

K4-61

可変ピッチプロペラを用いる実用的な吊り荷制振システムの開発

Development of a Vibration Control System using Variable-Pitch Propeller for Life-Size Suspended Load

杉本純一¹, 勝田拓道¹, 渡辺亨²Junichi SUGIMOTO¹Hiromiti KATUTA¹Toru WATANABE²

This paper deals with a study on a vibration control system using propellers for crane load. Vibration suppression of crane load suspended by hoisting rope is an important issue to speed-up crane operation. In this study, a novel vibration control system using propeller thrust as control forces is presented. The pitch of the propeller can be varied so that the attack angle of the propeller blade possess negative or positive. Changing the attack angle, the direction of thrust can be altered smoothly. The fundamental property of the system is discussed and conceptual design is developed.

1. 緒言

近年、流通の発展に伴う運搬の効率化や軽量化が社会的なニーズとして高まっている。クレーン運搬においても作業の効率化が求められており、その際の荷振れは問題となっている。振り子の運動はクレーンの運動にも応用でき、荷振れは荷の加速度が大きいほど、ロープが長いほど振幅は大きく、振れの周期は長くなる。すなわち、高速運搬は難しい。だが、本研究では荷の付近にプロペラを取り付け、荷振れをプロペラ推力によって制御する方法を考案した。プロペラは回りだしてから推力が発生するまで遅れがあるが、一方向に連続的な力を与えられる。したがって、周期が長く振幅が大きい大型のクレーンに適した制振装置だと考えられる。^{1,2)}

数多くの研究機関が研究を続けているが、荷の部分で直接制御する方法は現在も研究の余地があると考えられる。

そこで本研究では、プロペラ推力を利用したクレーンの荷振れの制振方法を考案した。これはプロペラを荷の付近に設置し、その推力によって荷振れを抑制しようという装置である。プロペラによる推力は、プロペラが回りだしてから最大出力が発生するまで遅れが生じて特性を持っているが、一方向に連続的な力を与えることができる。従って、長周期の振り子である大型のクレーンの吊り荷に対しては、その一周の間同一方向に長く制御力を与えられるためクレーンの荷振れ制御に適したものであるということに注目したものである。

2. 可変ピッチプロペラを利用した実大吊り荷振動システムの設計

2. 1. 可変ピッチプロペラを利用した実大吊り荷振動システムの設計の目的

装置の実用化、すなわち大型クレーンの荷振れやヘリコプターによる人命救助の際の振動現象などの振動制御を目指すのならば、より実物大サイズに近づけての実験を試みる必要がある。

そこで、人が実際に乗るブランコ程の大きさのものの振動制御を試みるため、そのためのプロペラ設計、製作を行う。

2. 2. プロペラの設計

Fig2-1 の図中の実線は回転中のプロペラピッチを 0 から最大にしたときの、点線は最大ピッチのプロペラを回転速度 0 から回した時のそれぞれの推力である。

固定ピッチではなく可変ピッチを採用した理由は、Fig2-1 からわかるようにプロペラ推力の立ち上がり遅れをできるだけ無くすことができ、より効率良く振動制御ができるからである。ピッチの変更はプロペラの主軸内部で行うように設計する。モーターによる回転運動を直線運動に変換し、ピッチを変更する。また、モーターの回転を止めずに推力を切り変えるのでエネルギー効率が良くなるという利点もある。

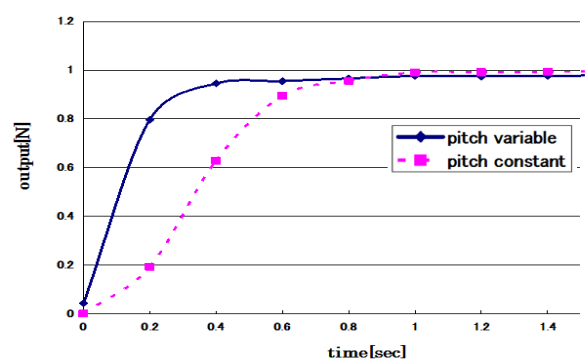


Fig2-1 Leading edge of propellers thrust

Fig2-2 は主軸の内部にあるピッチ変更機構である。A は回転せず、直線運動する。B はペラとつながっていて、常に回転している。A が軸方向に行ったり来たりすることにより、B が回転しながら動かされ、結果回転しながらピッチを変更できることになる。

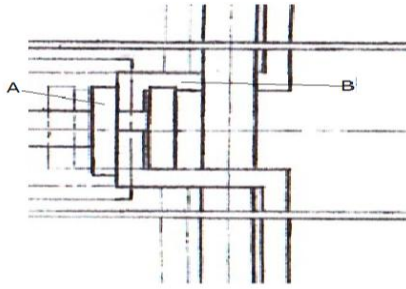


Fig.2-2 Mechanism for variable pitch

しかし摩耗や潤滑の問題から、B の部分の形状を再検討し、Fig.2-3 のように変更した。なお、今年度より設計は 3DCAD ソフトの Pro/ENGINEER Wildfire5.0 を用いて行っている。

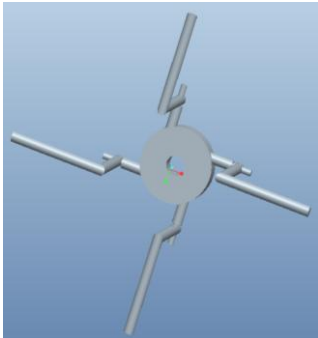


Fig.2-3 Improved mechanism for variable pitch

また、これを踏まえて全体の詳細設計を行った。その全体図を Fig2-4 に示す。

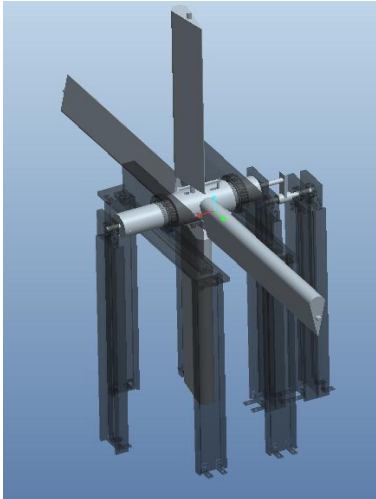


Fig.2-4 Outlook of variable pitch propeller system

2. 3. 翼の設計

今回製作する実験装置は振動方向によって推力の発生方向を切り替える機構であり、推力の方向が変わっても等しい力が得られる必要がある。したがって、通常のプロペラ翼にはねじりがついているが、ねじりをつけない翼を設計する。同様の理由で翼の断面形状も対称翼に設計する。作成した翼のモデルを Fig2-5 に示す。

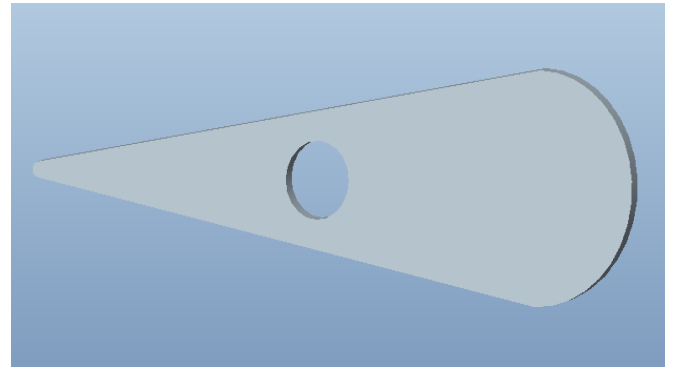


Fig2-5 Sectional view of propeller blade

2. 4. ハウジングの設計

外枠に装置を取り付けた図を Fig2-6 に示す。ハウジング全体を板材で設計していたが重量が内部のプロペラ装置よりも大きくなってしまいう問題から軽量化のために薄いフレームを使って設計している。想定重量は 80[kg]である。

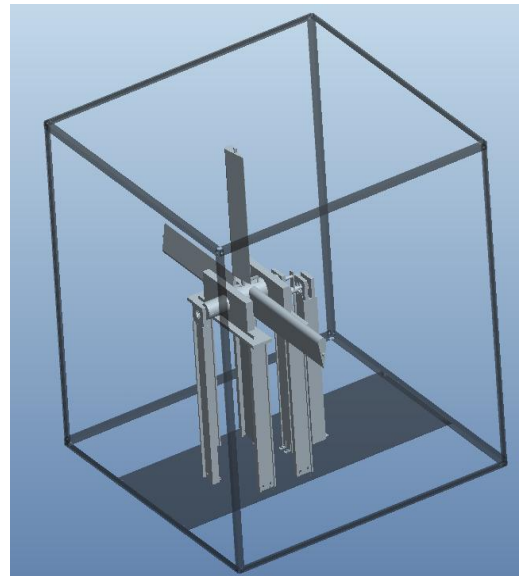


Fig2-6 Housing of propeller

3. 結言

クレーン吊り荷の振動を制御するために、プロペラを用いた制振装置を提案した。実大クレーン吊り荷に対して適用可能なスケールの可変ピッチプロペラの機構の全体システムの詳細を 3DCAD を用いて設計を行い製作に必要な図面を作画した。

4. 今後の展望

実際に実験するため、プロペラ機構の強度設計など、細部の設計をし、製作を行う。

5. 参考文献

- 1) 背戸一登, 丸山晃市, 『振動工学』, 森北出版, (2002.10)
- 2) 長尾弘, 岡野道治, 『振動工学』, 理工図書, (1991.4)