

高切込平面研削における研削油剤添加剤の作用

水谷 秀行*, 富田 守**

The Effects of the Additives in Grinding Fluids on the Hi-Depth of Cut Surface Grinding

Hideyuki MIZUTANI* and Mamoru TOMIDA**

(Received March 28, 1980)

In this report, the effects of the additives in emulsion type grinding fluids on the hi-depth of cut surface grinding were studied. Some effects of the concentration-change on grinding phenomena were experimentally examined, TNPS (Di-Tertiary Nonyl Polysulphide) and 40 percent chlorinated paraffin being used as additives. The machined surface was observed minutely with a scanning electromicroscope.

The results showed clearly that TNPS had remarkable effects on decreasing the grinding wheel wear and on elevating the grinding ratio and the roughness of the machined surface, but chlorinated paraffin had, on the contrary, bad effects on them.

1. 緒言

機械加工によって部品を製作する場合、通常いくつかの工程を経て最終仕上げに至る。精密部品については、その最終工程を研削によって仕上げる場合が極めて多く、所要時間は前加工の仕上がり状態によって著しく変動するものと考えられる。そこで、ほとんど前加工なしで、研削にて仕上げまでを行うことができれば、大幅な加工時間の短縮が可能となる。こうした観点から、と石切込深さを通常の数百倍とし、逆に被削材速度を百分の一以下とする、いわゆるクリープフィード研削に関する研究が一部で試られている^{1) 2) 3)}。その際、と石切込量は数百 μm にも達し、かなり苛酷な加工状態が予想されるので、研削油剤の重要性はさらに高まるものと考えられる。しかし、そのような加工条件における油剤の効果

についての研究報告はほとんど見うけられない。

そこで本研究においては、横軸平面研削方式による湿式高切込研削を行い、研削油剤成分ならびにその濃度が研削諸事項に及ぼす影響を実験的に調べた。ここではまず研削量、と石損耗量、研削比及び研削面の仕上がり状態等について検討し、その結果を報告する。

2. 実験装置及び供試材料

実験用研削盤は岡本工作機械製作所製 PSG—62AV 横軸角テーブル型平面研削盤で、主軸は無段変速が可能であり、重荷重実験のために 2.2kw の電動機を装備している。またテーブル左右送りは極めて低速度実験を可能にするため、研削盤の左側方にねじ切り旋盤を設置し、その往復台と研削盤のテーブルとを鋼棒で連結し、旋盤の送り機構が利用できるようにした。

研削と石は日本陶器製 1 号平形 WA—46—J—7—V、205mm $\times$ 19mm $\times$ 50.8mm を使用した。と石研削面の形状は研削量を比較的小なくし、と石損耗量を比較的大きくするため図 1 に示すごとく、高さ約 600 μm 、幅 5 mm の有

*機械・生産機械工学科

(Department of Mechanical Engineering)

**工学研究科機械工学専攻：現在、豊田合成株式会社

(Department of Mechanical Engineering: Now,
Toyoda Gosei Co., Ltd.)

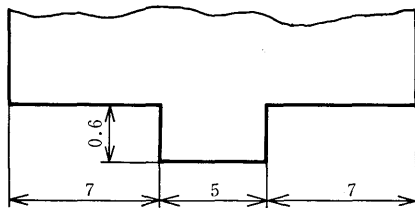


図1 と石成形後の形状及び寸法

効研削部を成形し、その両側の研削を行なわない面をと石損耗量測定のための基準面とした。

被削材としては機械構造用炭素鋼 S55C を 600°C 、90 分保持後炉冷の応力除去焼鈍を施したものを使用した。その形状及び寸法を図 2 に示すが、研削開始時の衝撃を軽減し、油剤の供給状態を良好にするため、研削始端 30 mm を約 1/20 のこう配で切り落とした。

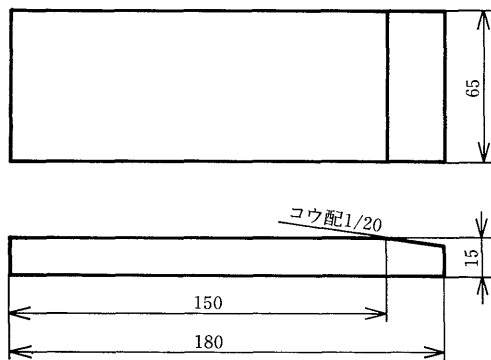


図2 被削材の形状及び寸法

研削油剤はすべて乳状液であり、基油を #60 精製スピンドル油とし、乳化剤に非イオン系界面活性剤 SPAN80, TWEEN80, TWEEN81 をそれぞれ容積比にて 4 : 18 : 6 に混合したものを使用した。供試乳状液中のスピンドル油及び界面活性剤の濃度はいずれの場合も一定とし、それらを重量百分率にてそれぞれ 1.5%, 0.5% とした。供試添加剤は硫黄系及び塩素系の 2 種とし、S, Cl などの極圧成分を比較的多く含有する TNPS (Di-Tertiary Nonyl Polysulphide ; S 系) と 40% 塩化パラフィン (Cl 系) とを使用することにした。それらの基油に対する添加量はそれぞれ重量百分率にて 5, 15, 50, 100% の 4 種類とし、比較検討の基準として無添加乳状液についても実験を行った。これらの研削油剤には極めて少量の防錆剤を加えて使用した。

3. 実験条件及び方法

と石研削面の目立ては、いずれの研削油剤の場合においても実験前にその都度行うこととし、先端角約 110° の円すい形ダイヤモンドドレッサを用いて、と石周速度

1200m/min, ドレッサ切込量 $20\mu\text{m}/\text{層}$, 目立速度 200 mm/min にて 5 層を湿式にて行った。

研削実験は研削速度 1600m/min, テーブル送り速度 0.1m/min, 切込量 $400\mu\text{m}$ なる条件にて上向き 1 パス研削とした。研削油剤は $\phi 5\text{ mm}$ の給液口により 10l/min の割合で研削点に供給した。

研削量は 1 パス研削後の研削みぞ深さを 1/1000mm ダイアルゲージにて測定し、これに研削幅及び研削長を乗じてその容積を算出した。

と石損耗量の測定は転写法によって行った。転写材料には金属の場合に比べ、と石研削面の形状変化に及ぼす影響が比較的少ないと考えられる耐熱性良好なフェノール樹脂を用いた。と石周面の転写は各実験ごとに本研削開始前及び実験終了後 (研削長 1950mm 後) に行い、この転写型からと石半径減少量を 1/1000mm ダイアルゲージによって測定し、と石損耗量を容積に換算して求めた。

研削面の状態は日本電子製 JSM-U3 走査型電子顕微鏡にて観察し、さらに小坂式仕上面検査機にてあらさ曲線を求めた。

4. 実験結果及び考察

研削油剤添加剤及びその濃度が研削量、と石損耗量及び研削比などの研削諸事項に及ぼす影響についての実験結果を図 3, 4, 5 にそれぞれ示す。図 3 は研削量と添加剤の種類及びその濃度との関係を示し、研削量は添加剤の種類及びその濃度に関係なくほぼ一定であることが認められる。これは強制切込研削の場合にみられる傾向であり^{4) 5)}、本実験のごとく、極めて高切込の場合にも同様の結果が認められた。同図において塩化パラフィンの場合、線図がわずかに下に凸の傾向を示すのは図 4 の結果をも考慮すると、塩化パラフィンの場合、他と比較してと石損耗量が著しく増大するため、と石半径減に起因する実質的な切込深さの変動による影響と考えられる。

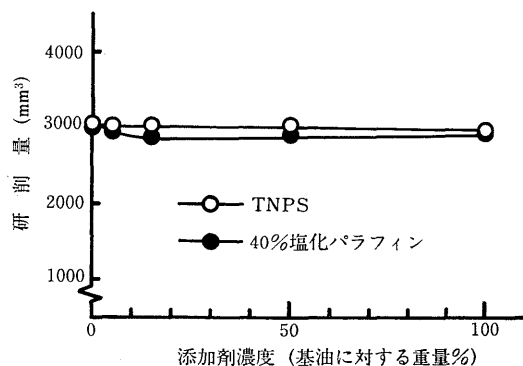


図3 研削量と添加剤濃度との関係

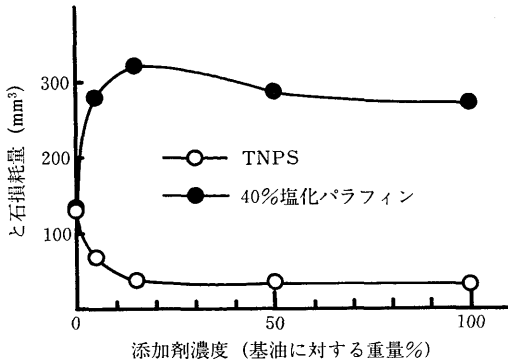


図4 と石損耗量と添加剤濃度との関係

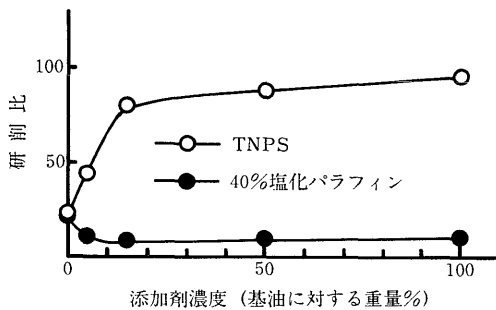


図5 研削比と添加剤濃度との関係

と石損耗量に及ぼす添加剤の影響は図4において明らかなごとく、無添加の場合と比べてTNPSはこれを減少せしめ、塩化パラフィンはいずれを増大せしめることが認められる。TNPSの場合、濃度15%付近までは急激に減少し、それ以降はほぼ一定値を保つ。これは添加剤中の極圧成分の潤滑作用によって研削発生熱及び研削抵抗が軽減されたために、と石損耗量が減少したものと考えられる。しかし、添加剤濃度がある一定値に達すると、その効果に変化が認められなくなるのは、研削点において作用する極圧成分の量は研削点近傍の諸条件によって制限され、そこに飽和状態が生ずるものと推察される。それに対し、塩化パラフィンの場合は、と石損耗量が増大する。これは添加剤が研削負荷を増大せしめ、切刃の摩擦・鈍化を促し、脱落と粒を多くし、正常な自生発刃現象を妨げるなど研削作用に対し悪影響を及ぼしていることが推察される。この場合、濃度15%時に最大値を示し、その前後においてわずかに減少傾向が認められるが、濃度上昇に伴うと石損耗量の減少は極めてわずかであり、100%添加にても無添加の値には達しない。

その結果、研削比は図5に示すごとく、TNPSの場合は濃度上昇に伴い増大傾向を示し、塩化パラフィンの場合は5%添加時に無添加の約1/2に減少し、その後、濃度

による変化は認められない。本実験のごとく強制切込研削においては、と石は被削材に対し、一定量強制的に切込まれるため、研削量は与えられた切込深さによって定まり、研削油剤あるいはと粒切れ刃状態などの差異による影響をほとんど受けない。従って研削油剤の影響が主としてと石損耗量に現われるため、研削比はと石損耗量の差異に支配されて変化する結果となる。

つぎに、研削仕上面状態に及ぼす研削油剤添加剤の影響について、図6に研削仕上面のあらき曲線を、表1に最

表1・1 研削仕上面の最大高さ R_{max}
(研削長: 525mm)

添加剤濃度 (基油に対する重量%)	供 試 添 加 剤	
	T N P S	40%塩化パラフィン
0	3.5	
5	2.7	4.0
15	2.9	3.3
50	2.8	3.5
100	3.0	2.9

表1・2 研削仕上面の最大高さ R_{max}
(研削長: 1875mm)

添加剤濃度 (基油に対する重量%)	供 試 添 加 剤	
	T N P S	40%塩化パラフィン
0	11.4	
5	10.3	21.5
15	5.0	21.0
50	3.6	22.0
100	3.5	15.5

大高さ R_{max} についての測定結果をそれぞれ示す。これらの結果から明らかなごとく、仕上面あらきに及ぼす添加剤の影響はTNPS添加の場合が概して良く、塩化パラフィンの場合は無添加と比較しても R_{max} が大であることがわかる。また研削長によって、その効果に差異が認められる。すなわち、研削長 525mm においては、いずれの添加剤及び濃度の場合も R_{max} は $3\mu\text{m}$ 前後であり、特に大きな差異は認められない。しかし、研削長 1875mm では、添加剤の種類及びその濃度の影響が顕著となり、TNPSは仕上面あらきの向上に効果があり、濃度上昇に伴い R_{max} は減少傾向を示すことが認められる。これに対し、塩化パラフィンの場合は無添加と比較して R_{max} が増大し、濃度変化と R_{max} との間には明確な相関は認められない。研削仕上面のSEM写真を図7に示し、この結果から濃度による影響を明確に判断することは困難であるが、無添加、TNPS及び塩化パラフィン添加の場合のそれぞれの特徴を知ることができる。すなわち、無添加の場合は被削材表面のむしれ、あるいは切りくずの二次的凝着片の存在が多く認められる。このよう

添加剤濃度

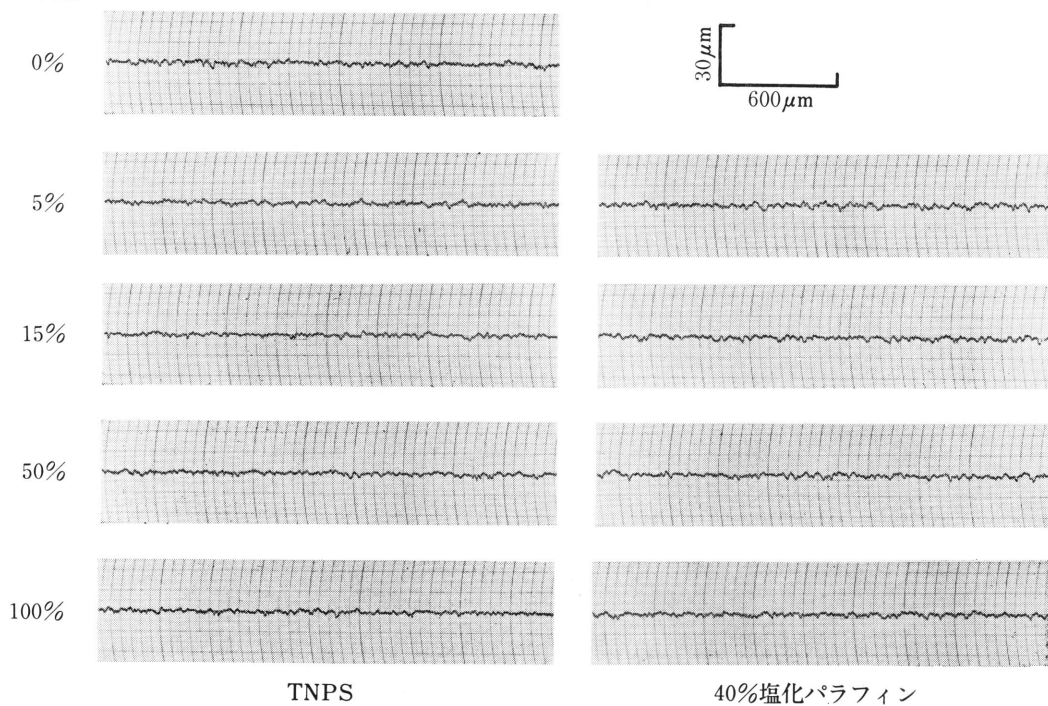


図6・1 研削仕上面のあらさ曲線 (研削長: 525mm)

添加剤濃度

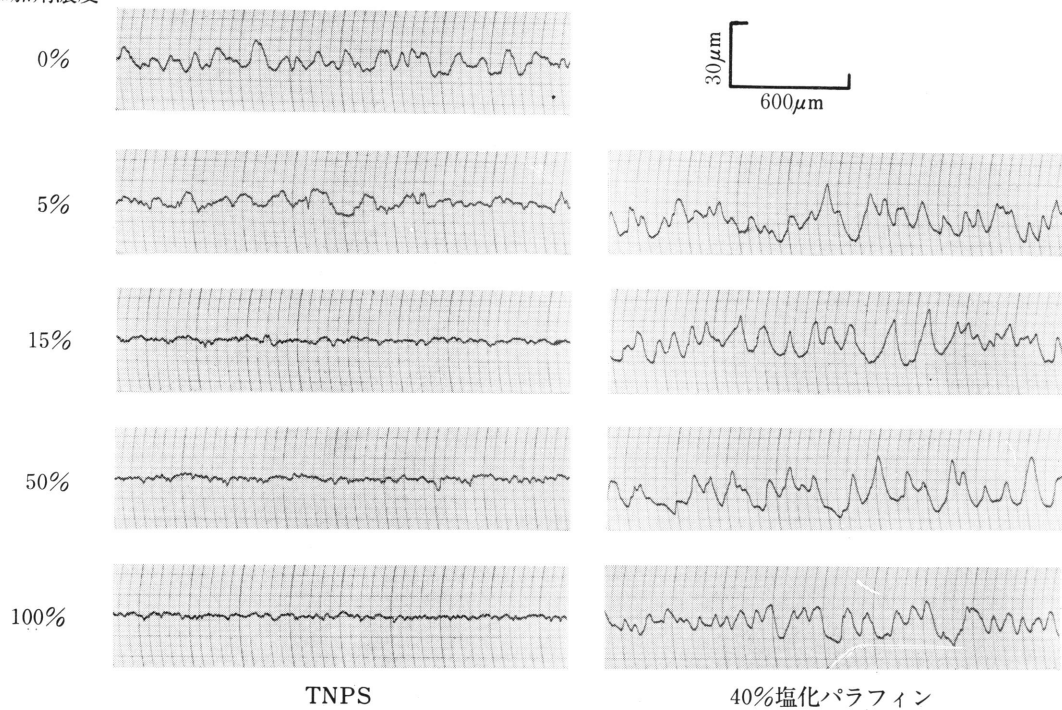


図6・2 研削仕上面のあらさ曲線 (研削長: 1875mm)

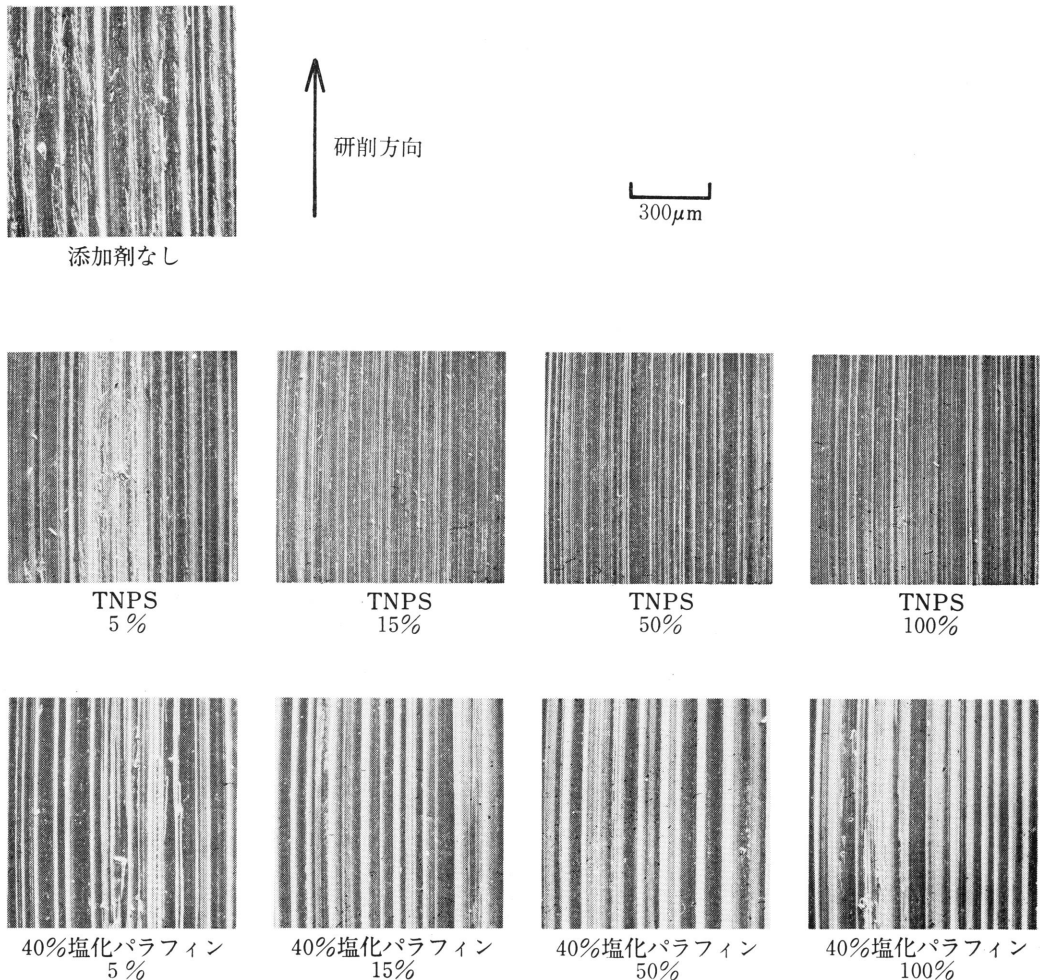


図7 研削仕上面のSEM写真(研削長:1950mm)

な現象はTNPSを15%以上添加した場合にはほとんど認められなくなり、研削方向の条こんピッチが小となる。これはと石研削面に分布する作用切れ刃数が増大し、しかもそれらが比較的良好な切れ味を保持しているために研削状態が良好であることが推察される。これに対し、塩化パラフィン添加の場合は条こんピッチが大となり、条こん表面は比較的なめらかではあるが、表1の結果をも考慮すると条こん深さは極めて深いことがわかる。これらの状態から考えて、塩化パラフィンの場合は、作用切れ刃数の減少及び切れ味の劣化などによって、被削材料除去における塑性変形現象の支配度が増大したことが推察される。

以上述べたごとく、一般に使用される極圧添加剤も、本実験の40%塩化パラフィンのごとく、研削条件によってはその効果が全く認められない場合のあることが判明

し、むしろ研削諸事項に対し、悪影響を及ぼす場合のあることがわかった。またTNPSのごとく研削作用に対し著しい効果を示す添加剤については、研削油剤供給法の改良などによって一層効果を高めることができるものと考えられる。

5. 結 言

高切込平面研削における研削油剤添加剤の作用として次のことが明らかとなった。

- (1) 研削量は添加剤の種類及びその濃度によってほとんど変化しない。
- (2) と石損耗量に対し、TNPSはこれを減少せしめる効果があり、濃度上昇に伴い、と石損耗量が減少する。それに対し、塩化パラフィンは無添加と比較し、と石損耗量が増大する。
- (3) 研削比に及ぼす添加剤の種類ならびに濃度の影響

は TNPS の場合, 研削比が向上し, 濃度上昇に伴い増大傾向を示す。しかし, 塩化パラフィン研削比を減少せしめ, 濃度による変化はほとんど認められない。

(4) 研削比の差異は主として石損耗量に依存する。

(5) 仕上面あらさに及ぼす添加剤の影響は, TNPS は最大高さ R_{max} の減少に効果があり, 塩化パラフィンは無添加と比較しても R_{max} が増大する。

以上述べたごとく, 極圧添加剤も加工条件によっては, 本実験のようにその種類ならびに濃度によって, 効果に著しい差異が生ずる場合のあることが判明した。

おわりに本研究遂行に当たり, 適切な御指導と御助言を

賜った本学教授古市亮蔵先生に対し, 心より深謝の意を表するとともに, 実験に協力された昭和54年度卒研生市川和彦君, 井戸隆之君, 佐藤幸三君らに感謝する次第である。

文 献

- 1) 安井・松尾・森藤, 精密機械, 44—6 (昭53—6), 678.
- 2) 中山・高木・宮崎, 精機学会学術講演前刷 (昭53—10), 97.
- 3) 塩崎・古川・大石, 精機学会学術講演前刷 (昭51—10), 201.
- 4) 古市・中山・桜井・常次, 機論, 31—232 (昭40—12), 1861.
- 5) 古市・中山・横尾・田戸, 機論, 32—243 (昭41—11), 1741.