

コンクリートの乾燥収縮と透気係数の関係について

(株)錢高組 正会員 ○栗塚 一範
(株)錢高組 正会員 角田 晋相
(株)錢高組 正会員 原田 尚幸

1. はじめに

コンクリートの表層における水分の逸散現象は、乾燥収縮のみならず、中性化、塩分浸透といった耐久性にも関わる重要な課題の1つである。一方、近年コンクリートの表層品質を原位置で簡易に評価できる透気試験法(トレント法)が注目されている。そこで、水分逸散に伴う乾燥収縮と透気係数の関係について試験を行い、水分の逸散が透気係数におよぼす影響について検討した。

2. 実験概要

実験に使用したコンクリート配合を表-1に示す。
試験ケースを表-2に示す。試験は、養生方法を変え(気中養生、散水養生、封緘養生、水中養生)、水分逸散量の違いを現した。ここで、気中養生は、そのまま暴露するものと収縮低減剤、改質剤を塗布し、逸散量を変化させた。散水養生は、脱型後6日間霧を約3ℓ/min噴霧した。封緘養生は、脱型後に試験体をビニール袋の中に密封した。水中養生は、脱型後水中にて養生した。封緘養生、水中養生の乾燥開始材齢は、7, 28, 56, 91日である。

試験項目を表-3に示す。透気試験は、ダブルチャンバー法である。コンクリート表層の含水状態を均一にするために、全ケースとも所定の養生終了後さらに1週間気中養生を施した後に行った。測定箇所は試験体側面である。

収縮ひずみは、脱型後を基長とし、材齢98日目の長さ変化率で表した。水分逸散率は、脱型時と材齢98日目のそれぞれの質量を測定し、その質量変化率とした。

促進中性化試験と細孔径分布試験は、長さ変化試験、質量変化試験と同一の試験体を行った。中性化深さは、二酸化炭素濃度5%、温度20℃、相対湿度60%の養生環境で、中性化促進期間91日で、測定したものである。細孔量は、試験体の表面から深さ1cmの範囲で採取した試料に対して、水銀圧入法により求めたものである。

表-1 コンクリート配合

スラン プ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)							
				W	C	S1	S2	S3	G1	G2	Ad
12	4.5	55.9	46.4	174	311	374	208	250	690	296	2.3
C:高炉セメントB種 S1:砕砂青梅産 S2:砕砂八王子産 S3:山砂香取産 G1:硬質砂岩碎石 G2:石灰石 Ad:AE減水剤											

表-2 試験ケース

		0日	1日 7日	28日	56日	91日
Case	養生方法	打設	脱型			
A	気中養生	型枠 存置	60±5%RHにて養生			
B	塗布型収縮低減剤		塗布 → 60±5%RHにて養生			
C	塗布型改質剤		塗布 → 60±5%RHにて養生			
D	散水養生7日		散水	60±5%RHにて養生		
E7	封緘養生7日		封緘	60±5%RH にて養生		
E28	封緘養生28日					
E56	封緘養生56日					
E91	封緘養生91日					
F7	水中養生7日		水中	60±5%RH にて養生		
F28	水中養生28日					
F56	水中養生56日					
F91	水中養生91日					

全試験体、打設～材齢91日までの温度は20±3℃

全試験体、打設～材齢91日までの温度は20±3℃

表-3 試験項目

試験項目	試験方法	試験時期
透気試験	ダブルチャンバー法	材齢98日目
長さ変化試験	JIS A 1129-3:2001	材齢98日目
質量変化試験	JIS A 1129-3:2001	材齢98日目
細孔径分布試験	水銀圧入法	材齢6ヵ月目
促進中性化試験	JIS A 1153:2003	材齢3ヵ月後～6ヵ月目まで中性化促進。促進期間91日目の中性化深さを測定。

3. 実験結果

水分逸散率と収縮ひずみの関係を図-1 に示す。水分逸散率が大きくなれば、養生方法に左右されず収縮ひずみも大きくなる傾向にあった。

水分逸散率と細孔量の関係を図-2 に示す。ここで、細孔量は、細孔半径 75~7500nm で中性化深さと関係があるとされている¹⁾。細孔量は、細孔半径 75~7500nm 細孔量とした。水分逸散率が大きくなれば、細孔量も大きくなる傾向であった。

細孔量と透気係数の関係を図-3 に示す。細孔量が大きくなるとともに、透気係数は大きくなる傾向が見られる。

したがって、コンクリートの水分逸散が抑制されることで、収縮ひずみ、細孔量が小さくなり、透気係数ともに小さくなることがわかった。

透気係数と収縮ひずみの関係を図-4 に示す。透気係数と収縮ひずみの関係は、養生方法ごとに異なり、同じ収縮ひずみでも透気係数に大きな差が見られた。また、気中養生では、塗布剤の効果が見られ、封緘養生、水中養生は、乾燥開始材齢が遅くなるほど透気係数と収縮ひずみが小さくなる傾向が見られた。

促進中性化深さと透気係数の関係を図-5 に示す。透気係数が $1.0 \times 10^{-16} \text{m}^2$ 以下の場合、透気係数の相違ほど中性化深さに違いが表れなかった。一方、透気係数が $1.0 \times 10^{-16} \text{m}^2$ 以上となる場合において、中性化深さが急激に大きくなる傾向が見られた。

4. まとめ

以上より、収縮ひずみは透気係数と比例関係にあることがわかった。

参考文献:

- 1) 鄭載東, 平井和喜, 三橋博三 : 中性化速度に及ぼすコンクリートの調合及び細孔構造の影響に関する実験的研究, コンクリート工学論文集, Vol. 1, No. 1, p. 61~73, 1990. 1

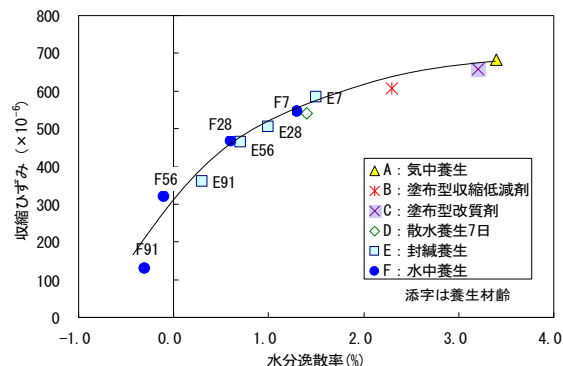


図-1 水分逸散率と収縮量の関係

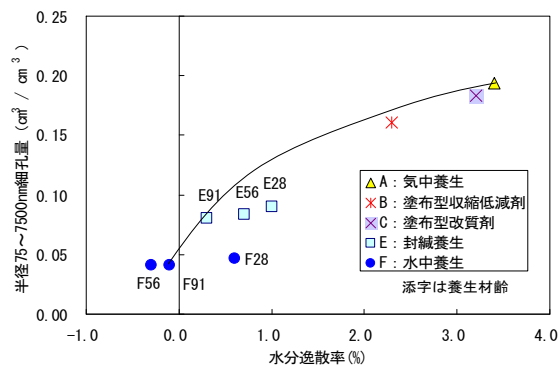


図-2 水分逸散率と細孔量の関係

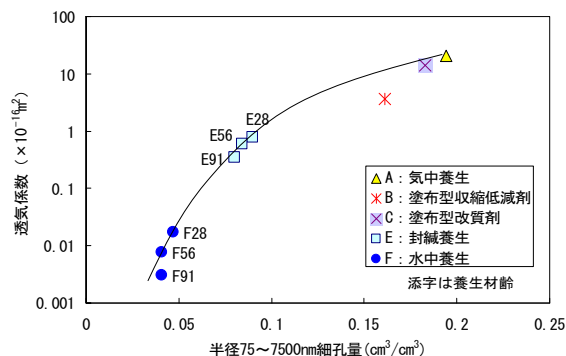


図-3 細孔量と透気係数の関係

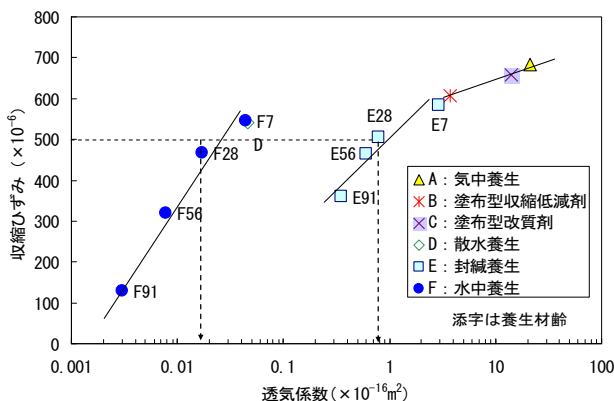


図-4 透気係数と収縮量の関係

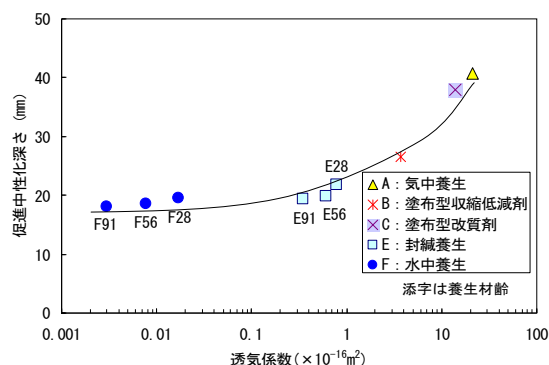


図-5 透気係数と促進中性化深さの関係