

自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィ法

気体を断熱膨張させるとその温度は下降し、断熱圧縮すればその温度は上昇する。固体の場合にも弾性範囲内で応力を急激に作用させ、変形が断熱的に行われる場合には、同様の温度変化が見られる。すなわち、固体に引張応力が作用すればその応力変動に比例した温度降下が、逆に圧縮応力が作用すればその応力変動に比例した温度上昇が生じる。この現象は、熱弾性効果と呼ばれている。また、熱弾性温度変動の分布を赤外線サーモグラフィで計測し、これに基づき応力分布を計測する手法は、赤外線応力測定と呼ばれている。熱弾性温度変動に基づく赤外線応力計測においては、赤外線計測ノイズ（25mK程度）と同程度あるいはそれ以下の微小な温度変動の計測が要求される。このため、これまでの赤外線応力計測では、被測定物に取り付けたひずみゲージなどから得られる荷重変動信号を外部から取り込み、これを参照信号として用い、ノイズを含む時系列赤外線計測データから参照信号に同期して変動する成分のみ

を抽出する処理（＝ロックイン処理）を行うことによりSN改善を行っていた。しかしながら、現場における鋼構造物の遠隔計測においては、このような荷重変動に関する外部参照信号を用いることは容易ではなく、仮にできたとしても遠隔からの非破壊・非接触な計測ができる赤外線サーモグラフィ法の利点が損なわれることになる。そこで、荷重変動に関する参照信号を外部入力せずに、時系列赤外線計測データの計測視野内の一部領域から自己生成させ、これを参照信号としてロックイン処理を行う手法を開発し、自己相関ロックイン法と名づけた。さらに、自己相関ロックイン処理のアルゴリズムとして、最小二乗近似に基づく手法を用いることにより、実橋梁に対する輪荷重載荷のような、ランダムな荷重変動の下で得られる温度変動に対しても自己相関ロックイン処理を行い、参照信号を生成した点に対する相対応力値の変動分布を求めることができるようにした。

神戸大学大学院 工学研究科 阪上 隆英

FRP

繊維強化プラスチック（Fiber Reinforced Plastic：FRP）は、樹脂を繊維で強化した複合材料である。樹脂や繊維の種類によって、力学的特徴や耐久性等の特徴が異なる。FRPは、使用した繊維の種類によって、カーボン繊維は「CFRP」、アラミド繊維は「AFRP」、ガラス繊維は「GFRP」と呼ばれる。炭素繊維は弾性係数や引張強度が最も大きい、アラミド繊維は弾性係数等で劣るが最も軽量、ガラス繊維は最も弾性係数等が小さくて弾性変形しやすく最も重いが安価といった特徴がある。繊維は、連続繊維のまま使用する他、不織布状のコンティニューアスストランドマット、織物状のロービングクロス等に加工して使用される。FRPは、内部の繊維方向によって力学的強度の異なる「異方性」を示す。

FRPのマトリックス部分には高分子化合物の樹脂が使われ、成形時に加熱硬化させる熱硬化性樹脂が多く用いられる。土木分野では、安価で耐食性に優れる不飽和ポリエステル樹脂（UP）、機

械的性質と耐アルカリ性に優れるビニルエステル樹脂（VE）、機械的性質に優れるエポキシ樹脂（EP）が使用されている。FRPは、強い光により樹脂表面が劣化する「樹脂やせ」、水の浸透による強度低下、ガラス繊維の耐アルカリ性などの耐久性の問題があり、樹脂の選定や保護塗装などの対策が行われている。

FRPは、高強度、耐食性、耐熱性、造形性、弾力性などの特徴を活かし、幅広い分野で使用されており、土木分野においても構造部材や補強材等に使用されている。例えば、構造部材の歩道橋等では、GFRPの使用事例がある。主桁等の大型部材は、樹脂を含浸させた繊維を手作業で積層後に加熱硬化する「ハンドレイアップ」で成形され、通常寸法部材は、形状や機械的強度が一定の品質で成形される、引き抜き装置により樹脂を含浸した繊維を連続的に金型へ導入して加熱硬化する「引き抜き成形材」が用いられる。

国総研 道路構造物管理研究室 玉越 隆史