

1. はじめに

本研究では、受動歩行を用いたエネルギー消費の少ない歩行ロボットの開発を目指している。受動歩行では、脚と地面が衝突する際に生じるエネルギー損失に対する補てんを、外力(重力、風など)を利用することでアクチュエータに頼らないエネルギー効率の良い歩行を行う。当研究室ではこれまでに、重力を用いた受動歩行ロボットの膝関節にバネを用いることで脚と地面の衝突でのエネルギー損失を低減することが可能だと示した<sup>(1)</sup>。本研究では、これを実験で確認する。しかしながら、機械的なバネをロボットに使用するには問題があるため、今回モータ制御でバネ効果を再現することを検討する。

2. モータによるバネ効果再現

バネはフックの法則より角度に比例したトルクを出力する。モータも同じく角度に比例したトルクを出力するシステムを構成することで、バネ効果の再現が可能である。システムのブロック線図を図1に示す。

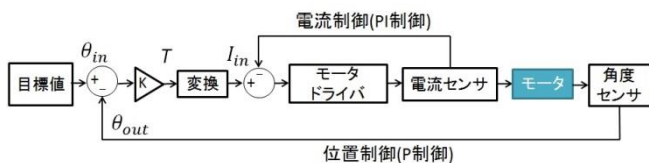


Fig. 1 ブロック線図

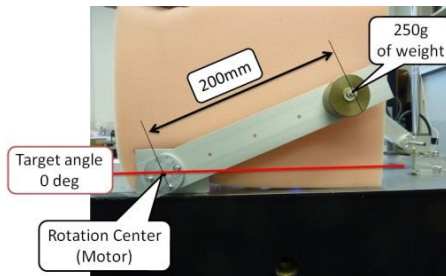


Fig. 2 振動実験機

バネ再現の確認のため、図2のような実験機を製作した。モータから200mmの位置に250gの重りを取り付け、目標角度(0度)から上方向へ30度回転させて初期位置とし、落下させる。振動結果を図3に示す。機械的なバネと同じく振動が徐々に収束する結果となった。バネ効果を再現できたことから機械的なバネの代わりとしてモータを使用することが可能とわかった。

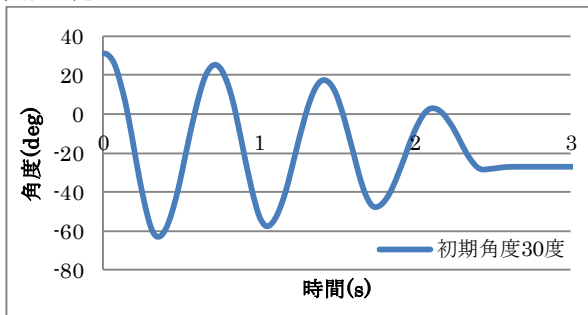


Fig. 3 バネ定数 K=20(mNm/deg)の振動の結果

3. 片脚ロボットの衝突実験

地面との衝突時にモータが機械的なバネと同じ挙動を示すか確認するため、図4のような膝関節にモータと機械的なバネを取り付けることが可能な片脚ロボットを製作した。片脚ロボットを一定高さから落下させ、衝突した際の膝関節角度の変化をモータとバネで比較する。片脚ロボットの寸法と重量を表1に示し、使用したモータを表2に示す。

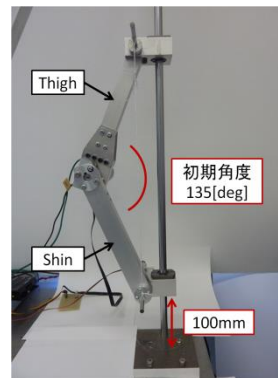


Fig. 4 衝突実験機

Table1 Length and weight

	Length(mm)	Weight(g)
Thigh	200	339
Shin	200	335

Table2 Motor specs

	Type	Gear ratio	weight(g)
Motor 1	RE40	21:1	832
Motor 2	RE35	53:1	793

膝関節の初期角度を135度とし、下脚が地面から100mmの位置から落下させる。機械的なバネを取り付けた実験にはモータ重量に代わる重り800gを膝関節に取り付ける。膝関節の回転角度をバネとモータ2種類で比較した結果を図5に示す。モータについているギアの摩擦による影響で衝突後の初期振幅が大きく異なっているが、機械的なバネと同じ挙動を示したことから、モータでバネと同じく衝突時の衝撃を低減することが可能だと考えられる。

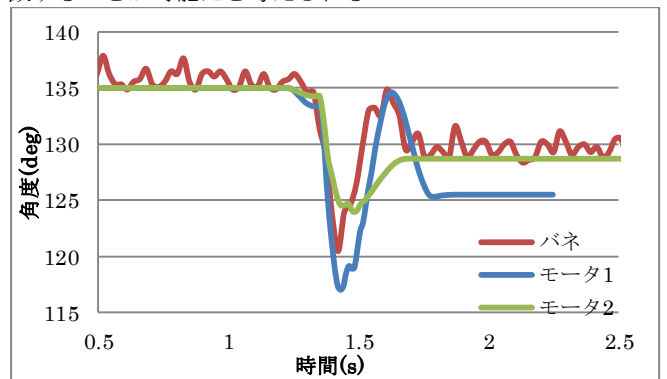


Fig. 5 バネ定数 K=80.8(mNm/deg)の膝角度の変化

4. おわりに

受動歩行ロボットの膝関節にモータを用いて脚と地面の衝撃を低減するために、モータのバネ効果の再現を行った。モータによるバネ効果の再現は可能であり、片脚ロボットによる衝突実験では機械的なバネと近い挙動を示した。モータで衝突時の衝撃を低減することが可能だと考えられる。

文献

- (1) 秋友郷志 他, 日本機械学会中国四国学生会第43回学生員卒業研究発表講演会, 講演番号606