

# 空気圧歩行支援装具

北島優一\*, 久保宏平\*, 長谷川 舜\*, 小山 紀 \*\*

## Pneumatically Walking Support Brace Equipment

Yuichi HITAJIMA\*, Kohei KUBO\*, Shun HASEGAWA\*, Osamu OYAMA\*\*

The working support brace equipment having a neutral mechanism that we develop is able to cut off the power transmission from rubber artificial muscle to driving joint of equipment and then it can release the movement of the knee joint. Therefore, moving of knee becomes free in swing phase of human leg. In the result, the human feelings of incongruity in walk that occurs when he/she uses walking support equipment can be reduced.

**Key Words:** Neutral mechanism, Artificial muscle, Pneumatics, Walking support, Care equipment

### 1. はじめに

1991年から5年間、両下肢麻痺者の歩行を可能とする荷重式歩行補助装置の開発プロジェクトが、国立リハビリテーションセンター・矢野英雄先生（当時）を中心に実施された。脊椎損傷により両下肢が動かさなくても、外殻により膝部および腰をしっかり固定し立位状態を保てるようにしておけば、片方の下肢全体を遊脚させ前方に送り出しながら歩くことができる<sup>1)</sup>。当研究室でも1998年から下肢を支える装具と空気圧を使った歩行支援装置の研究を始めた。

### 2. 空気圧シリンダを使った歩行支援装具

以前の研究では下肢を支える装具の伸展・固定を補助するアクチュエータとして空気圧シリンダを使っていた。空気圧シリンダは内圧操作により剛性が広い範囲で変えられるので、必要に応じて硬さが変わるヒトの膝関節機能を、空気圧シリンダの剛性調整機能を利用して模擬させたとも言える。

装置全体は Fig.1 のように外殻式装具と、動力源を含む必要な機材をすべて入れたザックとで構成される。空気圧シリンダへの供气には北川らの提案する二酸化炭素を利用したガス圧源<sup>2)</sup>を背中のザックに入れて用いている。0.5 [l]の容積のタンクに420 [g]のドライアイスで封入した場合、約1200歩の歩行が可能であった<sup>3)</sup>。



Fig.1 Pneumatic Walking Assist Equipment

### 3. ニュートラル機構の実現

遊脚期初期、すなわち立脚を反対側に移し膝を前に送り出す瞬間には膝関節のアシストは不要で、むしろ体重移動に合わせ膝が自由に進むようにしたほうが自然な歩行ができる。

空気圧シリンダは動作しないときに駆動軸がニュートラルになる機構とするのは困難である。そこで Fig.2 に示す収縮型ゴム人工筋を使った駆動方法を開発した<sup>4)</sup>。駆動部は同図のように2つの収縮型人工筋を対抗させて構成している。駆動軸はタイミングベルトとプーリにより人工筋と結合されるが、人工筋が加圧されていないとき、すなわち自然長ではベルトはプーリと噛み合わず軸はフリーになる。

Fig.3 の左側に示すように立位状態では両側の人工筋を加圧して動作させベルトをプーリに噛み合わせて膝関節を固定しているが、着用者が遊脚のため反対側の脚に体重を移動させた瞬間に人工筋を減圧

\* 明治大学大学院機械工学専攻博士前期課程  
(〒214 - 8571 神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1)  
\*\* 明治大学理工学部  
(〒214 - 8571 神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1)  
(E-mail:oyama@meiji.ac.jp)  
\* Master Course, Graduation School of Meiji University  
\*\* School of Science and Technology, Meiji University

し、膝関節をニュートラルな状態にする。遊脚期後半の適当な時期に(膝は曲がった状態となっている)人工筋を加圧し膝を固くして着地に備え、さらに着地して後ろ側に蹴るときに補助をする(同図右)。

ニュートラル機構は歩行支援装具に対し以下のメリットを与えると思われる。

1. 部分的アシストによる自由で柔軟な歩行の実現
2. アクチュエータの非動作時に膝関節は常時ニュートラルになっており、転倒など予期せぬ場合での動きの自由や安全の確保
3. 人工筋がプーリに噛み合う初期位置を変更できることによる広範囲でのトルク調整

試作したニュートラル機構を持つ人工筋駆動アクチュエータを Fig.4 に示す。人工筋は自然長時には内径 25 [mm], 長さ 150 [mm] で, プーリ径は 45 [mm] である。構造部のほとんどは研究室の 3D プリントで作成した。最大圧力 0.5 [MPa] を加えた人工筋の最大引張力は 540 [N] と求められるので, 膝関節軸の最大トルクは約 12 [Nm] になる。このトルクは遊脚を支えるには十分だが, 一般的なすべての脚動作を考慮するとより大きなトルクが必要である。

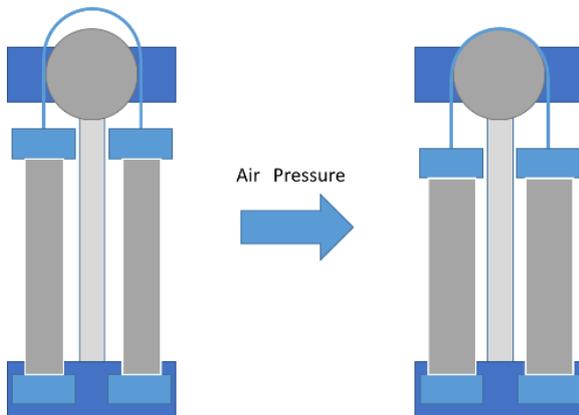


Fig.2 Actuator Having Neutral Mechanism

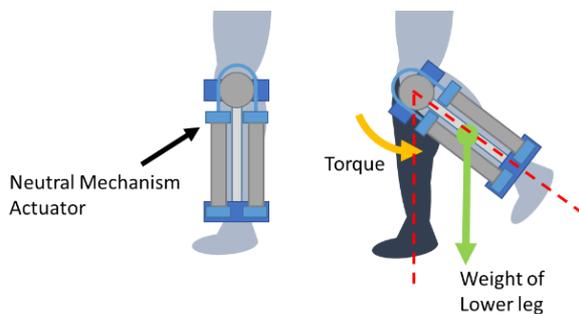


Fig.3 Walking Assist Using Neutral Mechanism



Fig.5 Prototype of Actuator

#### 4. まとめ

今回開発したニュートラル機構を持つアクチュエータには十分な有用性が認められるが,性能面に関して満足というわけではない.階段の上り下りや椅子からの立ち上がりなどのアシストではもっと大きな動作角度やトルクが必要となる.今後改良してゆきたい。

#### 参考文献

- 1) 藤谷ほか：両下肢麻痺用歩行補助装具,平成 8 年度春季油空圧講演会論文集,pp.121-124(1996)
- 2) 北川ほか：三重点における相変化を利用した携帯空圧源の開発,日本フルードパワー学会論文集,Vol.36No.6,pp.158-164(2005)
- 3) 石塚ほか：Dry-Ice Power Cell の空気圧歩行支援システムへの導入,平成 22 年度秋季 JFPS 講演会論文集,pp.40-42(2010)北川ほか：三重点における相変化を利用した携帯空圧源の開発,日本フルードパワー学会論文集,Vol.36No.6,pp.158-164(2005)
- 4) 久保ほか：ニュートラル機構搭載型補講支援装具,平成 29 年度春季フルードパワーシステム講演会論文集,7/9(2017)