

重負荷作業を解消する直感操作型運搬補助システムの開発(第1報)

坂東 直行 久富 茂樹

Development of an intuitive operation type transport assist system for eliminating heavy load work

Naoyuki BANDO Shigeki KUDOMI

あらまし 日常的に頻出する荷揚げ作業に適合する作業補助装置を開発するため、電動ホイストを基軸に、汎用性、可搬性、操作性を高める方法を検討し、仕様をまとめた。また、原理モデルとして巻上機と制御部を試作し、能力を評価した。その結果、要求仕様を満たしていることが分かった。今後は、フレーム構造を検討するとともに、きめ細やかな動作を可能とする制御アルゴリズムを作成する予定である。

キーワード ホイスト, 作業補助, メカトロニクス, 制御システム

1. はじめに

少子高齢化が進んだ現代において、労働人口の減少は、早急に対応すべき問題となっている。この一つの解決策として、女性や高齢者がより活躍できる社会づくりが挙げられる。このためには、身体負担が大きい作業の環境改善が必要になる。特に重量物を持ち上げる作業は、多くの業種で頻出する作業であり、改善が求められる。

既存の荷揚げ装置としては、バランスヤやホイストがある。バランスヤはリンクアームとカウンターバランスで構成され、シーソーのようにバランスを取りながら荷物を移動させる装置である。ホイストは天井等に固定され、垂らしたワイヤーをモーターで巻き上げることで荷物を持ち上げる装置である。これらは一部の例外はあるものの、床や天井に固定するものや、建屋の設備となっているものが多い。そうした点から、適用可能な範囲は絞られる。

我々の日常の活動を見渡してみると、定められた場所や形にない荷物を移動させる作業が見受けられる。こうした荷物の移動は、人力に頼っているのが現状である。

そこで本研究では、日常みかける突発的な荷揚げ作業に適合する作業補助装置の開発を目的とした。本年度は、装置の仕様を定めるとともに、原理モデルを試作したので報告する。

2. 要求する機能と仕様

本研究では、既存の装置では適合しない作業シーンを想定し、作業者を補助する装置を開発する。ここで本装置が補助する作業は、狭い作業スペース・屋外等において突発的に生じる荷揚げ作業とした。

開発する装置をこれらの作業に適合させるには、汎用性と可搬性、操作性を確保する必要がある。ここで汎用性とは作業内容を限定しないという意味であり、バランスヤとホイストを比較すると、後者のほうが汎用性に長けている。これは対象物にリンクアームがアプローチするバランスヤよりも、ワイヤーでアプローチするホイストのほうが柔軟性に優れ、自由度が高いためである。そこで、本研究においてはホイストをベースにポテンシャルを拡張させる改良を行うこととした。

一般にホイストは、ワイヤーの巻上機、巻上機を固定するフレーム、ユーザの操作を動作に変換する制御部で構成される。本研究では装置に可搬性を持たせるため、フレームは折りたたみ式とし、キャスターによる移動が可能な構造を採用した。これにより狭い作業スペースにも装置を持ち込め、また、屋外に持ち出すこともできる。巻上機は、動力として電動モーターを採用し、動力源には確保が容易な100V電源を採用することにした。一般に、電動ホイストの巻上機には電磁ブレーキが組み込まれている。また、ワイヤーを巻き上げるドラムと電動モーターの間には、減速機が組み込まれ、適切な速度と力で巻き上げられるようになっている。しかし本装置の場合、突発的な作業場での利用を想定するため、作業環境によっては不意の電源喪失が懸念されることから、電磁ブレーキ式は採用できない。そこで、減速機にセルフロック機能がある歯車を用いることで解決を図った。ここでは、不思議遊星歯車機構を採用した。

電動ホイストの操作は、押しボタン型操作コントローラを用いるのが一般的である。このため、ユーザは、ボタン操作による荷揚げ・荷下げの動作を視覚情報でしか得ることができず、きめ細やかな動作がしにくかった。

本装置では、装置とユーザの距離が従来のホイスより近くなることから、ユーザはこれまでよりも操作感を重視するようになると思われる。そこで、コントローラはワイヤーに取り付けて、操作者が自身の操作の効果を直接感じられる構造を採用した。この際、荷揚げ用ワイヤーとは別にコントローラからケーブルが出ていると操作の邪魔になると考えられることから、コントローラの操作信号を制御部本体に送る伝達方式には無線を採用した。

可搬重量は、人力のみで荷揚げされることがありうる重量として50kgと設定した。本装置はこのような作業を支援する目的で開発する。全体重量は、可搬重量の半分を目安として25kgに設定した。巻き上げ速度は、人の自然な腕の上げ下げ速度とほぼ同じになるように30mm/sと設定した。

3. 構成と試作、評価

本年度は巻上機と制御部が期待どおりの働きをするか評価する目的で原理モデルを試作した。

図1に模式図、図2に原理モデルの外観を示す。

荷揚げワイヤーに取り付けたコントローラは、マイクロコンピュータと送信用無線モジュールで構成される。制御部本体は、受信用無線モジュールとマイクロコンピュータ、およびモータドライバで構成される。巻上機は、モータと減速機、巻き上げドラムで構成され、モータ主軸延長線上に配置した。

試作した原理モデルを用いて、無線による制御の可否、ブレーキ機能、可搬重量、本体重量、巻上速度を評価した。その結果、無線による伝達方式であっても問題なく動作することを確認した。電源を与えなくても垂れ下がりがなかったことから、ブレーキ機能が働いていることを確認した。可搬重量は50kg以上であることを確認した。巻上機重量は8kgであり、制御部は1kgにも満たないことから、軽量に構成することができたといえる。最大巻上速度は36mm/sであった。

4. 考察

本研究で試作した装置は、設定した仕様を満たしていた。これにより、今後試作する装置は本装置の構造をベースに改良していけばよいと分かった。

なお、今回は、市販の標準部品を組み合わせて巻上機を試作した。このため、部品に余剰な部分が含まれている。この点を改良すれば、さらなる軽量化が可能であると考えられる。

一方、本試作で減速機に採用した遊星歯車は騒音が大きく、対策が必要であることも分かった。

今後は潤滑方法、歯車の形状精度、材料などを検討す

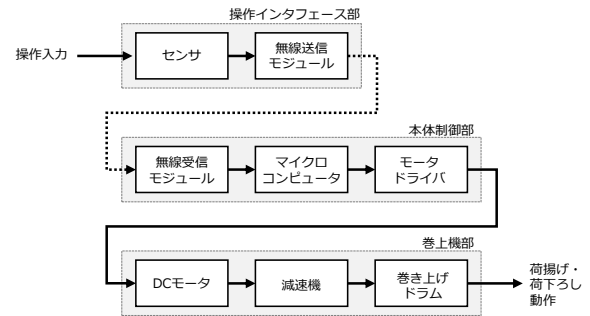


図1 システム構成

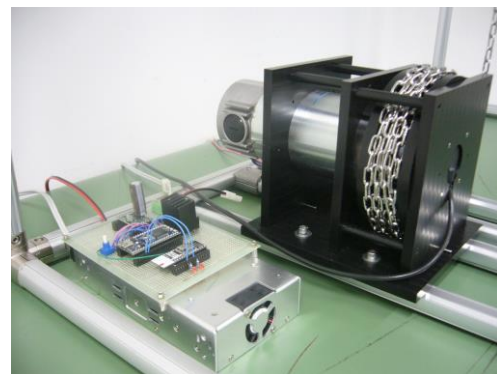


図2 原理モデル外観

る必要がある。

5. 結論

日常的に頻出する荷揚げ作業に適合する作業補助装置を開発するため、電動ホイスを基軸に、汎用性、可搬性、操作性を高める方法を検討し、仕様をまとめた。

また、原理モデルとして巻上機と制御部を試作し、能力を評価した。

その結果、要求仕様を満たしていることが分かった。

なお、本装置は最終的に、フレームを含めた一体物となる構想である。今後は、フレーム構造を検討するとともに、きめ細やかな制御を可能とする制御アルゴリズムを作成する予定である。

文献

[1] 日本機械学会編, 機械工学便覧β4 機械要素・トライボロジー, 日本機械学会, 2005.