

クレンジングマシンのプロトタイプの製作と学園祭における体験型展示

機械システム工学科 4年 水流園 悠 担当教員：森 和也 教授

1. プロジェクトの目的

今まで機械システム工学科で習得した知識を、実際に装置を設計し、自分の手で作成することで定着させることが目的である。作成するものとしては、先輩方が壁面登はんロボットに付けるための吸着盤の研究をしていたので、吸着盤を作成することに決めた。方針としては、ロボットではなく人が壁面を登れるような吸着盤を作成する。

2. 吸着盤の概要

今まで本研究室で作られてきた吸着盤は、ファンで吸着盤内部を減圧することで吸着していた。しかし、今までの吸着盤では壁面が汚れていたりすると途端に保持力が落ち、また、曲面にもほとんど対応できていなかった。そこで、我々がクローと呼ぶピッケルのようなものを複数吸着盤に取り付けることにより、壁面に突き刺さることで壁面の状態によらず安定して保持力を得ることができると考えた。もちろん、ある程度の曲面にも対応できる可能性もあり、クローの摩擦力により保持力が大幅に上がることも期待できる。実際に壁面には小さなクラック程度の傷がつく程度で済むと考えられる。

3. クローの設計

クローの材料を決める際に、S45CやSK5等の適当な材料を複数候補として挙げておき、せん断強度やコスト、場合によっては疲労限度も考慮して選んだ。最終的に、クローの材料としては、四角錐型がS45C(焼入れ・焼戻しをした)、円錐型がSKD11とした。コストも合わせて考えることで、安くでより求められる性能を得るという過程を体験した。また、クローの形状についても、四角錐型と円錐型以外にも実際のピッケルの形状をしたもの等を候補に挙げ、せん断荷重がかかる断面の断面積と切欠き効果、突き刺さり易さを考慮して形状を決定した。これで機械設計学の知識を応用できた。また、クローは壁面にめり込むため、クローの先端から3[mm]の断面でせん断破壊が起きないように設計した。材料力学の知識を応用できた。また、実際に自分でクローの図面を作成して、工場の職員の方々から分かり易い図面の描き方を学べたのも大きな収穫である。実験用クローの図面を図1に、完成した実験用クローを図2に示す。また、四角錐型クローと円錐型クローの先端の開き角は、比較のため、前者が約 67° 、後者が 60° と近い値とした。

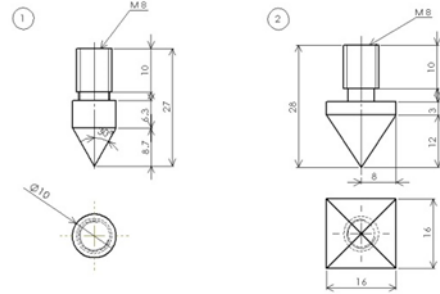


図 1. 実験用クローの図面



図 2. 実際に作成した実験用クロー

4. 摺動試験機

クローの摩擦力を測定するために、試験片に対して垂直荷重を生じさせ、その上、クローによる摩擦力を生じさせるという条件を満たす実験装置を製作しなければならなくなった。そこで、図3に示す摺動試験機を、同研究室の大学院2年の方と一緒に製作した。構造としては、重りをてこに載せると試験片への垂直荷重が得られ、ハンドルは台形ねじと繋がっていて、ハンドルを回すことで台形ねじが押し込まれていき、摺動試験機の一部を押すことでクローを水平に押す力を生じさせることができるというものである。摩擦力はロードセルによって測定した。私は主に、摺動試験機の改良に携わり、アイデアを考えるいい機会となった。

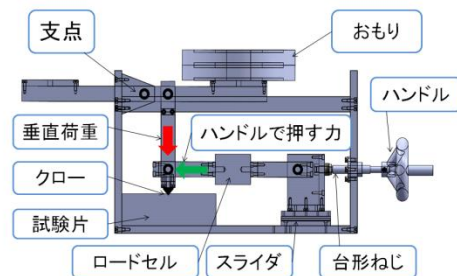


図 3. 摺動試験機

5. 学園祭での成果

学園祭の時には、まだ吸着盤が完成していなかった。しかし、本研究室のロボットタイプのクライミングマシンを完成させ展示させることには成功した。実際に興味を持った子供達が数人、操作によるマシンの動作を見て楽しんでた。完成させたとは言いが、少し改良をした程度であった。ちなみに、クローは実験段階であったため、このマシンの吸着盤には付けていない。図4に本プロジェクトの申請代表者がマシンを操作している写真を載せる。この他に、七宝焼きのものづくりコーナーを設け、子供達にもものづくりの楽しさを体験してもらった。学園祭においては、学生がというより、学園祭に来場した子供達のものづくりに関する興味関心を呼び覚ますきっかけを作ったという成果の方が大きかった。



図 4. マシンの操作

6. クローによる実験の結果

実験は、クロー単体によるものと、クローを有する吸着盤と有しないものによる保持力の比較の2つの実験を行った。クロー単体による実験結果は、円錐型クローが四角錐型クローよりも摩擦力が高く、摩擦力は垂直荷重に比例することがわかった。また、クローは両方とも先端から0.3~0.4[mm]のところまで摩耗していた。図5に結果のグラフの一部を示す。尚、これは成果報告書であるので、細かい考察は控える。

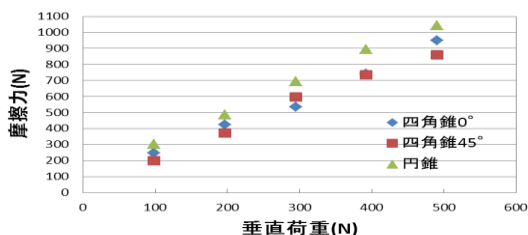
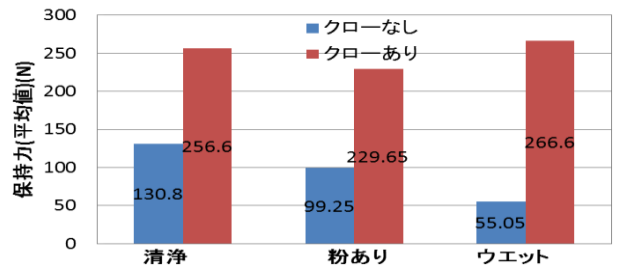


図 5. セメントレンガでの実験結果

また、クローの有無による吸着盤の保持力の実験では、粉で汚れを再現した面、濡れた面、エタノールで表面を拭いた清浄な面で比較した。図6に実験結果を示す。クローを有する吸着盤は有しない吸着盤よりも総じて保持力が高く、また、クローを有することで、汚れた壁面と濡れた壁面でも安定して保



持力が得られた。

図 6. 吸着盤での実験結果

7. プロトタイプの完成

実験結果に基づき、円錐クローを採用した。曲面に対しては、一般の在来線単線トンネルの曲率半径である2.2~2.8[m]の曲率に対応できるクローの寸法にした。また、曲面に対応することや、吸着した際のみクローが壁面に刺さるために、吸着部分をととも柔らかいスポンジとゴムで構成した。スポンジを、同研究室の大学院2年の方と様々な店で探して、何度も吸着盤で実験した。その際、気密性を保つためにゴム部分を工夫した。つまり、創意工夫のいい体験となった。実際に、完成した吸着盤で人をぶら下げる最終試験をした。図7がそれである。一人の重量は十分保持できることが確認できた。つまり、プロトタイプとしては成功したということである。



図 7. プロトタイプの最終試験

8. まとめ

今回、クローを有する吸着盤を作成するにあたっ

て、材料力学や機械設計学の知識をある程度適応できた。これは、今までに授業で習ったことを製作に活かしたということである。また、プロトタイプ

構想を練る段階で、品質機能展開でやるべき事を明確にし、ガン

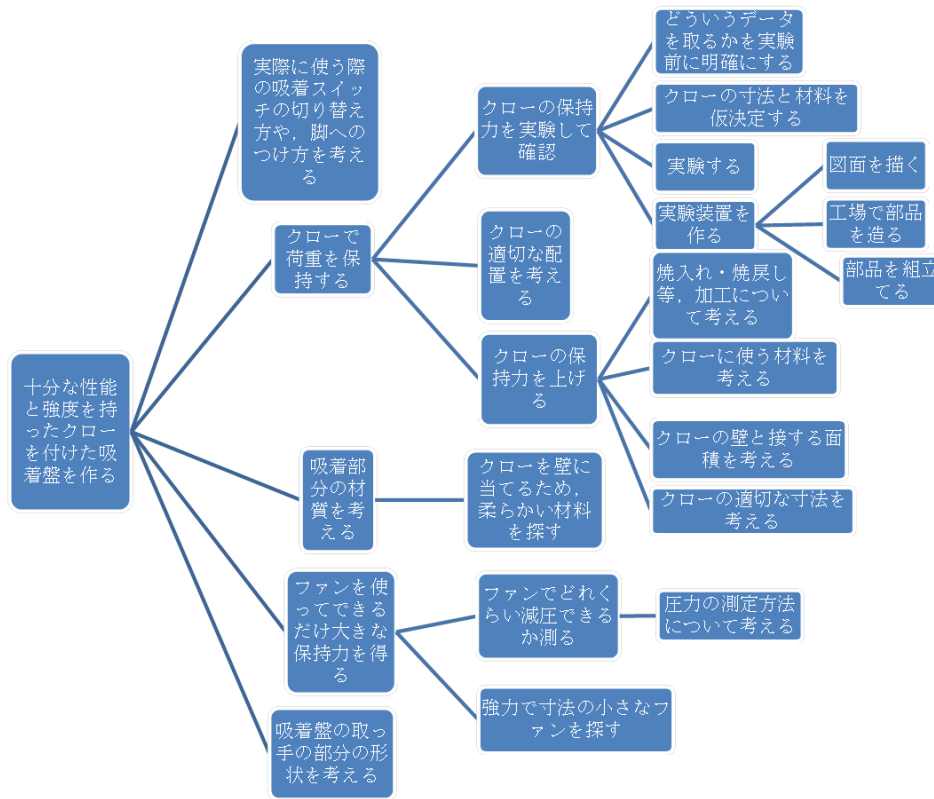


図 8. 品質機能展開

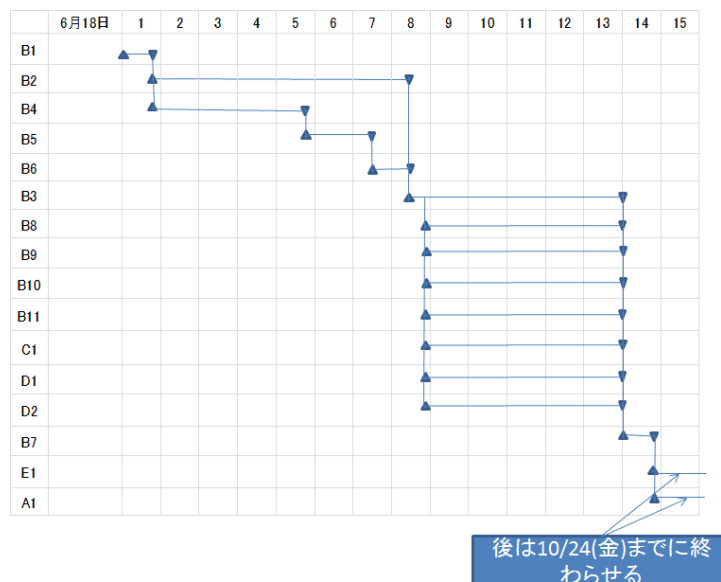


図 9. ガントチャート(作業項目はアルファベットに置き換えて、横軸の単位は週)

トチャートで計画を立てた。これは、作業の効率化を図るための訓練となり、これにおける反省を次回から活かせば、今回の計画立ては非常に有意義であ

ったことになる。品質機能展開を図 8 に、ガントチャートを図 9 に示す。その他にも、分かり易い図面の描き方や吸着部分による試行錯誤・創意工夫等、

自分のこれからの研究や就職後の仕事に十分に役立つ経験を得た。

謝辞

本プロジェクトは革新ものづくり事業の支援を受けた。ここに感謝の意を表す。