

ロンビック機構について

1999/2/28 平田宏一

1. ロンビック機構の構成

図 1 にロンピック機構の構成を示す。ここで、 p : 歯車の軸間距離 (= 歯車のピッチ円直径)、 L : 連接棒長さ、 R : クランク半径、 e : ずれ、 $Y (= p - 2e)$: ヨーク長さ、である。

2. ピストン変位

図 2 に示すように、左側の歯車に着目する。歯車の中心を原点とし、図中のクランク角を θ とすると、パワーピストンの変位 x_p 及びディスプレイサの変位 x_d は次式となる。

$$x_p = \sqrt{L^2 - (e - R \sin \theta)^2} + R \cos \theta \quad (1)$$

$$x_d = -\sqrt{L^2 - (e - R \sin \theta)^2} + R \cos \theta \quad (2)$$

3. 各ピストンの上死点・下死点及びストローク

パワーピストンの上死点 $x_{p,\max}$ 及び下死点 $x_{p,\min}$ は図 3(a) 及び (b) に示す位置であるので、

$$x_{p,max} = \sqrt{(L + R)^2 - e^2} \quad (3)$$

$$x_{p,min} = \sqrt{(L - R)^2 - e^2} \quad (4)$$

となる。したがって、ストローク S_p は、

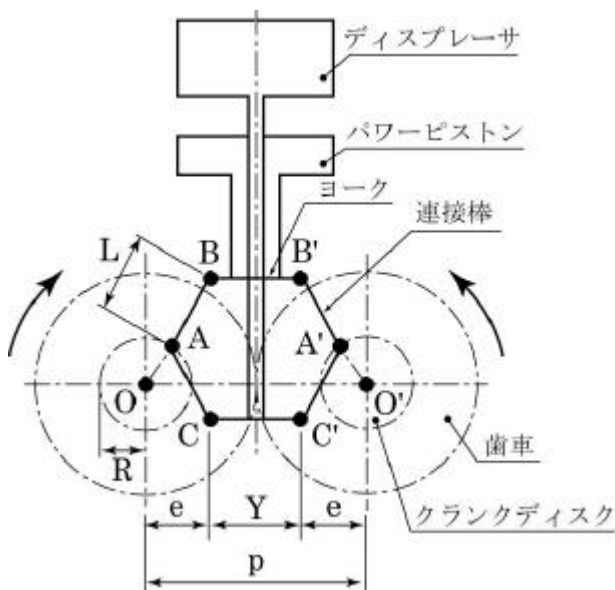


図1 ロンビック機構

$$\begin{aligned} S_p &= x_{p,max} - x_{p,min} \\ &= \sqrt{(L+R)^2 - e^2} - \sqrt{(L-R)^2 - e^2} \\ &\equiv S \end{aligned} \quad (5)$$

となる。

同様にディスプレイサの上死点 $x_{d,max}$ 及び下死点 $x_{d,min}$ は図 4(a)及び(b)に示す位置となり、

$$x_{d,max} = -\sqrt{(L-R)^2 - e^2} = -x_{p,min} \quad (6)$$

$$x_{d,min} = -\sqrt{(L + R)^2 - e^2} = -x_{p,max} \quad (7)$$

で表される。したがって、ストローク S_d は、

$$\begin{aligned} S_d &= x_{d,max} - x_{d,min} \\ &= \sqrt{(L+R)^2 - e^2} - \sqrt{(L-R)^2 - e^2} \end{aligned} \quad (8)$$

$\equiv S$
となる。

4. ピストン位相差

図 3(a)に示すパワーピストンの上死点及び図 4(a)に示すディスプレイサの上死点に着目して、位相差 α を

$$\theta_d + \theta_p = \alpha \quad (9)$$

と定義する。図 3(a)及び図 4(a)より、

$$\sin \theta_p = \frac{e}{L + R} \quad (10)$$

$$\cos \theta_p = \frac{x_{p,max}}{L + R} \quad (11)$$

$$\sin \theta_d = \frac{e}{L - R} \quad (12)$$

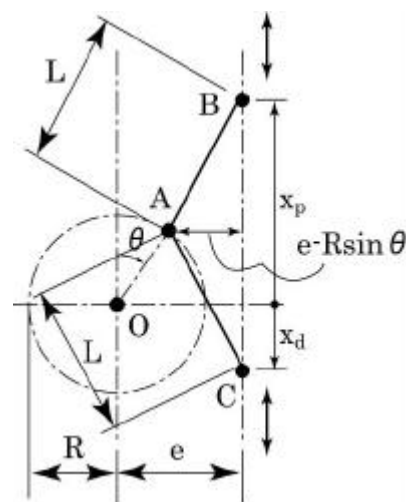
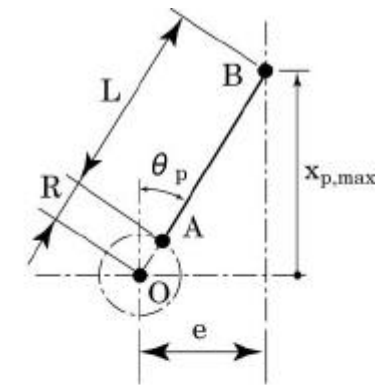
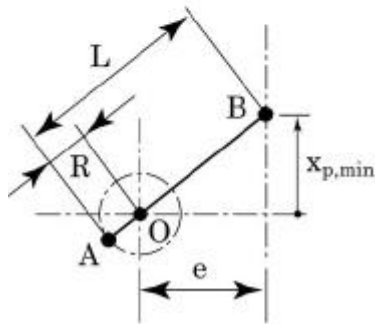


図2 ピストン変位



(a) 上死点



(b) 下死点

図3 パワーピストンの上死点及び下死点

$$\cos \theta_d = \frac{-x_{d,max}}{L - R} \quad (13)$$

である。式(9)より、

$$\cos(\theta_d + \theta_p) = \cos \alpha$$

$$\cos \theta_d \cos \theta_p - \sin \theta_d \sin \theta_p = \cos \alpha \quad (14)$$

式(3)、(4)、(6)、(7)、(10)～(11)を式(14)に代入して、

$$\frac{\sqrt{e^4 - 2(L^2 + R^2)e^2 + (L^2 - R^2)^2} - e^2}{L^2 - R^2} = \cos \alpha \quad (15)$$

となる。

ここで、 $\alpha = \pi/2$ のとき、 $\cos \alpha = 0$ であるので、式(15)から、

$$e = \frac{L^2 - R^2}{\sqrt{2(L^2 + R^2)}} \quad (16)$$

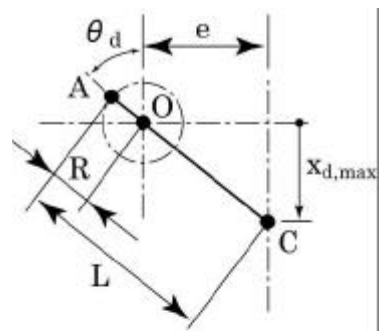
が導かれる。

5. 計算例

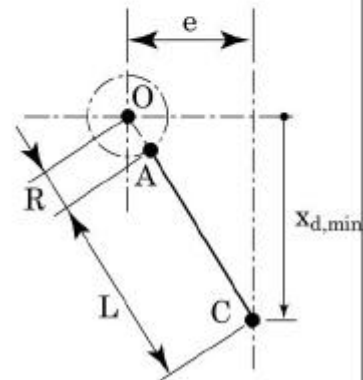
以上で導出された計算式を用いることで、 L 、 R 及び e を設定すれば、ピストン変位 x_p 、 x_d 、ストローク S 及び位相差 α を求めることができる。

一例として、 $L=18$ (mm)、 $R=3.6$ (mm)、 $e=12$ (mm) とした場合、式(1)及び(2)より、ピストン変位 x_p 及び x_d は図5のようになる。

式(3)及び(4)より、



(a) 上死点



(b) 下死点

図4 ディスプレーサの上死点及び下死点

$$x_{p,max} = \sqrt{(18 + 3.6)^2 - 12^2} = 17.96 \text{ mm}$$

$$x_{p,min} = \sqrt{(18 - 3.6)^2 - 12^2} = 7.96 \text{ mm}$$

式(6)及び(7)より、

$$x_{d,max} = -\sqrt{(18 - 3.6)^2 - 12^2} = -7.96 \text{ mm}$$

$$x_{d,min} = -\sqrt{(18 + 3.6)^2 - 12^2} = -17.96 \text{ mm}$$

したがって、ストローク S は、

$$S = S_p = S_d = 17.96 - 7.96 = 10 \text{ mm}$$

である。

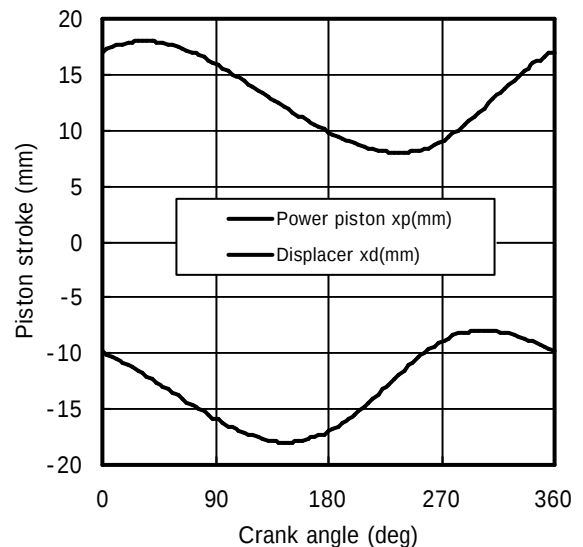


図5 ピストン変位の計算例

式(15)より、位相差 α は、

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{12^4 - 2(18^2 + 3.6^2)12^2 + (18^2 - 3.6^2)^2} - 12^2}{18^2 - 3.6^2}$$

$$= -\frac{1.04}{311.04}$$

$$\alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{1.04}{311.04}\right) = 90.2 \deg$$

となる。

また、歯車の軸間距離を $p=42$ (mm) とすると、ヨーク長さ Y は、

$$Y = p - 2e = 18 \text{ mm}$$

となる。