

V-134 損傷があるコンクリート構造物外壁面の熱赤外線センサによる観測

日本大学生産工学部 柳内陸人

1. まえがき

近年、コンクリート構造物壁面を熱赤外線センサで観察して、その劣化および損傷の状態を判読した事例が多い。このような判読の進展は、物体の表面状態に応じた熱赤外線の放射および反射の状態を熱赤外線センサにより詳細に観察できるようになったことに起因している。コンクリート構造物壁面の劣化や損傷の状態は、剝離、ひび割れ、鉄筋露出およびモルタル補修部などで代表されるが、本報告は、これらの状態が日射や周辺気温に追従してどのように変化するかを、熱赤外線センサで観察された熱画像を用いて解析した結果を示したものである。

2. 熱赤外線センサによる観察概要

観測対象物は、築後約30年を経過したRCコンクリート建築物の西向き塔屋外壁面である。観測対象の外壁面(縦1.7m×横1.7m)は、写真-1および図-1に示すように剝離、ひび割れ、鉄筋露出およびモルタル補修部などの劣化や損傷部分が目視によっても明瞭に識別できる断面である。観測に利用した熱赤外線センサは、観測外壁面の表面温度変化が約20~50℃の範囲であることから、遠赤外線波長域(8.0~12.0 μ m)に応答波長域を持つセンサを使用した。熱赤外線センサによる観測条件は、晴天の日没前16時から曇天に変化した翌日の日の出を含む16時までの24時間であり、外壁面から直角に4.3m離れた位置から一時間毎に観測した。なお、外壁面周辺には約0.5m/sの風が観測中一定方向から吹いていた。また、剝離部には、その内側に鉄筋があることが表面温度観測後の調査で確認された。

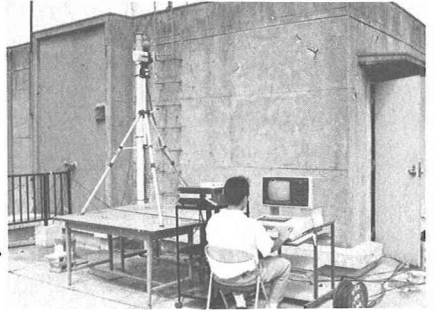


写真-1 熱赤外線センサによる外壁面の観測状況

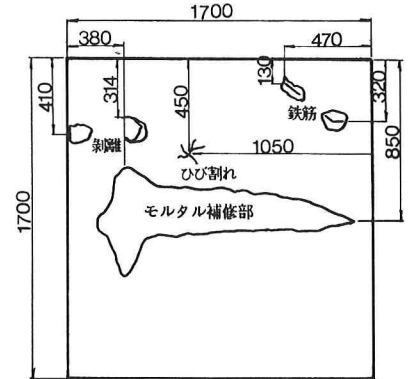


図-1 外壁面観測範囲内の目視による損傷状態

3. 熱赤外線センサで観測された熱画像

24時間観測された外壁面の熱画像の中から、日射輻射熱や外気温が一日の中で最も変化と思われる日没(18時02分)前後の16時00分および19時00分、日の出(5時14分)前後の5時00分および10時00分および温度変化の少ない真夜中(2時00分)観測した熱画像を写真-2(a)~写真-2(e)に示した。実際の熱画像は、カラー表示により測定断面内の表面状態に応じた表面温度分布が明瞭に識別できるようになっているが、本写真はモノクロカラーで表示されている。各熱画像に現れている高温部および低温部が混在する表面温度分布を比較すると、剝離、ひび割れ、鉄筋露出およびモルタル補修部などの位置に高温部低温部の温度分布パターンが顕著に現れたのは日没後の熱画像であるとともに、温度変化を顕著に示すのは日没後の熱画像であることが認められた。

4. 熱画像から解析した劣化および損傷部の表面温度変化

外壁面の熱画像から剝離、ひび割れ、鉄筋露出およびモルタル補修部における表面温度を観測時毎に計測し、その時間変化を調べた。熱画像中の任意の温度は、計測位置を中心とした横16画素×縦12画素の範囲(実断面上では10cm×10cmの範囲)輝度値ヒストグラムを画像解析装置を利用して作成し、そのヒストグラム

から求まる平均輝度値から算定した。

図-2は、外壁面に接する外気温度ならびに熱画像から計測した剝離、ひび割れ、鉄筋露出およびモルタル補修部の24時間温度変化を示した。外壁面が日射を受けている16時においては、日射の影響で各部の温度は、一様に高く各部の差異が少ない。しかし、日没および日の出後においては、各部の温度に差異が生ずることが認められた。

図-3は、観測外壁面内健全部に対する剝離、ひび割れ、鉄筋露出およびモルタル補修部が示す表面温度との差の24時間変化を示した。健全部と

各部が示す温度差の時間変化曲線は、日没時に負となり、後に徐々に上昇する特徴的な形状となっている。なお、損傷箇所との温度差を求めるための健全部とは、測定対象とした外壁面で鉄筋や損傷がなく温度変化が少ない箇所である。この図から、ひび割れ部を除く各部の日没後および日の出後の温度は、各部の熱伝導率の差異に対応しており、熱伝導率が高い箇所ほど日没後の温度低下および日の出後の温度上昇は大きことが認められた。さらに、ひび割れ部の温度変化は、外気温度による影響が大きいと考えられる。

以上の結果から、日射や外気に曝された劣化や損傷が生じているコンクリート構造物外壁面を熱赤外線センサーで連続的に観測すると、外壁面の劣化および損傷部と健全部が示す温度差の時間変化曲線により、これを識別できることが分かった。

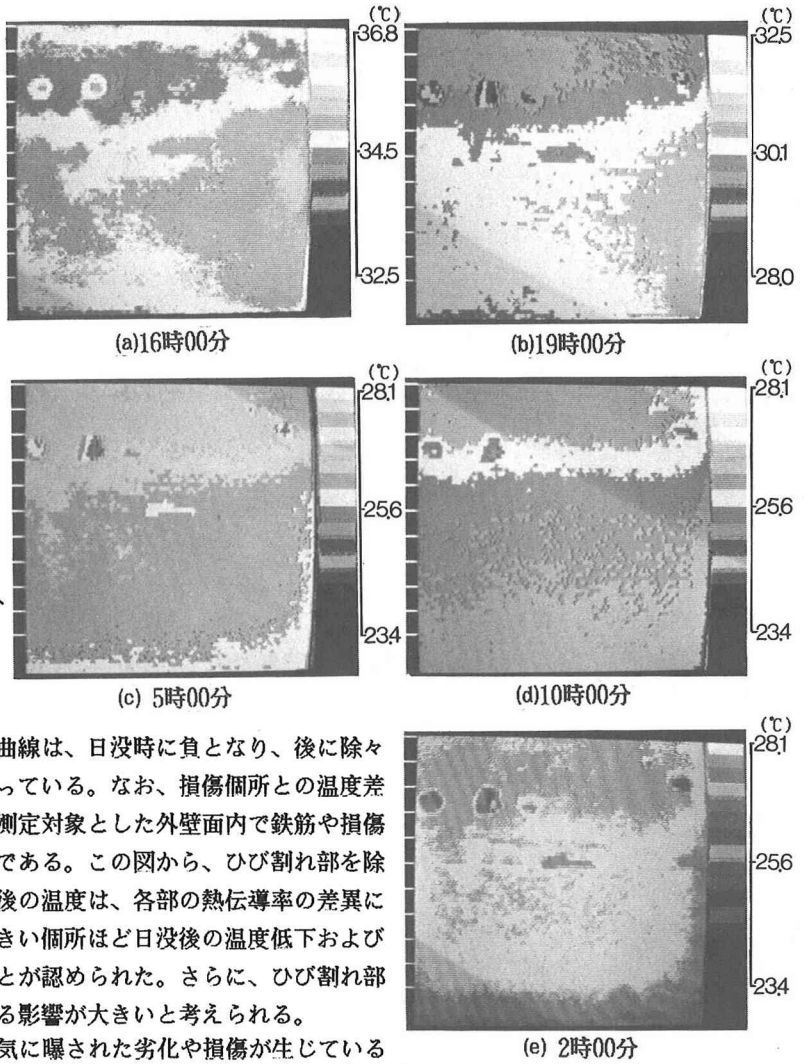


写真-2 24時間観測による表面温度分布画像

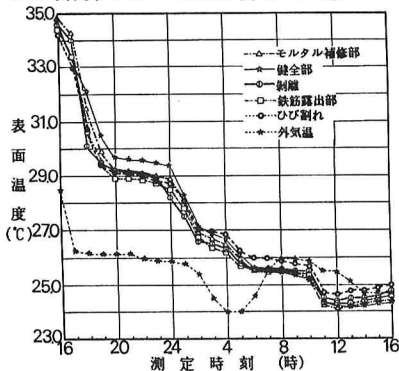


図-2 24時間観測した外壁面内の損傷の表面温度変化

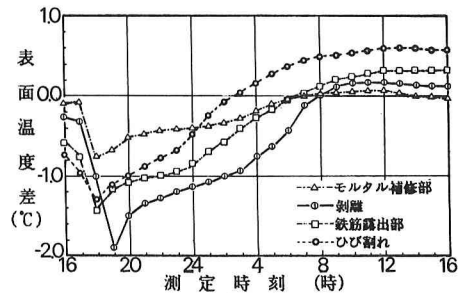


図-3 健全部と損傷部との表面温度差の経過時間変化