

OS0222 荷台水平維持機能を持つ移動台車の走行実験

An experiment to run of a Cart With a Loading-Platform Leveling Control System.

正 安藤 嘉則・群馬大院
Yoshinori ANDO, Gunma University

学 鹿沼 圭史・群馬大院
Keishi Kanuma, Gunma University

○ 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

山間部で積荷の運搬を行う車両において、安全かつ作業効率の向上を図るためには、普通の平地（一般道等）の走行性能に加えて、足場の悪い路面を走行することのできる不整地走行性能、斜面や岩場を登ることのできる登坂性能、いかなる場所においても積荷を運搬できる必要がある。そのためには運搬車両に荷台水平維持性能が求められると考えられる。しかし、トラックのような一般的な車両においては、平地における高い走行性能を持つが、荷台水平維持機能を持つものではない。また、山間部の作業現場における大型の作業機械では、その走行装置部をクローラや多脚タイプにするなど高い登坂性能と荷台水平維持性能を持つことで、不安定な作業現場に対応しているが、平地においての十分な走行性能を持つものは少ない。そこで、これまで荷台水平維持機能を持ち平地走行が可能な移動台車の開発を行ってきた。

今回は、実験機に荷台傾斜角度を検出するために加速度計を搭載し、その加速度計の信号を用いて、実験機が走行中に制御を行うことにより荷台の水平維持を実現させることを目的とする。

2. 移動台車および荷台水平維持機構

Fig.1 に実験装置の写真、Fig.2 に実験装置の概略図を示す。

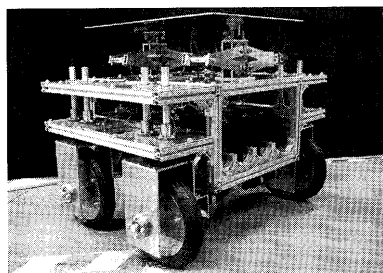


Fig.1 Photo of Experimental Apparatus

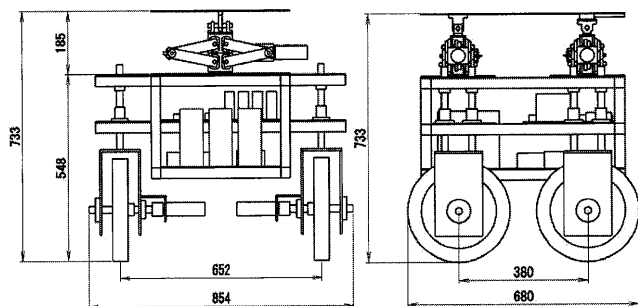


Fig.2 Experimental Apparatus

台車は、実際に平地も走行可能であることおよび普通自動車に近い機構をもつことを考慮し、4 輪を持つ台車とした。この台車は、前輪の左右のタイヤを独立したモータで駆動し、後輪を非駆動輪とした前輪駆動車である。

荷台の機構には、パンタグラフジャッキと同様の機構を用いており、ジャッキはモータと直結しており、モータに内蔵されたエンコーダによりモータの回転角を検出し荷台の制御を行う。なお、その機構が必要とするスペースを車体上部から荷台下部までとし、水平維持可能な最大傾斜を 30[deg]までとする。

3. 荷台の水平維持実験

荷台を水平に制御するには、傾いた荷台の角度を加速度計が正確に検出する必要がある。そのために、加速度計を荷台に搭載する前に加速度計の特性を検証した。

加速度計のデータを検出したところノイズを除去する必要があったため、今回は 2 次のバターワースフィルタをローパスフィルタとして用いた。フィルタを用いた結果を Fig.3 に示す。

その後ジャッキの第 2 関節に取り付けたポテンショメータより荷台の角度を算出し、加速度計から算出した角度と比較したところ、荷台の静止時、動作時ともに等しい値が得られた。比較した結果を Fig.4, Fig.5 に示す。

以上の結果から加速度計を角度検出用センサとして用いることができると判断したため、荷台に搭載し荷台の水平維持制御実験を行った。

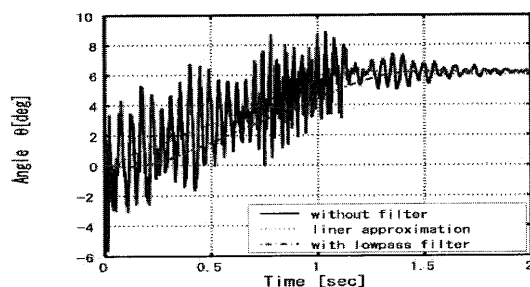


Fig.3 Comparison of having low pass filter or not

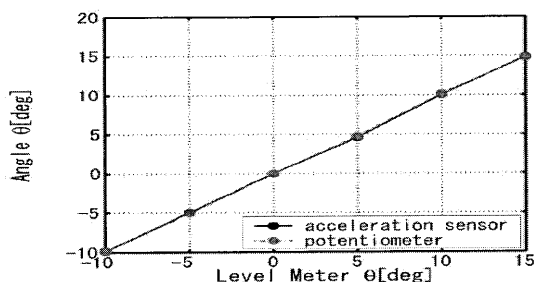


Fig.4.A static characteristic of acceleration sensor

3.1 卓上での水平維持実験

台車から取り外した荷台を卓上に置き、荷台が水平となっている状態から、手動で前後のジャッキを片方ずつ動かし約 $\pm 5[\text{deg}]$ の初期角度を与えた。その傾斜角度を加速度計から検出し、ローパスフィルタに通した後に変位に変換した。その変位が $0[\text{m}]$ となるようにPID制御により初期角度を与えた軸のモータを駆動させた。ただしゲインを試行錯誤の結果 $P=80$ 、 $D=8$ 、 $I=60$ として設定した。

実験の結果を Fig.6, Fig.7 に示す。約 $+5[\text{deg}]$ の初期角度を与え下方向に制御させたときは、約1秒後には角度がほぼ $0[\text{deg}]$ になり最終的には $-0.08[\text{deg}]$ の偏差が残った。約 $-5[\text{deg}]$ の初期角度を与え上方向に制御させたときは、約1秒後には、角度が $0[\text{deg}]$ に近づいているが偏差が残った。しかし、5秒後には $-0.07[\text{deg}]$ まで偏差が小さくなったことが確認できた。

この上方向に制御させたときと下方向に制御させたときでの偏差の生じ方の違いは、重力の影響によるものであると考えられる。重力の影響によりモータに負荷がかかり、上方向に制御させたときの方が偏差が大きくなってしまふ。しかし、I制御により時間の経過とともに偏差を小さくできている。

以上の結果から、加速度計から検出された信号を用いることにより、荷台を水平に維持できることが確認できた。

3.2 走行時の水平維持実験

荷台を台車に取り付け、約 $4[\text{deg}]$ の傾斜をもつスロープを上りと下りの両方で走行させた。このとき、無制御で走行させた場合と水平維持制御を行って走行させた場合の2通りの方法で実験を行った。

以上の2通りの実験より得られた角度を比較することで、実際に台車が走行したときに荷台の水平維持制御ができていのかを確認した。なお、実験機の走行速度はPC内で $0.5[\text{m/sec}]$ と設定した。

実験の結果を Fig.8, Fig.9 に示す。上りと下りの両方において、水平維持制御を行わずに走行させた場合では、スロープの角度に近い $4[\text{deg}]$ 前後の値を示した。また、水平維持制御を行いつつ走行させた場合では、角度は $0[\text{deg}]$ 付近を振動している値を示した。

振幅が水平維持制御を行わなかったときが約 $1[\text{deg}]$ であるのに対して、水平維持制御を行ったときは約 $4[\text{deg}]$ にもなった。これは台車が凸凹のある路面を走行することで生じる振動に加えて、荷台が水平に維持しようとして荷台を上下させることで振動を増幅してしまったためと考えられる。

以上の結果から、走行中においても制御により荷台を水平に維持できることが確認できた。また、微小な振動があっても水平制御が行えることが確認できた。

4. 結言

- (1) 本実験で使用する加速度計の特性を検証することにより、加速計の有用性が確認できた。
- (2) 加速度計から検出された信号を用いることにより、荷台を水平に制御することができた。
- (3) 路面の走行中においても荷台を水平に維持できることが確認できた。

参考文献

- [1] 安藤他：荷台水平維持機能を持つ移動台車の製作，日本機械学会関東支部ブロック合同講演会講演論文集，pp197-198, (2008)

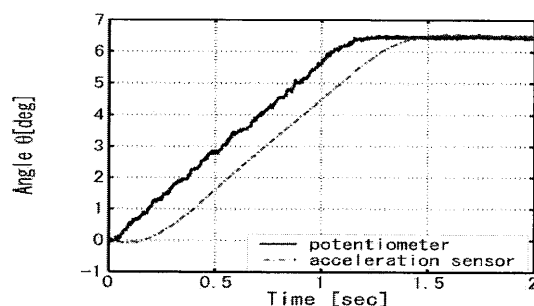


Fig.5 A motion characteristic of acceleration sensor

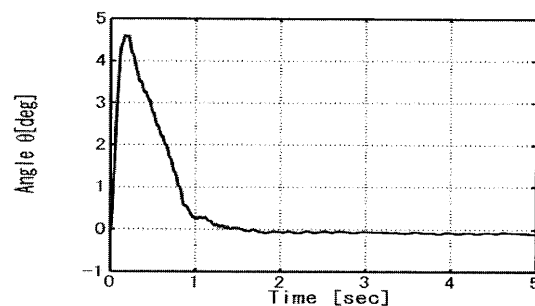


Fig.6 The response of the angle at upper direction

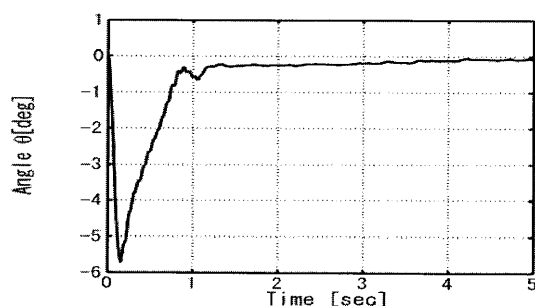


Fig.7 The response of the angle at down direction

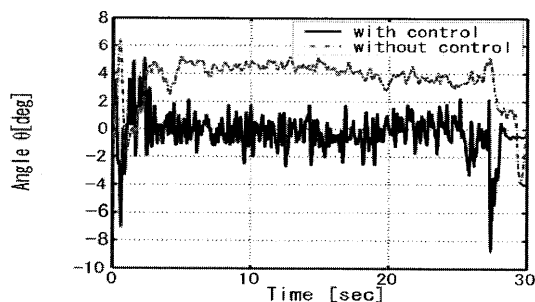


Fig.8 Comparison of presence of control in an uphill direction

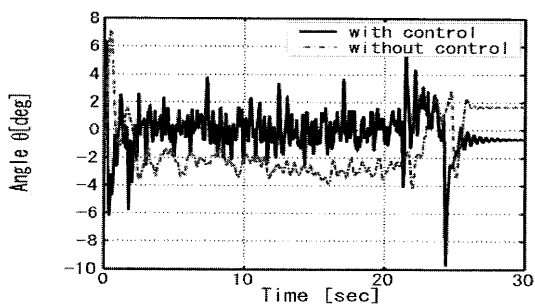


Fig.9 Comparison of presence of control in an downhill