

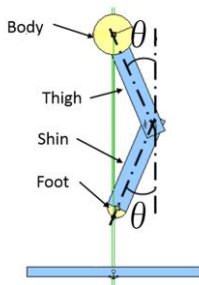
1. はじめに

近年、2足歩行のヒューマノイドロボットの開発が大きく進歩し注目されている。本研究では、歩行時における消費電力のエネルギー効率の問題を取り上げ、エネルギー効率の改善を目的とする。エネルギー効率を改善するにあたり、受動歩行に注目している。受動歩行とは、アクチュエータを用いることなく重力のみで歩行が可能であるため、消費エネルギーが少ない理想的な歩行法である。しかし、受動歩行においても脚と地面の衝突時にエネルギーを消費している。現在、既報<sup>(1)</sup>で回転ばねを用いてエネルギー消費の改善が可能であることが確認できている。そこで本報では、様々な条件でシミュレーションを行いエネルギー変化を確認することで、回転ばねを用いたより効率的な受動歩行を検討する。

2. 膝の角度の変化によるエネルギー消費量の検討

数値解析ソフトのMSC. Working Model 2D 2005を用いて脚と地面の衝突時に消費されるエネルギーを算出し、図1の1脚ロボットモデルの膝に回転ばねを用いてエネルギー効率の改善を確認する。今回はモデルの膝の角度を変えることで回転ばねがたわみやすくなり消費エネルギーが変化すると考え、エネルギーの消費量と弾性エネルギーを解析した。回転ばね定数は2[Nm/rad]を用いた。膝の屈折角度は、図1で示した $\theta$ を、表1に示す6つに設定した。1脚ロボットモデルは垂直に落下させ、地面との衝突時の力学的エネルギーの変化を確認する。

表1 膝角度の設定値



	角度 $\theta$ [rad]
1	0
2	0.1
3	0.2
4	0.3
5	0.4
6	0.5

図1 1脚ロボットモデル

エネルギー消費量の結果を図2に示す。図2から、膝の屈折角を大きくして行くことでエネルギー消費を抑えていることが確認できる。0[rad]と0.5[rad]で比較すると消費量の差が0.429[J]あり、約4割の低減が可能であった。この原因としては、回転ばねにはトルクがエネルギーとして蓄えられるため、0[rad]の場合膝部分にトルクが働かず、回転ばねにエネルギーが蓄えられずにそのまま消費していることが考えられる。

弾性エネルギーを比較した結果を図3に示す。0[rad]では弾性エネルギーを蓄えることができず、膝の屈折角を大きくするに従い弾性エネルギーが増加していき、0.5[rad]では約1.84[J]蓄えていることが確認できる。このことから、弾性エネルギーとして大きく蓄えることで、エネルギー消費を抑えていると考えられる。

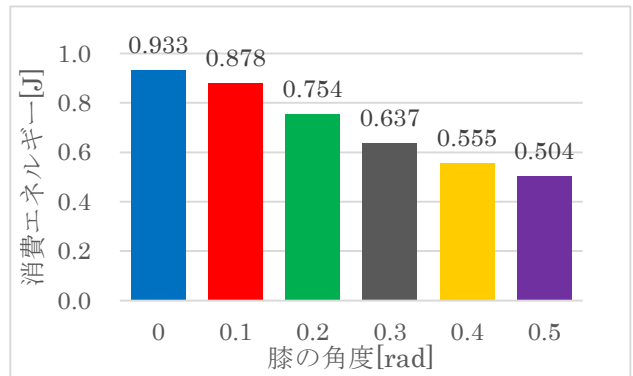


図2 膝角度によるエネルギーの消費量

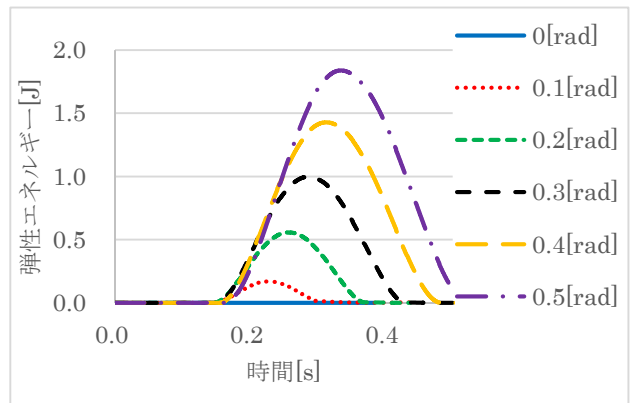


図3 膝角度の違いによる回転ばねの弾性エネルギー

3. おわりに

今回の解析の他にも脚の長さや各部の質量の条件を変えて行った。それらの結果からもモデルの条件を変えることで、回転ばねに蓄えられる弾性エネルギーを増加させ、ロボットの脚と地面の衝突時に起きるエネルギーの消費を抑えることが可能であることがわかった。以上より、受動歩行に回転ばねによるエネルギー回生を用いることで、エネルギー消費の少ない歩行ロボットの開発が可能だと考えられる。

参考文献

(1) 秋友郷志, 井上喜雄, 芝田京子, 森木朋大: 「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研究」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, 2013