

交差型ヘリカル歯車機構の考案と具現化

○藤本 敏彰, 鉄井 光, 西村 礼貴, 藤田政宏, 野村 陽人, 高根 英里, 小松 洋音,
多田隈 建二郎, 昆陽 雅司, 田所 諭 (東北大学)

Devising and Embodiment of the Cross-Helical Gear Mechanism

○Toshiaki FUJIMOTO, Hikaru TETSUI, Ayaki NISHIMURA,

Masahiro FUJITA, Akito NOMURA Eri TAKANE, Hirone KOMATSU

Kenjiro TADAKUMA, Masashi KONYO, and Satoshi TADOKORO (Tohoku Univ.)

Abstract: This paper discusses about cross-helical gear mechanism. This cross-helical mechanism can be used for omnidirectional driving wheel mechanism. Not only convex version of this gear mechanism, but also planar version, concave version have been considered and shown. The prototype of this gear mechanism has been designed and developed. Basic performance of this gear mechanism have been done with the real prototype models though basic experiment.

Keyword: Mechanism, Cross-Helical Gear, Differential Gear, Omnidirectional Driving Wheel

1. はじめに (スクリー式差動回転機構)

ねじれ方向の異なるウォームギアセットを向かい合わせに配置し、右ねじれ、左ねじれのウォームホイールにそれぞれ平歯車 R, L を結合し、さらに平歯車 R, L が平歯車 C を介して結合している構造となっている。図 3 にこの機構の動作の原理を示す。図 3(a)のように左右の軸を互いに異なる向きに回転させると、平歯車 C が回転する。この回転を今度自転と呼ぶことにする。また、左右の軸を同方向に回転させると、平歯車 R, L による中央の平歯車を回転させようとする向きが反対方向となり、平歯車 C の回転がロックし、入力軸を中心として、構成部品が全体的に回転する。この回転を今後公転と呼ぶ。



図 2 : 交差型ヘリカル歯車機構の初期考案図

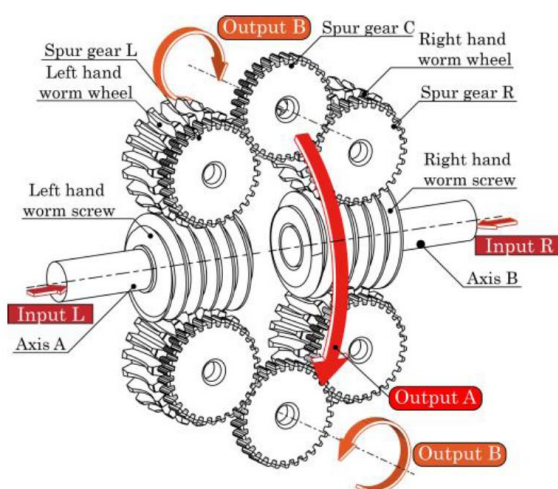


図 1 : スクリー式差動回転機構

2. 交差型ヘリカル歯車機構

図 1 に示すスクリー式歯車機構は最低でも、最終段階で 2 つの歯車同士が図中左右方向からかみ合う構成となっていた。より省スペースコンパクトで、部品数を減らした構成を鑑みた結果、はすば歯車からの入力をうける相方の歯車の歯切りを、1 つの共通した歯車状に設けて、交差したらせん構造を有する構成とすることで、図 2 に示すように、共通した 1 つの出力軸を有する差動機構が構成できる。図 2 の構成が最初に考案した際の交差型ヘリカル歯車および、本歯車を用いた差動機構の構成例である。

図1 交差型ヘリカル歯車をさらに平面化・凹面化し、さらに入力軸の相対位置関係を考慮すると、表1～3に示すような組み合わせも考えられる。また、入力用の歯車として、一定直径の円柱状のものに限らず、噛み合わせを増やすために鼓型にした構造も考えられる。

表1： 平面版交差型ヘリカル歯車の組み合わせ

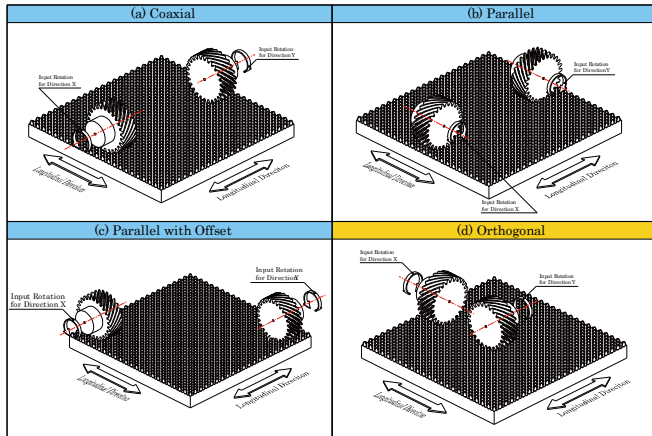


表2： 凸面版交差型ヘリカル歯車の組み合わせ

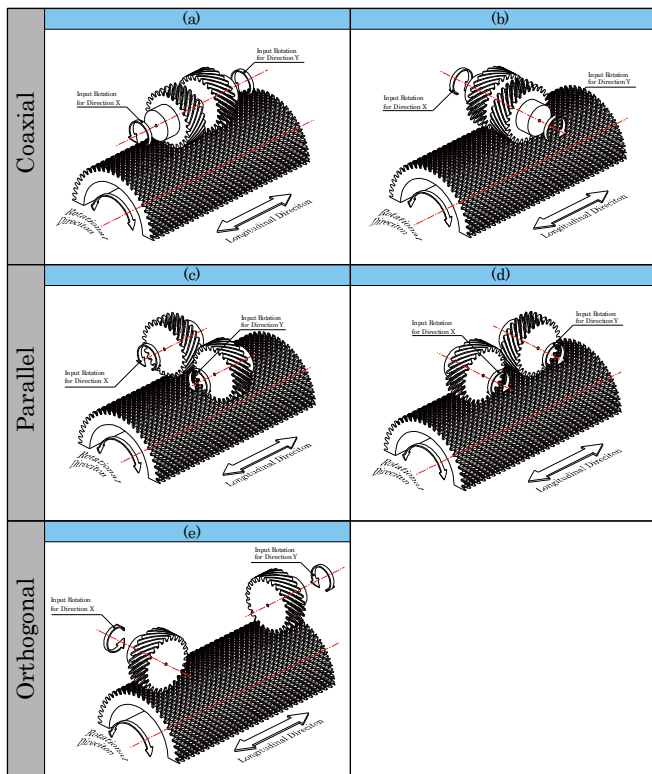
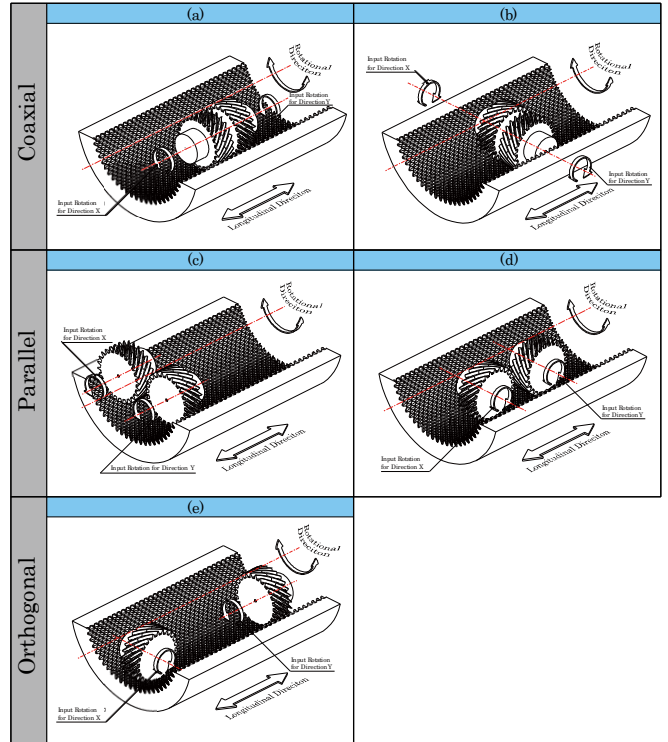


表3： 凹面版交差型ヘリカル歯車の組み合わせ



この交差型ヘリカル歯車も、構成上、歯車などの幾何的凹凸や、磁力、静電気力、摩擦、ファンデルワールス力などの伝達機構が考えられる。

今回は実機具現化にあたり、凸面で同軸のものを選定して、具現化を行った。次の章でその詳細を説明する。

3. 実機具現化

設計・試作した交差型ヘリカル歯車機構の外観を図3に、またその噛み合わせ部の拡大図を図4にそれぞれ示す。現在の構成では、入力のはすば歯車による回転が異なる方向で、交差型ヘリカル歯車本体から回転運動が出力され、入力のはすば歯車の回転が同方向の場合は、約10 mmほど直動できる構成となっている。この直動部分にリニアガイドを搭載し、また、この交差型ヘリカル歯車本体を軸方向により長くとしたものを搭載することで、直動のストロークを伸ばすことが可能となる。入力軸と同軸上に受動回転可能な公転軸を設けてユニット化することにより、入力軸を同方向

に回すと公転運動を出力することができる。

また、直動も公転も可能な構成とし、直動の方の動きを比較的抵抗を大きく構成しておき、公転方向にストッパを取り付けることで、最初は公転運動が優先され、ストッパと接触後には直動が優先されるという 2 段階の駆動も構成次第では可能である。

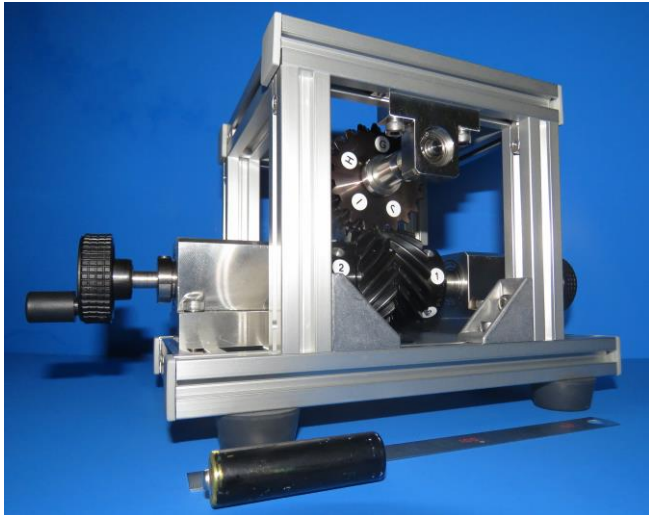


図 3 : 実機ユニット外観 (凸面版の 1 つ)



図 4 : 噛み合わせ部の拡大図

4. 実機実験 (回転出力・直動出力)

図 3 に示す実機を用いて実験を行った。その様子を図 5 に示す。図 5 からわかるように、入力軸を逆方向に回転させると、交差型ヘリカル歯車本体は回転運動を出力し、入力軸を同方向に回転させると、交差型ヘリカル歯車本体は図中上下方向に直動することがみとれる。

本実験を通して、2つの入力の組み合わせで交差型ヘリカル歯車本体が2種類の運動出力を行うことが可能であることが確認された。

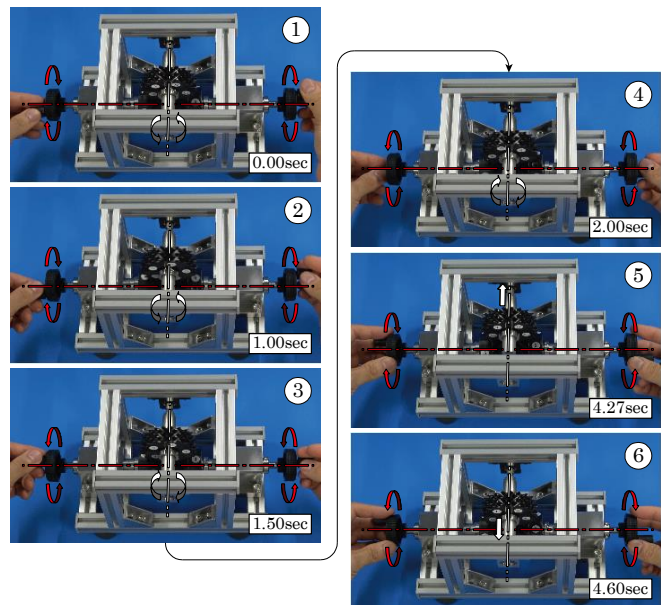


図 5 : 試作機による動作の様子。①-④がその場回転、⑤⑥が直動を示す。

5. まとめ

本稿では、交差型ヘリカル歯車を新たに考案し、その構成例を挙げた。また、その組み合わせの1つである凸面型のユニットを設計・試作し、実機を用いた実験を通して、考案した機構の基本的な効果(運動)を確認した。

今後は表 1 ~ 3 に示す他の組み合わせを設計・試作し、その応用例としての全方向駆動車輪、2 自由度関節機構の構成、および、図 6 のようにセルフロック機能を有するウォームギア方式の検討などを行っていく。

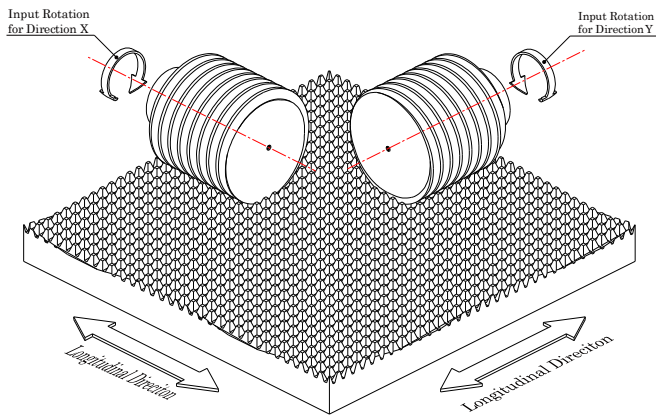


図6： ウォームギア方式

謝辞

本研究は NEDO 次世代ロボット中核技術開発の支援を得て行われました。ここに謝意を示します

参考文献

- [1] Shigeo Hirose et al: Development of a Pneumatically Controlled Expandable Arm for Rescue Searches in Tight Spaces. I. J. Robotics Res. 25(1): 103-110 (2006)
- [2] Shigeo Hirose et al: Development of Pneumatically Controlled Expandable Arm for Search in the Environment with Tight Access. FSR 2003: 509-518
- [3]“Torus Omnidirectional Driving Unit Mechanism Realized by Curved Crawler Belts”, Kenjiro Tadakuma, Hirohiko Ogata, Riichiro Tadakuma and Jose Berengueres IEEE Int. Conf. on 2014 IEEE International Conference on Robotics & Automation (ICRA), Hong Kong Convention and Exhibition Center, May 31 - June 7, 2014. Hong Kong, China
- [4]James C. McKenna, David J. Anhalt, Frederick M. Bronson, H. Ben Brown, Michael Schwerin, Elie Shammas, and Howie Choset: “Toroidal Skin Drive for Snake Robot Locomotion,” IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1150 - 1155, (2008).