

引張切削加工の研究 I

仕上面アラサに対する軸圧の影響について

宇 都 竜 行

A Study of Metal Cutting with the Tensile Load. I
Effect of Axial Load on the Roughness of Obtained Surface.

Tatsuyuki Uto

I. 緒 言

金属切削加工に於て、旋削に関する研究は歴史的にも古く、又多くの発表がなされている。その結果、今日の工作機械の発達はめざましく熟練者をあまり必要とせず、未熟練者でも使用出来るようになりつつある。しかしそれほどの発達、自動化にもかかわらず今日なお問題とされているのはびびり現象の究明とその防止策である。びびり現象の解明は名古屋大学土井静雄、加藤仁、黒田二郎氏¹⁾らによってなされ、ほとんど究明されたものの、他方防止策は現象の原因が幾多の要素を含むために依然として、切削技術と機械の静、及動剛性による解決を待つというのが現状²⁾である。

筆者は43年度卒論において「切削加工の動力学」³⁾なる研究を指導したさい、研究の中心を被削材の回転運動による挙動においた。その結果、被削材に引張りの軸圧を作用させると固有振動数が高くなり、びびりを防止する一策となりうるとの結論を得た。しかしながら今日の工作機械による切削加工はすべて被削材に圧縮の軸圧を作用させ、固有振動数を高めるために、センター、或いは、振れ止めを使用している。今日まで研究発表されているすべての論文は圧縮の軸圧であり、引張りの軸圧を作用させた旋削の研究は皆無のようである。びびり現象と表面アラサの間には密接な関係があることは衆知のことである。以下の研究は棒鋼に引張り、圧縮の軸圧を作用させた時、軸圧が切削抵抗の三分力、及び表面アラサにいかなる影響をあたえるかを検討したものである。

II. 実 験 装 置

実験装置は振り360mm、長さ500mmの鷲野製旋盤を使用した。圧縮軸圧の場合は附属品の心押し台を使用し、引張り軸圧の場合は古いボール盤の主軸を生かし、その主軸に新しい3つ爪スクロールチャックを取りつけた。被削材への荷重は、主軸にあるスラスト軸受を介して作用させるよう設計製作した。Fig. 1の太線部が製作したもので、Photo. 1は引張り主軸部の写真である。主軸チャックは6号、従軸チャック(引張側チャックとする)は4号、ロープは1号(6×7)径10mmである。バイトはタンガロイチップ(14.4×3×0.8)で、使用ホルダー型番はTX 33-3である。測

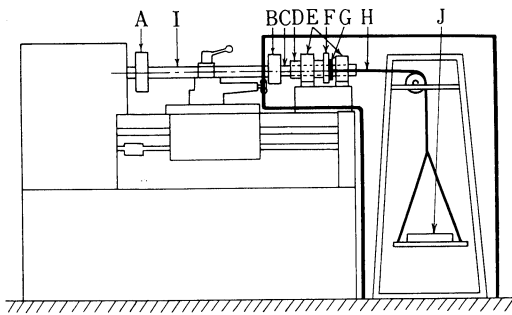


Fig. 1. 実験装置

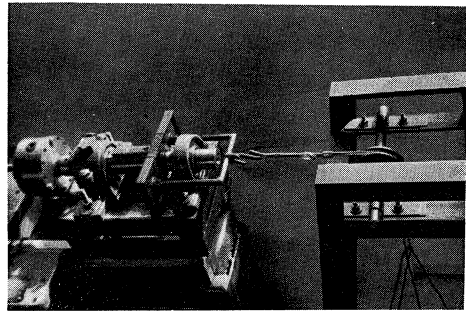


Photo 1. 引張主要部

定装置は工具動力計(主分力 300kg, 送り分力 200kg, 背分力 150kg), ストレンメーター, 電磁オシロ, 及びデルタ触針式表面アラサ計を使用した。

Fig. 1 に於て A; 主軸チャック, B; 従軸チャック, C; 従軸側主軸, D; スリーブ, E; 軸受 F; 荷重受け板, G; スラスト軸受, H; ロープ, I; 試験材, J; 重錘である。

III. 実験方法

表面アラサに影響する要素としては機械の剛性, 主軸の精度, 工具の材質, 被削材の材質, 切削条件等多々あるが, $L/D > 15$; (L は長さ, D は直径) の場合びりやすい²⁾ と言われている。特に径の 20mm 以下はそうである。そこで筆者は 20mm の棒鋼を試料にした。被削材は市販の棒鋼いわゆる軟鋼 (C 0.14%, 降伏応力 18.9kg/mm² 程度) で, 先ず Fig. 2 のように 6-S 程度に仕上げておく。

Fig. 2 において, (イ), (イ') 部はすべり止め, (ロ), (ロ') はチャックつかみ部, (ハ), (ハ') 部は試験面である。引張りの時は (ハ) を切削し, 圧縮の時は (ロ') を主軸チャックにつかみ, (ハ')

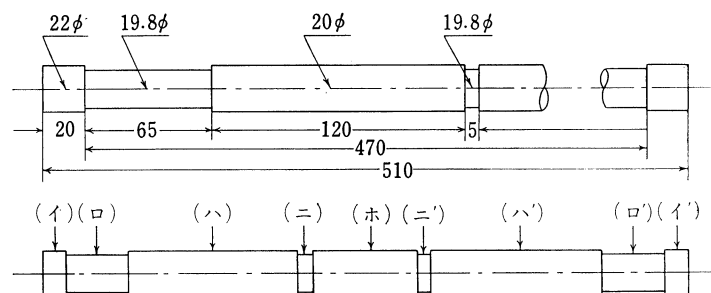


Fig. 2. 試験片

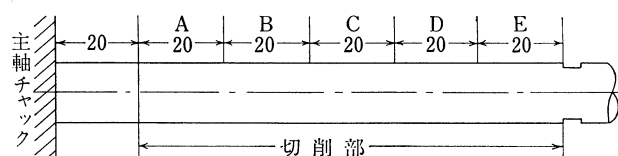


Fig. 3. A, B, C, D, E 部説明図

を切削した。(ホ)の部分は(ロ), (ロ')の径の微小減による曲げ剛性への影響を減ずるために残した。途中の切欠はバイトの食いつきをよくするためであるが, 応力集中を受けない程度の 0.1 mm の深さである。次に(ハ), (ハ')部を主軸チャックに取り付けた時の主軸チャックからの距離によるアラサを比較するために, Fig. 3 のように A, B, C, D, E の5区に区分した。Fig. 2, Fig. 3 共に寸法は製図上適当にとった。

切削条件は切込み $t = 0.2\text{mm}$; 送り $S = 0.04\text{mm/rev}$; 回転数 $N = 1020, 1800\text{rpm}$; 軸圧 $T = -60\text{kg} \sim +10\text{kg}$ (但し-は引張軸圧, +は圧縮軸圧); バイト取り付け角 $\gamma = 90^\circ$; 切削油使用。以後 t, S, N, T, γ の記号は省略する。軸圧は引張りの時は重量既知の重錘をかけ, 圧縮の時は環状圧力計にて測定の上軸圧をあたえた。

各軸圧毎にE部より切削を始め, 三分力ひずみを各区分毎に電磁オシログラフに記録し, その仕上面アラサを触針式表面アラサ計で測定し, ひずみ及びアラサは平均値を求めた。

IV. 実 験 結 果

切削抵抗の大きさとひずみは比例するのでひずみ量で表わした。Fig. 4 は 1020rpm, 0.2mm, 0.04mm/rev の時の各軸圧に対する三分力ひずみ量及び表面アラサの変化曲線である。Fig. 5 は 1800rpm, 0.2mm, 0.04mm/rev の時の各軸圧に対する三分力ひずみ量及び表面アラサの変化曲線である。尚 Photo 2 は 1020rpm, -30kg ; Photo 3 は 1020rpm, $+5\text{kg}$; Photo 4 は 1800rpm, -20kg ; Photo 5 は 1800rpm, $+5\text{kg}$ の場合の表面状態であって光学顕微鏡で 100 倍の拡大写真である。なお, E部のアラサ測定は測定器の都合上できなかった。結果の検討は考察においてすすめる。

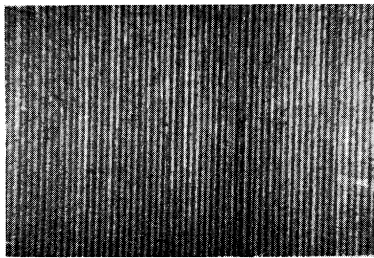


Photo 2. 1020rpm -30kg

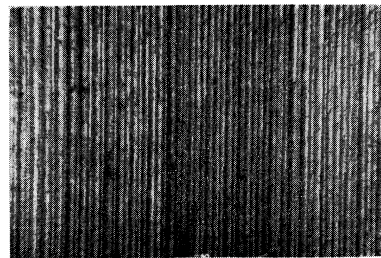


Photo 3. 1020rpm $+5\text{kg}$

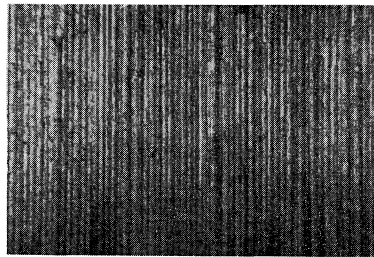


Photo 4. 1800rpm -20kg

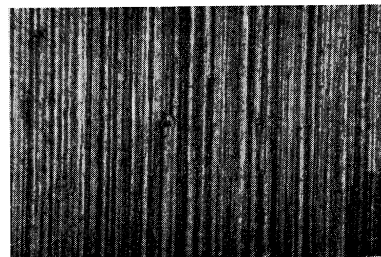


Photo 5. 1800rpm $+5\text{kg}$

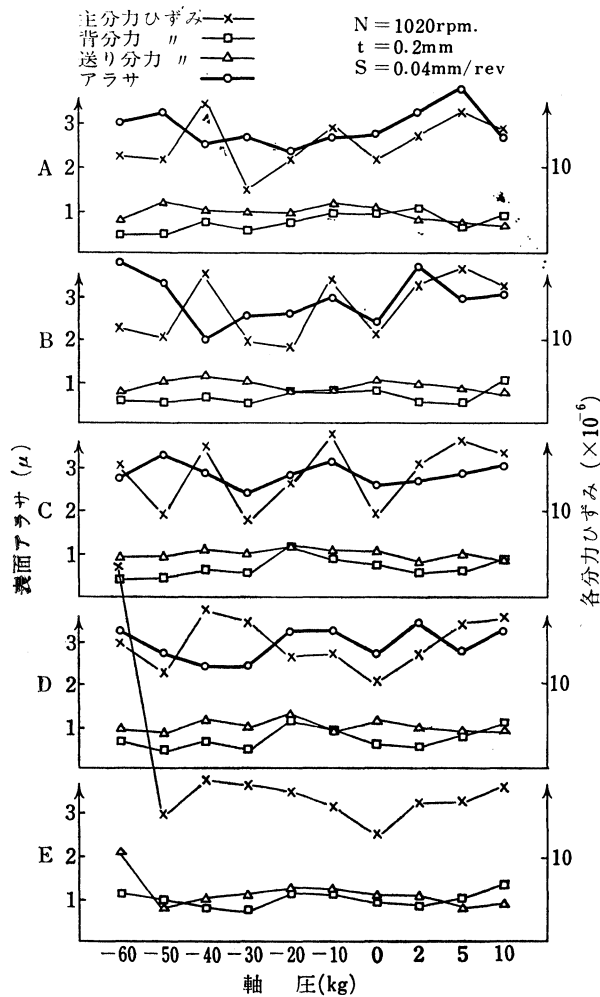


Fig. 4. 軸圧と各分力ひずみおよびアラサ

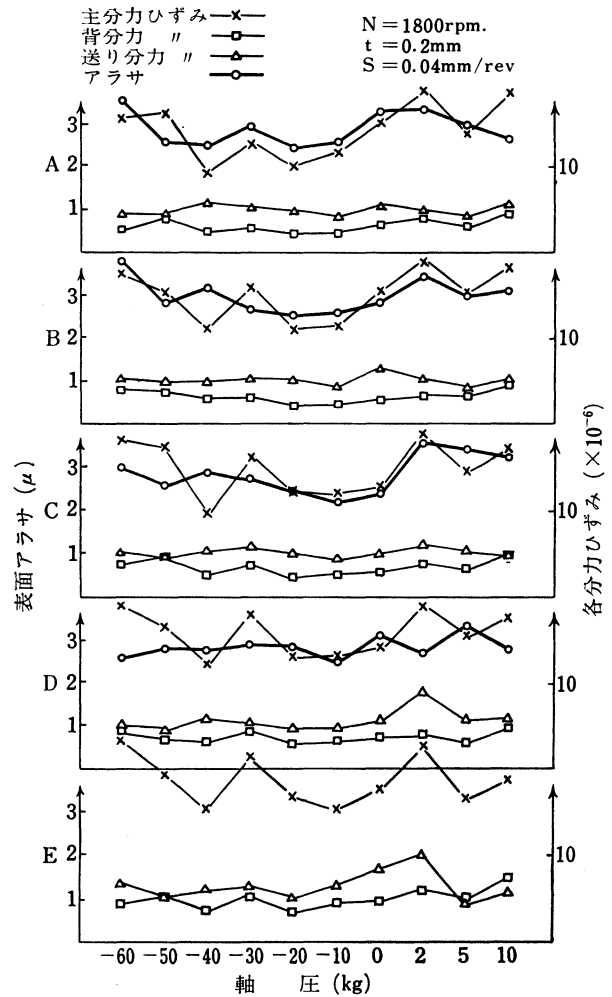


Fig. 5. 軸圧と各分力ひずみ表面アラサ

V. 考 察

被削材の表面アラサは被削材の運動の所産であり、また被削材の運動は機械の動剛性、およびバイトの運動による励起の結果でもある。今回は剛性は考慮せず、軸圧を受けた被削材に対するバイトの挙動を中心に考察をすすめる。正負の軸圧の影響を検討するのが目的である故、他の条件を考える要は一応ないものと思う。

軸圧を受けた両端支持の被削材の固有振動数 w_i は次式で表わされる。

$$w_i = \left(\frac{i\pi}{l}\right)^2 \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} \sqrt{1 \pm \left(\frac{l}{i\pi}\right)^2 \frac{T}{EI}} \quad (i=1, 2, 3, \dots)$$

但し i は振動形の次数、 l ははりの長さ、 E は縦弾性係数、 I ははりの断面二次モーメント、 A ははりの断面積、 T は軸圧で $\sqrt{\quad}$ 内の $+$ は引張り軸圧の場合、 $-$ は圧縮軸圧の場合である。

実験に於ては軸圧の正負にかかわらず被削材は回転するのであるが、低次の場合には上式から判断

