

平面研削における研削油剤供給状態の影響

横 尾 嘉 道*・田 戸 保*

Effects of Supply Conditions of Grinding Fluids on Surface Grinding Performances

Yoshimichi YOKOO and Tamotsu TADO

Abstract

In this study, the effects of the discharge of grinding fluids and the height of nozzles on surface grinding performances are investigated experimentally by the conventional cooling, using several nozzles.

The test results are summarized as follows ;

- (1) In every nozzles, if its height is constant, the grinding ratio has its maximum according to the varying discharge.
- (2) If the height of the nozzle is varied under the constant discharge, the grinding ratio is constant in the side-inject nozzle, but the ratio has its maximum in ordinary nozzles. Moreover, in the case of ordinary ones, if the discharge and the height of the nozzle are varied, the maximum point of the ratio varies gradually according to the height of the nozzles.
- (3) When these grinding fluids (sodium-nitrite solution and emulsion) are used, the relation between the discharge and the grinding ration in each case is similar in the graphic form.

1. ま え が き

研削作業において研削油剤は、研削点の温度上昇の防止、工作物の形状・寸法精度の向上、工作物ならびにといしの洗浄作用、といし寿命の延長などの目的のために使用されている。しかし、これらの目的を十分に発揮するためには、研削点にいかに関削油剤を供給するかが問題である。現在、研削油剤の供給方法として、普通給液法のほかにジェット給液法、液通給液法、噴霧給液法などがあるが、これらは価格、保守の点などにより、特殊な場合以外は、ほとんど実用化されておらず、普通給液法が最も一般的に使用されている¹⁾のが現実である。

このように一般に良く使用されている普通給液法であるが、供給方法についての研究はまだ発表されていないように思われる。そこで、本研究では一般に使用されている普通給液法について、主として研削油剤の供給流量、給液口形状を変えて、それらが研削性能に及ぼす影響を実験的に調べることにした。

研削実験は、まず先に行われた定荷重押込研削²⁾の実験のうち、他の給液口形状に比して性能が特に優れていた、トイ型給液口を平面研削向きに改造したものについ

て研削油剤の供給流量を相当範囲変化させて実験を行い、その供給流量が研削量・といし損耗量・研削比などに及ぼす影響を実験的に調べ検討した。そしてつぎに製作容易で他と趣を異にした形の両側注入型について、供給流量、給液口高さを変化させ、上記研削諸量に及ぼす影響を調べた。さらに現場で最も多く使用されている普通型については、給液口を大・小2種類を使用し、給液口(小)については、給液口高さ・供給流量を共に変化させて、上記諸量におよぼす影響を調べた。また、給液口(大)の場合については、2種類の研削油剤を用い、給液口高さを一定に保ちながら供給流量を変化させて、それらが研削諸量に及ぼす影響を実験的に調べた。

2. 実験装置、供試材料および実験方法

2・1 実験装置 実験に使用した研削盤は、PSG—1 D型平面研削盤で、といし軸を無段変速できるように改造したものである。

2・2 供試材料

a) 研削といし

種類：WA46—J—m—V

形状寸法：1号平面，150×9.5×25.4

* 宇部工業高等専門学校機械教室

b) 被研削材

種類：炭素鋼 (C : 0.61%, Si : 0.25%, Mn : 0.65%, P : 0.05%, S : 0.08%)

熱処理：真空焼なまし (850°C, 30分間)

形状寸法：縦50mm, 横25mm, 高さ約25mmの角材

c) 研削油剤

供試研削油剤には, 全実験にわたって亜硝酸ソーダ (NaNO₂) 2.5%の溶液を用い, 実験(4)では, 比較のため前実験³⁾で使用した乳状液 (界面活性剤濃度1.0%, スピンドル油濃度1.0%) を, あわせて使用した.

実験の場合にも, 先端角105°のダイヤモンド・ドレッサーを用いて, といし周速度1200m/min, ドレッサー切込量20μ/層, 目直し速度0.24m/minにて5往復行なった.

研削実験は, 研削速度1600m/min, テーブル送り速度12m/min, 横送り量1.5mm/pass (横送りは, 往復ともに切込みを与えた.), 切込み20μ/層にして, 給液口形状・研削油剤供給流量および給液口高さを, 表1に示すごとく, 変化させて行なった. 実験に用いた給液口の形状・寸法は, 図1に示すとおりである. 図中の()内の文字・寸法は, 主として給液口出口の形状・寸法を表わしている.

2・3 実験方法 研削といしの目直しは, いずれの

表1 実験の種類と条件

実験番号	給液口形状	(a) 供給流量 l/min	(b) 給液口高さ mm	(c) 研削油剤	備考
(1)	トイ型	2,3,4,5,6	5	亜硝酸ソーダ溶液	
(2)	両側注入型	1,2,3,4,5	3,9,15	同上	
(3)	普通型(小)	1,2,3,4,5	15,19,23,27,31	同上	(a), (b)を適宜組合せて使用
(4)	普通型(大)	2,3,4,5,6	15	亜硝酸ソーダ溶液 乳状液	

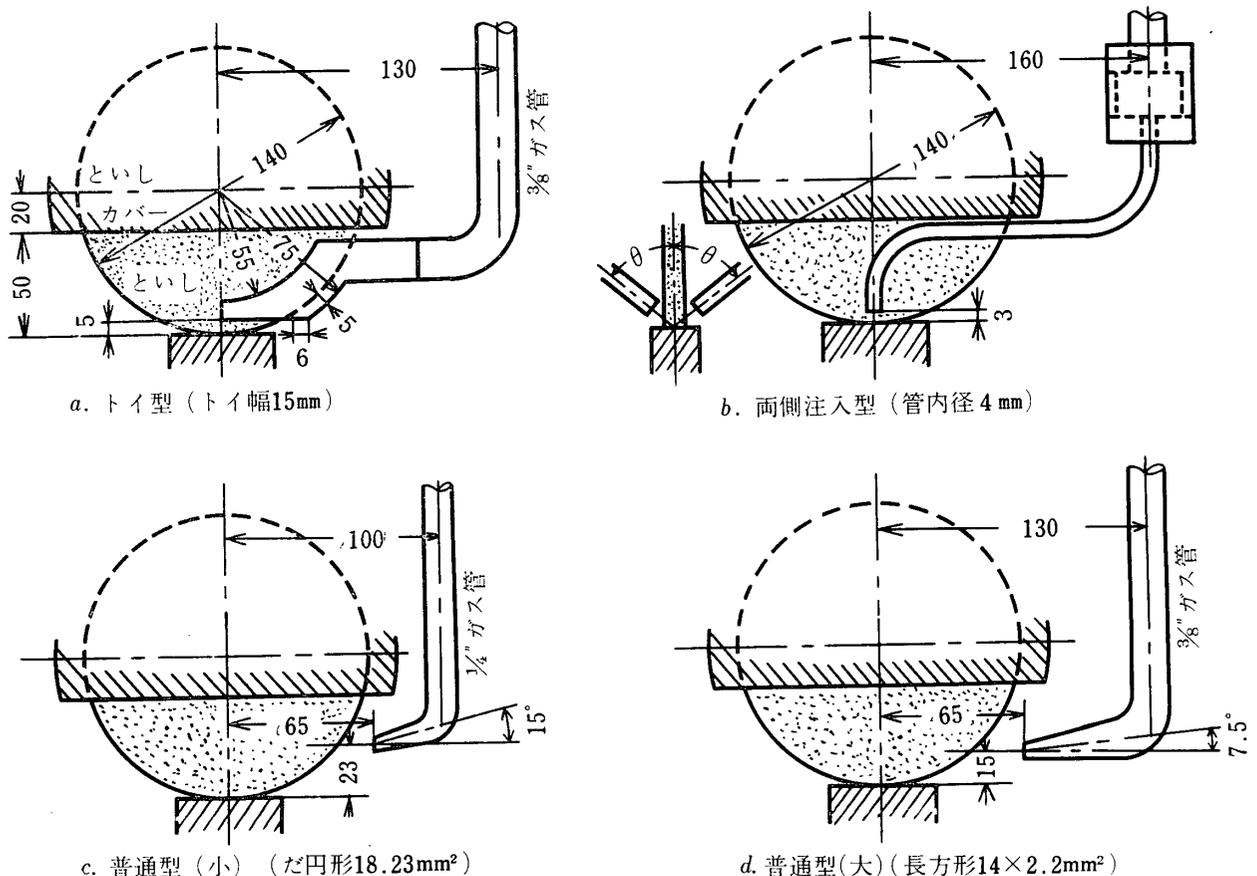


図1 給液口形状寸法

といしの直し後、といしの初期摩耗の影響を除くために、本研削と同一条件にて往復5回(計10層)予備研削を行ない、そのあと本研削を往復15回(計30層)実施した。研削実験は研削液の供給流量・給液口高さの各値に対して、3回ずつ繰返して行なった。

研削量・といし損耗量の測定は、前実験³⁾と同一にして研削比を算出した。

3. 実験結果および考察

3.1 トイ型給液口を使用した場合の供給流量の影響

〔実験(1)〕 トイ形給液口は、さきに述べた定荷重押込研削の実験²⁾では、他の供給法に比べて非常に優れていたもので、これを平面研削に適用した場合、どのような結果になるか興味を覚えて、図1の(a)に示す給液口を用いて実験を行なった。この実験では、給液口の高さは5mm一定として、供給流量のみを表1の(1)に示すごとく変化させた。その結果は図2に示すとおりである。研削性能として研削比のみを採用したのは、前報³⁾で述べたのと同様に本実験条件でも、研削量は供給流量に関係なくほぼ一定(約732mm³)であるので、その結果といし損耗量と研削比との関係は逆比例の関係になるからである。

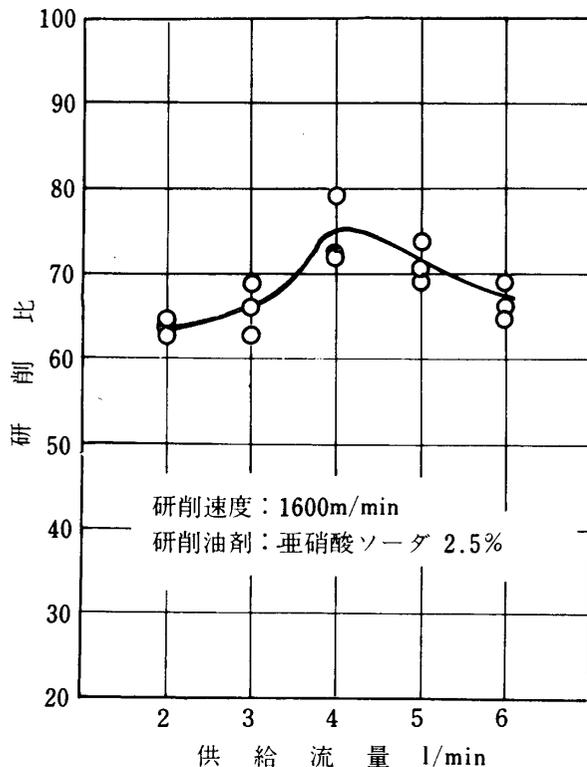


図2 トイ型給液口を用いた場合の供給流量と研削比との関係

図2からわかるごとく、この形の給液口では、供給流量を増加するにしたがって、はじめ研削比は増加するが、4l/minで最高(74.7)となり、そのあとは減少する。この最高値は同じく亜硝酸ソーダ溶液を用いて、普通型給液口で行なった実験(3)、(4)での研削比の最高値64.5、72.4に比較して、あまり増大していない。この点、定荷重押込研削の実験結果²⁾とは、大いに異なっている。これについては、両研削方式の機構の相違によるものと考えられる。すなわち、定荷重押込研削においては、被研削材の同一面が常に研削といしに接触しているために、普通の筒形給液口を用いたときは、研削液の供給流量の不足により研削焼けを起しているが、トイ型給液口を用いたときは、その形態上、研削点へ非常によく供給されるので、研削焼けが生ぜず、研削比が格段(約50倍)に増大している。しかしながら、平面研削においては、被研削材の研削といしに接触している部分は常に移動するため、普通型給液口を用いた実験(3)、(4)でも、被研削材表面は研削焼けを生じていない。したがって、その形の上から供給状態のよいトイ型給液口を用いても、普通型給液口に比べて研削比は、たいして増大しなかったものと考えられる。

つぎに、このトイ型給液口でも、供給流量4l/minで研削比が最高となっているが、これのおなも原因は実験(3)で詳述するのと同じように、ほんとうに研削点に注がれ、研削作用に関する液の量が、最も多いためではないかと考える。

3.2 両側注入形給液口を使用した場合の供給流量・給液口高さの影響〔実験(2)〕

比較的作業しやすく、普通型と傾向の異なるものとして図1(b)に示す両側注入型の給液口を用い、はじめにその高さ3mm一定、注入角度 $\theta=45^\circ$ (一定)として、表1(2)のごとく供給流量を変化させて得た結果を図3に示す。この場合も図からわかるように供給流量の増加にしたがって、はじめ研削比は増大し、3l/minで最高値(63.4)となるが、その後はしだいに減少する。ただこの場合、他の実験結果と異なるのは最高値を示した3l/minより流量が多くなると研削比は減少するが、その下降の傾きが3l/minより前の上昇の傾きより大きいということである。このことについては、この形では研削液が側面から注入される結果、といし側面や被研削材の上面に当たって反発され、研削作用に関係しない量が非常に多くなるためではないかと考えられる。

つぎに供給流量を3l/min一定にして給液口高さを同じく表1(2)のごとく変化させた場合の研削比を図4に

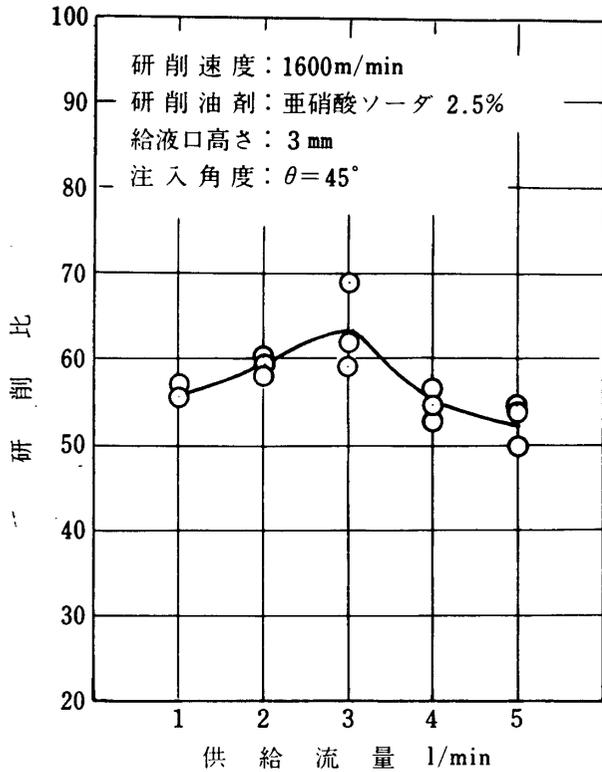


図3 両側注入型給液口を用い、給液口高さを一定にした場合の供給流量と研削比との関係

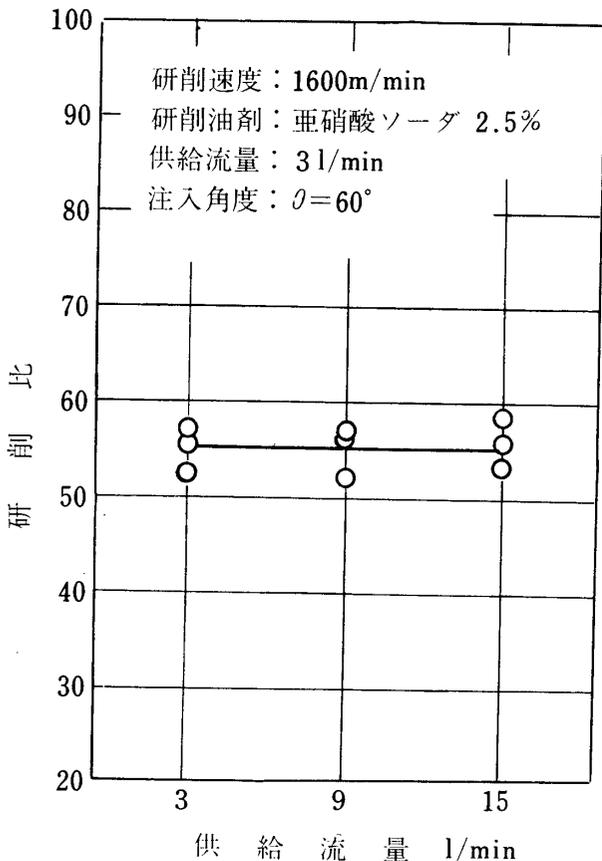


図4 両側注入型給液口を用い、供給流量を一定にした場合の給液口高さと研削比との関係

示す。ただし、この場合注入角度を $\theta=45^\circ$ に保つことは、といしカバーに液供給用の管が接触してできなかったため、 $\theta=60^\circ$ として、実験を行なった。図4からわかるごとく、この形においては、給液口の高さを変えても、研削比はほとんど変化しない。このことについては、供給流量、注入角度ともに一定であれば、注入される面が、側面であるのでといしに当って散逸する量も一定となり、したがって研削といしの中に含まれ、研削作用に関係する研削油剤の量も一定となるためであると考え。

つぎに図3, 4を比較してみればわかるごとく、注入角度 θ を 45° から 60° にしたために、給液口高さ3mm, 供給流量3l/minで研削比の低下をきたしているが、このことは研削といしへの注入角度 θ が小さいほうが、研削液のうち、研削といしに当って反発される量が少く、といしの中に含まれる量が多くなるためではないかと考える。

3.3 普通型給液口(小)を使用した場合の供給流量・給液口高さの影響〔実験(3)〕 図1(c)に示す普通型給液口(小)を使用し、供給流量を3l/min一定にして給液口高さを表1(3)に示すごとく変化させて、研削比を調べた結果を図5に示す。

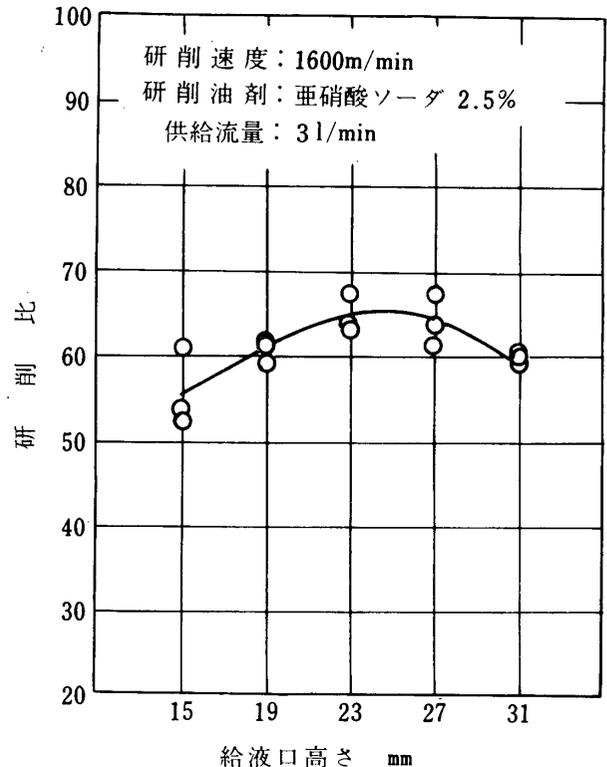


図5 普通型給液口(小)を用い、供給流量を一定にした場合の給液口高さと研削比との関係

この図からわかるように供給流量 3 l/min 一定の場合には給液口高さとして、最適の高さが存在し、この実験条件の場合には 23~25mm であると考えられる。この点は、実験(2)の場合と根本的に相違している。これについては、つぎのように考える。すなわち、研削といしの側面から注入する両側注入型の場合には、前述のとおりであるが、研削といしの円周面から注入する普通型の場

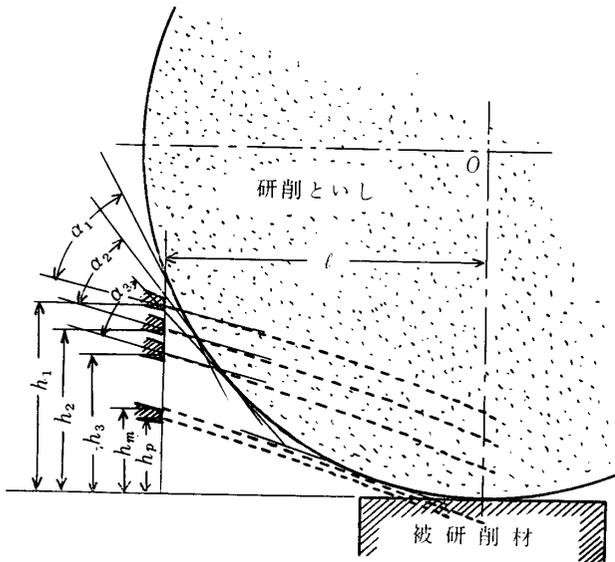


図 6 給液口高さの変化による研削油剤注入角度の相違

合には図 6 に示すように、給液口高さ h が異なれば研削液の注入角度の異なる。すなわち、図 6 において研削液の注入角度を、給液口高さの高い方から、 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ 、とすれば直接研削といしに注入しない場合を除いて、それらの間には $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 \dots > \alpha_n$ なる関係がある。研削といしに到達するまでに、空気の抵抗その他があっても、上述の関係には変化がない。したがって、ある一定の流量では最適の給液口高さがあり、それをはずれた場合にはいずれも研削比は低下するものと考えられる。

つぎに給液口高さを 23mm 一定とし、供給流量を 2, 3, 4, 5 l/min に変化した場合の研削比を図 7 の実線です。この場合にも実験(1), (2)と同じように研削比最高となる流量が存在している。いかなる理由でこのような最高値が存在するかを明らかにするために、筆者らはつぎのような、模形実験を行なった。すなわち、被研削材と同一の寸法で中空のプラスチックの小箱を作り、その上面中央に直径 2 mm の小穴をあけた。つぎに、できるだけ研削作用に直接関係する研削油剤の量に、この小穴より小箱内に流入する水の量を近づけるために、小穴を上

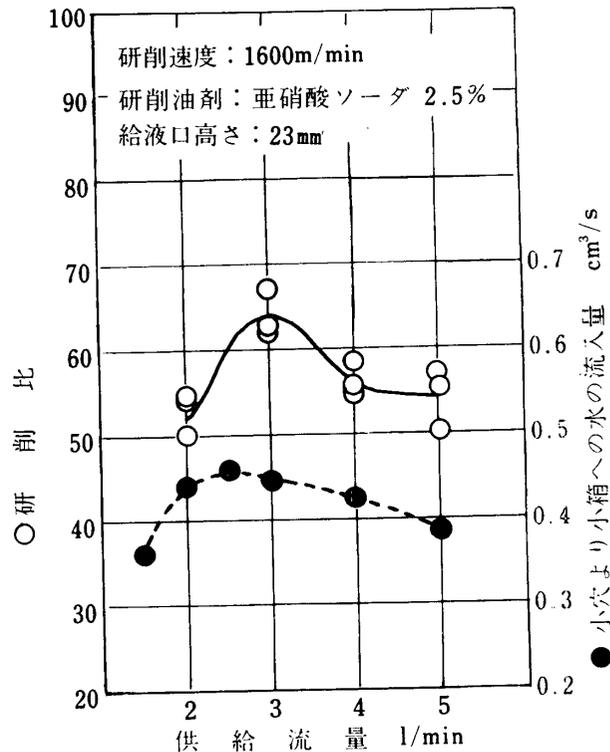


図 7 普通型給液口(小)を用い、給液口高さを一定にした場合の供給流量と研削比および小穴より小箱への水の流入量の関係

にした小箱を研削といしのすぐ下の定位置においた。このとき、小穴は研削といしの中心線の真下にあり、といしの下端と小箱上面の距離は最小限に小さくした。つぎにテーブルを止めたままで、規定のといし周速度、給液口高さにて供給流量を 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5 l/min にて注水した場合の小穴より箱内への流入速度を調べた。その結果、図 7 の破線で示すようなグラフが得られた。この場合も流入速度(単位時間当りの流入量)が最大になる供給流量(2.5 l/min)が存在している。この流入速度が、最大になる供給流量は研削比最大になる供給流量 3 l/min といくらかずれているが、これは機構の相違によるもので、実際研削する場合はテーブルが停止せず、往復運動するのでいくらかのずれはやむをえないものとする。したがって、供給流量がある一定値をこせば、見掛け上の供給流量をいかに多くしても流速が速くなり、といしその他に当たって散逸する量が多くなるだけで、実際に研削作用に関係している量は、かえって少くなっているのではないと思われる。

つぎに給液口高さを 15, 23, 31mm の 3 段階に選び、おのおのにつき研削比が最高になる供給流量と、その前

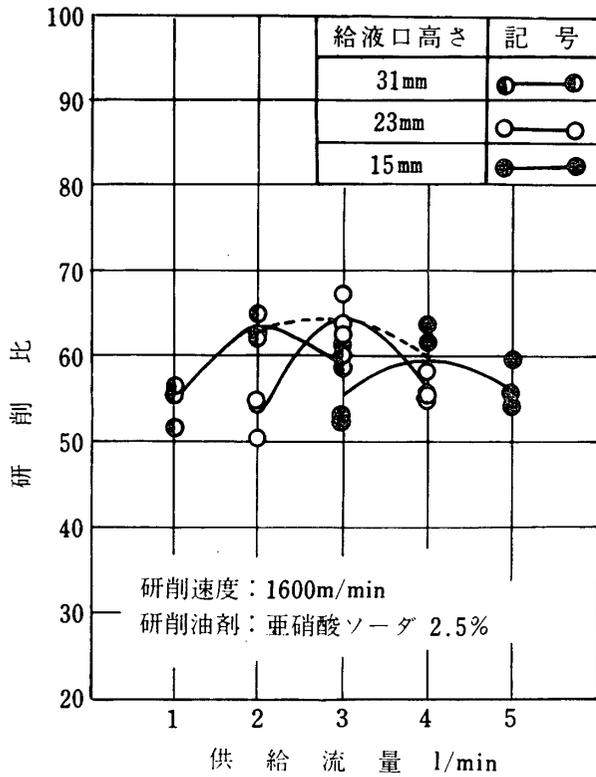


図8 普通型給液口(小)を用いた場合の給液口高さおよび供給流量と研削比との関係

後の流量とに対応する研削比を図示すれば図8のようになる。図からわかるごとく、いずれの給液口高さにおいても研削比が最高を示す供給流量が存在するが、その値は給液口高さに応じてしだいに变化する。このことは、前述の注入角度 α と関係があり、この最高値を示す給液口高さ、供給流量の時がといしに含みこまれ、研削に関係する研削液の量が最も多いためであると考えられる。本実験条件の場合には31/minの供給流量で、給液口高さ23~25mmの場合が、最も研削比が高くなっている。

筆者らは、これらの状態がいかに行なわれているかを検討するために、前述の模形実験と同じように、テーブルを静止させ被研削材の中央と研削といしを接触させて、給液口高さ、供給流量をそれぞれ変化して、研削といしに研削油剤がいかに含まれているかを調べるため、研削盤前面よりストロボ写真をとった。図9は、これらの状態を示したものである。図よりわかるごとく、給液口高さ23mmで、供給流量31/minの状態が、研削といし周辺からもっとも良く、といしから噴霧が無数に現われている。この噴霧液の多いほうが、研削する場合研削点に作用する効力が、充分発揮できるものと考えられ

る。また中央の同図被研削材と研削といしの接線上に研削油剤が、勢いよく流れ出ている。このように、研削油剤の供給方法として最良状態が存在することが図9からよくわかる。また図8の破線からわかるように、給液口高さ15mmの場合の最高研削比は、他の2つの場合のそれに比べて、最高値が低い。このことは、給液口高さ15mmの場合には、給液口高さが低いために図6の h_p のごとく、供給流量を多くしても、研削液の大部分が直接研削といしに当たらないために、研削といしに含みこまれる量が少ないのが原因ではないかと考える。

3.4 普通型給液口(大)を使用した場合の供給流量の影響〔実験(4)〕 図1(d)に示す普通型給液口(大)を使用し、給液口高さを15mm一定にして、研削比を調べた結果を図10に示す。この実験では、研削油剤の種類が変わったらどようになるかを調べるために、従来用いていた亜硝酸ソーダ溶液のほかに、乳状液をあわせて使用した。

この図からわかるように、この場合も図2、図3などと同じように研削比が最高になる流量(4l/min)が存在し、その前後はなだらかな曲線を描いて下降している

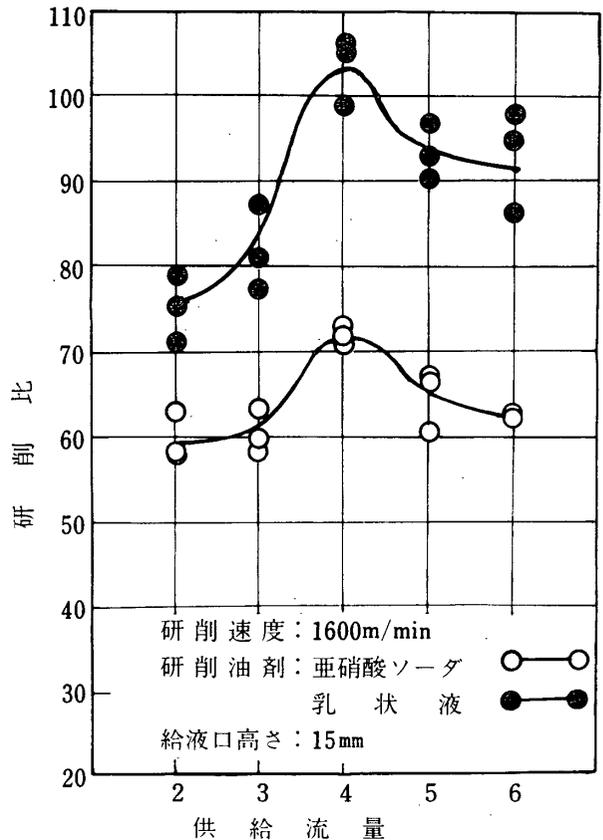


図10 普通型給液口(大)を用い、給液口高さを一定にした場合の供給流量と研削比との関係

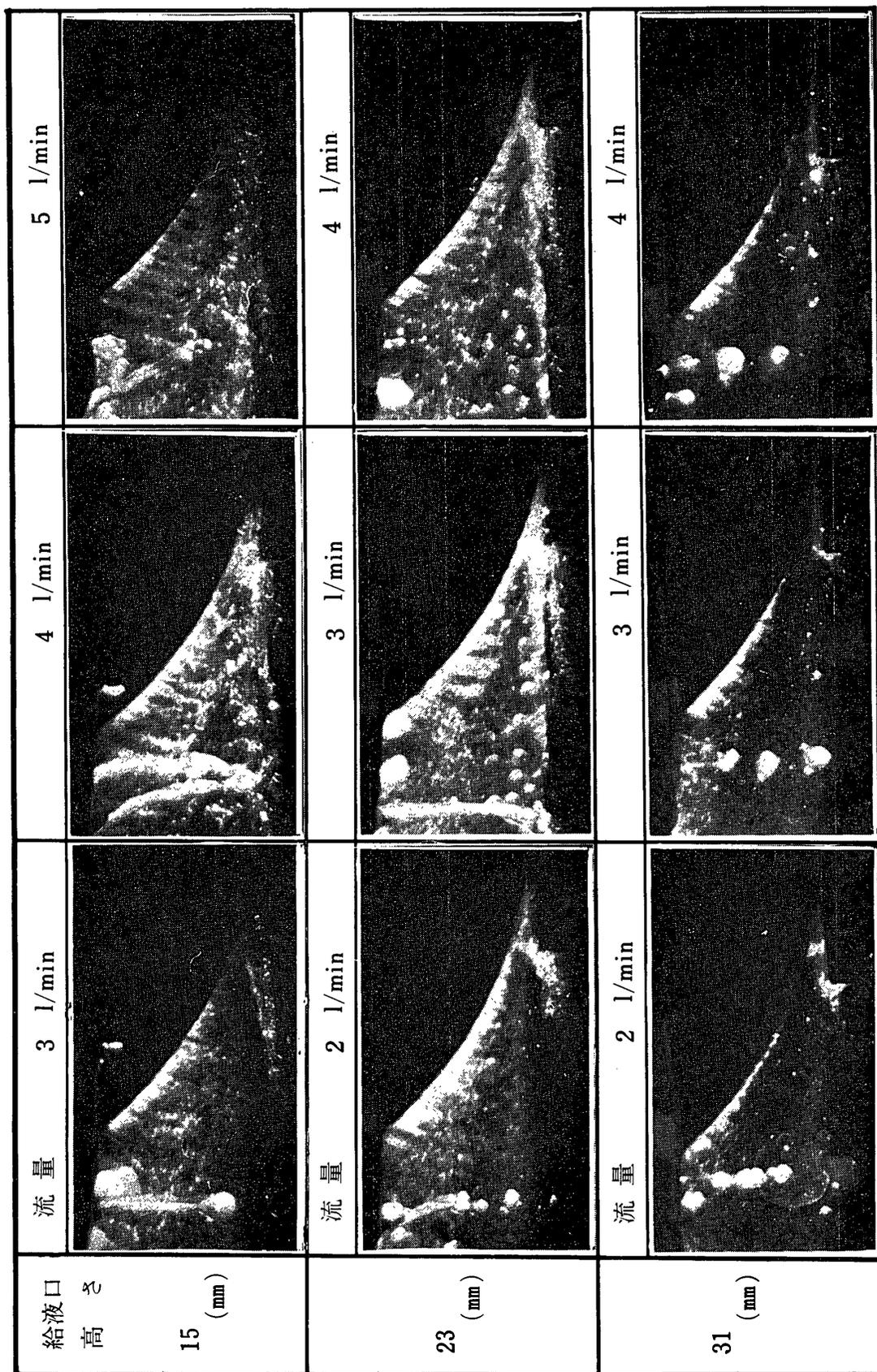


図 9 給液口高さ及び流量の変化による噴霧液の状態

ことがわかる。また同じ水溶性であるが、性質の異なる両研削液がほぼ同一の傾向を示し、同一流量のときの研削比の値については、乳状液のほうが亜硝酸ソーダ溶液に比べて、おおよそ3割ぐらい優れていることがわかる。つぎに図10の亜硝酸ソーダ溶液の曲線を図8の給液口高さ15mmの場合と比較すれば、その最高値で、72.4と60.3で相当の差がある。もちろん注入角度の違いもあるが、実験(3)での最高値64.5との間にも、差がある処からいえば、給液口としては断面積の大きいほうが、研削性能の上から有利と思われる。このことについては、実験(3)で述べた研削油剤の流入速度が、おおいに関係しているのではないかと考える。

4. む す び

数種の給液口を用い、普通給液法で研削油剤の供給条件を変えて平面研削性能を調べたが、本実験で得られたおもな結果はつぎのとおりである。

(1) いずれの給液口でも、その高さが一定の場合には、供給流量の増加に従って、研削比ははじめ増加するがある流量で最高値となり、そのあとは減少する。

(2) 供給流量を一定にして、給液口高さを変えた場合、両側注入形の給液口では研削比は一定であるが、普通型の給液口では、研削比が最高となる給液口高さが存在する。なお、普通型の給液口でその高さも、ともに変化させれば、研削比の最高値を示す流量は給液口高さに

応じてしだいに变化する。

(3) 本実験に用いた研削液の範囲(亜硝酸ソーダ溶液・乳状液)では、供給流量と研削比との関係は類似の傾向を示す。

(4) 普通型給液口でその形状寸法の大きいほうは、小さいほうに比べて研削比がすぐれている。

謝 辞

本実験にあたって、種々ご指導下さいました大阪市立大学古市亮蔵・中山守の両氏と、実験にご協力下さいました本校瀬戸雅文氏に深く感謝します。

参 考 文 献

- 1) I. S. Morton, "Methods of Cutting Fluid Application" Scientific Lubrication, P. 39 (1959—11).
- 2) 古市・中山・土井・田村, "研削油剤の供給状態が研削現象に及ぼす影響について" 機械学会論文集, 31, 227, P1183, (1965—7).
- 3) 古市・中山・横尾・田戸, "平面研削性能に及ぼす乳状液中の界面活性剤ならびに添加剤の効果" 機械学会論文集, 32, 243, P. 1741, (1966—11).

(昭和44年9月6日受理)