

技術ノート

屋内介護機器の段差越え機構の開発

星野美土里*¹⁾ 並木喜正*²⁾ 三好 泉*²⁾ 田邊友久*²⁾ 清水秀紀*³⁾

Development of machinery to cross indoor steps

Midori HOSHINO, Yoshimasa NAMIKI, Izumi MIYOSHI, Tomohisa TANABE and Hideki SHIMIZU

1. はじめに

近年、我が国においても社会的にユニバーサル・デザインの考え方が認識されるようになり、様々な場所においてバリアフリー化が進みつつある。しかし、個々人の生活の基盤である住宅や以前に建設された施設に関しては、依然、バリアフリー化が進んでいないのが現状である。中でも、屋内に存在する段差は、在宅高齢者や障害者が使用する車椅子等、屋内介護機器の移動の妨げとなっており、その対処法としてスロープの取り付けや、段差部分への三角片の設置等が行われているが、これらについても乗り越え時の衝撃による転倒の危険性が指摘されている。そこで本研究では、車椅子等の介護機器が屋内の段差をスムーズに乗り越えるための「段差越え機構」の開発を行った。

2. 開発手順

本機構の開発は以下の手順に従って行った。

- ① 屋内に存在する段差の調査
- ② 段差越え機構ユニットの設計
- ③ 段差越え機構ユニットの試作
- ④ 段差越え機構ユニットの性能評価
- ⑤ 段差越え機構ユニットを組み込んだ試作機の設計
- ⑥ 段差越え機構ユニットを組み込んだ試作機の製作
- ⑦ 試作機の性能評価 (安定性・応答性・操作性)

2.1 屋内段差の調査

屋内で段差が存在する一般的な箇所として、居間・台所・洗面所・トイレが挙げられることから、これらにおける各段差の高さを測定した。測定値を 5.0cm 以下、5.1～10cm、10.1cm 以上のいずれかの範囲に区分した結果、図1が得られた。これにより、屋内に存在する段差としては 5.0cm 以下のものが最も多いことがわかり、この数値を基準として、段差越え機構のストロークの長さを決定した。また、センサは、段差箇所の材質として最も使用頻度の高い木部材でも確実に検知可能な機種を選定した。

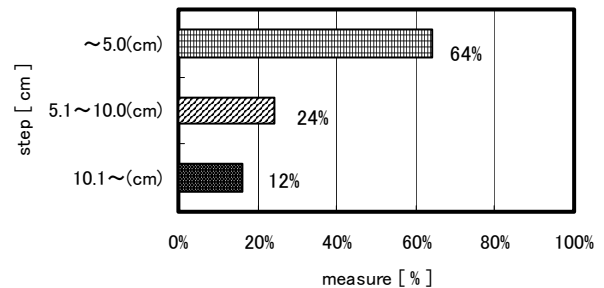


図1 屋内段差の調査 (調査対象 45 箇所)

2.2 段差越え機構ユニットの開発

段差越えの機構ユニットとして、リンク方式と直接懸架方式を検討した。そして、対象とする段差の高さが比較的低いことや軽量化を図ることから、直接懸架方式を採用することとした。図2は直接懸架方式の段差越え機構ユニットの基本構造を示したものである。動力源には空気圧を用い、センサが段差を検知すると、ソレノイドバルブを通じて、シリンダ内にエアが供給され、伸張・収縮の切り替えを行う。また、走行時の振動を最小限に抑えるため、車輪はゴム製とした。

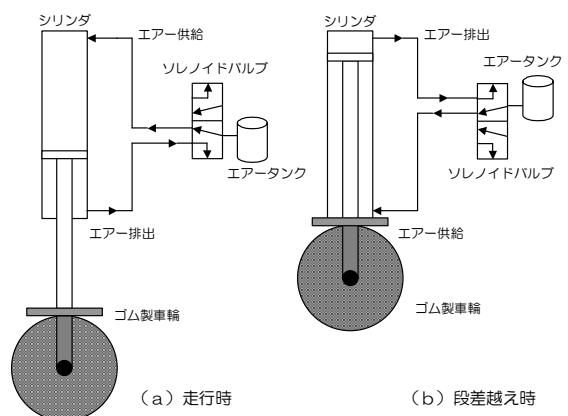


図2 機構ユニットの基本構造

段差越え機構ユニットについては、センサで段差を検知してから車輪が動作するまでの時間を測定する「センサ感知試験」、高速度現象解析装置で車輪の上下動作を解析し、動作時間を測定する「動作試験」、最大伸張時にかかる荷

*¹⁾ 製品科学技術グループ (現多摩中小企業振興センター)*²⁾ 製品科学技術グループ*³⁾ 城南地域中小企業振興センター

重を測定する「荷重試験」を行った。センサ感知から車輪動作までの時間は平均 1/100 秒、また伸縮動作における上昇・下降平均所要時間は、0.308 秒であった。センサに対する車輪の反応時間や伸縮動作時間については、試作機設計の際、センサ位置や車輪間隔の基準値として利用した。

2.3 段差越え機構の開発

2.3.1 動作系の設計

段差越えは、4 組の段差越え機構ユニットを組み合わせて行う。第一輪～第四輪は、それぞれ 2 個の車輪を一对とし、合計 8 個の車輪から構成されている。その動作方法を図 3 に示す。

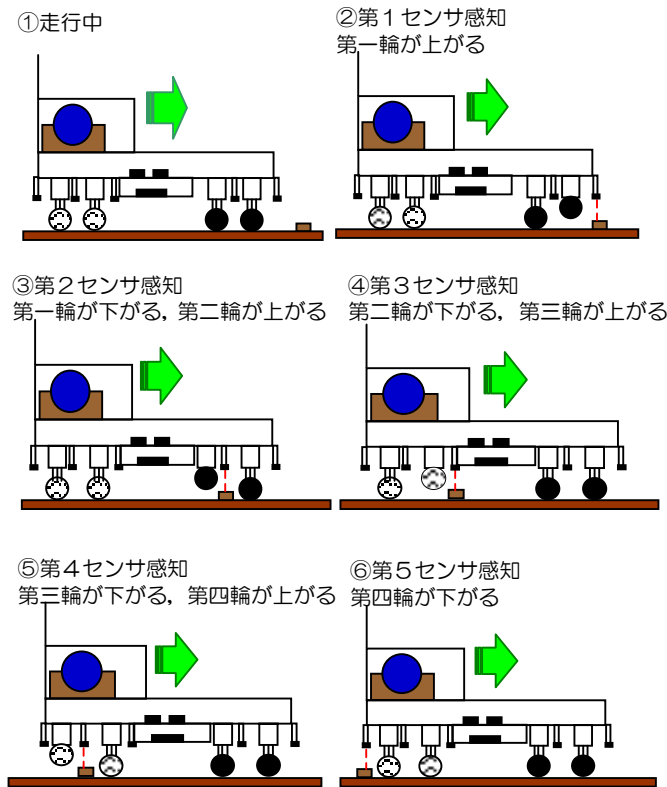


図 3 段差越えの動作方法

本機器の動作順序は、①前方に段差が存在し、車が矢印方向に走行している場合、②第 1 センサが段差を感知すると、第一輪が上昇する。次に③第 2 センサが段差を感知すると第一輪が下降し、第二輪が上昇する。続いて④第 3 センサが段差を感知すると、第二輪が下降し第三輪が上昇する。さらに⑤第 4 センサが段差を感知すると、第三輪が下降し、第四輪が上昇する。最後に⑥第 5 センサが段差を感知すると第四輪が下降する。そして、矢印と逆方向に走行する場合には、上記と逆の手順を追うことで、段差を乗り越えることができる。また、いずれも動作中は、車輪が段差を越えている間でも、必ず 3 組 (6 輪) の車輪が地面と接地しており、車は常に水平を保ったまま段差を越え、安定な走行をすることが可能である。

2.3.2 制御系・動力源の設計

制御系の開発には、(株) キーエンス製の機器およびソフトウェアを用いた。

- ① プログラマブルコントローラ (KV-10)
- ② ラダーサポートソフト (LADDER BUILDER for KZ)
- ③ 距離設定型光電スイッチ (PK71)

試作機はプログラマブルコントローラによって制御され、入力ポートには各シリンダの位置検出センサ、光電スイッチ、操作スイッチを接続し、その信号入力により、出力ポートに接続した各車輪のソレノイドバルブを動かす仕組みである。また、試作機はプログラマブルコントローラとソレノイドバルブの電源を確保するための小型バッテリーを搭載し、かつ、シリンダを駆動させるための空気圧動力源用エアータンクを設置することで、コードレス化を図った。図 4 に段差越え機構の試作機を示す。



図 4 段差越え機構の試作機

3. 性能評価

試作機について、以下の性能試験を行った。走行試験では、試作機の第一輪の上昇から第四輪の下降までの一つの段差における平均通過所要時間は 4.075 秒であった。また、タンク一充填あたりの段差越え可能回数の測定では、タンク内の空気圧力が 0.85~0.55MPa の範囲内にある時には、15 回まで段差を越えることが可能であった。さらに、試作機の前・中央・後方に加速度センサを取り付け、走行時の振動を測定したところ、大きな揺れを感知することはなかった。センサの応答性についても、木材では最低 8mm 程度までの段差を検出することが出来た。

4. まとめ

本機構は、日常生活において在宅高齢者や障害者が用いる車椅子や移動簡易ベッド等の屋内介護機器に組み込むために開発したものであるが、介護機器に限らず、その他、医療機器や配膳用台車など、幅広い応用が考えられる。また、今後は様々な形状をした段差への対応、装置の軽量化、他の動力源の検討、制御方法の改良等を行い、広く実用化されるような機器としたい。

(原稿受付 平成 14 年 7 月 31 日)