

鉛レス洋白への穴加工条件の確立

吉村 千秋・西村 通喜・藤原 和徳・保坂 泰*

The Establishment of Drilling conditions for the Lead Free Nickel Silver

Chiaki YOSHIMURA, Michiyoshi NISHIMURA, Kazunori FUJIHARA and Yasushi HOSAKA*

要 約

「鉛レス洋白の穴加工において切削性が悪いため、従来の加工方法では工具の寿命が短く、穴明け部にバリが発生し、品質が安定しなくて困る」との技術相談が持ち込まれた。

本研究は、この技術相談に対処するために、バリの発生を抑制し、かつ工具寿命も鉛快削材を加工した場合と同程度になるような、穴加工条件を確立することを目的に実施した。

そこで、現状の加工機で加工することを前提に検討し、刃先にねじれが付いたドリル工具を採用し加工実験を行った結果、安定した穴明けが可能な加工条件を確立することができた。実際に、この条件で加工したところ、安定して数千個の連続した穴加工が可能となり、品質も向上した。さらに工具寿命が伸びた結果、コストの低減化とともに工具交換等の段取り替えに要する時間が短縮したため、作業能率が向上した。

1. 緒 言

現在、環境汚染などの問題から、従来使われていた切削性の良い鉛快削材に替わり、鉛を含まない材料の使用が増加してきている。その結果、工具寿命の低下やバリの発生といった、新たな問題が生じている。

このような背景の下で、鉛レス洋白の穴加工において、従来の加工方法では、バリが多く発生し不良率が高まるとともに、工具の寿命が短くなり、作業能率が極めて悪く、安定した切削加工が出来ないとの技術相談が県内企業から持ち込まれた。

そこで、鉛レス洋白の穴加工において、バリの発生を抑制し、かつ鉛快削材を切削した場合と同程度の工具寿命の維持が可能な、適正な穴加工条件を確立することを目的とした。

2. 切削試験方法

被削材として、鉛含有洋白（快削材）と鉛レス洋白の、厚さ2.2mmの板材を対象に加工実験を行った。加工機はマシニングセンタ（三井精機:VU50A）を用い、深さ1.1mmの穴加工を行った。

被削材は、図1のように切削動力計（キスラー：4成分動力計9272）のセンサ上部に固定し、加工中はX、Y、Z方向及び回転方向の切削抵抗を測定した。また、高速ビデオカメラ（フォトロン：FASTCAM-ultima SE）を用いて、

加工中の切り屑の排出状況を録画し、加工後、スロー再生し、加工面の切り屑排出状況と切り屑形態を観察した。

加工後は、表面形状粗さ測定機（小坂研究所:DSF1000）で切削面に発生したバリの寸法を測定した。

加工に使用した工具を図2に示す。工具材種は、超硬材で、工具刃先ねじれ角度がそれぞれ0°、24°、29°、34°の工具を使用した。

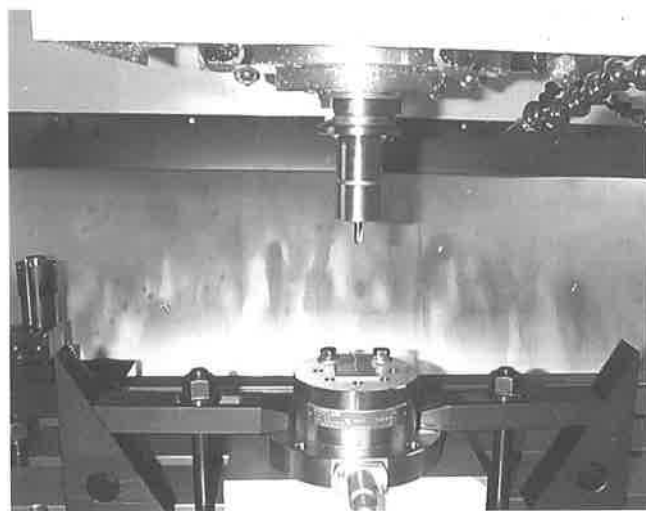


図1 切削状況

切削試験を行うにあたり、ねじれ角度、切削速度、Z軸送り速度等の切削パラメータを変え、切削抵抗とバリの発

*株式会社ダイワロックス

生状況等について評価検討を行った。

表1に工具形状と、従来の鉛快削材の加工条件を基に設定した切削加工条件を示す。

表1 切削加工条件

使用工具形状	ねじれ角度 0°, 24°, 29°, 34° 4条件
切削速度	47.1, 94.2, 141.3, 188.4m/min 4条件
1刃当たりの送り速度	0.03, 0.05, 0.07mm/rev 3条件

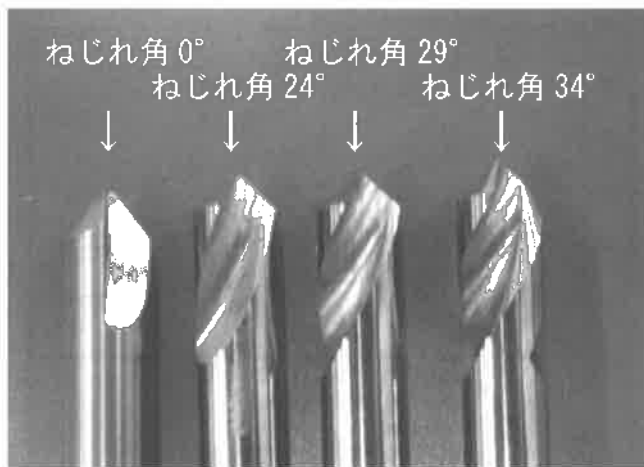


図2 加工に使用した工具

3. 切削加工試験結果

3-1 切削抵抗について

切削速度は一定 (94.2m/min) で、送り量を変化させて加工した時の X, Y, Z 方向 (Fx, Fy, Fz) 及び回転方向 (Mz) の切削抵抗をそれぞれ図3~図6に示す。

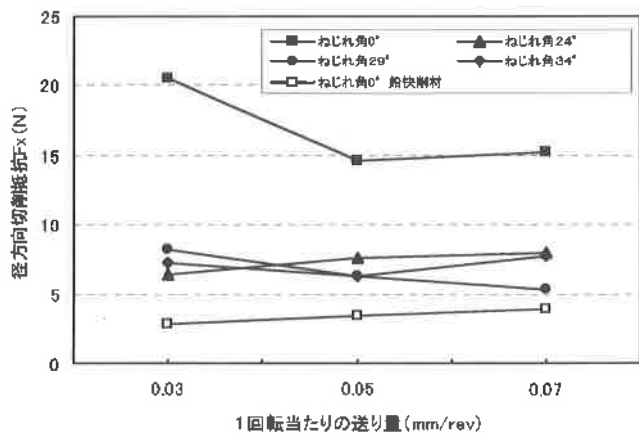


図3 径方向切削抵抗Fx

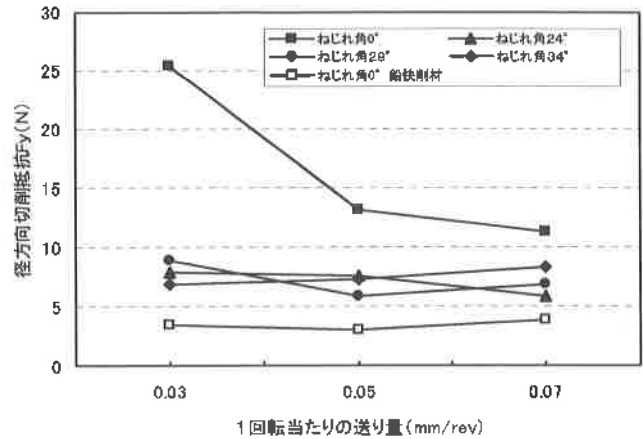


図4 径方向切削抵抗Fy

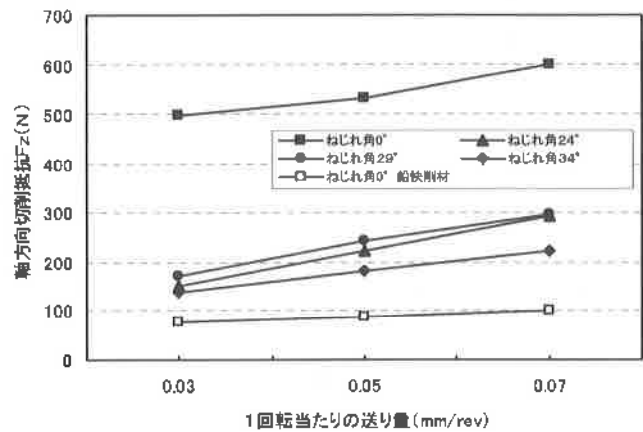


図5 軸方向切削抵抗Fz

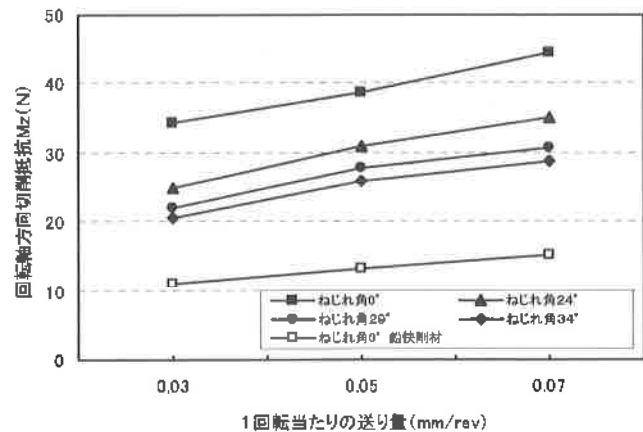


図6 回転軸方向切削抵抗Mz

1回転当たりの送り量を大きくすると、 F_z と M_z はそれにつれて大きくなるが、 F_x 、 F_y は送り量による影響はほとんどないことがわかる。

材料の違いによる相対的な比較では、刃先のねじれ角度 0° の工具を使用し、鉛の有無により比較した。鉛快削材に比べ、鉛レス材料はX、Y、Z方向の切削抵抗で3倍、回転方向 M_z では6倍もの切削抵抗となった。

鉛レス材料に対して、ねじれ角度の違いによる切削抵抗の比較では、従来のねじれ角度 0° に比べねじれ角度をつけた工具では、X、Y、Z方向および回転方向ともに小さい値を示した。

次に1回転当たりの送り量を一定(0.05mm/rev)として、切削速度を変化させて切削加工した時のX、Y、Z方向及び回転方向の切削抵抗をそれぞれ図7～図10に示す。

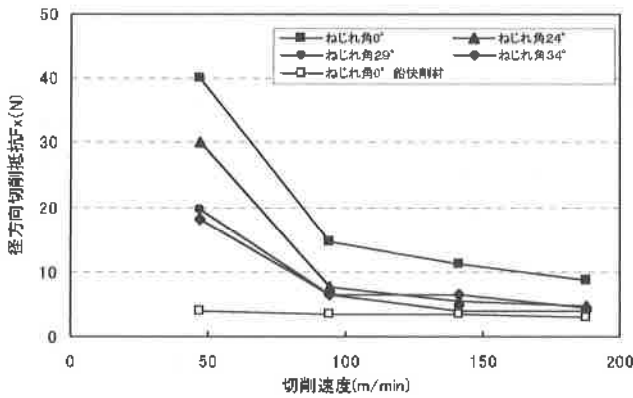


図7 径方向切削抵抗 F_x

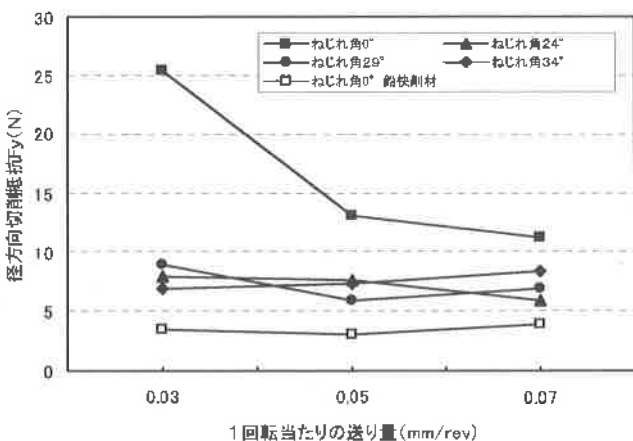


図8 径方向切削抵抗 F_y

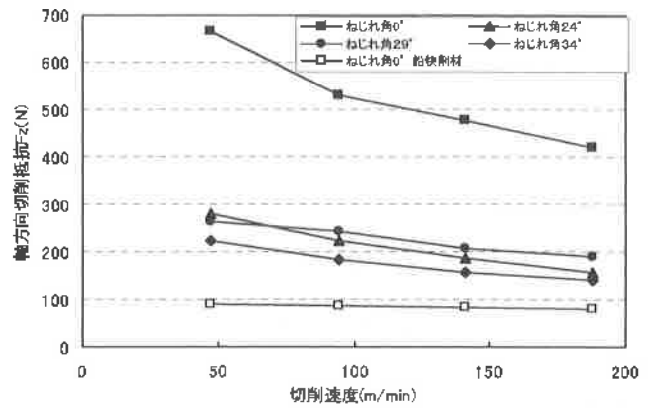


図9 軸方向切削抵抗 F_z

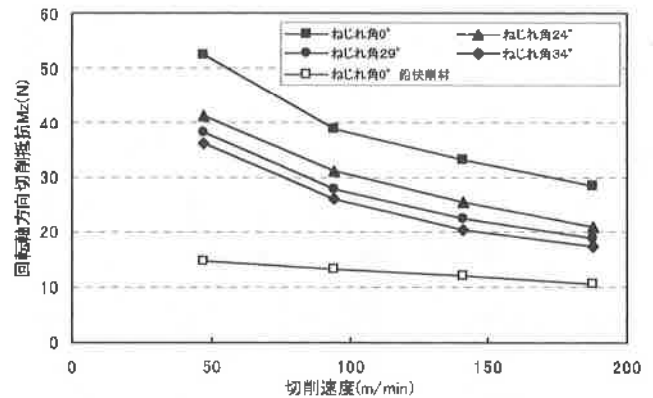


図10 回転軸方向切削抵抗 M_z

鉛快削材は切削速度の増加に対して、切削抵抗値はほぼ一定の値を示したのに対し、鉛レス材料は径方向、軸方向及び回転方向とも減少し、100m/min以上の速度では急激に減少する傾向を示した。

鉛レス材料に対して、工具刃先のねじれ角度の違いによる切削抵抗の比較では、従来のねじれ角度 0° に比べ、刃先にねじれ角度をつけた工具では、径方向、軸方向及び回転方向ともに切削抵抗値は減少し、さらにねじれ角が大きくなるに従い、減少する傾向を示した。

ねじれ角度 0° の工具を用いた場合の切削抵抗の比較では、鉛快削材に比べ鉛レス材料は、径方向、軸方向で3倍、回転方向で6倍の切削抵抗値となっている。このため鉛含有が工具寿命に大きく関わっていることが、切削抵抗値からも推察できる。

3-2 切削加工時のバリ発生状況の観察について

鉛レス材料の切削加工時、高速ビデオカメラを用いて加工中の切り屑の形態と切削面を観察した結果を図11に示す。

この結果から、ねじれ角度 0° の工具の切り屑は、太く直線的に排出されているのに対し、ねじれ工具においては、

螺旋状の切り屑であることから、スムーズな切り屑処理が行われ、切削抵抗値も小さな値を示したものと推察される。

また、ねじれ工具のねじれ角度による違いには明確な差は、認められなかった。

また、ねじれ角度0°の工具では、切削面にバリが確認できるが、ねじれ角の付いた工具ではバリは確認できなかった。

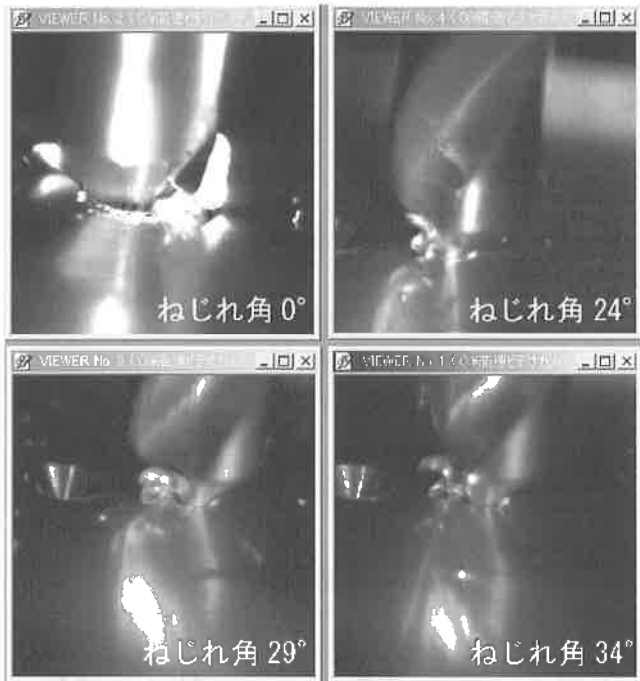


図11 高速ビデオカメラによる観察結果

3-3 切削加工後バリの寸法測定結果について

送り量、切削速度を変えて切削試験加工品について表面形状粗さ測定器を用い、加工後のバリ寸法を測定した結果をそれぞれ図12、図13に示す。

ねじれ角度0°の工具を用いて加工した場合、従来の鉛快削材ではバリは認められないが、鉛レス材料では顕著に認められた。

また、ねじれ角度の付いた工具を使用した場合も、バリは認められるものの、バリ寸法はねじれ角度0°の工具で発生したバリ寸法に比べ1/3~1/5程度に減少した。

各工具ともに、送り量に関しての傾向はそれ程見られないが、切削速度が大きくなると、バリの発生が抑制される傾向であった。

4. 結言

鉛レス洋白に対して、工具の刃先形状、切削速度及び送り速度を変化させて、バリの大きさや、切削抵抗値を測定し評価した結果、現状の設備で、刃先にねじれ形状を適用し、切削速度141m/min以上の切削条件で加工することにより、安定した切削が可能であることが確認できた。

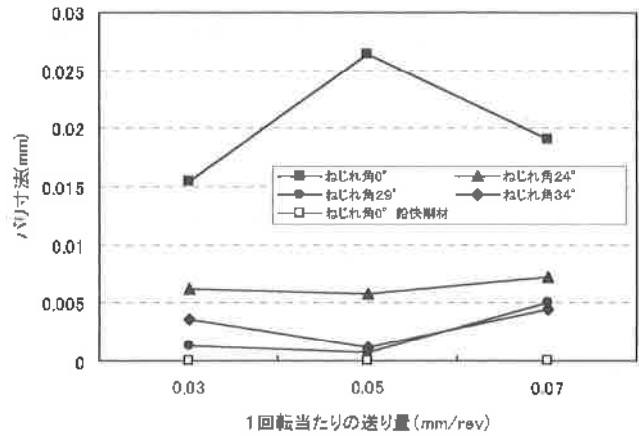


図12 送り量変化時のバリ山高さ

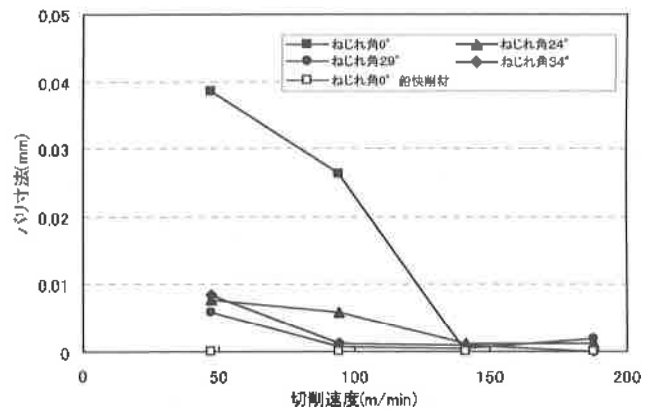


図13 切削速度変化時のバリ山高さ

この条件で実際に加工したところ、安定して数千個の穴加工が可能となった。この結果、返りバリの発生を極力抑えることが可能となり、穴加工品質の向上とともに、工具寿命が延長することによる工具等コストの低減化、さらには作業能率の向上が可能となった。

今後、切削性を向上するために添加していた鉛材の使用が環境面から制限されることが予想される。そこで、今回の研究によって得られた結果を、巡回技術指導や技術相談に積極的に活用していく。

今回は、技術相談から、鉛レス洋白についての穴加工の適正加工条件について検討したが、来年度は、県内の切削加工に携わる多くの企業で問題となっているSUS304材料など難削材の加工について取り組み、加工条件データを蓄積し、相談指導に役立てていきたい。

最後に、高速ビデオカメラによる観察を行うにあたり、ご協力いただきました(株)フォトロンに感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 松岡甫筈：新しい穴加工技術，工業調査会（1987）
- 2) 松岡甫筈：CNC切削加工のすすめ方，工業調査会（1991）