バイト刃先の高低がアルミニウム合金の突切り 切削抵抗におよぼす影響*

佐藤 四郎** 大胡 進***

Effects of vertical position of tool on cutting-off resistance of aluminum alloys*

UDC 669.715:621.9.011

SATO Shiro** · OGO Susumu***

Cutting-off tests were conducted on 2S and 56S round bars of about 40 mm in dia. by holding the tool bit nearly around the centre of turning lathe.

If the tool bit was situated in the higher position than the axis of rotation of the worked piece, cutting resistance gradually decreased with the increase of the depth of cut. This was caused by the fact that the actual rake angle in cutting grew gradually larger than that angle of tool itself with the approach of the tool to the centre. If the tool was set in the lower position, the resistance would grow in reverse.

The cutting resistance was calculated in consideration of the fact that the actual rake angle was affected by the vertical position of the tool bit. Then, it was shown that the calculated values corresponded well with the experimental values.

(Received June 23, 1967)

1. 緒 言

突切り切断では、バイトの刃先を工作物の回転中心高さにできるだけ正確に合わせることが必要な条件とされている。場合によつては、切削力によるバイト先端のたわみを考慮して、いくらか中心より高く設置してやることも行なわれているようである。しかし個数のすくない突切り切断の場合や粗雑な切断でよい場合に、バイト刃先の高低位置を正確に設定してやることは時間を費やすことである。したがってバイト刃先の高低が切削抵抗におよぼす影響につき大略の概念を知つておれば、バイト刃先位置の選定におおいに参考になるものと考えられる。

前回は市販のアルミニウム丸棒 (2S) を用い、各種の回転速度と送りとで突切り切削実験を行なつて報告した¹⁾。実験要領については前回と全く同じで、ただ今回はバイト刃先の高低位置に変化を与えて、切削抵抗値を求め、考察を加えたものである。

2. 実験方法

使用した旋盤は池貝式 DA-20 型高速度旋盤で、回転速度は 800r.p.m とし、普通鉄鋼材の切削に用いている鉱物性油を主体とした工作油を使つて、主分力と背分力とを測定した。実験に用いた材料は 2 S と 56 S の直径約 40

mm 丸棒材である。また突切りバイトは高速度鋼製 (SK H-4) のもので、刃幅 4mm ですくい角にのみ変化を与え他の諸元はできる限り同じになるようにして 4 本のバイトを作つて実験に供した。

これら 4 本のバイトを使つて、バイト刃先を工作物の回転中心の高さにできるだけ一致させたときと、それより高い場合並びに低い場合につき切削実験を行なつて、バイト刃先の取付け位置の高低が切削抵抗にどのような変化を与えるかにつき比較検討することにした。

3. 主分力の測定結果とその考察

バイト刃先の高さを 3 段階に変えて突切り切削実験を行なつて、主分力のバイト刃先の切込みに対する変化の様子の 1 例を示すと **Fig. 1, 2** のようになる。ともにすくい角 $\alpha=2.7^\circ$ と $\alpha=29.9^\circ$ のバイトを使用した時のもので、**Fig. 1** は 2S 材、**Fig. 2** は 56S 材である。なお図中 h とは工作物の回転中心よりバイト刃先の高低位置が高いものを + とし mm 単位で、低いものを - で示した。

これらの図から、バイト刃先が低いものはバイト刃先が被削材丸棒の中心にいくにつれ主分力は増大していくのに対し、高くしたものは主分力は低下していく傾向が見られる。そしてその傾向も材料によつて異なり、同じ

* 軽金属学会第32回春期大会で発表

** 防衛大学校 Defence Academy (横須賀市 Yokosuka-shi)

*** 防衛大学校航空工学教室

Department of Aeronautical Engineering Defense Academy (横須賀市 Yokosuka-shi)

送りで 56S では 2S に比べるとそれほどバイト刃先の高低は主分力に影響を与えていないことがわかる。

このような傾向を取る理由はつぎのように考えることができる。**Fig. 3** で半径 r_0 の被削丸棒が突切りバイトによって半径 r まで切削されたものとする。被削材料はバイト刃先に対し丸棒の接線方向から入って切削されていくのであるから、バイト位置が $+h$ だけ丸棒中心線より高ければ **Fig. 3** で示す角 ϕ だけすくい角が大きくなったことになり、 $-h$ であれば ϕ 角だけすくい角が小さくなり実際の切削は $(\alpha - \phi)$ のすくい角で切削が行なわれていることになる。**Fig. 3** より角 ϕ は

$$\sin \phi = \frac{h}{r} \dots\dots\dots(1)$$

で与えられ、 h は一定で r が小さくなるにつれ、すなわち切込みが深くなるにつれ急速に ϕ は大きくなっていく。一般にすくい角が大きいと切削抵抗は減るので²⁾、刃先が高いとすくい角は $(\alpha + \phi)$ となり、丸棒中心にいくにつれ主分力はしだいに減少していくことになる。刃先が低いとこの逆であつて、**Fig. 1, 2** に示した実験の傾向と一致する。

以上の考え方が正しいか否かにつき、以下実験により確かめて見た。そのためには、すくい角と主分力との間の関係をまず知る必要があるが、この関係は材料により、また送り量によつても異なるので、実験により求めねばならない。前述の 4 本のバイトを用い、バイト刃先をできるだけ被削材回転中心の高さにあわせて取付け切削試験を行なつて、バイト刃先の切込み量と主分力との関係を求めると **Fig. 4, 5** となる。**Fig. 4** は 2S, **Fig. 5** は 56S に対するもので、56S 材で送り $f = 0.06 \text{ mm/rev.}$ のものではあまりすくい角によつて主分力に変化がないことがわかる。これらの図より、切込み量が 5mm, 10mm および 15mm の点での主分力値を取つて、すくい角との関係を図示すると **Fig. 6, 7** となり、つぎのような式が成立する。

$$\Delta F = -1.67 \text{ kg/度} \dots\dots(2S, f = 0.06 \text{ mm/rev.}) \dots\dots(2)$$

Fig. 3 The actual rake angle is $(\alpha + \phi)$ for $+h$, and $(\alpha - \phi)$ for $-h$.

Fig. 4 Variation in tangential forces for cutting depth, when the tool bit is set at center, $h = 0$. (2S, $f = 0.06 \text{ mm/rev.}$)

Fig. 1 Variation in tangential forces for cutting depth. (2S, $f = 0.06 \text{ mm/rev.}$) “ $+h$ ” and “ $-h$ ” mm, represent that the tool bit is located at above and under center, respectively.

Fig. 2 Variation in tangential forces for cutting depth. (56S, $f = 0.06 \text{ mm/rev.}$)

$$\Delta F = -0.10 \text{ kg/度} \cdots \cdots (56S, f = 0.06 \text{ mm/rev}) \cdots \cdots (3)$$

Fig. 5 Variation in tangential forces for cutting depth, when the tool bit is set at center, $h = 0$. (56S, $f = 0.06$ and 0.16 mm/rev.)

Fig. 6 Relation between the tangential forces and rake angle. (2S, $f = 0.06$ mm/rev.)

Fig. 7 Relation between the tangential forces and rake angle. (56S, $f = 0.06$ and 0.16 mm/rev.)

$$\Delta F = -1.27 \text{ kg/度} \cdots \cdots (56S, f = 0.16 \text{ mm/rev}) \cdots \cdots (4)$$

ここで ΔF とは主分力のすくい角の減少 (増加) により生ずる増加 (減少) 量 kg を示している。

バイト刃先の取付け高さ h が与えられると, (1)式から切込み量 r に対する ϕ が計算でき, この ϕ の変化に対応する ΔF が (2)~(4)式から求めることができる。したがって, **Fig. 4, 5** に示した $h = 0$ の時の主分力値を基準として, 今求めた ΔF を加減することによつて, 高さ h が与えられた時の切込みに対する主分力の値が計算できる。

実験値と計算値との比較の 1 例を **Fig. 8, 9, 10**, に示す。 $h = 0$ のときの主分力値を使つて, h を変化した時の計算値を実線で示し, 比較のために実験点をも記入したものである。**Fig. 8** の $h = +0.72$ のように計算値が実験点と余りよくあっていない場合もあるが, 全般的にい

Fig. 8 Variation in tangential forces for cutting depth. Solid lines represent the calculated values. (2S, $f = 0.06$ mm/rev., $\alpha = 13.4^\circ$)

Fig. 9 Variation in tangential forces for cutting depth. Solid lines represent the calculated values. (56S, $f = 0.06$ and 0.16 mm/rev., $\alpha = 2.7^\circ$)

つて比較的良好に両者はあつており、前述したような考え方が間違いないと思われる。

2S 材は (2) 式でわかるように、すくい角の増減によって大きく主分力値が変化するので、Fig. 1 や Fig. 8 で見られるように、バイト刃先の高低によって主分力の変化ははなはだしくなる。56S で大きな送りを与えた $f = 0.16 \text{ mm/rev}$ の場合もこれに近い。しかし 56S 材で送りの小さな $f = 0.06 \text{ mm/rev}$ では (3) 式でわかるように、すくい角の大小ではたいして主分力に変化がなく、したがってバイト刃先を少しぐら高くしても低くしても主分力には余り変化がないこと Fig. 9, 10 に見られる通りである。したがって 56S の突切り切断に当つては、送り f を小さくしてやれば主分力のみ観点からすると、突切りバイトの刃先の高さを回転中心高さに一致させるのにそれほど正確を期する必要もないので、バイト取付け時間を短縮することができる。

以上の事柄から、突切りバイトの刃先を高くすること

Fig. 10 Variation in tangential forces for cutting depth. Solid lines represent the calculated values. (56S, $f = 0.06$ and 0.16 mm/rev , $\alpha = 19.5^\circ$)

Fig. 11 Variation in thrust forces for cutting depth, when the tool bit is set at center, $h = 0$. (2S, $f = 0.06 \text{ mm/rev}$.)

はすくい角を増大させたことになって、バイトにかかる主分力が小となり、被削材の変形、バイト摩耗その他より有利であるが、バイトを余り高く取りつけると Fig. 3 で見られるように、バイトの前逃げ角が ϕ より小さくなってフランク面をこすり切削出来なくなってくる。

4. 背分力について

一般にすくい角が増すと背分力も主分力と同様にほぼ直線的に減少することが知られている³⁾ので、前述の主分力と同じような現象が背分力にも生ずるであろうことが予想される。

Fig. 11 は 2S 材をすくい角のみ異なる 4 本のバイトで、 $h = 0$ で突切り切削を行なった時の切込み量に対する背分力の変化の様子を示したものである。この図から

Fig. 12 Relation between the thrust force and rake angle. (2S, $f = 0.06 \text{ mm/rev}$.)

Fig. 13 Variation in thrust forces for cutting depth. Solid lines represent the calculated values. (2S, $f = 0.06 \text{ mm/rev}$, $\alpha = 13.4^\circ$.)

Fig. 14 Variation in thrust forces for cutting depth. Solid line represents the calculated values. (2S, $f = 0.06 \text{ mm/rev}$, $\alpha = 29.9^\circ$.)

横軸にすくい角、縦軸に背分力を取つて図示すると**Fig. 12**となる。余りよい直線関係がえられてないが、この図より、

$$\Delta F = -0.77 \text{ kg/度} \dots \dots \dots (5)$$

の関係があると見なして、**Fig. 11**に示した $h=0$ の背分力一切込み関係曲線をもとにして、 h を変化させた時の背分力値を(5)式により計算して、実験値と比較した1例を示すと**Fig. 13, 14**となる。

計算値と実験値が前述の主分力ほどは良く合っていないが、切込みの進むにつれて背分力の変化の傾向は両者ともよくあっていると見られ、前述した考え方が大きな因子をなしているものと思われる。

5. 結 論

アルミニウム合金の2Sと56Sの直径約40mmの丸棒を使つて、突切りバイトの刃先取付け高さを被削材回転中心位置より高くしたり低くしたりして突切り切削実験を行なつて、切削抵抗を求めた。

刃先が高いと切込みと共に切削抵抗はしだいに減少し、刃先が低いとその逆になる。このような傾向は、刃先が高いと実際に切削しているすくい角がバイト自身の持つすくい角より大きくなっているためである。刃先が

低いとその逆で、切込みが進むにつれすくい角が小となつて行き、大きな切削抵抗を受けるようになる。このような考え方から、バイト刃先が回転中心に一致している時の切削抵抗一切込み量関係曲線をもとにして、バイト刃先の高低による切削抵抗値を計算により求め、ほぼ実験値とあつてゐることを示して、このような考え方の間違いでないことを確めた。

なお、56Sで送りの大きなときと2S材では、バイト刃先の高低は切削抵抗に大きな変化を与えるが、56S材で送りが小さければバイト刃先の高低はあまり切削抵抗に変化を与えない。

最後に本研究を行なうにあつて、軽金属協会アルミニウム科学振興会切削性研究グループの諸先生に種々有益なご指導を戴いたことを付記して感謝の意を表します。また実験にあたり協力下された航空工学教室工作室の方々に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 佐藤四郎, 軽金属, 80 (1966) 312.
- 2) P. H. Black, "Theory of Metal Cutting," p. 67, McGraw, 1961.
- 3) 奥島啓式, 機械の研究, 14, 2 (1962) 264.

(36頁より)

●設計委員会 (No. 49)

10月11日(水)午後 軽金属協会

1. 容器保案規則中の容器再検査について外国文献を参考に検討、審議した。
2. 高ガ保・技術委員会で審議されている「高圧ガス導管敷設基準」ならびに「高圧ガス配管」の各基準作成の経過報告があり審議した。
3. 消防庁より通達として関係先に出された「移動タンク貯蔵所の構造および設備に関する運用について」について審議し、アルミの取扱いについて善処するよう東京消防庁および消防庁と交渉することになった。

●設計委員会 (No. 50)

11月13日(月)午後 軽金属協会

1. アルミ設計マニュアルの発刊について審議した。

●(No. 51)

12月12日(火)午後 古河電工

1. アルミニウム設計(工作法)マニュアルの発刊について審議。
2. 地上載置式堅型円筒状全溶接鋼製およびアルミニウム製危険物貯蔵タンク基礎技術基準について東京消防庁より説明。
3. 移動タンク貯蔵所の構造および設備について消防庁

より通達された事項は、アルミのみ特に規制していない旨東京消防庁より説明。

●溶接施工基準作成委員会 (No. 9)

11月14日(火)午前 軽金属協会

1. 溶接施工法承認試験方法(案)一板について一の最終原案をとりまとめ、LIS原案として規格委員会に付議することになった。
2. 管についての溶接施工法承認試験方法(案)について審議した。

●(No. 10)

12月11日(月)午後 軽金属協会

1. 溶接施工法承認試験方法(板)の解説案について審議。

●X線検査委員会 (No. 53)

11月14日(火)午後 軽金属協会

1. LIS TW4 「アルミニウムすみ肉溶接のX線検査方法」の原案作成に関し、関連実験結果にもとづき、板厚、試験部の範囲などについて審議した。
2. 余盛形状に関する実験中間報告(阪大)があった。

●(No. 54)

12月15日(金)午前 軽金属協会

1. JIS X線専門委員会の審議経過報告

(48頁へつづく)