ベジェ曲線の定義

（1）ベジェ曲線

$$\boldsymbol{P}(s) = \sum_{k=0}^{n} \boldsymbol{b_k} \binom{n}{k} s^k (1-s)^{n-k} \quad (\boldsymbol{b_k}\text{:制御点ベクトル})$$

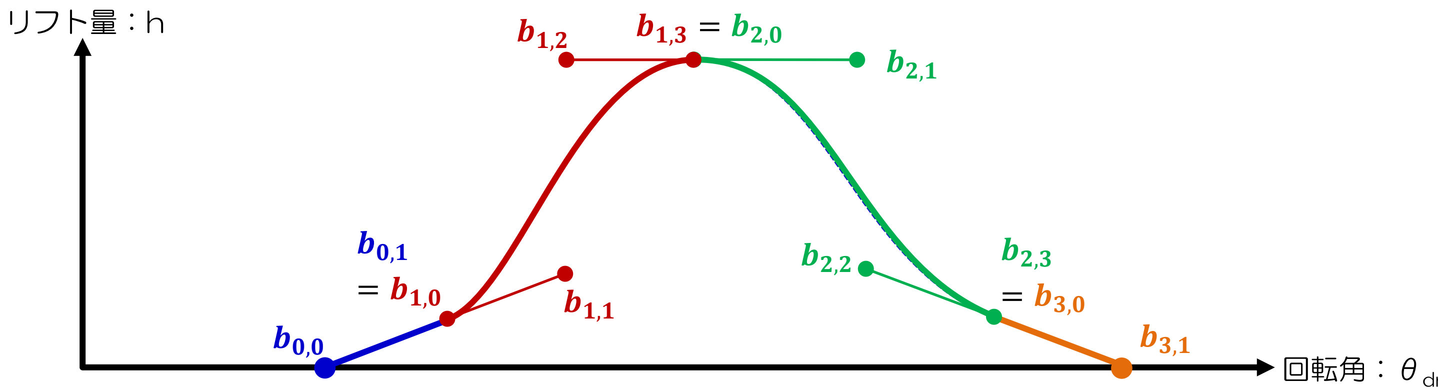
（2）ベジェ曲線の一階微分（≠速度）

$$\frac{d\boldsymbol{P}(s)}{ds} = \sum_{k=0}^{n} \boldsymbol{b_k} \binom{n}{k} s^{k-1} (1-s)^{n-k-1} (k-ns)$$

（3）ベジェ曲線の二階微分（≠加速度）

$$\frac{d^2\boldsymbol{P}(s)}{ds^2} = \sum_{k=0}^{n} \boldsymbol{b_k} \binom{n}{k} s^{k-2} (1-s)^{n-k-2} \{(1-n)(2ks-nt^2)+k(k-1)\}$$

ベジェによるリフト曲線



（1）リフト量　（$\theta_{dr\ j,k}$はradianで計算）

$$\boldsymbol{P}(s)=\begin{pmatrix}\theta_{dr\ j}(s_i)\\ h_j(s_i)\end{pmatrix}=\sum_{k=0}^{n}\begin{pmatrix}\theta_{dr\ j,k}\\ h_{j,k}\end{pmatrix}\binom{n}{k}s^k(1-s)^{n-k}\quad\cdots(1)$$

（2）リフト速度 / 加速度

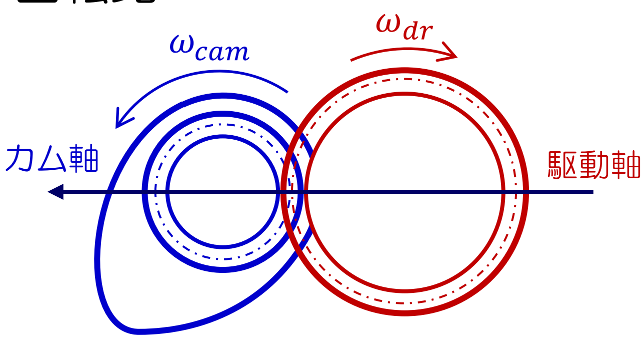
速度　：$v_j(s_i)=\dfrac{dh}{d\theta_{dr}}=\dfrac{dh}{ds}\dfrac{ds}{d\theta_{dr}}=\dfrac{dh/ds}{d\theta_{dr}/ds}=\dfrac{(d\boldsymbol{P}(s_i)/ds\text{の第二成分})}{(d\boldsymbol{P}(s_i)/ds\text{の第一成分})}\quad\cdots(2)$

加速度：$a_j(s_i)=\dfrac{d}{d\theta_{dr}}\left(\dfrac{dh}{d\theta_{dr}}\right)=\dfrac{ds}{d\theta_{dr}}\dfrac{dv_j(s_i)}{ds}=\dfrac{dv_j(s_i)/ds}{(d\boldsymbol{P}(s_i)/ds\text{の第一成分})}\quad\cdots(3)$

※まずはs_iをもとにリフト量、速度、加速度を計算

カム計算（その1）

（1）回転比

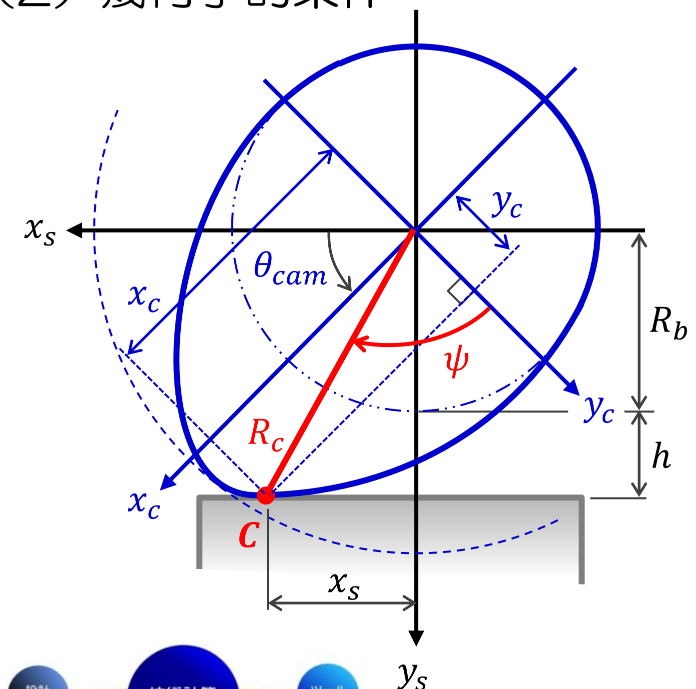


例えば、駆動軸1回転でカム軸が2回転する場合

$$\omega_{cam}:\omega_{dr}(=2:1) \rightarrow \quad \gamma_{rot} = \frac{\omega_{cam}}{\omega_{dr}}(=2) \quad \cdots(4)$$

∴ カム回転角　：$\theta_{cam} = \gamma_{rot}\theta_{dr} \quad \cdots(5)$

（2）幾何学的条件



a）カム軸回転中心から、カム / バルブ接触点Cまでの距離

$$R_c = \sqrt{{x_s}^2 + {y_s}^2} = \sqrt{{x_c}^2 + {y_c}^2} \quad \cdots(6)$$

b）カム軸回転中心からバルブまでの高さ

$$y_s = h + R_b \quad \cdots(7)$$

c）バルブリフト量（$h(\theta_{dr})$は設定したリフト量 = 既知量）

$$h = h(\theta_{cam}) = h(\gamma_{rot}\theta_{dr}) \quad \cdots(8)$$

d）幾何学的条件

$$h(\theta_{cam}) + R_b = \frac{y_c}{\cos\theta_{cam}} + (x_c - y_c\tan\theta_{cam})\sin\theta_{cam}$$
$$= y_c\cos\theta_{cam} + x_c\sin\theta_{cam} \quad \cdots(9)$$

カム計算（その2）

（9）式の両辺をθ_{cam}で微分する

$$\frac{dh(\theta_{cam})}{d\theta_{cam}} = -y_c \sin\theta_{cam} + x_c \cos\theta_{cam} \quad \cdots (10)$$

（9）^{2}+（10）^{2}を計算する

$$\left(\frac{dh(\theta_{cam})}{d\theta_{cam}}\right)^2 = {R_c}^2 - {y_s}^2 \quad \rightarrow \quad \frac{dh(\theta_{cam})}{d\theta_{cam}} = x_s \quad (\because \text{前ページの図参照、正負は}dh\text{の符号}) \cdots (11)$$

$$\frac{dh(\theta_{cam})}{d\theta_{cam}} = \frac{1}{\gamma_{rot}} \frac{dh(\gamma_{rot}\theta_{dr})}{d\theta_{dr}} \quad (\because d\theta_{cam} = \gamma_{rot} d\theta_{dr}) \cdots (12)$$

（6）、（11）、（12）からR_cが決まる。また、角度の関係式

$$\psi = \tan^{-1}\frac{x_s}{y_s} + \theta_{cam} \quad \cdots (8)$$

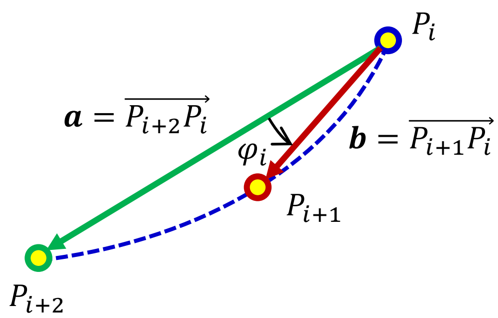
を使って、O-$x_c y_c$座標系からみた点Cの軌跡は、

$$\begin{pmatrix} x_c \\ y_c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_c \sin\psi \\ R_c \cos\psi \end{pmatrix} \quad \cdots (9)$$

※カム形状もt_iをもとに計算

カム形状評価

カムが凸形状であることの判定方法



カムが凸形状であることの条件

$$\cos\varphi_i = \frac{\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}}{|\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|} > 0 \ \wedge\ \sin\varphi_i = \frac{\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}}{|\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|} > 0$$

上記以外の場合はカムが凹となるのでNG