

CFRP 製環状ばねの製作と基本特性評価

○西川 康博^{*1)}、佐野 宏靖^{*1)}、小船 諭史^{*2)}

1. はじめに

最近、自動車などの車両や航空機では、主として燃費向上を目的とした軽量化が図られており、ばね等の機械要素についても軽量化が求められている。炭素繊維強化プラスチック（CFRP）は、比強度・比剛性に優れるだけでなく、金属材料と比較して振動減衰性に優れ、撓み易いという特徴を有するため、CFRP を素材としたコイルスプリングなどが考案されている。しかし、その製作工程は複雑であり、また、費用対効果の面からも実用化された事例は見られない。本研究では、簡易な製作工程により CFRP の優れた機械的特性を生かした環状ばねを製作した。ばね定数・耐久性等の基本特性の評価および破壊挙動の把握を行った上で、実使用条件について検討した。

2. 実験方法

材料には炭素繊維とエポキシ樹脂からなる CFRP-UD プリプレグシート（PYROFIL TR380G250、三菱レイヨン（株）製）を用いた。プリプレグシートをマンドレルに所定回数巻き付け、電気炉内で 80℃×1.5 時間、さらに、135℃×2.5 時間加熱し、形状が異なる 2 種類の CFRP パイプを成形した（Type-L40 および Type-L20 と呼ぶ）。ダイヤモンド工具を用いて各 CFRP パイプを幅 20mm ごとに切り出した。図 1 に環状ばね（治具を含む）の様子を示す。

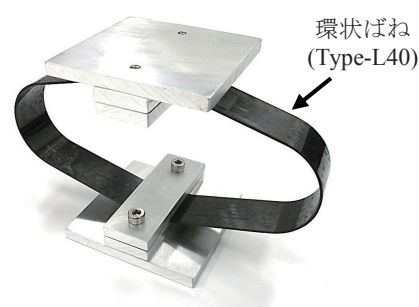


図 1. 環状ばねの様子

ばね定数の測定には万能材料試験機（AG-100kNX、（株）島津製作所製）を用いた。試験は変位制御で行い、変位速度は 5mm/min とした。また、繰り返し荷重に対する耐久性を評価するために疲労試験を行った。試験にはリニアモーター式疲労試験機（ElectroPuls E1000、INSTRON 製）を用いた。試験は荷重制御で行い、波形を正弦波、周波数を 3Hz、荷重比を 0.1 とした。

3. 結果・考察

図 2 に Type-L40 と金属製コイルスプリング（材質：SWAP-A、線径：4mm、ばね径：40mm、巻数：5.5、高さ：60mm）の荷重-変位線図を示す。図に示すように、両ばねのばね定数は同じであるが、質量においては、Type-L40 は 9.34g、金属製コイルスプリングは 89.1g となり、Type-L40 の方が約 9 倍軽量であることが分かった。また、疲労試験の結果、各環状ばねともに耐荷重の約 65%の繰り返し荷重であれば、100 万回の繰り返しにも耐えることが分かった。破壊の起点は円弧部の内側であった。これは、炭素繊維の圧縮強度の低さ、成形時の繊維配向のゆがみに起因すると考えられる。

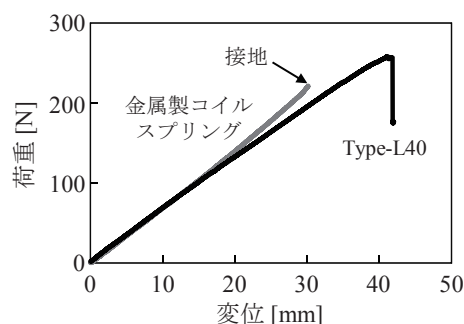


図 2. 荷重-変位線図

4. まとめ

軽量の CFRP 製環状ばねを製作し、そのばね定数や繰り返し荷重に対する耐久性について評価した。今後は、破壊箇所を改善し、耐久性をさらに向上させ、実用化を目指す予定である（実用新案『炭素繊維強化樹脂製環状ばね』・実願 2013-1673）。

*1)電子・機械グループ、*2)実証試験センター