

バレル工具加工における 切削力の調査

機械加工ロボット科
機械・加工科

副主任研究員
主任研究員

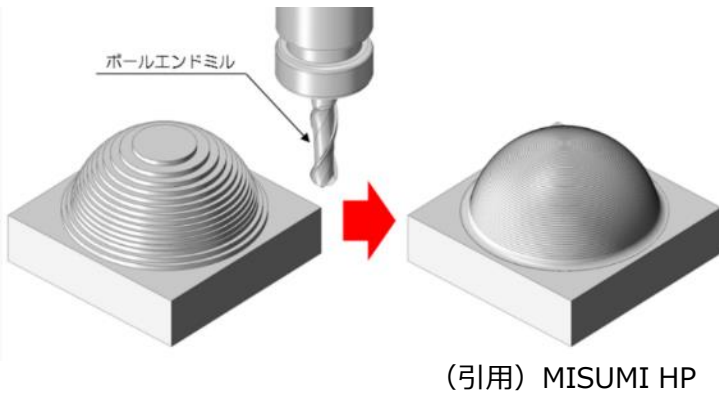
○小林 翼
小野裕道

質問はメールにて事務局までお気軽にお問い合わせください。
問い合わせ先：福島県ハイテクプラザ 企画連携部産学連携科
e-mail : hightech-renkei@pref.fukushima.lg.jp

研究背景・目的

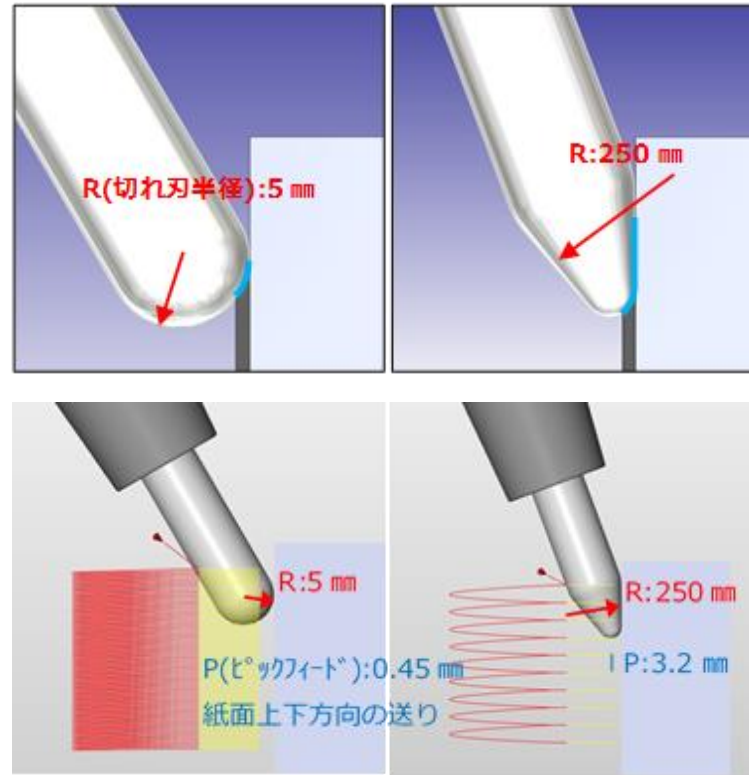
工作機の高精度化

制御ソフトの高性能化



バレル

特殊な工具形状を使用した加工が可能に



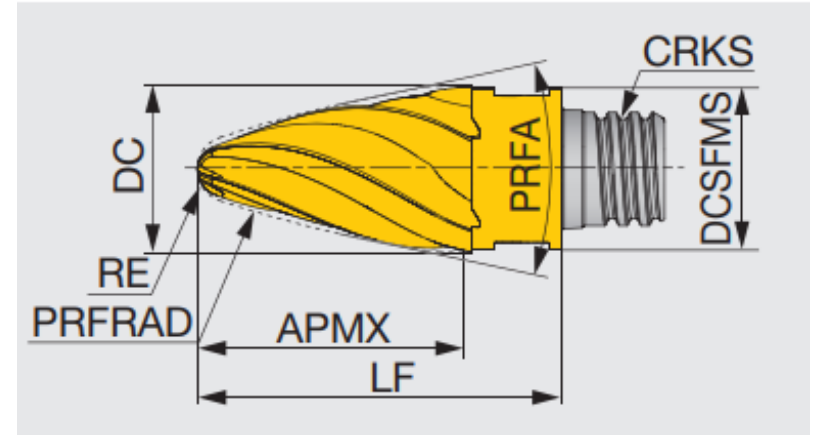
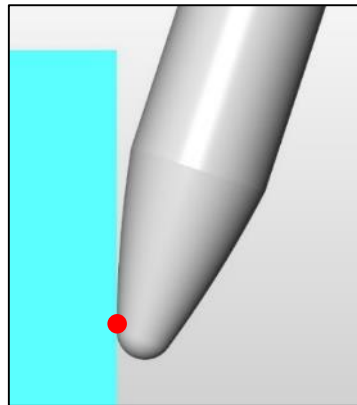
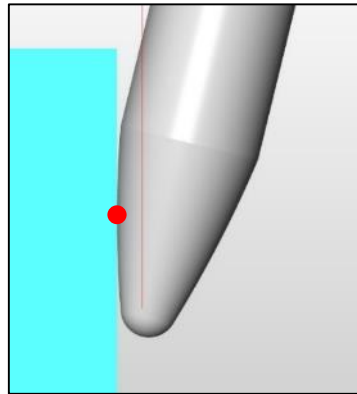
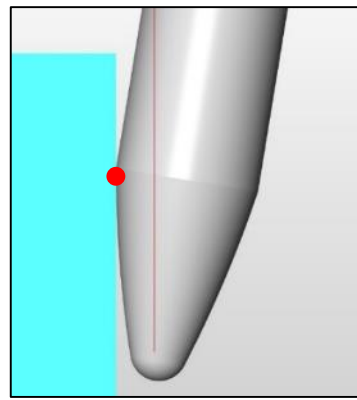
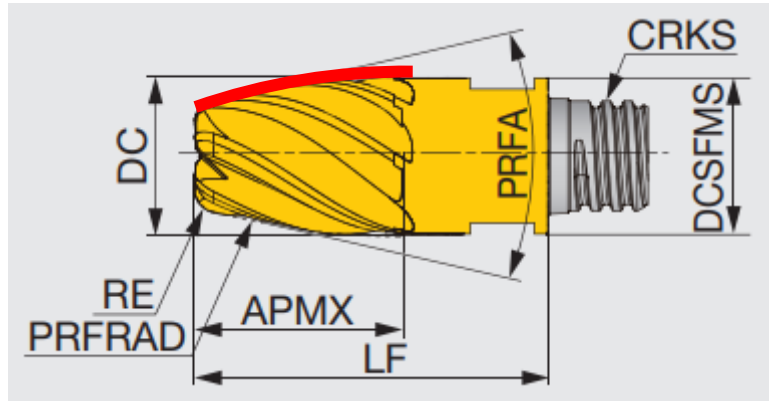
バレル工具は
切削量が多い

軸方向の送り段数が
少なく
加工時間が短くなる

加工条件が切削力、加工面に与える影響を明らかにし、
加工効率について、比較評価する。

バレル工具とは

切れ刃が大きな円弧形状
樽のような輪郭を描く工具



工具の姿勢によって
接触位置、工具径が大きく
変わる

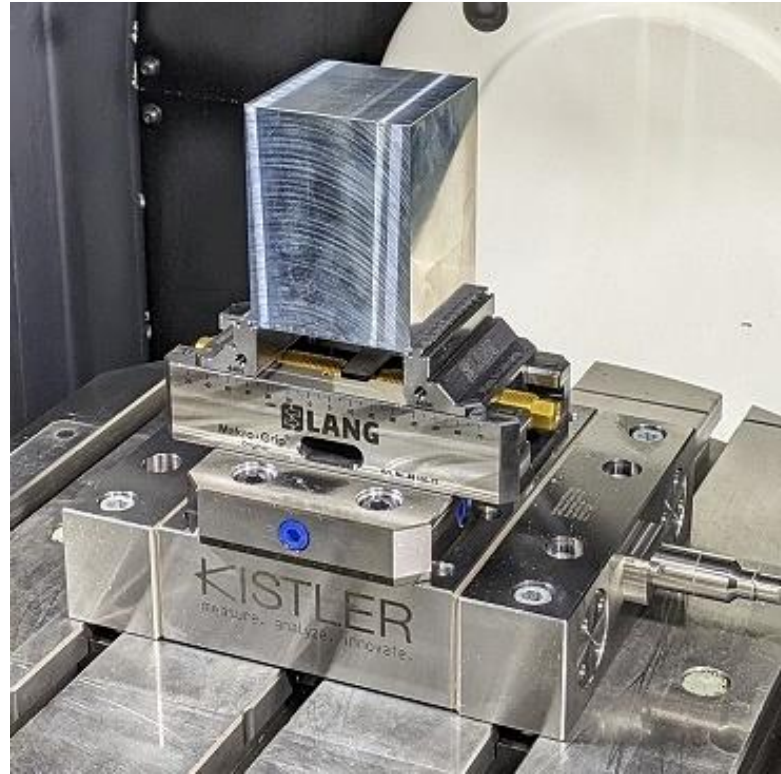
実験装置

○ 5軸加工機



ヤマザキマザック製 : VARIAXIS J-600/5X AM

○ 切削動力計



キスラー製 : 切削動力計9139AA

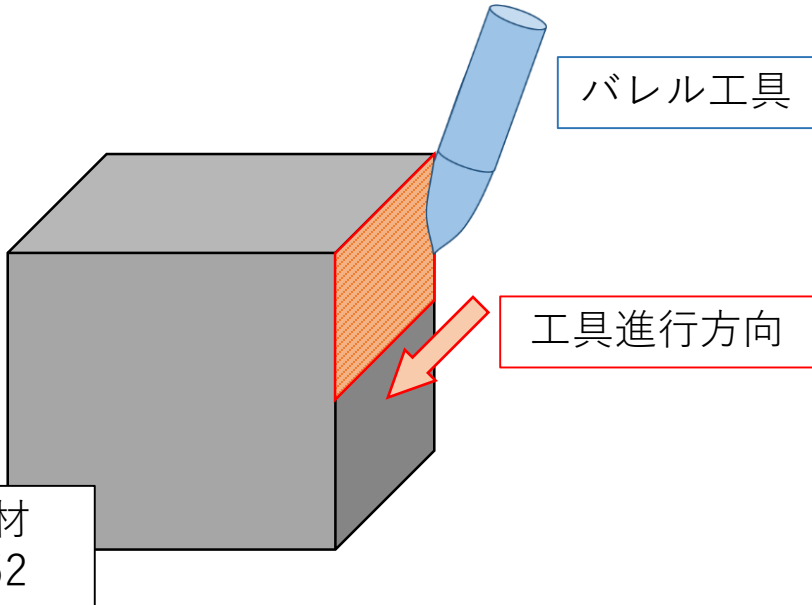
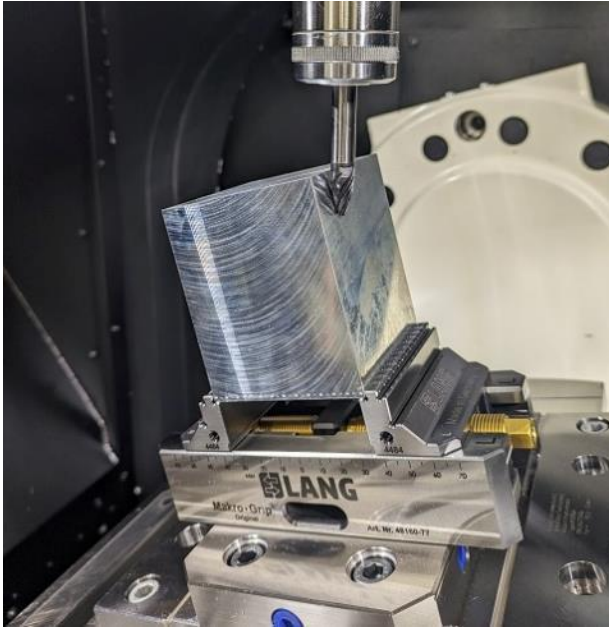
○ バレル工具



タンガロイ製 : VBO100L15.0R850-5S06

工具径 : 10mm
刃数 : 5枚刃
バレル R : 85mm
先端 R : 2mm
有効刃長 : 15mm

実験条件



○加工条件 (基準)

径方向切込み	軸方向切込み	回転数	1刃送り	チルト角	リード角
0.1mm	2.0mm	6,400rpm	0.05	13.64度	0度

① ↓ 切削量の増加による影響の調査

② ↓ 固有振動数によるびびり振動の調査
周速度による影響の調査

③ ↓ 工具の姿勢、形状による影響の調査

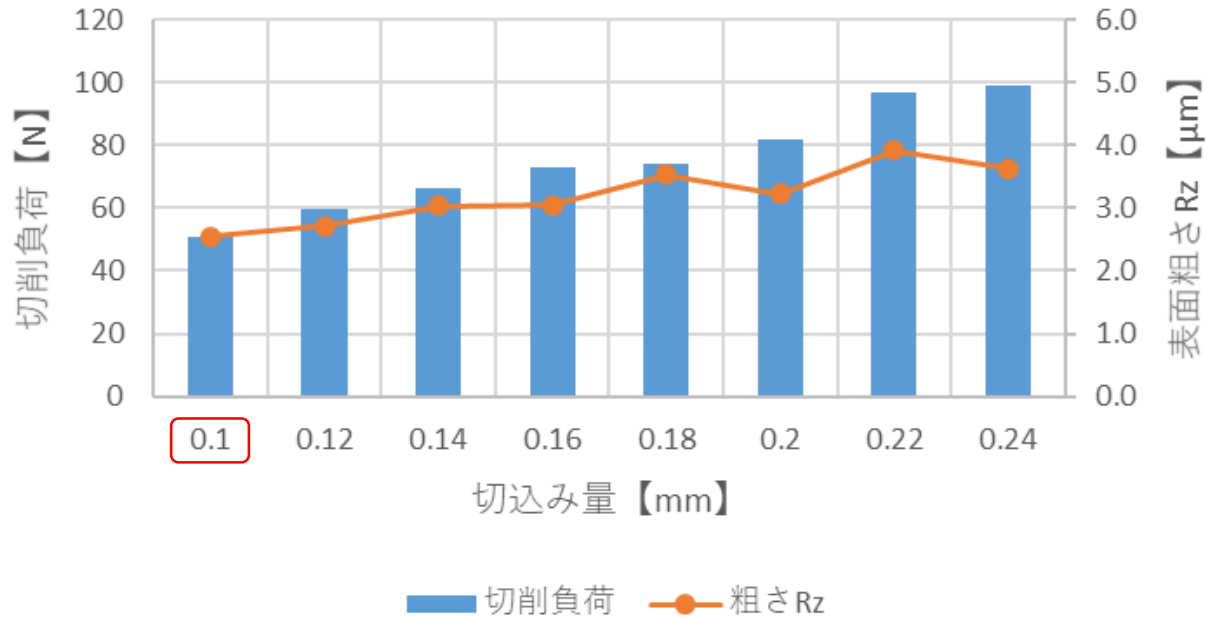
④ ↓

一般的なスクエアエンドミルの3軸加工でも必要な加工条件

ボール、バレルなど5軸加工で必要な加工条件

結果・考察「1. 切込み量」

切削負荷（合力）、表面粗さ（送り方向）



切込み0.1mm



切込み2.4mm

切込み量の増加に伴い、切削抵抗の増加、表面粗さの低下を確認

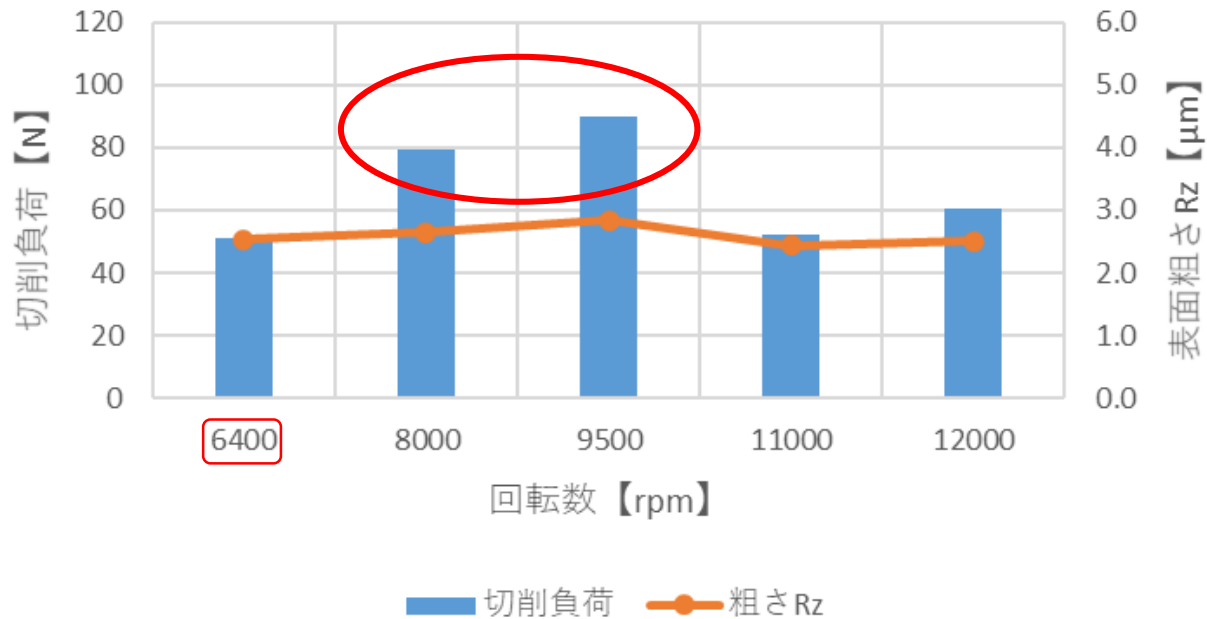


一般的なエンドミルと同様の結果

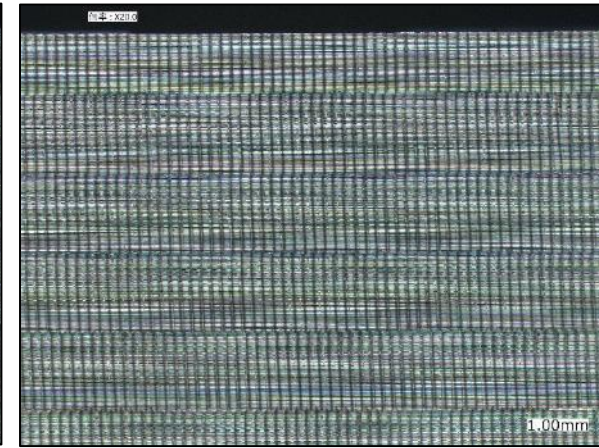
※工具メーカー推奨条件より多い切込み量でも問題なく加工できた。

結果・考察「2. 回転数」

切削負荷（合力）、表面粗さ（送り方向）



6400rpm



9500rpm

回転数（周速度）による、表面粗さへの影響は確認できなかった。



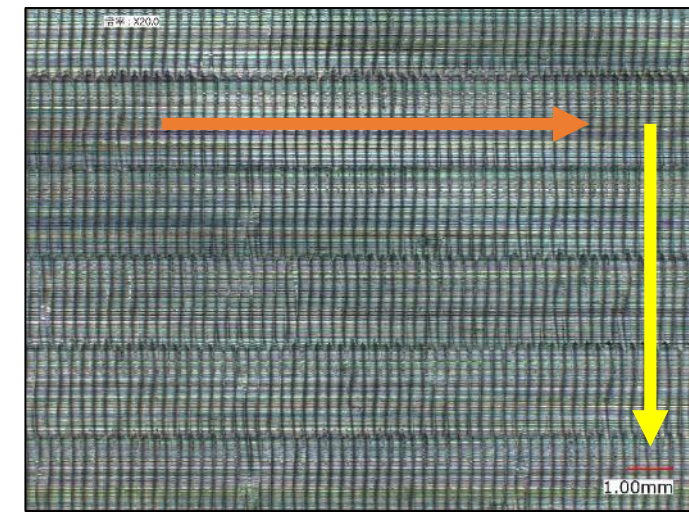
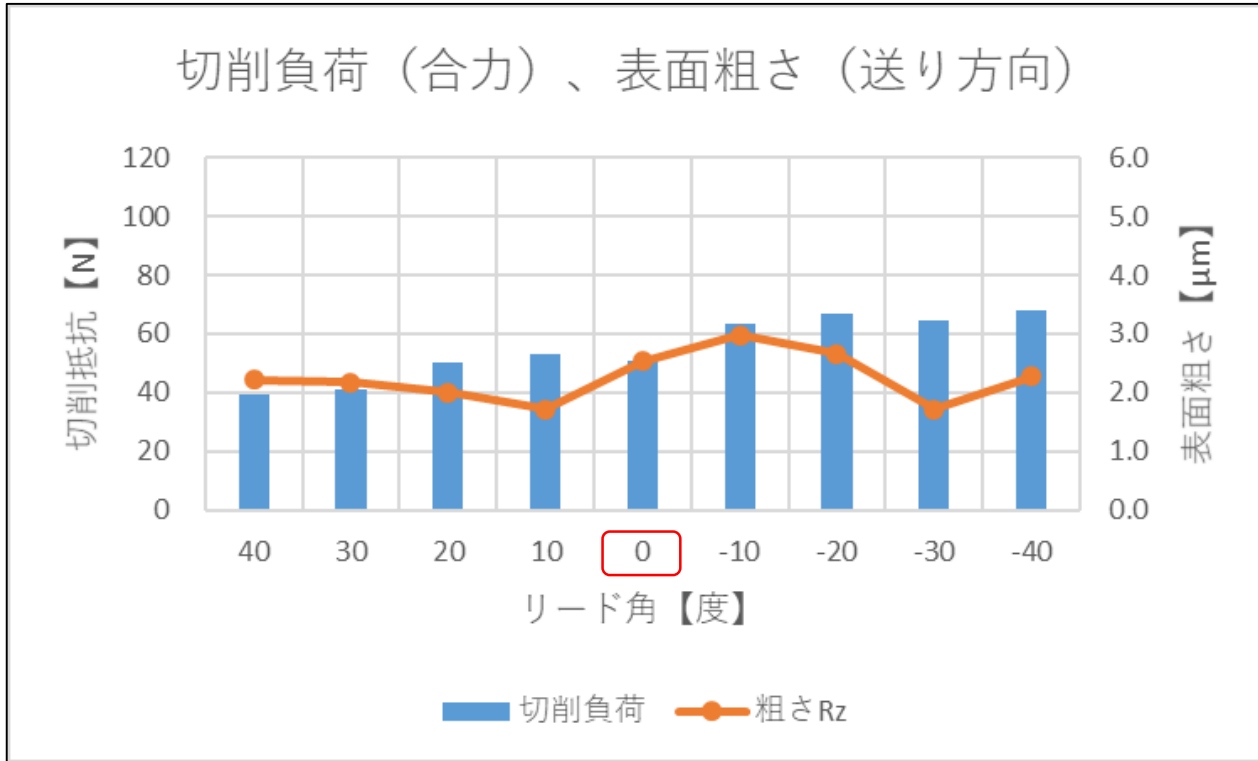
一般的なエンドミルと同様の結果

※切削負荷が増えた回転数は、
工具、被削材の固有振動数と一致。

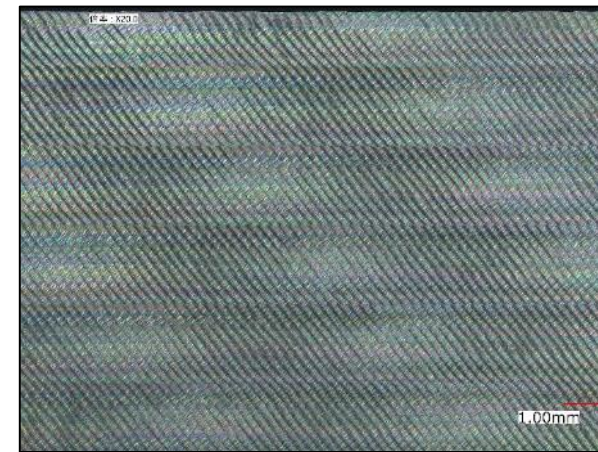


負荷が一定以上でびびり振動として影響

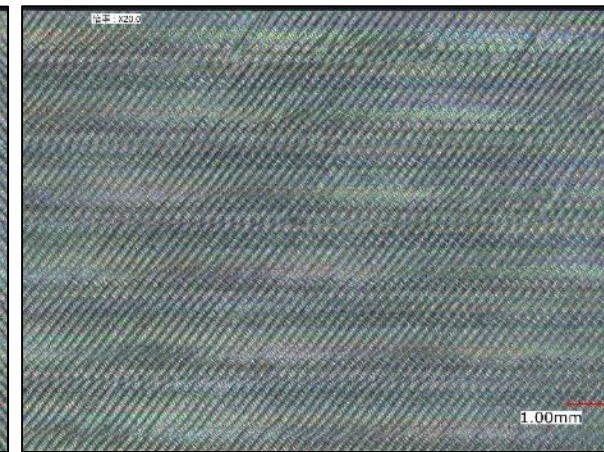
結果・考察「3. リード角」①



0度



40度

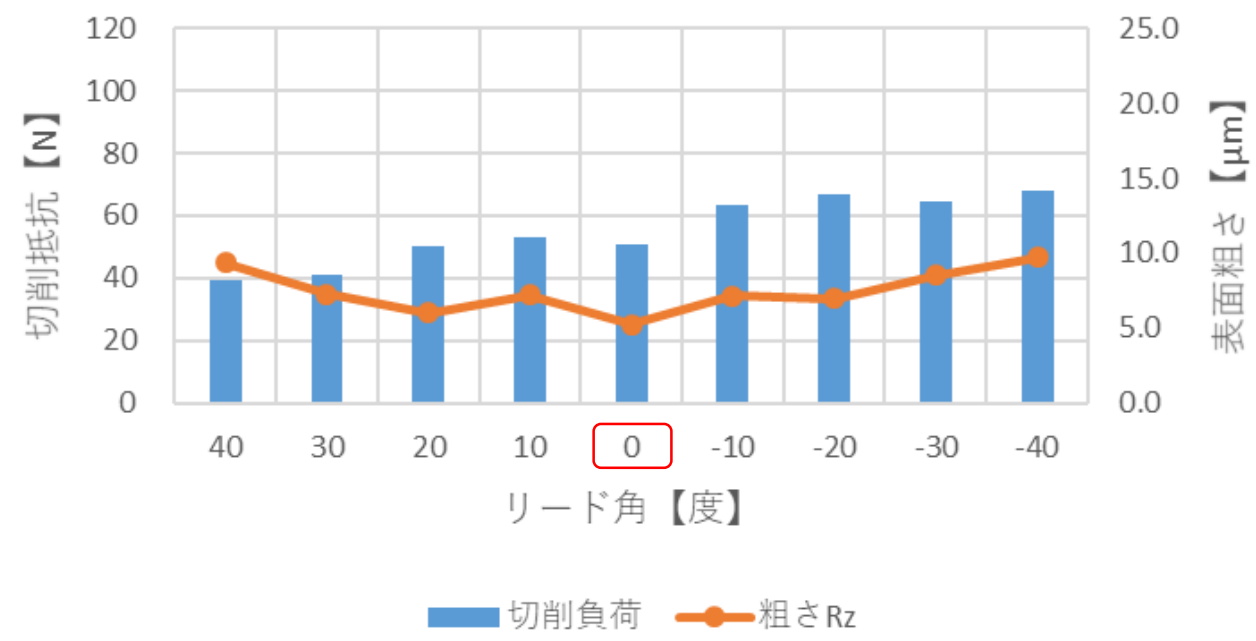


-40度

表面粗さへの大きな影響は見られなかった。
工具根本側を先行させると、切削負荷の減少。

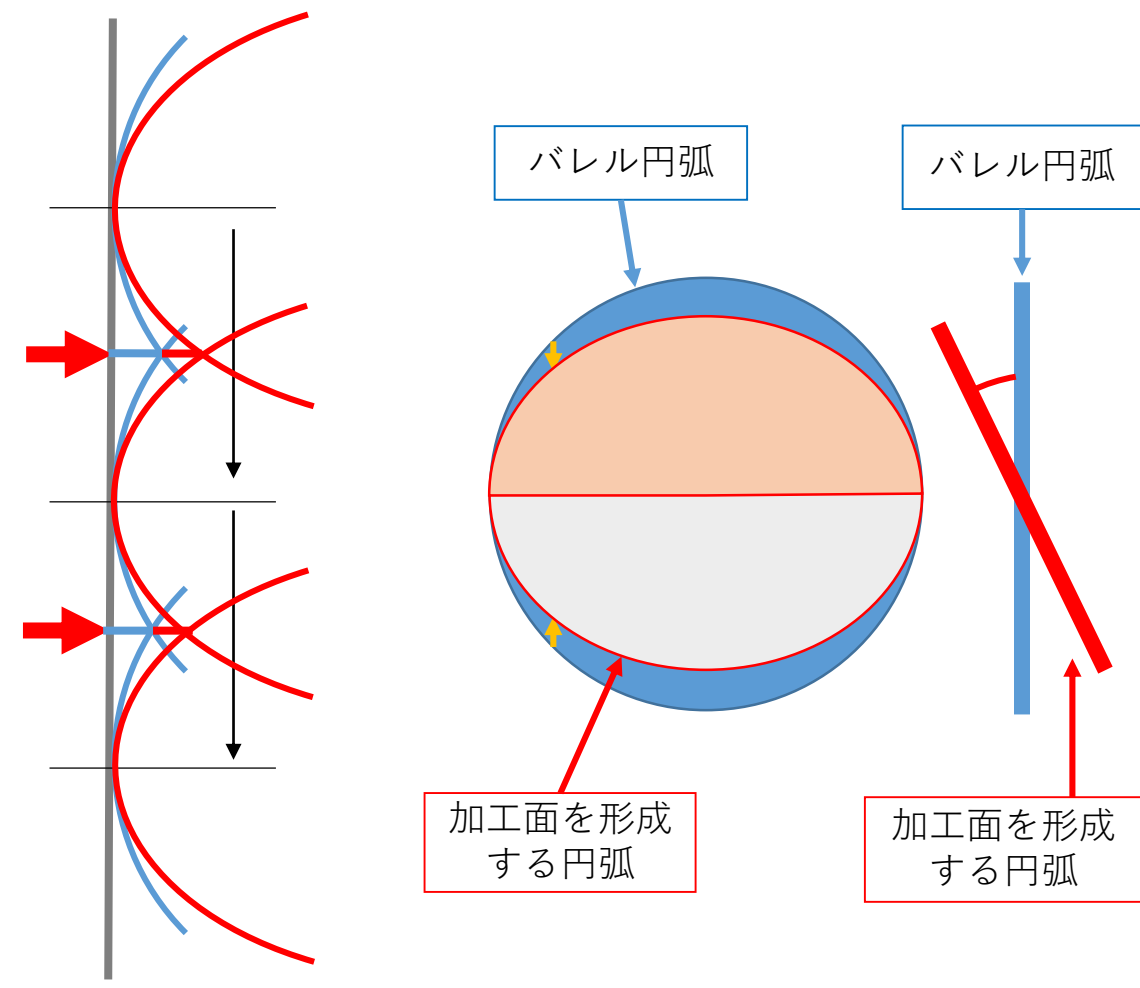
考察「3. リード角」②

切削負荷（合力）、表面粗さ（軸方向）



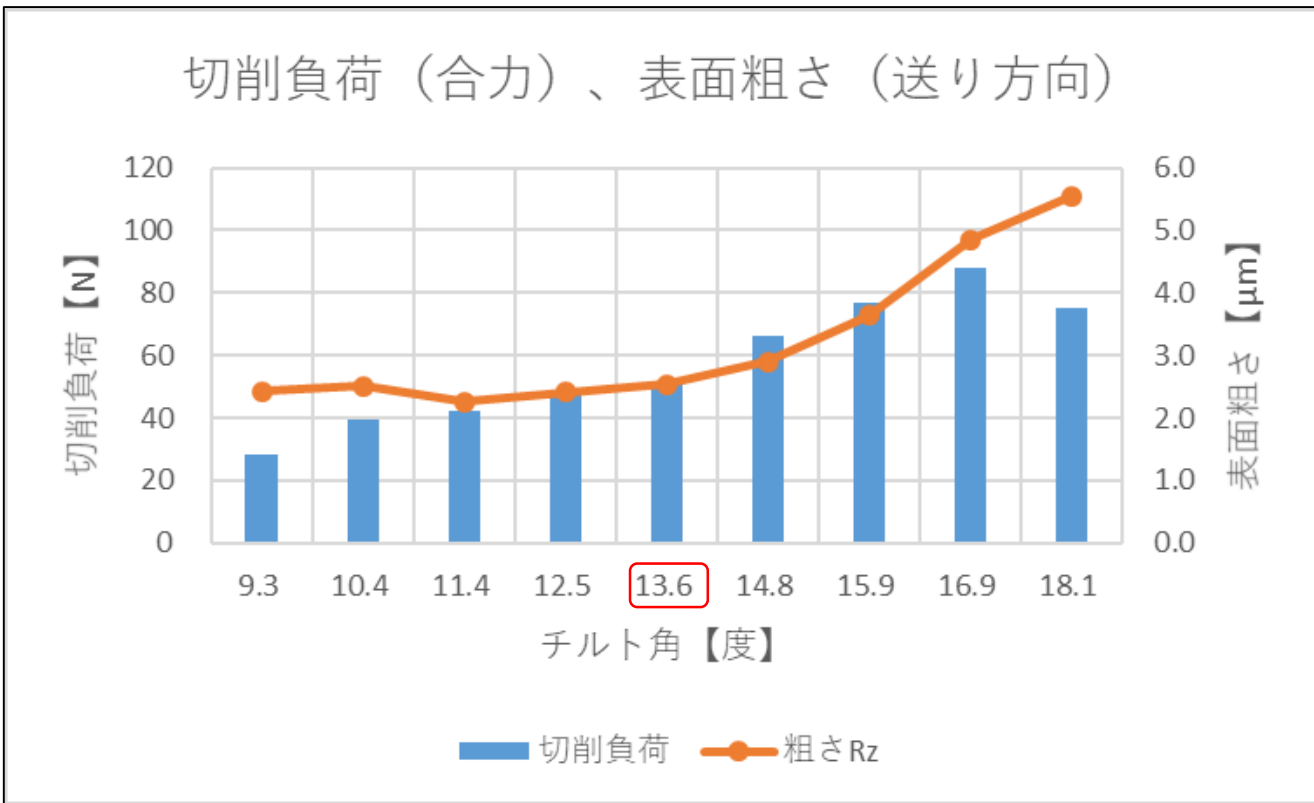
表面粗さ測定方向

リード角が大きくなるほど、表面粗さが悪化。
理論粗さ（カスプ高さ）から考えると。



角度が付くほど、見かけ上の工具円弧が減少。

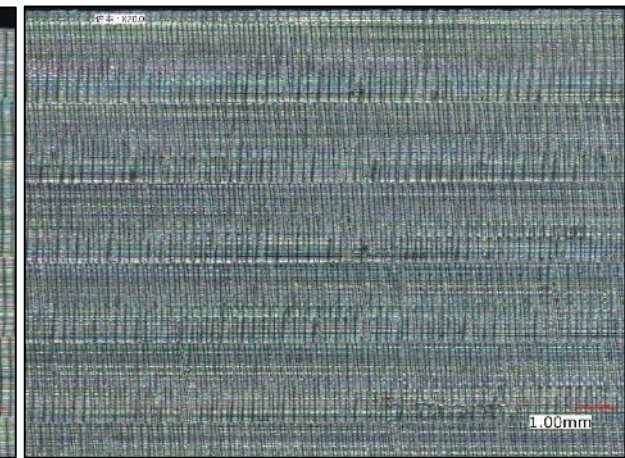
結果「4. チルト角」①



13.6度



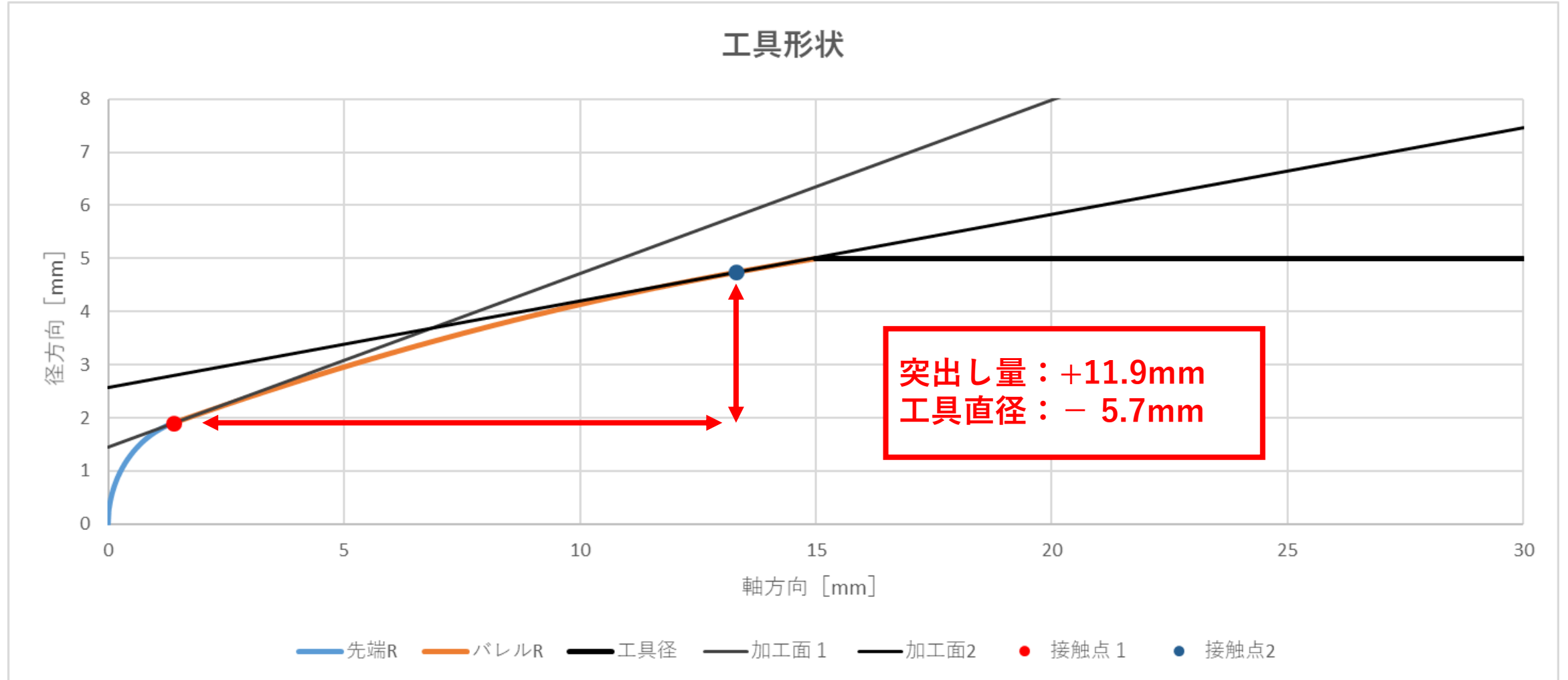
9.3度



18.1度

工具の先端で加工した場合、表面粗さが悪化。
工具の根本では切削負荷が低下。

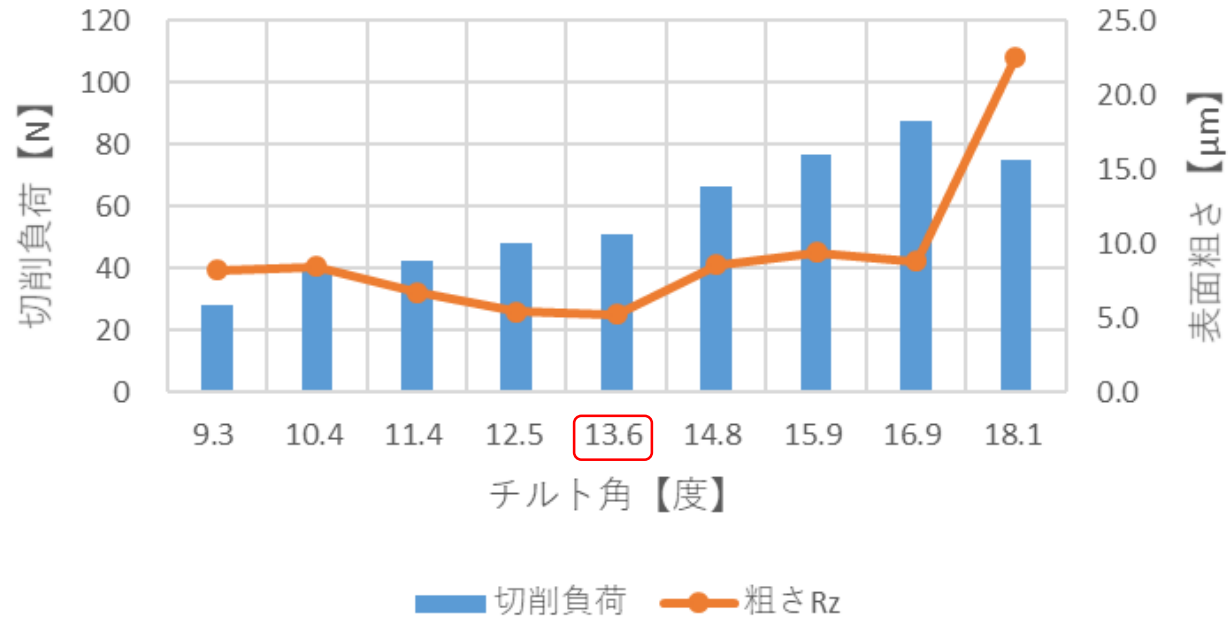
考察「4. チルト角」①



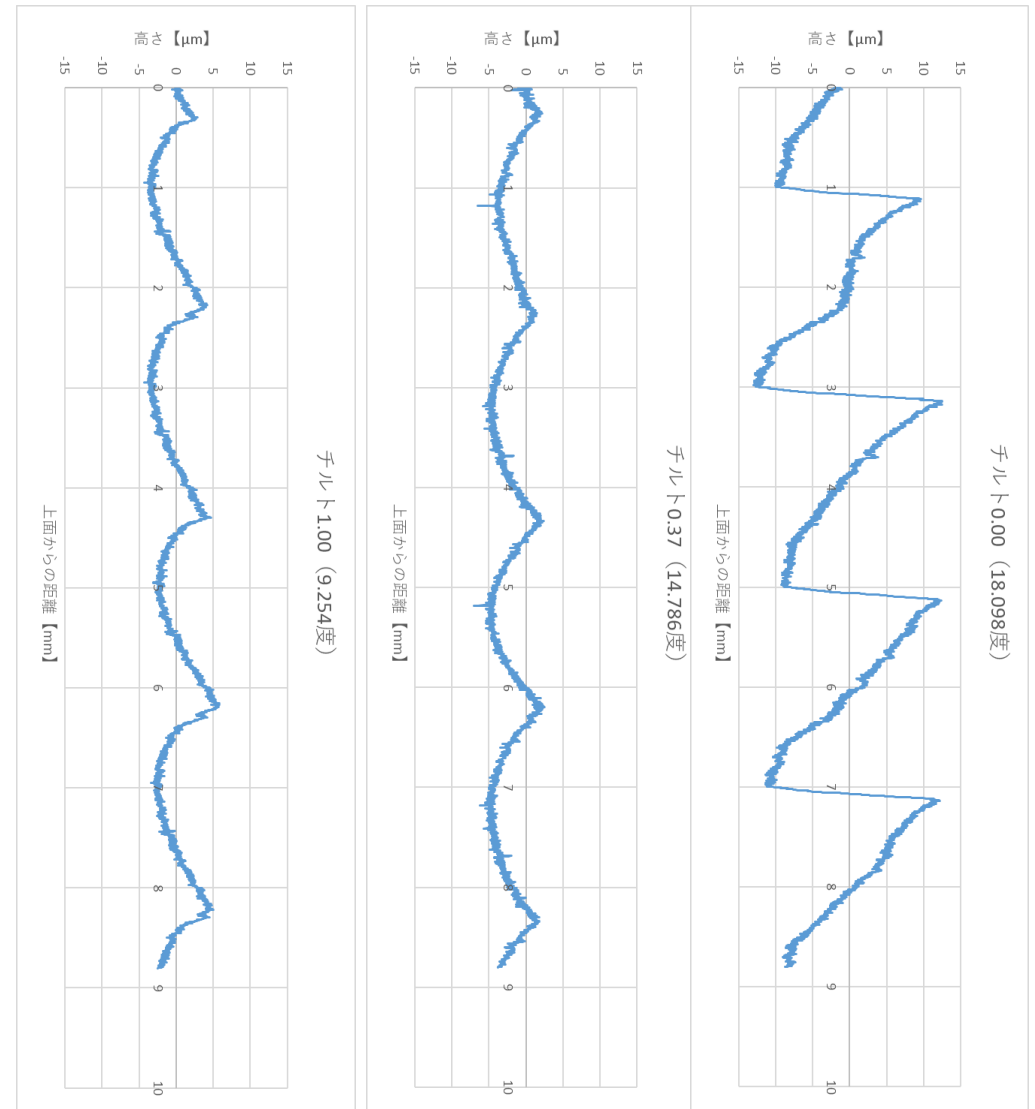
加工位置が先端になるほど、突き出し量が増え、工具径が細くなり、剛性不利。
工具の変形による振れが大きくなるため切削負荷、表面粗さへ影響。

結果「4. チルト角」②

切削負荷（合力）、表面粗さ（軸方向）



表面粗さ
測定方向



工具の根本および先端で、表面粗さが悪化。
先端ではより大きく影響した

実験「5. 加工時間」

○ボールエンドミル



タンガロイ製：VBE100L07.0-BGA02S06

Φ10mmボールエンドミル 2枚刃

- ・ 中仕上げ
軸方向切込み 2.0mm
理論荒さ 53.0 μ m
- ・ 仕上げ
軸方向切込み 6.0mm
理論荒さ 53.0 μ m

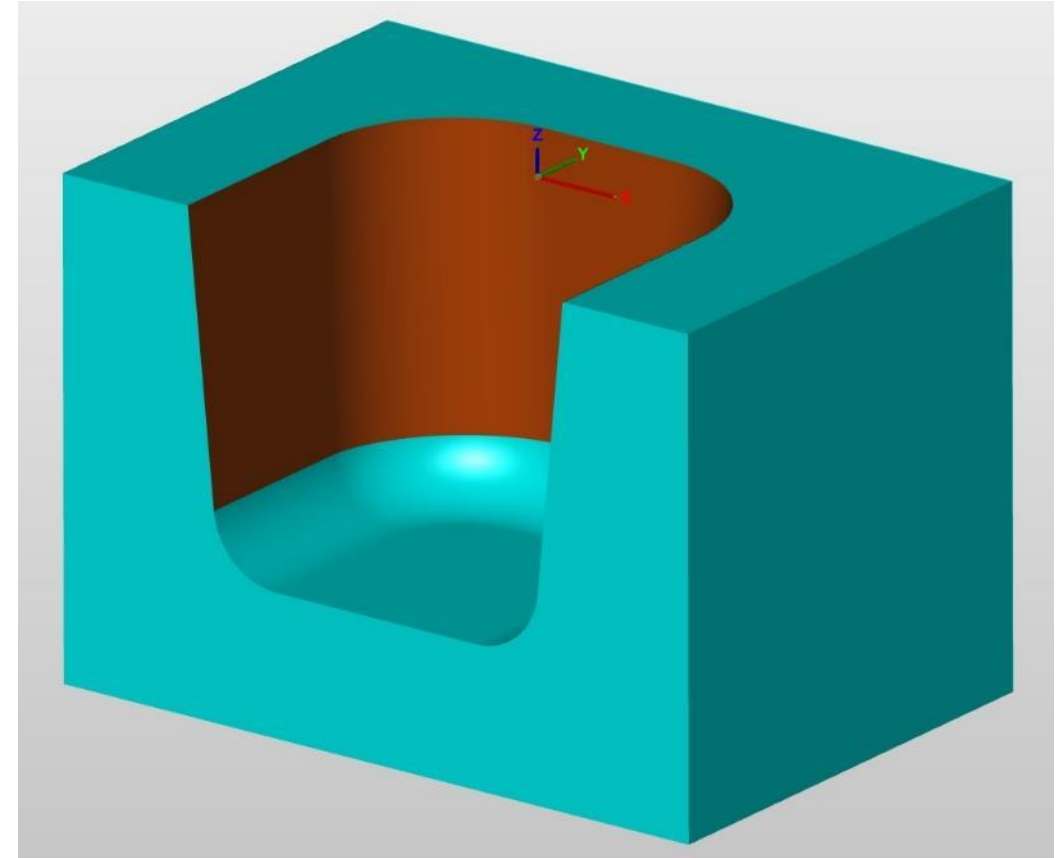
○バレル工具



タンガロイ製：VBO100L15.0R850-5S06

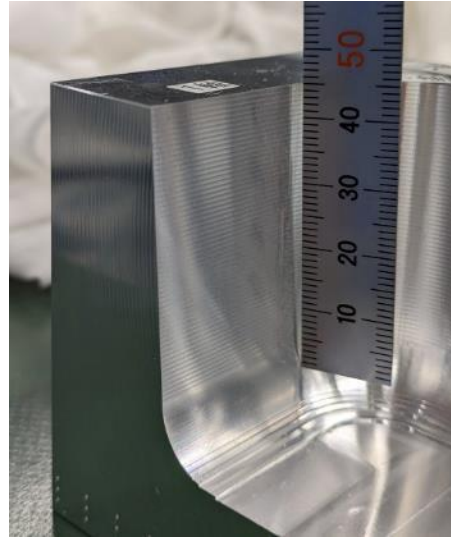
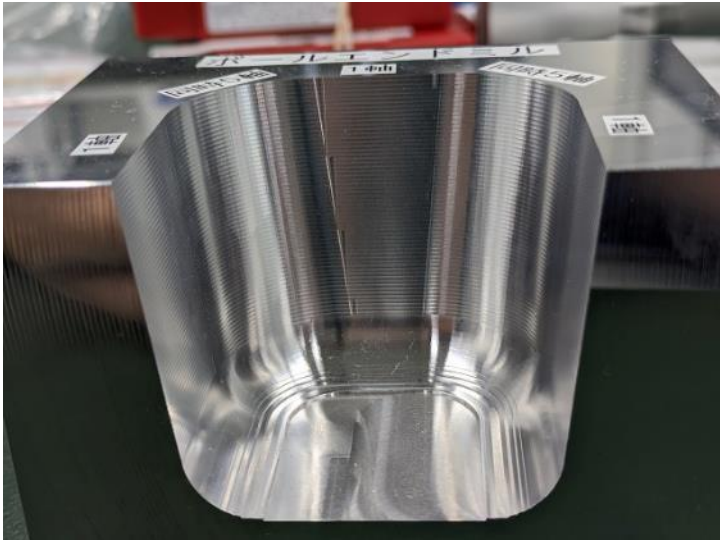
Φ10mmバレル工具 5枚刃

- ・ 中仕上げ
軸方向切込み 0.7mm
理論荒さ 6.0 μ m
- ・ 仕上げ
軸方向切込み 2mm
理論荒さ 6.0 μ m



結果「5. 加工時間」

○ボールエンドミル

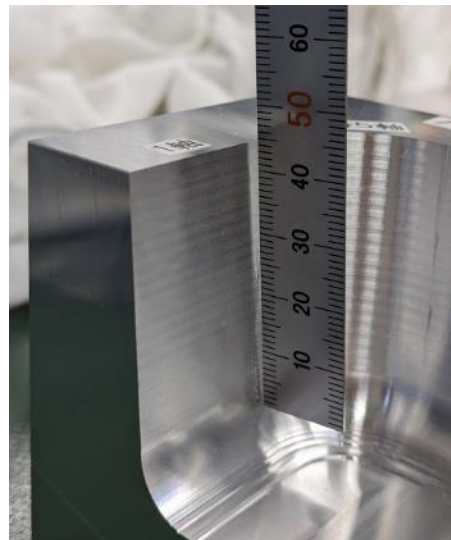
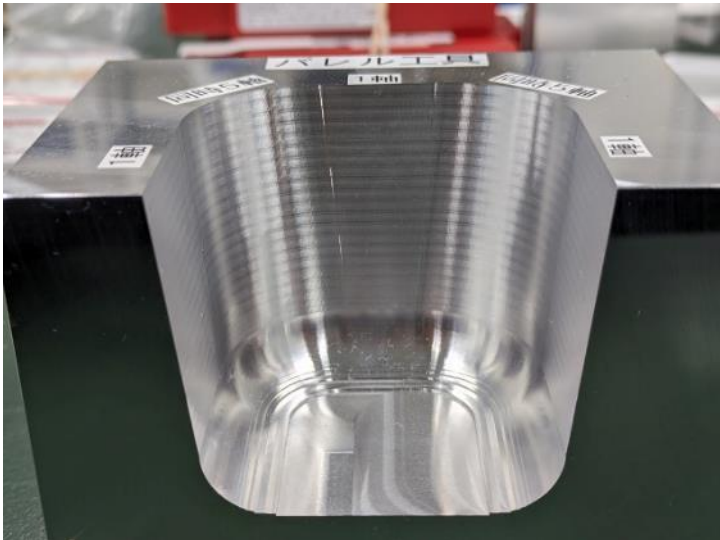


○中仕上げ
加工時間： 4分42秒

○仕上げ
加工時間： 13分21秒

合計： 18分03秒

○バレル工具



○中仕上げ
加工時間： 40秒

○仕上げ
加工時間： 1分50秒

合計： 2分30秒

約7倍の加工効率

まとめ

- 切込み量、回転数においては一般的なエンドミル加工と同じ傾向
⇒工具推奨を超えても問題なし。中仕上げ等でも使用できる
- リード角は付けると理論粗さ（カスプ高さ）から悪化する
- チルト角による影響が大きい
 - 1) 工具先端は剛性が弱く、切削負荷の増加、表面粗さが悪化する
 - 2) 円弧形状が異なる根本、先端を使用すると表面粗さが悪化する
- ボールエンドミルと比較し、バレル工具は約7倍の加工効率である

ご清聴ありがとうございました