

高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートへの水分浸透に関する検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○鈴木 浩明

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 上田 洋

1.はじめに

中性化や塩害による鋼材腐食，あるいは凍害やアルカリシリカ反応など，コンクリート構造物の劣化の主要かつ共通の原因としてコンクリートへの水分の供給が挙げられる．例えば，中性化が鋼材近傍に達した構造物において，コンクリートが乾燥していれば鋼材腐食がほとんど進まないのに対し，雨水等が鋼材位置にまで浸透する場合には鋼材腐食が進みやすい．これらの違いは，コンクリート構造物に対する対策の要否や対策方法の違いにも繋がる．したがって，コンクリート構造物を適切に維持管理するためには，コンクリート表層における水分浸透深さを知ることが求められる．また，副産物である高炉スラグはコンクリートに混和材として用いられており，長期強度の増進や化学的な耐久性の向上が見込まれる一方で，初期強度の低下などが懸念されるといった特徴がある．しかし，高炉スラグを用いたコンクリートに対する水分浸透性状について検討された例は少ない．そこで，本研究では高炉スラグを混和したコンクリート供試体を用い，コンクリートへの水分浸透性状について水セメント比と養生の違いに着目して検討を行った．

2. 実験概要

供試体は OPC を高炉スラグ微粉末 4000(BFS)で 45wt%置換したコンクリートで、寸法は、(A)200×200×150mm、(B)100×100×100mm、および(C)φ 100×200mm の 3 種類である。使用材料を表—1、配合と養生を表—2 に示す。供試体 A は各配合と養生ごとに 1 体作製し、内部含水率センサー（電気抵抗式水分計用、長さ：150mm）をセンサーの先端が側面から 10, 30, 50, 70mm となるように埋設した。センサー先端のブラシ部には同配合のコンクリートをウェットスクリーニングして得たモルタルを塗り込ませた。供試体 B および C は浸漬試験と圧縮強度試験に合わせて各配合と養生ごとに 8 体および 3 体作製した。養生は、打込み後 1 日で脱型し、20℃、60%R.H.環境下で静置する気中養生、コンクリートから水分が逸散しないようにその表面を被覆し 20℃環境下に静置した封緘養生、および 20℃の水中に浸漬して静置した水中養生の 3 種類とし、各養生を材齢 28 日まで行い、その後は共通して 20℃、60%R.H.環境下で材齢 83 日まで静置した。なお、供試体 C は各養生後の材齢 28 日で強度性状を確認し、供試体 A は乾燥養生中の材齢 76 日に、浸漬面とその反対側の面は開放し残り 4 面をビニールテープで被覆した。材齢 83 日に、0, 3, 6, 12 時間および 1, 2, 3, 7 日間供試体の側面を水に 10~20mm 浸漬させる一面浸漬試験（図-1）を行い、供試体 A では内部含水率を測定し、供試体 B では水分浸透深さを割裂し目視で測定した。

表-1 使用材料

材料(記号)		名称等	物性等
セメント(C)		普通ポルトランドセメント(OPC)	密度:3.16g/cm ³
高炉スラグ微粉末(BFS)		高炉スラグ微粉末4000	強熱減量:0.2% 密度:2.91g/cm ³ 比表面積:4070cm ² /g
細骨材(S)		静岡県大井川水系	表乾密度: 2.58g/m ³ 吸水率:2.15%
粗骨材(G)		東京都青梅産2005	表乾密度:2.66g/cm ³ 吸水率:0.53% 最大寸法:20mm
混和剤	混和剤①	AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物とポリオールとの複合体
	混和剤②	AE剤	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤
練混ぜ水(W)		上水道水	—

表-2 配合と養生

W/C (%)	養生	s/a (%)	单位量 (kg/m ³)					混和剂添加量 C×%	
			W	C	BFS	S	G	AE 減水剂	AE剂
60	氣中封緘水中	47	150	137	113	877	1019	0.25	0.0025
50	氣中封緘水中	45	150	165	135	820	1035	0.25	0.0035
40	氣中封緘水中	43	150	206	169	746	1021	0.25	0.00200

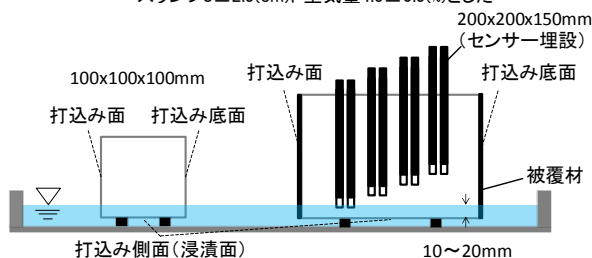
スランプ 8 ± 2.5 (cm), 空気量 4.5 ± 0.5 (%)とした

図-1 一面浸漬試験の概念図

キーワード 水分浸透, 内部含水率, 高炉スラグ, 水セメント比, 養生方法

連絡先〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 コンクリート材料 TEL:042-573-7338

3. 実験結果と考察

図-2に供試体 A の一面浸漬試験における内部含水率測定結果を示す。いずれの供試体も深さ 10mm では浸漬から 3 時間後の測定の時点で内部含水率が高くなっていることから、ごく表層への水分浸透は容易に起きるものと考えられる。ただし、水中養生では深さ 10mm の上昇はごくわずかであり、深さ 30mm 以深では内部含水率はほとんど変化せず、7 日間の浸漬でも水分が深さ 30mm に到達していない。一方、W/C=60%の気中養生および封緘養生、W/C=50%の気中養生では 7 日間の浸漬中に水分が深さ 50mm に達していると考えられ、特に W/C=60%の気中養生

では浸漬から 1 日程度で深さ 70mm に達したと考えられる。以上より、水セメント比が高いか気中養生とした場合、深部へ水分が浸透している一方で、水セメント比が低い水中養生とした場合は水分浸透が抑制されることがわかる。ここで、文献¹⁾を参考とし、OPC のみを用いて作製したコンクリートと比較すると、気中養生とした場合、OPC に比べ BFS45%置換では水分浸透が促進された一方、封緘養生で同程度、水中養生では抑制される傾向にあった。養生方法の違いにより水分浸透抵抗性の優劣が逆転した原因として、水分供給状況の違いによりセメントと BFS の反応の進行程度に差が生じ、その結果組織の緻密化の程度が異なったためと考えられる。以上より、BFS を混和したコンクリートは、乾燥を避け湿潤な養生を行うことで水分浸透抵抗性に優れたコンクリートになる可能性がある。

図-3に水分浸透深さと圧縮強度試験の関係を示す。全体的には、圧縮強度が高いほど水分浸透深さが小さくなる傾向にあるが、W/C=60%の水中養生が、W/C=40%の気中養生や W/C=50%の封緘養生と比べて圧縮強度が低いにも関わらず水分浸透深さが小さくなっていることなどから、圧縮強度のみで水分浸透深さを推定するには課題があると考えられる。

参考文献

- 1) 鈴木浩明, 上田洋: コンクリートの品質が水分浸透深さの時間依存性に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集,

Vol.36, No.1, pp.676-681, 2014

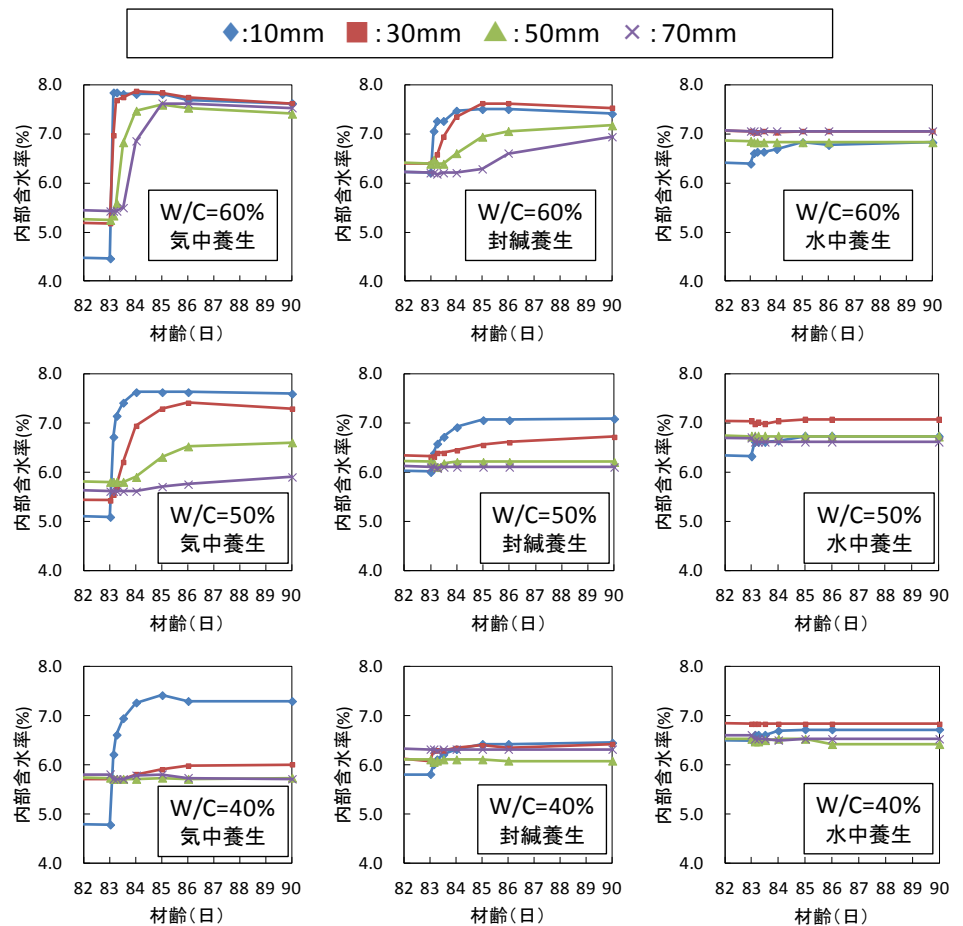


図-2 内部含水率の経時変化

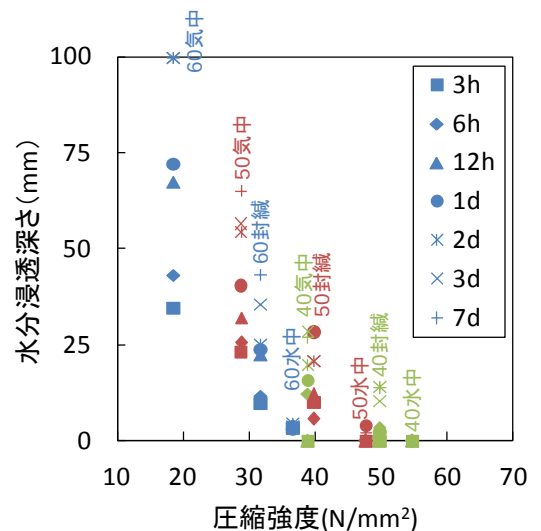


図-3 圧縮強度と水分浸透深さの関係