

軸方向波動伝播ギア機構

Axial Wave Motion Gear Mechanism

○西村礼貴⁽¹⁾, 藤本敏彰⁽¹⁾, 鉄井光⁽¹⁾, 藤田政宏⁽¹⁾, 野村陽人⁽¹⁾, 高根英里⁽¹⁾, 小松洋音⁽¹⁾,
多田隈建二郎⁽¹⁾, 昆陽雅司⁽¹⁾, 田所諭⁽¹⁾

○Ayaki Nishimura⁽¹⁾, Toshiaki Fujimoto⁽¹⁾, Hikaru Tetsui⁽¹⁾, Masahiro Fujita⁽¹⁾, Akito Nomura⁽¹⁾,
Eri Takane⁽¹⁾, Hirone Komatsu⁽¹⁾, Kenjiro Tadakuma⁽¹⁾, Masashi Konyo⁽¹⁾, Satoshi Tadokoro⁽¹⁾,

(1) 東北大学

(1)Tohoku University

キーワード

波動伝播 (Wave Motion), ギア機構 (Gear Mechanism), 全方向移動 (Omnidirectional)

連絡先 〒980 - 8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-01

東北大学大学院情報科学研究科 応用情報科学専攻 西村礼貴

Tel : 022-795-7025 Fax : 022-795-7023 E-mail : nishimura.ayaki@rm.is.tohoku.ac.jp

1. はじめに

全方向移動は移動体自身の向きを変更することなく、任意の方向へと移動できる利点を有する。そのため、旋回に必要な領域を確保しにくい狭小環境においても任意の方向へと移動が可能となる。過去に様々な全方向移動車輪の例が報告されている[1][2]。また、筆者らは全方向駆動機構として、全方向歯車機構の研究開発を行ってきた[5]。さらに、筆者らは全方向移動の一つの機構として、軸方向波動伝播ホイールを考案した[3]。図 1 にその概要を示す。本研究に係る軸方向移動車輪は、車軸に取り付けて使用される軸方向移動車輪であって、外周面に沿ってリング状を成している。軸方向の移動は車輪機構円周上に波動伝播を行うことで軸方向への推進力を得る。

波動伝播ユニットを円周状に配置し、車輪機構として活用した例は筆者らの知る限りない。それ故、学術的な観点として、全方向移動駆動機構の事例を増やすという意味では体系化にもつながる。つまり、実用性の議論とは別に、軸方向に波動伝播を行う車輪機構を考案し、その具現化を行うことは学術的には価値のあるものであると考えて本研究課題を設定する。また、この機構は移動機構だけでなく、動力伝達機構にも活用できる。しかし、大きな力を発生させるとホイールの外部接触部が滑るという問題があった。本論文では上記の問題を鑑み、歯車の噛み合いにより摩擦接触以上に確実な動力伝達を可能とする軸方向波動ギア機構を考案、具現化したので報告する。

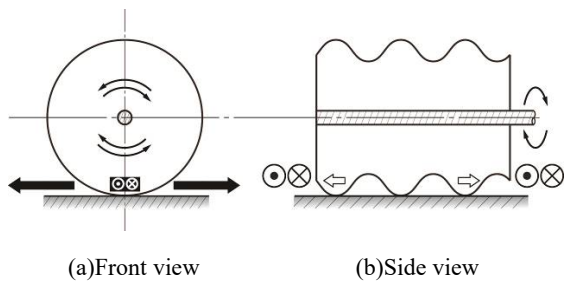


図 1 軸方向波動伝播ホイール

2. 軸方向波動伝播ギア機構

図 2 に軸方向波動ギア機構の外観図を示す。本機構では波動伝播方式に螺旋を用いた循環駆動式を活用する。この機構は回転力を波動に変えて伝達する螺旋部と複数のリンクからなる[2]。内部の螺旋部を回転させることで、中空リンクが上下に動く。この動作が波のように伝播するため、波動による推進力を得る。

以上の循環駆動方式による駆動ユニットを複数円周状に配置することにより、断面が円状の歯車である平歯車機構を構成する。

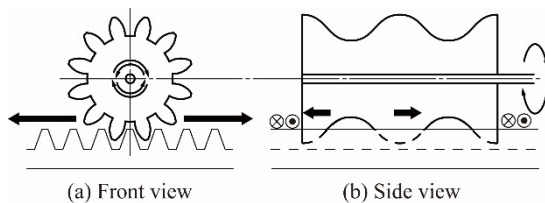


図 2 軸方向波動ギア機構

3. 実機具現化

軸方向波動伝播ギア機構を CAD によって設計したものを図 3 に示す。第 1 次試作機においては製作容易性の観点から循環駆動方式による波動駆動ユニットを 6 つ円周上に配置する構成とした。また、断面の形状を平歯車とするため、リンクの外部接触面に歯を形成することによって実現した。歯車のモジュールは 2、歯数 80 の平歯車と同等とした。

本機構ではリンクが上下に移動する際、螺旋の谷部分で隣同士のリンクが干渉するといった問題が懸念された。この問題を解消するため、i) 歯を互い違いに設計した 2 組のリンクを交互に組む方法、ii) 歯がついているリンクとついていないものを交互に組むといった方法を考案した。本論では波動による推進力とギア機構による駆動を確認することが目的であるため、ii) の歯が付いているものと付いていないものを交互に組む方法を具現化し、任意方向への駆動の確認を行う。

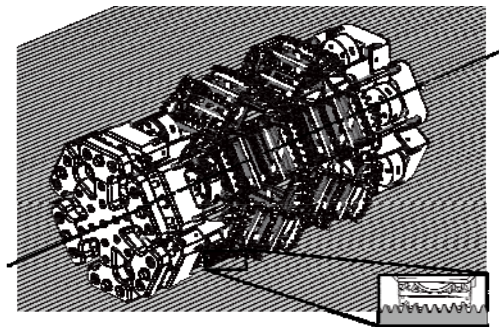


図 3 実機設計 (斜視図)

4. 実機実験

実験機外観を図 4 に示す。波動による軸方向駆動と歯車によるラックの駆動を確認するため、直動ガイドを垂直に組合せ配置させ、X-Y テーブルとし、歯車とラックを歯で噛み合わせ、接触させる状態とした。

本実験の目的は歯車としての駆動と波動伝播による軸方向の駆動の基礎特性を確認することにある。目的達成のため、本実験では 6 構成のうちの 1/6 あたる波動伝播ユニットを 1 つ取り付けられた実験機によって上記の基礎特性の確認を行う。

図 5 にて本機の動作の様子を示す。①～③では平歯車機構動作、④～⑥では波動伝播動作をそれぞれ視認できた。

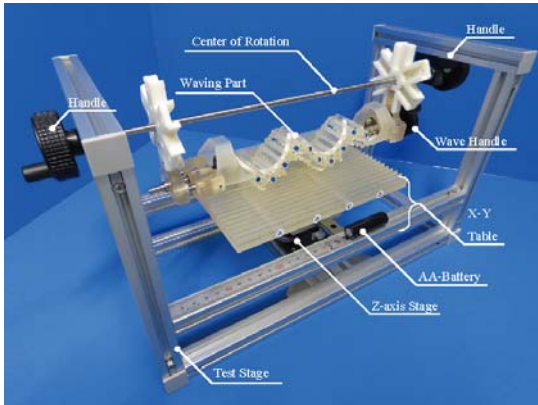


図4 実験機外観

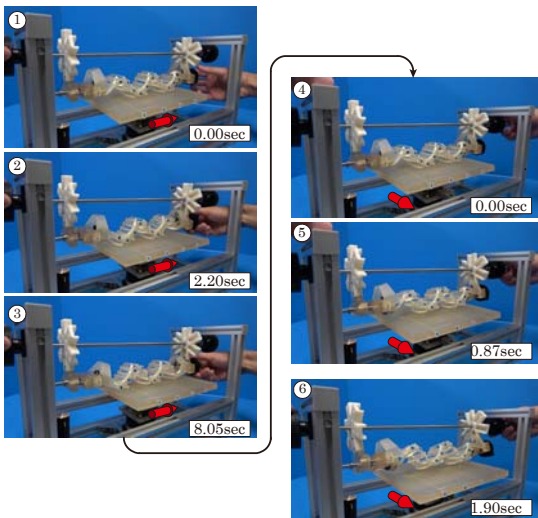


図5 本機の動作の様子

5. まとめ

本稿においては、軸方向に波動伝播を行い、それと垂直方向には歯車による確実な噛み合い伝達を行う機構を考案し、その具現化を行った。実験機器により、ギア機構としての駆動、波動伝播による軸方向の駆動という考案原理の基本的な効果、動作が確認できた。

次段階の6ユニット構成版構築の後の遂行項目として、例えば、駆動部分の改善点としては金属切削化による剛性向上が考えられる。特に回転力を波に変える螺旋部には大きな力が加わることになるため、金属製への構成へ変更する必要がある。また、波動による駆動に関しては摩擦力による駆動であるため、摩

擦力向上のための表面ゴム素材の検討も行う必要がある。また、波形状の凹凸に合わせたプレートを用意することで、軸方向にも噛み合わせ駆動を実現できる可能性の検討を行う。

今後の展望としては、リンク間での干渉回避のためのリンク形状の組み合わせによる駆動特性の比較を行う。

また、全方向駆動による学術的な例としてルービックキューブのエッジを落として全体構造を球体状とした2軸上分割式球状全方向車軸を考案しており、事例追加によって全方向移動・駆動機構の体系化に寄与することを目指す。

謝辞

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議により制度設計された革新的研究開発プログラム (ImPACT) により、科学技術振興機構を通して委託されたものです。ここに謝意を示します。

参考文献

- [1] 広瀬茂男, 天野信一: “大荷重高効率全方向車両の開発”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 '93 講演会論文集, pp. 350-355, 1993.
- [2] Tadakuma, K.; "Tetrahedral Mobile Robot with Novel Ball Shape Wheel", The First IEEE/RAS-EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics, pp.946-952, 2006.
- [3] 藤田政宏, 野村陽人, 小松洋音, 高根英里, 多田隈理一郎, 多田隈建二郎, 昆陽雅司, 田所諭, “軸方向波動伝播ホイール機構”, 2A1-A10, ROBOMECH2017, 2017.
- [4] David Zarrouk, Moshe Mann, Nir Degani, Tal Yehuda, Nissan Jarbi and Amotz Hess, “Single actuator wave-like robot(SAW):design, modeling, and experiments”, Bioinspir&Biomim, 11, 2016
- [5] 多田隈理一郎, 多田隈建二郎, 井岡恭平, 妻木勇一, 全方向駆動歯車機構 “Omni-Gear”, 第28回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 3O3-1, 2010.