

3D-CADとシミュレーションを用いた設計変更技術適用による機械設計の高度化

(機械設計の効率化に向けた3D-CAD普及促進)

機械システム科 研究員 西村 学
機械システム科 研究員 小笠原 耕太郎

機械設計は製品開発において重要な工程である。この工程では製品形状を決めるにあたり多岐にわたる検討を行い、製造・検査に必要な設計図面を作成するなど非常に多くの工数を要する。全国では機械設計のこの多くの業務を効率化するために3Dデータやこれを作成する3D-CADを用いることが主流である。県内でも生産性向上の取組支援をしているが、3D-CADの機械設計活用に関してはさらなる普及推進が必要である。

3D-CADの普及への大きな障壁として“導入メリットの不透明さ”や“導入しても活用できない”などが挙げられる。そこで本研究では実際に部品設計における3D-CADやシミュレーションの活用事例を作り、そのメリットを明確化するとともに得られた知見をもとに導入前後の技術支援をしていくことを目的とする。本年度は研究対象をロボットアームとし、この試作および試験手法の検討と試験治具の設計・製造を行った。

1. 緒言

全国における機械や電気機器、輸送用機器などの業種では3D-CADは7割程度導入されており^[1]広く普及している。現在は3Dデータと2D図面が併用されており、今後は3Dデータを用いてさらなる効率化が検討されている^[2]。それに比べ、長崎県の製造業における機械設計では3D-CADが用いられることはまだ少ない。これは単純に設計の技術力だけでなく、製造プロセス全体の効率などの大部分で差が広がり続けていることを意味する。

3D-CADが普及しない要因の一つに導入メリットが見えづらいことが考えられる。実際、3D-CAD活用の具体的な事例はとても少ない。特にシミュレーションの活用まで拡張した事例において具体的なものはほとんどないので、3D-CAD導入によるメリットを感じにくいのが現状である。また、このような事例には詳細なプロセスが記述されていることはほとんどなく、3D-CADを初めて導入した企業は、手探りでノウハウを構築する必要があるが、途中で断念し従来の2D-CADを用いた設計に戻るケースもある。これらのことから3D-CADを普及の課題として、導入メリットの明確化や導入後のノウハウ構築の困難さなどが挙げられる。

そこで本研究では3D-CADやシミュレーションを用いた設計事例をつくることを目的とした。特に試行錯誤が必要な構造解析における解析条件を決めるプロセスについては詳細を示していきたいと考えている。

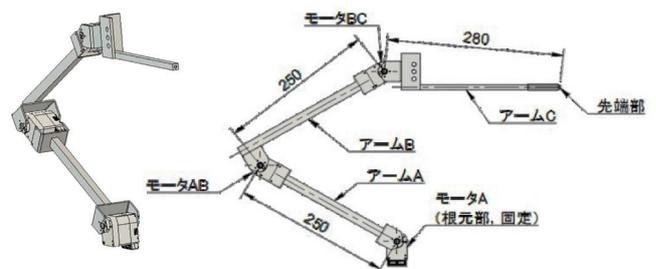
これにより単純なメリットの把握だけでなく、導入後の参考資料としても活用できる。また、本研究で得られる知見を元に直接支援することで企業のノウハウ

構築にも寄与できる。

本研究では別の経常研究で用いているロボットアーム^[3]を題材として進める。この既存のロボットアームに対して3D-CADおよびシミュレーションを用いて設計変更を試みる。これを進めるためにシミュレーションで用いる解析条件を事前に定めなければならない。そのため試験結果とシミュレーション結果を比較して最適な解析条件を決める必要がある。今回は解析条件設定に向けたロボットアームの試作、試験手法の検討および治具設計を実施した内容について報告する。

2. 研究対象

本研究における対象のロボットアームの外観および概形図を図1に示す。ロボットアームは3本のアームから成り、各アーム間および根元にモータが配置され、アーム同士もしくはアームと固定部を連結する。このロボットアームはモータで駆動し、ロボットアームの先端部でエレベータなどのスイッチを押すことを目的としている。本研究内では構成部品の中のアームを設計変更の対象とする。



(a) 外観 (b) 概形図 (単位: mm)

図1 研究対象のロボットアーム

3. 試験手法

3.1 設計要件とアームの負荷条件

本来の設計では多岐にわたる設計要件について検討する必要があるが、本研究では事例を示すことが目的であるため、1つの設計要件（下記）に絞って検討する。

<設計要件>

下記項目を満たす場合に、各アームが破損しないこと。

- ① 根元のモータが最大トルクで駆動する。
- ② 根元を除く各関節部のモータの発生トルクは最大トルク以下である。
- ③ モータ駆動時における先端部および各関節部の座標は一定である（動かない）。
- ④ 先端部において角度拘束されていない。

根元のモータが最大トルクで駆動する場合でもロボットアームの姿勢によって各アームに掛かる負荷は変化する。そこで各関節の開き角ごとに各アームが受ける負荷（両端に生じるx、y方向荷重およびz軸回りのモーメント）を力のつり合いから算出した。さらに簡易的にアームを一樣断面と仮定して各アームの発生応力を得られた負荷ごとに計算して、それらと比較することで各アームの最大負荷時の条件（図2、図3、図4）を推定した。



図2 アームAにおける最大負荷条件

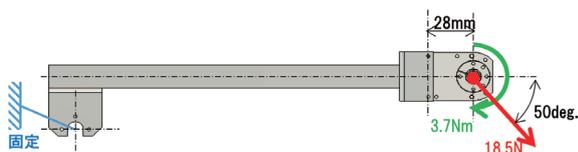


図3 アームBにおける最大負荷条件



図4 アームCにおける最大負荷条件

3.2 試験手法および試験治具

試験を実施する上で図2から図4までに示す負荷を安定的にアームに与えることが重要である。そのため、

アーム単体での試験とし、負荷を与える治具をシンプルな形状とした。試作した各アームとその試験治具を図5から図7までに示す。

図中の固定用治具をバイスでクランプして固定し、負荷用治具における負荷部にばねばかりで図中に示す荷重方向および荷重の大きさを付加することを想定する。これにより、図2から図4までに示す負荷条件を各アームに付与できるように設計した。

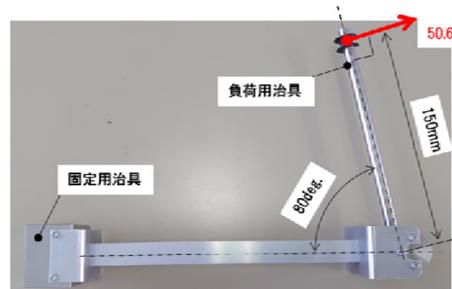


図5 アームAの試作品と試験治具

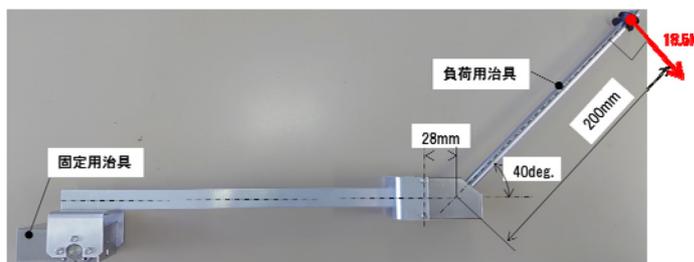


図6 アームBの試作品と試験治具

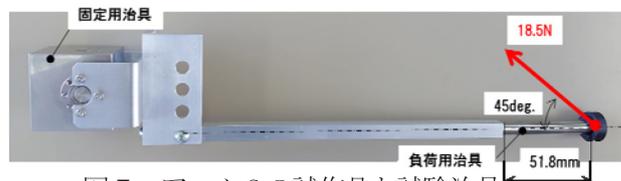


図7 アームCの試作品と試験治具

4. 結言

今回は、試験実施のための手法検討および治具設計を行った。今後は実際に試験とシミュレーションを実施するとともにそれらの結果を比較して最適な解析条件を検討する。

参考文献

- [1] https://engineer.fabcross.jp/archive/160406_cad_tool.html, Accessed 2024.
- [2] https://home.jeita.or.jp/3d/pdf/fukyu_semi_131108shiryo.pdf, Accessed 2024.
- [3] 堀江：ディープラーニングを活用したロボット制御における安定性向上の研究、長崎県工業技術センター研究報告、No. 52, p. 13, 2023.