

乾燥収縮による表面ひび割れ発生程度と透気試験結果の関係に関する検討

飛島建設	建設事業本部	正会員	○寺澤 正人
飛島建設	建設事業本部	正会員	楨島 修
飛島建設	建設事業本部	正会員	川里麻莉子
東北大学大学院		フェロー	鈴木 基行

1. はじめに

筆者らは、埋設型湿度センサによるコンクリート表層内部の相対湿度測定、透気試験、蛍光エポキシ樹脂含浸によるひび割れ観察、湿気移動解析等の適用を通じて、乾燥収縮によるひび割れ発生程度の予測・評価手法の確立化に向けた研究を進めている。これまでの研究において、コンクリート表層の乾燥収縮に伴うひび割れと透気試験結果は関係が深く、透気試験によって乾燥収縮による表面ひび割れの発生程度を把握できる可能性¹⁾や湿気移動解析により求められるひび割れ指数によって乾燥収縮による表面ひび割れの発生程度を予測できる可能性²⁾を確認している。しかし、過去の研究においては一連の時系列試験の試験完了段階においてのみ、蛍光エポキシ樹脂含浸によるひび割れ観察を実施していた。本研究では、乾燥環境に静置した供試体を用いて、コンクリート表層内部の相対湿度測定を実施しながら、時系列的に透気試験を実施した後に蛍光エポキシ樹脂含浸によって、ひび割れの発生程度を観察し、乾燥収縮による表面ひび割れ発生程度、コンクリート表層内部相対湿度、水分率及び透気試験結果の関係に関して検討した。

2. 試験法概要

普通ポルトランドセメントを使用した水セメント比 $W/C=54.3\%$ 、単位セメント量 $C=304.0\text{kg/m}^3$ 、単位水量 $W=165.0\text{kg/m}^3$ のコンクリートを使用して、寸法 $150\times150\times150\text{mm}$ の供試体を複数作製した。供試体の養生は材齢 5 日における脱枠の後、気泡緩衝シートによって材齢 28 日まで封緘養生を実施した。供試体は、養生完了後、材齢 189 日まで相対湿度 60%、材齢 280 日まで相対湿度 40%の環境下に、以後材齢 393 日（乾燥開始から 365 日）までは室内自然環境下に静置した。作製した供試体のうち 1 体では、図-1 に示すように、コンクリート表面から 1cm の深さに埋設型湿度センサー³⁾を埋設してコンクリート内部の相対湿度を経時測定した。残りの供試体に対して、試験期間中同一の 1 側面（型枠面）において透気試験（Torrent 法）を時系列的に実施した後、供試体に蛍光エポキシ樹脂⁴⁾を真空含浸して固化し、供試体を切断した上で紫外線を照射して、表面ひび割れの発生程度を観察した。透気試験を実施する前には、高周波容量式の水分計にてコンクリート表面から深さ 40mm 範囲の水分率の測定を合わせて実施した。

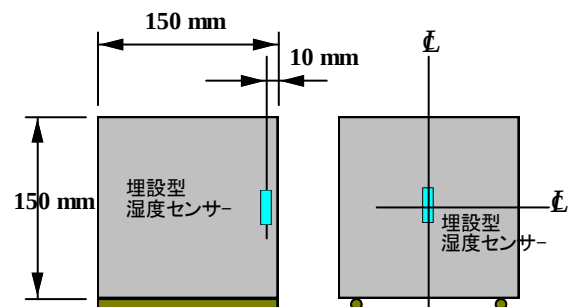


図-1 埋設型湿度センサ設置方法

3. 試験結果と考察

試験結果を図-1～6 に示す。これらより以下の知見・考察が得られる。

- 1)透気係数および透気深さは、時間の経過およびコンクリート表層内部の相対湿度の低下（＝乾燥）とともに、概ね増大する傾向が認められる。（図-2, 3）
- 2)同様にコンクリート表面ひび割れ（骨材とペースト、モルタルの剥離も含む）も、コンクリート表層内部の相対湿度の低下とともに、ひび割れ深さ、ひび割れ本数が増大する傾向が認められる。（図-6）
- 3)透気深さとひび割れ深さの関係は、比較的良好な線形相関性があることが認められる。これは筆者の既往の研究で得られていた知見に一致する。（図-4）

キーワード 透気試験法、乾燥収縮、相対湿度、表層水分率、ひびわれ

連絡先 〒213-0012 川崎市高津区坂戸3-2-1 KSP R&D棟2F TEL : 044-829-6716

4)透気係数は、試験環境を相対湿度 60%から 40%に変化させた材齢 189 日を境として、その変化量が変化し、相対湿度 40%環境において、大きなものとなっている。これに対して透気深さに関してはその傾向が顕著には認められない。材齢 189 日前後のひび割れ観察結果より、乾燥収縮の進行に伴うひび割れ本数(密度)の増大がその原因であると推察される。(図-2, 3, 6)

5)一般的に表層水分率(含水率)の上昇によって透気係数は低下するとされる⁵⁾が、表層内部相対湿度が相対湿度 40%環境下より高い室内自然環境下では、その知見と異なる挙動がみられる。この原因はひび割れの影響と考えられ、表面ひび割れの発生程度が透気試験結果に与える影響度は比較的大きいと考えられる。(図-2, 3, 5, 6)

4. まとめ

透気試験結果へは、乾燥収縮による表面ひび割れの発生程度が比較的大きく影響すること、透気試験により表面ひび割れの発生程度を非破壊的に把握することが可能であることが、本研究で確認された。

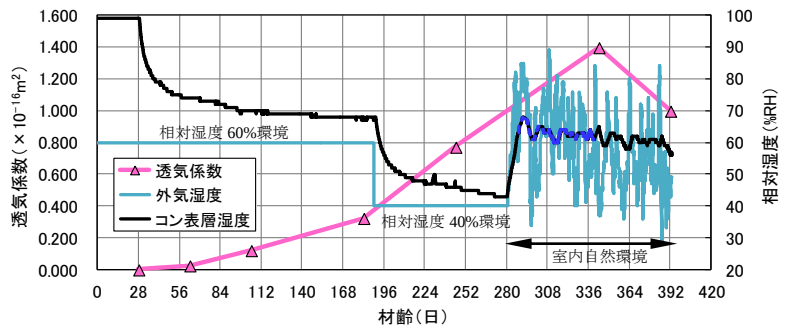


図-2 透気係数、相対湿度経時変化

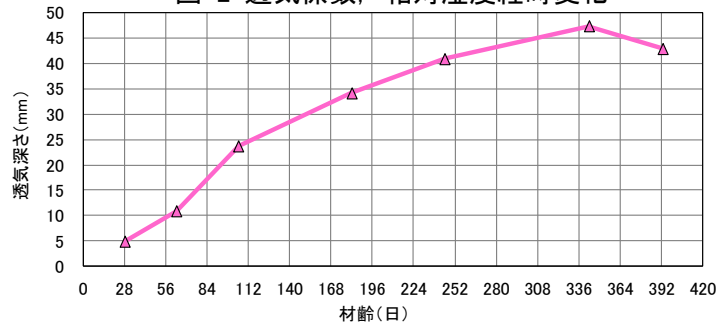


図-3 透気深さ経時変化

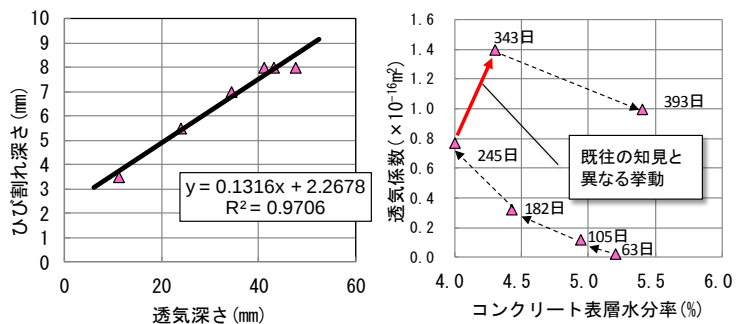


図-4 透気深さとひび割れ深さの関係

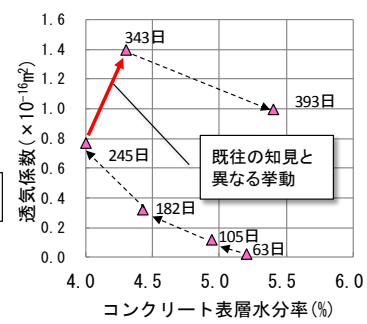


図-5 透気係数と表層水分率の関係

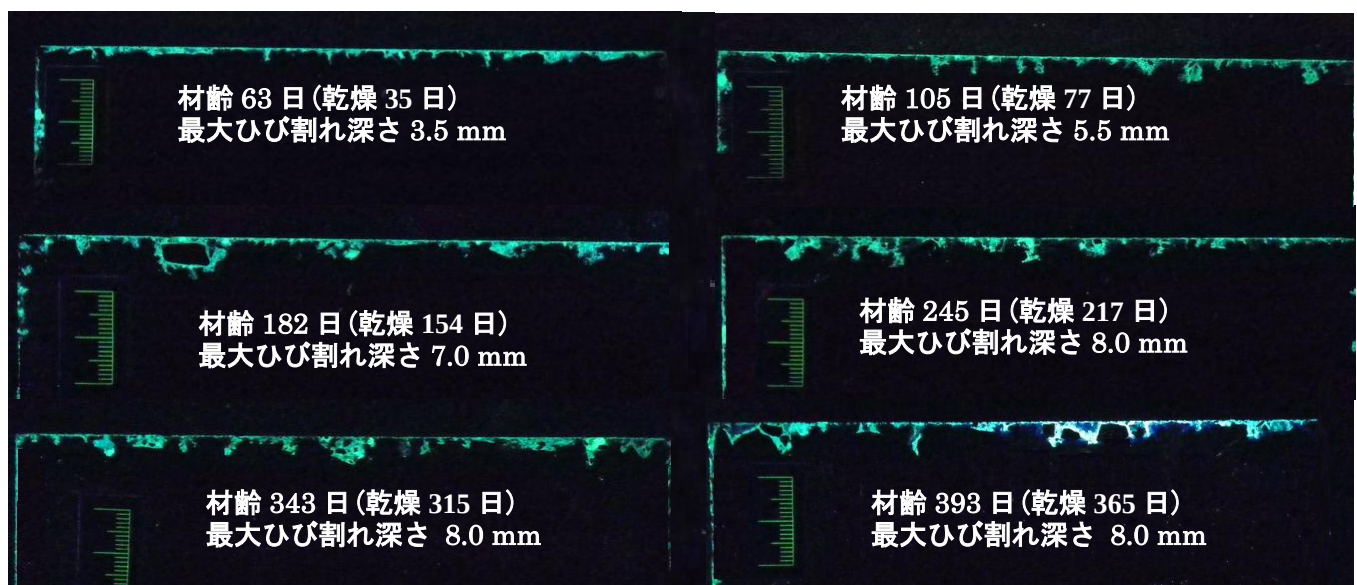


図-6 蛍光エポキシ樹脂含浸によるひび割れ観察写真

参考文献

- 1) 植島修ほか：乾燥収縮ひび割れの発生程度把握への透気試験法の適用性に関する検討，土木学会第 68 回年次学術講演会概要集，V-381,2013.9.
- 2) 寺澤正人ほか：乾燥収縮ひび割れの発生程度把握への湿気移動解析の適用性に関する検討，土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集 V-228,2013.9.
- 3) 寺澤正人ほか：コンクリート内部の相対湿度計測と湿気移動解析，土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集，V-425,2008.9.
- 4) 岩城圭介ほか：微視的断面観察による酸劣化したコンクリートの微細構造の評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.26,No.1,2004
- 5) R. J. Torrent and G. Frenzer : "A method for the rapid determination of the coefficient of permeability of the covercrete", Proceedings of the International Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering (NDT-CE) , pp. 985-992 (1995)