

サイクロイド減速機の設計及び接触強度の数値解析法

1. 概要

サイクロイド減速機は大減速比、高ねじり剛性、高い耐衝撃能力という特徴を持つので、産業ロボット関節や工作機機械などによく使われている。この減速機にトロコイド曲線は歯形曲線として利用され、またピンは内歯車の歯として利用され、クランク軸の偏心揺動により歯のかみあいを実現させているので、機構学的にこの減速機はインボリュート歯形歯車と異なっている。ここでこの減速機の設計計算、特に強度解析は簡単にできないのが現状である。

この減速機の設計計算及び強度解析ができるようにするために、筆者は長年の研究でこの減速機の設計計算ソフトを開発し、また二次元有限要素法 (2D-FEM) を用いてこの減速機の接触問題を解析できる数値解析法を提案した。更にこの減速機の接触強度を解析できる専用有限要素法ソフトウェアを開発した。ここで、開発したソフトで計算した減速機の歯面、センターころ及びブッシュ上の荷重及び接触面圧 (接触応力) を紹介し、この研究の詳細については参考文献⁽¹⁾をご参照ください。

2. サイクロイド減速機の設計計算ソフトの開発

設計ソフトの開発は普通の Visual Basic と AutoCAD VBA でそれぞれ行った。図1と図2に普通の Visual Basic と AutoCAD VBA で開発したサイクロイド減速機の設計計算ソフトの入・出力画面をそれぞれ示している。図1と2に示すようにソフトの「入力」部に歯車諸元を入力して、「計算」というコマンドをクリックすれば、計算計算は即座に完成し、図1と2の右側の機構図が即座に出図される。

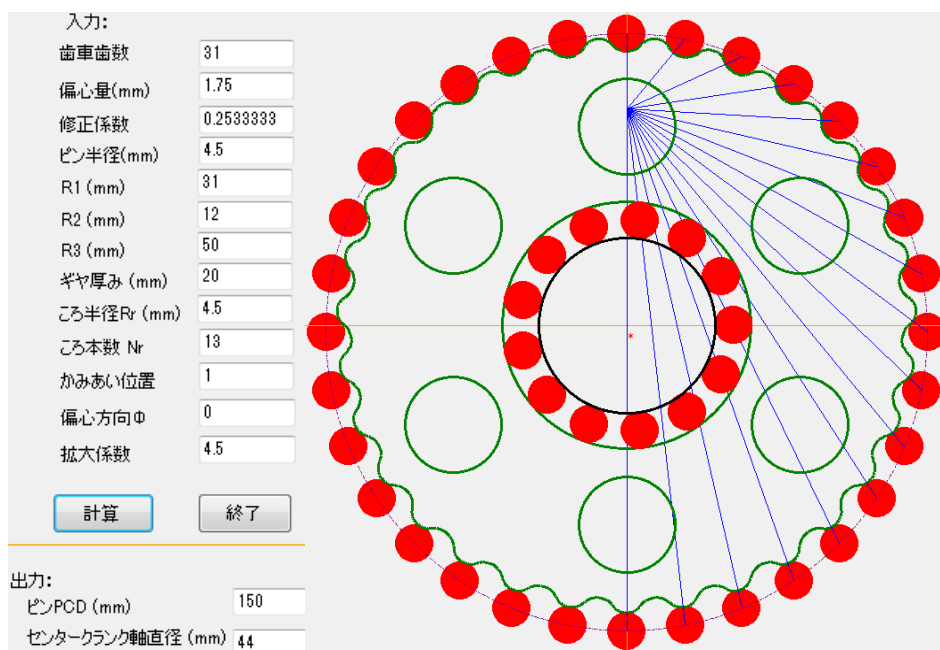


図1 普通の Visual Basic で開発したサイクロイド減速機の設計計算ソフト

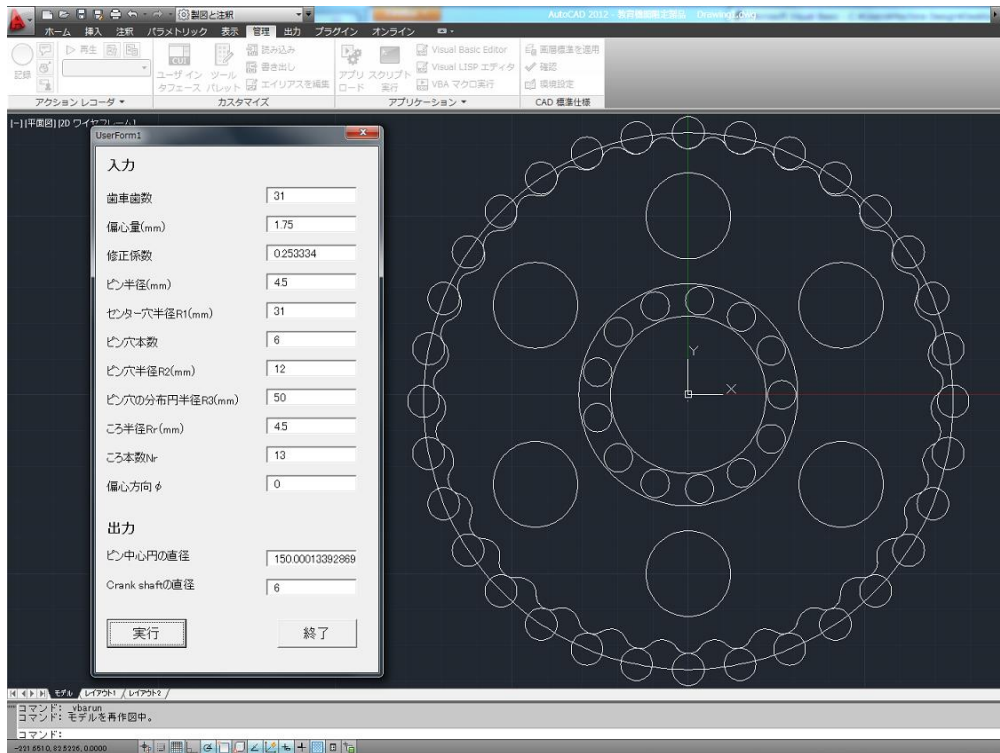


図2 AutoCAD VBAで開発したサイクロイド減速機的设计計算ソフト

図3に開発した内転型サイクロイド減速機的设计計算ソフトを示している。内転型のサイクロイド減速機にトロコイド曲線は内歯車の歯形として利用され、ピンは外歯車の歯形として利用されている。

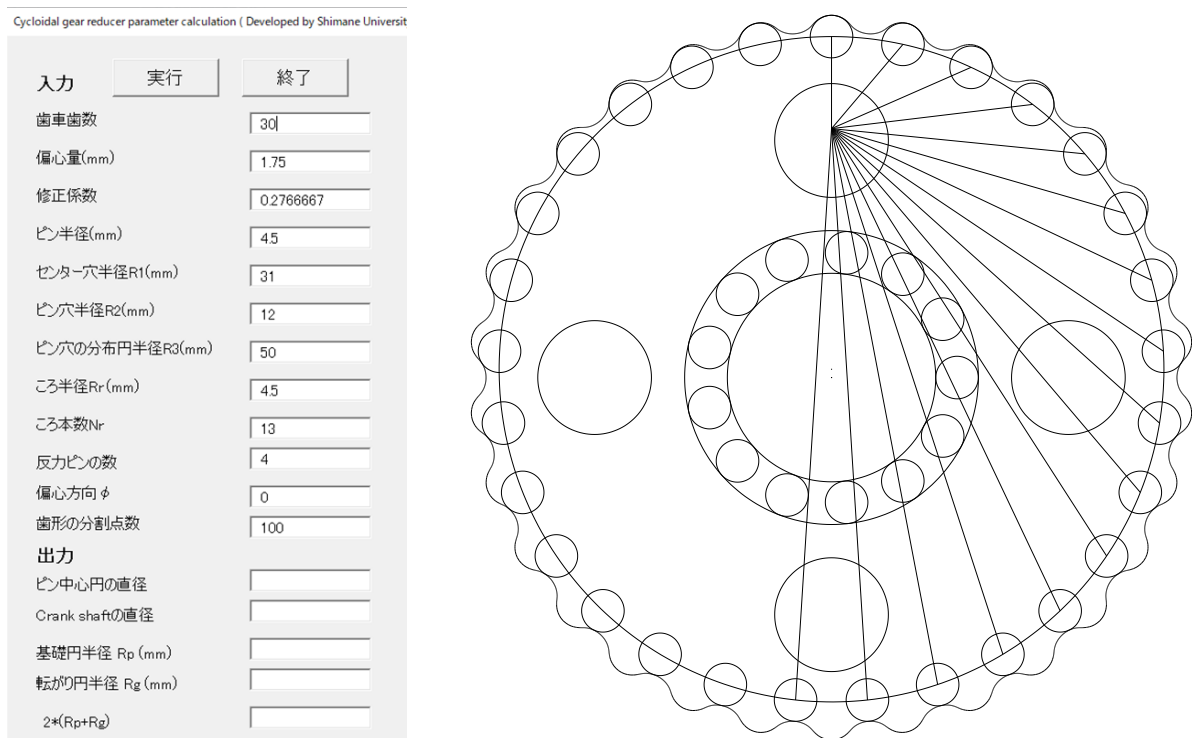


図3 内転型サイクロイド減速機的设计計算ソフト

3. サイクロイド減速機の接触強度解析

サイクロイド減速機の接触強度を解析するために、二次元専用有限要素法ソフトを開発した。このソフトウェアで計算した結果を次に紹介する。解析方法や研究の詳細について、参考文献⁽¹⁾をご参照ください。図4に強度解析対象とするサイクロイド減速機を、図5にそのFEM要素分割図である。

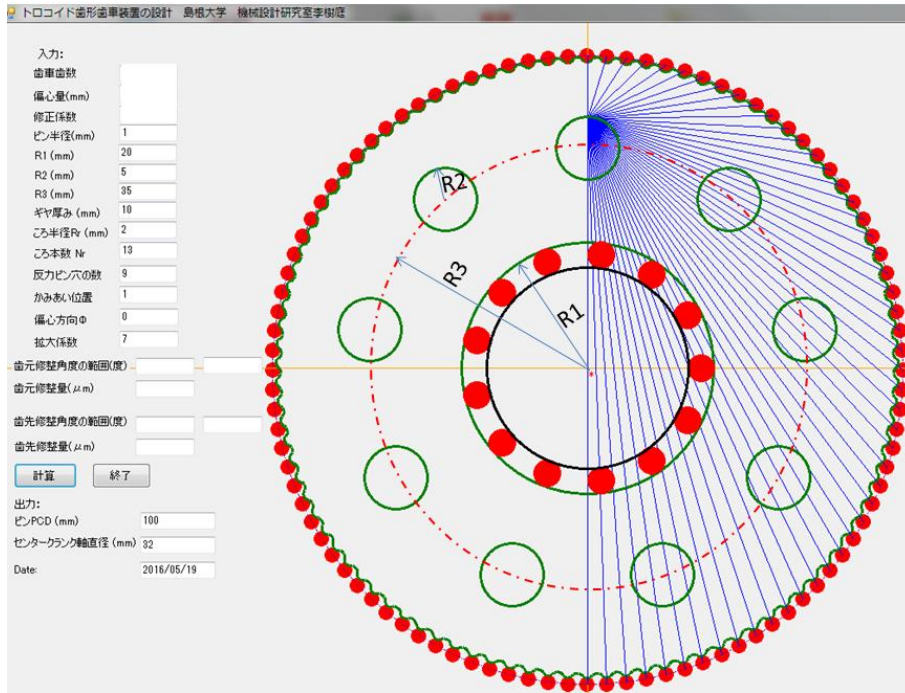


図4 強度解析対象とするサイクロイド減速機

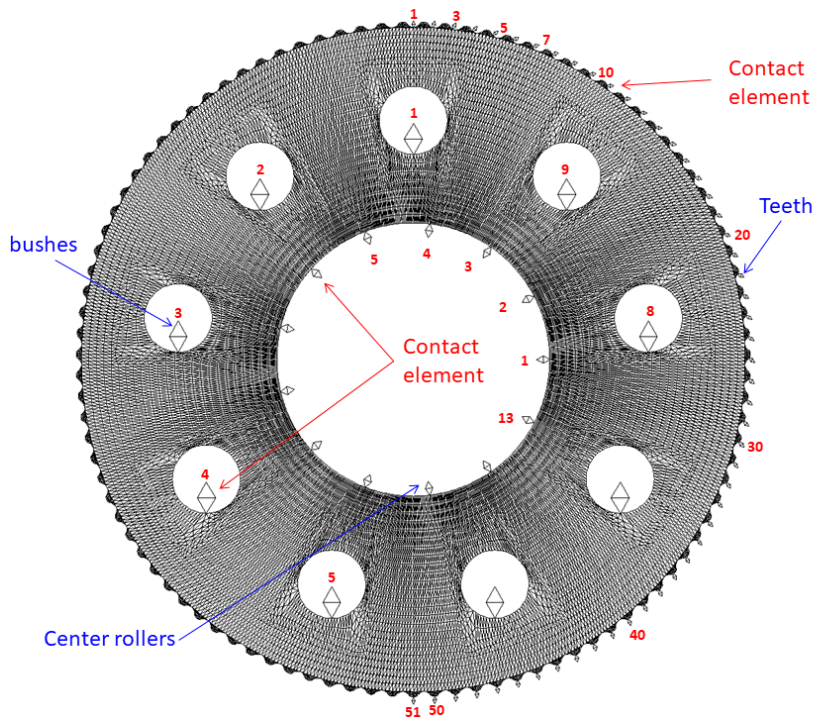


図5 強度解析のためのFEM要素分割図

図6と図7に専用有限要素法ソフトで解析した歯面荷重分布とセンターころ上の荷重分布をそれぞれ示し、図8にブッシュ上の荷重分布を示している。図9にサイクロイドギヤの変形後の様子を示している。

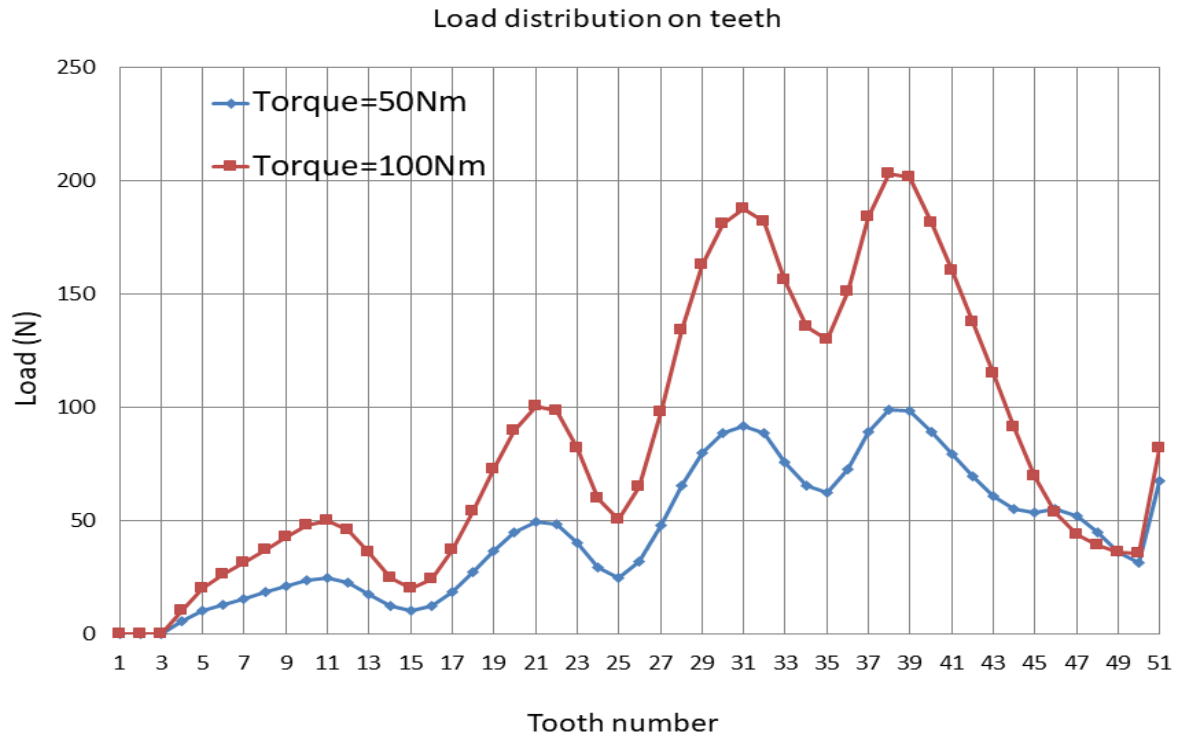


図6 歯面荷重分布

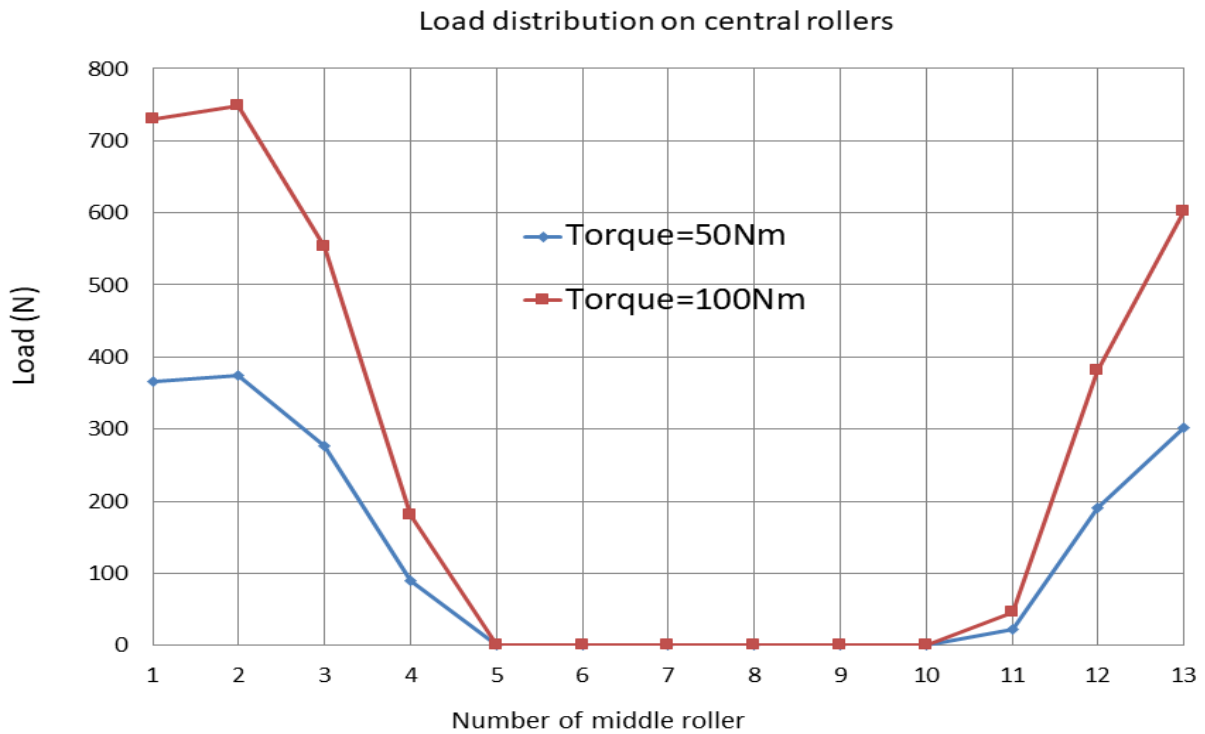


図7 センターころ上の荷重分布

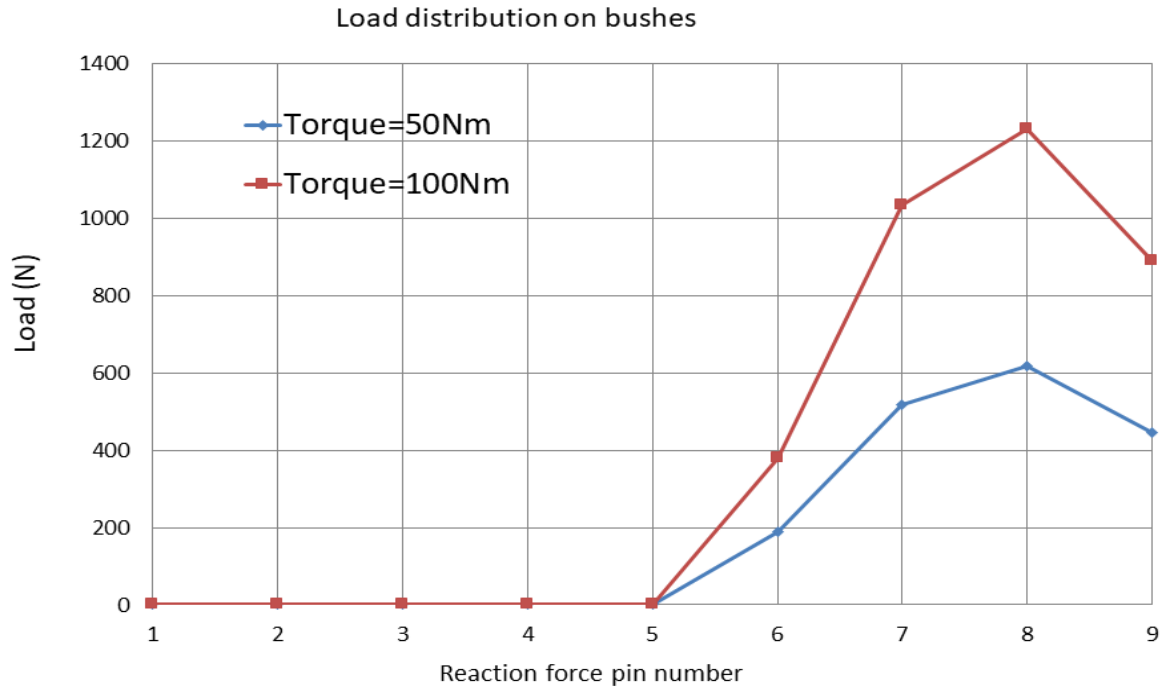


図8 ブッシュ上の荷重分布

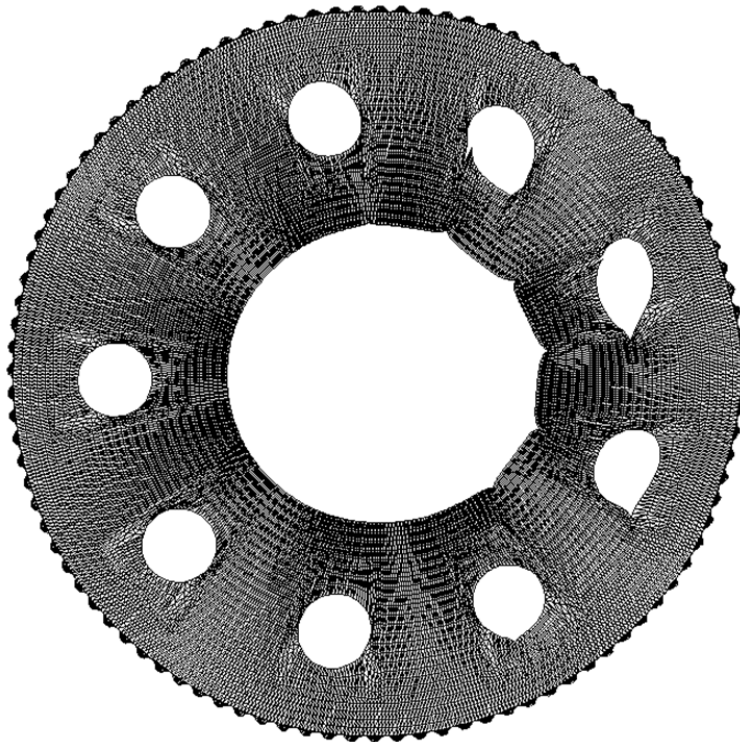


図9 サイクロイドギヤの変形図

参考文献：

- (1) Shuting Li, "Design and strength analysis methods of trochoidal gear reducers", **Mechanism and Machine Theory**, Elsevier Press, Volume 81, 2014, pp.140-154