

# チャックのツメに生ずるひずみについて

—チャッキングの基礎研究(第4報)—

門 脇 義 次・安 藤 正 昭

Study of the Strain on a Chuck Jaw

—Basic Study of Chucking (4th report) —

Yoshitsugu KADOWAKI・Masaaki ANDO

(昭和52年10月29日受理)

## 1 緒 言

工作機械において、その構成要素を結合しているいわゆる結合要素の剛性を増すことが、機械全体の剛性を増す上に最も重要とされている<sup>1)</sup>。

いっぽう、旋盤のチャックは旋盤と材料とを結合するための構成要素であり、材料とチャックのツメの接触部における剛性も出来るだけ増しておく必要がある。しかも、この部分の剛性を考える上で、把握力の影響を見出すことが出来ない。

さらに、三ツツメスクロールチャックの把握力は一般にチャックハンドルに及ぼすトルクにより管理されている。しかし、このトルクや把握力は実作業において測定されることはまれであり、作業者の手加減に委ねられている。

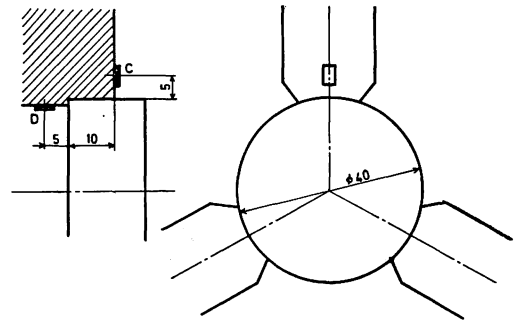
そこで著者らはチャックハンドルに及ぼすトルクと把握力との関係、および把握力がチャックのツメから材料に及ぶときの荷重の分布状態に注目し、前報<sup>2)</sup>では、荷重分布を仮定した場合の、チャックのツメと同じ寸法形状を有する、いわゆるごく短かい片持ばりに関して剛性解析を行った。

本報では、材料を把握する際にチャックハンドルに及ぼすトルクとツメ表面上の特定の点でのひずみとの関係から把握力の分布状態を実験的に求めようとし、一応の成果を得たので報告する。

## 2 実験方法

2・1 ミツツメスクロールチャックとツメ チャックはマツモト製M6であり、使用開始後約2年を経ている。いっぽう、ツメは生ヅメを用い、口先から10mmを直径40mmに相当する曲率に仕上げている。なお、この仕上げている面は把握すべきものと接する面であるから、以下ではツメの接触部分と呼ぶ。これら三個のツメのうち

の一個にストレングージを貼り、締付けに伴うひずみを測定した。なお、ストレングージを貼ったツメ表面上の点は前報のFEMによる計算結果を参考にして、比較的大きなひずみが検出出来ると予想された点であり、テールストック側端面内の一点(C)と接触部分と同一面内の一点(D)とである。これらを図1に示す。



C, Dは strain gage の位置を示す  
図1 測定方法(その1)

2・2 荷重計および把握片 三ツツメスクロールチャック用荷重計は ERICHSEN 社製339Hを用い、締付けに伴う把握力の大きさを測定し、同時にツメのひずみを測定した。なお、本荷重計における力の感受部は力の方向によってはいくぶん傾くことの出来る構造である。

その他、三種類の把握片を用いている。すなわち、チャックとして最も把握する機会が多いむくの丸棒、把握片内のひずみを測定するために一部を切欠いた円板、および鋼球である。

ここで、むくの丸棒は自重による曲げモーメントの影響が現われない程度に短かくし、直径はツメの曲率に合わせて40mmとした。また、一部を切欠いた円板についても直径は40mmとして、厚さを8mmとしている。すなわち、ツメにおける接触部分の長さは10mmであり、この両端から1mmづつ内側で接触させるためである。この円板

の両端面と内部の二箇所都合四個所にストレングージを貼った。このストレングージを貼った点は円板の外周から等距離になるように選んでいる。これらを図2に示す。

いっぽう、鋼球は32mmのものを用いた。ここで、ツメの接触部分の曲率は40mmの円に相当しているから、鋼球とツメは理論上点で接し、実際にも接触面積は極めて狭いはずである。従って、このときの把握力は集中力とし

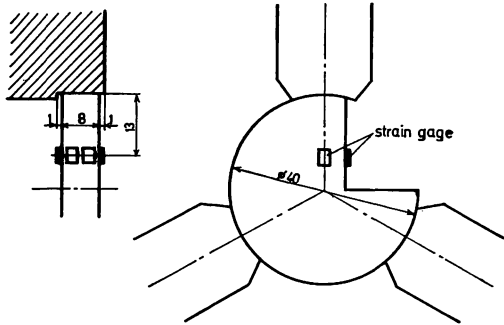


図2 測定方法(その2)

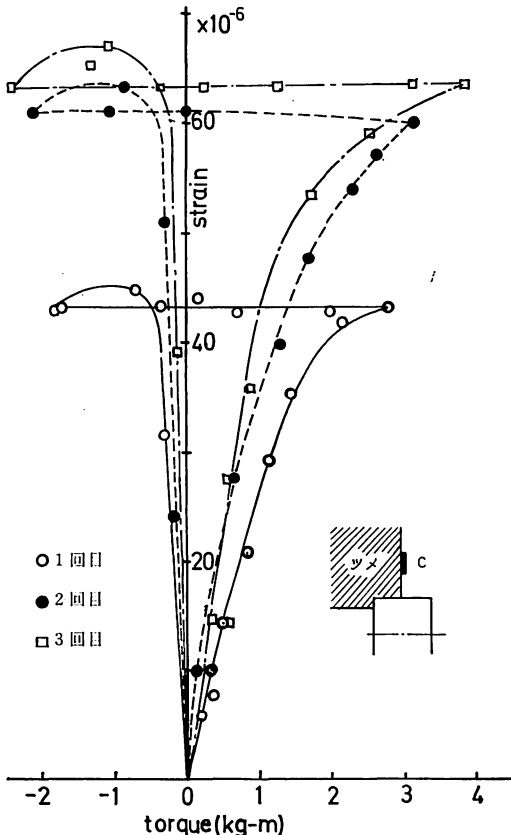


図3 (a)Cにおける締付トルクとひずみ

て作用すると考える。これにより、ツメの接触部分で集中力の作用点を移動するとき、ツメのひずみに対しいかなる影響があるかを知ることが出来る。

2・3 チャックハンドル 供試チャック専用のチャックハンドルのシャック(直径20mm)にストレングージを貼り、ひずみを求めトルクに変換した。

### 3 実験結果

3・1 むくの丸棒を把握した場合 一旦あるトルクまで締付けたものを、次に逆向きのトルクを与えてゆるめる。これを一つのサイクルとして、トルクとツメに生ずるひずみとの関係を示すと図3のようになる。図では各々三サイクル分を掲げている。

図によれば、ツメに生ずるひずみはチャックハンドルに加えるトルクと共に増大する。しかし、その増し方は一様でなく、トルクの小さな範囲でのひずみの増し方は急であるが、トルクの大きな範囲ではゆるやかである。

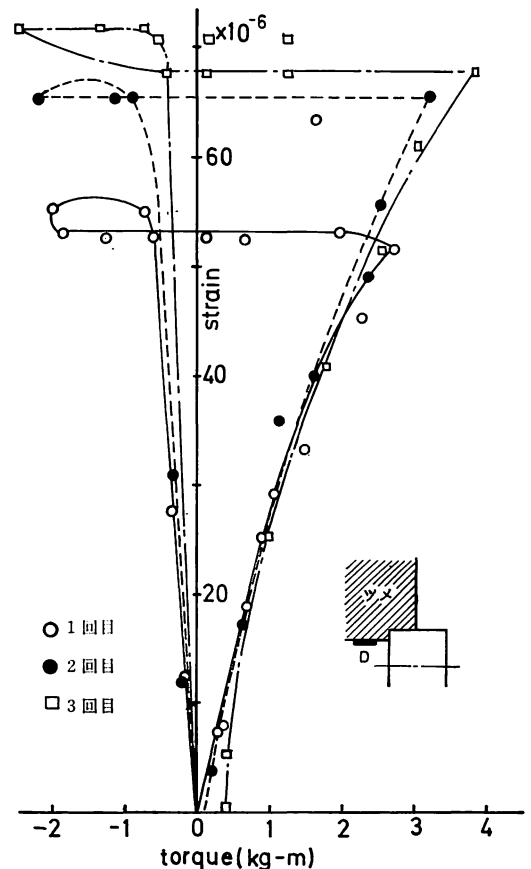


図3 (b)Dにおける締付トルクとひずみ

しかも、点(C)におけるひずみにおいてこの傾向が強い。  
 また、各サイクルを比較するとき、点(D)ではほぼ同じ  
 経路をたどるのに対し、点(C)における経路は一定してい

ない。このことは点(C)におけるひずみがトルクのみによ  
 っては定まらないことを示している。

次に、各縮けのサイクルにおいてゆるめに入る直前の  
 トルクを最大縮付けトルクと呼ぶことにして、これによ  
 って生ずるツメのひずみをまとめると、図4のようであ  
 る。ただし、点(C)におけるひずみは圧縮であり、点(D)に  
 おけるそれは引張であるが図では絶対値で示す。

図によれば、ひずみの大きさは点(C)と点(D)とでほぼ同  
 程度であり、FEMによって得られた前報の計算結果の  
 いずれとも異なっている。さらに、点(C)におけるひず  
 みは最大縮付けトルクと共に増す傾向は認められるもの  
 の、ばらつきが大きく、直線その他の簡単な関数関係は  
 は表示出来ない。いっぽう、点(D)におけるひずみはいく  
 ぶんばらつきの小さいことが分る。

3・2 荷重計を把握した場合 むくの丸棒を把握し  
 た場合の、ツメから材料に及ぶ把握力の大きさを求め  
 るために三ツツメスクロールチャック用荷重計を把握し  
 た。なお、このときのツメに生ずるひずみを同時に測定  
 した。ただし、ツメの接触部分と荷重計の感受部との間  
 に直径40mmに相当する曲率を有する小片をはさんで、こ  
 の小片とツメの接触部分の全面が接触出来るようにして  
 いる。

図5にチャックハンドルに作用するトルクと把握力との  
 関係を示す。図によればトルク (T kg-m) と把握力  
 (W ton) との間にはほぼ  $W = 0.43T$  なる直線関係が

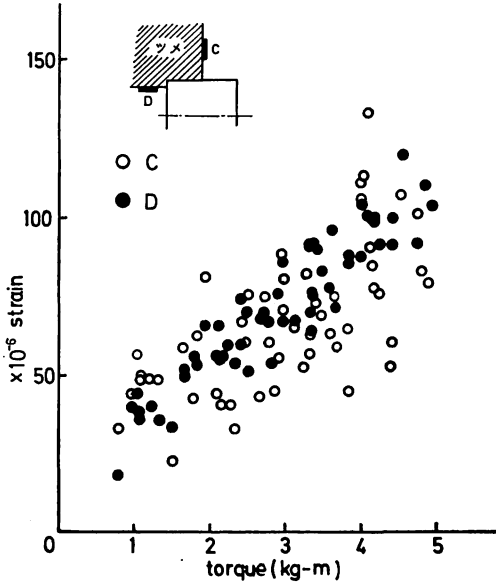


図4 最大縮付トルクにおけるひずみ (丸棒の場合)

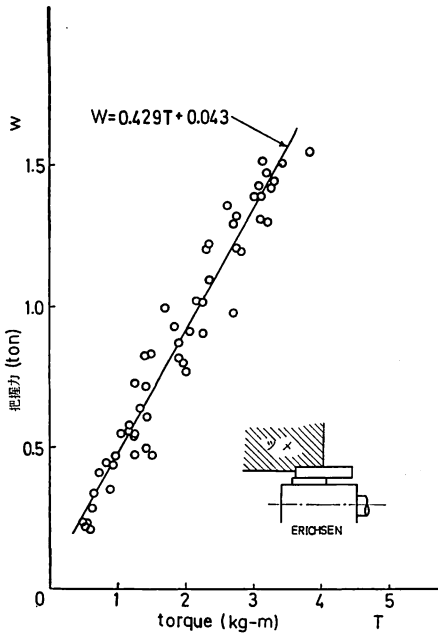


図5 縮付トルクと把握力

昭和53年2月

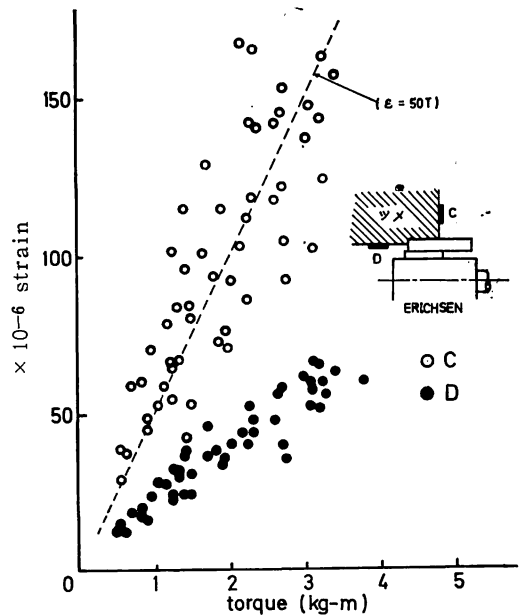


図6 最大縮付トルクとひずみ (荷重計の場合)

認められる。また、図6は丸棒を把握した場合と同様にしてツメに生ずるひずみを求めたものである。

図6によると、ツメに生ずるひずみはトルクと共に増しており、しかも点(D)におけるひずみに比べ、点(C)のひずみが大きくなっている。これはむくの丸棒の場合と異なる反面、前報のFEMによる計算結果と似た傾向であり、荷重計の感受部がある程度傾くためと考えられる。すなわち、感受部の傾きがツメの接触部分の傾きに追従出来るため、把握力の分布状態が変化したものである。

以上のことから、むくの丸棒を把握する場合、すなわち、一般の作業の場合把握力の大きさはチャックハンドルに及ぼすトルクによって決まるが、その分布状態は把握する材料の剛性によっても異なることが分る。

なお、把握片の剛性によってツメに生ずるひずみが異なる理由を明らかにするため、以下の実験を行った。

3・3 把握片に生ずるひずみ分布 ここでは把握片に生ずるひずみを測定した。把握片は内部のひずみも測

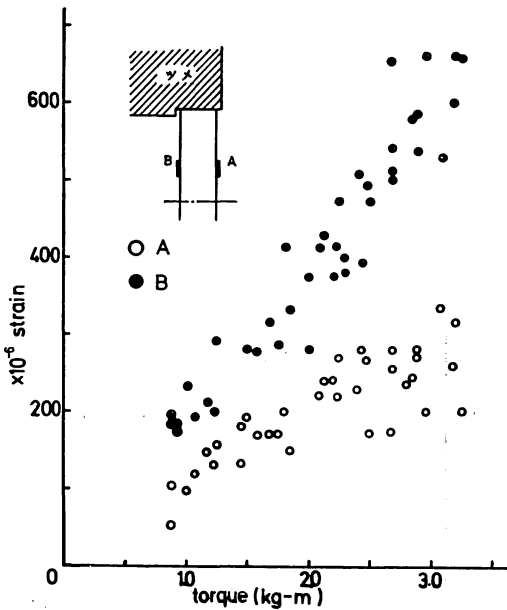


図7 最大締付トルクと把握片に生ずるひずみ

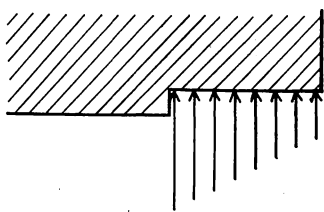


図8 ツメの接触圧力モデル

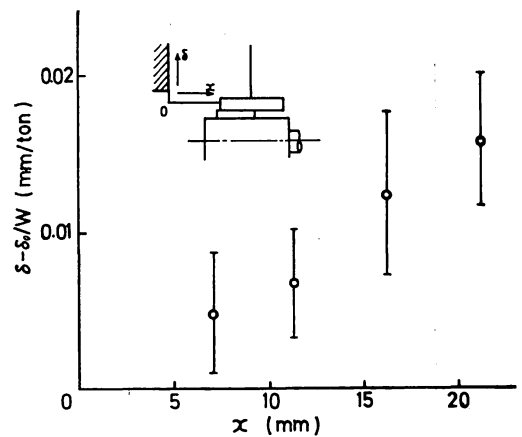
定出来るように切欠きを持つ円板である。また、両端面におけるゲージの貼付け誤差を考慮して、円板を時々振り替えて測定した。この結果の一部を図7に示す。

図7によると、円板の両端面に生ずるひずみは等しくはならず、テールストック側で小さく、これと反対のツメ受台側では大きくなっている。中間の二点におけるひずみは図では省略しているが、ほぼ中間の大きさとなっている。以上のことから、円板の厚さ方向に連続的に変化するひずみ分布をなしていることが分る。これを把握片とツメの接触部分との接触圧力に置き換えたモデルとして描けば図8のようである。

3・4 ツメの接触部分の傾き 上述の円板における接触圧力の一様でない分布が何に由来するかを明らかにするため、再度荷重計を把握し、締付けによる荷重を測定すると共に、ダイヤルゲージを用いて締付けに伴うツメの傾きを測定した。ここにおける傾きとは把握片のない状態でのツメの方向を基準としたもので、ツメの剛体変位も含まれる。なお、接触部分の傾きを直接測定することは困難であり、接触部分のある側をツメの先と呼ぶことにすれば、もとの方すなわち、ツメ受台に近い側での測定値である。これを図9に示す。

図9によれば、接触部分に加わる力によってツメが傾くことは明らかで、三個のミメが同時にこのような傾きをなすから、ツメの先開きと呼ぶ。一般の把握片はツメのこのような傾きに追従して充分な変形をすることは出来ないから、先の方ほど小さな圧力を示すような把握力の分布状態となる。

3・5 球を把握した場合 直径32mmの鋼球を把握し、ツメに生ずるひずみを測定した。このとき、球とツ



$\delta_0$ : 把握片のないときのダイヤルゲージの読み  
 $\delta$ : 把握後のダイヤルゲージの読み  
 W: 把握力

図9 ツメの変位

メの接触部分とは点接触するものとして、接触点を移動した場合と、接触点は固定して最大締付けトルクを変えた場合とについて測定した。ただし、接触点を移動した場合の締付けトルクはほぼ一定となるように締付けたものの、多少の相違があるから、ひずみ $\epsilon$ とトルク $T$ との比( $\epsilon/T$ )によって整理した。これを図10及び図11に示す。

図10によれば、球の中心がツメのテールストック側端面に近くなるほど点(C)及び点(D)におけるひずみが共に増大している。特に点(C)におけるひずみは接触点の位置すなわち、把握力の作用点の位置に影響されるところが大きい。しかも、この場合の把握力は集中力とすることが出来るから、 $\epsilon/T$ の値によってその作用点の位置が求められることになる。いっぽう、図8のような分布力の場合には、これを集中力に置き換えて考えると、その作用点の位置が求められ、これは分布力の中心の位置でもある。

上の方法で前述のむくの丸棒を把握した場合、分布力の中心位置を求めることはデータのばらつきから無理があるものの、図4においては点(C)におけるひずみよりもむしろ、点(D)におけるひずみの大きな範囲であるから、図10に示した範囲よりも、さらにツメ受台に近い側に分布力の中心があることになって、3・1および3・3において論じたように、ツメのテールストック側端面に近づくほど小さくなるような分布力であることを裏付けている。

いっぽう、荷重計を把握した場合の点(C)における

ひずみを平均して、トルク ( $T$  kg-m) とひずみ ( $\epsilon$   $\mu$ strain) との関係をはば、 $\epsilon = 50T$  とするとき、ツメ接触部におけるツメ受台側端部より約7.5 mmの点に分布力の中心が来るような把握力の分布状態であることは図10より明らかで、もし、等分布力を仮定した場合には接触部分の中央、すなわち、ツメ接触部におけるツメ受台側端部より約5 mmのところを中心に来るはずであるから、荷重計把握の場合にはツメのテールストック側端面に近づくほど大きくなるような分布状態となっている。

なお、図11によれば、球を把握した場合のトルクとツメに生ずるひずみとの関係は丸棒を把握した場合および荷重計を把握した場合と同様にトルクと共に増大する傾向を示しているが、これらの二者に比較して、測定値のばらつきが小さく、把握の際の接触状態の再現性がきわめて良いことを示している。

#### 4 結 言

本実験で用いられた三ツメスクロールチャックに材料を把握するとき、チャックハンドルに作用させるトルク ( $T$  kg-m) と把握力 ( $W$  ton) との間には  $W = 0.43T$  なる関係がある。しかし、このトルクとツメの表面上でのひずみとの間には比例的な傾向は見られるものの、一般にばらつきが大きく、直線関係は成立しない。このばらつきは各把握においてツメと材料との接触状態の変化に由来すると考えられる。すなわち、接触状態が

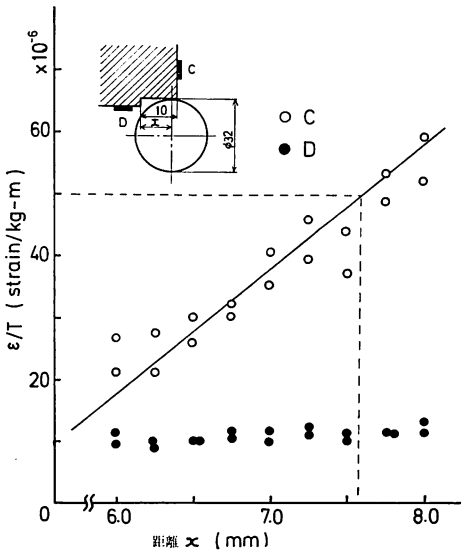


図10 接触点を移動した場合のひずみ

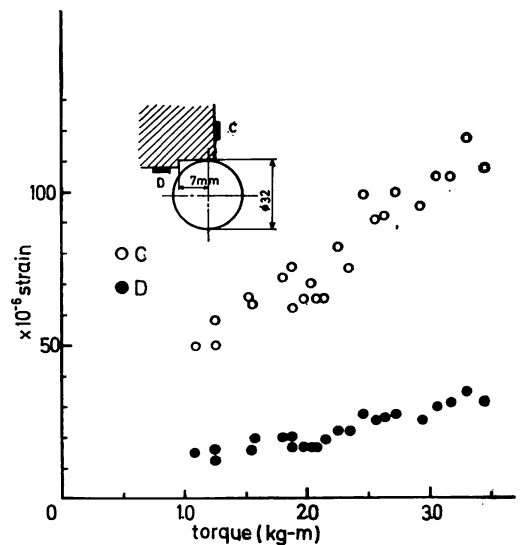


図11 最大締付トルクとひずみ(接触点を固定した場合)

変ることによって、把握力の分布状態が変り、ツメ表面上のひずみの変化として測定されたものである。

なお、一般の材料の把握に際しては、いわゆるツメの先開きによって、ツメの口先ほど小さくなるような把握力の分布状態が見られる。しかし、把握する材料の剛性によっては、たとえツメの先開きが生じても上とは逆の分布状態が得られる場合もある。このような分布状態が得られるのは主として把握する材料自体の剛性が不足する場合である。

また、集中力の作用するような把握片によって、力の作用点とツメの表面上に生ずるひずみとの関係を求めると、分布力の作用するような一般の締付片の場合にも、

その分布力の中心が知られるから、力の分布状態を推察することが出来る。

本研究を遂行するに当り終始御世話戴いた本校実習系の諸氏、並びに、当時学生松川祐市君に心から感謝の意を表します。

#### 文 献

- 1) 益子, ほか2名, 機論, 34—262 (昭43—6) 1159
- 2) 秋田高専研究紀要, 11, (1976.2), P 11
- “ 12, (1977.2), P 10