

締付けおよび切削中のツメの接触圧力 —チャッキングの基礎研究(第7報)—

門脇義次・安藤正昭・斎藤輝雄

Contact Pressure on Chuck Jaws by Chucking and Cutting

—Basic Study of Chucking (7th Report)—

Yoshitsugu KADOWAKI, Masaaki ANDO, Teruo SAITO
(昭和56年10月31日受理)

In the previous papers, it was reported that chucking accuracy depended on the initial attaching error of the workpiece by measuring strains on chuck jaws. The measurements of contact pressure on the chuck jaws with "Prescale"(Pressure Sensitive Paper) complete the previous results. The interface pressure distribution between the workpiece and the chuck jaws in cutting was measured with strain gages. The results indicate that the interface pressure distribution changes with a cycle of one workpiece revolution.

1. 緒言

三ツズメスクロールチャックによる被削物の把握において、ツメと被削物との接触面における接触圧力の分布状態は、被削物つかみ部の形状誤差、ツメ接触面のあらさ等に影響されることは当然考えられることである。さらに、締付けの初期における被削物の取付誤差によって影響を受け、これが被削物先端のたわみを左右することが前報¹⁾までに明らかとなった。しかしこれまではいずれも静的な検討によるものであった。

次に、切削中においてもこの部分の接触圧力分布を知ることが出来るならば、適切な切削条件の選定ひいては加工精度と締付けトルク、ないしは切削条件との関連等に関する知見を得るのに役立つものと考えられる。

したがって、本報においては前報¹⁾までの静的な接触面圧力分布に関する検討をもとに、主として切削中に測定出来るように装置を改造すること、ならびに、生ツメと被削物との接触圧力分布の動的な場合について実験的に検討を加えている。

2. 実験装置ならびに実験方法

スクロールチャックの三個の生ツメについて、一

個の生ツメに対し、二個所のひずみ測定点を設ける。これらの二箇所は Fig. 1 に示すようにテールストック側端面上の一点(e_1)と被削物との接触面上の一点(e_2)とである。ただし、 e_2 は被削物つかみ部との接触をさけるために、実際の接触部よりも奥の方に選んである。これらの二点にはストレングージを貼付ける。

いっぽう、ツメ上の信号を外部に取出すには、主軸後端に設けたスリップリングによった。

予備実験を重ねた結果、主としてスリップリングの機構に起因する、温度上昇その他が原因と考えられるドリフトの影響を極力押えるためには、スリップリングを通してから大きく増巾を行うことは不利であることが分った。

このため、充分大きな出力としてスリップリングを通すのが良く、ツメ上にブリッジ回路を構成する必要がある。したがって、ストレングージとしては

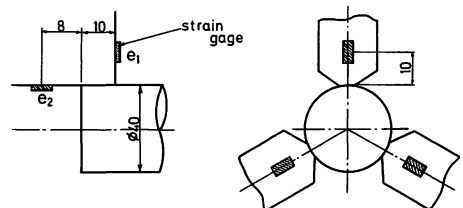


Fig. 1 Position of Strain Gages mounted on Chuck Jaws.

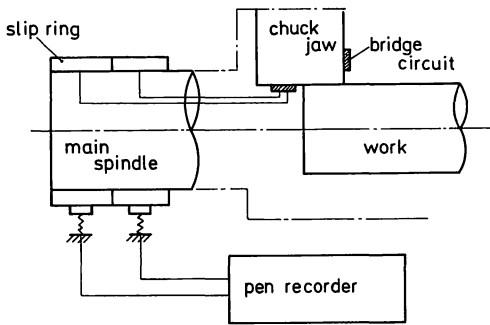


Fig. 2 Schematic Arrangement of Apparatus.

ゲージ率210の半導体P-Nゲージ，電源としては補聴器用1.35V水銀電池の二個直列，他に初期平衡のための可変抵抗として，200Ωポテンショメータを用いる。こうして外部に取出される信号は直接ペンレコーダで記録する。これらを実験系統図として，Fig. 2. に示す。

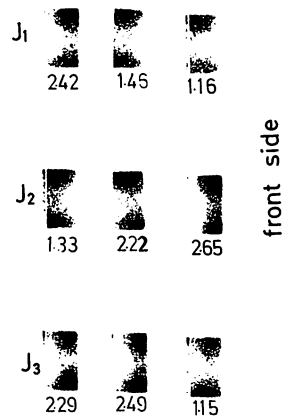
なお，締付けなどの静的な部分に関しては前報までとはほぼ同様に行った。

3. 実験結果ならびに考察

3-1 感圧紙を用いた締付けトルクと接触圧力との静的な検討 切削実験に先立ち，被削物のチャックによる締付け状態を明らかにしておく必要がある。このため，被削物のつかみ部をφ40の研削仕上げとし，ツメの接触面もツールポストグラインダを用いてφ40の研削仕上げとする。次にこの二面間に感圧紙をはさんで締付ける。このとき，上記のひずみ e_1, e_2 も測定する。Fig. 3に測定結果の例を示す。

Fig. 3は締付けトルクが39.2N・m(4kgf・m)の場合であり，図中の数値はそれぞれのツメに生ずる二つのひずみの比(e_1/e_2)である。なお，ひずみ比については，前報でも検討した通り，締付けトルクの大きさ，すなわち把握力の大きさには無関係で，分布圧力の中心の位置によってのみ定まると考えられ，分布圧力の中心が口先から離れるほど小さく，口先に近いほど大きくなる値である。

Fig. 3では，感圧紙による測定結果に見られる通り，各ツメの当りは軸方向にはもちろん，周方向にも不均一である。軸方向に関しては，取付けのごく初期におけるアラインメントの不適當により，被削物の中心がチャックのツメの中心線に対してわずかに傾むいて取付けられ，締付け力を増していても



chucking torque 39.2 N·m

Fig. 3 Pressure Distribution on Chuck Jaws.

その傾むきが矯正されずに残ることによるものであり，周方向に関しては，被把握物の直径を40mmとし，ツメの内径もこれと等しくしてあるために，感圧紙の厚み分だけ大径の被把握物を把握することになって，ツメの中央付近で弱い当りとなったものである。これは圧力値を数値化する際などには不都合であるが，周方向の接触長さの長いほど接触圧力が大きいことを表わすため，軸方向の圧力分布を知る上ではかえって好都合である。

いっぽう，一定の締付けトルクでくり返し締付けでも，特定のツメが強い当りを示すようなこともなく，ツメの研削による，ツメ相互間の誤差は無視出来ることが分った。

以上の感圧紙による測定結果とひずみ比とを対比すると (Fig. 3によって)，ひずみ比は良く接触圧力の分布状態を表わしていることが分かり，前報までの締付けによる結果を確認することが出来る。

以上のことから，各ツメが均一に締付けるためには被把握物の中心線がチャックのツメの中心線に一致することが必要であり，締付け前のアラインメントが悪いと，締付けトルクを加えてもこれが矯正されずに締付けられるため，傾むいて取付けられることになる。従って，締付け前のアラインメントが最も重要である。

3-2 チャックワークにおけるツメ接触部の圧力分布 次の切削条件で旋盤のチャックワークを行ない，このとき，ツメのひずみによって生じた不平衡電圧を記録する。すなわち，被削物外径40mm，かみしろ10mm，突出し60mm，切削速度7.5m/min 被削材質SS41，切込み0.25mm，送り0.2mm/rev. バイトは

締付けおよび切削中のツメの接触圧力

Table. 1 Cutting Conditions.

Work.	Material.	SS41
	Diameter.	φ40
	Chucking Length.	10 mm
	Over Hang.	60 mm (100 mm)
Tool.	Material.	Cemented Carbide
	Angle.	-5°, 6°, 6°, 5°, 15°, 15°, 0.8
	Cutting Speed.	7.5 m/min.
	Depth of Cut.	0.25 mm (0.5 mm)
	Feed.	0.2 mm/rev.

(): on the case of using Dead Center.
 超硬スローアウェイの-5°, 6°, 6°, 5°, 15°, 15°, 0.8mmである。これらをTable 1に示す。

実験結果の一例をFig. 4に示す。ここで、横軸は今注目しているツメが真上にあるときを0°とし、こ

れから主軸正転の向きに正の回転角をとったものである。図より、ツメが30°回転して出力 e_1 が最大となり、 e_2 については、さらに30°回転した60°付近で最大となっている。また、それぞれ180°回転して最小値を示す周期波形である。したがって、真上にある位置から30°~60°回転したときツメには最大の荷重が作用すると予想出来る。これは切削抵抗の方向を予想して比較すると、垂直荷重(被削物先端の)に対しツメが真下にくるとき、締付けの際の圧力との差となるためにツメには最小の荷重が作用するとした前報の結果とは異なるようである。これについては次のひずみ比による場合と併せて検討する。

Fig. 5にひずみ比の結果を示す。これについても、真上から30°回転して最大を示し、210°~240°付近で最小となっている。なお、ひずみ比が最大となるところで接触圧力の中心は最も口先に近いはずであり、

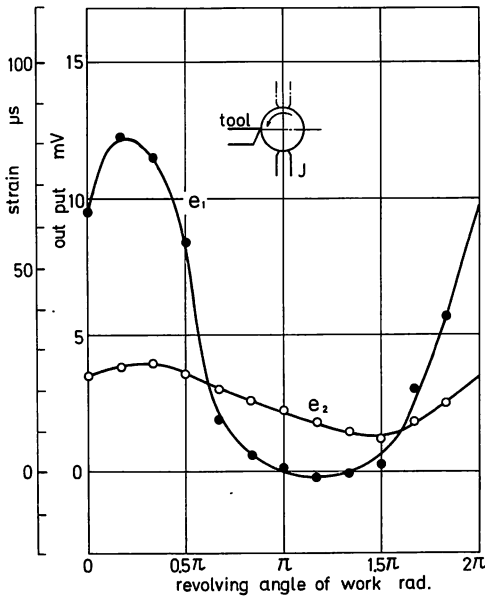


Fig. 4 Strain Change during Chuck-Working.

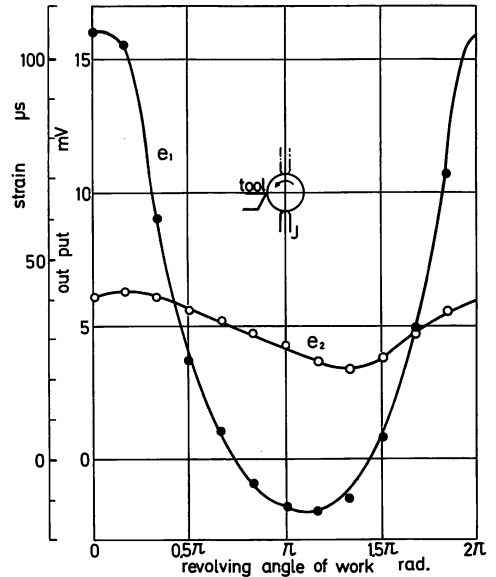


Fig. 6 Strain Change during Chuck-Working with Dead Center.

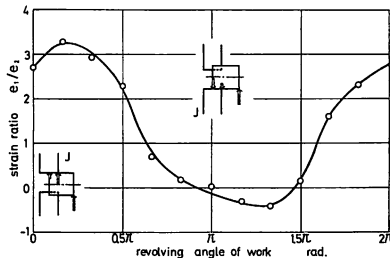


Fig. 5 Change of Strain Ratio during Chuck-Working.

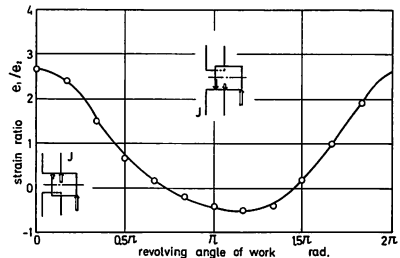


Fig. 7 Change of Strain Ratio during Chuck-Working with Dead Center.

これは前報までに明らかとなっている。

以上のことから、静的な場合と異なり、切削中においては最大荷重の作用する点と、その接触圧力の中心が最も口先に近くなる点とがほぼ一致することになる。これは静的に検討した際の荷重の作用線は被把握物の中心を通るのに対し、切削抵抗の合力の作用線がこれを通過しないためと考えられるがなお検討を要する点である。

3-3 チャッキングと心押しを併用した切削におけるツメ接触部の圧力分布 チャックワークにおいて、被削物を含む主軸系全体の剛性を増すために心押しを併用した場合である。このときの切削条件は突出しを100mm、切込みを0.5mmとした他は前述のチャックワークにおける場合と同様である。

実験結果の一例として、ひずみに起因する出力電圧の変化をFig. 6に、ひずみ比の変化をFig. 7に示す。この場合の不均衡出力ならびにひずみ比の変化の様子はほぼチャックワークにおける場合と同様で、被削物一回転を周期とする周期波形となる。しかし、出力電圧、ひずみ比共にその最大の点は回転角 0° 付近になること。そして、ひずみ比が最小となる角度すなわち、ツメの奥の方で主として咬んでいるような接触圧力の分布状態を示す角度も最大ひずみを示す角度にならって、 30° 程度前の方に現われ、回転角 210° 付近となっている。

このようなチャックワークとの相違は切削抵抗による被削物先端のたわみの違いによると考えられ、ツメの接触長さすなわち、かみしろを長くすること等により、曲げ剛性を増せば、チャックワークの場合にも心押しを併用した場合と同様に、回転角 0° において、ツメが被削物を押す力とひずみ比とが共に最大となるような形になると予想された。いっぽう心押しを併用する場合でも、チャックとの接触部における剛性が不足するならば、単なるチャックワークの場合と同様に、回転角にして 30° 程度遅れるものと考えられる。

なお、ひずみ比が大きければ口先に大きな力がかかり、反対に小さければ奥の方に大きな力のかかることを示すが、三つのツメの力が均等な締付けにおけるひずみ比がどの程度となり、最も望ましい値となるかについては今後明らかにしたい。

4. 結 言

三ツツメスクロールチャックによる被削物の把握に関連して、その接触部における圧力の分布状態を、

締付けの段階については、ツメに貼り付けた二枚のストレングージによる不均衡出力および感圧紙を用いた測定から、切削中については同じく不均衡出力から求めることが出来た。その結果、

1. 締付け段階の感圧紙による測定から、ひずみ比(e_1/e_2)が小さいほどツメの後方に大きな力のかかる分布となり、前報¹⁾の結果と一致した。
2. 被削物の締付けにおいて、三個のツメを均等に締付けるには、締付けに先立って行う被削物とツメとのアラインメントが重要であり、一度傾むくとたとえ締付けトルクを増大しても、その方向を矯正することは困難である。
3. 切削中にツメに加わる力の大きさは一回転を周期として変動する。そして、これが最大となるのは、チャックワークの場合バイトによる切削点の手前 60° である。いっぽう、チャックワークでライブセンターを併用すると、この角度は約 30° 早くなって、ほぼツメが真上に来る時となる。
4. 切削中のツメに生ずるひずみ比の変化は、上記の力の変動と同じであり、被削物がツメを押す力が最大となると、その分布は口先の近くに分布の中心が来るような形状になると考えられる。

本報告の一部は昭和56年6月13日、日本機械学会東北支部秋田大会において講演したものである。

謝 辞

本研究に関連して、千葉大学工学部、中野嘉邦教授に多くの御教示を戴きました。心から感謝申し上げます。

また、本研究を遂行するに当たり、御協力戴いた本校の各位に心より御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 門脇・安藤 締付けと荷重によるツメのひずみ, 秋田高専紀要・15・P 6
齋藤・門脇・安藤・後藤 チャックのツメの剛性について, S 54・精機学会秋季大会前刺集・P 61