

円筒重研削における 19A 砥石の性能、
ならびに、研削盤の能力について

田 中 秀 穂・南 俊 美*

(受理 昭和 50 年 5 月 31 日)

ON THE GRINDING PERFORMANCES OF 19A GRINDING WHEELS
AND THE CAPACITIES OF GRINDING MACHINE IN THE
TRAVERS CYLINDRICAL HEAVY GRINDING

Hideho TANAKA Toshimi MINAMI

Experimental comparison of heavy grinding performance is made on the different two grinding wheels (19A36M8V, 19A60M8V) which have rough and fine grain size respectively.

Rough grain sized wheel (19A36M8) have the following character

- 1) Larger cross feeds are obtainable,
- 2) Larger wear rate have been observed,

Then, rough grain sized wheel is lower grade of wheel for heavy grinding, while, capacity of grinding machine should be about 10 times of that of present machine for obtaining 200 μ m cross feeds.

1. 結 言

従来、研削加工は精密仕上げ、および、高硬度難削材の仕上げなどを主目的としていたために、加工能率の点においては、あまり、重要視されていなかった。しかし、近年、一般の加工作業においても、省力化と高能率化が叫ばれている状況の中で、研削加工の分野においても、切削加工における切屑排出量に匹敵する、高能率重研削の必要性が生じてきている。そこで、本報告は、重研削における砥石の性能、および、現有の研削盤にてどの程度の重研削が可能であるかを、検討する一連の調査の共同研究**の一部として行った実験の結果について、主として、19A60M8V の粒度の細い砥石と、19A36M8V の粒度の粗い砥石の2種類にて、クロムモリブデン鋼3種 (SCM3) を重研削する場合について、砥石の損耗、削除率などから砥石の性能を、研削抵抗、研削動力などより現有の研削盤の能力を調べたものである。

2. 実験装置および実験方法

被削材クロムモリブデン鋼3種 (SCM3) を豊田工機製円筒研削盤 Ru 28-50 (砥石軸出力 2.6 kw) を使用し、砥石と被削材の回転を一定にして、テーブル速度と切込み深さを変えてトラバース研削をした。なお、実験前に表1のダイヤモンド、ドレッサーにて、

表1 実験条件

被削材	材質 SCM-3	寸法	長さ 径 150× ϕ 90,	長さ 径 100× ϕ 85
砥 石	日本陶器製 径 巾 孔径 ϕ 305×50× ϕ 125	表 示	19A60M8V	
			19A36M8V	
研 削 条 件	砥石回転数 N	1750 rpm		
	被削材回転数 n	64 rpm		
	テーブル速度 f	0.1, 0.5, 0.9 m/min		
	切 込 み d	10, 25, 50, 100, 200 μ m		
研 削 液	ジョンソンワックス 1.25%液 30 l/min			
ドレッサー	3/4 カラット 単石ダイヤモンドドレッサー			

* 都城高専

** 精機学会 各種既設研削盤の鉄鋼重研削能力に関する調査研究分科会

表2 熱処理条件

一次焼入	使用炉	電元冶金製 50kw ソルトバス炉
	使用油	アワクエンチングオイル (ホートン社)
	焼入温度	850°C 油冷
二次焼入	使用炉	東海高熱製 25kw エレマ炉
	焼入温度	600°C 水冷
焼入硬さ	$H_B=289$ (平均)	

砥石面を切込み深さ $10\mu\text{m}$ 、テーブル送り速度 0.5m/min で2回、さらに、切込み深さ $5\mu\text{m}$ で2回ドレッシングしたあと被削材の右端で切込みを行う片側切込みとし、1トラバース、1切込みとして、19A36M8V 砥石では5回、19A60M8V では10回トラバース後諸測定を行い、各測定値は1回トラバースあ

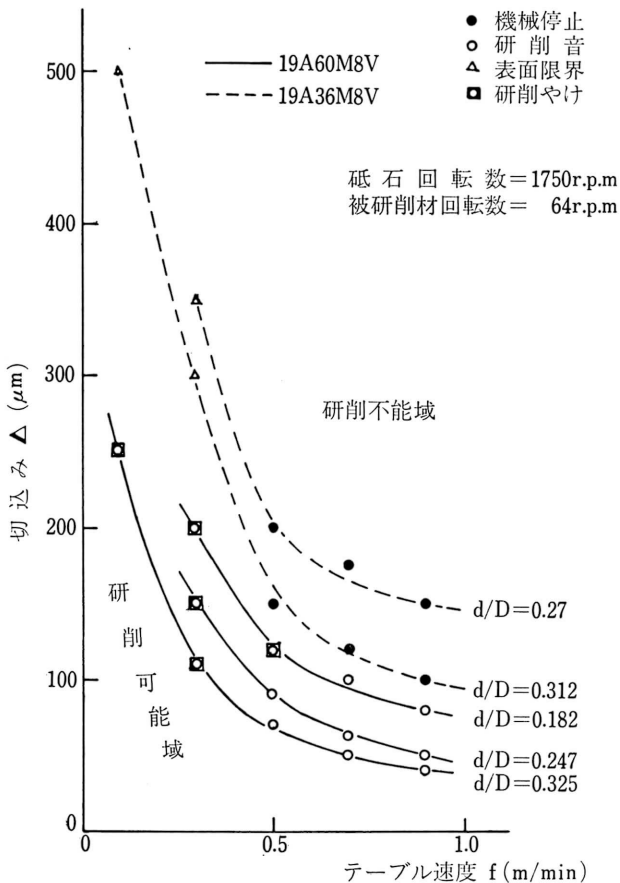


図1 加工限界

りの平均値を採用した。また、砥石巾は、 50mm のものを 19A60M8V 砥石では 30mm に、19A36M8V 砥石では 23mm に修正し、被削材を表2の条件で熱処理後、表1に示す実験条件にて実験を行った。

3. 実験結果および考察

3-1 加工限界について

実験にさきだち、使用研削盤の能力、および使用砥石の性能による加工限界を調べたのが図1である。使用する砥石では、粒度の粗い 19A36M8V 砥石が、粒度の細かい 19A60M8V 砥石よりも切込みを大きくできるが、いずれの砥石も、テーブル速度の増加とともに、また、被削材の直径 d (図中には、砥石直径 D 、被削材直径 d の比、 d/D で示してある。) が大きいほど研削可能域はせばまる。粒度の粗い 19A36M8V 砥石は、テーブル速度が小さいとき、砥石切込みは大きくできるが、切込み時の砥石初期摩耗が過大なるため、被削材の端に極端な寸法差を呈する円筒度の不良、あるいは、研削面に大きな摩擦きずを生じ面あらさを極端にわるくする等、砥石側に起因する加工の限界を生じ、一方、テーブル速度を大きくすると、研削盤の出力不足による主軸回転停止など、研削盤側に起因する加工の限界がでてくる。粒度の細かい 19A60M8V 砥石では、テーブル速度の小さいときは、研削やけの発生、テーブル速度の大きいときは、研削音の発生等、砥石側に起因する加工の限界がでてくる。実際には、この図中の研削可能限界ギリギリの所で研削は行えるとしても、連続運転による軸受の発熱、モーターの過熱のため、実験はこの限界よりずつと下の条件で行わねばならない。

3-2 研削比について

図2に研削比と実削除率の関係を示す、研削比は一般に、実削除率の増加とともに減少するが、両砥石ともに、テーブル速度の大きい方が研削比は大であるため、同一削除率を得るには、切込みを大にするより、テーブル速度を大きくした方が砥石損耗の観点より有利と考えられる。

粒度による研削比の差異は、同一削除率に対して、粒度の細かい 19A60M8V 砥石の方が研削比は大であるが、実削除率

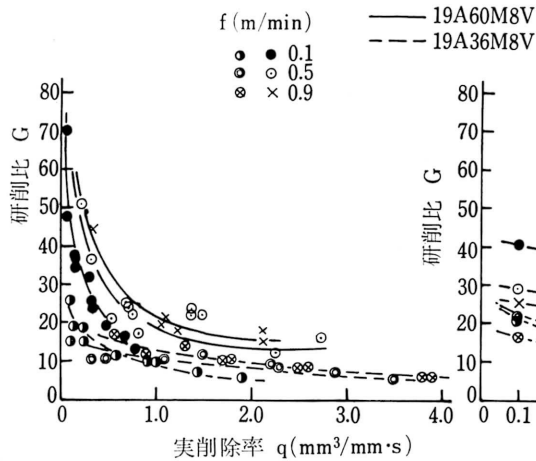


図2 研削比と実削除率の関係

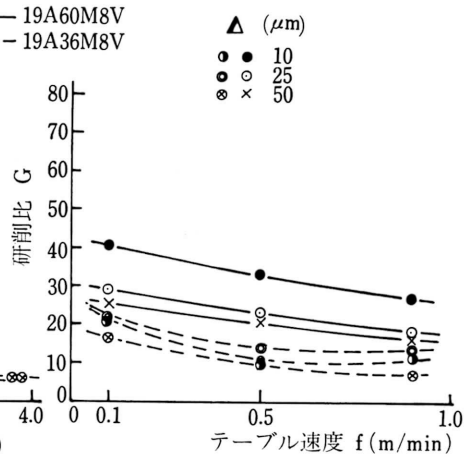


図3 研削比とテーブル速度の関係

1.0 までは、研削比は急激に低下している。粒度の粗い 19A36M8V 砥石では、さほど、目立つた研削比の実削除率増加に対する急激な低下はみられないが、テーブル速度 0.1 m/min のとき、いくぶん、研削比の減少がみられる。これは、テーブル速度が小さいと、同一削除率をうるに、切込みを大きくせぬばならないため、砥石損耗が大きくなるためと考えられる。

粒度の細かい 19A60M8V の砥石では、実削除率 4.0 以上をうるための研削条件は、砥石側に起因する、研削焼け、研削音の発生などのための制約を受けることになり、砥石切込みに、自づと、限界があるが、粒度の粗い 19A36M8V 砥石では、砥石側からの制約よりも、研削盤側からの出力不足による制約が加工限界となるため、機械の出力を大きくしさえすれば、さらに大きな実削除率を得られると考えられる。この砥石は、実削除率の増加につれ研削比の減少が比較的少ないことから、機械の出力を大きくして、さらに、実削除率の大きい条件で使用の方が有利と考えられる。

図3は、同一テーブル速度に対する研削比を比較したものである。同一研削条件では、粒度の細かい 19A60M8V 砥石の方が研削比は大きい、テーブル速度の増加に対しては、粒度の粗い 19A36M8V 砥石の方が、粒度の細かい 19A60M8V 砥石に比較し、研削比の減少割合が小さいことより、さきに図2でのべたように、粒度の粗い 19A36M8V の砥石を実削除率の大きい条件で使用して送りを大きくして実削除率の増大をはかる方がよいように考えられる。

本実験に使用した研削盤は、砥石軸回転用のモーターが独立している、砥石軸回転用モーターへの入力電流より消費電力を求め、ついで、接線方向の研削抵抗を計算により求めた。

同一研削条件では粒度の粗い 19A36M8V 砥石が研削抵抗が大きく、また、両砥石ともに、切込みの増加とともに研削抵抗は増加するが、テーブル速度が大

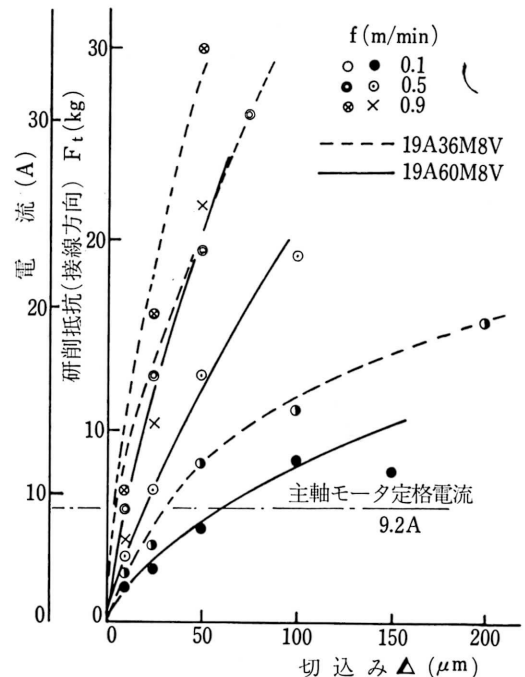


図4 研削抵抗，電流と切込みの関係

3-3 研削抵抗および消費動力について

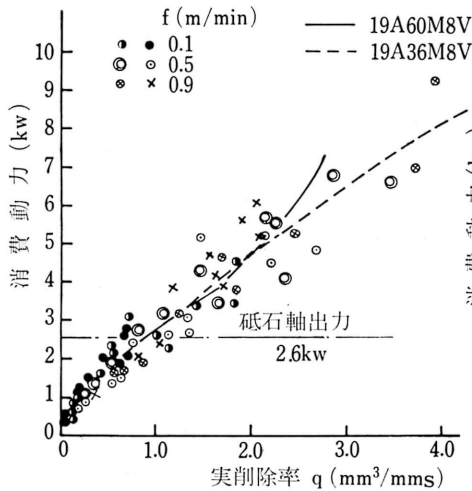


図5 消費動力と実削除率の関係

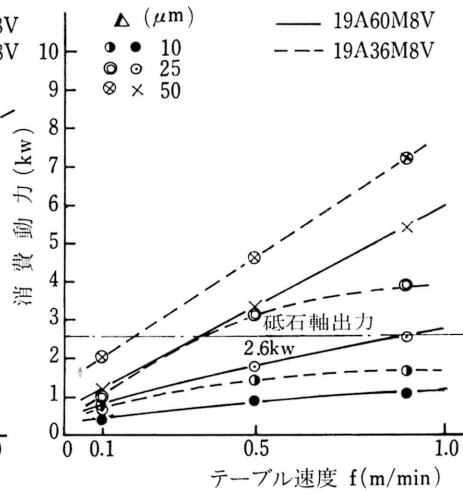


図6 消費動力とテーブル速度の関係

きいと、切込み増加による研削抵抗の増加率が大きくなり、切込みの影響を大きくうけることがわかる(図4)。消費動力は実削除率の増加とともに増加するが、両砥石の間には明確な差異は認められず、同一削除率を得るに粒度による消費電力の差がないことを示す。また、実削除率1.0以上で研削盤の出力をすでにオーバーしている(図5)。これを、研削条件別にみると、粒度の粗い19A36M8V砥石では、テーブル速度0.5 m/min、切込み25 μmですでに研削盤の出力をオーバーしており(図6)、したがって、重研削による実削除率の増加を望むには、現在使用中の研削盤は出力不足で重研削用としては不適当といえる。

そこで今後、重研削用研削盤の設計基礎資料をうる一助とするために、砥石の作動条件によつて定まる定数φ¹⁾で比研削抵抗をテーブル速度別に整理してみると図7のようになる。いづれのテーブル速度でも19A36M8V砥石の方が比研削抵抗は大きい。また、φの増加につれ比研削抵抗は減少するのでφが大きくなる様な条件で研削を行った方が得策と考えられる。φについては周知のように

$$\varphi = v/V/\sqrt{i(1/D+1/d)} \quad \dots\dots (1)$$

- V: 砥石周速度 v: 被削材周速度
- t: 切込み D: 砥石直径
- d: 被削材直径

の式で表わされるので、砥石直径、被削材直径が一定であれば、被削材の回転数をあげるか、切込みを大きくすればよいことになる。図8に実削除率と比研削抵

抗の関係を示すが、図7と同様に、同一実削除率をうるには、19A36M8V砥石の方が比研削抵抗は大きく、テーブル速度の大きい0.9 m/minでは、粒度の細かい19A60M8V砥石は、実削除率の増加につれ、むしろ、比研削抵抗は増加の傾向がある。

一方、19A36M8V砥石では、テーブル速度の小さい0.1, 0.5 m/minのときにくらべ0.9 m/minのとき比研削抵抗の実削除率増加のための減少率は小さくなっているものの、切込みを大きくできるため、研削盤の出力さえ充分であれば、実削除率の増加をはかり、比研削抵抗を小さくできる可能性を含んでいるといえる。したがって、重研削用としては、粒度のあらいい19A36M8V砥石の方が高い実削除率を得られるものと考えられ、そして、能率的であると考えられる。

いまここで図7より

$$K_s = c\varphi^\varepsilon \quad \dots\dots (2)$$

のc, εが求められ、それによつてK_sを求められるが、ここでは、φを計算によつて求め図7からK_sを求めた。K_sより実際の研削条件にのつとり必要動力を計算してみると、本実験の場合、高切込みでは、つぎの値が得られる(表3)。

したがって、テーブル速度0.9 m/min、切込み200 μmでは本実験に使用した研削盤の能力の約10倍を必要とすることがわかる。

3-4 砥石の損耗について

同一研削条件での19A36M8V砥石と19A60M8V

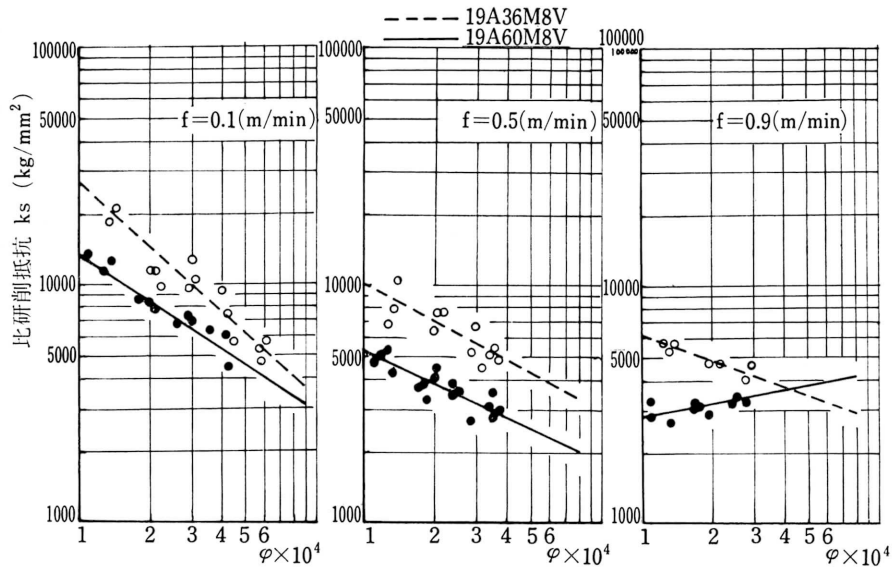


図 7 比研削抵抗と ϕ の関係

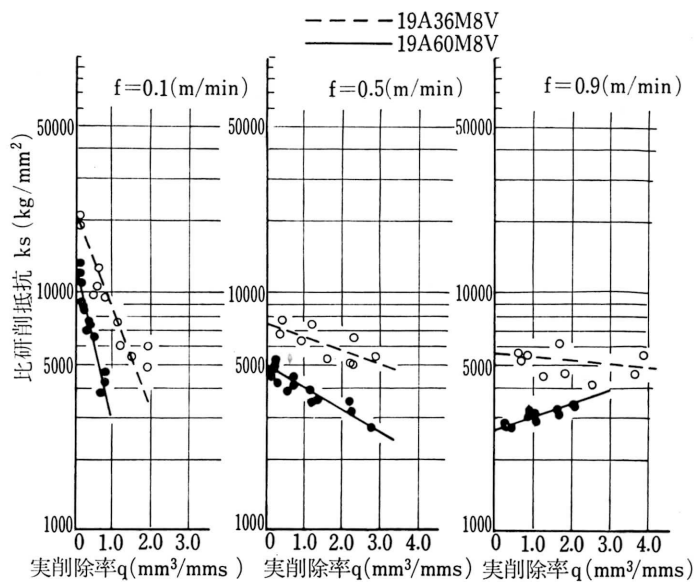


図 8 比研削抵抗と実削除率の関係

砥石における，砥石損耗量と切込みの関係を図9に示す。いずれも切込みの増加で砥石損耗量は増加するが，テーブル速度の大きい方が砥石損耗量が大きく，切込みの影響が大きくなる。また，粒度の粗い 19A36M8V 砥石の方が同じ研削条件では，粒度の細かい 19A60M8V 砥石よりも砥石損耗量が大きで，粒度の粗

い 19A36M8V 砥石の方が切込みによる影響を大きくうけている。重研削用砥石としては，粒度の粗い方が切込みを大きくでき削除率を大きくできることから考えて，このように砥石の損耗の大きいことは，砥石コスト上の問題点として考慮されるべきで，粒度の粗い砥石では結合度の高い砥石を使用しなければならな

表 3 必要動力 (kw)

テーブル速度	0.1 m/min		0.5 m/min		0.9 m/min	
砥石	19A36M8V	19A60M8V	19A36M8V	19A60M8V	19A36M8V	19A60M8V
50 μm	1.93	1.25	5.24	2.9	7.02	5.36
100 μm	2.77	1.93	8.6	5.04	12.18	11.42
200 μm	3.97	3.1	14.23	10.0	21.66	24.11

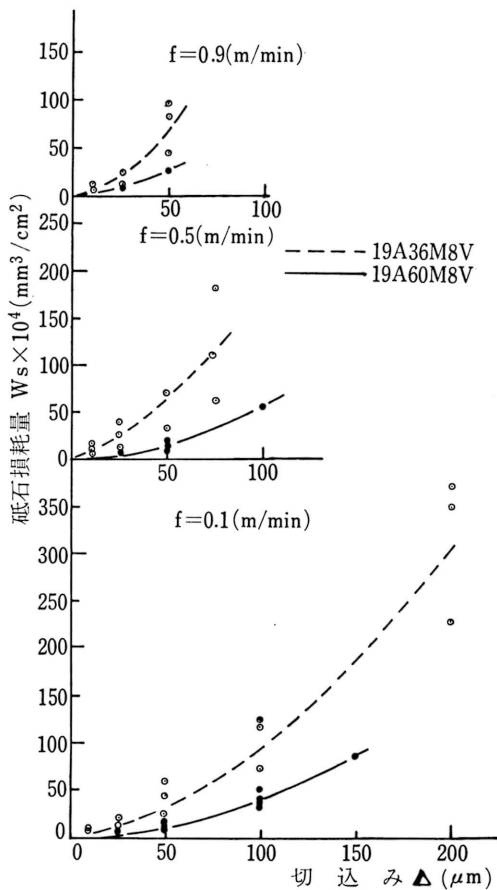


図9 切込みと砥石損耗量の関係

いことは自明の理となろう。

一般に、砥石の損耗には、砥粒の摩耗による砥石の半径減と、砥粒の脱落による砥石半径減が考えられるが、重研削の場合、切込みの大きい条件では、砥粒の摩耗よりむしろ、砥粒脱落による砥石半径減が考えられる。重研削で切込みを大きくした場合、その殆んどは、砥粒脱落による砥石面の摩耗が主であると考えら

れる。本実験においても、実削除率をあげるため、研削条件を苛酷にしていくと、ある実削除率で急激に砥石損耗量の大きくなる所があり(図10)、それ以後、削除率をあげようとしても、削除率の増加しない臨界値が認められるが、このことは、砥粒の破砕から脱落へ移行する臨界値が存在し、テーブル速度を大きくすると、その臨界値は大きくなり、また、砥石の同一損耗速度に対しては、テーブル速度の大きい方が、実削除率は大きくなる。粒度の差異によつては、粒度の細かい19A60M8V砥石が早く臨界値に到達し、粒度の粗い19A36M8V砥石の方が遅く臨界値に達するが、臨界値に至る途中の損耗速度は、粒度の粗い方が大きく、したがって、粒度の粗い19A36M8V砥石の砥石結合度は、やや低いように考えられる。

つぎに、この砥石損耗速度による、実際の研削条件に対する限界を調べるために、 φ で整理してみると図11のようになる。そこで、図中に示す、各テーブル速度別での φ の臨界値 φ_m を求め、砥石損耗速度からの限界切込みを求めたのが図12である。いずれのテーブル速度のときでも、粒度の粗い19A36M8V砥石が切込みを大きくできるが、テーブル速度が大きくなるにつれ、両砥石の間における差異は小さくなる。これは、前に述べたように、19A36M8V砥石は結合度が低いために、高切込み、高送り用としての折角の性能を発揮できないことを示す。

4. 結 論

1. 現有の研削盤では、重研削用としては出力不足のため、不適當で、少くとも出力を現在の10倍程度にはすべきである。

2. 粒度の細かい19A60M8V砥石は、砥石側からの制約をうけるため重研削用として、実削除率の増大を期するには限度がある。

3. 粒度の粗い19A36M8V砥石は、砥石損耗量が大きく、したがって結合度が重研削用としては不適

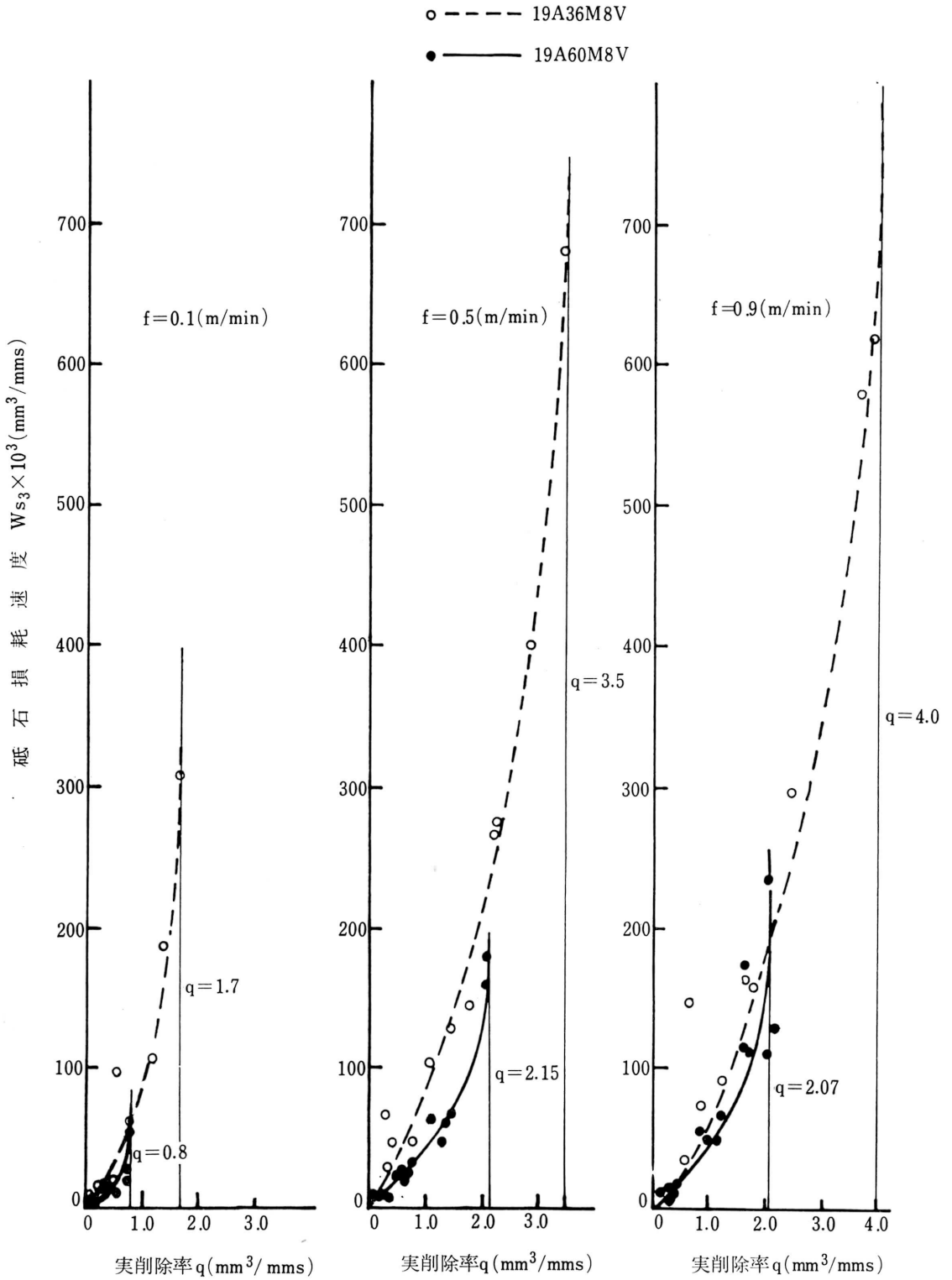


図 10 砥石損耗速度と実削除率の関係

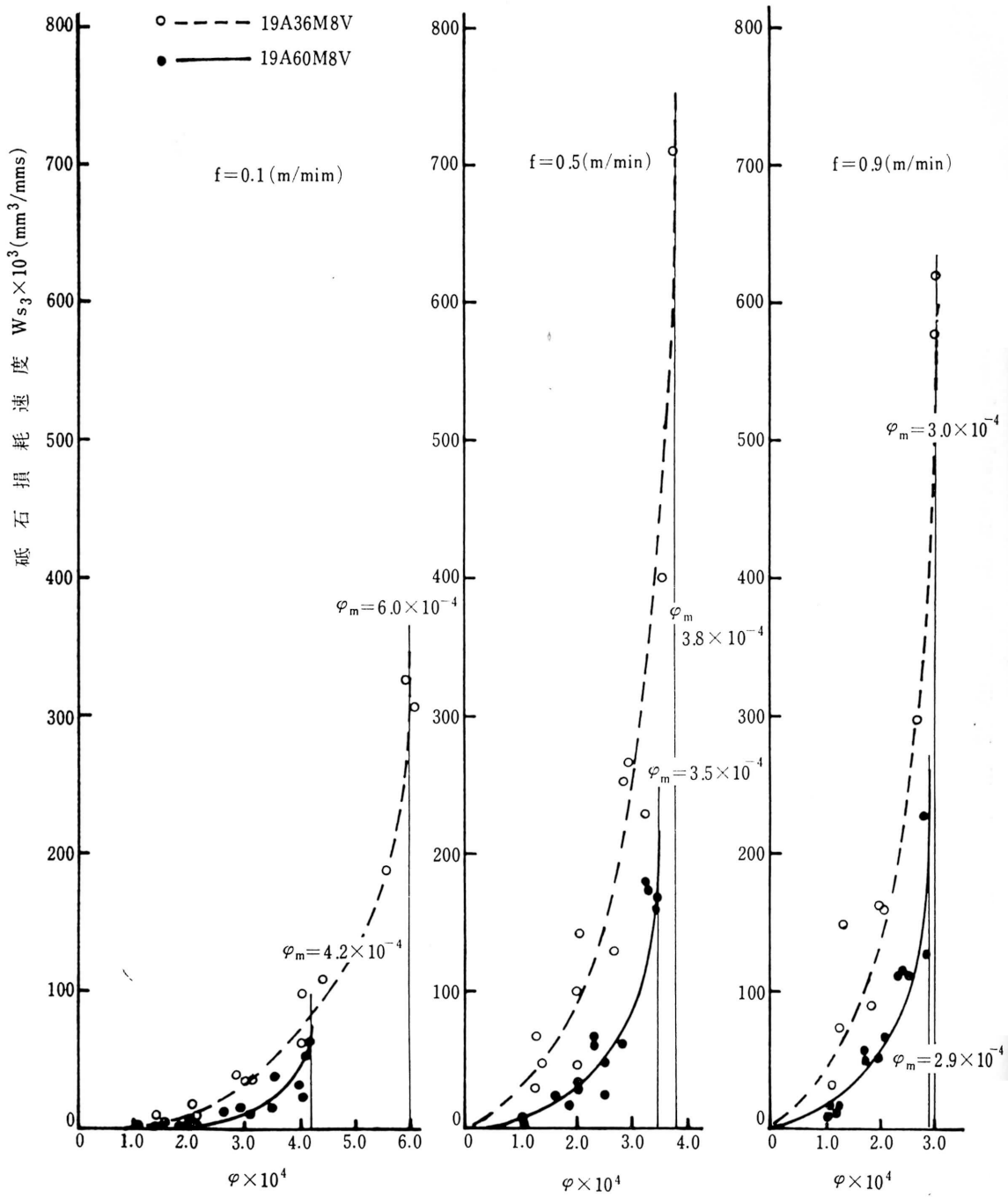


図 11 砥石損耗速度と ϕ の関係

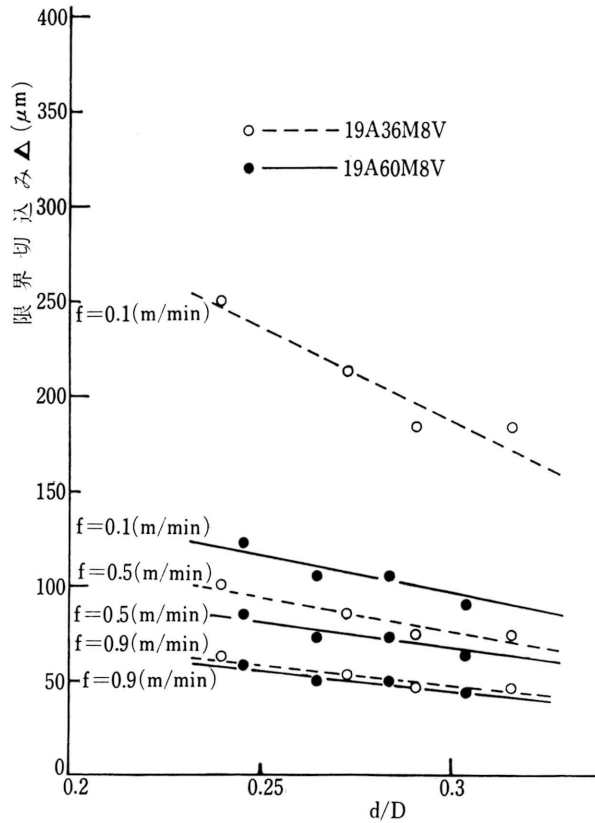


図 12 限界切込みと d/D の関係 (砥石損耗速度より)

当で，結合度の増大をはかるべきである。

4. 両砥石の間には，同一削除率をうるには消費動力の差異は認められない。

おわりに，本実験にあたり種々の御助言を賜った，
精機学会，各種既設研削盤の鉄鋼重研削能力に関する

調査研究分科会の委員諸氏，ならびに被削材，砥石の
提供をいただいた新日本製鉄，日本陶器の各社に厚く
お礼を申しあげる。

参 考 文 献

- 1) 小野浩二：研削仕上，槇書店。