

ケイ酸質系浸透性改質剤を塗布した高炉スラグコンクリートの物質透過性能

日本躯体工事㈱ 正会員 入江 正明
日本躯体処理㈱ 正会員 ○平松 賢士
新日鐵高炉セメント㈱ 正会員 檀 康弘
芝浦工業大学 正会員 伊代田岳史

1. 目的

世界的に環境問題に対する関心が高い中で建設分野でも CO₂ 排出削減が求められている. コンクリート構造物の CO₂削減対策として一般的なのが鉄鋼副産物である高炉スラグ微粉末を混和材として利用する方法であり, 公共事業の発注で率先的に求められている. しかし, 高炉スラグコンクリートは, 初期水和段階で水の供給が必要であるため長期に渡る散水養生は直接工期延長につながり, 工程管理を悩ませているのが現状である. そこで本研究では, 長期散水養生に代わる初期養生剤としてケイ酸質系浸透性改質剤 (以下, 改質剤と略) を塗布することで, 高炉スラグコンクリートの物質透過性能の改善効果について検討したものである.

2. 実験概要と実験結果

2.1 実験概要

実験は, 図 1 に示すようにφ100x200mm シリンダー供試体を製作し, 脱枠後に改質剤を塗布した後, 20℃, RH60%の環境に 28 日間暴露し各試験を行った. 試験項目は, 真空吸水試験, 透水試験, 中性化促進試験および塩分浸透試験である. 表 1 に示方配合を示す.

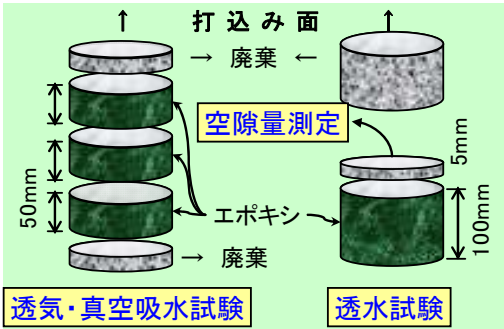


図 1 シリンダー供試体と試験片

表 1 示方配合

セメント	W/C(%)	スランプ (cm)	空気量(%)	S/a(%)	単位量(kg/m ³)					化学混和剤	
					W	C	BFS	S	G	AE	Ae助剤
N	55	15.0	4.9	47.5	175	318	-	832	973	0.25	0.75A
BB		16.0	4.5			159	159	827	967		1.75A

(a) 養生方法

養生方法は, ①脱枠直後から乾燥並びに改質剤を塗布する養生Dパターン(記号 D_N, D_A, D_B), ②封緘 3 日後に脱枠し, 乾燥並びに改質剤を塗布する養生Sパターン(記号 S_N, S_A, S_B)の 2 つの養生パターンにより評価した. なお, 比較のために③水中養生の養生Wパターンも併せて行った.

(b) 養生剤

養生剤は, 使用用途としてコンクリート表層部の改質剤や防水剤さらにひび割れ抑制・治癒などとして使用されているケイ酸質系浸透性改質剤を初期養生剤として用いたものである. 改質剤の主成分はケイ酸ナトリウムであるが浸透深さや改質効果さらにひび割れ治癒効果などを持たせるために化学反応理論による特殊触媒が添加されている特徴をもつ. したがって, 一般にケイ酸系塗布剤と言われる水ガラス, 水ガラス系防水材や撥水剤とは異なる改質剤である. なお今回使用した改質剤は, 反応系を変えた 2 タイプを用い, 本来改質剤は, 水との反応メカニズムであるため数回の散水養生を必要とするが, ここでは剤としての基本性能を確認する目的であえて散水養生を行わずに試験した. 表 1 に養生剤の特徴を示す.

表 2 養生剤の特徴

養生剤の種類	主成分	従成分	触媒	その他
タイプA	ケイ酸ナトリウム	ケイ酸カリウム	未公開	Si分子径=1.8nm
タイプB		なし		

キーワード 高炉スラグコンクリート, ケイ酸質系浸透性改質剤, 物質透過性, 耐久性
連絡先〒108-0074 東京都港区高輪 2-20-30 TEL03-5798-7561

2.2 実験および結果

(a) 真空吸水試験

材令 28 日経過した試験体の側面をエポキシ樹脂コーティングし半分水に浸漬して真空試験機で脱気し、ポンプでの吸引時間 1 時間、真空保持 3 時間実施した後に、試験体を割裂し水分が吸い上げられた領域を確認した。測定は画像解析により断面積に対する水分が上昇した面積の割合を算出して評価した。図 2 に試験結果を示す。養生 D パターンの高炉スラグコンクリートでは性能が改善しているが、養生 S パターンでは効果が見られない。なお、普通コンクリートでは大きく改善された。

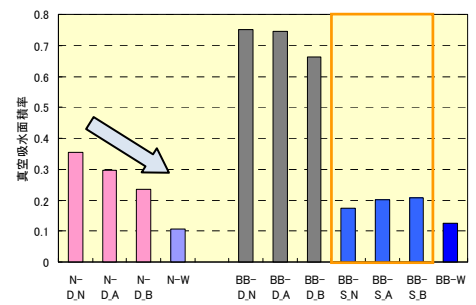


図 2 真空吸水試験

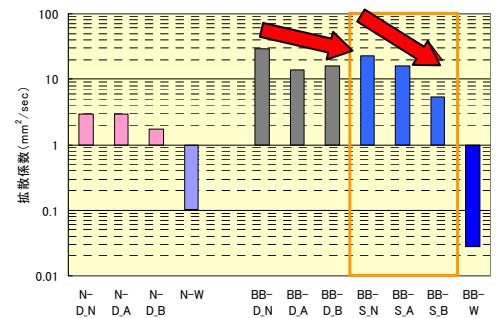


図 3 透水試験

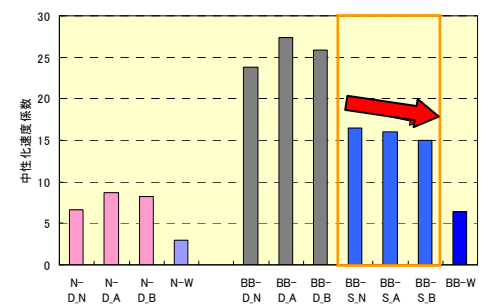


図 4 中性化促進試験

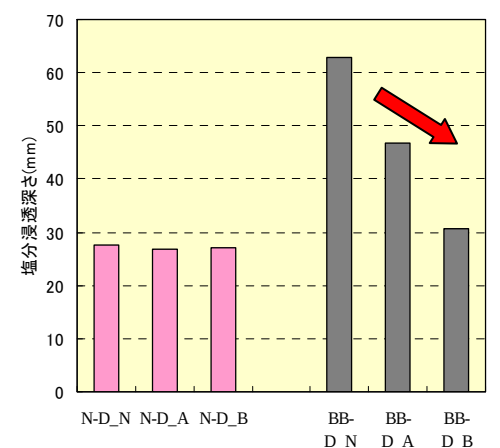


図 5 塩分浸透性試験

(b) 透水試験

材令 28 日経過した試験体の側面をエポキシ樹脂コーティングし厚さ 100mm に切断し型枠底版側の試験体を用いてインプット法により行った。水圧は試験体上面から 1MPa とし、熱伝動方程式を用いて水の拡散係数を算定して評価した。図 3 に試験結果を示す。養生 D、S パターンいずれも改善がみられるが、養生 S パターン (D_A, D_B) で大きく性能の改善が行われた。

(c) 促進中性化促進試験

材令 28 日経過時に試験体を促進中性化試験装置 (温度 20℃, 相対湿度 60%, CO₂ ガス濃度 5%) に静置して、材令 2, 4, 13, 26W のフェノールフタレイン 1% 溶液噴霧による非呈色部の深さを測定し $\sqrt{t}$ 則による中性化速度係数を算定し評価した。図 4 に試験結果を示す。高炉コンクリートの養生 S パターン (S_A, S_B) において、若干の性能改善があるが、普通および高炉コンクリートの養生 D パターンでは、改善は見られなかった。

(d) 塩分浸透試験

材令 28 日経過時に試験体の側面をエポキシ樹脂コーティングして開放面を上面 (打設面) と下面のみとした試験体を用いて、塩化物イオン濃度 3% の模擬海水に 91 日間浸漬し、試験体を割裂し、割裂面に 1/100N 硝酸銀溶液噴霧、白濁した領域を測定し評価した。図 5 に試験結果を示す。高炉コンクリートの養生 D パターン (D_A, D_B) において、著しい性能改善があった。

3. まとめ

高炉スラグコンクリートに初期養生剤としてケイ酸質系浸透性改質剤を塗布した結果、以下のことがわかった。

- (1) 脱枠直後に改質剤を塗布した養生 D パターンでは、塩化物浸透性および透水係数の改善が見られた。
- (2) 封蔵 3 日後に改質剤を塗布した養生 S パターンでは、透水係数、中性化促進の改善効果が見られた。
- (3) 改質剤のタイプ別の改善効果は、各試験毎に異なった傾向を示した。

今後は、水セメント比やスラグ混和率の違いなどによる性能改善効果を検証し、改質剤とそのメカニズム解明を行う必要がある。