

鉄筋腐食環境評価を目的とした コンクリート内部の温湿度分析手法

SATテクノロジー・ショーケース2023

■ はじめに

鉄筋コンクリート造(以下、RC造)建築物は、鉄筋が腐食する(錆びる)ことで耐震性の低下やコンクリート片の落下等の問題が生じると考えられる。このことから鉄筋腐食の進行をいかに予測・制御するかがRC造建築物を維持管理する上で重要となる。鉄筋腐食の原因としては、従来コンクリート中に含まれる塩分(塩害)やコンクリートのアルカリ性低下(中性化)について多くの研究がなされてきた。しかし、近年の実地調査の結果からコンクリート中の水分状態も鉄筋腐食の進行を決定づける重要な要素であることが再認識されつつある。

コンクリートは吸水性・保水性を有する多孔質材料であり、その水分状態は外部環境(気温、湿度、降水、日射等)により大きく変動する。本研究ではコンクリート内部の温湿度の測定結果を分析することにより、内部水分量(含水率)の変動を推定する手法を提案することを目的として検討を行った。

■ 実験・考察

1. コンクリート試験体の屋外曝露試験

一辺150mmの立方体のコンクリート試験体を作製し、この内部に小型温湿度データロガーを設置(表面からの深さ10mm, 50mm)したうえで、茨城県つくば市内の屋外曝露試験場に曝露した。試験体の一部については、建築物で一般的に用いられる仕上塗材(薄塗材E, 防水形複層塗材E)により表面を被覆している。なお、試験場の写真および試験期間中(2018年12月～2019年5月)の気温および湿度は図1に示すとおりである。

2. コンクリート内部の温湿度分析手法

コンクリート内部の湿度は、含水率および温度により変動することが知られている。以下では、コンクリート内部の湿度の測定結果から、温度による変動成分を分離することで、含水率による変動成分を推定する手法を検討することとした。推定にあたっては、コンクリート内部の湿度が各成分の和によって表現できると仮定して以下のように定式化した。また、時系列分析の一種である状態空間モデルにより各成分のパラメータを推定した。

$$y_t = x_t^{(1)} + \beta_t x_t' + x_t^{(2)} + v_t$$

ここに、 t :測定時刻、 y_t :時刻 t におけるコンクリート内部の湿度、 $x_t^{(1)}$:時刻 t における含水率変動成分、 $\beta_t x_t'$:時刻 t における温度変動成分、 $x_t^{(2)}$:時刻 t における時間差変動成分、 v_t :時刻 t における観測ノイズ。

3. 分析結果と考察

分析結果を図2に示す。まず、被覆がない場合については(図2上)、日平均湿度が85%～100%の間を大きく変動していることが分かる。この変動は、降水によってコンクリートが吸水し含水率が上昇するために生じていると考えられる。推定された含水率成分は日平均と概ね同じ値を推移しており、上記の湿度変動要因と矛盾しない推定結果が得られている。次に被覆がある場合については(図2下)、被覆がない場合に比べて日平均湿度の変動は小さく70%前後を推移し60日以降徐々に上昇しているのに対し、推定された含水率成分は当初の70%からわずかに低下していることが分かる。被覆がある場合、降雨による吸水は抑制されるため徐々に乾燥が進行し含水率は低下していくと考えられ、被覆がある場合についても妥当な結果が得られていると考えられる。上記のように、本手法によりコンクリート内部の温湿度を分析することで、より正確にコンクリート内部の水分状態を把握することが可能になると考えられる。

■ まとめ

鉄筋腐食環境評価を目的としたコンクリート内部の温湿度分析手法について検討を行った。今後は実際の構造物において本手法を適用し妥当性について検討する。

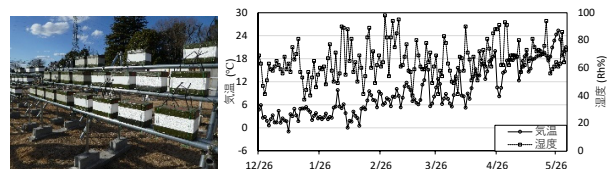


図1 試験場(左)および試験期間中の気温、湿度

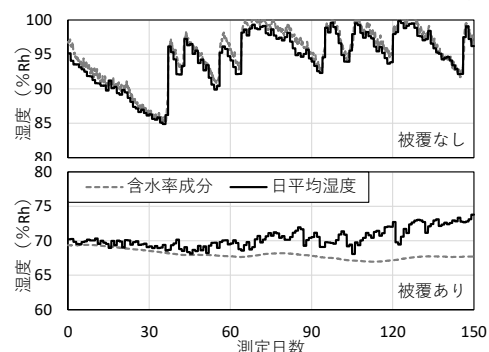


図2 コンクリート内湿度の日平均および分析結果

代表発表者 中田 清史(なかだ きよふみ)
所 属 国立研究開発法人 建築研究所
材料研究グループ
問合せ先 〒305-0802 茨城県つくば市立原1番地
TEL:029-879-0653 FAX:029-864-6772
nakada@kenken.go.jp

■キーワード: (1)コンクリート内部の温湿度
(2)屋外曝露
(3)鉄筋腐食環境

■共同研究者: 松沢晃一(建築研究所)
鹿毛忠継(建築研究所)