

受動的歩行ロボットの開発

機械システム課 上野 実 釣谷浩之 金森直希 中央研究所 杉森 博

若い研究者を育てる会 コーセル(株) 水上慎太郎 立山マシン(株) 若崎祥人

1. 緒言

歩行の形態を大別すると、能動歩行と受動歩行に分けられる。能動歩行では、アクチュエータによる駆動やセンサによる制御を行うのに対し、受動歩行ではこれらを用いず、単純な構造で構成可能でありながら、位置エネルギーや小さな外力を用いて歩行を行う。本研究では、この受動歩行の機構を用い、積載荷重は歩行機構が負担し、手押し車のように人が押して荷物を運ぶことができる運搬用受動的歩行ロボットの開発をおこなった。

2. 装置の開発・結果

2.1 コンパスタイプ受動歩行機

受動歩行の基本動作の確認と解析を行うため、ひざや足首関節の無いコンパスタイプの受動歩行機を試作した。試作機は、横方向の安定性のため4脚とし、中脚と外脚のユニットを腰部のシャフトとベアリングで結合した単純な構造とした。この歩行機を、後ろ脚を前に振り出す遊脚期に、足底を斜面に接触させないよう飛び石状に台を配置した傾斜角5°の斜面上部から、それぞれの脚を所定の角度に保持し、手を放して歩行実験を行った。(図1)

この結果、腰関節付近の各脚の背面にウェイトを取り付け、歩行機の重心が後ろになるようにした際、最も歩行が安定し、手を放しただけで斜面の端部まで歩行できることが確認できた。一方初期条件(各脚の角度)をわずかに変えただけでも歩行できなかったことから、歩行条件が非常に狭く、限られていることが分かった。

2.2 受動的歩行ロボット

次に、ひざ有りタイプの受動的歩行ロボットを設計・試作した。人が補助的に姿勢を制御することから、2脚とし、ひざ関節はひざが前に折れないようひざ止めを設置した

が、その他は腰、ひざ関節とも自由に回転できる構造とした。この構造で試作した実機の動きと、機構解析ソフトMD Adams上で作成したモデルの動きを、腰部を固定した二重振り子として比較し、シミュレーションの精度を確認した。このモデルを用い、遊脚期に足底が接地しないよう、見かけ上の脚の長さを短くするため、ひざ関節の屈曲角度を大きくする条件を解析した。この結果、大腿部に対する下腿部の質量の比率を小さくし、大腿部・下腿部の重心位置をひざ関節に近くにすることが有効なことが分かった。(図2)



(変更前) (変更後)
図2 遊脚期のひざ角度

これらの知見を基に、試作機の設計を改良し、機体中央部に荷物積載用の籠を配置し、平たん路では踵に取り付けた車輪で走行可能な運搬用受動的歩行ロボットを開発した。この結果、操作に多少の慣れは必要であるものの、比較的容易に歩行・運搬が可能であった。(図3)

これら

3. まとめ

実機とシミュレーションによる解析により設計・改良した結果、実際に荷物を積載して歩行動作が可能で、ひざ有りタイプの運搬用受動的歩行ロボットが開発できた。

詳細は、平成24年度 若い研究者を育てる会「研究論文集」p.27～34を参照。



図1 コンパスタイプ受動歩行機



図3 運搬用受動的歩行ロボット