

小径穴における塑性流動層の生成機構に関する研究 (第 2 報)

小石川勝男* 菊池 誠*

1. 緒 言

一般に、機械部品において内径の大きいものであれば、旋削加工後研削加工などによって仕上げ加工される。しかし、小径穴の場合は小径ドリル加工 1)、レーザ加工 2)、放電加工等によって穴あけが行われ加工後の穴はそのままの状態で行われることが多い。このようなことから、穴の状態を知ることが重要と考えられる。

本報告では、未処理のドリル、TiN コーティングしたドリルを用いて被削材 304 に穴加工を行い穴内側に生成する極薄い塑性流動層について SEM による観察、ピッカース硬さ、切削抵抗の変化について報告した 1)。

2. 実験方法

穴あけ加工は、試作した X-Y-Z 駆動の穴あけ加工機を用いて行った。加工条件はドリル周速 4.7, 9.4m/min, ドリノレ送 37.5, 75mm/min, 乾式で行った。

切削抵抗は圧電型切削動力計 (キスラー社製 9273 型) によって測定した。

被削材は SUS304 の板厚 1.0mm のものを用いた。ドリルは HSS に TiN コーティングを施した A 社 (直径 0.5, 1.0mm, 刃先角 120°, 逃げ角 30°, ねじれ角 15°), B 社 (直径 0.5, 1.0mm, 刃先角 124° 30', 逃げ角 27°, ねじれ角 21°) を使用した。

ドリル刃先摩耗状態、穴加工後の穴の外観また穴表面層を見るために研磨・電解腐食後 SEM で観察した。さらに、マイクロピッカース硬度計 (島津製 M 形: 最小荷重 15gf) によって穴の縁からの半径方向の硬さ分布を測定した C、

3. 実験結果および考察

3.1 加工後の穴の状況

TiN コーティングを施したドリルによって、加工後の穴形状および加工面の研磨・電解腐食後の SEM 観察結果より得られたことについて述べる。

図 1 は、穴上部と穴貫通側の形状を示す。穴加工 1 個目の形状から穴上部の縁の盛り上がりと貫通側のバリ生成が見られ、この図の穴 20 個目の形状と比較しても、大きな変化はみられなかった。

* 機械金属部

図2は穴加工面の流動層を観察するために、穴上面を研磨・電解腐食後のSEM像写真である。この写真は穴加工20個目のもので、加工によって結晶粒が変形した部分と流動層の部分からなる加工層がみられる。

図3は、図1、2に示した穴加工後のドリルコーナ部の摩耗写真を示す。

3.2 流動層とコーナ摩耗の関係

図4(a)(b)は、穴加工の流動層とコーナ部の摩耗半径の関係を示す。図4(a)はA社のドリルに穴加工したときのもので、ドリル直径1.0mmの場合穴加工1個目から流動層が生成し穴加工10個目それ以降緩やかに増加傾向を示している。ドリル直径0.5mmではやはり穴加工1個目から流動層が生成し急激に増加している。

図4(b)はB社のドリルで穴加工したときのもので、ドリル直径1.0mmを使用したときの流動層が穴1個目から大きい値を示しているのはドリルコーナ近傍に小さな欠損が生じたためである。ドリル直径0.5mmでも流動層が生成し急激に増加している。

3.3 切削抵抗

図5(a)(b)は穴加工中のスラスト、トルクの変化を示す。図5(a)はドリル直径0.5mmで穴加工を行ったもので、ドリルが折れる寸前まで、スラスト、トルクは緩やかな増加傾向を示している。図5(b)はドリル直径1.0mmでの場合、スラストは増加傾向を示しているが、トルクは穴20個目に僅かに減少傾向を示している。

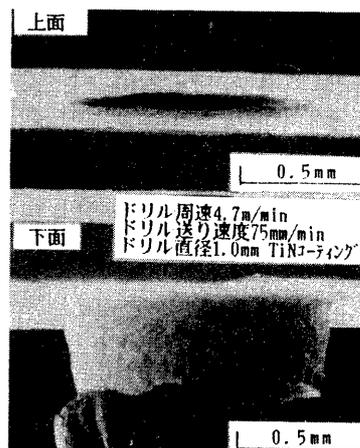


図1 穴加工20個後のSEM像写真

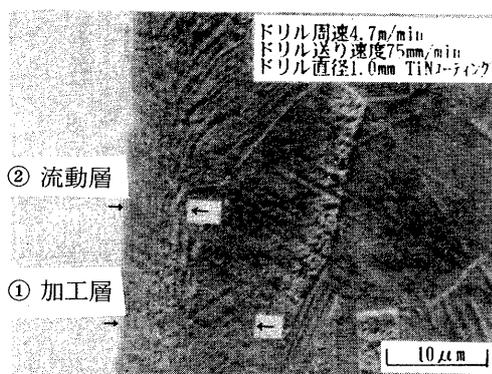


図2 穴加工20個後の流動層のSEM像写真

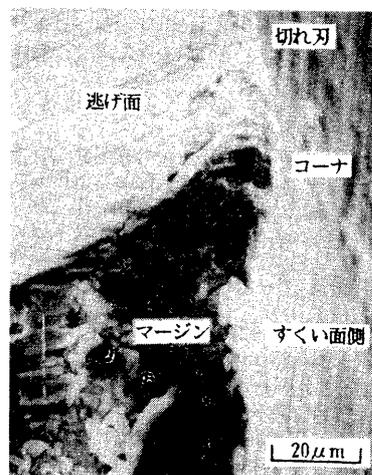


図3 コーナ部の摩擦写真

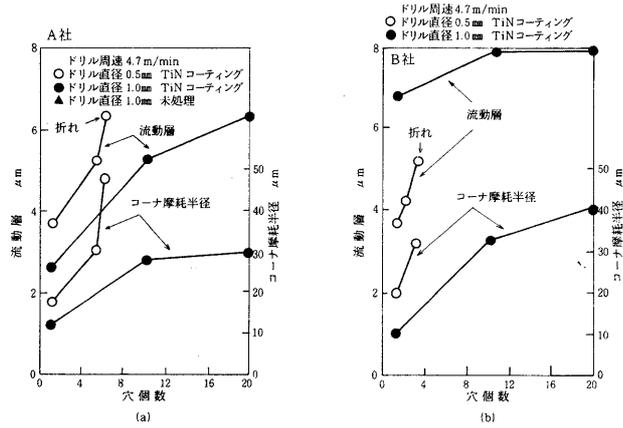


図4 流動層とコーナ摩擦半径の関係

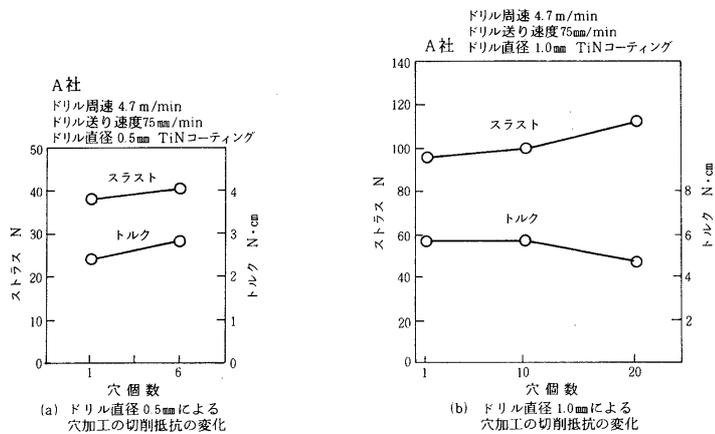


図5 切削抵抗の変化

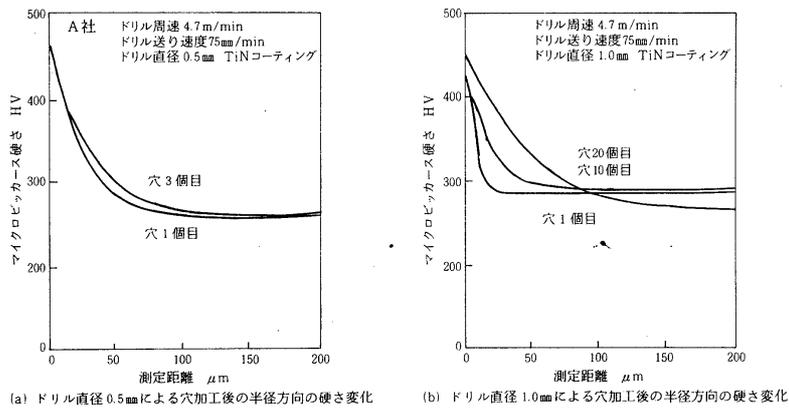


図6 硬さ変化

3.4 硬さ分布

図6(a)(b)は穴中心からの半径方向の硬さ変化を最小二乗法を利用した線で表したものを示す。図からわかるようドリル径の差にあまり関係なく硬さは穴の縁から約20~100 μm の深さまで影響している。また流動層部分の硬さはHV0.015=350~430となった。ドリルコーナが摩耗するに従って僅かながら硬さが増加している。

3.5 ドリル送り速度の影響

TiNコーティングドリルにおいても図2に示すとおり流動層がみられることがわかった。そこで

送り速度を変化させた場合の流動層幅の増減を調べた。その結果を図7に示す。図からわかるように流動層幅は未処理のドリルおよびコーティングを施したドリル(まほほ同じ傾向を示している。ここでは示していないが切削抵抗による摩擦力が大きく影響していると考えられる。

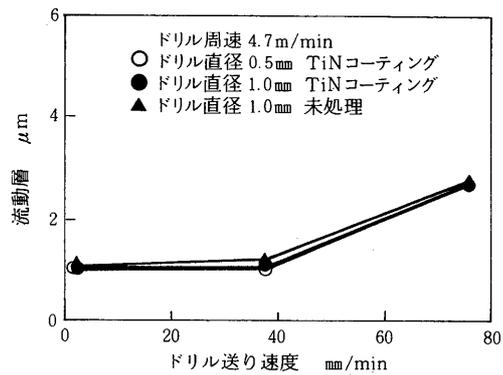


図7 穴一個目におけるドリル送り速度と流動層の関係

4. 結言

TiNコーティングドリルを使用して小径穴加工面生成機構を調べるために、被削材 SUS304 のドリル加工を行い、穴表面付近の観察から塑性流動層について検討した結果以下のことが明らかになった。

- (1) 流動層は穴あけ1個目から生成し、その層の厚さは増加傾向を示す。また、ドリル刃先形状の差はあまり見られない。
- (2) ドリルコーナは穴あけ1個目に大きく摩耗し、それ以降増加傾向を示す。
- (3) 穴の縁からの硬さは約20~100 μm の深さまで硬くなり、流動層の硬さは、HV0.015 - 350~430程度になる。
- (4) 流動層幅は送り速度が低速になると狭くなることがわかった。また、流動層の軽減に対してTiNコーティングドリルの効果がみられなかった。

参考文献

- 1) 小石川, 菊池: 小径穴における塑性流動層の生成機構に関する研究(第1報)山梨地方講演会 論文集(1990)