

204 車輪高さ調整機構を持つ移動台車の開発 Development of a Cart with Wheel Height Adjustment Mechanism

正 安藤 嘉則・群馬大院

Yoshinori Ando, Gunma University

○ 増田 高志・群馬大院

Koji Masuda, Gunma University

学 森 雄太・群馬大院

Yuta Mori, Gunma University

正 山田 功・群馬大院

Kou Yamada, Gunma University

正 村上 岩範・群馬大院

Iwanori Murakami, Gunma University

Key Words: *leveling control system, acceleration sensor*

1. 緒言

運搬台車が利用される環境は様々であり、凹凸道や斜面などでは、積荷の落下や破損が生じてしまう恐れがあるので、車体が揺れたりなかったり荷台が傾かなかったりというような特性が要求される。そのため、常に積荷を水平な状態に保ちながら走行できる能力があればこのような特性をみたと考えられる。

本研究では移動台車の水平維持性能に着目し、研究を行った。移動台車の4つの車輪それぞれの高さを、それぞれ独立して上下方向に調整できれば、台車の重心が変わることなく台車荷台を水平に保ちながら走行できると考えられる。

そこで、ボールねじを用いて車輪の高さを調節することのできる機構を開発し、この機構を4輪すべてに用いた台車を製作し、動作実験によりその機構の有用性を確認する。さらに、加速度センサによりピッチ方向とロール方向に関する傾斜角を検出し、この検出した荷台傾きに基づいて制御を行うことにより、車輪の高さ調節によって、荷台のピッチとロールを制御し、この2方向に対しての水平維持を実現させることを目的とした。

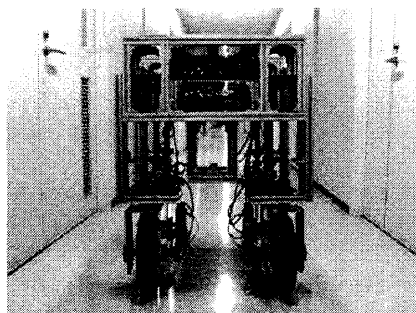


Fig.1 Photo of experimental apparatus

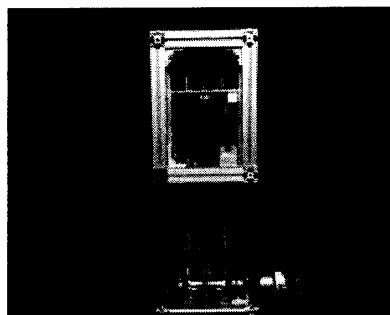


Fig.2 Photo of wheel height adjustment mechanism

2. 機構および実験装置

車輪高さ調節機構にはボールねじを用いることにより、モータの回転運動を直進運動に変換することで、車輪を上下方向に変位させることができる機構とした。しかし、ボールねじを回転させて移動台車の車輪の高さを変えるには、大きなトルクを要する。そこで、ウォームギヤを用いることにより、モータの駆動トルクを増大することで、ボールねじを回転させることができるようにした。また、ウォームギヤの逆転防止機能により、重力による降下を防止することも可能となる。

また、移動台車は実際に平地を走行可能とすることを考慮し、4輪を持つ移動台車とするため、同様な車輪高さ調節機構を4つ製作して車体に取り付けた。この4つの車輪高さ調節機構を独立して制御することにより、台車荷台を水平に制御することが可能となる。

実験機の全体図を Fig.1、製作した車輪高さ調節機構の写真と概略図を Fig.2、Fig.3、実験装置の諸元を Table1 に示す。

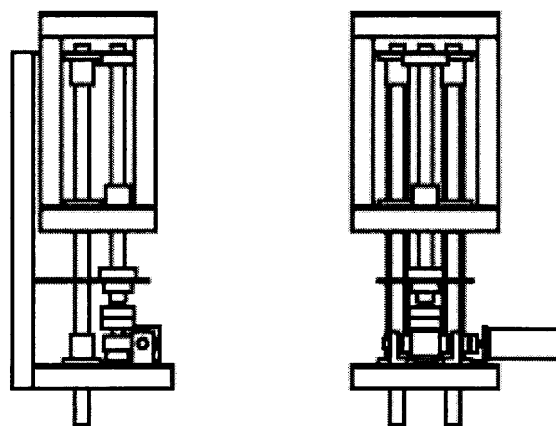


Fig.3 Wheel height adjustment mechanism

Table1 Dimensions of Experimental Apparatus

Length	740[mm]
Height	Max 1048[mm] Min 884[mm]
Width	730[mm]
Wheel base	440[mm]
Tire Diameter	300[mm]
Pitch of Ball Screw	10[mm]
Stroke	164[mm]

3. 車輪高さ調節機構の動作実験

製作した機構の有用性を検証するために、目標値 0.02[m] のステップ入力を与え、動作実験を行った。

実験の結果を Fig.4 に示す。

製作した機構は4つとも 1.39[sec]には目標変位である 0.02[m]にまで到達するが、定常偏差が残った。しかし、定常偏差の最大値は機構3における 0.00034[m]であり、目標値である 0.02[m]の 1.7[%]であり、許容誤差の範囲である。

したがって、動作実験により機構の有用性を確認でき、水平維持制御に有効であると考えた。

ここで、各機構のシステムは同じであるが、動作結果に違いが生じるのは、加工時の寸法誤差や、組み付けによる誤差、ウォームギアの噛みあわせのズレによるものだと考えられる。

4. 水平維持実験

製作した車輪高さ調節機構を車体に取り付け、加速度センサを搭載し、水平維持実験を行った。

まず、台車に初期角度としてピッチ方向にのみ $\pm 5.0[\text{deg}]$ 、ロール方向にのみ $\pm 5.0[\text{deg}]$ の傾きを与える。その後、加速度センサより傾斜角度を検出し、各機構の目標変位を算出する。

ここで、台車上面の座標系を、基本座標系とし、台車が x 軸周りに θ 回転、 y 軸周りに ϕ 回転するとき、座標変換を行うことで各機構の目標変位を算出することができる。そして、その変位が 0.0[m]になるように台車を制御する。

ピッチ方向、ロール方向に $5.0[\text{deg}]$ の傾きを与えた場合の実験結果を Fig.5、Fig.6 に示す。

Fig.5、Fig.6 より、 θ は約 0.7[sec]後に、 ϕ は約 1.0[sec]後に水平状態に向かって変化している。そして、 θ は約 1.5[sec]後には角度が $1.0[\text{deg}]$ 未満になり、最終的には約 $0.2[\text{deg}]$ の定常偏差に落ち着いた。

ϕ は約 2.0[sec]後に約 $1.3[\text{deg}]$ までオーバーシュートをしている。しかし、最終的には約 $0.2[\text{deg}]$ の定常偏差に落ち着いた。

以上から、1 方向に対して台車の水平維持制御ができた。

次に、ピッチ方向とロール方向にそれぞれ $5.0[\text{deg}]$ の傾きを与え、2 方向の水平維持制御の実験を行った。実験結果を Fig.7 に示す。

θ は約 2.2[sec]後に角度が $0.0[\text{deg}]$ に近い値になり、 ϕ は約 2.5[sec]後に角度が $0.0[\text{deg}]$ に近い値になった。最終的には、 θ は $-0.16[\text{deg}]$ に落ち着き、また、 ϕ は $0.1[\text{deg}]$ に落ち着いた。

したがって、ピッチ方向とロール方向 2 方向においも台車の水平維持制御ができた。

5. 結言

本研究で得られた成果は以下のとおりである。

- (1) ボールねじを用いた車輪の高さを調節できる機構を製作し、動作実験によって機構の駆動を検証できた。
- (2) ピッチ方向とロール方向の 2 方向において、PID 制御により台車の水平維持を実現した。

参考文献

- [1] 安藤、茂木、鹿沼、村上、山田、荷台水平維持機能を持つ移動台車の開発 -荷台のピッチとロールの制御-、日本機械学会 2010 年度年次大会講演論文集、Vol.5, pp. 169-170, 2010

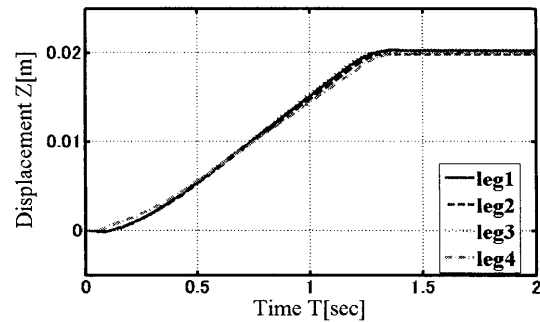


Fig.4 Displacement of the mechanism

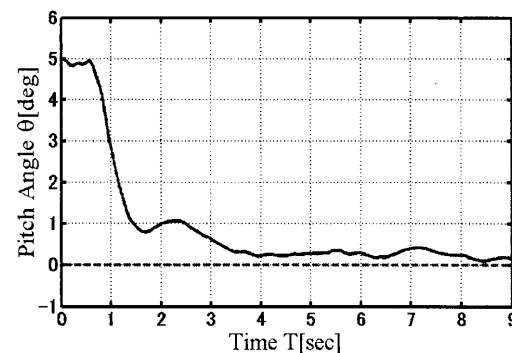


Fig.5 Response of pitching with leveling control

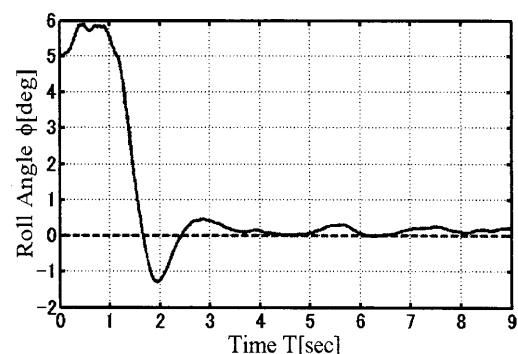


Fig.6 Response of rolling with leveling control

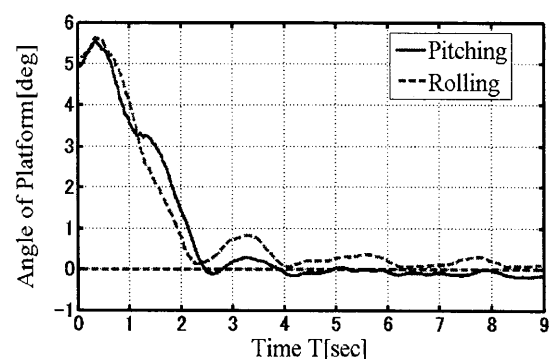


Fig.7 Response of two directions with leveling control