

無段変速機構を有する手動車いすの開発

Development of a Wheelchair with an Infinitely Variable Transmission

正 平田 宏一（海技研） 正 川田 正國（海技研） 正 宮崎 恵子（海技研）

Koichi HIRATA, Masakuni KAWADA and Keiko MIYAZAKI

National Maritime Research Institute, Shinkawa 6-38-1, Mitaka-shi, Tokyo 181-0004

Barrier-free equipment has been provided in traffic system such as a bus, a train and a passenger ship. Then many disabled persons and aged persons have been acting in society. In order to activate this movement, we are developing barrier-free equipment. In this study, we propose a special wheelchair with an infinitely variable transmission. The infinitely variable transmission consists of spherical pulleys and friction wheels. In this paper, we introduce the characteristics and technical problems of the mechanism.

Key Words: Barrier-Free, Variable Transmission and Drive Torque

1. まえがき

昨今、交通機関のバリアフリー化が活性化されており、高齢者・障害者の活動の場が急速に拡大している。陸上や海上の交通機関では、高齢者・障害者の安全かつ快適な移動が実現できるよう、運用関係者や関連団体が活発な活動を進めている。本研究では、さらなるバリアフリー化推進を目指し、新たなバリアフリー機器の開発を試みている。そして、手動車いすの操作性及び機能性を向上させることを目的とし、フリクションドライブ機構を利用した変速機構付手動車いすの設計・試作を行った。

2. 手動車いすの走行特性と変速機構の必要性

従来の手動車いすは、車輪とハンドリムとが機械的に固定されているため、登り坂を走行する場合や路面上の段差を乗り越える場合、車いす操作者は、通常時の平坦な路面を走行する場合と比べて、1.5～2倍程度のトルクをハンドリムに与える必要がある。一方、平坦な路面を比較的速い速度で走行する場合、車いす操作者は短い周期あるいは長い行程でハンドリムに回転運動を与える必要があり、過度な負担を受けることとなる。したがって、車いすの車輪とハンドリムの間に変速機構を取り付け、路面や走行の状況によって変速比を変化させることで、車いす操作者の負担を軽減できる。さらに、このような変速機構が開発されれば、後輪に発生する高トルクを活かして、段差や階段を乗り越える機構を備えることができ、車いすの走行可能範囲を広げることができると考えられる。

3. 無段変速機構付手動車いす

手動車いすに取り付ける変速機構は、小型・軽量である必要があり、さらに車いすの可搬性を考えると、車輪の取り外しや車いすの折り畳みができることが望ましい。それらの設計条件を踏まえて、変速機構付車いすの設計を進めた。また、変速機構の減速比及び増速比は、当研究所で実施した登坂時の駆動トルクを測定した結果¹⁾から、7 degの登り坂を走行する際、3 degの登り坂を走行する際と同等の駆動トルクで走行できるように最大1.5程度とした。

図1に示すように、変速機構の取り付け位置として、(a) 車輪の外側に取り付ける形式、(b) 内側に取り付ける形式、さらに(c) 車

輪内部に取り付ける形式が考えられる。表1はこれらの形式について車いすの操作性や変速機構の実現性の観点から検討した結果である。車輪の外側に取り付ける形式は、車幅が大きくなり、走行通路幅の制限を受けやすい。また、車輪の内側に取り付ける形式は、車いすを折り畳むことが困難となり、可搬性に劣る。一方、車輪内部に取り付ける形式は、機構設計の自由度は低くなるものの、操作性や機能性は高くなるが見込まれる。そのため、車輪内部に変速機構を取り付ける形式を採用することとし、変速機構の構造並びに諸寸法的设计を進めた。

変速機構の構成要素として、遊星歯車機構や平歯車、チェーンあるいはベルトを利用した機構等、様々な形式を検討した。その結果、変速機構の小型化・軽量化の可能性があり、無段変速機構の実現が可能な球面プーリ及び摩擦車を利用したフリクションドライブ機構を採用することとした。

図2及び図3に本研究で設計・試作した変速機構付車いすを示す。

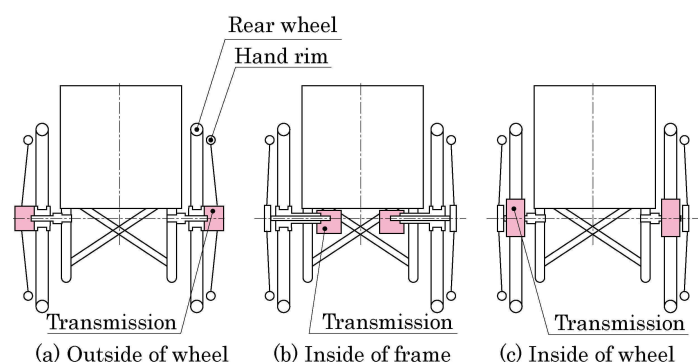


Fig. 1, Mounting Positions of the Transmission

Table 1, Mounting Positions and their characteristics

Items	Outside of wheel	Inside of frame	Inside of wheel
Detaching of wheels		×	
Folding		×	
Width	×		
Complexity			×
Mechanical Design			×
Strength of Axle			
Operation for transmission	×		×

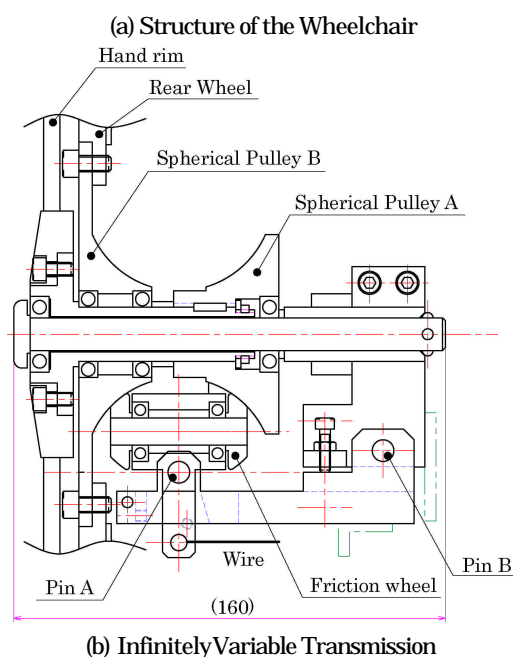
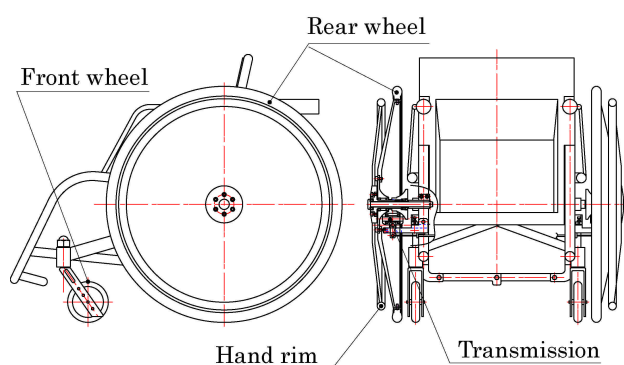


Fig.2, Structure of the Wheelchair with Variable Transmission



Fig.3, Photograph of the Wheelchair

図 2(a)に示すように変速機構は車輪内部に配置され、外形寸法は通常の車いすとほとんど変わらない。また、変速操作のためのワイヤを除いて、車いすの折り畳みを妨げるものはなく、車いすの可搬性は損なわれていない。

図 2(b)に示すように、本変速機構は、ハンドリムに接続された球面プーリー A と車いす後輪に接続された球面プーリー B、それらの回転運動を連結するための摩擦車から構成されている。同図において、摩擦車がピン A を中心として反時計回りに回転した場合、球面プー

ーリー A の回転運動に対して球面プーリー B の回転運動は減速される。そして、操作者が同一の駆動トルクをハンドリムに与えた場合、後輪には高いトルクが発生し、段差の乗り越えや登り坂での走行を容易にする。一方、摩擦車がピン A を中心として時計回りに回転した場合、球面プーリー A の回転運動に対して球面プーリー B の回転運動は増速されるため、平坦な路面を速い速度で走行する際、車いす操作者の負担が低減される。

4. フリクションドライブ機構の課題

以上の考えに基づき、図 2 に示した無段変速機構を試作した後、市販の手動車いすに搭載し、簡易的な動作試験を行った。しかし、現状の機構は、球面プーリーと摩擦車の間に滑りが生じ、車いすの走行に十分な動力を伝達することができなかった。そのため、図 4 に示す要素試験装置を試作し、球面プーリーと摩擦車の接触部の材質並びに形状、さらに各部品の加工精度や組立精度、摩擦車の押し付け荷重等の詳細な実験的検討を進めている。これらの結果に基づき、本変速機構の形状・構造を改良していく予定である。

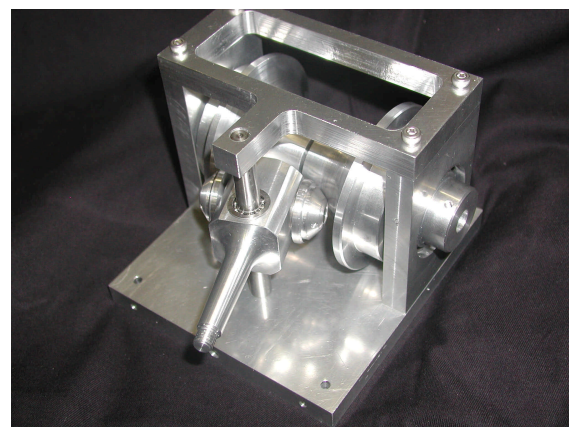


Fig.4, Photograph of Component Experimental Equipment

5. あとがき

本報では、手動車いすの操作性・機能性の向上を目的とし、変速機構付手動車いすの設計・試作を行った。球面プーリーと摩擦車の滑りの問題や変速操作の方法、さらに運転時の安全性の確保等、多くの技術的課題が残されている。これらの課題を解決し、本報で述べたような変速機構付車いすの実用技術を実現できれば、車いす利用者の活動範囲はさらに広がるものと考えている。

参考文献

- (1) 平田宏一、今里元信、宮崎恵子、船舶バリアフリーのための実験用車いすの開発、日本設計工学会平成 13 年度春期研究発表講演会講演論文集、(2001)、p.103-106。