

明細書

切削機械及び研削機械におけるクーラント液の供給及び分離回収方法と装置

技術分野

本発明は、切削機械及び研削機械におけるクーラント液の供給及び分離回収の方法と装置、特に刃物等と工作物との接触箇所へのクーラント液流の供給方法と装置、並びに供給後のクーラント液の自動的な分離回収の方法と装置に関するものである。

背景技術

機械加工において、加工時間を短縮し、加工歪みを極少にするために大きな要素となるのは切削刃又は研削工具と工作物との接触潤滑性と、摩擦熱の放熱・冷却性を高めることである。すなわち、切削状態はわずかな表層弱化を与えることにより改善されるという観点から、切削の主せん断域に全方向からクーラント液を侵入させ、発生した微視的き裂や空隙に吸着させれば、表面エネルギーを低下させて再接着を妨げることになる。このようなせん断域の脆性効果は、せん断角の増大、及び切り屑厚さの薄小化と切削力の減少に大きな効果を発揮する。一方、工具は工作物表面に塑性変形とせん断の場を繰り返し過渡的に形成していくものであるから、その工具が接触する塑性変形とせん断の過渡的な場ごとに効果的に冷却、潤滑を行うことはきわめて重要である。

しかしながら従来の工作機械において、そのような過渡的な場（工具接触箇所）にノズルから直接供給されるクーラント液は、工具又は工作物の回転により跳ね飛ばされ、工具と工作物表面を皮相的に掠るだけであるから効果的な冷却、潤滑に寄与しているとはいえないものである。

発明の開示

本発明者は、工作機械におけるクーラント液が好ましい流動性をもって、且つ

回転表面から受ける遠心力に抗して皮膜状に工具／工作物接触箇所にたどりつき、せん断域によく侵入できるようにするため、種々のクーラント液の相状態を実験的に現出し、検討した。

その結果、クーラント液に、連続的に気泡を混入すれば、液相質量が軽くなって工具接触箇所周辺の回転物に当たっても遠心力が小さいため吹き飛ばされ難く、また気泡が破裂したとき全方向に飛散するなかで、工具接触箇所に向かう飛沫が細いせん断域にも侵入して潤滑性をよくすること、及び残存した気泡は切り屑等の異物に付着してそれらの流動性及び浮力を高めてクーラント液の分離回収に寄与することを発見した。

従って本発明の一つの局面は、切削又は研削加工のためのクーラント液に連続的に気泡を含ませた状態で加工箇所に供給し、気泡がその加工箇所に衝突・破裂する際の全方向への飛散と、加速された飛沫の刃物／加工物圧接面への侵入とを促進させることにより、前記加工箇所の冷却性と潤滑性を高めるとともに、加工箇所に達しないか又は到達しても同箇所を通過して回収流路系に至ったクーラント液中の気泡を同液中の懸濁異物に付着させることにより、それらの異物の浮上を促進することを特徴とする切削機械又は研削機械のクーラント液供給方法を構成したことである。

次に、発明者はクーラント液が加工部に潤沢に供給されるようにするため、同液をノズルから加工部に向かって直接噴射するのではなく流れとしてそこに供給しようと試みた。このためのノズルは、加工部を包囲する非回転の円周領域にクーラント液を噴射するものであり、内部でクーラント液の微粒状乱流を形成し、かつ螺旋状に回転を与えることにより、その円周領域に達したクーラント液が渦巻き状に這うようにして回転工具を含む中心部に向かうことを発見した。

従って本発明の別の局面は、垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方に、クーラント液用の円環状ノズルをほぼ同軸位置において下向きに配置し、このノズルの排出口までの内壁に乱流を与えるための曲面と捩じり流路を設

けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記排出口より下向きに排出させ、これによって前記フライス工具又は研削具を包囲するとともに下端が工作物の表面に達したクーラント液の螺旋流からなる円筒状ベールを形成し、前記円筒状ベールの下端より前記螺旋流の少なくとも一部を前記工作物の表面に沿って渦巻き状に中心部に向かわせてフライス工具又は研削具と接触する加工箇所に供給し、さらに切り屑及び摩擦熱とともに前記円筒状ベール外に排出し、工作物の表面を伝って拡散させるようにしたことを特徴とする切削機械又は研削機械のクーラント液供給方法を構成したことである。

上記の構成において、クーラント液の円筒状ベールそのものは前記渦巻き状表面流の形成に寄与するほか、切削による油分や加工物表面皮膜の焼け焦げによる煙を閉じ込めて環境汚染の防止に役立つものである。当然ながら、前記円筒状ノズルに供給するクーラント液に気泡を含ませるならば、加工部へのクーラント液の渦巻流による供給と前述した気泡による効果を併せて発揮せしめるものであることは明らかである。

上記のクーラント液供給方法に用いるために発明されたノズル構造は、垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方において前記主軸と同軸的且つ下向きに配置するための、クーラント液用の円環状ノズルであって、

a) 環状の入口室を形成する入口環部と、

b) 前記環状の入口室に同軸的に隣接した流路環部であって、その軸対象位置において前記入口室に連通した少なくとも2本の導入路と、これらの導入路にそれぞれ連通して形成され、いずれか統一された回転方向に振じられた外向き又は内向きの振じり流路と、これらの振じり流路の各終端に連通した環状の乱流形成部分とを有するようにした前記流路環部と、

c) 前記流路環部における前記乱流形成部分の全環状域に連通し、下方及び求心方向又は外向きに開放した環状のノズル空間を形成するためのノズル環部とか

らなり、

d) 前記流路環部における前記乱流形成部分から前記ノズル空間に至る流路壁に乱流形成のために半径方向に折り返された少なくとも一つの曲折面を設けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記ノズル空間より放出させ、この螺旋流からなる実質的な円筒状ベールを形成して前記フライス工具又は研削具を包囲するようにしたことを特徴とするものである。

さらに、発明者はクーラント液のリサイクル供給を効果的に行うこと、即ち切り屑や砥粒等の異物及び混入した油分を、加工箇所への供給後回収されるクーラント液から定常的リサイクル過程において確実に分離するシステムを構成することが、流路の洗浄や液の取り替え、また添加剤(防錆剤、潤滑剤等)の補給等のために要する機械のダウンタイム(休止時間)を少なくし、且つ効果的クーラント液供給を円滑に行うための大きな要因であることに着目し、特に前述したクーラント液への気泡混入法と併用される分離・回収装置を創出した。

従って本発明のさらに別の局面は、加工箇所に供給されたクーラント液を集導し、不純物を分離してから排出する切削機械又は研削機械におけるクーラント液の分離回収装置であって、

a) 使用後のクーラント液を受け入れる流入槽と、

b) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続2槽の仕切り壁を貫通する略蜂巢状の断面を有する筒束を上流側の槽から下流側の槽にかけてやや上向き加減に配置してなる筒束連通型の槽列と、

c) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続2層の仕切り壁に設けた連絡口が底面より僅かに高い下端縁と、最終溢流レベルにより設定された定常液面レベルよりも低い上端縁とを有するようにした開口連通型の槽列と、

d) 前記筒束連通型の槽列及び開口連通型の槽列を組み合わせた複数槽の直列

における後端の槽と前記筒束連通型又は開口連通型で連なる最終の槽であって、分離回収したクーラント液を前記最終溢流レベルにおいて排出するための溢流口を有する流出槽と、

e) 前記流入槽から流出槽にかけて存在する複数の槽の少なくとも一つに設けられた水平軸を有する回転ローラからなり、部分的に槽内のクーラント液面下に没入し、液上に露出したローラ面に微小間隙を置いて対峙した先端縁を有する付着物かきとりブレードと組み合わせられた異物分離ローラとを備え、

f) 前記筒束の上向き勾配は、上流側の槽の前記筒束における下位入口部から流入したクーラント液中の、切り屑等の異物を付着した気泡群の固まりを浮力により各筒内の天井面に当接させるとともに、これらの固まりが筒内で停滞する間に後続の固まりと一体化して拡大することにより筒内への流入液に押されてその天井面の上位出口部に向かい、同出口部から下流側の槽のクーラント液相中に排出されて液面に浮上するように定められたものであることを特徴とするクーラント液の分離回収装置を構成したことである。

上記の構成において、固体微粒子の分離は遠心分離機等の大がかりな装置によることなく定常的に行われ、しかもペーパーフィルター等の濾過手段も用いないため、油分によるフィルター目詰まりでクーラント液中の添加剤が除去される恐れもない。また異物かきとり用ブレードがローラに対して微小間隙で対峙しているのは、ローラの周面にまず油分の付着層（下地）を前記微小間隙に対応する厚さにおいて形成し、以後は切り屑等に付着した気泡群の油膜を、言わば同一物質のコロニーを作る形で、その下地に容易に着床させるためである。従ってローラ周面の各部がクーラント液上部を通過してできた着床異物は、液面上に出てブレードに達したところでこのブレードによりかきとられる。

発明者はさらに、気泡を含むクーラント液の微粒化乱流をほぼ矩形断面において放出口から噴射し、旋盤の加工箇所につながった回転周面の上部から軸方向に、少なくとも前記加工箇所まで延びる領域に当てることにより、その乱流の膜が回転

周面及び刃物を這うようにして工具／工作物接触箇所に向かうことを発見した。

すなわち本発明の他の局面によれば、略矩形状断面を有する放出口を有し前記放出口までの内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けるとともに、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を遊合・装着したことにより、前記絞り曲面以前の入口部に受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにしたノズルを、旋盤の工作物用チャックの上方に位置させるとともに、前記略矩形状断面の放出口の横断面が前記旋盤の主軸線を含む面と実質的に直交し且つ工作物突出方向に偏った斜め下方を向くように配置し、これにより前記ノズルから放出されたクーラント液を前記チャックの周面上部から軸方向に、少なくとも加工箇所まで延びる領域に当てて、そのチャック及び工作物周面を包囲するクーラント液の含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部をチャック表面及び刃物から工作物の表面を伝って刃物と接触する加工箇所に供給し、且つ切り屑及び摩擦熱とともにクーラント液回収経路に向かって流出させるようにしたことを特徴とする旋盤用クーラント液の供給方法を構成したものである。

上記の旋盤用クーラント液の供給方法に用いるべく発明されたクーラント液供給ノズルの構成は、略矩形状断面を有する放出口を有し、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を前記放出口内に遊合・装着した少なくとも一つのノズル部と、

前記少なくとも一つのノズル部に連通した供給室と、この供給室へのクーラント液受入口を有する本体部とからなり、

前記受入口から前記放出口までの供給室及びノズル部の内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けたことにより、前記受入口から受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにし、このクーラント液の放出流を工作物と刃物が接触す

る加工箇所に連続した回転周面及び刃物に当てて含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部を回転周面及び刃物を伝わせて前記加工箇所に供給できるようにしたことを特徴とするものである。

図面の簡単な説明

図1は本発明のクーラント液供給システムの基本構成原理を示す略図である。

図2は本発明の基本構成において用いられるクーラント液供給ノズルの断面構造を示す部分断面図である。

図3は図2の部分断面図におけるA-A線、B-B線、C-C線、及びD-D線に沿って見た部分断面を組み合わせた図である。

図4は図1～図3に示したクーラント液供給ノズルから出たクーラント液の円筒状ベール及び渦巻き状表面流を示す側面模式図である。

図5は図4に示した円筒状ベール及び渦巻き状表面流を示す平面模式図である。

図6はクーラント液の分離回収タンクの典型的実施例を示す平面図である。

図7は図6のE-E線に沿って見た垂直断面図である。

図8は図6及び図7に示した分離回収タンク中の略蜂巢状断面を有する筒束の斜視図である。

図9は図6及び図7に示した分離回収タンクにおける回転ローラ及びブレードからなる異物分離ローラ構造を示す部分断面図である。

図10は本発明の基本構成原理を具体化した第1の設備実施例を示す線図である。

図11は本発明の基本構成原理を具体化した第2の設備実施例を示す線図である。

図12は本発明の基本構成原理を具体化した第3の設備実施例を示す線図である。

図13は本発明のクーラント液供給に関する別の構成原理の概略を示す側面略

図である。

図14は図13に示した構成に用いられるクーラント液供給ノズルの平面図である。

図15は図14のF-F線に沿って見た固定ノズル部の垂直断面図(a)及びそのG-G線に沿って見た部分平面断面図(b)である。

図16は図14に示したクーラント液供給ノズルの全体構造を示す平面断面図である。

図17は図13に示した本発明の別の構成原理を具体化した第4の設備実施例を示す線図である。

図18は図13に示した本発明の別の構成原理を具体化した第5の設備実施例を示す線図である。

図19は図13に示した本発明の別の構成原理を具体化した第6の設備実施例を示す線図である。

発明を実施する最良の形態

本発明の基本システム構成を示した図1において、1は大容量のクーラント液メインタンク、2はクーラントポンプ(P₁)であり、この場合、空気を噛み込んで気泡を含ませたクーラント液を円環状ノズル3に供給するものである。円環状ノズル3は、後述するがポンプP₁から供給されたクーラント液を、微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流からなる円筒状ベール4として下向きに噴射し、工作物5の表面に当てるものである。工作物5は移動テーブル6上において、この場合フルバックカッタからなるフライス工具7により切削されるものであり、フライス工具7を支持した主軸8は円環状ノズル3の中心軸を通っている。クーラント液の円筒状ベール4は工作物表面に当たった下端において、大部分が渦巻き状の表面流となって中心部に向かい、フライス工具7の刃物と工作物5との接触箇所に潤沢に供給される。このようにして加工物に供給された後、盛り上がりが大きくなるたびに波状的に円筒状ベール4の外側に排出されたクーラン

ト液は初めから外方に向かったクーラント液とともに工作物 5 及び移動テーブル 6 を経て、この場合、樋状の外周パン 9 に流れ落ち、吸い上げ口 10 より第 2 のクーラントポンプ 2' (P₂) により汲み上げられ、分離回収タンク 11 に達する。この分離回収タンク 11 の詳細については後述するが、ここで、油分及び切り屑等の異物を分離除去された後のクーラント液は注ぎ口 12 より前述した大容量タンク 1 に戻される。

上記の基本構成例において、円筒状ベール 4 として供給されるクーラント液は好ましくはクーラントポンプ 2 の空気噛み込み作用により、多量の気泡を含んでいる。従って、フライス工具 7 と工作物 5 との接触部に供給された多量の気泡を含むクーラント液は、その質量が低いために工具回転によって受ける遠心力が小さく、工具/工作物接触部への浸透が容易となり、その際、気泡が破裂して生じた飛沫は加速によって微小の亀裂内にも容易に浸透する。また、破裂による放熱作用も優れており、その潤滑作用及び放熱・冷却作用は前述した通り工具の切削機能を高め、超硬工具を使用して高速送りで切削することが可能になる。当然ながら、加工部位から排出されるクーラント液の流れにより切削熱は連続的に持ち去られる。このような気泡を含んだクーラント液供給の効果は、円筒状ベール 4 を介して渦巻き流を形成する本発明の方式のみでなく、従来一般に行われていたような切削点への直接的なノズル噴射流 13 においても達せられる。また、気泡をクーラント液中に含ませる操作はポンプ 2 の空気噛み込み作用以外にも、例えば分離回収タンク 11 への回収パイプ注ぎ口 14 から同タンク 11 の液面までの落差、及び分離回収タンク 11 出口の注ぎ口 12 から大容量タンク 1 の液面までの落差を十分高くすることにより、それらの注ぎ込みの衝撃により発生させることができる。

図 2 はクーラント液のための円環状ノズル 3 の断面構造を詳細に示すものである。この場合、円環状ノズル 3 の内周面の主要部は機械の主軸カバー 15 の外周面に支持されている。円環状ノズル 3 は上端の入口環部 16、中間の流路環部 1

This Sheet Has Been Replaced



10

7、曲折環部18、及びノズル環部19からなっている。入口環部16は環状入口室20を形成し、上端入口21からクーラント液の供給を受けるようになっている。流路環部17はその上端面が入口室20の底面をなす配置において入口環部16に連設され、円周方向に等間隔配置された少なくとも1個、この場合、6個のクーラント液導入路22を上端から下端部にかけて穿設し、その導入路22の下端部においていずれか統一された回転方向に振じる配置で外向き振じり流路23を形成したものである。流路環部17において導入路22及び振じり流路23を含む半径範囲の外側は乱流形成部分24として比較的大きい流路となっている。曲折環部18の主要部上面は振じり流路23及び乱流形成部分24の底面をなしており、その外端は乱流形成部分24の外周壁との間に環状の排出間隙25を形成する位置において、上方突起部分26及び内側折り返し部分27を形成している。したがって、振じり流路23から所定の回転方向に振じられた内向きのクーラント液流は曲折環部の上方突起部分26内面に衝突して、内向きに折り返され、さらに、内側折り返し部分27を迂回して外向きに曲折し、微視的な渦流又は微粒状乱流の集まりとして環状の排出路から下向きに流れ出ることになる。ノズル環部19は流路環部17の外壁に連なる外壁28と曲折環部18の下端面との間において内向き及び下向きに傾斜したノズル空間29を形成する傾斜床面30を備えている。傾斜床面30の先端は下向きに急傾斜しているため、この上方の排出路から排出されるクーラント液は回転を伴っていること、及び自重によりほとんど円筒状の下向き螺旋流として放出されることになる。

図3は上記のような円環状ノズル内のクーラント液の流れを順を追って示す水平断面図の組み合わせであり、Aではまず、入口環部21から流入したクーラント液が一つの垂直導入路22に流入して下方に向かい、その導入路22の下端から出たクーラント液はB断面に示すように、振じり流路23を経て、この場合反時計方向の流れとして乱流形成部分24内に入り、断面Cで示すように、この乱流形成部分24から内向き及び外向きに曲折してノズル空間29に連なる外側排

This Sheet Has Been Replaced



1 1

出路 31 に達し、ここから断面 D の矢印で示すように、ノズル空間 29 内を通り内向きから下向きの螺旋流として排出されることが理解されるであろう。

図 4 及び図 5 は、図 2 及び図 3 に示した円環状ノズルから放出される円筒状ベール 4 及び渦巻き状表面流の状態を詳しく示す図である。図 4 に示す通り、円筒状ベール 4 として放出されるクーラント液はノズル空間 29 よりやや内向きに放出された場合でも自重、遠心力、及び回転速度の減少等により典型的には括れた釣鐘状の螺旋流として落下し、これに多数の気泡を含む場合には白濁状態で工作物 5 の表面に当たる。工作物 5 表面に当たったクーラント液の大部分は、その螺旋回転の方向に渦を巻いて中心部に向かい、工具 7 の下部を覆って図 4 の 32 で示すような盛り上がりを示し、この盛り上がりの高さがある程度上昇するたびに円筒状ベール 4 外に波状的に流出し、再び盛り上がり状態を繰り返しながらフライス工具 7 と工作物 5 の接触部の潤滑及び冷却に役立つことになる。このように加工物表面 5 に当たったクーラント液が飛び散らず渦流をなす理由として、一つは円筒状ベールが矢印 33 で示すような螺旋又はひねり回転をしていることと、円環状ノズル内において乱流を形成したことにより、言わばクーラント液の微粒（乱流塊）が集まった状態の流れとなり、同様な微粒群状の工作物表面におけるクーラント液膜上を滑るような状態で流動するからであると考えられる。このような切削工具と工作物との接触部が常時クーラント液相で満たされる状態は従来の直射型ノズルでは全く得られなかった現象であり、これによって切削箇所の潤滑性及び冷却性は飛躍的に向上する。そして、クーラント液に気泡を含む場合には、前述した気泡による潤滑及び冷却効果が加わり、切削性能は一段と向上する。クーラント液が分離回収タンクを用いて比較的清浄に維持される場合、フライス工具 7 としてコーティング超硬工具により湿式切削すると、従来 150～200 m/分で切削していたものを、その 2 倍以上の 300～700 m/分まで速度を上げて切削することができ、しかも、摩擦熱がよく放出・冷却されるため、切り屑は焼入れ状態の青色ではなく、銀白色を呈することが確認された。また、工

作物5への衝突や工具回転による衝撃を受けても、クーラント液は、その噴射圧が低圧力又は中圧力であれば、ミストが発生しても、流動するクーラント液中に取り込んでしまうので作業環境への影響も少なくなる。また、発生した熱はほとんどが水の気化熱として奪われるため、クーラント液の成分の減少は少なく、クーラント液の補充は単に水又は希釈倍率の高いクーラント液を供給すればよいことになる。

図6及び図7に示す通り、クーラント液の分離回収タンク11は複数区分に分かれ、供給口14の直下に位置する流入槽34と排出口35を有する出口槽36との間に複数（この場合、4個）の筒束連通槽37、38、39、及び40を配列したものである。入口槽34と最初の連通槽37との間は底面より僅かに高い下端縁と最終溢流レベルより僅かに低い上端縁とを有する連絡口41により連なった開口連通をなしており、連通槽37と連通槽38との間は略蜂巢状断面（図8）を有する筒束42により連通している。後者の連通槽38と次の連通槽39との間は再び連絡口41により連通し、連通槽39と次の連通槽40との間は第2の同様な筒束42により連通している。さらに、この最終の連通槽40と出口槽36との間は前述した連絡口41により連通している。好ましくは、最終連通槽40内において、筒束42の出口に対向した位置に垂直正面を有する異物付着用ベルトコンベヤ43が配置され、そのベルトコンベヤの上端は槽内のクーラント液面44及びタンク上縁45よりも突出したレベルにある。また、筒束連通槽37、38及び39の上部には、下端を定常レベルのクーラント液面44中に僅かに没入させた異物分離ローラ46がそれぞれ配置される。異物分離ローラにおけるタンク上縁45より高い周面及び前述したベルトコンベヤ43の上端近傍におけるこれらのローラ部分及びベルトコンベヤ部分の付着物は、それぞれ仮想図示したブレード47及び48によりかき取られるようになっている。

これらのブレード47の上端とローラ46との間は僅かに間隙を有し、この間隙を埋めるまでローラ46等の表面に付着した油膜上にはフロック又はコロニー

を作る形で気泡群と切り屑との付着塊表面の油膜が容易に付着し、ブレード位置において掻き取られる。このことはベルトコンベア43と、ブレード48との関係においも同様に成立する。槽34、37間及び38、39間及び40、36間における連絡口は沈殿した重量異物及び定常状態において浮上した軽量異物を共に次槽に流さないように堰き止めるものであり、例えば入口槽34において異物溜め49をその底面に配置しておけば、適当な時期にこの異物溜め49を持ち上げて沈殿物を除去することができる。

2連槽37、38及び39、40を貫通する形で配置された筒束42は図8で示すように上流側から下流側にかけて僅かに上を向くように傾斜配置され、クーラント液がその中を通して次の槽へ進むとき、気泡の油膜に付着して、浮上しようとする異物は各筒内の上面に当たって停滞するが、次々と同様な異物が当たって外形が大きくなり、やがて液流に押されて下流側の槽に押し出され、その槽内の液面まで浮上することになる。

各槽内において浮上した異物は前述した通り、ローラ46表面の油膜に付着し、液面に出てからブレード47により掻き取り除去される。最終の筒束42から排出されたクーラント液中の異物はその筒束の出口端に対向したベルトコンベヤ43の垂直面に付着して、液面の上方に持ち上げられ、やがてブレード48により掻き取り除去される。なお、各筒束42の直下にはタンク底面に設置されたヒータ50が位置しており、筒束42内の付着異物を確実に落とすための熱源とすることができる。これは油の粘度が温度上昇により低下することを利用したものである。もちろん、分離回収タンク11の全体を加熱してもよい。上記の分離回収タンクの構成は一例として示したものであり、筒束連通槽の数を図示の4個から6個以上、又はすでに気泡がある場合2個のみとしてもよいことは明らかである。

上記のような分離回収タンクを用いることによりリサイクルされるクーラント液の清浄度は常に維持され、これによって大容量タンクの清掃が容易となり、ク

ーラント液の更新期間がのびる。また、油吸着材やペーパーフィルターなどを使用しないため、捕集費用が削減できることは明らかである。

図10～図12は本発明の基本構成原理を具体化した三つの設備実施例をそれぞれ示すものである。第1の実施例は図1に示した基本構成と異なる液槽配列を有するものであり、分離回収タンク101上に直接設けられたクーラントポンプP₁からは前述した円環状ノズル3及び従来型の補助ノズル102に対しそれぞれ流量調整弁103及び104を介して、好ましくは気泡を含むクーラント液が供給される。105は工作物、106は機械本体、107はフライス盤の回転工具、108は主軸、109はコラムであり、機械本体106直下のタンク110は樋状でなく密閉型の大容量タンクであり、これがクーラント液の直接回収タンク及びメインタンクの役割を果たし、この上に第2のクーラントポンプP₂が設置されたものである。

図11に示す第2の実施例においては、機械本体106下方のタンク110'内に分離回収部111を形成し、ここからクーラントポンプP₂により吸い上げた回収クーラント液を大容量の予備タンク112に供給し、さらに、ポンプP₁により加工部に向かわせる構成であり、その他は図10に示した第1の実施例と同様である。

図12に示した第3の実施例においては、機械本体106の直下に分離回収タンク111'そのものを配置し、これに連設して大容量タンク110''を設け、1個のクーラントポンプP₁のみによりクーラント液供給を行おうとするものであり、その他の構成は図10及び図11に示した実施例と同様である。

図13は本発明のクーラント液供給のための別の構成を示す側面略図である。図13の旋盤においてクーラント液ノズル53は矩形断面を有する下端ノズル口から乱流及び気泡を含んだクーラント液を噴射して旋盤の工作物把持チャック55の周面上部から軸方向に工作物56及び少くともバイト57の領域までに噴射する方式である。チャック55と工作物56の周面及びバイト57に当たったク

ーラント液はその乱流及び気泡の存在により撥ね飛ばされることなく、回転周面に張りつく形で流動膜を作り、バイト57と工作物56との接触箇所に潤沢に供給される。この方式においても、図1～図5に示したノズルと同様の接触箇所潤滑及び冷却効果を発揮するものである。また、この方式で切削を勧めていけば、バイト57の位置はチャック55に接近し、ノズル53からのクーラント液噴射流はバイト57上方の刃物台にも当たり、クーラント液は前記接触箇所にいっそうよく供給されることになる。

図14～図16はノズル53の実施例の構造を示すものであり、図13に示したノズル53の形状は図14の右側における第1のノズル部53aとノズル本体53bとの関係を示したものである。この第1のノズル部53aと第2のノズル部54cは共にその下端隅部に出口断面H（図15）が略矩形状のノズル開口58を有し、ここから図13～15（a）における下方に向かってクーラント液を噴射するものである。59はそのクーラント液噴射時において振動し、もしくは流路抵抗となることにより噴射クーラント液中に気泡を含ませるために、ノズル開口58中に挿入された実質的剛性又は弾性を有する金属製の振動板又は舌片である。この振動板59は図15に示すように、上端側面領域60のみがノズル開口58の壁面に固着され、周囲にクーラント液が流れるのを許容するものである。ノズル開口58の外側から見た横断面は前述した通り矩形状であって、その内側はクーラント液の入口室となっており、この入口室は第1のノズル部53aと一体化された本体部53bのクーラント液受入口61と連通している。受入口61への連通口部62は入口室及び受入口61の主要部断面積より小さく絞られた乱流形成部となっており、受入口61に流入したクーラント液はこの乱流形成部を通過することにより微粒状乱流の集まりとして入口室からノズル開口58内に流入する。乱流形成部62は図15（b）に示す通り、全周的にも絞り形状を有するものであり、受入口61に流入したクーラント液はまず本体部の背面突起63に当たって乱流を生じ、さらに絞り部62において絞られることにより前述し

たような微粒状乱流の集まりとしてノズル開口58より放出されることになる。

図14及び図16に示す通り、第2のノズル部53cは本体部53bに対し角度調整自在となっており、両ノズルの振動板59を含む面の相互角度を変え、機械の定位置に置かれたノズル53の下方に位置するチャック周面に対してそれぞれ直角にクーラント液を噴射する等の調整が行えるようになっている。

図17～図19はこの第2のノズル構成を用いた三つの設備実施例を示すものであり、いずれも、2個の刃物台に対して2個のノズル53を配置し、さらにこれらの刃物台113a、113bに対しても直接クーラント液を供給する流路が存在し、これらに対する流量調整弁114a、114'a及び114bを有する。ここに、108'は主軸、201は分離回収タンク、210はメインタンク、212は予備タンクである。その他の構成は図17のものにおいては図10に示した第1の構成原理における1番目の実施例と同様である。

同じく図18及び図19の実施例も、図17と同様のノズル流路及び刃物台供給流路を有する他は、それぞれ図11及び図12に示した第1の構成原理における第2及び第3の実施例と同様に構成されている。

本発明システムによる工作実施例

本発明の基本構成原理を用いたシステムを使用することにより、機械部品などの切削及び研削加工のトータルコストの著しい削減、高精度化が可能となることが確認された。すなわち、冷却性能と潤滑性能の著しい向上により、フルバックカッターで通常なら非常に歪みやすい薄鉄板を高速、高送りできわめて歪みの少ない加工を行うことができた。

例えば一般に加工困難とされる厚み12mm×幅1212mm×長さ2424mmのSS400の板を主軸馬力15kw/h、カッター直径200mm、切り込み1.3mm、切削速度500mm/min、切削送り速度3000mm/min～5000mm/minで加工することができた。使用工具は、一般に市販されているノンコートチップでも可能である。

一般に市販されているコーティングチップを使用した場合、主軸馬力15kw/h、切り込み1.7mm、切削速度400mm/min及び切削送り速度3650mm/minにおいて、焼きなまし処理をしていない市販黒皮鉄板材料の厚み12mm×1212mm×2424mmの板でフルバックカッター加工を行っても歪みは0.1mm以内に抑えることができた。粗削り加工後、歪み分を除去し、最後にさらえ刃付き仕上げ用フルバックカッターで仕上げ加工を行えば著しい生産性の向上が可能となる。

クーラント液供給ノズルは、切削点に直接クーラント液を流さないため工具長さの変化があってもノズルの調整が不要になる。マシニングセンターのように常に工具長さの変わる工具を使用する機械の場合には、非常に有効である。

ワーク表面に沿って張付くようにクーラント液が切削点に流れ込むため、フルバックカッターのみならず、ドリル、エンドミル、タップ、ボーリング加工などにおいても同様の効果を発揮させることができる。

産業上の利用可能性

本発明は、以上述べた通りの構成において、潤滑性と冷却性に優れたクーラント液の気泡混入法と切削部への潤沢なクーラント液供給を行うノズル供給方式を提供し、さらに異物分離機能の優れた定常的なクーラント液リサイクルシステムを構成したことにより、流動的にクーラント液を供給して高速かつ高精度の切削又は研削加工を行うことができる。加工速度は1.5～3倍程度まで高めることができるため、これに伴う経済的効果は極めて大きくなる。また、切削油コストの低下及びタンク洗浄コストの大幅な低下も見込めるため、能率向上、環境汚染の緩和、省力化等においても計り知れない効果を提供するものである。なお、分離回収タンクそれ自体は優れた混入物分離機能及び油水分離機能を発揮するものであるため、給油所等における油水分離装置としての使用も可能である。また、クーラント液として場合によっては水と防錆剤のみで切削することも可能である。



請求の範囲

1. 切削又は研削加工のためのクーラント液に連続的に気泡を含ませた状態で加工箇所に供給し、気泡がその加工箇所に衝突・破裂する際の全方向への飛散と、加速された飛沫の刃物／加工物圧接面への侵入を促進させることにより、前記加工箇所の冷却性と潤滑性を高めることを特徴とする切削機械又は研削機械におけるクーラント液の供給方法。
2. 切削又は研削加工のためのクーラント液に連続的に気泡を含ませた状態で加工箇所に供給し、気泡がその加工箇所に衝突・破裂する際の全方向への飛散と、加速された飛沫の刃物／加工物圧接面への侵入を促進させることにより、前記加工箇所の冷却性と潤滑性を高めるとともに、加工箇所に達しないか又は到達しても同箇所を通過して回収流路系に至ったクーラント液中の気泡を同液中の懸濁異物に付着させることにより、それらの異物の浮上を促進することを特徴とする切削機械又は研削機械におけるクーラント液の供給方法。
3. 垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方に、クーラント液用の円環状ノズルをほぼ同軸位置において下向きに配置し、このノズルの排出口までの内壁に乱流を与えるための曲面と振り流路を設けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記排出口より下向きに排出させ、これによって前記フライス工具又は研削具を包囲するとともに下端が工作物の表面に達したクーラント液の螺旋流からなる円筒状ベールを形成し、前記円筒状ベールの下端より前記螺旋流の少なくとも一部を前記工作物の表面に沿って渦巻き状に中心部に向かわせてフライス工具又は研削具と接触する加工箇所に供給し、さらに切り屑及び摩擦熱とともに前記円筒状ベール外に排出し、工作物の表面を伝って拡散させるようにしたことを特徴とする切削機械又は研削機械におけるクーラント液の供給方法。
4. 前記円筒状ノズルに供給するクーラント液に連続的に気泡を含ませることを





特徴とする請求項3記載の方法。

5. 垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方において前記主軸と同軸的且つ下向きに配置するための、クーラント液用の円環状ノズルであって、

a) 環状の入口室とを形成する入口環部と、

b) 前記環状の入口室に同軸的に隣接した流路環部であって、その軸対象位置において前記入口室に連通した少なくとも2本の導入路と、これらの導入路にそれぞれ連通して形成され、いずれか統一された回転方向に振じられた外向き又は内向きの振じり流路と、これらの振じり流路の各終端に連通した環状の乱流形成部分とを有するようにした前記流路環部と、

c) 前記流路環部における前記乱流形成部分の全環状域に連通し、下方及び求心方向又は外向き方向に開放した環状のノズル空間を形成するためのノズル環部とからなり、

d) 前記流路環部における前記乱流形成部分から前記ノズル空間に至る流路壁に乱流形成のために半径方向に折り返された少なくとも一つの曲折面を設けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記ノズル空間より放出させ、この螺旋流からなる実質的な円筒状ベールを形成して前記フライス工具又は研削具を包囲するようにしたことを特徴とする切削機械又は研削機械のためのクーラント液用円環状ノズル。

6. 加工箇所へ供給されたクーラント液を集導し、不純物を分離してから排出する切削機械又は研削機械におけるクーラント液の分離回収装置であって、

a) 使用後のクーラント液を受け入れる流入槽と、

b) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続2槽の仕切り壁を貫通する略蜂巣状の断面を有する筒束を上流側の槽から下流側の槽にかけてやや上向き加減に配置してなる筒束連通型の槽列と、

c) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続



2 槽の仕切り壁に設けた連絡口が底面より僅かに高い下端縁と、最終溢流レベルにより設定された定常液面レベルよりも低い上端縁とを有するようにした開口連通型の槽列と、

d) 前記筒束連通型の槽列及び開口連通型の槽列を組み合わせた複数槽の直列における後端の槽と前記筒束連通型又は開口連通型で連なる最終の槽であって、分離回収したクーラント液を前記最終溢流レベルにおいて排出するための溢流口を有する流出槽と、

e) 前記流入槽から流出槽にかけて存在する複数の槽の少なくとも一つに設けられた水平軸を有する回転ローラからなり、部分的に槽内のクーラント液面下に没入し、液上に露出したローラ面に微小間隙を置いて対峙した先端縁を有する付着物かきとりブレードと組み合わせられた異物分離ローラとを備え、

f) 前記筒束の上向き勾配は、上流側の槽の前記筒束における下位入口部から流入したクーラント液中の、切り屑等の異物を付着した気泡群の固まりを浮力により各筒内の天井面に当接させるとともに、これらの固まりが筒内で停滞する間に後続の固まりと一体化して拡大することにより筒内への流入液に押されてその天井面の上位出口部に向かい、同出口部から下流側の槽のクーラント液相中に排出されて液面に浮上するように定められたものであることを特徴とするクーラント液の分離回収装置。

7. 前記筒束連通型の各槽の底部において、その上方に位置する前記筒束を加熱するためのヒータを設けたことを特徴とする請求項 7 記載の装置。

8. 前記少なくとも 1 組の筒束連通型 2 連槽の下流側槽において、前記筒束の上位出口部に対向した垂直上昇面、及びこの垂直上昇面の液面上方に突出した上端から折り返されて配置された垂直下降面を有する異物付着用ベルトと、前記ベルトの上端折返し部から液面までの前記垂直下降面に対向してベルトに付着した異物をかきとるためのブレードとを備えたことを特徴とする請求項 6 記載の装置。





9. 略矩形状断面を有する放出口を有し前記放出口までの内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けるとともに、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を遊合・装着したことにより、前記絞り曲面以前の入口部に受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにしたノズルを、旋盤の工作物用チャックの上方に位置させるとともに、前記略矩形状の放出口の横断面が前記旋盤の主軸線を含む面と実質的に直交し且つ工作物突出方向に偏った斜め下方を向くように配置し、これにより前記ノズルから放出されたクーラント液を前記チャックの周面上部から軸方向に、少なくとも加工箇所まで延びる領域に当てて、そのチャック及び工作物周面を包囲するクーラント液の含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部をチャック表面及び刃物から工作物の表面を伝って刃物と接触する加工箇所に供給し、且つ切り屑及び摩擦熱とともにクーラント液回収経路に向かって流出させるようにしたことを特徴とする旋盤用クーラント液の供給方法。

10. 前記略矩形状断面を有する放出口を有するノズルを2個並列配置し、前記クーラント液の含気泡乱流を近接・平行した2本の放出流として前記チャック周面に当てることを特徴とする請求項9記載の方法。

11. 略矩形状断面を有する放出口を有し、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を前記放出口内に遊合・装着した少なくとも一つのノズル部と、

前記少なくとも一つのノズル部に連通した供給室と、この供給室へのクーラント液受入口を有する本体部とからなり、

前記受入口から前記放出口までの供給室及びノズル部の内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けたことにより、前記受入口から受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにし、このクーラント液の放出流を工作物と刃物



が接触する加工箇所連続した回転周面及び刃物に当てて含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部を回転周面及び刃物を伝わせて前記加工箇所に供給できるようにしたことを特徴とする旋盤用クーラント液供給ノズル。

12. 前記ノズル部を2個並列配置し、一方のノズル部を前記本体部に固定するとともに、他方のノズル部を前記本体部に角度調整自在に連結したことにより、両ノズルから出た二本のクーラント液の放出流を前記回転周面に対しほぼ直角に当てるようにしたことを特徴とする請求項11記載のノズル。



補正書の請求の範囲

[1997年7月11日(11.07.97)国際事務局受理:出願当初の請求の範囲1及び2は取り下げられた;他の請求の範囲は変更なし。(4頁)]

1. (削除)
2. (削除)
3. 垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方に、クーラント液用の円環状ノズルをほぼ同軸位置において下向きに配置し、このノズルの排出口までの内壁に乱流を与えるための曲面と振り流路を設けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記排出口より下向きに排出させ、これによって前記フライス工具又は研削具を包囲するとともに下端が工作物の表面に達したクーラント液の螺旋流からなる円筒状ベールを形成し、前記円筒状ベールの下端より前記螺旋流の少なくとも一部を前記工作物の表面に沿って渦巻き状に中心部に向かわせてフライス工具又は研削具と接触する加工箇所に供給し、さらに切り屑及び摩擦熱とともに前記円筒状ベール外に排出し、工作物の表面を伝って拡散させるようにしたことを特徴とする切削機械又は研削機械におけるクーラント液の供給方法。
4. 前記円筒状ノズルに供給するクーラント液に連続的に気泡を含ませることを特徴とする請求項3記載の方法。
5. 垂直主軸に連結されたフライス工具又は研削工具の上方において前記主軸と同軸的且つ下向きに配置するための、クーラント液用の円環状ノズルであって
 - a) 環状の入口室とを形成する入口環部と、
 - b) 前記環状の入口室に同軸的に隣接した流路環部であって、その軸対象位置において前記入口室に連通した少なくとも2本の導入路と、これらの導入路にそれぞれ連通して形成され、いずれか統一された回転方向に振り流された外向き又は内向きの振り流路と、これらの振り流路の各終端に連通した環状の乱流形成部分とを有するようにした前記流路環部と、



c) 前記流路環部における前記乱流形成部分の全環状域に連通し、下方及び求心方向又は外向き方向に開放した環状のノズル空間を形成するためのノズル環部とからなり、

d) 前記流路環部における前記乱流形成部分から前記ノズル空間に至る流路壁に乱流形成のために半径方向に折り返された少なくとも一つの曲折面を設けたことにより、供給されたクーラント液を微粒状乱流の集まりであって総体的には螺旋流として前記ノズル空間より放出させ、この螺旋流からなる実質的な円筒状ベールを形成して前記フライス工具又は研削具を包囲するようにしたこととを特徴とする切削機械又は研削機械のためのクーラント液用円環状ノズル。

6. 加工箇所に供給されたクーラント液を集導し、不純物を分離してから排出する切削機械又は研削機械におけるクーラント液の分離回収装置であって、

a) 使用後のクーラント液を受け入れる流入槽と、

b) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続2槽の仕切り壁を貫通する略蜂巢状の断面を有する筒束を上流側の槽から下流側の槽にかけてやや上向き加減に配置してなる筒束連通型の槽列と、

c) 前記流入槽以降における少なくとも1組の連続2槽からなり、前記連続2槽の仕切り壁に設けた連絡口が底面より僅かに高い下端縁と、最終溢流レベルにより設定された定常液面レベルよりも低い上端縁とを有するようにした開口連通型の槽列と、

d) 前記筒束連通型の槽列及び開口連通型の槽列を組み合わせた複数槽の直列における後端の槽と前記筒束連通型又は開口連通型で連なる最終の槽であって、分離回収したクーラント液を前記最終溢流レベルにおいて排出するための溢流口を有する流出槽と、

e) 前記流入槽から流出槽にかけて存在する複数の槽の少なくとも一つに設けられた水平軸を有する回転ローラからなり、部分的に槽内のクーラント液面に没入し、液上に露出したローラ面に微小間隙を置いて対峙した先端縁を有



する付着物かきとりブレードと組み合わせられた異物分離ローラとを備え、

f) 前記筒束の上向き勾配は、上流側の槽の前記筒束における下位入口部から流入したクーラント液中の、切り屑等の異物を付着した気泡群の固まりを浮力により各筒内の天井面に当接させるとともに、これらの固まりが筒内で停滞する間に後続の固まりと一体化して拡大することにより筒内への流入液に押されてその天井面の上位出口部に向かい、同出口部から下流側の槽のクーラント液相中に排出されて液面に浮上するように定められたものであることを特徴とするクーラント液の分離回収装置。

7. 前記筒束連通型の各槽の底部において、その上方に位置する前記筒束を加熱するためのヒータを設けたことを特徴とする請求項7記載の装置。
8. 前記少なくとも1組の筒束連通型2連槽の下流側槽において、前記筒束の上位出口部に対向した垂直上昇面、及びこの垂直上昇面の液面上方に突出した上端から折り返されて配置された垂直下降面を有する異物付着用ベルトと、前記ベルトの上端折返し部から液面までの前記垂直下降面に対向してベルトに付着した異物をかきとるためのブレードとを備えたことを特徴とする請求項6記載の装置。
9. 略矩形状断面を有する放出口を有し前記放出口までの内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けるとともに、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を遊合・装着したことにより、前記絞り曲面以前の入口部に受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにしたノズルを、旋盤の工作物用チャックの上方に位置させるとともに、前記略矩形状の放出口の横断面が前記旋盤の主軸線を含む面と実質的に直交し且つ工作物突出方向に偏った斜め下方を向くように配置し、これにより前記ノズルから放出されたクーラント液を前記チャックの周面上部から軸方向に、少なくとも加工箇所まで延びる領域に当てて、そのチャック及び工作物周面を包囲するクーラント



液の含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部をチャック表面及び刃物から工作物の表面を伝って刃物と接触する加工箇所へ供給し、且つ切り屑及び摩擦熱とともにクーラント液回収経路に向かって流出させるようにしたことを特徴とする旋盤用クーラント液の供給方法。

10. 前記略矩形状断面を有する放出口を有するノズルを2個並列配置し、前記クーラント液の含気泡乱流を近接・平行した2本の放出流として前記チャック周面に当てることを特徴とする請求項9記載の方法。

11. 略矩形状断面を有する放出口を有し、前記放出口の断面と交差して外部に突出する剛性又は弾性材料からなる舌片を前記放出口内に遊合・装着した少なくとも一つのノズル部と、

前記少なくとも一つのノズル部に連通した供給室と、この供給室へのクーラント液受入口を有する本体部とからなり、

前記受入口から前記放出口までの供給室及びノズル部の内壁に乱流を与えるための絞り曲面を設けたことにより、前記受入口から受け入れたクーラント液が前記舌片を通過する際に巻き込んだ気泡を含む微粒状乱流の集まりとして前記放出口から放出されるようにし、このクーラント液の放出流を工作物と刃物が接触する加工箇所に連続した回転周面及び刃物に当てて含気泡乱流膜を形成するとともに、この含気泡乱流膜の少なくとも一部を回転周面及び刃物を伝わせて前記加工箇所に供給できるようにしたことを特徴とする旋盤用クーラント液供給ノズル。

12. 前記ノズル部を2個並列配置し、一方のノズル部を前記本体部に固定するとともに、他方のノズル部を前記本体部に角度調整自在に連結したことにより、両ノズルから出た二本のクーラント液の放出流を前記回転周面に対しほぼ直角に当てるようにしたことを特徴とする請求項11記載のノズル。