

湿潤養生期間の違いが混和材を用いたコンクリートの中性化に及ぼす影響に関する一検討

新日鐵高炉セメント株式会社 非会員 大塚 勇介
 新日鐵高炉セメント株式会社 正会員 ○平本 真也
 新日鐵高炉セメント株式会社 正会員 植木 康知
 新日鐵高炉セメント株式会社 正会員 檀 康弘

1. 目的

地球温暖化対策の一つとしてセメント製造時のCO₂ガス排出量を抑制できる高炉スラグ微粉末やフライアッシュを混入したコンクリートの有効利用は、今後の建設材料の選択において重要である。コンクリート標準示方書においては、混合セメントの養生期間について普通ポルトランドセメントを用いた場合より長くすることが明記されており、環境温度ごとに設定されているが、この養生日数は圧縮強度発現を指標としており、構造体かぶりの品質を考慮したものではなく、強度がかぶりの品質を表さないことも知られている。そこで、本研究では初期の湿潤養生期間の違いが混和材を用いたコンクリートの中性化に及ぼす影響を評価した。

2. 実験概要

2. 1. 試験条件

実験には、結合材は普通ポルトランドセメント N (密度 3.14g/cm³, 粉末度 3150cm²/g), N に高炉スラグ微粉末 BFS

(密度 2.91g/cm³, 粉末度 4000cm²/g, SO₃=2.0%) を 50%置換して試製した高炉セメント B 種(BB)およびフライアッシュ FA(密度 2.30g/cm³, 粉末度 3100cm²/g) の 3 種類を用いた。また、N と BB およびそれぞれに FA 内割りで 15%にした結合材の 4 種類を用いてコンクリートを作成した。配合およびフレッシュコンクリートの性状は表 1 に示す。

2. 2. 養生方法および測定項目

コンクリート試験体はφ100×200mm の円柱試験体を用い、打込み直後からの乾燥を防ぐために打込み面をフィルムで覆い、水分の蒸発を防ぎ、封かん養生(記号:S)を行い、所定の材齢で脱型し、気中養生とした。各コンクリートを用いた養生条件の水準を表 2、養生条件を図 1 に示す。養生条件は、すべて 20°C で行い、気中養生(記号:D)は相対湿度 60%に制御した室内とした。測定項目は、図 1 に示した各初期養生を施した材齢 28 日の供試体を用いて、中性化促進試験を実施し、初期養生と中性化の関係を調査した。

表 1 各コンクリートの配合

記号	結合材種類	W/B (%)	s/a (%)	単位置量 (kg/m ³)						フレッシュ性状		
				W	N	BB	FA	S	G	SL (cm)	Air (%)	C.T. (°C)
N	N	55	48	172	313	-	-	843	967	12	5.2	21.8
N+FA	N+FA内割15%				266	-	47	836	959	14	4.5	21.8
BB	N+BFS				-	313	-	838	961	11	4.5	21.4
BB+FA	BB+FA内割15%				-	266	47	832	954	14	4	21.8

表 2 試験実施水準

養生方法	翌日脱型 気中養生		封かん→気中養生					翌日脱型 水中養生
	D	S	3	5	7	9	14	W
養生日数	1	3	5	7	9	14	28	
N	○	○	○	○	-	-	○	
N+FA	○	○	○	○	-	-	○	
BB	○	○	○	○	-	-	○	
BB+FA	○	-	○	○	○	○	○	

○ : 実施水準

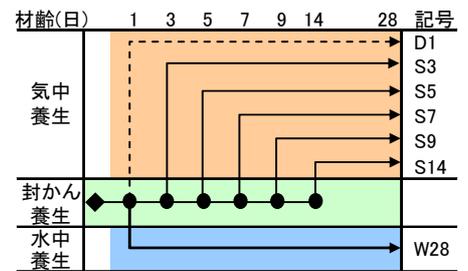


図 1 養生条件

3. 実験結果と考察

3. 1. 養生条件が異なるコンクリートの中性化深さと中性化速度係数の算出

一般にコンクリートの中性化速度は√t 則により求めた中性化速度係数により評価されることが多い。しかし、一例として図 2 (左) に BB の中性化深さに対して原点回帰を行った結果を示す(式 1)。本試験のように打設後 1 日で気中養生行った D1 においては、促進中性化期間 1W において回帰式と乖離しており、初期材齢で乾燥の影響を受ける場合は、原点を通る回帰式で評価がするのは適切でなく、図 2 (右)、式 2 に示すように養生条件によっては中性化抵抗性のない層が形成され、これを見掛けの初期中性化深さ C₀ (mm) として回帰分析した方が中性化の

キーワード 養生, 中性化, 混和材, 高炉セメント, フライアッシュ

連絡先 〒803-0801 福岡県北九州市小倉北区西港町 16 番地 新日鐵高炉セメント株式会社 TEL 093-563-5103

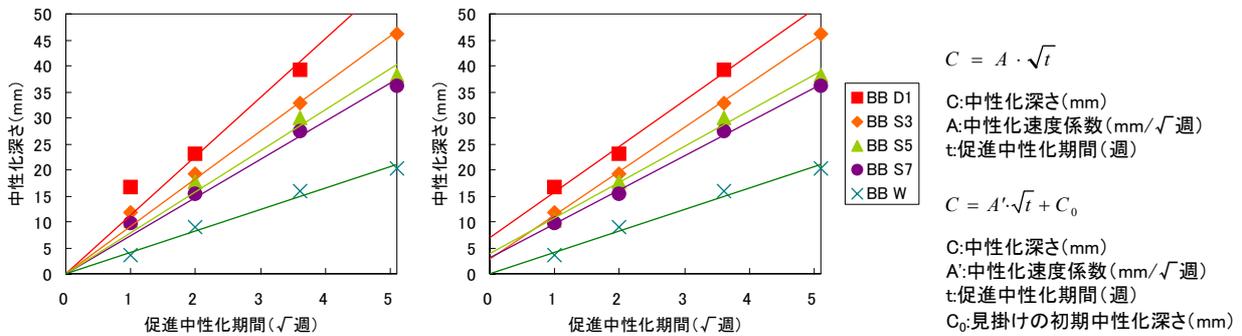


図2 BBにおける養生条件と中性化深さの関係(左:式(1)、右:式(2))

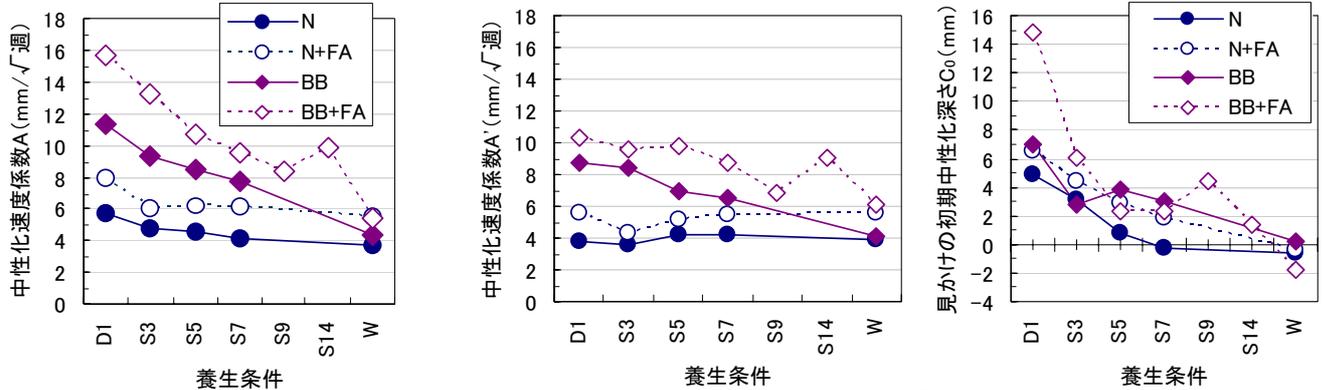


図3 原点回帰により評価した養生条件の異なる各コンクリートの中性化速度係数 A
 図4 見掛けの初期中性化深さ C₀を評価した養生条件の異なる各コンクリートの中性化速度係数 A'と見掛けの初期中性化深さ C₀
 (左:中性化速度係数 A', 右:見掛けの初期中性化深さ)

進行をより正確に評価できることが示唆されている¹⁾。そこで式1、式2それぞれを用いて各コンクリートの中性化速度係数と式2を用いた場合の見掛けの初期中性化深さ C₀を評価した。

3.2. 養生条件が中性化速度係数および見掛けの初期中性化深さに与える影響

図3に原点回帰により評価した養生条件の異なる各コンクリートの中性化速度係数、図4に見掛けの初期中性化深さを考慮して評価した養生条件の異なる各コンクリートの中性化速度係数と見掛けの初期中性化深さを示す。中性化速度係数は原点回帰を行う場合は、混和材使用量の多いBB, BB+FAでは養生日数が長くなるにつれ大きく改善する傾向があるが確認される。一方、見掛けの初期中性化深さを考慮した場合、N, N+FAではいずれの養生日数でも大きな変化はなく、BB, BB+FAでは養生日数が長くなるにつれ、中性化速度係数は小さくなる傾向が見られるが、原点回帰により評価した中性化速度係数と比べて養生日数の影響は小さい。一方で、見掛けの初期中性化深さ C₀は、いずれのコンクリートについても養生日数1日から3日かけて小さくなり、混和材を用いた場合でも養生日数5日(S5)で約2mm程度となった。特に混和材量の多いBB+FAでは湿潤養生日数が C₀に与える影響が大きい。また、水中養生28日Wを施したコンクリートはいずれも C₀が負の値を示したが、十分に乾燥させず含水状態で中性化促進試験を行い、初期は一時的に中性化が進行しなかったためと考えられる。

4. まとめ

高炉スラグ微粉末・フライアッシュを混和材として用いたコンクリートの湿潤養生日数が中性化に与える影響を評価し、以下の結果を得た。

- (1) 湿潤養生が短い場合、乾燥によりコンクリートの表層部に中性化抵抗性に寄与しない層が存在するため、原点を通る \sqrt{t} 則による回帰式で求めた中性化速度係数は、混和材を用いたコンクリートでは大きくなる傾向がある。よって、初期養生の影響を評価する場合は見掛けの初期中性化深さ C₀を考慮したほうが適切と考えられる。
- (2) 初期の湿潤養生を5日以上施せば、混和材を用いたコンクリートにおいても見掛けの初期中性化深さ C₀は十分小さくなる。

参考文献

1) 黒田泰弘, 檀康弘: 湿潤養生期間の違いが混和材を用いたコンクリートの圧縮強度と中性化に及ぼす影響, 混和材を積極的に使用するコンクリートに関するシンポジウム論文集, pp.125-132 (2012)