

AquaMister の使用例



写真 - 1 切削油を使用して加工していた直後



写真 - 2 Aqua Misterでの加工

刃先の冷却で温度が下がり加工時の切削音が小さくなり、刃先の寿命が1.5倍になりました
又回転数も 120RPM ~ 150RPM と25%UPで使用出来る用になりました。

写真-1、-2、は 株式会社尾崎歯切工場でのAquaMisterの使用例です。

中グリ盤 型式BTD-11R16 X軸2500mm Y軸1500mm Z軸1450mm 東芝機械

油でべとべとの環境も改善されました。

材料JIS規格

測定値

材料 FCD700 引っ張り強さ700N/mm²以上 耐力420N/mm²以上 伸び2%以上

硬さ180 ~ 300HB 伸び3 ~ 8%

メタルソー 300mm 巾3mm 回転数150RPM 切込み30mm 送り100mm/min

材料径 1500mm

1) 従来の加工方法

従来の工作機械では、切削 研削 等の加工の際、鉱物油 切削水(水溶性油)を多量に
かけ、潤滑 冷却 切り屑の排出、防錆等の効果を得ていました、硫黄 りん 塩素 等
を含有するため飛散して作業環境や人体に悪影響を及ぼし又環境を汚染します。

廃棄された鉱物油や切削水は焼却処理される為、ダイオキシンCO₂排出等で地球温暖化の原因
になり排出された切り屑、等からも、付着した油は流出し環境を汚染しています。

近年では切削油剤を使用しないドライ加工や微量の植物油を使用したセミドライ加工が使用
されるようになりました。しかしこれ等の加工では切削加工時に出る新たな問題があり
ます。

1)-1 切削油での加工

切削油の加工では 潤滑、防錆、効果は非常に高い反面冷却能力はあまりよくありません。油は被削物に付着すると油の膜が断熱材の作用をして吸熱効果は少なくなります。

加工時間とともに切削時に出る熱や大型のポンプによる発熱が原因です。この為循環する油の温度は時間とともにあがります。その為 循環する油を冷凍機を使って冷却します。冷却すると油の粘度は下がり油膜は厚くなります。その為油を大量に掛けなくてはなりません。被削物と刃先の間では摩擦熱により 900 ~ 1000 以上になります。その時油は蒸発して熱を取りますが、水の蒸発潜熱と比較すると 1/7 程度です。

蒸発した油は周囲に飛散して臭いやべたつきの原因になり、鉱物油は植物油に比べて発火温度が低い為火災の原因にもなります。また製品の洗浄 切りくずと油の分離 油の廃棄等 問題があります。

1)-2 切削水での加工

切削水の加工では 冷却性能 潤滑 防錆等 も有りますが 切削液の濃度の管理が必要です。又液の腐敗 雑菌の繁殖 中には 硫黄、塩素 リンなど含まれている物もあり 飛散した液や切屑は 作業員や河川に流出し環境を汚染します。廃棄された切削水は焼却処理をするため費用もかかり、大気を汚染します。

1)-3 ドライ加工

ドライ加工では油を使わないで加工します。加工時に出る熱を取る為に大量の圧縮空気や、ドライアイス 窒素ガス 冷凍機 等使用する為、設備費 仕上げ 工具の消耗 作業スピード等 操業コストが掛かり大量のエネルギーを消費します。

1)-4 セミドライ加工

セミドライ加工では 切削加工時少量の油を噴霧する時、配管内を圧縮空気を送るのに油の粒が大きいと配管内に油が付着して加工点にうまく届かないため、油を小さなミストにして配管内に付着しないようにして大量の空気を送り噴霧しますが結局切削物や刃先に付着する効率も少なく、大量の空気とともに周囲に放出されます。飛散したミストは周囲の汚れやべたつき 臭い 作業員のミスト吸引、等の問題がありました。

1)-5 油 水油 複合ミスト供給法(AquaMister)

植物油を1時間に、1~99CCと、水を1時間に、900CCを圧縮空気0.6MP(50 /min)を任意に可変でき再現性も有ります。

水1ccの蒸発潜熱は30 の時580cal/h有り、1時間当り300ccの使用では180W 吸熱します。切削物への潤滑油の塗布効率が良く少量で効率の良い潤滑効果が得られます。

小さな水の粒に植物油の油膜が出来、切削物に当り水は蒸発し気化熱で被物の熱を取り、油は加工物に付着し潤滑性を高めます。

噴霧流が切削点にスポット噴霧でき水の蒸発潜熱と潤滑性が良い為、刃先の温度上昇が抑さえられ、刃先の摩耗を抑制できます。

通常加工の場合の使用量は

油 5～30cc/h 水10～400cc/h 空気25～50 l/min

程度の量で重切削から仕上げ加工まで出来ます。加工材料等に合わせて使用します。

冷却能力も加工物の発熱に比べ十分な吸熱量があります。

油膜の付いた比較的大きな水の粒が被削物や刃先に付着し水は蒸発し熱をとります。

付着した油は潤滑作用により製品の仕上がり、刃先の寿命を長くします。又被削物の温度上昇が無い為高精度の安定した加工寸法が得られます。

噴霧する水や油の粒が適度な大きさがあり圧縮空気の消費量も少ないので集中的に噴霧でき切削物への付着効率も高く 周囲への余分な油の排出も少なくなります。

植物性の油を使用の為切削屑に付着した油は微生物により自然分解し 人や環境に大きな負荷を与えません。

複合ミストとして防錆剤を使用すると錆びやすい材料に強力な防錆効果があります。

又 加工面の表面粗さが改善される事が判りました。

2) AquaMister 油一水複合ミスト加工法

油一水複合ミスト供給法とは、潤滑性を確保するための切削油と冷却性を確保するための水を切削点にミスト状にして供給する方法である。

連続切削である旋削では切削点の温度が高いため単に微量の切削油を供給するだけでは切削点の冷却には不十分である。

しかし油一水複合ミスト供給法では水ミストを同時に供給するため潤滑とともに冷却を行う。

水は比熱が大きく蒸発潜熱が大きいので(水を蒸発させるのに必要な熱量は非常に大きい)冷却剤としては最も優れた物質のひとつである。

この油一水複合ミストを切削点に供給することで、水の気化熱等により切削点を十分冷却した上に切削油の潤滑効果が期待できる。

さらにこの油一水複合ミストを切削点に高速の気流に乗せて供給するときの効果は大きいと考えられる。

2)-1 油一水複合ミストシステム

油一水複合ミスト供給システム『AquaMister』 図-1 に示すように、コンプレッサーで圧縮された空気を利用して 油一水複合ミスト供給機の定量ポンプから押し出された油または水をミスト状にしてノズルを通じて切削点に供給する、油一水複合ミスト供給機で生成された油ミストは二重ノズルの中心部を水ミストは二重ノズルの外部を通過して切削点に供給される。中心部を通過して供給される油ミストは外部を通過して供給される水ミストに覆われる形となり、油ミストは周囲に飛散しないという利点がある。

またこの油一水複合ミスト供給機は、油を1m /h 水を10m /hの単位で供給量を調整することができるので冷却効果を高めたい場合には油一水複合ミスト中の水の割合を大きくし逆に潤滑効果を高めたい場合には油の割合を大きくすれば良い。また必要に応じて油一水複合ミスト供給装置で噴霧させる液体の種類を変えることもできる。

このように加工条件に応じてその加工に最適なミストの条件を作り出すことができます。

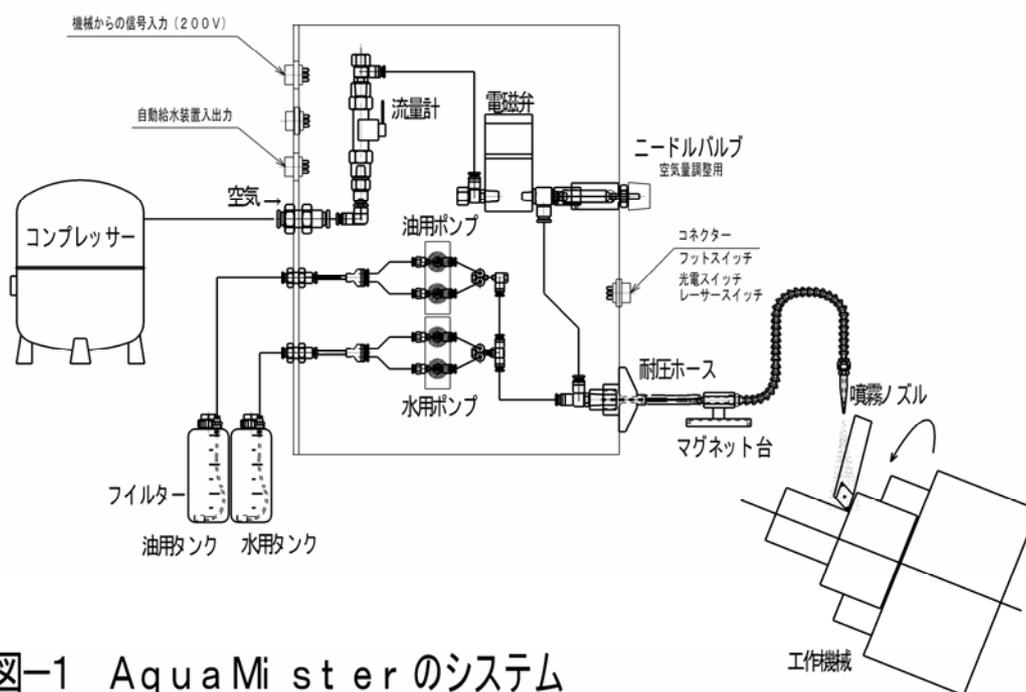
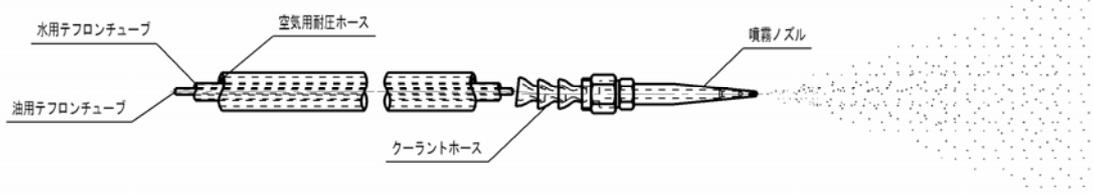


図-1 AquaMister のシステム



2)-2 仕様

使用電源電圧	AC100V 50/60HZ		
使用電力	60W (ヒューズ 2A)		
電源コード	3P 2.5m		
外形寸法	W160mm × H220mm × D350mm		
本体重量	7kg (トヨロン耐圧ホース) 8kg (SUS プレートホース)		
使用空気圧力	0.6 Mps		
吐出圧力	1.5Mps		
制御能力	デジタル設定 LED デジタル表示		
	油	水	空気
吐出能力	0~99cc/h	0~990cc/h	0~60 /min
最小可変単位	1cc/h	10cc/h	20 /min(LED 表示)
通常設定値	10cc/h	200cc/h	
ノズル配管用ホース	5m (トヨロン耐圧ホース)		
空気配管用ホース	5m (8 ウレタンホース 接続ニップル 1/4PT)		
給油タンク	3 (ポリタンク)		
給水タンク	3 (ポリタンク)		
給油ホース	m (テフロン)		
給水ホース	2m (テフロン)		
制御用電圧入力コード	2m (REMOTE-2 (装置自動運転入力用))		
フットスイッチ	2m (REMOTE-1 (フットスイッチによる運転))		

[オプション]

自動給水装置	光電スイッチ	レザースイッチ	(特殊ノズル SUS プレートホース)
植物性潤滑油	DOL-107	DON-03	
防錆剤	HYDRIN (水 3000cc に対して 0.1g 溶解)		

3) [防錆剤について]

防錆剤を溶解した複合ミストが工具の磨耗及び加工物の被削剤の表面粗さが改善されるという結果が静岡工業大学工学部鈴木康夫教授のもとでテストされ報告されました。防錆剤は金属表面に緻密な吸着膜を形成し、酸素との接触を抑制する。吸着膜には物理的吸着と化学的吸着があり、化学吸着は添加剤分子と金属原子とが電子の移動で化学結合して接着するもので、吸着力は物理的吸着の5~10倍以上と強い為、被削材表面に付着した防錆水が蒸発せずに、吸着膜を形成し、潤滑効果を発揮した為工具磨耗の抑制及び表面粗さが改善されたと考えられます。

N0 x — RU8THydrin

3)-1 水溶性インヒビター

ハイドリンは他のいかなる水溶性防錆剤にもない性質をもった新合成剤です。

3)-2 ハイドリンの用途

1. 洗浄水や水圧試験水の腐食性を除く場合。
2. 指紋や加水分解した塩素化物溶剤の残滓(遊離酸)などを中和する場合。
5. 加工途中や短期保管の金属部品の発錆を防ぐ場合。
4. 切削液の腐食性を除く場合。
5. 液体ホーニング時の発錆防止。

3)-3 ハイドリンの特徴

一般に使用されているクローム酸、亜硝酸塩、アルカリなど水溶性防錆剤は、その水溶液中では防錆しますが、液から取出すと失効します。つまり これらの物質の適当な濃度の水溶液に漬けている間、またはその水が乾くまでの間しか防錆しません。

ハイドリンは低い濃度でも十分に機能を発揮します。その上他の水溶性防錆剤にない極めて重要な特性を持っています。濃度0.5～2%のハイドリン水溶液に漬けた鉄合金は引きあげてそのまま置いてもかなり長時間(約2週間程度)サビの発生を防ぎます。また其の間何回も温度変化による水分の凝縮があっても大丈夫です。

他の水溶性防錆剤にはこのような力はありません。

ハイドリンは以上のような特性を持っていますから、洗浄作業後のすすぎ洗いに添加するとその効果を一段と高めます。

ハイドリンはポンプ、燃料タンク、コンプレッサー、ラジエーター、その他の気密装置の水圧試験用としても極めて理想的です。

また完成品や半製品を次の加工や組立まで保存するような場合にも好適です。ハイドリンの残存皮膜は目に見えないほど薄いので、そのまま次の加工に移ることができます。

3)-4 ハイドリンの特質

ハイドリンは水に易溶の結晶体です。また非常に安定な化合物で、極端な高温でも分解しません。

ハイドリンの水溶液は透明で、また大抵の水と透明な液を作ります。極端な硬水には加温した場合曇りや沈澱物を生ずることがありますが防錆力は少しも変わりません。

もちろん軟水なら曇りません。

3)-5 ハイドリンの使い方

水の腐蝕性を消す場合

ハイドリン水溶液の残存皮膜による長時間の防錆を必要としない場合、例えば水の腐食性だけを消せばよい場合には0.1%(重量比)の濃度で充分です。この濃度の水溶液に漬けますと乾燥中でもサビません。

3)-6 加工途中や保存中の短期防錆の場合

半成品や完成品を数日ないし数週間サビさせないようにしたい場合はその時の条件にもよりますが、水に0.5～2%(重量比)の割合でヒドリンを添加する程度で充分です。

一般的には1%ぐらいが標準です。

ヒドリンの防錆効果を高く維持するには他の防錆剤と同様、金属面に埃をつけないようにすることが肝要です。

また、ヒドリンを83℃の熱湯に溶かして使用しますと、常温の水に溶かした場合よりはるかに効果的です。鉄製品をヒドリン溶液に漬けた場合は、溝やくぼみのような所に溜っている余分の水をきる場合以外は、余滴をきるだけで充分です。

エアーで吹き飛ばすことは禁物です。

洗浄後のすすぎ洗いに添加しますと乾燥時間の省略と指紋の除去と防錆の三つの仕事を一度に果すことができます。ヒドリン水溶液に漬けた金属面はあとから指紋が付いてもサビませんから素手で扱うことができます。

ヒドリンの皮膜は極めて薄いので、そのまま除去せず次の加工、例えば切硝、研磨、塗装、等に移ることができます。但しメッキの場合のように化学的にきれいな金属面を必要とする場合は簡単に水洗いすれば落ちます。

3)-7 水圧試験の場合

防錆所要時間の長短により0.5%から2%の濃度で使用します。一般には0.5%から1%ぐらいで充分です。液圧試験にヒドリンを使用の方が普通使われている水溶性オイルを使用するよりも遥かに有利です。ヒドリン水溶液は透明で油状の残滓を残さないからです。水溶性オイルを使用すると残った液が高湿度に遭遇した場合急速にサビを起す危険があります。

3)-8 指紋除去剤としてのヒドリン

ヒドリンを温水に溶かして使用すると、素晴らしい指紋除性を発揮します。金属面に迅速に浸透して、指紋を溶かすからです。

熱いヒドリン水溶液に浸けても乾燥後にサビを生じませんし(通常このような場合には直ぐサビます)また、指紋がついてもサビません。

ヒドリン水溶液に漬けますと 塩素化物溶剤(トリクロールエチレンなど)加水分解による酸の残滓も除去します。

したがってVCI紙包装する部品には禁物とされる蒸気脱脂法も使用できます。

3)-9 研削剤としてのヒドリン

研削作業に水溶性オイルを使用している工場を多くみうけますが、この皮膜はサビを促進します。

ヒドリンにはこのような危険性はありません。むしろ防錆の一手段でもあります。

〔備考〕 水に1~2%(重量比)のハイドリンを添加すると、素晴らしい研削液となります。
ハイドリンと他の類似用途 気化性及び非気化性インヒビターとを比較研究しましたが、
大抵のインヒビターは急速に気温が変わると、一回の結露にも耐える物がありませんでした。
ハイドリン1%の水溶液は、このような温度変化による結露に対し6回まで防錆しました。

3)-10 Aqua Misterw でハイドリンを使用する場合

水は噴霧され濃縮される為ごく少量ですみます。

目安として3000ccに0.5gのハイドリンを溶解して使用します。

複合ミストは切削、防錆、防腐、効果があります。

錆等必要の無い場合は、通常きれいな水だけで使用します。

4) 水ミストにおける検討 (静岡大学)

ここで防錆水の効果を確認するために、水ミストのみの実験を行い防錆剤の有無による結果の違いについて検討する。まず図4.15に先端磨耗幅の測定結果を、図4.16に工具先端面と、切りくずを示し工具摩耗について検討する。

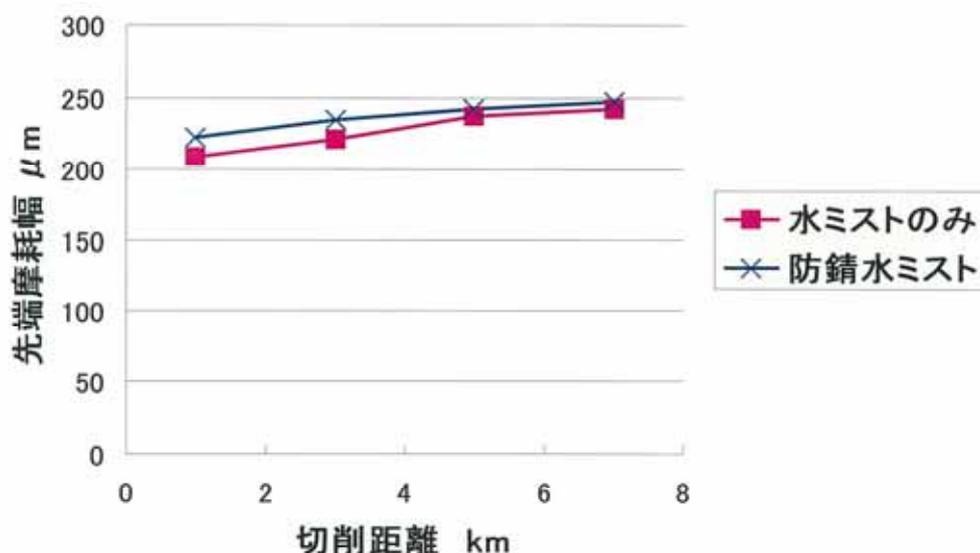


図4.15 水ミストの先端磨耗幅

図4.15, 図4.16より防錆水ミストと水ミストの先端磨耗幅には大きく進行し磨耗幅の大きさには差がなく、切りくず形状と色においても違いは見られなかった。これは油の供給による潤滑作用がないために、切削点において摩擦熱が大きく、冷却効果と潤滑効果が不足してしまった為だと考えられる。

また潤滑効果がないために、切りくずと被削材による摩擦で工具の前逃げ境界摩耗が進行したことが観察できる。

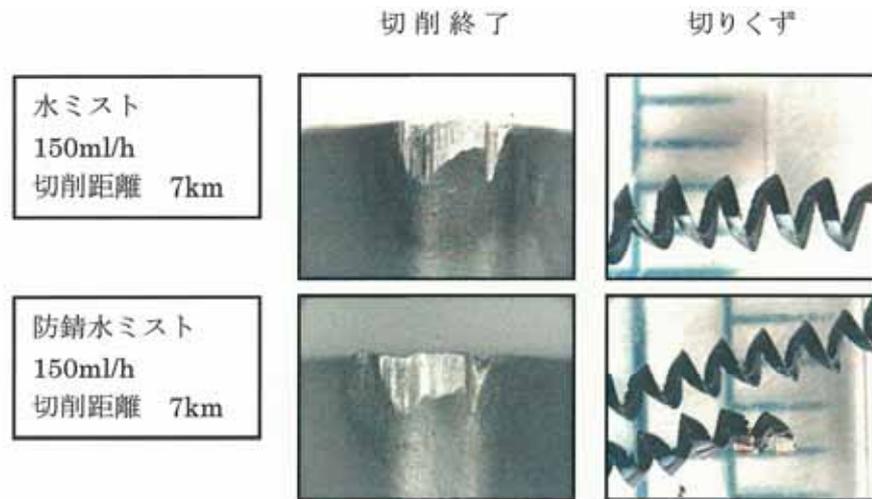


図4.16 水ミストの工具先端面と切りくずの形状

次に図4.17に表面粗さ測定結果を示し、図4.18に切削後の被削材表面と粗さ曲線を示す。

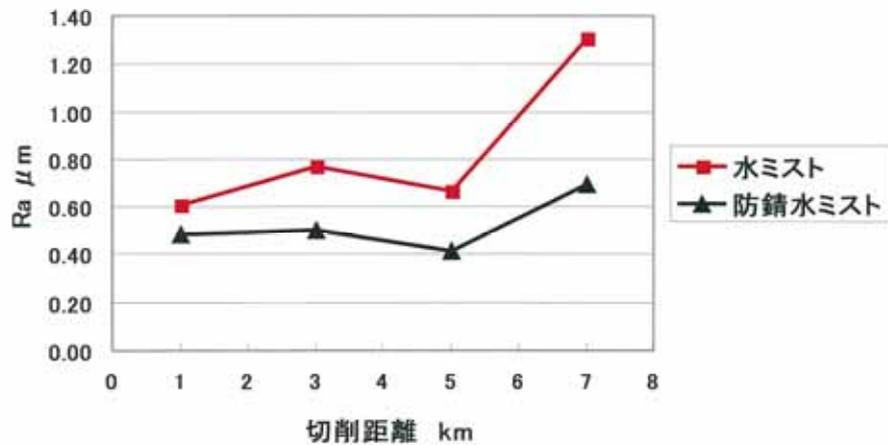
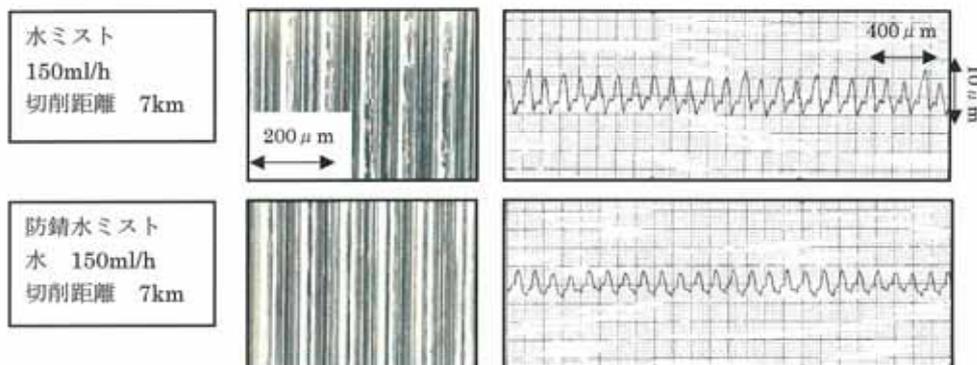


図4.17 水ミストの表面粗さの比較



27
図4.18 切削後の被削材表面と粗さ曲線

図4.17, 図4.18より, 両方の粗さ曲線からは前逃げ境界摩耗による転写が見えるが, 防錆水ミストの方が表面粗さを効果的に抑えていることがわかる。先端摩耗幅からはほとんど差が見られないにもかかわらず表面粗さの結果に差が出た理由としては被削材表面に付着した防錆水が蒸発せずに吸着膜を形成し、それが潤滑効果を発揮したためではないかと考えられる。

4)-1 油一水複合ミストにおける比較

次に油一水複合ミストにおける防錆水の効果を確認するために、防錆水を使用しない油一水複合ミストと乾式の実験を行い、油一防錆水複合ミストと比較、検討する。

図4.19に先端摩耗幅の比較を示し、図4.20に切削終了後の工具先端面、すくい面と切りくずの形状を示す。

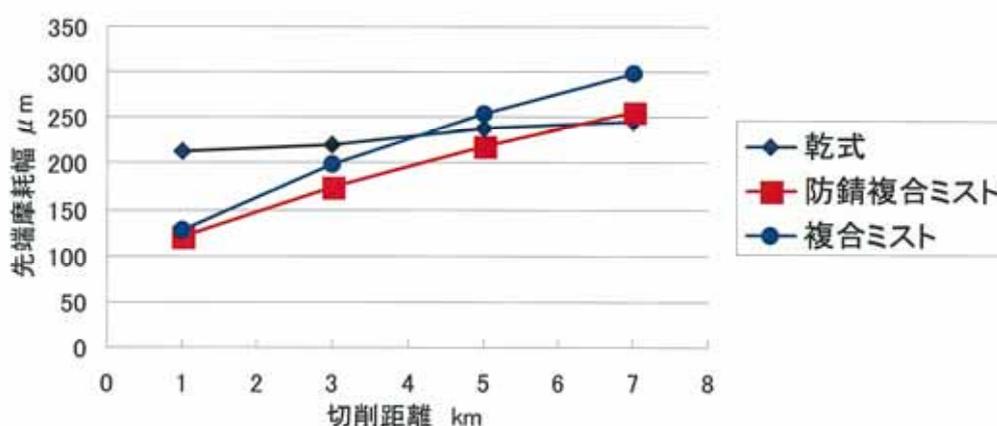


図4.19 油一水複合ミストの先端摩耗幅の比較

図4.19からわかる通り、先端摩耗幅は防錆複合ミストが効果的に抑制し、その次に複合ミスト、乾式の順に抑えられている、乾式の切りくずは、切削距離が7kmに近づく頃には短い不連続切りくずで、形状も不安定なものとなり、切りくずの色からは強い酸化が見られる。これは、先端摩耗幅自体はそこまで進行していないが、すくい面に欠損が見られ、切りくずがすくい面でしっかりカールできないために切りくず排出性が悪くなり、切りくずによる熱排出ができていないためであると考えられる。油一水複合ミストと防錆油一水複合ミストにおいては、最後まで安定した連続切りくずが排出された、その切りくずの酸化の色からは少々違いが見られ、油一防錆水複合ミストの切りくずの方が酸化の抑えられた切りくずと考えられる、これは油一防錆水複合ミストでは、油剤の潤滑に加え、防錆剤による吸着面の潤滑効果が加わることで、切削点における摩擦熱の発生が抑制されることが考えられ、そのため、油一防錆水複合ミストの方が工具摩耗を抑えられたのではないかと考え

られる。水ミストによる比較に比べ、油-水複合ミストにおける防錆剤の有無による比較では、切りくずと先端摩耗幅に差が明確に見られることから、防錆水は潤滑の十分ある条件において効果を顕著に発揮することがわかる。

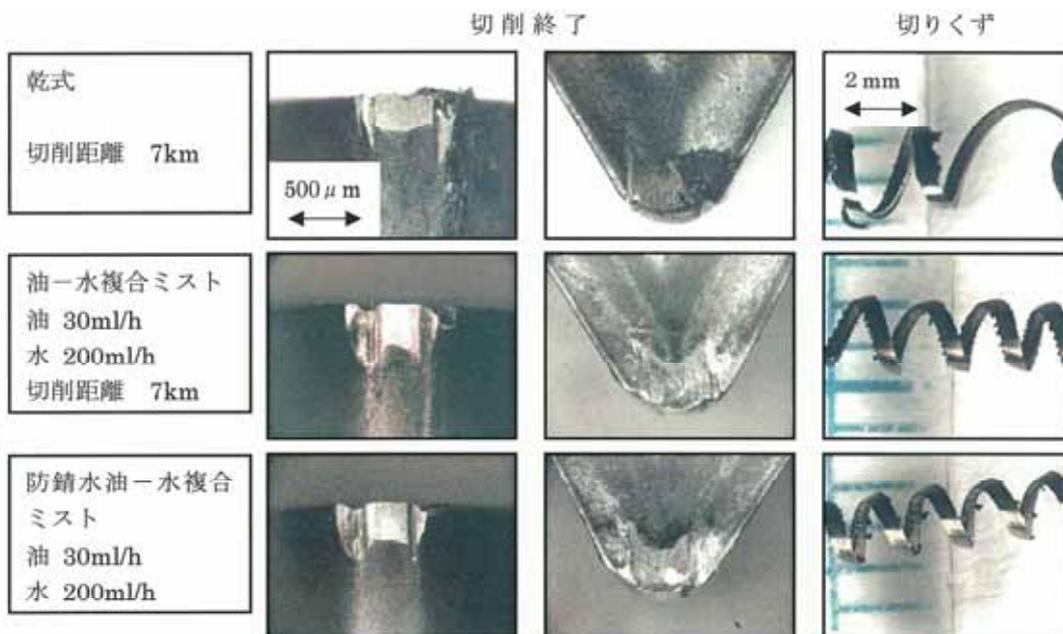


図4. 20 油-水複合ミストの工具先端面、すくい面と切りくずの形状

図4. 21に表面粗さの比較を示し、図4. 22に切削後の被削材表面と粗さ曲線を示す。

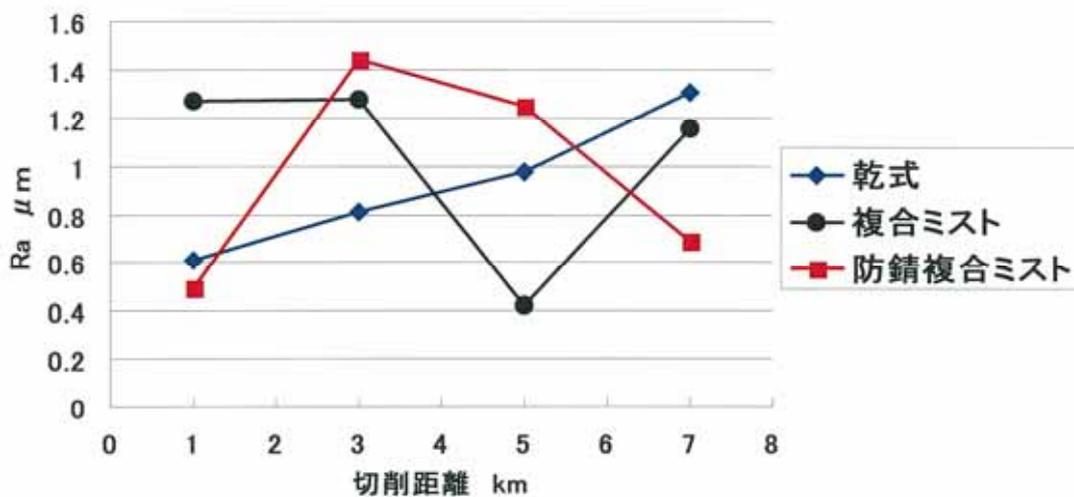


図4. 21 油-水複合ミストの表面粗さの比較

図4.21からわかるように表面粗さは切削距離によって変動が大きく、どの条件が表面粗さを抑えているか判断しづらい結果となった。乾式は粗さ値が大きく、粗さ曲線は大きな振幅で乱れている劣悪な結果となった。また粗さ曲線において、油一防錆水複合ミストの方が曲線にややうなりがみられるが、油一水複合ミストに比較すると乱れが小さいことが確認でき、よい仕上げ面になっていると考えられる。これは油一防錆水複合ミストの方が工具摩耗を抑えていることに加え、被削材に吸着面を構成することで潤滑効果を加えている為だと考えられる。よって油一水複合ミストにおいて防錆剤を溶解させた水を使用することが工具摩耗を抑制し、表面粗さにおいても粗さ曲線を観察すると乾式 油一水複合ミスト よりも改善していることがわかった。

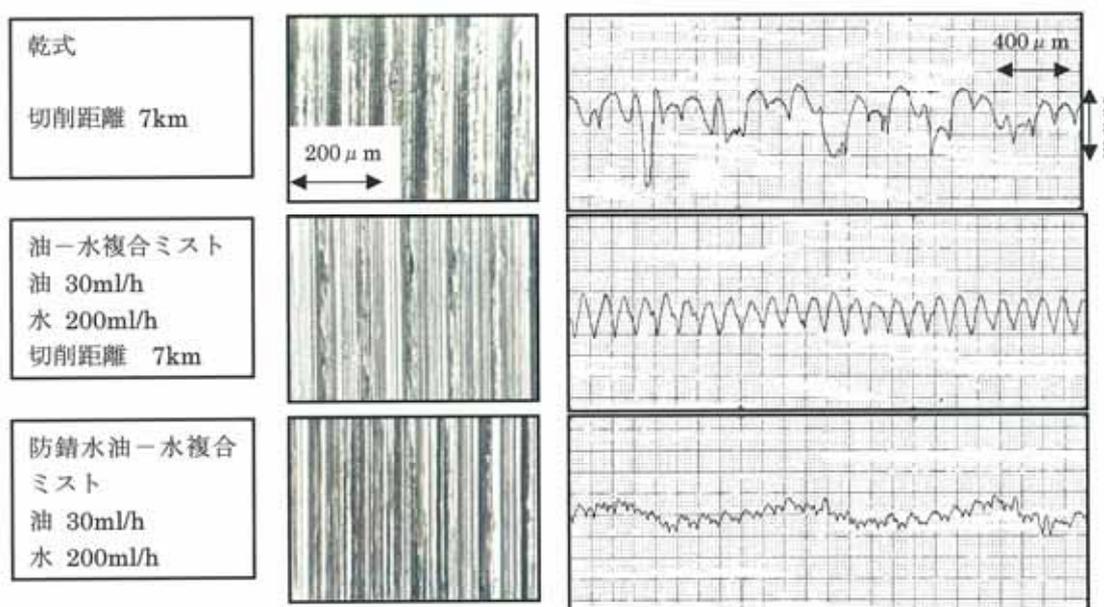


図 4. 2 2 油一防錆水複合ミストの被削材表面と粗さ曲線

第 5 章 結言

防錆水を用いて炭素工具鋼S45Cの連続切削を行い、従来の複合ミストと比較、検討を行った、以下にその結果を示す、水ミストのみで実験を行った結果、防錆水ミストは水ミストに比べて、表面粗さで改善が得られた、油一水複合ミストの水として防錆水を用いることで、従来の油一水複合ミストに比べて、工具摩耗を抑制する結果が得られた。

油一防錆水複合ミストの実験結果から、油量、水量を増加することで結果に改善が見られないことがわかった、油量30ml/hで工具の初期摩耗を抑制できることがわかった。

平成16年度卒業研究報告書 坂井邦洋氏の研究報告書の一部を引用させていただきました。

油一水複合ミスト供給法(AquaMister使用)における防錆水の使用による検討

鈴木康夫教授指導 静岡大学工学部機械工学科生産システム