

チャンファ付ツイストドリルの切削性能

北見工業大学 ○久保明彦 堂田誠治 杉野 豪 田牧純一 北川武揚

要 旨

難削材穴あけの切削性向上を目的として、高速度鋼ツイストドリルの切刃すくい面に種々の幅を有する平面ランドを加工した工具を作製し、難削材に適用した場合の切削性能について検討した。その結果、切刃の欠損を防止するとともに切削抵抗およびドリル逃げ面摩耗を最小にする最適ランド幅の存在を確かめた。

1. はじめに

加工硬化性が大きく、熱伝導性がきわめて悪い難削材の穴あけ加工では、しばしば切刃にチャンファを付したドリルが使われ切削性向上に効果をあげている。しかし、どのような形状のチャンファが適当であるかの詳細は明らかでなく経験的試行錯誤に終始している。

本研究では、ドリルすくい面に平面からなるランドをつけた場合の切削抵抗、逃げ面摩耗またはドリル寿命がどのように変化するかを実験的に調べた。

2. 実験方法

被削材には18Mn5Cr高マンガン鋼(水靱)およびSUS304ステンレス鋼を、工具にはφ10mm, SKH9の標準ツイストドリル(先端角 $2\epsilon=118^\circ$ or 128° , ウェブ厚さ $2e=1.24$ or 2.06mm , 溝長95 or 50mm)を用い、切刃と軸方向を含む面に種々の幅を有する平行ランドを研削盤により研削し作製した。写真1に研削加工したドリル先端ランドの一例を示す。実験には、直立ボール盤(吉田鉄工所)を用いた。切削条件は、ドリル主軸回転数を180 or 440rpm, 送りは 0.1mm/rev 一定の乾切削である。ただし、チゼル部のランドは研削できないため被削材はφ3mmの下穴つきを加工の対象とした。またドリルの切削トルク、スラストの測定には、2分力測定用のひずみゲージ式動力計を試作し、これを用いた。



写真1 ドリル先端ランド

3. 実験結果

図1は、ドリル切削抵抗予測のために円盤半径方向二次元旋削で測定された単位切削幅当たりの主分力 F_c 、背分力 F_t と切りくず厚さ t_2 である。切削条件は、切削

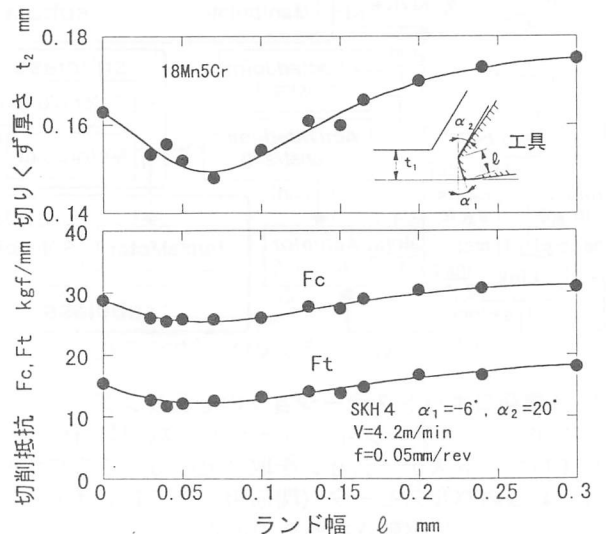


図1 ランド幅に対する t_2, F_c, F_t の変化

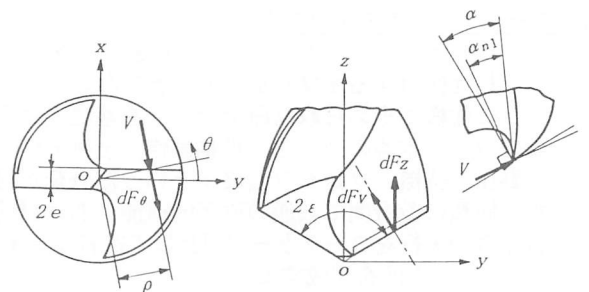


図2 ねじれ刃ドリルの形状

速度 $V=4.2\text{m/min}$, 送りはドリル一刃当たりの送りと同じ $f=0.05\text{mm/rev}$ とした。ドリル刃形は外周部と中心部で大きく異なるため、工具の一次すくい角 α_1 (ランド部)および二次すくい角 α_2 は図2のようにドリル切削幅中央部仕上面法線方向の一次すくい角 α_{n1} , 二次すくい角 α_{n2} に相当する値を、それぞれ次式から計算して用いた。

笠原, 広田の式¹⁾

$$\alpha_{n1} = \sin^{-1} \left\{ -\frac{(e/\rho) \sqrt{1-(e/\rho)^2} \cos \epsilon}{\sqrt{1-(e/\rho)^2 \cos^2 \epsilon}} \cos \alpha + \sqrt{1-(e/\rho)^2 \cos^2 \epsilon} \sin \alpha \right\} \quad (1)$$

益子の式²⁾

$$\alpha_{n2} = \sin^{-1} \frac{-\frac{e}{2\pi} L \cot \epsilon + \rho^2 \operatorname{cosec}^2 \epsilon - e^2}{\sqrt{\frac{L^2}{4\pi^2} - \frac{Le}{\pi} \cot \epsilon + \rho^2 \operatorname{cosec}^2 \epsilon - e^2} \sqrt{\rho^2 \operatorname{cosec}^2 \epsilon - e^2}} \quad (2)$$

同図より、切りくず厚さ t_2 はランド幅 $\ell=0.06\text{mm}$ 付近で最小となり、これに伴い切削抵抗も最小値を示している。図1の結果をドリルに適用し、切りくずは切刃に垂直方向に流出、切削抵抗も切刃に様に分布すると仮定して計算したドリルのトルクMとスラストTを実測値と比較して図3に示す。計算と実測に差がみられるが、ランド幅の変化に対する切削抵抗は計算と実測で傾向的に一致し、ランド幅 $\ell=0.06\text{mm}$ 付近で最小値を示している。両者の不一致は、実測抵抗においてドリルの溝長95mmの場合には剛性不足による振動により切削不能であったため、溝長50mmを使用したのと回転数を下げたため切削条件が異なったこと、また計算にはドリル切削幅中央部の刃形、切削条件で代表し適用しているが、切刃の外周部と中心部では刃形、速度とも大きく異なり切削抵抗が切刃で一様分布になっていないため等が考えられる。

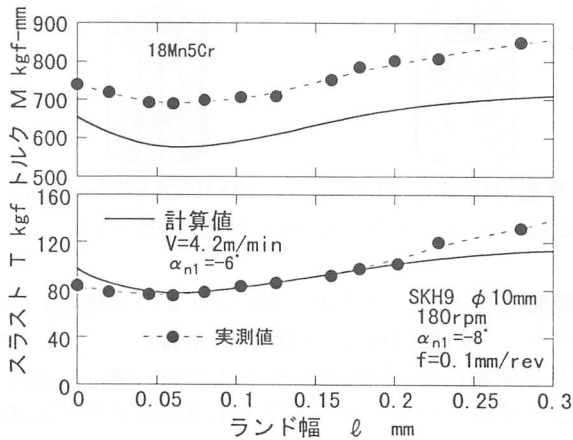


図3 ランド幅に対する切削抵抗の変化

次に、ドリル摩耗試験を種々のランド幅について同一切削条件で20mm厚高マンガン鋼板を3個(材料の都合により)穴あけしたときの逃げ面摩耗を図4に示す。

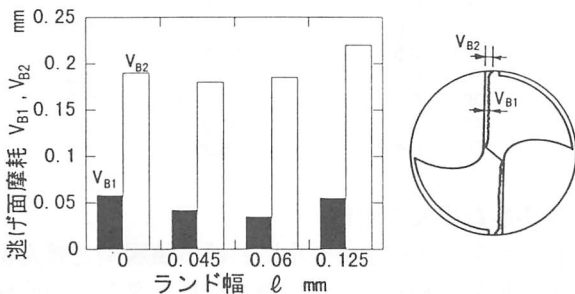


図4 ドリルの逃げ面摩耗

ランド幅 $\ell=0\text{mm}$ の通常ドリルに比べて $\ell=0.06\text{mm}$ での逃げ面摩耗が小さく、適切なランド幅の使用で寿命の向上が期待できる。図5は、種々のランド幅のドリルで25mm厚ステンレス鋼板を穴あけ(下穴なし)したときの寿命試験の結果である。寿命判定の基準は切刃に大きな欠損が生じるかまたは切削抵抗が急増して切削不能になった時点までに穴あけした回数で表示した。 $\ell=0\text{mm}$ の通常ドリルでは16回で切刃特にすくい面側に大きな欠損が生じ、 $\ell=0.12\text{mm}$ で最大の寿命を示している。

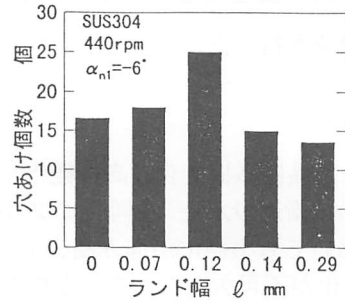


図5 ドリル寿命

図6は、図1と同じ条件で工具(P30)-切りくず熱電対法により測定したすくい面平均温度である。 $\ell=0\text{mm}$ の通常ドリルでは切削温度は低いが大きなすくい角のため欠損しやすく、過大なランド幅では切削温度も高く逃げ面摩耗の増大による寿命低下を招いたものと思われる。適当なランド幅は切削温度を低下させ、切刃の欠損を防止するとともに切りくず接触長さを拘束縮小し、切りくずの溶着が軽減されるため寿命が延びるものと判断される。

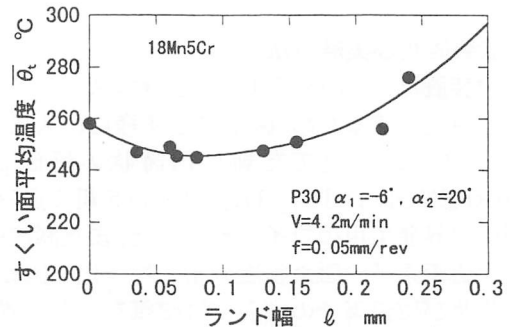


図6 ランド幅に対するすくい面平均温度

4. まとめ

切刃に適当幅の平面ランドをもつツイストドリルの使用は、切刃欠損を防止、逃げ面摩耗を抑制しドリル寿命の向上に効果が認められた。

参考文献

- 1) 笠原, 広田: 精密工学会誌, 56, 6(1990) 1075
- 2) 益子: 機械の研究, 9, 3(1957) 139