

倪 慶清・井上直文

目的別テーマ：高品位生産システムの確立

17年度研究テーマ

17-6-23：カーボン繊維複合化による高性能 CFRP ばねの製造技術の開発

ABSTRACT

Carbon Fiber Reinforced Plastics (CFRP) expands its applied scope and is used in various fields including sporting goods. Because CFRP is lightweight and has high elastic modulus and high intensity, it seems very suitable for spring material. However, CFRP coil spring usually does not have enough spring rate and has not been used in practical applications. In this paper, we proposed two improved manufacturing methods, which are called as "one way winding" and "one way winding and additional residual stress". These methods succeeded to increase spring rate of CFRP coil spring, especially for the "one way winding and additional residual stress" method, it shows about 200% increment on spring rate.

研究目的

本研究では、CFRP が軽量で高強度・高弾性率を持つ材料でありながら、コイルばねに適用されないことに着目し、その原因を CFRP 製コイルばねの絶対的な性能が不足しており、CFRP をばねに適用する明確なメリットがないからと考えた。そこで、CFRP でばね素線を作製するにあたって、CFRP ならではの工夫を施すことを考え、従来の方法で作製された物よりも高いばね定数をもつ CFRP 製コイルばねの作製と性能評価を行う。

一年間の研究内容と成果

巻き線法で作製されたばね素線によるコイルばねのばね定数を向上させるには、

- (1) 層間の接着力を高めて、材料として強度を高める。
- (2) 横繊維の配向方向を工夫する。
- (3) 残留応力を付与し、応力を相殺する。

といった方法が考えられる。

(1)の方法はオートクレーブを使用して、高温・高圧下で成型することで実現が可能である。他に、成型前に熱収縮チューブを素線に被覆させ、熱でチューブが収縮する圧力によって層間の接着力を高める方法もある。

ここでは(2)と(3)の方法でばね定数を向上させることを考案した。その結果、CFRP コイルばねにおいては、コイル状に成型した後の使用段階で予想される変形方向と同方向の変形を、素線に予め加えることによって実現される。従来の巻き線法では、ある方向に素線を変形させたとき、横繊維の緩む層と締まる層ができ、残留応力を効率よく付与することができない。一方で、横繊維の巻き付け方向を統一すれば、全ての層で横繊維が締まるようでき、より大きな残留応力を付与できる。このように、CFRP コイルばねにおける素線への残留応力の付与は、横繊維の巻き付け方向の統一と非常に相性が良く、残留応力による変形応力の相殺と、素線の構造による変形抵抗を合わせてばね定数の向上を図れることが明らかにした。

展望

今後の展望として、炭素繊維の種類やエポキシ樹脂のグレードによる CFRP コイルばねへの適性や、繰り返し試験などによって耐久性を調べる必要があり、その上で応用展開が期待される。