研 削 剤 に 関 す る 研 究 (第 2 報)*

古 市 亮 蔵**, 田 中 行 雄**

Researches on Grinding Fluid (2nd Report)

by RYŌZŌ FURUICHI and Yukio TANAKA

This paper reports the effects of additives or the presence of polar radicals on the grinding ratio and the wearing process of the grinding wheel.

Steel specimens were plane, being ground with 12 kinds of grinding fluids of emulsion type. These grinding fluids were prepared from spindle oil as the basic-oil and the activation agent as the emulsifying agent. In addition to these, sulphides, chlorides, and their compounds of polar radicals, as the additives, were respectively used.

These experiments have revealed the following: The additives with polar radicals bring about the increase of the grinding ratio, but the deformation in the surface of the grinding wheel caused by cross feeding is independent of the use of them. Additives containing sulphur, on the other hand, cause the decrease of deformation. In the case of light grinding, the presence of polar radicals has nothing to do with avoiding the deformation in the profile of the wheel.

1. 緒 言

乳状研削剤の希釈度と研削比, 切線研削力および研削といしの損耗状態等の研削諸現象との関係, および研削剤の添加剤として塩素, いおう, りん等の化合物がそれらの研削諸現象におよぼす影響の二三についてはすでにあきらかにした⁽¹⁾.

本報告は硫化物および塩化物等の化合物と, これらにそれぞれ $-OH$ 基, または $-COOH$ 基等の極性基を結合せしめた化合物とをあわせて 12 種えらび, これらを添加剤とし, 基油として 2 号白色スピンドル油を, 乳化剤として非イオン系界面活性剤をそれぞれ用いた乳状研削剤により, 鋼材を平面研削して, 主として いおう系, 塩素系添加剤の別および極性基の有無等が, 研削比および研削といしの損耗状態等の研削諸現象におよぼす影響について実験的に研究したものである.

2. 実験装置および材料

本実験に使用せる装置は前報⁽¹⁾と同じにして, 工作機械は大隈製万能工具研削盤を使用し, 附加設備も前報と全く同じである.

研削といしはノリタケ研削といし WA-46-J-m-V, 205 mm×10 mm×32 mm を使用し, 実験目的上粒度あらく, 結合度の比較的やわらかいものを選んで使用した. そして, その形状は実験の都合上, 研削量を少くして, しかも といしの損耗量を大きくするために, 第 1 図に示すごとく といし研削面中央部に高さ 50 μ , 幅 3.0 mm の有効研削部を残して, その両側をダイヤモンドドレサにて取除き入念に成形したものに, 各供試研削剤ごとに新たに成形した.

被研削材には C: 0.89%, Si: 0.32%, Mn: 0.48%, P: 0.03%, S: 0.01%, Cu: 0.16% の組成を有

第 1 図 研削といしおよび被研削材等の形状

* 昭和 32 年 10 月 31 日 創立 60 周年記念地方第 8 区 (福岡) 講演会において講演, 原稿受付 昭和 33 年 3 月 28 日.

** 正員, 大阪市立大学理工学部 (大阪市北区南扇町 12).

(1) 古市, 田中, 機械学会論文集, 24, 142 (昭 33), 340.

第1表 供試添加剤

番 号	添 加 剤 名 称	分子式あるいは構造式	分 子 量	SあるいはCl%
1	なし			
2	硫化オレイルアルコール	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_2\text{S-CH}(\text{CH}_2)_7\text{CH}_2\text{-OH}$	300.47	S: 10.7
3	硫 化 オ レ イ ン 酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_2\text{S-CH}(\text{CH}_2)_6\text{-COOH}$	300.49	S: 10.7
4	ラウリルメルカプタン	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{-SH}$	202.39	S: 15.8
5	α -メルカプトラウリン酸	$\text{SH-C}_{11}\text{H}_{22}\text{-COOH}$	232.38	S: 13.8
6	い お う	S	32.07	S: 100.0
7	モノクロールベンゼン		112.56	Cl: 31.5
8	オルトクロールフェノール		128.56	Cl: 27.6
9	オルトクロール安息香酸		156.57	Cl: 22.6
10	ベンツァルクロライド		161.03	Cl: 44.0
11	ラウリルクロライド	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{-Cl}$	204.78	Cl: 17.3
12	ラウリン酸クロライド	$\text{Cl-CH}_2(\text{CH}_2)_{10}\text{-COOH}$	234.00	Cl: 15.1
13	塩素化パラフィン			Cl: 40.0

するばね鋼を 855°C にて1時間、真空焼なまし炉によって完全焼なまししたものを使用し、そのかたさは平均 $H_{RC} 28.5$ を示した。その形状寸法は第1図に示すごとく、 $100 \times 33 \times 20 \text{ mm}^3$ の六面体であるが、実際研削面は $100 \times 19 \text{ mm}^2$ にして、研削による試片の厚さ減少寸法測定用等を使用するため、基準面をその一部に作った。

研削剤は基油を2号白色スピンドル油とし、乳化剤に非イオン系界面活性剤ノイゲン EA73 を使用して、水による 40 倍希釈液となし、添加剤は 40 倍希釈研削剤中に添加剤構成分子中のいおうまたは塩素が重量比で 0.05% 含有するごとく添加した。添加剤としてはいおうを含有するもの5種類、塩素を含有するもの7種類をそれぞれ使用し、その他に比較のために添加剤を全く含有せざるものも使用した。便宜上、それらの供試添加剤に番号をつけ、それらの名称、分子式あるいは構造式、分子量および1分子中のいおうまたは塩素の含有率等を第1表に示す。

3. 実験方法

被研削材は電磁チャックによって研削盤テーブル上に取付け、研削実験は第1図に示すごとく、試片上の基準面を除き面積 $100 \times 19 \text{ mm}^2$ の部分の平面研削によって行い、ドレス成形された直後の研削といしの初期損耗期を避け、定常研削状態において実験を行うために、といしのドレス成形後実験条件と全く同一の研削条件にてまず3層の予備研削を行った後本実験を行

うこととした。

研削条件としては比較的短時間に といし損耗を生ぜしめ、研削剤の作用の比較検討を便するため、といし周速度は実用速度より低く 740 m/mn とし、テーブル送り速度は 0.8 m/mn、横送りは 2 mm/pass にして一方向のみとし、逆送りは与えず、切込みは 30μ および研削剤供給量は 4 l/mn にそれぞれ定めた。

研削中の といし研削面の状態については、横送りのために研削作業の経過とともに といし研削面全面にわたって一様な損耗は起らず、たえず正味切込量を研削する といし研削面の一部は、他の比較的軽研削を行

第2図 といしの研削過程説明図

第3図 といし研削こんのプロフィールカーブ (添加剤番号4)

う部分に比較して損耗作用を多く受け、といし研削面に段差を生ずることになる。すなわち第2図(a)は被研削材の一層を研削し終り、研削といしに切込みを与え、次の層を研削し始めた場合の研削といしと被研削材との相対位置を示し、ついで横送りを与えた場合の研削状態を同図(b)に示す。同図においてあきらかなごとく、といし研削面の部分1は正味切込量を研削する部分であり、そして部分2は部分1で削り残された面を主として研削する、すなわち、比較的軽研削を行う部分を示すことになる。これら両部においては、その研削条件が異なるために、研削作業の経過にともないといし研削面に段差を生ずることになる。したがって、といし研削面の幅に対して横送り寸法が比較的大きい場合においては、研削比算出上必要なりといし損耗量の測定を、従来のごとくといし研削面のほぼ中央部におけるといし直径の測定によって求めることは不適当である。といし損耗量については、第2図に示すごとく、全く研削を行わないといし面 A-A を基準として、といし成形部の損耗量を直接測定することが望ましいが、不規則な型態のと粒の集積面における測定であるために、これはきわめて困難である。そこで本実験においては、被研削材およびといし等を送りは与えず、といしを回転状態のまま被研削材の基準面に対して約 60μ 切込ませ、第3図に示すごとくこの研削こんのプロフィールカーブを触針式表面検査機によって作成し、これによってといし損耗状態を間接に測定する方法によった。同図の A-A 線は第2図に示すといし面 A-A に相当し、研削作業は行わず、全く損耗を受けない面であるので、これを基準線とし、またといし周辺部の端部は不規則な損傷を受けることもあるので、図のごとく両端を 0.2 mm ずつ除き、横送りのために研削仕事量の比較的大きい部分1と、これの比較的小さい部分2とに分け、これらの部分の面積減少量から各部分のといし損耗量を求めた。

以上の測定は予備研削後、本実験開始より5層ごとに5回これを行い、各供試研削剤についてのといし損耗量を求めた。

被研削材の研削量については、被研削材の基準面をもととして、ダイヤルゲージをもって被研削材の厚さの減少量を比較測定することによって実際研削量を求めることにした。

4. 実験結果

といし研削面の損耗状態の測定の一例として、添加剤番号4、ラウリルメルカプタンを使用した場合について、といし研削面の部分1、部分2およびといし研

削面全部の三部分における研削量とといし損耗量との関係を第4図に示す。同図において、研削量とといし損耗量との関係がほぼ直線をもって表わされることは、研削状態が研削といしの初期損耗状態を脱して定常研削状態にあることを示す。そして、といし研削面全部分(部分1と部分2との和)についての研削量とといし損耗量との関係を表わす直線の傾きは研削比を表わし、その傾きの大なるほど、研削比が大なることを表わすことになる。以上の測定を全供試添加剤について行い、部分1および部分2のそれぞれについての

第4図 研削量とといし損耗量との関係(添加剤番号4)

第5図 研削量とといし損耗量との関係(部分1および部分2)

第6図 研削量とといし損耗量との関係(といし研削面全部)

研削量と といし損耗量との関係を第 5 図に、両部分の和, すなわち といし研削面全部についてのそれらの関係を第 6 図にそれぞれ示す. すなわち第 5 図より部分 1 における といし損耗量の研削量に対する比は部分 2 におけるそれに比較してはるかに大きく, そして部分 1 については一定研削量に対する といし損耗量は, 添加剤番号 1, 7, 6, 4, 11, 10, 13, 8, 9, 5, 2, 3, 12, の順に小さくなり, いおう系および塩素系添加剤の両者において といし損耗防止に対する効果にあきらかな差異は認めることはできないが, いおう系, 塩素系のいずれの添加剤の場合においても $-OH$ 基, $-COOH$ 基等のごとき極性基を有する添加剤は, それを有せざる場合に比較して部分 1 の といし損耗を防止するのに効果のあることがわかる.

つぎに, 部分 2 については, 一定研削量に対する といし損耗量は添加剤番号 1, 6, 7, 4, 3, 5, 13, 2, 10, 11, 9, 8, 12 の順に小さくなり, 極性基の といし損耗防止に対する効果は認められず, 極性基の有無に関せず塩素系添加剤の場合がいおう系の場合に比較して, といし損耗量が少い傾向がみとめられる. 部分 2 においては, 部分 1 に比較して前に説明したごとくその研削仕事は軽微であると考えられる. したがって以上の結果は比較的軽研削においては, 添加剤の極性基の有無が といし損耗状態におよぼす影響はほとんどみとめられず, そして塩素系添加剤はいおう系添加剤に比較して, といし損耗防止効果は概してよいということになる.

つぎに, 第 6 図より といし研削面全部における研削量の といし損耗量に対する比, すなわち研削比は添加剤番号 1, 7, 6, 4, 13, 11, 10, 8, 9, 5, 2, 3, 12, の順に大となることがみとめられる. すなわち極性基を有する添加剤は, しからざるものに比較して研削比を増大せしめる効果のあることがあきらかとなった.

つぎに, といし研削面の部分 1 および部分 2 のそれぞれにおける といし損耗量の比較をするために, 両部分における といし損耗量の関係を第 7 図に示す. この関係をさらにあきらかにするために, 図中の各直線の正切, すなわち部分 1 における といし損耗量の部分 2 における といし損耗量に対する比をとり, これを棒グラフをもって表わし, これを第 8 図に示す. 同図においてあきらかなごとく, 部分 1 と部分 2 との といし損耗量比は極性基の有無に関せず, いおう系添加剤の場合は塩素系の場合に比較して概して小さいことがみとめられる. この といし損耗量比の大小は, といし研削面の部分 1 と部分 2 との間の段差の大小を表わ

すめやすと考えられるので, といし研削面の段差の大小についても, 以上の結果と同様のことが言えることになる.

つぎに, 各供試研削剤について行った研削実験の最終, すなわち切込み 30μ にて 25 層研削後において,

第 7 図 部分 1 の といし損耗量と部分 2 の といし損耗量との関係

第 8 図 各供試添加剤に対する といし損耗量比

第 9 図 各供試添加剤に対する部分 1 の といし面あらさ

第 10 図 各供試添加剤に対する部分 2 のといし面あらさ

被研削材の基準面に作られたといし研削こんのプロフィルカーブより、といし研削面の部分1に相当する部分の表面あらさを最高高さでもって表わし、各添加剤ごとに棒グラフにて第9図に示す。そして、部分2に相当する部分の表面あらさを同様に第10図に示す。これらの表面あらさは研削といし研削面のあらさを比較するめやすと考えることができるので、以上の結果から、といし研削面の部分1の表面あらさについては添加剤のいおう系、塩素系等の種類別とといし面あらさとの関係はみとめられないが、種類別に関せず、極性基を有する場合はしからざる場合に比較して、といし研削面あらさの小さいことがみとめられる。またといし研削面の部分2に対しては、いずれの添加剤を使用する場合においても、といし研削面あらさにあきらかな差異をみとめることは困難であり、したがって軽研削領域においては、といし研削面の状態は添加剤の極性基の有無、あるいは添加剤の種類等により、といし研削面あらさにあきらかな差異をみとめられないということである。

5. 結 言

研削剤のいおう系および塩素系添加剤において、極性基の有無が研削比および研削といし研削面の損耗状

態等におよぼす影響について、本実験において得たるおもなる結果を列挙すれば次のごとし。

(1) いおう系、あるいは塩素系添加剤のいずれの場合においても、極性基を有する場合はしからざる場合に比較して研削比は大きい。

(2) 添加剤中に極性基を有する場合は、しからざる場合に比較して、横送りのためにといし研削面のうち比較的重研削をなすといし研削面の損耗程度を軽減する効果大きい。

(3) 研削といしの横送り方向側の反対側、すなわち比較的重研削を行う側のといし研削面の損耗程度は、添加剤中の極性基の有無による差異はみとめられない。

(4) 比較的重研削を行う側のといし研削面の損耗は、添加剤の種類による差異はあきらかでないが、比較的重研削を行う側の損耗は、塩素系添加剤の場合はいおう系の場合に比較して軽微である。

(5) 研削の経過にともなってといし研削面に生ずる段差は、添加剤中の極性基の有無には無関係であり、いおう系添加剤の場合は、塩素系の場合に比較して段差は概して小さい。

(6) 比較的重研削を行う側のといし研削面のといし面あらさは、極性基を有する添加剤の場合が比較的良く、添加剤のいおう系、塩素系の別による差異はほとんどみとめられない。

(7) 比較的重研削を行う側のといし研削面のといし面あらさは、添加剤の極性基の有無およびいおう系、塩素系の別による差異はほとんどない。

要するに、研削比を大に、といし研削面における段差を小に、しかもといし面のあらさを小にするためには、添加剤としていおう系を用い、さらにこれに極性基を含有せしめた研削剤を使用すればよいが、特に寸法精度が強く要求される場合には、このほかに塩素系化合物を加えればさらに良いということになる。

論文集 24 巻 142 号 (昭 33-6) 正 誤 表

執筆者名	ページ	欄	行	誤	正
佐々木外喜雄	368	右	(1) 式中	$(p_t - p_0)$	$(p_t - p_a)$
森 美 郎	369	左	(24) 式中	$(p_t - p_0)$	$(p_t - p_a)$
平 井 昭 好	370	左	下より12行	θ	Q