

## 4 節リンク機構と非円形歯車の同値性に関する研究

A study of an equivalence between four-bar Linkages and non-circular gears

EE49 八木 紘一郎

指導教員 中田 正一郎 山野辺 基雄

## 1. 緒言

1 つの軸まわりの回転運動(入力側運動)を他の軸まわりの回転運動(出力側運動)に伝える際、2 つの回転運動の角速度比を変化させることができる機構に、両クランク機構と非円形歯車機構がある。

両クランク機構とは4節回転連鎖機構のうちのひとつで、4 つの節のうちの最短節を固定し、隣接する節を回転させることにより、一定の周期で角速度比を変化させることができる。

一方、歯車は通常正円であるが一定の周期で角速度比を変化させる場合、楕円等の正円ではない非円形歯車を用いる場合がある。

本研究では、これら2つの機構(両クランク機構と歯車機構)における運動の同値性(どちらの機構でも同じ運動をすることが出来るか)について検証する。

## 2. 研究のアプローチ

まず、両クランク機構での角速比が変化する様子を解析する。節の長さを変化すると角速度がどのように変化するのかを調べる。図1のように4つの節の長さを A,B,C,D とし、入力角を  $\phi$ , 出力角を  $\theta$  とする。

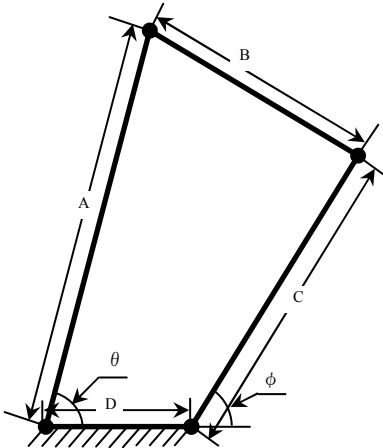


図1: 両クランク機構

これより入力角と出力角の関係は

$$\theta = \cos^{-1} \frac{A^2 + \sqrt{C^2 + D^2 + 2CD \cos \phi}^2 - B^2}{2A\sqrt{C^2 + D^2 + 2CD \cos \phi}} - \cos^{-1} \frac{D + C \cos \phi}{\sqrt{C^2 + D^2 + 2CD \cos \phi}} \quad (-\pi < \theta \leq 0)$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{A^2 + \sqrt{C^2 + D^2 + 2CD \cos \phi}^2 - B^2}{2A\sqrt{C^2 + D^2 + 2CD \cos \phi}} + \cos^{-1} \frac{D + C \cos \phi}{\sqrt{C^2 + D^2 + 2CD \cos \phi}} \quad (0 < \theta \leq \pi)$$

となる。

次に、非円形歯車の入力側と出力側それぞれの

歯車の形状を先に両クランク機構に対して導出した入力角と出力角の関係式より求める。具体的にはこの関係式より角速比を算出し、その結果から歯車の回転軸からピッチ曲線までの距離が得られ非円形歯車の形状が求められることになる。

このようにして両クランク機構で可能な角速比の変化が、非円形歯車では再現可能であるかを検証する。

## 3. 結果

両クランク機構での入力角と出力角の関係  $\theta = f(\phi)$  が与えられた場合の非円形歯車の軸間の距離を  $a$  とし、回転軸からピッチ曲線までの距離  $r(\phi)$  は

$$r(\phi) = a \left( \frac{d\theta}{d\phi} + 1 \right)^{-1}$$

$$\frac{d\theta}{d\phi} = \frac{CD \sin \phi}{2A\sqrt{C^2 + D^2 + 2CD \cos \phi}} \cdot \left( \frac{A^2 - B^2}{C^2 + D^2 + 2CD \cos \phi} - 1 \right) \cdot \left( \sqrt{1 - \frac{(A^2 - B^2 + C^2 + D^2 + 2CD \cos \phi)^2}{4A^2(C^2 + D^2 + 2CD \cos \phi)}} \right)^{-1} + \frac{-C^2 - CD \cos \phi}{C^2 + D^2 + 2CD \cos \phi}$$

となる。

## 4. 結論

両クランク機構における入力角と出力角の関係を得ることができた。またこれより、非円形歯車の形状を示すパラメータ  $r(\phi)$  の具体的な形を求めることができた。

## 5. 今後の発展

本研究では両クランク機構で再現可能な角速比の変化が、非円形歯車では再現可能であるかを検証するものであったが、非円形歯車では再現できない角速比の変化があるのかどうかについては更に詳細な検討をする必要がある。また、非円形歯車で可能な角速比の変化が、両クランク機構で再現可能であるかを検証する必要もある。

## 文献

- [1] 北郷 薫, 玉置 正恭, “機構学および機械力学”, (工学図書.1989).
- [2] 香取 英男, “非円形歯車の設計・製作と応用”, (日刊工業新聞社.2001).
- [3] 萩原 芳彦, 鈴木 秀人, 千葉 和茂, 坂本 吉弘, 原口 忠男, “よくわかる機構学”, (オーム社.2008).
- [4] 安田 仁彦, “改定 機構学”, (コロナ社.2008).
- [5] 山口 祐樹, 山本 佳, “楕円系歯車の CAD/CAM”, (いわき明星大学理工学部機械工学科 卒業研究報告, 平成18年度)