

柔軟性のあるチャックのつめの研究

門 脇 義 次・宇佐美 清 彦*・鎗 目 剛**

A Study of a Flexible Jaw

Yoshitsugu KADOWAKI, Kiyohiko USAMI, Tsuyoshi YARINOME

(平成2年10月31日受理)

There are various kinds of exchanging methods of chuck jaws. Some of them are very expensive because of its high cost apparatus. In many workshops top jaws are changed by hands instead of the automatic jaw changer. When the chucking surface of a top jaw is made with softer material, the deformation of the chuck jaw surface helps to reach a wider contact area between the chucking surface of jaw and the workpiece and the flexibility in turning operation can be accomplished. In this report, a top jaw on which a piece of polyurethane rubber is glued is employed. The chucking pressure distribution, bending rigidity and twisting rigidity are inspected. At the conclusion, such a kind of chuck jaw can be used in the light duty turning operation.

1. はじめに

工場内での自動化, 特に機械加工のシステム化が進展していくなかで工作物取付具のみは依然として機械加工の隘路のままであるように見受けられる。工作物取付け具の代表例である旋盤用のチャックについても同様といえる。いっぽう, 切削中のチャック把握力の経時変化の研究⁽¹⁾, チャックの動的な特性の研究⁽²⁾ などの努力が重ねられている。

旋盤のチャックでは高精度加工, 高能率加工への対処とともに, 柔軟性についても大きな関心を集めている。これまでは工作物外径とつめの把握面の直径が合致するとき, 静的にも動的にも最も剛性が高い⁽³⁾ことを前提として, チャックに柔軟性を与えるには, 把握工作物寸法に合わせ, つめの把握面をセルフポーリングするか, すでに中ぐり仕上済みのつめをストックから取り出して交換する方法が取られてきた。しかし, 把握工作物直径と, つめの内径との不同がたとえわずかでも, 把握剛性の低下が著しい点⁽⁴⁾, つめの自動交換には高価な設備を要し, 現在でも人手による交換が主流である点などから新たな転換が必要と考えられる。

前報⁽⁵⁾までに, 一般の生づめにおいて, MCナイロンなどの軟質の材料を把握するとき, 工作物の変

形によって比較的均一に近い把握圧力の得られることを報告したが, これにヒントを得て, つめの把握面が柔らかい材質で出来ている場合について検討している。すなわち, 把握工作物が切削抵抗の作用のもとで, 十分な剛性を有するなら, 把握面が軟らかいことによる工作物把握部分の保護, ならびに一組のつめがカバーできる工作物直径の範囲の広さによって, システム化された機械加工セルのつめ自動交換設備が大幅に省略できる可能性がある。そこで本報告においては, つめの把握面にポリウレタンゴムを貼り付ける場合について, 把握圧力分布, 把握工作物を含む主軸系全体の曲げ, およびねじり剛性について報告している。

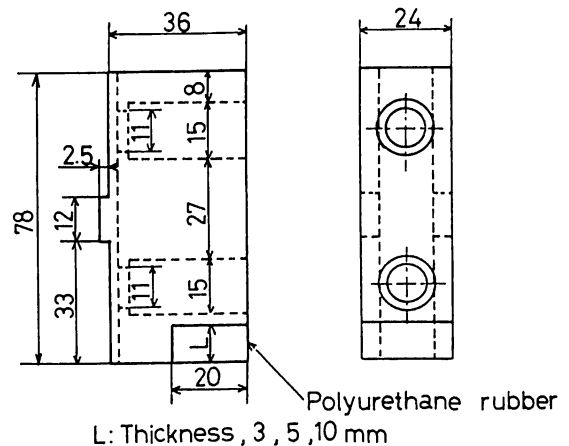


図1 供試生づめ

*五洋電子工業株式会社
秋田県南秋田郡天王町天王字長沼64

**アキタ電子株式会社
秋田県南秋田郡天王町天王字長沼64

柔軟性のあるチャックのつめの研究

2. 実験装置および方法

図1は供試つめの状態を示している。供試のつめの把握面には、ポリウレタンゴムが接着剤を用いて貼り付けられている。ポリウレタンゴムの厚さは3mm, 5mm, 10mmであり、把握長さ方向の長さは、20mmの一定である。図1に示されたものはつめの把握面がつめの各側面に対し直角の場合、すなわち把握面が平面の場合であるが、このほかに一般の生づめと同様に、把握面を把握工作物の曲率に合致するように中ぐり仕上げをしたもの、および中ぐり仕上げをした把握面に厚さ3mmのポリウレタンゴムを貼り付け

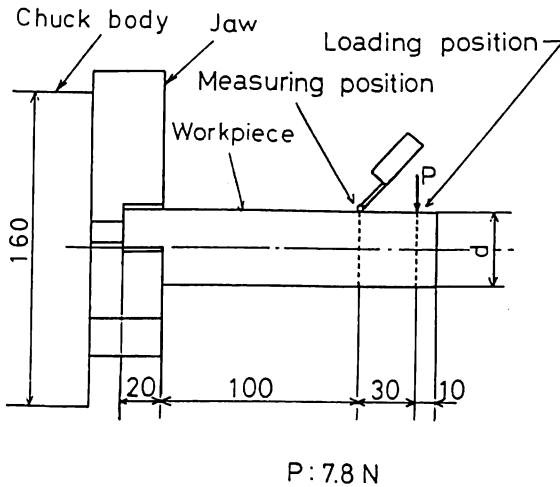


図2 曲げたわみの測定法

た場合についても行なっている。

以上に示されたのは、トップジョウの状態であるが、このトップジョウを呼び外径160mmの三つづめスクロールチャックのマスタージョウに2本のボルトによって取り付けている。

図2は曲げたわみの測定方法を示している。供試把握物の直径はつめとの接着面積を変化させるため幾分変えているが、ほぼ50mm付近としている。この場合の把握力の大きさは11KNの一定にし、つめの先端から130mmの点に7.8Nの荷重を downward に作用させる。このときの把握工作のたわみをつめの先端から100mmの点で、電気マイクロメーターを用いて測定している。

図3は把握面における最大静止摩擦力の測定方法を示している。すなわち、把握力4.6KNで把握した工作物に、ねじりを加えて、徐々にねじりモーメントを増加させ、滑り始めるときのねじりモーメントから最大静止摩擦力を求める方法によっている。ここで、把握工作物にねじりを加えるには、トルクレンチを用い、レンチの表面に貼り付けたひずみゲージの出力からねじりモーメントの大きさを求めている。

3. 実験結果と考察

3.1 把握圧力分布

図4は、つめと把握工作物との接触状態を感圧紙法によって測定したものを等高線によって表示した例である。この場合はつめの把握面が平面であり、把握工作物が円筒であることから、円筒と平面の接

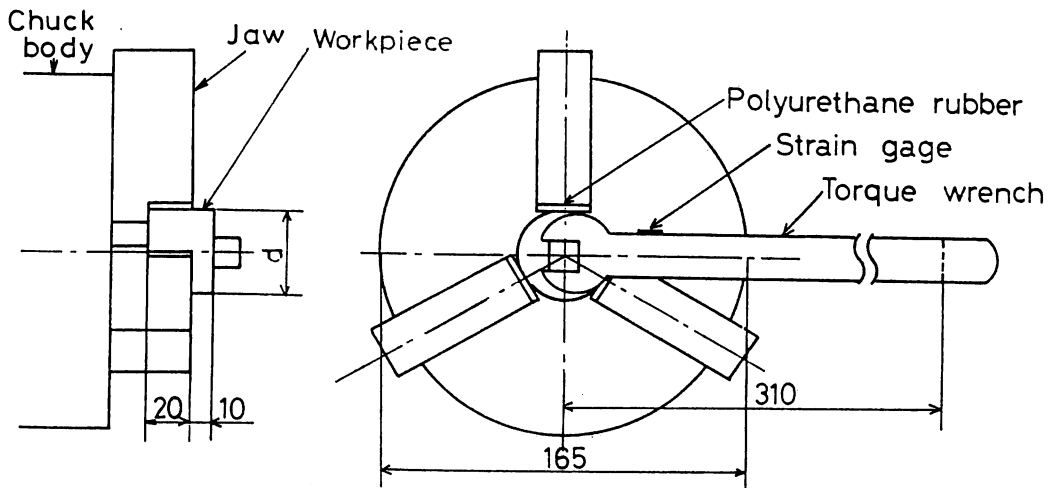


図3 ねじり強さの測定法

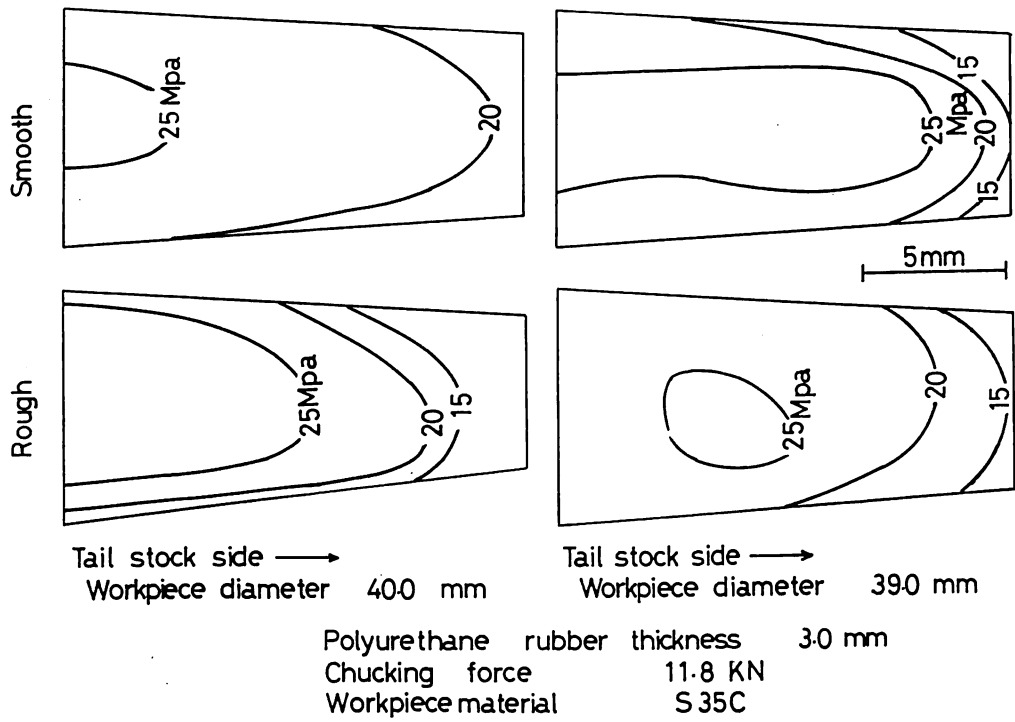


図4 把握圧力分布の等圧線表示

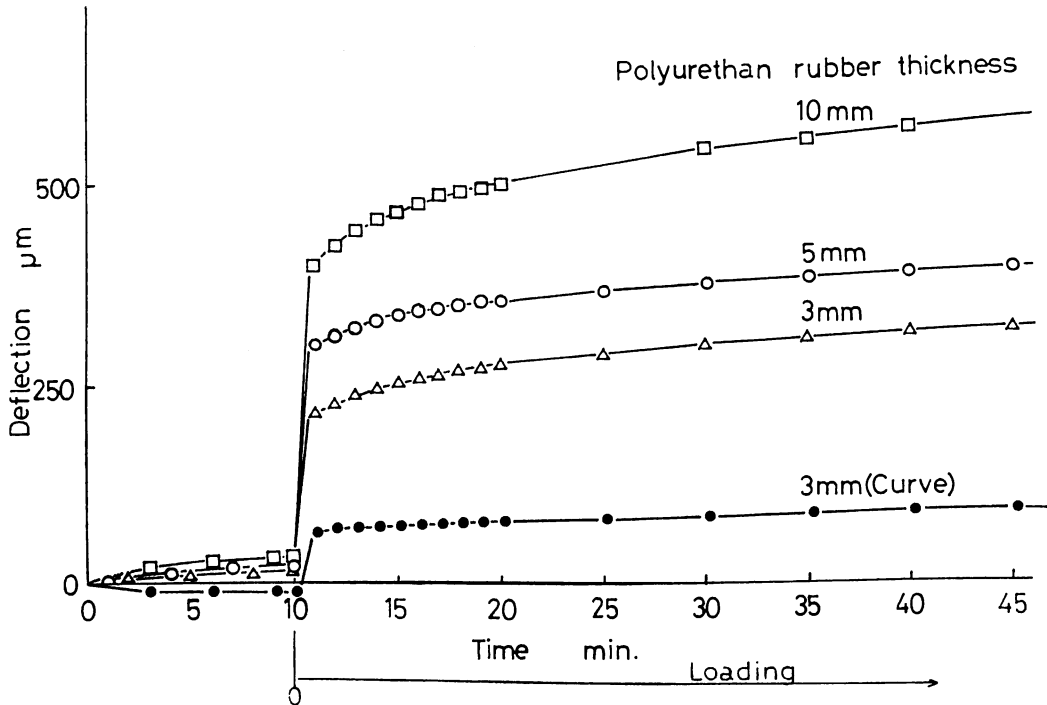


図5 曲げたわみの測定結果

柔軟性のあるチャックのつめの研究

触する例であるが、把握面に貼り付けられたポリウレタンゴムの変形によって、この接触面は円周方向にも拡がりをもっている。

図4では、把握工作物の仕上げ程度、把握工作物直径の把握圧力分布への影響を比較できるが、この例からすると、把握工作物の仕上げ程度の影響は小さいと言える。また、工作物直径についても、この程度の直径の違いでは、把握圧力分布に顕著な相違見られないようである。しかし、つめの先端と後端とでは、把握面の拡がりに違いがあり、後端での拡がりが大きく、したがって、後端側の圧力が高い状態、いわゆるつめの口開き現象が見られる。

3・2 曲げ剛性

図5は曲げたわみの測定結果である。工作物把握後10分間は把握工作物の自重のみであり、それ以後は工作物の先端に重荷を加えた場合である。図5によれば、ポリウレタンゴムの厚さは、曲げたわみの大きさに決定的な影響があり、ポリウレタンゴムが厚いほど曲げたわみが大きくなる。また本実験の範囲内では、時間の経過とともにたわみが増大する傾向にある。ポリウレタンゴム3mmの場合を比較すると、同じ厚さの場合でも、把握工作物外径に合致するようにつめの把握面を中ぐり仕上げしたうえで、ポリウレタンゴムを貼り付けた場合(Curve)はたわみが小さく、剛性が高くなることを示している。

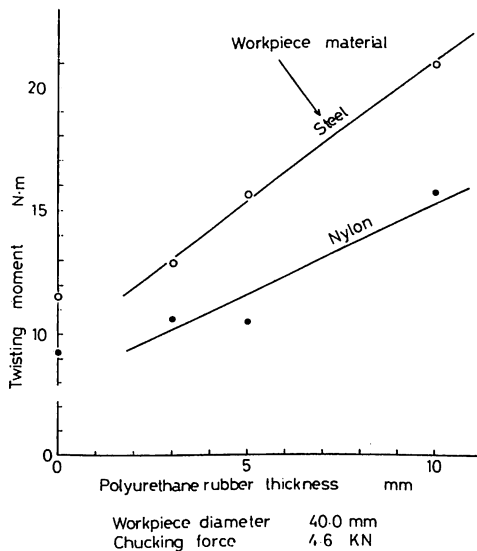


図6 ねじり強さの測定結果 (ポリウレタンゴム厚さの影響)

なお、図中に表示しないが、一般の生づめと同様に、把握工作物の直径に適合するようにしたつめを用いた場合のたわみは本実験程度の荷重の下ではほとんどゼロである。

3・3 ねじり剛性

図6は把握工作物とつめの把握面との間の最大静止摩擦係数におよぼすポリウレタンゴムの厚さ、および把握工作物材質の影響を見たものである。ただし図6に示されるのは最大静止摩擦係数を求める過程であり、把握工作物に加えらるねじりモーメントを次第に増していくとき把握工作物が滑り始める最大ねじりモーメントで示されている。図6によれば、最大ねじりモーメントはポリウレタンゴムの厚さとともに増している。また把握工作物材質がMCナイロンの場合と比較して、炭素鋼(S35C)が滑りを生じにくいことを示している。これらのはつめの変形による把握面積の増加および材料に固有の摩擦係数が大きく関与するためと考えられる。

図7は図6と同様に把握工作物に加えらるる最大ねじりモーメントを示している。この場合はポリウレタンゴムの厚さを3mmの一定、把握力を4.6KNの一定にして、把握工作物直径の影響を比較したものである。図7によれば、最大ねじりモーメントは、把握工作物直径の大きいほど大きくなる。これは、平面にポリウレタンゴムを貼り付けたものであり、把握工作物直径の大きいほどつめと把握工作物との実接触面積が増すことによると考えられる。また、図7では、MCナイロンにくらべ、炭素鋼の摩擦係数が大きいことが示されているが、このことは、材

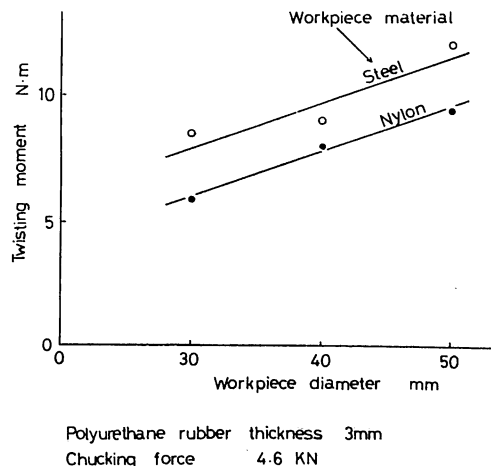


図7 ねじり強さにおよぼす把握工作物直径の影響

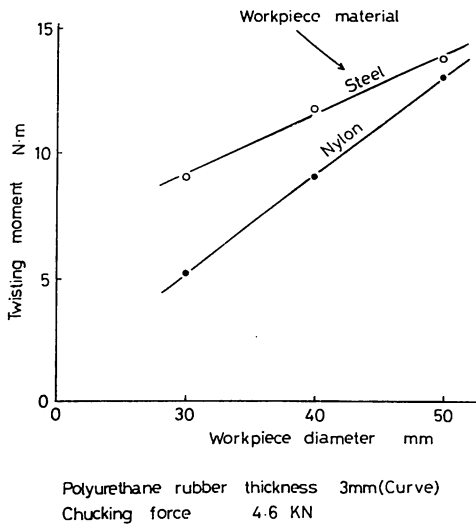


図8 曲面にポリウレタンゴムを貼りつけた場合のねじり強さ

料自体の持つ性質に起因すると考えられる。

図8はつめの把握面を50mmに中ぐり仕上げをし、これに厚さ3mmのポリウレタンゴムを貼り付けた場合の最大ねじりモーメントを示している。図8によれば把握工作物直径がポリウレタンゴムを貼りつける前の中ぐり寸法に近寄るにつれて、しだいに最大

ねじりモーメントが増していることが分る。また、図7との比較により、平面にポリウレタンゴムを貼り付ける場合よりも、最大ねじりモーメントは高い値を示している。

3・4 加工精度

図9は、切削後の加工誤差を示している。すなわち、供試つめの把握面として平面にポリウレタンゴムを張付けたもの、把握工作物直径に合致するようにつめを中ぐり仕上げしただけのもの、およびこれにポリウレタンゴムを貼り付けたものの計3種の把握面を用い、把握工作物材質は炭素鋼(S35C)として、各切込み深さによって、外丸削りをして真円度および円筒度を求めている。図7によれば、真円度、円筒度ともに、切込み深さの増加につれて大きくなっており、加工誤差が増大することを示している。特に平面にポリウレタンゴムを貼り付けた場合の加工精度の低下が著しく、この場合は、ごく小さな切込みの場合以外加工精度が保てないことがわかる。

4. ま と め

チャックのつめにおいて、一組のトップジョウを用いて、ある程度の広さの把握工作物直径に適合し、

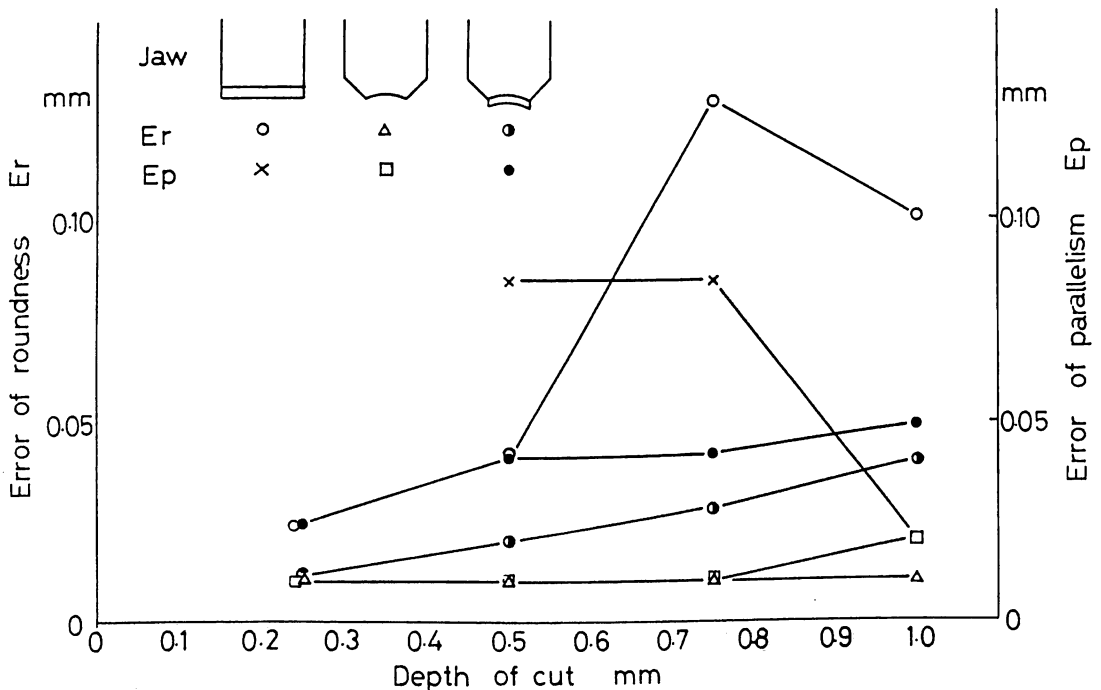


図9 加工精度

柔軟性のあるチャックのつめの研究

かつ一様な把握圧力分布を得るため、把握面にポリウレタンゴムを貼り付けた場合の把握力分布および把握工作物を含む主軸系の曲げおよびねじり剛性を検討した。その結果はば次の結論が得られた。

- (1) つめと把握工作物との間で広い接触面が得られ、つめの口開き現象も見られる。
- (2) 曲げ剛性は、一般の生づめに比較してかなり低い。しかもポリウレタンゴムが厚くなるにつれて、急激に低下する。
- (4) ねじり剛性は、一般の生づめに比較して高い。そしてポリウレタンゴムが厚くなるほど高くなる。把握工作物材質にも影響され、炭素鋼では高く、MCナイロンでは低い。
- (5) 片持切削に対して、ポリウレタンゴムが厚いほど加工誤差が大きくなる。

などが明らかにされた。

終りに、本研究は日本工作機械工業会のご支援により行なわれたものであり、同会チャック研究分科会主査、東京工業大学工学部伊東誼教授を始め、関係各位に心から感謝申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 新野他 2 名, 機論, 55-509(1989-1), 182-187
- (2) 土井他 2 名, 機論, 56-524(1989-4), 1041-1046
- (3) Rahman, M., Annals of the CIRP Vol. 334-1 (1985), 339-342
- (4) 門脇・後藤, 秋田高専研究紀要 25号 34-41
- (5) 門脇・他 3 名, 秋田高専研究紀要 23号 17-24