塗布剤を塗布したコンクリートの品質・その品質と簡易透気速度の関係

QUALITIES OF CONCRETE APPLIED CURING COMPOUND AND RELATIONSHIP BETWEEN THESE QUALITIES AND RAPID AIR-PERMEABILITY SPEED

野中 英 ——— * 1   湯浅 昇 ——— * 2
金森誠治 ——— * 3   三谷和裕 ——— * 4

Akira NONAKA ——— * 1   Noboru YUASA ——— * 2
Seiji KANAMORI ——— * 3   Kazuhiro MITANI ——— * 4

キーワード：
養生剤, 中性化, 塩化物イオン浸透性, 簡易透気試験,
表層コンクリート

Keywords:
Curing compound, Carbonation, Chloride permeability, Rapid air-permeability test, Surface layer concrete

This report is aimed at checking effect, and quality evaluation of the curing compound which are applied on concrete surfaces. In the experiment, carbonation and chloride permeability were measured on the concrete specimens with the curing compound where various conditions are adopted for hardened concrete properties. The effect which applies the curing compound is large with the shrinkage-reducing agent in carbonation resistance. Chloride permeability resistance is large in Silan impregnation. Next, it was examined whether rapid air-permeability speed could estimate the effect. As a result, evaluation of carbonation resistance is strictly difficult and that of chloride permeability resistance has not been performed at all.

1. はじめに

コンクリート表層部の品質向上を目的として、型枠を取外した後、表層強度や耐久性を向上させる材料（以下、塗布剤とする）をコンクリート表面に塗布する場合がある。塗布剤は、土木学会の「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針(案)」¹⁾、「表面保護工法設計施工指針（案）」²⁾などにより、材料の性能や効果の基準等が提案されている。

塗布剤には、けい酸塩系表面含浸材、シラン系表面含浸材、塗布型収縮低減剤、膜養生剤などがあり、塗布剤の系列毎に性能が異なる。塗布剤の効果は、塗布剤毎に上記指針で規定された方法などにより自主検査で無塗布との比較で確認することが多く、系列の異なる塗布剤について相互に評価を行っている事例は少ない³⁾⁴⁾。一方、実際の構造物に塗布した場合の効果を確認する方法は、現状では確立されていない。

筆者らは、構造体コンクリート表層部の品質を評価する方法として、簡易透気試験方法を提案している⁵⁾。この方法によれば、中性化深さの測定を行わずともコンクリート打設後早期に簡易透気速度で、構造体コンクリートの中性化抵抗性の評価が可能であり⁶⁾、塗布剤の効果の評価にも適用可能と思える。

本報告では、系列の異なる塗布剤のそれぞれの塗布効果を確認することを目的として、水セメント比を3水準設けたコンクリートに各種塗布剤を施した試験体について、中性化抵抗性、塩化物イオン浸透抵抗性を検討した。次に、簡易透気試験により、塗布後の中性化抵抗性および塩化物イオン浸透抵抗性の評価が可能かを検討した。

2. 実験概要

2.1 塗布剤の種類

表1に、養生の仕様および塗布剤の品質（メーカーの資料による）を示す。使用した塗布剤は、けい酸塩系表面含浸材（以下、けい酸塩系とする）、シラン系表面含浸材（以下、シラン系とする）、塗布型収縮低減剤（以下、収縮低減剤とする）、膜養生剤と系列の異なるもので、系列毎に3種類の塗布剤を選定した。

各系列における塗布剤の特徴を以下に述べる²⁾。

けい酸塩系は、塗布剤をコンクリート表面に含浸することにより、コンクリート中の水酸化カルシウムとの反応でC-S-Hゲルを生成して、コンクリート中の空隙を充填することにより緻密化させ、劣化因子の侵入を抑制するものである。

シラン系は、塗布剤を表面に含浸させることにより、コンクリート表層から数mmの厚みの範囲に撥水層（吸水防止層）を形成させ、水や塩化物イオンなどの劣化因子の浸入を抑制するものである。

塗布型収縮低減剤は、アルコール系と保水系に分類され、アルコール系では、水の毛細管張力を低減することにより収縮を抑制するものである。保水系は、表面張力の低下がアルコール系より少ないものの乾燥時における水分蒸発抑制効果があり、その効果により乾燥収縮を抑制するものである。表面保護工法設計施工指針（案）に示されていない塗布型収縮低減剤には、一部に中性化の抑制効果があるとの報告⁷⁾があり、検討の対象とすることとした。

膜養生剤は、塗布剤をコンクリート表面に塗布することにより皮膜を形成し、保湿・保水効果を高めることにより、セメントの水和

¹⁾ ㈱熊谷組技術研究所 課長・博士（工学）
〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1)

²⁾ 日本大学生産工学部建築工学科 教授・博士（工学）

³⁾ ㈱熊谷組技術研究所 副部長

⁴⁾ ㈱熊谷組技術研究所 研究員

¹⁾ Manager, Kumagaigumi Technical Research and Development Institute, Dr. Eng.

²⁾ Prof., Dept. of Architecture and Architectural Eng., College of Industrial Technology, Nihon Univ., Dr. Eng.

³⁾ Deputy General Manager, Kumagaigumi Technical Research and Development Institute

⁴⁾ Researcher, Kumagaigumi Technical Research and Development Institute

表1 養生の仕様および塗布剤の品質

養生の仕様		型枠存置期間	塗布材齢	試験体記号	塗布量 (g/m ²)	密度 (g/cm ³)	pH	粘度 (mPa・s)	濃度 (%)
無塗布 (封かん養生)		1 日		a					
		3 日		b					
		5 日		c					
		7 日		d					
		28 日		e					
けい酸塩系 表面含浸材	A 社製けい酸ナトリウム (養生用)	1 日	1 日	f	200	1.08-1.18	11.2-11.8	1-5(CPS)	12-20
	A 社製けい酸ナトリウム (防水用)	5 日	5 日	g					
	B 社製けい酸ナトリウム	5 日	5 日	i	200	1.24-1.28	11.3-12.3	7.1	31.5-55.5
	C 社製アルキルアルコシランモノマー	1 日	1 日	j	150	0.98-1.2	6-8	<10	20
シラン系 表面含浸材	D 社製シラン系リゾランモノマー溶液	5 日	5 日	l	300-400	—	—	—	—
	E 社製アルキルアルコシラン	5 日	5 日	m	200-300	0.88	—	0.95	98-100
塗布型 収縮低減剤	F 社製低級アルコールのアルキレンオキシド誘導体 (アルコール系)	1 日	1 日	n	100-150	1.015-1.045	5.0-7.0	5-35	—
	G 社製グリコエテル系誘導体 (保水系)	5 日	5 日	p					
	H 社製ポリアルキルアルコール混和物 (保水系)	5 日	5 日	q	100-200	1.04-1.06	6.0-8.5	50-30	—
	H 社製ラフィニックスエマルジョン	1 日	1 日	r	100-250	1.0	—	—	10-15
膜養生剤	E 社製水性ラフィニックス	1 日	1 日	s	100-150	0.95-1.00	5-8.5	—	10-20
	E 社製溶剤系アクリル	1 日	1 日	t	200	0.8	わずかにアルカリ性	—	—

*塗布剤の品質はメーカーの資料による。一の部分は非開示

表2 使用材料

使用材料	使用材料の種類および品質
水	つくば市水道水 (密度 1.00g/cm ³)
セメント	普通ポルトランドセメント (密度 3.15g/cm ³)
細骨材	S1:つくば市産川砂 (密度 2.50g/cm ³) S2:つくば市産砕砂 (密度 2.59g/cm ³)
粗骨材	つくば市産砕石 (密度 2.66g/cm ³)
混和剤	Ad1:P 社製 AE 減水剤 (3 倍希釈液) Ad2:P 社製 AE 助剤 (100 倍希釈)

表3 コンクリートの調合、フレッシュ性状および圧縮強度

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)							スランプ (cm)	空気量 (%)	材齢 28 日圧縮強度 (N/mm ²)
		水	セメント	細骨材		粗骨材	混和剤				
				S1	S2		Ad1	Ad2			
50	45.0	185	370	184	570	955	3.70	1.11	19.5	5.8	34.5
60	46.6	185	308	196	608	955	3.08	0.61	17.5	5.0	29.6
80	50.0	195	244	213	663	908	2.44	0.61	21.0	5.0	18.5

を進行させ緻密化させる。パラフィン系やアクリル系などがある。

2.2 試験体の作製

a. コンクリートの使用材料および調合

コンクリートの使用材料および調合は、表2、表3に示す水セメント比 50、60、80%の3種類とした。なお、水セメント比 80%については、加水や表面水の管理に問題があった場合、分離が生じた場合に、実構造物ではありうと考え、JASS 5 規定外ではあるが設定した。スランプの目標値は 18±2.5cm、空気量の目標値は 4.5±1.5%とした。コンクリートのフレッシュ性状および封かん養生の材齢 28 日圧縮強度を表3に併記した。

b. 試験体の寸法

図1に、試験体の概要図を示す。促進中性化試験、塩化物イオン浸透性試験の試験体は、寸法を 100×100×133mm とし、100×133mm の鋼製型枠側面に接していた部分を試験面とした。簡易透気試験の試験体は、寸法を 500×500×150mm とし、500×500mm の塗装合板型枠側面を試験面とした。型枠には油性の剥離剤を塗布した。試験面以外の4面は乾燥の影響を受けないように型枠を取外した直後にエポキシ樹脂を塗布した。

図1 試験体概要図

図2 実塗布量

c. 養生、塗布剤の塗布

試験体の養生は、所定の型枠存置期間まで 20℃の恒温室内で封かんした。

表1に、養生の仕様を示す。塗布剤を塗布する材齢は、1日および5日とした。膜養生剤は、1日のみ実施した。塗布剤の塗布は、型枠を取外した直後に、所定の材齢で試験面を地面と垂直に設置した後、刷毛を用いて行った。塗布の目標量は、メーカーの示す標準塗布量とするが、標準塗布量まで塗布できない場合には、その時点で塗布を終了した。塗布量の管理は質量で行い、塗布量を塗布面積で

除したものを実塗布量とした。塗布剤の塗布後は、温度 20℃、相対湿度 60%の恒温恒湿内で静置した。また、比較として、材齢 1 日、3 日、5 日、7 日、28 日まで型枠を存置した無塗布試験体も作製した。なお、各養生・塗布条件に対して試験体数は 1 である。

図 2 は実塗布量（全ての試験体の平均値）を示したものである。実塗布量は、標準塗布量と比し、概ね小さくなった。これは、型枠取外し直後に塗布したことによる要因が大きいと考えられる。塗布量は、水セメント比が小さい程、小さくなる傾向となった。

2.3 試験方法

a. 促進中性化試験

促進中性化試験は、材齢 28 日に、JIS A 1153 に準じて試験体を温度 20℃、相対湿度 60%、炭酸ガス濃度 5%の促進中性化試験槽の中に入れ、26 週経過時点で中性化深さの測定を行った。中性化深さは、割裂面にフェノールフタレイン溶液を噴霧して、コンクリート表面から赤紫色に呈色する部分までの距離を試験面毎に各 5 点測定し、計 10 点の平均を測定値とした。

b. 塩化物イオン浸透性試験

塩化物イオン浸透性試験は、材齢 28 日に、試験体を JIS A 6205 付属書 1 に規定する濃度 4.2%の塩分溶液に浸漬し、13 週経過時点で塩化物イオン浸透深さを測定した。塩化物イオン浸透深さは、割裂面に 0.1%フルオレセインナトリウム水溶液および 0.1N 硝酸銀溶液を噴霧し、コンクリート表面から蛍光を発する部分の距離を、試験面毎に各 5 点測定し、計 10 点の平均を測定値とした。

c. 簡易透気試験

簡易透気試験は、文献 5) で提案した方法で、材齢 3 ヶ月でコンクリート表層にドリルで削孔した直径 10mm、深さ 50mm の孔を用いて行った。測定は、図 1 に示す 6 箇所を試験位置とし、図 3 に示す装置により、シリコン栓で密封した削孔内部を減圧した後、孔の周壁から空気の流入により真空度が X_1 kPa から X_2 kPa に低下する時間を測定した。 X_1 および X_2 は、 X_1 を 21.3kPa、 X_2 を 25.3kPa（真空度の低下時間が 10 秒以下の場合には、 X_1 を 13.3kPa、 X_2 を 33.3kPa）として計測した。

簡易透気速度は、(1) 式により求め、6 箇所の平均を測定値とした。

$$K = (X_2 - X_1) / T \quad \dots (1)$$

ここに、 K : 簡易透気速度 (kPa/s)

X_1 : 時間測定開始時の真空度 (kPa)

X_2 : 時間測定終了時の真空度 (kPa)

T : 真空度の低下時間 (s)

図3 簡易透気試験装置

3. 塗布剤の養生効果

ここでは、型枠存置期間を長くすることによる中性化抵抗性、塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果を確認するとともに、塗布剤による中性化抵抗性、塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果を無塗布の場合との比較により確認した。

3.1 中性化抵抗性

図4に、それぞれの試験体の促進中性化深さを示す。

(1) 無塗布の場合

全ての水セメント比で、型枠存置期間が長くなる程、促進中性化深さは小さくなる傾向がみられ、型枠存置期間を長くすると中性化抵抗性が向上することが確認できた。

(2) けい酸塩系を塗布した場合

型枠存置期間 1 日で A 社製けい酸ナトリウム（養生用）を塗布した試験体 f の場合、全ての水セメント比で無塗布と比し中性化深さが同程度か大きくなり改善効果は認められなかった。

型枠存置期間 5 日で塗布した場合、水セメント比 50%では、全てのけい酸塩系で無塗布と比し中性化深さが同程度か大きくなり改善効果は認められなかった。水セメント比 60%では、A 社製けい酸ナトリウム（防水用）を塗布した試験体 h で型枠存置期間 7 日（無塗布）と中性化深さが同程度、B 社製けい酸ナトリウムを塗布した試験体 i で型枠存置期間 28 日（無塗布）と中性化深さが同程度となる改善効果が認められ、A 社製けい酸ナトリウム（養生用）を塗布した試験体 g では改善効果が認められなかった。水セメント比 80%では、全てのけい酸塩系で型枠存置期間 28 日（無塗布）と中性化深さが同程度となる改善効果が認められた。

(3) シラン系を塗布した場合

型枠存置期間 1 日で C 社製アルキルアルコシランモノマーを塗布した試験体 j の場合、水セメント比 50%では、型枠存置期間 5 日（無塗布）と中性化深さが同程度となり改善効果が認められた。水セメント比 60%、80%では、無塗布と比し中性化深さが大きくなり改善効果は認められなかった。

型枠存置期間 5 日で塗布した場合、水セメント比 50%、60%では、全てのシラン系で無塗布と中性化深さが同程度であり改善効果が認められなかった。水セメント比 80%では、D 社製シラン系オリゴマー溶液を塗布した試験体 l には改善効果が認められなかったが、C 社製アルキルアルコシランモノマーを塗布した試験体 k では型枠存置期間 7 日と 28 日（無塗布）の間、E 社製アルキルアルコシランを塗布した試験体 m では型枠存置期間 28 日（無塗布）と中性化深さが同程度となり改善効果が認められた。

(4) 収縮低減剤を塗布した場合

型枠存置期間 1 日で F 社製低級アルコールのアルキレンオキシド誘導体を塗布した試験体 n の場合、水セメント比 50%では、改善効果は認められなかったが、水セメント比 60%、80%では、型枠存置期間 5 日（無塗布）と中性化深さが同程度となる改善効果が認められた。

型枠存置期間 5 日で塗布した場合、全ての収縮低減剤および水セメント比で型枠存置期間 28 日（無塗布）と中性化深さが同程度となる改善効果が認められた。総じて、収縮低減剤の改善効果は大きいといえる。

(5) 膜養生剤を塗布した場合

水セメント比 60%で、E 社製溶剤系アクリルを塗布した試験体 i の

改善効果は大きかったが、それ以外では、膜養生剤の効果は型枠存置期間 5 日程度の改善効果があった。

(6) 水セメント比の影響

シラン系では、全ての水セメント比で中性化抵抗性の改善効果が認められた。けい酸塩系、シラン系では、水セメント比が大きい程、改善効果がある傾向となった。膜養生剤では、水セメント比による違いは認められなかった。

(7) 塗布材齢の影響

収縮低減剤を除き、他の塗布剤では、材齢 1 日で塗布したものに改善効果がなかった。

図4 養生の異なる試験体の促進中性化深さ（促進期間 26 週）

3.2 塩化物イオン浸透抵抗性

図 5 に、それぞれの試験体の塩化物イオン浸透深さを示す。

(1) 無塗布の場合

型枠存置期間 1 日、3 日、5 日では、型枠存置期間を長くする程、塩化物イオン浸透深さが小さくなったが、型枠存置期間 28 日すなわち無乾燥では、むしろ塩化物イオン浸透深さは大きくなった。これは無乾燥であるため水和が進み組織が緻密となったことで、毛細管現象により塩化物イオンの浸透が助長されたことが一因として挙げられる。

図5 養生の異なる試験体の塩化物イオン浸透深さ（浸漬期間 13 週）

(2) けい酸塩系を塗布した場合

型枠存置期間 1 日で A 社製けい酸ナトリウム（養生用）を塗布した試験体 f の場合、水セメント比が 50%、80%で一定の塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果が認められた。

型枠存置期間 5 日で塗布した場合、水セメント比 50%、60%の全てのけい酸塩系で塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果は認められなかったが、水セメント比 80%では、B 社製けい酸ナトリウムを塗布した試験体 i で 1 割程度、A 社製けい酸ナトリウム（養生用）を塗布した試験体 g、A 社製けい酸ナトリウム（防水用）を塗布した試験体 h で 2 割程度の塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果が認められた。

(3) シラン系を塗布した場合

ほぼ全てのシラン系、条件で塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果が認められ、水セメント比が大きい程、塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果があった。特に、D 社製シラン系オリゴマー溶液を塗布した試験体 l、E 社製アルキルアルコシランを塗布した試験体 m の塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果は大きかった。

(4) 収縮低減剤を塗布した場合

水セメント比 50%および 60%では、塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果がないか、あっても小さいといえるが、水セメント比 80%では、全ての収縮低減剤で大きな塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果が認められた。

(5) 膜養生剤を塗布した場合

全ての膜養生剤、条件で塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果が認められた。E 社製溶剤系アクリルを塗布した試験体 t の時の塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果が他に比し大きかった。

(6) 水セメント比の影響

シラン系、膜養生剤では、全ての水セメント比で塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果が認められた。けい酸塩系、収縮低減剤では、水セメント比 50%、60%では、塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果は認められないものの、水セメント比 80%でのみ塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果が認められた。

(7) 塗布材齢の影響

総じて、塗布材齢による明確な塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果の違いが認められなかった。

(8) 中性化抵抗性と塩化物イオン浸透抵抗性の相違

型枠存置期間を長くすることは、明確に中性化抵抗性を向上させるといえるが、塩化物イオン浸透抵抗性には改善効果が不明確である。塗布剤を塗布することの改善効果は、中性化抵抗性、塩化物イオン浸透抵抗性ともに水セメント比が大きい程、大きい。

シラン系では、塩化物イオン浸透抵抗性の改善効果が著しいのに対し、中性化抵抗性があまり改善されなかったが、これは、シラン系のメカニズムが撥水作用であるため、中性化が気相で進行するのに対し、塩分は液相で浸透することの違いによると推測される。

4. 簡易透気試験による中性化抵抗性、塩化物イオン浸透抵抗性評価の検討

4.1 簡易透気速度

図 6 に、それぞれの試験体の簡易透気速度を示す。

文献 5)と同様、全ての水セメント比で、型枠存置期間を長くする程、簡易透気速度は小さくなる傾向となった。

水セメント比 80%では、全ての塗布剤、条件で簡易透気速度は無塗布と比べてむしろ大きくなった。水セメント比 60%では、全ての塗布剤、条件で一定の簡易透気速度の低下が認められ、その程度は、塗布剤によって異なっている。また、水セメント比 50%では、むしろ簡易透気速度が大きくなる結果が多く多くの塗布剤で確認された（塗布材齢 5 日に限る）。特に、けい酸塩系の A 社製けい酸ナトリウム（養生用）塗布した試験体 g、A 社製けい酸ナトリウム（防水用）を塗布した試験体 h、シラン系の C 社製アルキルアルコシランモノマーを塗布した試験体 k、D 社製シラン系オリゴマー溶液を塗布した試験体 l の簡易透気速度の増大は著しかった。

けい酸塩系およびシラン系では、エトリンサイト等の生成により

図 6 養生の異なる試験体の簡易透気速度（測定材齢 3 ヶ月）

膨張し、微細なひび割れが生じる場合があります、水セメント比が小さい場合に、よりその影響を受けたのではないかとと思われる。

4.2 簡易透気速度と中性化の関係

図7に、簡易透気速度と促進中性化深さの関係を示す。簡易透気速度と促進中性化深さの関係は、一見、簡易透気速度の増加に伴い促進中性化深さも増加する傾向にあり、既往の研究⁶⁾における水セメント比や乾燥開始材齢を変化させた場合のように、簡易透気速度により中性化抵抗性を評価可能のように思われる。しかしながら、水セメント比80%の結果をみるとわかりやすいが、塗布剤の塗布による簡易透気速度の低下は小さいかむしろ若干増えているものの、促進中性化深さは10mm程度小さくなっている。ただし、この傾向は水セメント比50%、60%では明確ではない。

塗布剤の塗布による中性化抵抗性の向上が一定の効果でしかないこともあり、総じて、簡易透気速度から塗布剤の効果を評価するのは厳密には難しい。

4.3 簡易透気速度と塩化物イオン浸透抵抗性の関係

図8に、簡易透気速度と塩化物イオン浸透深さの関係を示す。シラン系の塗布剤では、他の塗布剤に比し、その塗布により簡易透気速度が低下していなくとも、極端に塩化物イオン浸透深さは小さくなっている。これは、シラン系の塗布剤は、透気性の低下に対して効果がないが、塩化物イオンの遮蔽には極めて効果があることを示している。このシラン系を除けば、おおまかには簡易透気速度の増加に伴い塩化物イオン浸透深さも増加する傾向にあるようにみえるが、図7の対中性化深さとの関係よりも分布のばらつきは大きい。また、これを塗布したものとの塗布しないものとの関係で厳密にみると、簡易透気速度の変化が塩化物イオン浸透深さの低下につながっているものは少ない。

塗布したものの分布は、その多くが無塗布のものの分布の下（簡易透気速度に対し、塩化物イオン浸透深さは小さい）にあり、塗布剤の塩化物イオン抵抗性にみられる効果を簡易透気速度から評価することが難しい。

5. まとめ

塗布剤を塗布したコンクリートの品質を中性化抵抗性、塩化物イオン浸透抵抗性で示すとともに、簡易透気速度によりその品質が評価可能かを検討した。得られた知見は以下の通りである。

- (1) 塗布剤を塗布した場合の中性化抵抗性は、収縮低減剤の効果が大きく、けい酸塩系、シラン系では、水セメント比が大きいと効果が認められたが、水セメント比が小さいと効果は小さい。また、収縮低減剤を除き、材齢1日で塗布する条件では効果がなかった。
- (2) 塗布剤を塗布した場合の塩化物イオン浸透抵抗性は、シラン系、膜養生剤で全ての条件で効果が認められ、特にシラン系は効果が大きかった。けい酸塩系、収縮低減剤では水セメント比が大きいと効果が認められたが、水セメント比が小さいと効果は小さい。また、塗布する材齢が塩化物イオン浸透抵抗性に及ぼす影響は小さかった。
- (3) 簡易透気速度と促進中性化の関係において、塗布剤の塗布による中性化抵抗性の向上が小さいこともあり、簡易透気速度から塗布剤の効果を評価するのは厳密には難しい。
- (4) 簡易透気速度と塩化物イオン浸透深さの関係において、無塗布と比し塗布したものの分布は、簡易透気速度に対し塩化物イオン浸透深さは小さく、塗布剤の塩化物イオン浸透抵抗性の評価は難しい。

図7 簡易透気速度と促進中性化深さの関係

図8 簡易透気速度と塩化物イオン浸透深さの関係

参考文献

- 1) 土木学会編：コンクリートライブラリー137 けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針(案)，土木学会，pp.13-22，2012
- 2) 土木学会編：コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針(案)，土木学会，pp.55-67，2005
- 3) 澤田巧，福手勤，井上雄太，小笠原哲也：表面含浸材の基本性能とひび割れ改質効果に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.32，pp.761-766，2010
- 4) 坂元貴之，武若耕司，山口明伸，植原弘貴：各種表面含浸材の塩分浸透および中性化に対する抑制効果，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，pp.1625-1630，2011
- 5) 野中英，湯浅昇：ドリル削孔を用いた構造体コンクリートの簡易透気試験方法の提案，日本建築学会構造系論文集，第79巻，第700号，pp.689-696，2014.6
- 6) 野中英，湯浅昇：簡易透気試験による構造体コンクリートの中性化抵抗性評価，日本建築学会構造系論文集，第80巻，第711号，pp.727-734，2015.5
- 7) 日本建築学会編：膨張材・収縮低減剤を使用したコンクリートの技術の現状，日本建築学会，pp.231-234，2013.8

[2014年10月15日原稿受理 2015年2月16日採用決定]