

熱赤外線カメラによる構造物の風化、劣化に関する基礎的研究

九州共立大学工学部 学生員○東條昭義

正 員 亀田伸裕

正 員 園田裕虎

1. まえがき

近年、岩盤斜面の崩壊予知や建物外壁材やモルタル吹き付け斜面の健全度診断、あるいはコンクリート構造物の風化、劣化に対する予知予防対策として、赤外線サーモグラフィが盛んに使われるようになった。リモートセンシング技術は簡便な調査手法で今後、さらにニーズが高まると考えられる。そこで、今回は、熱赤外線カメラを用いて土木、建築関係への適用性を探ることを目的として、屋外におけるコンクリート構造物の風化、劣化に関する基礎的実験を行ったので報告する。

2. 実験方法

コンクリート構造物の風化、劣化実験として、建築後17年経過している九州共立大学西学舎5階屋上の亀裂がかなり入った風化部分と健全部を対象に、7階教室に設置した熱赤外線カメラで朝から夕方まで1時間毎に観測し、その結果をサーモトレーサーに記録し、同時に屋上に設置したT型熱電対で30分毎に表面温度を測定した。その時の測定放射率 $\epsilon = 1.00$ と設定し、温度測定箇所は、風化部3ヶ所(A、B、C点)健全部3ヶ所(D、E、F点)の計6ヶ所を設けた。その場所の特徴は以下の通りである。

風化部 A: コンクリート表面がかなり剝離し、クラックが見られる。

B: 表面剝離はA点ほどではないが、非常に長いクラックが見られる。

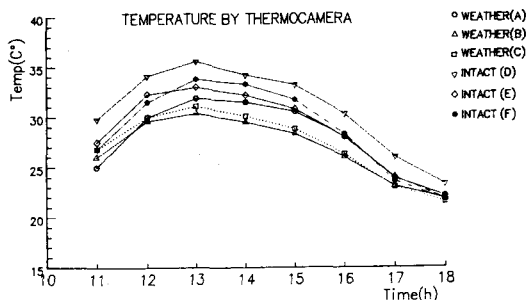
C: 表面剝離がA、B点より少ないが、クラック幅がA、B点より大きい。

健全部 D、E、F: 屋上の梁が入っている部分上で、表面剝離は見られない。

また、構造物の強度劣化を調べるため、上記の6ヶ所について弾性波試験を実施した。

3. 実験結果

図・1は西学舎屋上の風化部について、11月に測定した朝10時から18時までの熱赤外線カメラによる結果を、コンピュータ処理して求めた風化部と健全部6ヶ所についての温度分布を示したものである。これによれば、朝方は健全部、風化部ともにあまり温度差がないが、太陽の熱放射を受けるにつれて、両者とも温度が上昇していくが、健全部の温度上昇が風化部に対して大きく、昼13時の時点では健全部の最高温度が約33～35度、風化部の最高温度が約29～31度となり、その温度差が4°程度になることが分かる。13時を過ぎると、健全部、風化部ともに温度は低下し、18時には温度差がほとんど無くなり、温度は約22度であった。このことから、最高点と最低点の温度差は健全部が大きく、風化部が小さいことが分かる。また、図・2は上記の結果から、1時間毎の温度勾配を求めたものである。これより、健全部で2.2



図・1 サーモカメラによる温度分布

4~2.46° /時、風化部では1.72~1.96° /時程度で、健全部の温度勾配が風化部に比べて大きいことが分かる。また、熱電対を用いて測定した結果も同様の傾向が見られた。

次に、表・1は健全部と風化部の5ヶ所(F点の表面がかなり雑で測定不能)について、ウルトラソニスコープを用いて、測定間隔を3種類に変化させ、測定した時の平均の弾性波速度結果を示している。これによれば、健全部の弾性波速度は平均で1930m/sec程度で、風化部の速度は平均で1798m/secと遅く、特に風化の激しい点cではクラックの影響もあって1699m/secと非常に遅くなっていることが分かる。

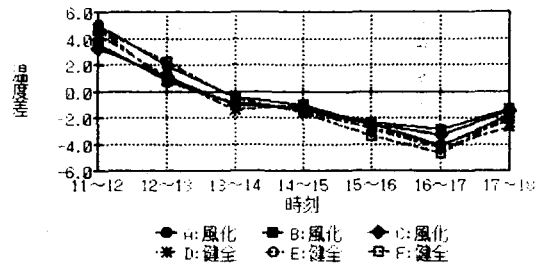
一方、図・3は過去に筆者らが行った岩石のボーリングコアの間隙率と弾性波速度および間隙率と一軸圧縮強度との関係を示している。これから、含水状態を一定と考える場合は、間隙率が大きくなることは、材料内の空隙が大きくなることであり、このため弾性波速度が遅くなり、また一軸圧縮強度も低下すると推測される。従って、コンクリートや岩石などの材料の風化、劣化による温度勾配は間隙率と密接な関係があるものと推測される。

4. まとめ

今回、熱赤外線カメラを用いた風化、劣化の基本的実験では、健全なコンクリートの方が風化部に比べ、最低温度と最高温度の温度差が大きく、温度勾配も大きいことが分かった。また、含水状態一定と考えると、間隙率が大きいと空隙も大きくなり、このため弾性波速度および一軸圧縮強度が低下すると推測され、このことから材料の風化、劣化と間隙率とは密接な関係があると推測される。従って、今後の問題として、これらの関係をさらに明確にする必要があろう。

参考文献

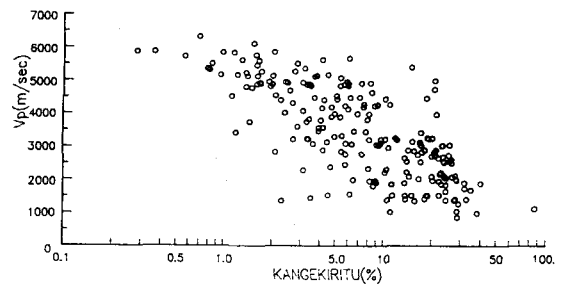
1. 熱赤外線リモートセンシングの技術と実際
2. 森北出版：コンクリート構造物の非破壊検査



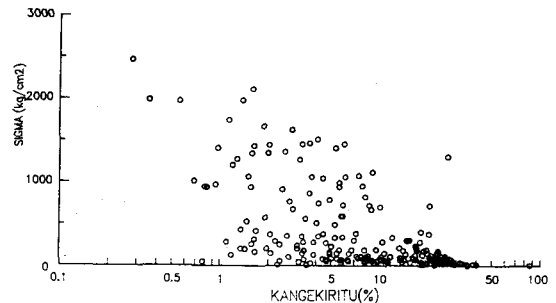
図・2 サーモカメラによる温度勾配

表・1 弾性波速度試験結果

測定場所	弾性波速度 m/sec
風化部 A	1 8 8 1
B	1 8 1 5
C	1 6 9 9
健全部 D	1 9 4 5
E	1 9 1 6



図・3 (a) 弾性波速度と間隙率の関係



図・3 (b) 一軸圧縮強度と間隙率の関係