

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

飛島建設	建設事業本部	正会員	○槇島	修
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	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

コンクリートの表層品質を簡易に評価する方法として透気試験法があり、近年では、本試験法を用いた多くの研究事例が見られる。筆者らは、「①：特別な養生をせずに気中養生するもの」、「②：気泡緩衝シートを用いて材齢 28 日まで封緘（湿潤）養生するもの」の 2 ケースの養生を実施した供試体を乾燥環境に置き、継続的に実施した透気試験結果やコンクリート表層部の内部相対湿度計測結果から乾燥収縮ひび割れの発生程度を透気試験により把握できる可能性があることを報告¹⁾した。本研究では、上記②の養生の後に塗布型収縮低減剤を塗布した供試体を加えて、同様の試験・計測を実施し、さらに試験完了時点で供試体に発生した表層ひび割れに蛍光エポキシ樹脂を真空含浸させて、ひび割れの発生程度を観察して、乾燥収縮ひび割れ発生程度の把握への透気試験法の適用性に関して検討した。

2. 試験法概要

材齢 5 日で脱枠した後に、「①：特別な養生をせずに気中養生するもの」、「②：気泡緩衝シートを用いて材齢 28 日まで封緘（湿潤）養生するもの」「③：②の養生の後に塗布型収縮低減剤を塗布するもの」の 3 パターンを試験水準とした。供試体の作製には、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た。塗布型収縮低減剤（主成分：グリコールエーテル系誘導体）は養生②が完了後直ちに、 115g/m^2 の塗布量にて 2 回塗布した。試験水準ごとに寸法 $150\times150\times150\text{mm}$ の供試体を 4 体作製し、そのうち 3 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²⁾）を時系列的に実施した。残りの 1 体では、図-1 に示すように、埋設型温湿度センサー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。なお、透気試験は、「気中養生」では脱枠後の乾燥開始時点から、一方「封緘養生」「塗布型収縮低減剤塗布」では気泡緩衝シートの撤去後の乾燥開始時点から開始した。試験は室内自然環境下において実施した。試験完了時点（材齢 182 日）で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、透気試験を実施した面のひび割れの発生程度を観察した。

3. 試験結果と考察

図-2 に材齢とコンクリート内部相対湿度および外気相対湿度の関係、図-3 に材齢と透気係数の関係、図-4 に材齢と透気深さの関係、図-5 に蛍光エポキシ含浸によるひび割れ観察写真を示す。ここに透気係数、透気深さは 3 体供試体における測定値の平均値である。これらより以下の知見・考察が得られる。

(1) 試験期間を通じて、内部相対湿度のレベルが最も高く保たれているのは「塗布型収縮低減剤塗布」であり、「封緘養生」よりも 2～5% 程度高い値を保持していることから、塗布型収縮低減剤には高い保湿効果があると判断される。「気中養生」「封緘養生」「塗布型収縮低減剤塗布」の順に、外気相対湿度の変動に応じた内部相対湿度の変動が大きい。これは塗布型収縮低減剤

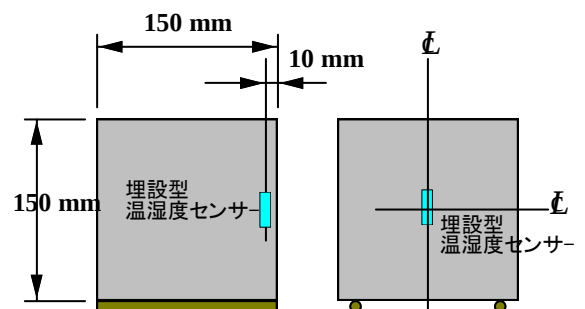


図-1 埋設型湿度センサーの設置方法

キーワード 透気試験法, 乾燥収縮, 相対湿度, ひび割れ, 蛍光エポキシ樹脂含浸

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

の保湿効果によるものと考えられる。

(2) 透気係数は材齢の進行とともに増大し、試験完了時では、「気中養生」>「封緘養生」>「塗布型収縮低減剤塗布」の順に透気係数が大きい。この順列は保持される内部相対湿度レベル、外気相対湿度の変動に対する内部相対湿度の変動の順列に同じである。

(3) 材齢と透気深さの関係では、「気中養生」では乾燥の初期段階から、材齢の進行に伴い透気深さが増大する線形関係が見られるが、「封緘養生」「塗布型収縮低減剤塗布」ではそれが明確に認められない。また「塗布型収縮低減剤塗布」は透気深さの進行が最も遅く、試験完了時点での透気深さも、「気中養生」>「封緘養生」>「塗布型収縮低減剤塗布」の順に大きい。

(4) 蛍光エポキシ含浸によるひび割れ観察でも、「気中養生」>「封緘養生」>「塗布型収縮低減剤塗布」の順にひび割れ深さが大きく、その値は試験完了時の透気深さの約 1/4 である。

(5) 以上より、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ひび割れ発生程度を把握可能なものと考えられる。

4. まとめ

透気試験によって、乾燥収縮による表層ひび割れの発生程度を把握できる可能性が本研究により示唆された。本研究では、試験完了時点でのひび割れの観察のみを行った。今後は時系列でひび割れ観察を実施し、透気試験結果との対比を行うことで、透気試験による乾燥収縮ひび割れ発生や進展をより高精度で把握する手法確立のための研究を継続したいと考えている。

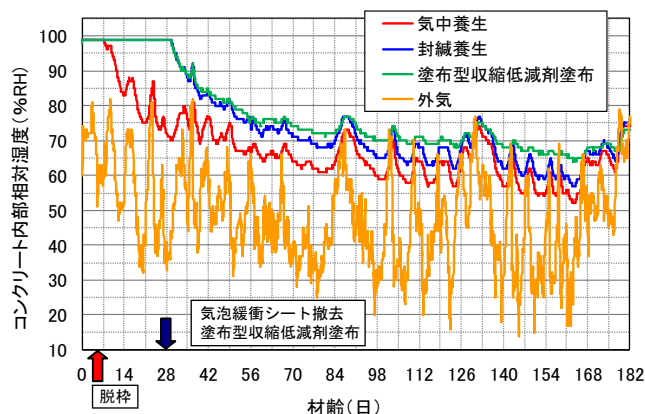


図-2 材齢と相対湿度の関係

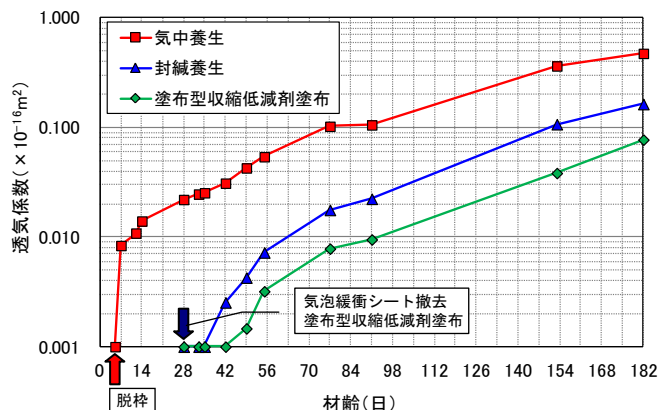


図-3 材齢と透気係数の関係

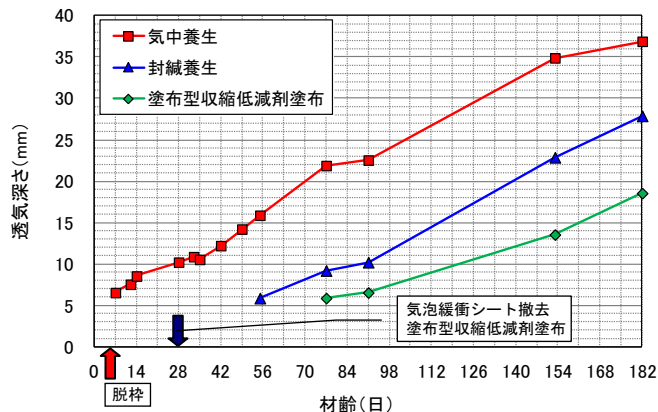


図-4 材齢と透気深さの関係

(透気試験機の検出可能な透気深さ 5mm 以上)

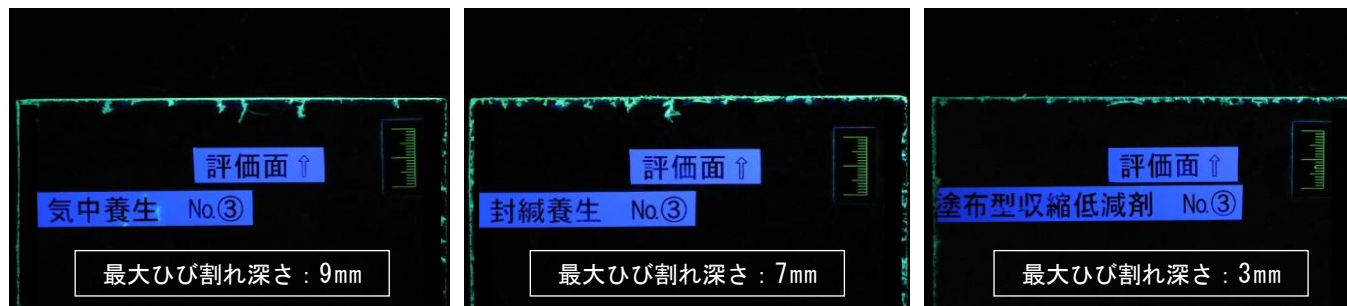


図-5 蛍光エポキシ含浸によるひび割れ観察写真

参考文献

- 1) 寺澤正人ほか：コンクリートの乾燥収縮挙動評価における透気試験法の適用性に関する検討, 土木学会第 67 回年次学術講演会概要集, V-494, 2012.9.
- 2) R.Torrent et al. : Non-Destructive Test Methods to Measure Gas-permeability, Non-destructive evaluation of the penetrability and thickness
- 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