

旋盤用チャックの把握力と変形 —チャッキングの基礎研究（第9報）—

門 脇 義 次・奈 良 勝 敏・斎 藤 輝 雄

Gripping Force and Deformation in Lathe Chuck —Basic Study of Chucking (9th Report)—

Yoshitsugu KADOWAKI, Katsutoshi NARA, Teruo SAITO
(昭和58年10月31日受理)

This paper deals with the correlation between chucking torque and gripping force in three-jaw scroll chucks and four-jaw independent chucks. The deformations under the action of gripping force are inspected in chuck body and jaws, and in consequence larger chucks and four-jaw independent chucks are more rigid than smaller chucks and three-jaw scroll chucks respectively.

1. はじめに

加工精度や加工性能への影響が極めて大きいにもかかわらず、工具や工作物の取付具に関する研究は工作機械本体に関する研究に比べると立遅れが目立つとされている¹⁾²⁾。最も代表的な工作物取付具である旋盤用のチャックについても同様のことがいえる。

工作機械の高速化、高能率化の趨勢はチャックに対し高速回転による把握力低下などの新しい問題を提示している³⁾。また、最近のFAやFMSなどのように高度に自動化の進んだ工作機械を要する分野では、把握力および把握状態の高い信頼性が要求されている。ここで、チャックの把握力はチャック性能の最も基本的な事項であり、これまでも多くの研究がなされて来た^{3)~5)}。しかし、いずれもそれぞれの供試チャックに関するものであり、把握力だけを系統的に取扱った例は見られないようである。

本報では、つめ開閉機構の異なる二、三のチャックについて把握力を検討している。次に、これによって生ずるチャック各部のたわみについて言及している。

2. 実験方法

2・1 把握力の測定方法 三つ爪チャックの場合、把握力の測定方法としては、三つ爪専用の荷重計による方法とひずみゲージを用いたトランス

ジューサによる方法がある。ここでは回転中の測定を目的としないため前者の三つ爪専用の荷重計によっている。四つ爪単動チャックでは、普通の荷重計を用いた。

2・2 チャックのたわみ測定 工作物の把握によって生ずるチャックのたわみの測定方法を図1に示す。ここで、チャックはグラファイト定盤上を自由に滑るようにしてある。測定は定盤上に固定した $P_1 \sim P_6$ の六個のコンパレータによっている。まず、工作物を把握しない状態でチャック表面に接触した

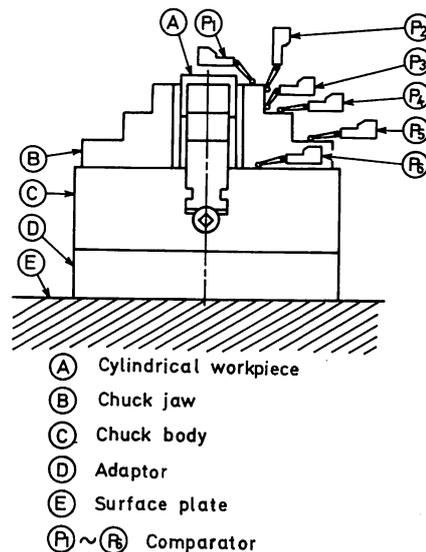


図1 チャックのたわみの測定方法

表 1 供試チャック

| 項目 番号 | チャック型式 | J I S 番号 | 呼び寸法 | 外径 mm | 備 考 |
|----------|----------|----------|-------|-------|---------|
| No 1 | 三つ爪スクロール | B 6005 | 6 1/2 | 165 | 生爪、硬爪兼用 |
| 2 | ” | B 6151 | 7 | 190 | 硬爪用 |
| 3 | ” | B 6005 | 10 | 275 | 生爪、硬爪兼用 |
| 4 | ” | B 6151 | 10 | 273 | 硬爪用 |
| 5 | 四つ爪単動 | B 6154 | 8 | 200 | ” |
| 6 | ” | B 6154 | 10 | 255 | ” |
| 7 | レバータイプ | — | 8 | 210 | 油圧、生爪用 |

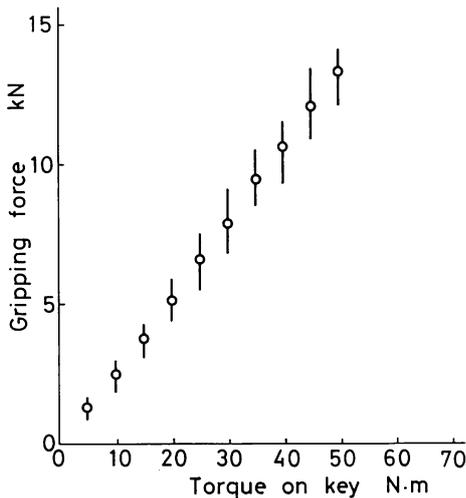


図 2 チャッキングトルクと把握力の関係
(三つ爪スクロールチャックNo.2)

コンパレータの読みを求め、ついで工作物を把握した状態で同じ点の読みを求める。こうして求められた二つの読みの差がその点のたわみとなる。一般にチャックは取付けボルト等により旋盤の主軸端に装着されるが、装着状態によっても工作物を把握する際のチャックのたわみに差を生ずると考えられ、主軸端と同形状のアダプタを製作し、これにチャックを取付けて測定した。

2・3 チャッキングモーメントの測定方法 三つ爪スクロールチャックと四つ爪単動チャックでは市販のトルクレンチを用いて、予定のチャッキングトルクを与えた。いっぽう、油圧パワーチャックでは、油圧ポンプの吐出圧力を変えることで把握力を

調整している。

2・4 供試チャック 表1に供試チャックを示す。三つ爪スクロールチャック、四つ爪単動チャック、油圧パワーチャックの三種であるが、三つ爪スクロールチャックについてはチャック寸法の影響を調べるために、寸法の異なるものについても測定している。

3. 実験結果と考察

3・1 三つ爪スクロールチャックの把握力 一例として、No.2 (表1) についてチャッキングトルクと把握力との関係の測定結果を図2に示す。全般に、同じチャッキングトルクに対する把握力にばらつきが見られるものの、ほぼ直線関係にあるといえる。この変動の要因の代表的なものとして、把握力を得る際の締付け速度があげられる。実作業における把握の方法と同様に、ほぼ衝激的なトルクの与え方をしたが、その速度には一回の締付けごとに若干の差があると思われる。また、一回の締付けごとに把握力をゼロにする場合と、小さな把握力で締付けた状態から、チャッキングトルクを増やしていく場合とがあるが、本実験の範囲では、両者には明らかな差が見られず、図2の変動の幅内に納まっている。

ここで、把握力は、習慣に習って、図3(a)に示すように、三つの等しい力Pが三つの爪から工作物中心に向うとき、 $3 \times P$ を示している。

図4はチャッキングトルクと把握力との関係をチャックについて比較したものである。ただし、図に示す各直線はそれぞれのチャックについて図2の関係を求め、同じチャッキングトルクに対して変動

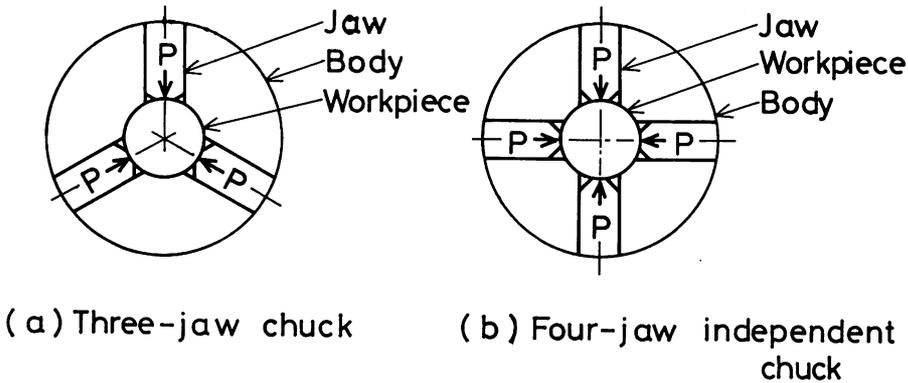


図3 把握力の説明図

する把握力を最小自乗法により直線化したものである。図4において、①～④は供試チャックの測定結果を示し、⑤～⑦はそれぞれの文献によっている。図によれば、同じチャッキングトルクに対し、小径のチャックほど把握力が大きくなっている。しかし、直線の傾斜角にはチャック寸法の大小による明らかな傾向が認められないようである。この結果は、小径チャックの場合、爪と本体摺動面との接触長さが短かく、見かけの摩擦が小さくなり、同じチャッキングトルクに対し、把握力が大きくなるためと考え

られる。

3・2 四つ爪単動チャックの把握力 図5は四つ爪単動チャックの爪の一つについて求めたチャッキングトルクと把握力との関係を示す例である。この場合にも、一定のチャッキングトルクに対して把握力の大きさに変動はあるものの、ほぼ直線関係にあるといえる。四つ爪単動チャックでは、図3(b)に示すように、向い合う二個の爪について把握力を考えればよく、図のPが爪あたり把握力である。また、摺動面の摩擦が爪ごとに異なる。したがって、図5

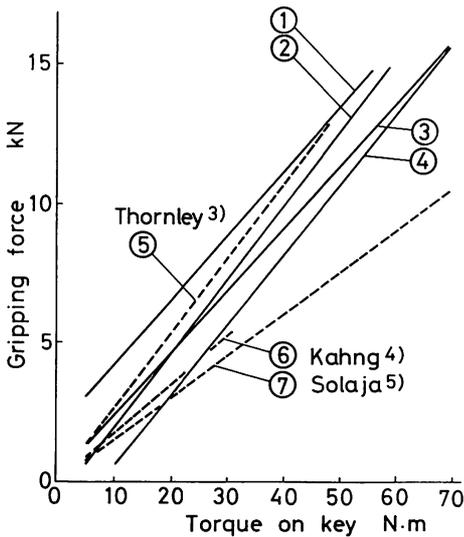


図4 チャッキングトルクと把握力の関係 三つ爪スクロールチャックの比較

(①～④は表1の実験番号No.1～No.4に一致)

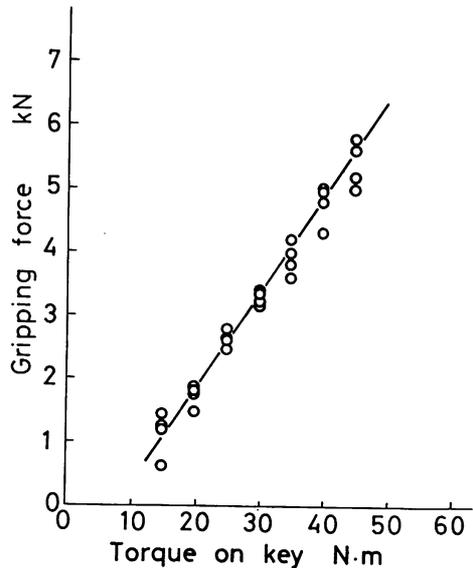


図5 四つ爪チャックにおけるチャッキングトルクと把握力の一例

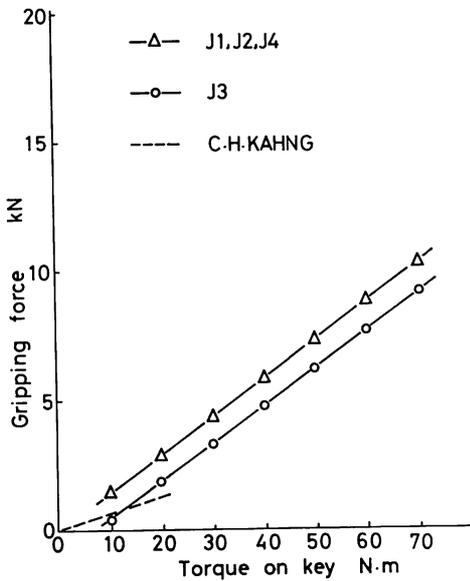


図 6 四つ爪チャックの把握力 (No. 6)

の関係は爪ごとに求められる。

図 6 は No. 6 におけるチャッキングトルクと把握力との関係図である。この例では J1, J2, J4 がほとんど同じ摩擦状態にあると考えられ、ほぼ等しいトルク-把握力図を示した。図には比較のため、C. H. KAHNG 他による測定結果を示した。これは、中ぐり作業用のチャックであり、小さな把握力範囲が

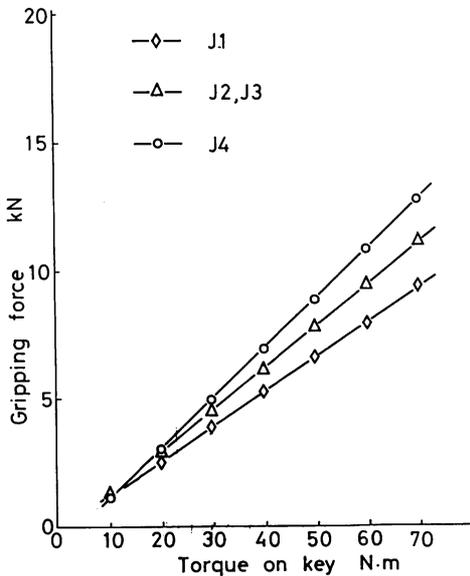


図 7 四つ爪チャックの把握力 (No. 5)

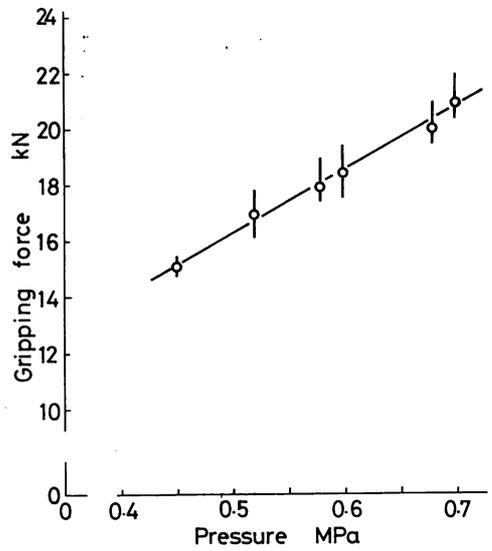


図 8 パワーチャックの把握力

示されているに過ぎないが、傾斜角に関して、本実験結果との間に大きな開きがある。

図 7 は図 6 とは異なるチャックについてのトルク-把握力図であり、この場合、J2 と J3 はほぼ一致している。ここで、図 6 と図 7 によりチャック寸法の影響を見ると、三つ爪スクロールチャックの場合と同様、同じチャッキングトルクに対し、小径チャックの把握力は、大径チャックに比べ若干大きいことになる。

図 8 は No. 7 (表 1) 油圧パワーチャックのポンプ吐出圧力と把握力との関係を示す測定結果である。この場合も一定吐出圧力に対し、把握力には変動が見られるものの、ほぼ直線関係にあるといえる。

3・3 工作物の把握によって生ずるチャックのた

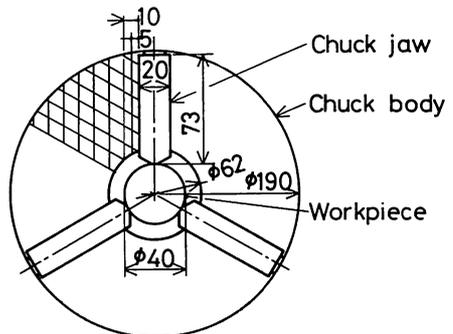


図 9 チャック本体のたわみ測定点

脱を行った。したがって、工作物の把握の際には移動する爪と移動しない爪とがあり、三つ爪スクロールチャックに合せて移動する爪についてたわみを測定した。

図 12 は測定結果の例であり、いずれの形式、いずれの寸法のチャックも工作物の把握によって本体が傾斜することになる。そして、この傾斜によって、本体の周辺は沈み、中央付近は盛上る傾向を示すようになる。また、チャック本体の傾斜角には、チャック寸法、爪開閉機構の違いによる大きな差が認められ、爪自体の傾斜角も、チャックによって大きな差を生じている。すなわち、小さな三つ爪スクロールチャック、大きな三つ爪チャック、四つ爪単動チャックの順にチャック本体の傾斜剛性が大きくなっている。そして、同じ形式のチャックの場合、チャック寸法が小さく、したがって、把握特性に大きく影響があるはずの摺動部接触長さがたとえ小さくとも、爪自体の傾斜剛性には大きな差を生じないことになる。また、同じ呼び寸法ながら、爪の開閉機構が異なる場合、例えば三つ爪スクロールチャックと四つ爪単動チャックとでは、三つ爪スクロールチャックの爪の傾斜角が大きく、爪の開閉機構が爪の剛性に大きく影響していることが判る。以上のように、把握力によるチャック本体の変形、爪の傾斜などが爪の把握面の傾斜を決め、その結果把握圧力分布を決定していると考えられる。

4. ま と め

本報では二、三の爪開閉機構の異なるチャックについて、チャックの最も基本的な性能を表わすと考

えられる把握力とチャッキングトルクとの関係について調べ、次に工作物の把握によって生ずるチャック各部のたわみについて検討した。その結果次の結論が得られた。

(1) チャッキングトルクと把握力との間には、これまでの報告にもある通り、直線的な関係が認められた。三つ爪スクロールチャックと四つ爪単動チャックとを問わず、チャックが小径となるほど同じチャッキングトルクに対する把握力は大きくなる。これには爪と本体摺動面との摩擦が大きく関与すると思われる。

(2) 三つ爪スクロールチャック、四つ爪単動チャックのいずれも、爪の口開き現象を生ずるが、この爪の口開きの原因はチャック本体の変形、爪の摺動部のクリアランスと爪の変形と考えられる。そして、爪の口開き現象には爪の開閉機構が大きな影響を及ぼしている。

終りに、本研究の全般にわたって熱心な御指導と激励を賜った東京工業大学工学部生産機械工学科・伊東誼助教授に心から感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 中野, 精密機械, 44-11 (1978-11), 1
- 2) 吉田, 精密機械, 48-11 (1982-11), 11
- 3) Thornley, Wilson, The Production Engineer, (1972-5), 87
- 4) Kahng, Lord, Davis, Trans. of ASME, 1976-2, 233
- 5) Solaja, Kalajdzic, Annals of C.I.R.P. vol. 16 (1968), 131