

601 楕円加工機構と運動解析

Creation of Elliptic Contour by Lathe Working and Analysis of Motion

○学 石川 好宏 (新潟大院) 正 高野英資 (新潟大工)
木村 勉 (新潟工業高) 正 田村 隆 (新潟大工)

Yoshihiro ISIKAWA, Niigata University, 8050, Igarasi 2 no cho, Niigatashi

Eisuke TAKANO, Niigata University

Tutomu KIMURA, Niigata technical senior high school

Takasi TAMURA, Niigata University

1. 緒言

一般に四節回転連鎖機構は機素の膨張や節の交替を行うとオールダム軸継手に導かれる。本研究では、オールダム軸継手を変形した楕円加工機構を製作し、加工時の被削材の運動を解析すると共に、楕円加工実験において連続的に変動する切削抵抗の測定を行った。ここではそれらの検討結果について報告する。

2. 楕円加工機構の原理とその概略

図1は近接した平行2軸A、B間に回転を伝えるオールダム軸継手を示す。2軸は直径方向直線溝を有する円板状リンク②および④と一体で回転し、前面と背面に互いに直交する2本の直線状突起を有する円板状リンク③がこれら2円板にサンドウィッチ状にはさまれて、それらの溝と突起がすべり対偶を成して回転を与えられている。

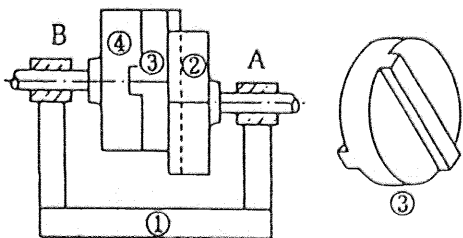


Fig.1 Oldham coupling

本研究で取り扱う楕円加工機構は円板状リンク③の片側に十字形のアリ溝を切り、この溝とすべり対偶をなす突起をもつリンク②、④を溝と対向する位置に配置して、オールダム軸継手と等価な運動機構を実現したものである。被削材はリンク③のアリ溝と反対側の面に取付けられる。ここで、リンク②の形状は円板状から軸Aの端部に固定した直線状突起のみとなり、リンク④は軸心を含む中央部が欠落したリング状リンクに変わる。リングの外形部分はフレーム①と回り対偶を成し、外周部付近に直径方向の直線状突起が一部残されている。

3. 円板状アリ溝付リンクの運動

3.1 リンク③の運動

図2は2軸の方向から見た楕円加工機構を簡略化して示したものである。③は円板に固定されたX軸、Y軸方向にアリ溝を持つ円板状リンク、②は軸Aに固定された突起状リンクで、X軸方向の溝とすべり対偶を成し、④はB軸の回りに回転するリンクで、このリング状リンクに固定された直線状突起(軸中心付近に図示)がY軸方向の溝とすべり対偶を成すことを示している。軸Aが角度 θ の回転をするとリング状リンクは軸心Bの回りに等しい角度の回転を行う。

この図において軸心A、Bを結ぶ延長線上にバイトを設置すると、 $AC = a$ 、 $BC = b$ おくと、その先端Cはリンク③の円板面上に長軸 $2a$ 、短軸 $2b$ の楕円を描く。リンク③の中心はこのときABを直径とする円軌道上を移動

し、③は自転と公転の両運動を行う。したがってリンク③に被削材を取り付ければ、楕円を創製することができる。

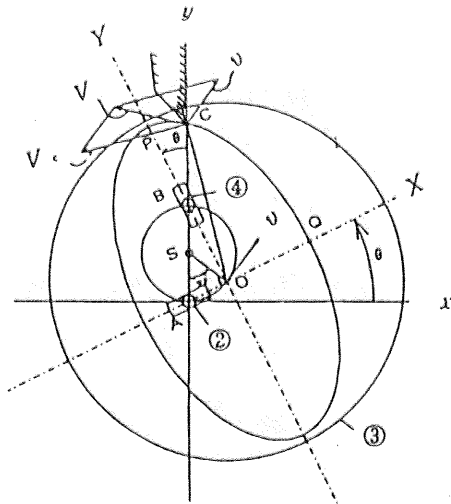


Fig.2 Creation of elliptic contour mechanism

3.2 切削速度ベクトルと方向変化

バイトの先端Cに流入する被削材はその方向および流入速度の大きさを変え、そのため切削速度ベクトルは周期的にその大きさと方向の変化を繰り返す。またこのときAB直線とこれに直交する方向にx-y静止座標系を設定すると、両方向の切削速度ベクトル成分の変化に合わせて、切削時の主分力、背分力の値が変化することが予想される。そしてz軸方向の送り分力にも影響を与えらる。

図3は主軸(A軸)回転角 θ の各位置における切削速度ベクトルを図示したものである。 v はリンク③中心の公転速度ベクトルで、 V_C は点Cに一致する円板上の点のリンク③の中心に対する相対速度ベクトルである。 V はこれらの合成ベクトルで、切削速度ベクトルを示す。

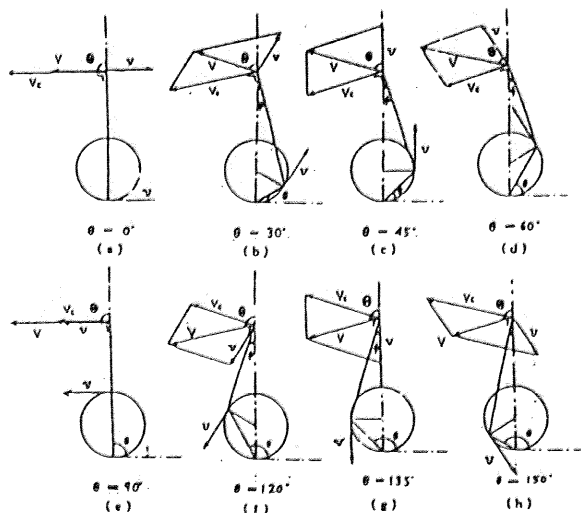


Fig.3 Resultant cutting motion

4. 楕円旋削加工時の理論切削速度曲線

4.1 切削速度式

切削速度ベクトル V が y 軸となす角を θ 、 V の x 、 y 両軸方向成分を V_x 、 V_y さらに V_c の x 軸との成す角を ϕ 、リンク③の中心 O の公転速度を v 、軸 Λ の角速度を $\omega = d \theta / d t$ とおくと、これらは次式のように与えられる。

$$v = (a - b) \cdot \omega \quad (1)$$

$$V_c = \sqrt{\{(a^2 + b^2) + (a^2 - b^2) \cdot \cos 2\theta\} / 2} \cdot \omega \quad (2)$$

$$V = \sqrt{v^2 + V_c^2 - 2vV_c \cos(2\theta - \phi)} \quad (3)$$

$$V_x = V \sin \theta, \quad V_y = V \cos \theta \quad (4)$$

$$\text{ここで } \phi = \sin^{-1} \left\{ \frac{(a - b) / 2 \sin 2\theta}{\sqrt{(a^2 + b^2) / 2 + (a^2 - b^2) \cos 2\theta}} \right\} \quad (5)$$

$$\theta = 2\theta + \cos^{-1} \left\{ (V_c / V) \sin(2\theta - \phi) \right\} \quad (6)$$

4.2 理論切削速度曲線

軸 Λ の回転角 θ に対する各速度ベクトルの方向・大きさに関する理論曲線を図4、5および6示す。

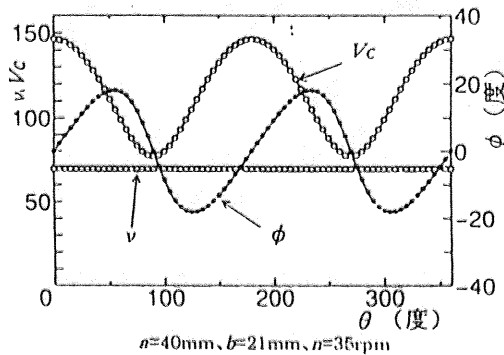


Fig.4 $\theta - V_c$ curve and $\theta - \phi$ curve

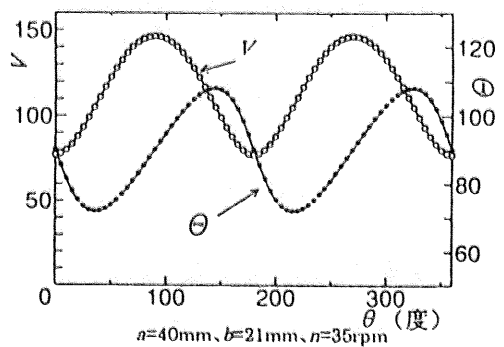


Fig.5 $\theta - V$ curve and $\theta - \theta$ curve

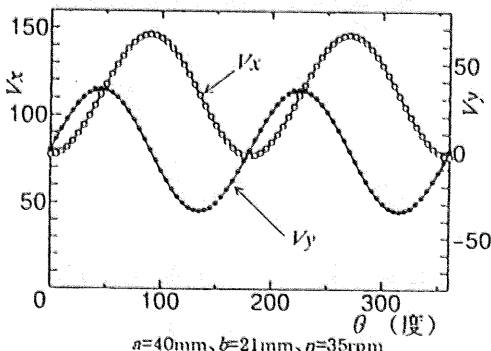


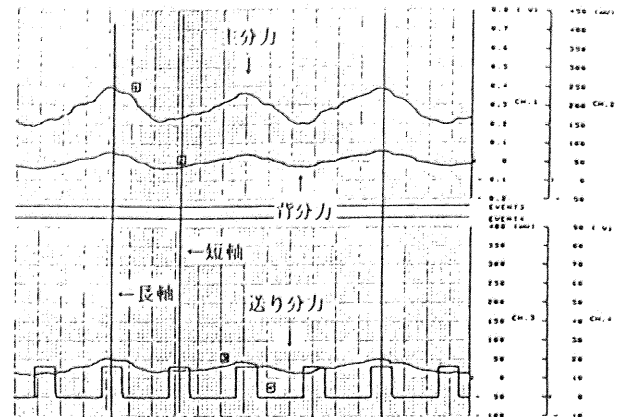
Fig.6 $\theta - V_x$ curve and $\theta - V_y$ curve

5. 試作楕円旋削加工機構による実験と結果

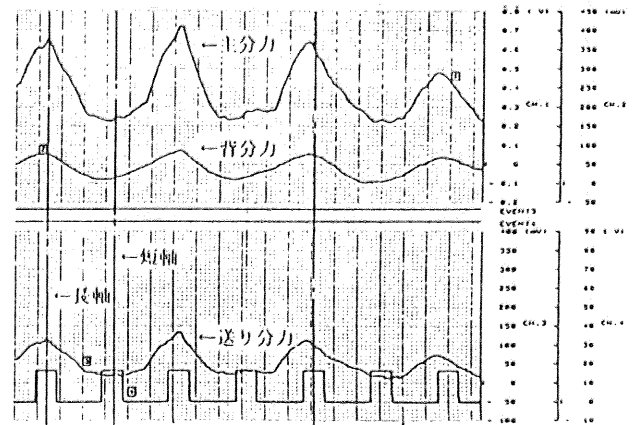
5.1 実験方法と測定結果

楕円の切削は、アリ溝用突起リンク②と一体の主軸 Λ を

旋盤のチャックに加えて行われた。図7は送り速度を変化させた場合の切削抵抗の実測例を示す。



(a)



(b)

Cutting speed: 50rpm, Feed rate: (a) 0.35mm/rev (b) 0.7mm/rev, Depth of cut: 0.5mm, Material acrylic resin, $2a=67.5\text{mm}$, $2b=37.5\text{mm}$, Cutting tool: Spring tool, Dry cutting

Fig.7 Cutting force

5.2 実験結果に対する考察

図7は、切削条件の送り速度を変化させた場合の測定結果の一例である。図中のパルス波形は、軸 Λ の回転状況を示し、被削材の切削が長軸また短軸位置で行われている瞬間を図中のパルス波形中央部で示すようにした。主分力、背分力および送り分力とも、主軸の1回転に対してその2倍の速さでその値を変え、パルス波形4つ分が主軸1回転に相当する。実験結果から、長軸および短軸の位置と切削抵抗が最大値、最小値を示す位置の位相のずれは、切削条件および被削材などにより複雑に変化するものと考えられる。

6. 結 言

オールダム軸継手を変形した楕円旋削機構を製作し、楕円旋削機構による切削速度ベクトルと方向の変化の図および式を示した。また、切削抵抗の変化を実験的に調べた。切削速度の変化、すなわち長軸、短軸の切削位置と切削抵抗の最大値、最小値との関係などについては、今後の実験的、理論的検討が待たれる。

文 献

- (1) 林 則行、稲田重男、北郷 薫：機構学、日本機械学会、352
- (2) 稲田重男、森田 鈞：機構学、オーム社、188
- (3) 中山一雄、上原邦夫：機械加工、朝倉書店、220
- (4) 木村 勉、高野英資、田村 隆：機械の仕組と楕円旋削加工について、新潟大工研報告、No.43、(1994-3)1-15