

Mgの添加による低炭素型コンクリートの中性化抑制効果について

大成建設(株) 技術センター 正会員 ○岡本 礼子
 同上 正会員 大脇 英司
 同上(現 四国支店) 正会員 荻野 正貴

1. はじめに

混和材を大量に使用し、その置換率がJISの混合セメントの範囲を超えることもあるコンクリートは、低炭素型コンクリートとして知られ、コンクリート製造時のCO₂排出量を抑制できる。一方、ポルトランドセメント量が少ないことから、一般のコンクリートと比較して中性化が速いという課題がある。本検討では、水酸化マグネシウム(Mg(OH)₂)を低炭素型コンクリートに添加し、中性化抑制効果をグリーン購入法で一般的な高炉セメントB種と比較して検討した。

2. 材料および配合

ペースト試験とコンクリート試験を実施した。使用した粉体や骨材はそれぞれのJISを満たす市販材料とし、Mg(OH)₂は試薬(含有率>95.0%)を添加した。配合を表1と表2に示す。環配はポルトランドセメントを使用しない、SGはポルトランドセメントの割合が10%である²⁾という特徴をもち、いずれも結合材の構成が混合セメントのJISに該当しない。BBとBCの結合材はJIS R 5211を満足する高炉セメントB種およびC種とし、FCはJIS R 5212を満足するフライアッシュセメントC種とした。これらはCO₂排出抑制に効果があり、グリーン購入法で特定調達品目に指定されている。Mg(OH)₂の添加率は粉体(P)に対する質量比(%)で示し、試料名は配合名-##(##はMg(OH)₂添加率)として表した。

3. 試験体作製および促進中性化試験

ペースト試験では、表1の材料、配合でφ30mm×50mmの円柱試験体を作製し、20℃で28日間、封かん養生した。その後脱型して、温度20℃、湿度60%で7日間保管した。打込み底面1面以外をアルミニウムテープで被覆し、温度20℃、湿度60%、CO₂濃度5%で中性化促進試験を実施した。所定の期間経過後に試験体を割裂し、割裂断面に1%フェノールフタレイン溶液を噴霧して中性化深さを測定した。コンクリート試験では、10×10×40cmの角柱試験体を作製した。JIS A 1153に準拠し、脱型して所定の期間養生を行った後、促進中性化試験を実施した。

4. 促進中性化試験の結果

ポルトランドセメントを使用しない環境配慮コンクリートのペースト(配合名:環配)による促進中性化試験の結果を図1に示す。Mg(OH)₂を添加しない場合は試験開始後91日までには試験体全体が中性化していた。一方、Mg(OH)₂を添加すると中性化深さは小さくなった。特に8.8%以上添加すると、グリーン調達で一般的に用いられるBB-0の中性化深さを下回った。環境配慮コンクリートの中性化が速いという課題の解決への貢献が期待される。

結合材のポルトランドセメントが10%である低炭素型コンクリートのペースト(同:SG)の促進中性化試験の結果を図2に示す。SGも環配と同様にMg(OH)₂を添加しない場合は試験開始後91日までに試験体全体が中性化した。Mg(OH)₂を添加により抑制できた。添加率に関わらず促進試験91日の中性化深さは約1cmとなり、BB-0を下回ることが確認できた。なお、OPCの場合はさらに添加の効果が顕著であり、試験期間を通して中性化深さが0cmとなった。これらの結果を図2に併載した。

表1 ペースト試験の配合

配合名	水	粉体(P)									Mg(OH) ₂ 添加率 (%)
		ポルトランドセメント		高炉セメント	高炉スラグ	膨張材	消石灰	石灰石微粉末	シリカフューム	フライアッシュ	
		普通	早強	B種	微粉末						
環配	40.0	—	—	—	77.1	6.9	7.3	8.6	—	—	4.5/8.8/13.6/19.0
SG	42.5	—	10	—	85	—	—	—	5	—	7.9/12.4/17.7
BB	55.0	—	—	100	—	—	—	—	—	—	10.6/18.1
BC	55.0	30	—	70	—	—	—	—	—	—	20.2
FC	50.0	70	—	—	—	—	—	—	—	30	14.4
OPC	55.0	100	—	—	—	—	—	—	—	—	15.5/23.3

単位:質量比

キーワード:コンクリート, 低炭素, 環境負荷, 中性化抑制, 高炉スラグ, 水酸化マグネシウム

連絡先:〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター 社会基盤技術研究部 Tel.045-814-7265

表2 コンクリート試験の配合

配合名	W/P	s/a	単位量 (kg/m ³)		Mg(OH) ₂ 添加率 (%)
			水	P*	
環配コン	0.36	0.43	155	431.9	8.2
BBコン	0.55	0.43	160	290.9	—

*: 表1のPと同一の構成

ペースト試験のそれぞれの配合について、Mg(OH)₂を添加しない場合の中性化速度係数を1として添加した場合の中性化速度係数を比で表した(図3)。Mg(OH)₂の添加により、検討した全ての配合で中性化速度係数を小さくすることが出来た。ポルトランドセメントを使用しない環配や、ポルトランドセメントが10%のSGにおいても速度係数を1/2以下にすることが出来た。

ペースト試験で中性化抑制効果が確認できたので、表2に示す配合でセメントを使用しない環境配慮コンクリートを作製し、促進中性化試験を実施した。結果を図2に示す。Mg(OH)₂を添加しない場合は、試験開始後182日までに中性化深さが5cmに達し、試験体全体が中性化した。一方、Mg(OH)₂を8.2%添加すると中性化の進行を1/2程度に抑制でき、同一強度レベルのBBコンと同等の中性化速度係数とすることが出来た。

5. まとめ

低炭素型コンクリートのペーストを用いた促進中性化試験により、Mg(OH)₂の添加が中性化の進行抑制に有効であり、8~20%の添加で、ポルトランドセメントの割合が0%、10%と極端に少ないものを含む複数の低炭素型コンクリートの中性化速度係数を1/2以下にできることを見出した。コンクリート試験においても高炉セメントB種を用いたコンクリートと同等の水準に抑制できたことから、低炭素型コンクリートの性能向上策として期待している。

参考文献

- 岡本礼子ほか: 高炉スラグ微粉末とカルシウム系刺激材を使用した環境配慮コンクリートの物性について, コンクリート工学論文集, Vol.35, No.1, pp.1981-1986, 2013.
- 船橋政司ほか: 低炭素コンクリートの配合設計手法および効果特性の検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, pp.232-237, 2014.

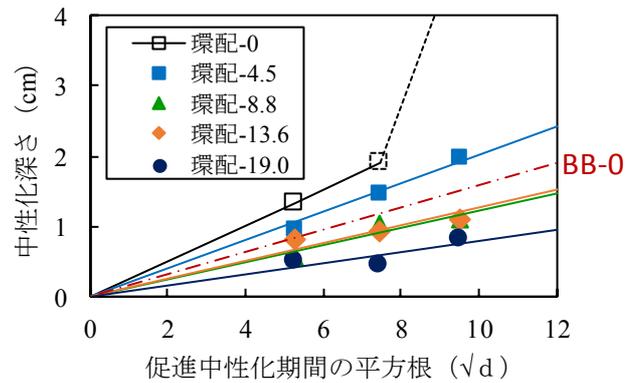


図1 配合名:環配の促進中性化試験の結果

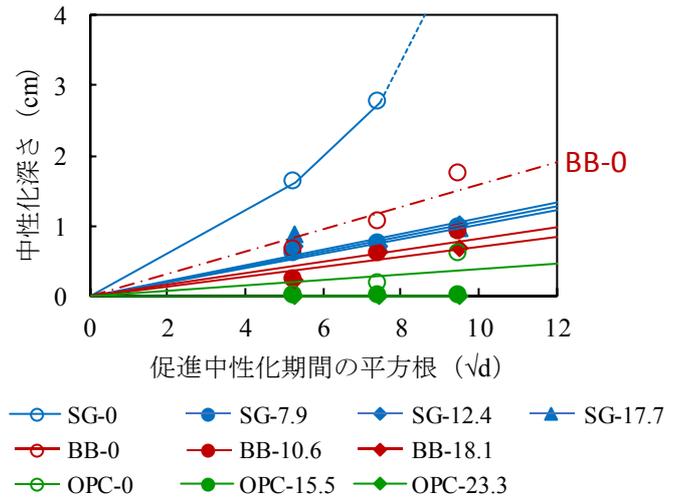


図2 配合名:SG, BB, OPCの促進中性化試験の結果

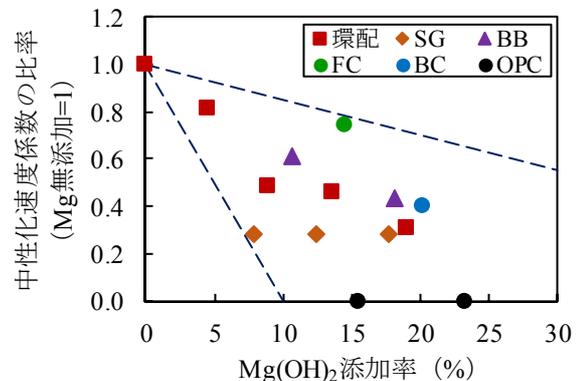


図3 Mg(OH)₂の添加による中性化速度係数の低減効果

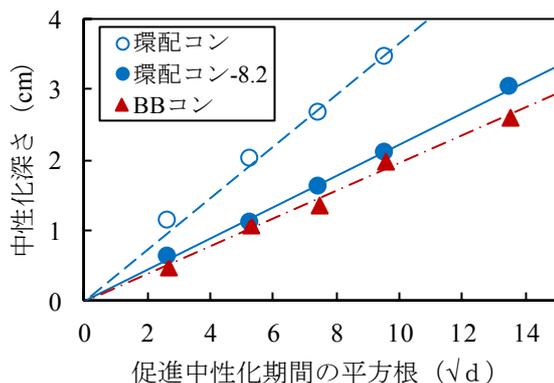


図4 配合名:環配コンの促進中性化試験の結果