。

(B) 第 2 段階は砥石とガラスとの間の摩擦熱によつて研磨面が熔融し始めガラスは軟くなる加工段階なのでガラス面の研削に抵抗する力は小さくて済むようになり—— G は切込の増加と共に減少する。又 W は G に比べてずつと小さい——比研削抵抗力も切込と共に次第に減少する。

(C) 第 3 段階に於いては熔融したガラスが砥石面にくつき(その熔融ガラスは冷却剤によつて冷却されて粘度を増す)その融着ガラスを砥石の廻轉に際してガラス面からひきはなすに大きな力を要するようになる—— W は切込と共に次第に増加する、 G は切込が殖えるに従い $G < W$ となる——結局比研削抵抗力は切込が殖える程大きくなる。

この 3 段階 F を例にとつてみると、

第 1 段階 切込 0~35 μ

第 2 段階 切込 35~80 μ

第 3 段階 切込 80 μ 以上

となる。

この結果より第 13 圖に示す送りと比研削抵抗力は“送りと G (純研削抵抗力に相當する) との関係”を示す圖表と見ることが出来る。この圖表に於いて送り 1 m/min の點に比研削抵抗力に極大値のあることは送り 0.5 m/min のときはガラス面が研削されるに充分な時間的餘裕があり、そのために比研削抵抗力も小さくなつてゐるが、1 m/min 以上では研削抵抗力は送りが増加する割にそれ程大きくは増加せず、ために——送りが速くなると冷却剤による冷却効果も大きくなるので——比研削抵抗力も小さくなるものと判断出来る。

[V] 結 論

以上を總括すると

(1) ガラス面の荒研磨法としては、砥石の選擇と加工條件さえ適當であれば——わざわざ超研磨をする必要はなく——平面研磨法で充分切込も利き荒仕上の目的も果し得ることを確めた。

(2) 荒研磨用砥石としてはアランダム系よりはカーボランダム系が優れ、結合度は硬軟何れに偏するも悪く研削速度及び送り共に遅い程切込が利くということがわかつた。その際冷却剤は充分注ぎ濕式研磨とすることが必要である。

(3) ガラスの荒研磨面の粗さを光透過法及び光探傷法で測定することにより、荒研磨の過程には熔融冷却現象は発生しているが加工流動層は完全には生成していないことがわかつた。

(4) か様な研磨機構を経て仕上げられた荒研磨面の加工歪の有無を調べたところ實用上困るような歪は残つていないことを確めた。

(5) ガラスの研削抵抗力を測定したところ、研削速度は切込及び送り速度の増加と共に一般に大きくなること及びその大きさは BK·S·F の順に大きいことを確めた。

(6) この研削抵抗力より単位研削面積當りの研削抵抗力即ち比研削抵抗力を誘導することによりガラスの平面研削機構は3段階より成り、

第1段階に於いては機械的研削作用が行われ、

第2段階に於いては砥石とガラスとの間の摩擦熱によつてガラス面が熔融し始め、

第3段階に於いては熔融したガラスをガラス面からむしり取る、
ということがわかつた。

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、御討論と御援助を戴いた馬場桑夫・正野崎友信・小坂誠市郎の諸博士及び學研第5部第4班(表面工學)協議會の方々並びに日立製作所豊田取締役・兼先日立研究所長・茂原工場宮城課長研削砥石製造に當られた日本人造黒鉛高梨課長、終始熱心に實驗に當られた柿崎公男・角田珠吉・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 獻

- (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) 日立, 82 號, 5, 6, 10 (昭 21.7)
- (4) Schlesinger は砥粒1個當りの比研削抵抗力を

考え、關口・長谷川は単位研削面積當りの比研削抵抗力を誘導している。本論文に於いては後者の考え方に倣つた。

Schlesinger ; Werkstattstech. 25 409(1931)

關口・長谷川; 機械學會誌, 昭 8.10, 700~710

- (5) ソーダ石灰ガラスに於いては 1000°C 附近で 36°C の溫度變化があれば粘度は約2倍餘り變化する。
澤井・和田; ガラスの化學と工學, 228 (昭 24. 修
教社)

(6) 鴨川; 數物學會誌, 昭 18.8, 396~415

(7) Bowden・Ridler ; Proc. Roy. Soc. Lond.
(A) 154 644 (1936)

Bowden ; General Discussion on Lubrication and Lubricants, London 2 236 London. (1937)
A. v. Philippovich ; V. D. I. 81 1467 (1937).

Bowden・Moore・Tabor ; J. Applied Physics 14 80 (1943) 等

なお Bowden のこれらの理論は實驗の不備から來るものだとする反駁もある。例えば

Klemencic ; Forsch. a. d. G. d. Ingenieurwesens 11 Nr. 3 (1940) (抄録 ; 精密機械 7 471~478 (昭 15))

(第 28 頁よりつゞく)

點火コイルの新短絡試験法

西 堀 博 片木 劍三郎

第4表 各種點火コイルの對數減衰率 (外函あり)

點火コイルの種類	Vm (V)	Vn (V)	對數減衰率 d	一次平均電流 (mA)
良品 (I)	18,500	13,300	0.143 ₃	1,040
" (II)	19,150	"	0.158 ₄	1,090
" (III)	12,600	8,600	0.165 ₂	985
" (IV)	19,000	14,000	0.132 ₉	940
不良品 (I)	8,500	2,500	0.477 ₁	1,100
" (II)	5,800	1,000	0.763 ₀	980

に大きく、良品の3倍以上になつている。

以上の諸結果より、コイルの巻數や段數が相當變化しても良品同志の間の對數減衰率の相違は僅かであるが、

不良品と良品との差は非常にあることが認められ、短絡檢出法として感度が高いことがわかる。

[V] 結 言

今回提案した新試験法は簡単な装置で從來の方法よりも高感度で層間短絡や巻回間短絡の有無並びに絶縁の良否を檢出することができる。その上、動作中の二次誘起電壓が同時にわかる利點がある。したがつて、本方法は點火コイルの良否判別の有力な一手段と考える。終りに臨み御指導を賜つた日立研究所三浦倫義博士並びに種々便宜を與えられた多賀工場の關係各位に對し、衷心より感謝する。

参 考 文 獻

- (1) 特許出願中
- (2) 林重憲; 演算子法と過渡現象, 國民科學社