

1. 緒言

複合材料は、強化材と母材(マトリックス)からなり、2種類以上の材料を組み合わせることで単独では持ちえない特性を持たせることが可能である。強化材に炭素繊維を用いた炭素繊維複合強化材料(CFRP)は金属より高い比強度を持ち、軽量かつ高強度であることを必要とする航空分野や、スポーツ用品などに使われている。

本研究では CFRP が導電物質であることに注目し、本材料に自己治癒機能付与について検討した。すなわち、材料に電流を流すことで、電流密度の集中する欠陥や、き裂先端付近を局所的に加熱することが可能であるならば、さらに熱可塑性樹脂などの複合化により、これらを修復することが可能であると考えた。そこで人工的にき裂や欠陥を導入した試験片に電流を流し、その温度上昇について調査した。

2. 実験方法

用いた材料は東邦テナックス社製の CFRP(板厚 2mm)で積層構成は $[0^\circ / 90^\circ / 0^\circ]_s$ 、各層の体積割合は、 0° 層 : 90° 層 = 75 : 25 である。機械的特性を調べるため、図 1 に示した試験片を作製し、万能試験機を用いて引張り試験を行った。引張り速度は 0.5mm/min とした。なお、主繊維方向を長手方向に切出したものを 0° 材としている。

120mm × 30mm の 90° 材試験片に片側長さ 15mm、幅 0.4mm のスリットを付け、側面のき裂をまたぐ 2 点間に電圧 1.8V を負荷した。そして、き裂縁およびその延長線上の温度を測定した。また 100mm × 10mm の 0° 材試験片に層間剥離状欠陥(長さ 8mm)を導入し、剥離部を開口させた状態で、き裂端部に電圧をかけ同様に温度を測定した。

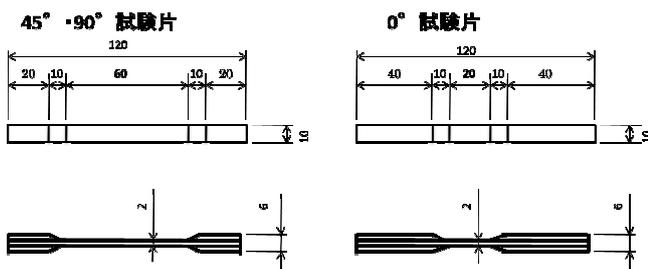


図 1. 引張り試験片形状

3. 実験結果および考察

3-1. 引張り試験

各方向の応力-ひずみ線図を図 2 に示す。 0° 材の強度および伸びが著しく大きく、 90° 材に比べそれぞれの約 4 倍の値を示す。

3-2. 昇温特性

スリット状き裂の縁およびその延長線上での温度分布を図 3 に示す。導線を銀ペーストで接着した電極を用いたが、電極部での温度上昇を防ぐことができず、電極部から離れるにともない温度が低くなる分布となっている。き裂先端部で若干の温度上昇がみられるものの、期待した昇温効果は得られな

かった。

剥離状欠陥についての測定結果を図 4 に示す。欠陥縁で温度分布が不連続となるが、その部分で温度が上昇する挙動には至らなかった。

有限要素解析により、連続体として、電流密度分布を解析した結果では、スリットが存在する場合約 5 倍の電流集中となるが、CFRP は導電体である繊維が不連続であり、当初考えたような局所的加熱は達成できなかった。

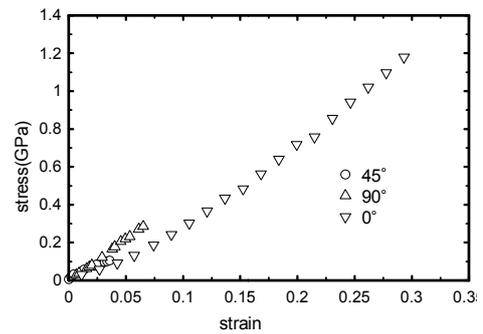


図 2. 応力-ひずみ線図

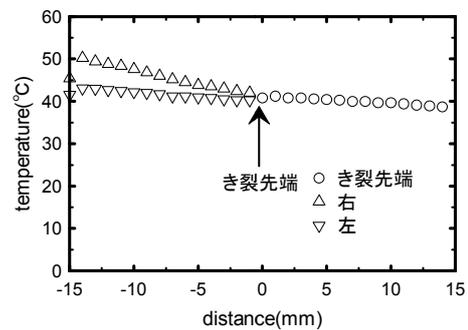


図 3. スリットき裂の温度分布

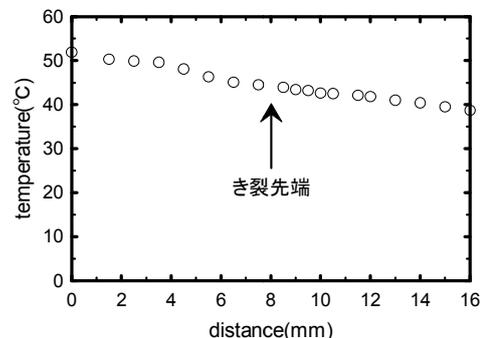


図 4. 層間剥離状の温度分布

4. まとめ

比較的大きなき裂と剥離状欠陥を有する CFRP に通電させ、局所的に加熱をさせることを試みたが十分な昇温効果は得られなかった。

(参考文献省略)