

401 油漬けドリル深穴加工

Deep-hole Drilling Soaking Drill into Oil Bath

日本工業大学 工学部 谷口雅樹, 窪田英毅

Masaki Taniguchi, Hidetaka Kubota, Nippon Institute of Technology

モノづくりの現場においては、切削油の使用量軽減及びその飛散解消による作業環境の改善及び好地球環境への対応が急務であることから、鋼材を対象とした旋削及びフライス加工では乾切削が30%以上に達している⁽¹⁾。しかしながら、ドリルによる深穴加工では、ドリルみぞへの切りくず詰まりと高温となる切削温度の関係から、切削油剤の使用は避けられない。そのため、この課題の解決に有効な切削油供給方式として、油霧(ミスト)供給が注目されているが、欠点は人畜に害のない植物油あるいは合成油を用いるとしても、ミストが加工機の周辺に拡散することである。そこで、本研究ではこのような心配のない最小油量潤滑(MQL)の切削油供給方法として、油漬けによる切削油供給方法を提示するとともに、この切削油供給の工具寿命に及ぼす効果を乾切削及び油液、油霧供給と比べながら検討した。

Key Words: deep-hole drilling, MQL cutting, tool life, chip disposal

1. はじめに

一般的に鋼材の穴加工においては、加工穴径の5倍以上の穴深さになると、切りくず詰まりが生じてドリルは突然折損することから、ドリル深穴加工においては、切りくず詰まり回避が最優先課題である。そこで、本研究ではこの解決を前提として、深穴加工時の従来慣用されている油液供給とMQLの切りくず生成及び工具寿命に及ぼす効果を各種切削油剤で調べた。

2. 実験方法

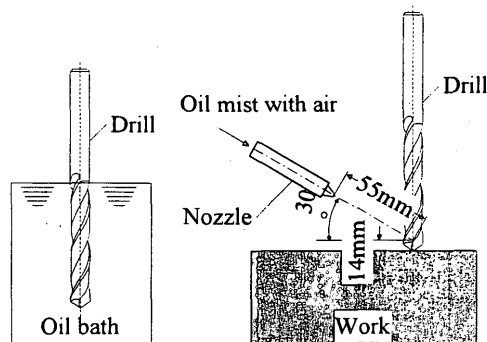
用いたドリルは直径3mmの市販の標準ドリル(NACHI: LIST500)で、材質はSKH51である。被削材は鋼材(SS400)である。加工条件は回転数2800min⁻¹、送り0.06mm/revである。加工穴深さは加工穴径の10倍で30mmである。切削油剤は表1に示す7種類で、40℃の動粘度(mm²/s)のみの性状を示した。切削油供給方法を図1に示す。同図(a)は油漬けによる切削油供給で、加工開始前にドリルみぞ全体を油槽に浸ける最小油量潤滑である。なお、以後この切削油供給方法を油漬け供給と呼ぶ。また、油霧はセミドライ霧化装置(TACO(株): 型番MCA-01H4)を用いて、同図(b)に示すようなノズル(内径1.6mm)位置で約2mL/min供給する。なお、その時の空気量は約88NL/minである。また、ここには図示しないが、従来の切削液供給は約2.5L/minの油量をドリル軸心から45°傾けた2本のノズルによってドリル先端に供給する。

3. 実験結果

それぞれ新品の5本のドリルを用いたドリル折損前までの穴加工数の平均を図2に示す。図よりNo.5の切削油剤が最も多くの穴をあけることができ、その穴加工数は847個と示されているが、実際は実験時間が膨大になることから、この穴加工数で打ち切っているため、847個以上の穴を加工することができる。また、この結果から油漬け供給においても、工具寿命は油剤によって異なる。ここで、油霧供給の同切削油における穴加工数は油漬け供給と同等の穴加工数であったが、油液供給では平均4.6個であった。また、油液供給では鉱油をベースとした低粘度のNo.2の切削油が工具寿命延長に適當であることから、この油剤で穴加工を試みたところ、5回穴加工の平均穴加工数は85.8個であった。したがって、この油剤においては油漬け供給より工具寿命は伸長するが、No.5油剤を用いた油漬け供給の工具寿命には及ばない。また、確認のため乾切削による穴加工実験も行ったが、平均穴加工数は5個であった。

表1 油漬け穴加工に用いた切削油剤

No.	Oil type	Viscosity
1	Fat	8
2	Mineral	9
3	Vegetable fat	25
4	Vegetable fat	28
5	Vegetable fat	38
6	Synthetic	68
7	Mineral	68



(a) 油漬け供給

(b) 油霧供給

図1 切削油の供給方法

以上から従来の油液供給は工具寿命延長に効果はない。図3はここにおける加工条件とは異なるが、切りくず詰まりが生じた状態と、その時の穴壁面を示す。穴壁面は切りくず通過時の摩擦によって、鏡面状態となっている。したがって、切りくず詰まりが生じれば、切りくずの排出抵抗が増大し、結果としてドリルは早期に折損する。また、乾切削における

る、5回穴加工の平均穴加工数は85.8個であった。したがって、この油剤においては油漬け供給より工具寿命は伸長するが、No.5油剤を用いた油漬け供給の工具寿命には及ばない。また、確認のため乾切削による穴加工実験も行ったが、平均穴加工数は5個であった。

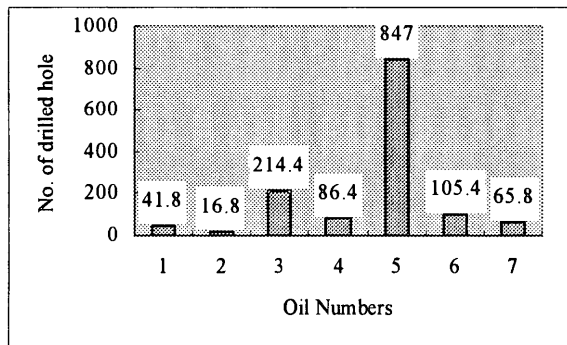


図2 油漬け供給による穴加工数

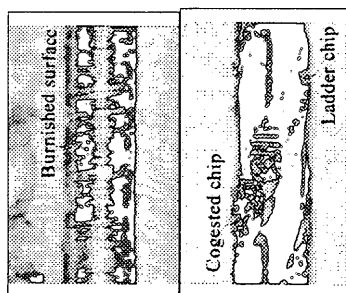


図3 切りくず詰まり

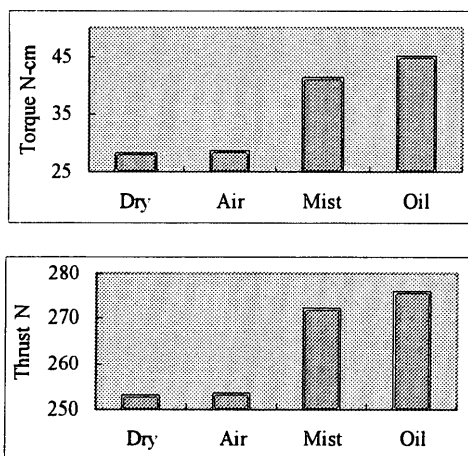
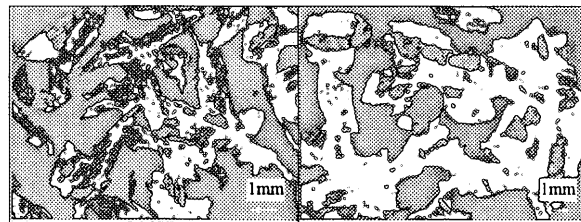


図4 切削抵抗力

工具寿命低下の原因は加工穴深さに伴う工具温度の上昇が早期に切れ刃を摩耗させ、工具寿命を短縮させると考えられる。図4は乾切削及び圧縮空気、油霧、油液供給の新品ドリル10本による1個目穴加工時の平均切削抵抗力であるが、注目すべきことは圧縮空気供給を含む乾切削は油霧を含む油供給と比べて十分に小さいことである。したがって、乾切削は油供給と比べて、切りくずの排出は滑らかであると考えられる。図5は乾切削と油液供給によって生成された切りくず形状である。

乾切削時の切りくず形状は同図(a)に示すように、短冊形であるが、同図(b)の油液供給ではコイル状の切りくずが顕著に見られる。そこで、以下にドリル切削によって生成される切りくず形状について検討する。図6(a)に示すように、外周コーナー側での切削速度はドリル中心側と比べて大きい



(a) 乾切削 (b) 油液供給

図5 切りくず形状

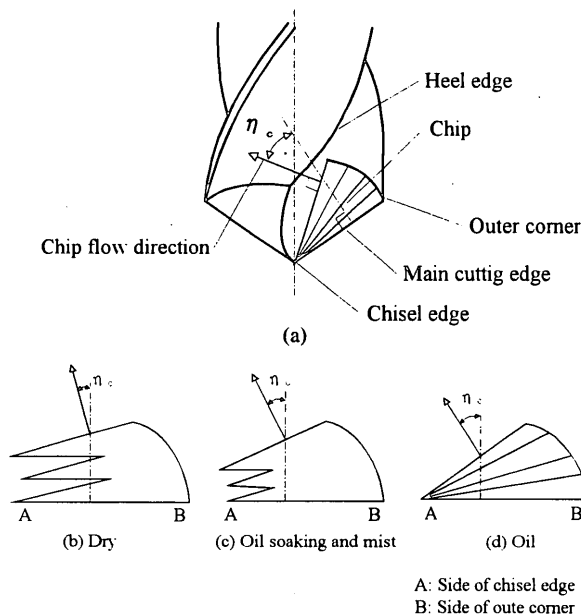


図6 切りくず生成状態

ことから、切りくずは扇形状になる。ここに、切りくずの流出方向を刃直角面内から測った η_c で表せば、 η_c の大小が切りくず形状に大きな影響を及ぼすと考えられる。すなわち、同図(b)に示すように、乾切削ではチゼルエッジ側で生成された切りくず端には、大きな亀裂が生じ、流出方向 η_c は小さいが、油液供給では同図(d)に示すように、亀裂が小さいので、 η_c は大きい⁽²⁾。よって、乾切削で生成された切りくずはドリルみぞに沿って流出され易い形状となるが、油液供給では切りくずはヒールエッジに当たって丸められ、コイル状に変形し、それが切りくず流出を阻害する要因になると考えられる。また、油漬け及び油霧供給では、油の切りくず生成に及ぼす影響は加工初のみであることから、同図(c)に示すような、乾切削と油液供給の中間形状になると考えられる。

4. おわりに

油漬けの切削油供給は乾切削相当の切りくず生成と切削油剤の潤滑効果が相俟って、工具寿命を延長させる。

参考文献

- (1) 切削油技術研究会：ドライ、ミスト、ウェット加工の実態を探る、第62回切削油技術研究会資料、(2000)、6。
- (2) 窪田英毅：切削油剤の有無によるドリル切れ刃上の切りくず生成状態の検討、機械学会論文集C編、64、620(1998)、1435。