

# ベルトを用いた全方向搬送装置における張力調整機構の開発

## Development of Tension Adjustment Structure for omnidirectional Conveyor with Belt

知能機械工学コース

材料革新サステイナブルテクノロジー研究室 1255013 高井 友輝

### 1. 研究背景

人類は文明が誕生してから現代にいたるまで様々な移動手段を考案してきた。動物や船に始まり、紀元前 3000 年頃には車輪が開発され、18 世紀には第一次産業革命が起こり、石炭燃料を用いた長距離移動を容易にした。そして 1969 年にはアポロ 11 号が初の有人月面着陸を成し遂げ、人類の歩みは遂に地球外にまで到達した。

さて、現代では自動車や電車などの公共交通機関といった様々な移動技術が開発され、目覚ましい発展を遂げている。各移動手段には異なる特徴が有り、移動距離や時間、目的に合わせて最も適した方法を選択し利用している。各種移動手段の活躍領域を図 1 に示す。

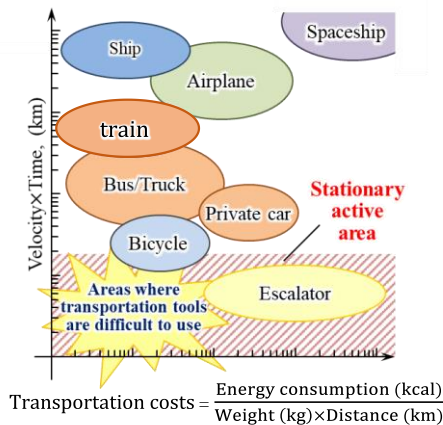


Fig.1 Active areas of various means of transportation

図 1 より、近場を機械的に移動・運送するツールは発展途上であることがわかる。エスカレーターやエレベーターなど一部ツールはあるが、これらは使用領域に合わせて特注しなければならぬ。輸送コストも高く無駄が多くなってしまふ。そこで、本研究室では近所・密集地等における自由度と安全性を兼ね備え、汎用性が高く輸送コストの小さい移動・運送支援ツール「ユークリーター®」を提案した。

### 2. 目的と先行研究

#### 2-1 目的

本研究の最終目標は「ユークリーター®」を人の移動手段として実用化させることである。しかし人の搬送を目的とするには現時点ではハードルが高い。例えば複数人が自由意志をもって歩いたり走ったりなどを同時に行う場合への対応や、転倒などにつながる初動時の加速度設定など様々な安全対策を考慮する必要がある。そこで本研究では全方向搬送装置であるベルト型ユークリーターの構造面での開発を行う。

#### 2-2 先行研究

全方向搬送装置の先行研究として、「球体型ユークリーター」・「ベルト型ユークリーター」の 2 種が存在する<sup>(1-2)</sup>。これは床面に敷き詰め、球体ないしベルトが駆動することで搬

送対象物を意図する方向に搬送する装置である。先行研究段階での各々のユークリーター最新機を図 2 に示す。

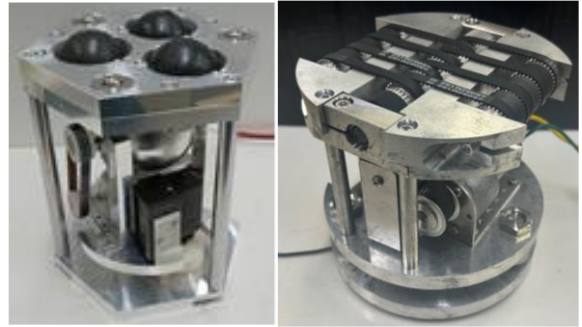


Fig.2 spherical euclitor and Belt type euclitor

球体型ユークリーター現行機となる 3 号機では、1 ユニットあたり 3 kg までの搬送物であれば搬送可能であった。しかしモーターからの動力伝達効率が約 30 %と、従来の搬送機器と比べあまり効率が良くないことが判明した。球体を使用する以上、動力伝達は点接触となってしまう。そこで損失低減のため球体以外を用いる新たなユークリーター開発が求められ開発されたのがベルト型ユークリーターである。

球体ではなく伝達効率の優れた歯車とタイミングベルトを使用することで搬送能力は球体型と比べて著しく向上し、620 kg/m<sup>2</sup> までのおもりを搬送可能となった。しかしながらこのベルト型ユークリーター 3 号機には、搬送面においてベルトの存在する面積が少なく、増加の余地があることやベルトの張力を適切に維持する機構が存在しない。そのため、まだ搬送能力向上の余地はあると思われる。

そこで本研究ではベルト型ユークリーターの機構面における、これらの課題を解決するために新たなユニットの機構開発と搬送実験を行い、性能評価、他の搬送機器との比較を行った。

#### 3. ユニットの製作

上述した問題点を改良したベルト型 4 号機を図 3 に示す。ユニット大きさは直径 150 mm、高さ 130 mm である。3 号機は直径 130 mm であったので一回りサイズアップしている。3 号機からの変更点としてベルトの占有率の増加、張力調整機構の付与がある。



Fig.3 Belt type euclitor 4

## 4. 搬送実験

### 4-1 実験① 駆動プーリーの駆動係数の測定

ベルト型ユークリーターはベルトコンベアの構造を参考に設計している。しかしベルトコンベアと構造面で異なる要素もある。例えばベルトコンベアではベルトと支持台が接しているが、ベルト型ユークリーターでは接していない。

つまり、ベルトコンベア駆動の負荷トルク計算で使用される摺動面の摩擦係数  $\mu$  はベルト型ユークリーターでは少々異なる。負荷トルクを求める式を式(4-1)(4-2)に示す。

$$F = \mu mg \quad (4-1)$$

$$T_L = FD/2\eta \quad (4-2)$$

ベルト型ユークリーターでは、 $\mu$  は主に駆動プーリーの回転しにくさ、いわゆる駆動係数に相当する。そこでまず、本実験においてベルト型ユークリーターの  $\mu$  を求めベルトコンベアの  $\mu$  との比較を行うこととした。

駆動係数を調べるための実験装置を図4に示す。ユークリーター上の錘を引っ張るように滑車を介しておもりを吊り下げる。ユークリーター上の錘の重さ  $M$  に対し、駆動プーリーが回転し始めたときの吊り下げた錘の重さ  $m$  をそれぞれ測定することで駆動係数  $\mu$  を導出する。



Fig.4 Experiments to measure the maximum static friction coefficient

駆動係数は式(4-3)から求められる。

$$\mu = \frac{m}{M} \quad (4-3)$$

$M$  に対する  $\mu$  の値を3号機と比較したグラフを以下に示す。

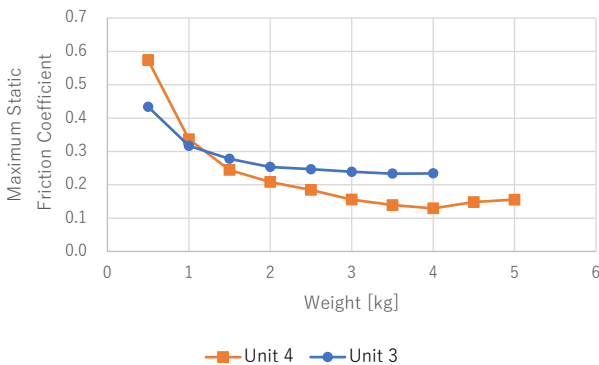


Fig.5 Comparison of maximum static friction coefficient

ベルト型4号機における  $\mu$  の値は0.13~0.15付近で収束した。ベルトコンベアでの  $\mu$  が一般的に0.2~0.3である<sup>(3)</sup>ことより、ベルトコンベアよりも小さいトルクで駆動可能であることが判明した。また、3号機の  $\mu$  が0.23程度であることを踏まえると、駆動の際に発生する摩擦が減少したことで必要トルクがより一層小さくなったと言える。

### 4-2 実験② 搬送重量・速度の測定

製作したベルト型4号機を2台敷き詰めた状態で、おもりを使用して搬送可能重量とその際の速度の測定を行った。錘として使用する円盤の大きさは直径120mm、高さ15mmである。実験の様子を図6に、測定結果を図7に示す。その際に与えた電圧は7.2Vに固定し、電流は1.59Aを最大値に設定した。



Fig.6 Measurement of transportable weight and transport velocity

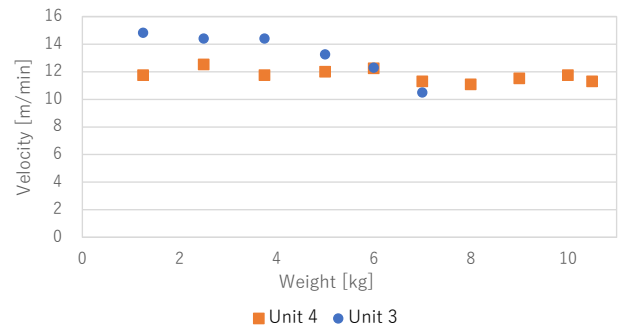


Fig.7 Comparison graph of transfer velocity

測定の結果、10.5kgまで搬送可能であることを確認し、その際の速度は11.3m/minであった。また、使用できるおもりが10.5kgまでしかなかったため10.5kg以上の計測は出来ない。

おもりが6kg未満では4号機は3号機に比べやや搬送速度が遅くなっている。しかし、おもりの質量が6kg以上となると4号機での搬送速度が3号機よりも上回った。また搬送可能重量は1.5倍以上となった。

使用モーターや電圧値など同じ実験条件にもかかわらず、4号機の方が3号機に比べ性能が高くなったのはベルト面積の増加、適切な張力の付与によるものが大きいと考える。

## 5. 結言

本研究ではベルトを用いた全方向搬送装置である「ユークリーター」のさらなる搬送能力の向上を目標とした開発、性能評価を行った。ベルト型3号機と比較して搬送可能重量は大きく増加し、5kgまでの軽量時を除き、搬送速度も上回ることが出来た。使用するモーターの変更、電流値を大きくすることによりさらなる搬送能力の向上が見込まれる。

## 参考文献

- (1) 狩野大輝：「球体を用いた敷詰型全方向搬送機構の開発」高知工科大学大学院 修士論文 2020
- (2) 石井和磨：「ベルトを用いた全方向搬送装置の開発」高知工科大学大学院 修士論文 2021
- (3) オリエンタルモーター 選定事例-プーリー機構 [https://www.orientalmotor.co.jp/tech/reference/sizing\\_motor07/](https://www.orientalmotor.co.jp/tech/reference/sizing_motor07/)