

レスキュー用アシストスーツの開発

○吉満俊拓*, 田地悠甫*, 今野直也*, 藤田尚樹*

Development of Assist Suit for Rescue

Toshihiro YOSHIMITSU*, Yusuke TAJI*, Naoya KONNO*, Naoki FUJITA*

In recent years, loss of lives and rescue has increased for nature disaster for example Mt.Ontake eruption. In rescue operations what active “long hour”, “outdoor” and “hill”, is broken out exhaustion and injury. Then, we invented to Assist Suit for outdoor activities because it'll be effective in preventing injury and tired. Assist Suit we invented uses a pneumatic cylinder different of a lot of Assist Suit including HAL the representative Assist Suit made by Cyber Dyne use an electric motor helped joint torque. Using pneumatic cylinder for Assist Suit, it has advantaged at weight and long hour activities we thought. In this study, we putted stress to making control system for Assist Suit and inserting a spring element in power source experimentally. Thereby we found some good result of experiments, measuring of damping torque, range of motion and sensing system for Assist Suit's control system. Now introduce that.

Key Words : Pneumatic Cylinder, Power Assist, Robotics

1. はじめに

近年、御岳山の噴火などの自然災害による人的被害やそれに伴う救助活動が増加している。救助活動においては「長時間」「屋外で」「不整地・傾斜地帯を」活動する機会が多々あるため脚部、特に膝部に加わる負荷が大きくなり、それに起因する疲労や怪我の発生が危惧されている。

屋内用アシストスーツで採用されている機構は「自由度が少なくアシストが必要な方向を支える機能がある」か「関節に自由度はあるが、関節を支える機能はない」のどちらかに分類される。不整地・傾斜地では活動を妨げない自由な動きと、怪我・捻挫が起きないように関節の動きを補助する、といった相反する効果を実装させなければならない。

2. アシストスーツ

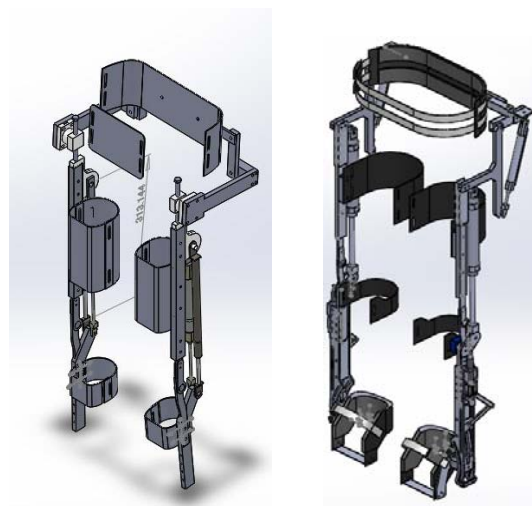
山岳救助や土砂災害時など、不整地・傾斜地で継続的に作業を行わなければならない状況において、身体的負荷の軽減・活動時間の延長と救助者自身の怪我防止を目的とした下肢パワーアシストスーツを開発する。求められる機能として

- ・軽量化
- ・斜面での下肢の負担軽減・怪我の防止
- ・長時間の活動が挙げられる。

本研究室では、山岳救助や土砂災害時など、不整地・傾斜地で継続的に作業を行わなければならない状況において、身体的負荷の軽減・活動時間の延長と救助者自身の怪我防止を目的とした下肢パワーアシストスーツを開発している。

当研究室では、下記 2 種の屋外活動用アシストスーツを開発しその有意性の検討を行っている。屋外活動用アシストスーツ概要図および諸元を以下の Fig.1, Table1 に示す。

TYPE I では軽量化に重点を置いた設計を行った。受動要素(ガススプリング)の導入により空気圧シリンダ径を小さくすることでアシスト部の重量を減らすことができると考えられる。



TYPE I

TYPE II

Fig.1 Assist suit for rescue

* 神奈川県工科大学院工学研究科
ロボット・メカトロニクスシステム専攻
(〒243 - 0292) 神奈川県厚木市下荻野 1030
(E-mail: s1486005@cce.kanagawa-it.ac.jp)
* Kanagawa Institute of Technology

Table 1 Specification table

Elements	TYPE I	TYPE II
Size [mm]	816×368×252	973×475×266
Weight	3.6kg	7.1kg
Power Source	Pneumatic Cylinder(φ16)	Pneumatic Cylinder(φ32)
	Gas Spring (98N)	
Knee range of motion	90Degrees	120Degrees

受動要素として、金属バネ・ガススプリングなどがあるが、板ばねやねじりバネでは取り付け位置によって変位が制限されてしまう。一方、ガススプリングは空気圧シリンダとほぼ同じ形状をしており、取り付けも容易なため TYPE I にて採用した。

TYPE II では稼働域の拡大と各関節の疲労軽減に重点を置いた設計を行った。アシスト用に大径の空気圧シリンダを用いストロークを伸ばし取り付け位置を変更することで関節稼働域を拡大し、傾斜地での活動が容易なと考えられる。降坂時に膝関節へ加わる衝撃を空気圧シリンダ等のアシスト部で吸収することを目標とし、シリンダのロッド速度をスピードコントローラで調整することで衝撃吸収を行っている。TYPE II では空気圧シリンダのみが取り付けられている。直径 32mm の空気圧シリンダを用いている TYPE II と発揮力を同等かそれ以上とするため、直径 16mm の空気圧シリンダとストローク 100mm、ガス反力 98N のガススプリングを使用している。

3. アシスト制御

降坂時における膝関節の衝撃吸収をするにあたってアシストスーツ本体がセンシングシステムによって下り坂を認識し、適切な減衰力を発生できるように自分で調整できることが好ましい。アシストスーツにおけるセンシング方法としては筋電位測定や関節部に取り付けられたモータの回転角を計測する方法などが挙げられる。

本研究においては屋外活動時でも環境や身体状況に左右されることなくセンシングが可能であること等の目的からアシストスーツの股関節可動部に屈曲・伸展角度を計測するポテンショメータ、腰部に装着者の姿勢・移動速度等を計測する 9 軸センサを取り付け、制御に必要な傾斜角等のセンシングを行う。以上のセンシングによって得られたデータは組み込みマイコンを中心とした制御システムに出力される。

スピードコントローラ開度に関しては、その時の傾斜角に応じたきめ細やかな制御を行うことはせず、Table.2 に示す段階的な開度変化を持たせる。なお、平地から上り坂にかけてはスピードコントローラの

開度を全開とし、ダンパ機能を持たせていない。

Table 2 Speed Controller Aperture

Slope angle	Aperture
0deg < θ	Open
-5deg < $\theta \leq$ 0deg	1/4Close
-10deg < $\theta \leq$ -5deg	1/2Close
-15deg < $\theta \leq$ -10deg	3/4Close
$\theta \leq$ -15deg	Close

Table 3 Experimental results of stepping exercise Decision for experiment

◎ : good ○ : pass △ : difficult × : unable

	Type	Step	One step pass	Two step pass
UP	TYPE I	○	△	△
	TYPE II	◎	◎	○
DOWN	TYPE I	○	△	×
	TYPE II	◎	◎	○

このように段階的な変化とした理由として人に対してアシスト力の変化を明示することを目的としている。またこのような制御を行うことでノイズに対しても多少の耐性が得られると考えられる。

関節可動域と段差におけるアシストスーツ動作の可否について実験した。一段あたり高さ 182mm×奥行 301mm の階段に対し、一段昇降・一段飛ばし昇降・二段飛ばし昇降の 3 パターンの判定を行った。実験の結果を Table.3 に示す。

4. まとめ

当研究室ではレスキュー活動など屋外での活動の補助を目的としたアシストスーツの開発を行っている。空気圧アクチュエータに可変絞り機構を加えたレスキュー用下肢パワーアシストスーツを提案している。アシスト力を発揮する部位にガススプリングを追加したことは減衰トルク等の面から一定の妥当性があると考えられる。その一方でアシスト部位の発揮力の調整や膝関節可動域の狭窄などの機構的な面においてまだ考慮の余地が残されている。

制御面に関してはアシストスーツを着用して稼働させることが可能なシステムを構築することができた。可変絞り機構により、状況に応じて下肢関節に補助を与え、災害救助時における救助者の身体的負荷や疲労が軽減され

- ・活動時間の延長
- ・救助者自身の怪我防止が期待できる。