

1. 緒言

近年、ヒューマノイドロボットの走行が報告されているが、足首関節を有効に使って高速で走行しているロボットはまだ、開発されていない。そこで足首を十分使った2足走行ロボットを実現するために、より構造が簡単な一脚跳躍ロボットにより基礎的な検討を行なう。

本研究では、足首関節を使った一脚ロボットにおいて、前方跳躍の飛距離に対して足裏の形状が大きく影響すると考え、連続跳躍に有用でエネルギー損失が小さいと考えられる曲面型の足裏形状を採用し、曲面における曲率半径や長さが跳躍距離に及ぼす影響を数値シミュレーションにより比較検討する。

2. 数値解析およびモデル

マルチボディの動解析には MSC.visualNastran 4D と MATLAB/Simulink5.0 を使用した。シミュレーションに用いた一脚ロボットのモデルはバッテリーやモータドライバを搭載することを想定した質量部分、大腿、脛、足の4つにより構成されており(図1-a)、各寸法は表1に示す。膝と足首は回転関節でモータを持ち、最大トルクは15[Nm]とする。X-Z平面の二次元上の動作を検討するので、Y方向の運動を拘束して解析を行った。

シミュレーションに使用する足部のモデルは2つの異なる曲率半径を持ち、a・bの長さを変更した曲率境界位置の異なる形状を作成し(図1-b)、各々の足首位置lを変更してシミュレーションを行った。今回、曲率半径R1・R2が400mm・600mmと500mm・600mmのモデルを使用した。

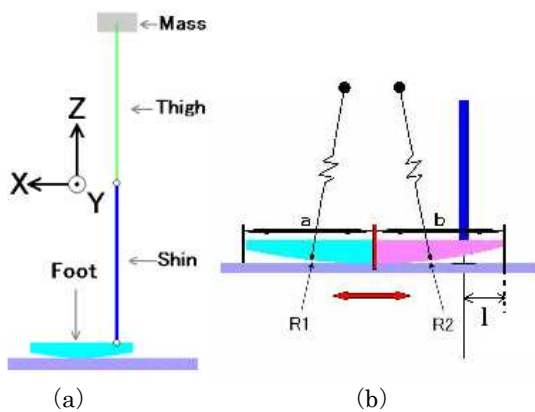


図1 シミュレーションモデル

表1 モデルの各寸法

Part	Size(x y z)[m]	Weight[kg]
mass	0.10 0.10 0.05	4
thigh	0.01 0.05 0.40	1.5
shin	0.01 0.05 0.40	1.5
foot	0.26 0.05 0.03	1

3. 解析結果

シミュレーションは直立状態から開始し、足首関節に正、膝関節に負のトルクを与え重心を前方に移動させることにより傾かせ、 $\theta$ が一定の角度になると膝に正、足首に負の最大トルク15[Nm]を与え跳躍させる(図2)。

着地した後、重心が前方に移動するものを成功とし、つまずいたもの、後方に倒れたものは失敗とする。

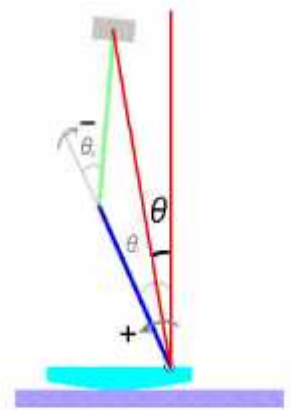


図2 跳躍前の姿勢

跳躍距離は着地が成功したものについて検討し、測定は足首部で行った。表2は曲率半径R1・R2が500mm・600mmのモデルで、境界位置、足首位置を変更して跳躍させた結果である。最も跳躍したモデルは曲率の境界位置・足首位置がそれぞれ踵から120mm・30mmのモデルであるという結果が得られた。

表2を見るとわかるように、足首位置の変更にかかわらず境界位置が踵から120mmの足裏形状のモデルが今回の条件下では跳躍に有利であると考えられる。

表2 x方向への跳躍距離

		足首位置 l [mm]			
		30	40	50	60
境界位置 b [mm]	100	538	605	601	596
	110	601	595	590	585
	120	640	620	627	628
	130	584	622	607	606
	140	623	612	607	609
	150	626	602	603	604
	160	562	588	621	602

4. 結言

今回は2つの曲率半径を持つ足裏形状について検討を行った。結果、同じ足長でも足裏形状の微妙な変化が跳躍による飛距離に大きく影響することがわかった。

今後は、インボリュート曲線などの曲線を持つ足裏形状にし、飛距離にどのような影響を及ぼすかについて検討したいと考えている。