

メカトロニクス技術を用いた段差乗り越えシステム

キーワード：メカトロニクス、マイコン制御、段差乗り越え、福祉機器、試作開発

はじめに

情報電子部制御情報系の支援業務の1つに、メカトロニクス技術を用いた産業用機器の試作、既存の機器の高性能化、高機能化など、ものづくりの開発に関して、設計から試作までニーズに応じた支援があります。一方、高齢化社会の進行、ノーマライゼーションの関心の高まりと共に、福祉器具に対して、より積極的に日常生活を支援するような高度な機能が求められるようになり、当研究所においては、メカトロニクス技術を応用した福祉機器の研究や技術支援に対応しています。

歩行支援器(歩行車、シルバーカーなど)は、高齢者や障がい者に移動の補助として良く利用される機器の一つで、各メーカーから色、デザインなど差別化を図った商品が多数、市場に出回っています。材質は、鉄、アルミパイプ、重量は3kg~8kg、車輪径は5インチで、高齢者でも操作は容易です。

しかしながら、歩道と車道の境界にある段差等などを乗り越える際に、歩行支援機を大きな力で押ししたり、持ち上げたりする必要があるため、よりスムーズな段差乗り越えが求められています。当研究所で市販のシルバーカーを用いて、段差乗り越えの実験を行ったところ、1.5cmの段差でも、加速もしくは力を加えないと乗り越えられず、また、乗り越え時に大きな衝撃や乗り越え直後の急な速度変化が生じた結果が出ており、歩行者にはストレスとなると推測されます。

そこで、衝撃が少なく、スムーズな段差乗り越えが可能な歩行支援機の開発を目的とし、新たに段差乗り越え機構を開発しました。また、在宅酸素療法の人が使用する酸素カートに本機構の応用を試みました。酸素ボンベ機器(3kg程度)の荷搬および、車道と歩道との段差(10cm程度)乗り越えを可能とするため、部材の寸法等の再設計を行なうとともに、乗り越え時に大きな力を加え

る必要があるため、新たにモータを用いたマイコン制御により、車輪の駆動を補助するアシスト機構を加えました。

乗り越え機構の仕組み

図1に機構の動作原理を示します。主輪が段差に接触し、さらに前方向に進むことにより主輪が受ける段差からの反力(F1)により主輪側リンク、主輪側リンクに固定された主輪側ギア、補助輪側リンクに固定された補助輪側ギア、補助輪側リンクを通じて補助輪からF2の力で床面を押そうとします。結果、F2の偶力が主輪側ギアを持ち上げることになり、主輪が段差に沿って上昇し、段差上面に到達します。次に補助輪が段差に接触すると、逆方向の動作で補助輪が持ち上げられ、段差上面に到達し、段差乗り越えが可能となります。このように、段差から車輪が受ける反力を車体を持ち上げる力の方向に変換することにより、段差の乗り越えと共に衝撃を緩和することを可能としました。

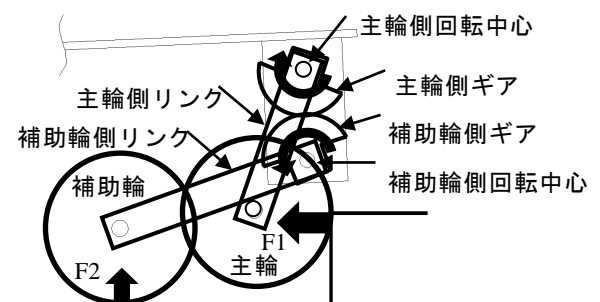


図1 段差乗り越え機構

図2に市販のシルバーカーに段差乗り越え機構(主輪、補助輪とも径4インチ)を取り付

けた試作機を示します。通常、前輪が段差を乗り越えていれば、後輪への段差からの反力は、段差乗り越えに寄与するため、前輪のみに乗り越え機構を取り付けました。

図3に高さ3cmのブロックを乗り越える様子を示します。1.5 cm程度の高さであれば、スムーズな乗り越えが可能です。また、市販のシルバーカーでは、段差との接触で車輪がロックし、乗り越えが困難であった3cmの段差も、押す力を大きくすれば乗り越えが可能です。



図2 段差乗り越機構付き歩行支援機

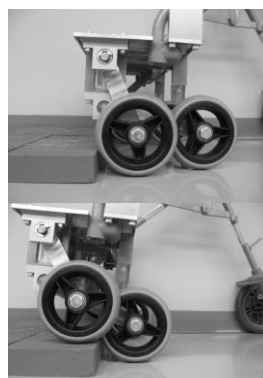


図3 乗り越の様子

段差乗り越え時の衝撃の検討

図4に示すように、下方に段差を設置したスロープを設けました。スロープの上方から台車を



図4 衝撃測定実験

自然落下させて、慣性により段差を乗り越えさせ、前輪付近に取り付けた3軸加速度センサにより、乗り越え時の加速度の変化を測定しました。図5に進行方向に対して鉛直方向の加速度の計測結果を示します。最大加速度が約10Gから2Gに80%弱の低減および、走行時全体での加速度変化の低減が認められ、スムーズな走行が実現可能となっていることを示

しています。

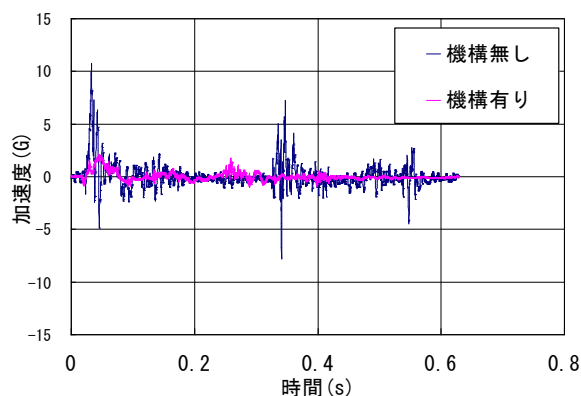


図5 乗り越機構の有無による段差乗り越え時の加速度変化

酸素カート用段差乗り越えシステム

図6にシステム全体、図7に段差量計測部、図8にアシスト駆動部を示します。段差量計測は、車輪より前に突き出したセンサ部により、センサ部真下の段差量を計測します。アシスト駆動は、車輪と同軸上に接続された



図6 段差乗り越機構付き酸素カート

車輪をDCモータで駆動させています。車輪が段差に接触すると段差量を計測し、計測値から乗り越え可能(段差高120mm以下)かを判定します。判定結果をブザーで通知し、利用者がボタンを押すとアシスト動作を開始するようにしています。

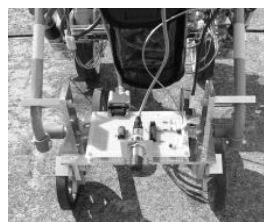


図7 段差量計測部

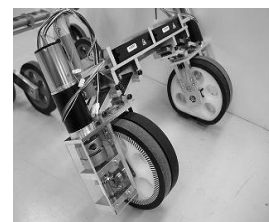


図8 アシスト駆動部