

課題情報シート

テーマ名 :	搭乗型多脚歩行ロボットの製作				
担当指導員名 :	櫻井 光広、城本 秀人、海原 崇人	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	職業能力開発総合大学校 東京校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	生産技術科		
課題の区分 :	総合制作実習	学生数 :	2	時間 :	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

人が搭乗して安定な歩行を実現させるために、またユニークな歩容となることから脚機構としては、テオ・ヤンセン機構を用いています。このとき、脚数を 12 脚とし、それをモータ 1 個で駆動させることとしました。そのため、モータ選定時における計算では、摩擦係数値や機械的損失値を保守的に採りました。また、脚機構の動作チェックや 12 脚による歩行パターンを確認するためにも、設計においては 3 次元 CAD によるモデルを作成しました。本課題の歩行ロボットは部品点数が多く複雑なため、実際の組立て時にも 3 次元モデルを活用しました。

【訓練（指導）のポイント】

人が搭乗して歩行ができるよう、必要なモータトルクの算出とモータの選定、搭乗プレートのためや軸径の計算などをして、3 次元 CAD により脚機構部の設計をさせました。また、脚を構成するリンクのジョイント部（可動部）に取付けるベアリングは、圧入することで取付・固定することとしたため、そのベアリング取付穴のレーザ加工時における補正值は、試作を通して決めさせました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 職業能力開発総合大学校 小平キャンパス
住所 : 〒187-0035 東京都小平市小川西町 2-32-1
電話番号 : 042-341-3331 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/tokyo/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

搭乗型多脚歩行ロボットの製作

生産技術科 精密機械コース

1. はじめに

今回の総合制作実習の目的は搭乗型多脚歩行ロボットの設計・製作であり、これを通して改めてフライス加工，旋盤加工，ワイヤー加工，レーザ加工の扱い方を理解することである。

2. 概要

このロボットは、昨年度の八足歩行ロボットの機構を基に脚数を8足から12足に増やし、さらに人が搭乗できるよう設計した。

今回、昨年度に比べて大きさを大きくしたため、コストが掛かかってしまうためモータはひとつとし、動力は歯車で左右へ伝達させ駆動する。

また、加速度センサを用いて体重移動によりロボットの前進・後進および速度調整を行う。

3. 脚部設計

脚のリンク機構には昨年度同様テオ・ヤンセン氏の考案した機構を基に設計・製作をした。

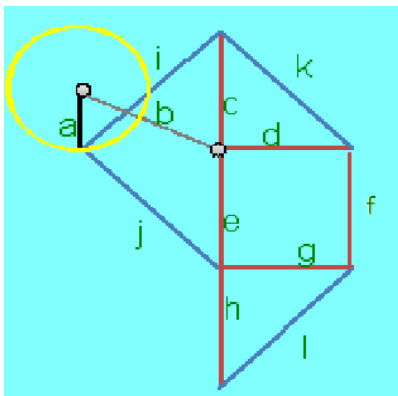


図1 Theo Jansen 氏の機構

この機構は、四節回転連鎖のてこクランク

機構というもので、四本の節がすべて回対偶で連結されており、向かい合う二本の節がそれぞれ揺動運動と回転運動を行なうものである。

リンク a を主動節， b を固定節とする。各リンクの寸法は

$$c = d = e = f = g = h = A \quad \dots(1)$$

$$i = j = k = l = \sqrt{2} * A \quad \dots(2)$$

$$a^2 + b^2 = A^2 \quad \dots(3)$$

となる。また、4節回転連鎖のためグラスホフの定理により、次の条件も満たさなければならぬ。

$$a + A \leq b + \sqrt{2} * A \quad \dots(4)$$

$$a + b \leq A + \sqrt{2} * A \quad \dots(5)$$

$$a + \sqrt{2} * A \leq b + A \quad \dots(6)$$

さらに、この連鎖は、てこクランク機構なので、a が最短節ではなくてはならない。

本製作で使用した数値を表 1，脚部部品を表 2 に示す。

表 1 寸法選定

A[mm]	b[mm]	$\sqrt{2} * A$ [mm]	a[mm]
35	33.54	98.99	10

表 2 脚部部品

脚部リンク	t=3	A2017, SUS304
軸	$\phi 8, 16\text{mm}$	SUS304, S45C
ベアリング	D=12, d=8mm	
ブシュ	$\phi 12, 20\text{mm}$	黄銅
ギア	Z=50 m=1	S45C
ギアボックス	t=6, 12	A 2017

また今回使用するモータを表3に示す.

表3 モータ

V:電圧[V]	15
L:出力(動力)[W]	90
N:回転数[rpm]	107
T:トルク[N・mm]	4900

4. 製作・加工方法

昨年度における脚部製作は、ワイヤーカット放電加工機を用いていたが、今回はレーザ加工機を用いて製作した.

ギアボックスやベースプレート、リブ、キー溝、クランクはフライス盤を使用した. 軸、ブシュ、ギア、クランクは旋盤を用いて加工した. また、ギアはホブ盤を使用し、キー溝はワイヤーカット放電加工機を用いた.

5. おわりに

製作物の組み立てがまだ終わっていないため各部品の図を示す.

脚部パーツを図2に示す.



図2 脚部パーツ

また、中のギアが飛び出ないように両側を



図3 ギアボックスとギア(内側)



図4 ギアボックスとギア(外側)

図4のようにしてギアを固定させている.

図3はギアボックスの内側で、中にギアを3枚噛み合わせて動力を伝える構造になっている.

これらのパーツを組み合わせることによって、搭乗型多脚歩行ロボットを完成させる. 完成後、歩行テストを行う予定であるが、現時点では、そこまで検証することができなかった.

総合制作実習発表会までには歩行テストを行い、検証をする予定である.

最後に、本総合製作実習において、ご指導いただいた生産技術科精密機械コース担当指導員の先生方に深く感謝申し上げます.

課題実習「テーマ設定シート」

科名：生産技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		搭乗型多脚歩行ロボットの製作	
担当教員		担当学生	
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>多脚歩行ロボットの製作では大きく分けて、機構部製作と脚駆動部製作があり、機構部製作を通して、設計、製作及び組立・調整技術等の実践的な製作能力を習得することを、脚駆動部製作を通して、センサ・モータの取り扱いを習得することを目標とします。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>一般に脚歩行ロボットは、脚の数が増えれば増えるほど安定性が向上しますが、脚の数が増えるにつれアクチュエータの数も増え、重量も増えてしまいます。本実習テーマの歩行ロボットはリンク機構を用いた多脚歩行ロボットであるため、少ないアクチュエータで動作させることができるとともに、見た目や動作の面白さから「ものづくり」に対する興味を持たせることができます。また、機構製作と脚駆動系製作の両方を必要とすることから、総合的なものづくりの能力が身に付きます。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>搭乗型のテオヤンセン機構による多脚歩行ロボットです。多脚機構であるため本体の上下動を可能な限り小さく抑えて安定性を保ちつつ、十分な強度を確保することで搭乗した状態での歩行ができ、加速度センサを用いた傾き動作による操縦を可能とします。はじめにロボット本体だけの歩行実験を行い、そのあと搭乗した状態での操縦歩行試験を行います。完成後は動作性能評価を行い、報告書を作成します。</p>			
No	取組目標		
①	機構部の設計においては、3次元CADを用いてモデリングし、要求性能を満たすよう十分な検討を行います。		
②	ロボット本体による歩行を実現します。		
③	ロボットに搭乗者が乗った状態で、搭乗者の操作に応じた歩行を実現します。		
④	想定した動作が行われなかった場合には、問題を分析し、その問題の解決に取り組みます。		
⑤	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑥	材料、工具、機器及び部品等については、チェックリストを用いて厳密に管理します。		
⑦	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。		
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		
⑨			
⑩			