

鉄鋼スラグを用いたモルタルの塩化物イオンの透過性に関する基礎的研究

日本大学大学院理工学研究科 学生会員 ○小木曾 清高
 日本大学大学院理工学研究科 学生会員 徳富 恭彦
 日本大学理工学部 正会員 梅村 靖弘

1. はじめに

高炉水砕スラグはコンクリート混和材として、塩化物イオンの遮蔽性が高く鉄筋の防錆効果が高いことが明らかになっている。しかし、同じ製鋼過程において発生する高炉徐冷スラグや脱リンスラグの塩化物イオンの遮蔽性は明らかになっていない。そこで、本研究では高炉水砕スラグと高炉徐冷スラグにそれぞれ脱リンスラグを混合したコンクリート混和材の塩化物イオン透過性に関して検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料とモルタル配合: 本実験に用いた使用材料とモルタル配合を表-1、表-2に示す。モルタル配合において、普通ポルトランドセメントに対する混和材置換率は体積置換率30%とした。

2.2 圧縮強度試験: $\phi 50 \times h100$ mmの円柱供試体を用い、JIS A 1108 にしたがって、材齢7、28日まで封緘養生したモルタルの圧縮強度を測定した。

2.3 塩化物イオン透過試験: 試験器を図-1に示す。供試体の寸法は $\phi 50 \times h10$ mmとした。セルの一方に3%NaCl水溶液を、他方に飽和Ca(OH)₂水溶液を各々600ml入れ、濃度勾配による自然拡散により塩化物イオンを透過させた。一定期間ごとに飽和Ca(OH)₂水溶液中の塩化物イオン濃度をイオンクロマトグラフにより測定し、その濃度変化勾配からFickの式を用いて塩化物イオン透過拡散係数を算出した。なお、透過開始材齢は28日とした。

2.4 細孔径分布試験: 塩水浸漬試験に使用する供試体の細孔径分布を水銀圧入式ポロシメータで測定した。

2.5 全塩化物イオン量試験: 塩化物イオン透過試験に用いた供試体の、塩分浸透部に残留した塩化物イオン量を測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 圧縮強度試験: 図-2に材齢7、28日の圧縮強度を示す。DB30の圧縮強度は、BS30と比較して両材齢とも約20%低下したが、DBとBSの混合置換BD15はBS30と同程度の強度発現となった。CS30はDB30と比較して、材齢7日では同等であったが、材齢28日では約15%低下した。CSとDBの混合置換CD15は、強度増進効果は認められなかった。

表-1 使用材料

材料名	略号	材料の種類と備考
水	W	蒸留水
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度: 3.16g/cm ³ ブレーン比表面積: 3270cm ² /g
細骨材	S	陸砂 表乾密度: 2.62g/cm ³ 粗粒率: 2.46
混和材 (AD)	BS	高炉水砕スラグ微粉末 密度: 2.88g/cm ³ ブレーン比表面積: 4670cm ² /g
	CS	高炉徐冷スラグ微粉末 密度: 2.75g/cm ³ ブレーン比表面積: 4056cm ² /g
	DB	脱リンスラグ微粉末 (500°Cで2h焼成処理) 密度: 3.33g/cm ³ ブレーン比表面積: 4200cm ² /g

表-2 モルタル配合表

配合名	水結合材 体積比	単位重量[kg/m ³] ※()内は体積置換値[リットル]					
		W	C	BS	CS	DB	S
PL	1.90	296(296)	493(156)	0	0	0	1331(508)
BS30	1.90	296(296)	345(109)	135(47)	0	0	1331(508)
CS30	1.90	296(296)	345(109)	0	129(47)	0	1331(508)
DB30	1.90	296(296)	345(109)	0	0	156(47)	1331(508)
BD15	1.90	296(296)	345(109)	67(23)	0	78(23)	1331(508)
CD15	1.90	296(296)	345(109)	0	64(23)	78(23)	1331(508)

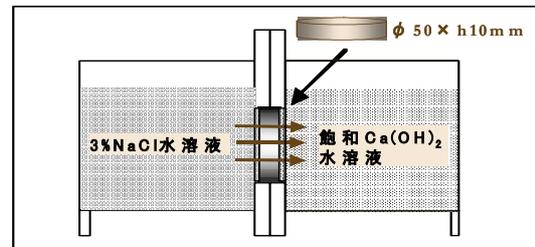


図-1 塩化物イオン透過セル

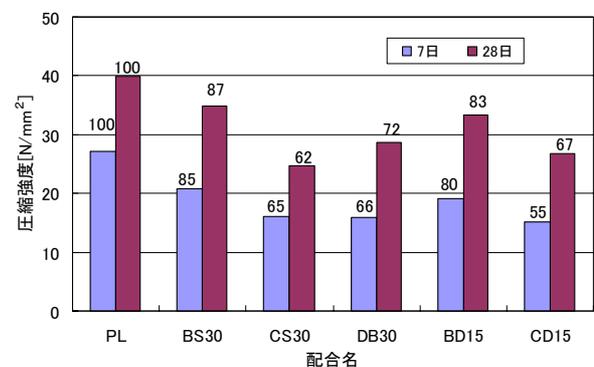


図-2 圧縮強度試験結果

キーワード 高炉徐冷スラグ 脱リンスラグ 高炉水砕スラグ 混和材 塩化物イオン

連絡先 理工学部土木工学科 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL/FAX 03-3259-0682

3.2 塩化物イオン透過試験：図-3に塩化物イオン透過量の経時変化を、7週目における塩化物イオン透過量についてプレーンモルタル(PL)と比較すると、BS30とBD15は各々74%、49%減少し、CS30、DB30、CD15は各々67%、56%、13%増加した。

3.3 細孔径分布測定試験：図-4に塩化物イオン浸透開始時期である材齢28日のモルタルの細孔径分布を示す。全細孔容積はCS30>BS30>PL≧CD15≧DB30>BD15となった。高炉水砕スラグと脱リンスラグを混合すると、高炉水砕スラグまたは脱リンスラグ単体よりも細孔容積が減少する結果となった。

3.4 塩化物イオン透過に及ぼす要因：図-5にモルタル中の塩化物イオン残存量を示す。全塩化物イオン量はPLと比較すると、BS30、BD15は各々30%、10%増加し、CS30、DB30、CD15は各々36%、12%、19%減少した。図-6に塩化物イオン透過試験より求めた各配合の塩化物イオン透過拡散係数と全細孔容積との関係を示す。BS30が、PLよりも全細孔容積が大きいにも拘らず拡散係数が小さくなった要因としては、図-5に示す結果よりBSの塩化物イオン固定化能力が高いことが推察できる。BD15は全細孔容積が小さく、塩化物イオン固定化能力が高いことから、最も拡散係数が小さくなり、一方、CS30は全細孔容積が大きく、塩化物イオン固定化能力も低いことから拡散係数は最も大きくなったといえる。DB30がPLよりも全細孔容積が小さいにも拘らず拡散係数が大きくなった要因はDBの塩化物イオン固定化能力が低かったためと考えられる。またCD15とDB30の全細孔容積と塩化物イオン固定化能力がほぼ同程度であるにも拘らずDB30の拡散係数が大きくなった要因は、CD15の細孔径0.1μm付近の細孔容積がDB30よりも50%大きくなったことが挙げられる。

4. まとめ

(1)プレーン配合と比較して、高炉徐冷スラグと脱リンスラグを混和した配合は塩化物イオンの遮蔽性向上は認められなかった。

(2)脱リンスラグと高炉水砕スラグを混合した配合の塩化物イオン遮蔽性はプレーン配合よりも高くなった。理由としては、高炉水砕スラグと比較して、塩化物イオン固定化能力よりも、全ての細孔径で細孔容積が減少したことが大きく影響したと考えられる。

謝辞：本研究の一部は日本大学理工学部特別推進研究Bの一環として実施した。記して謝意を表します。

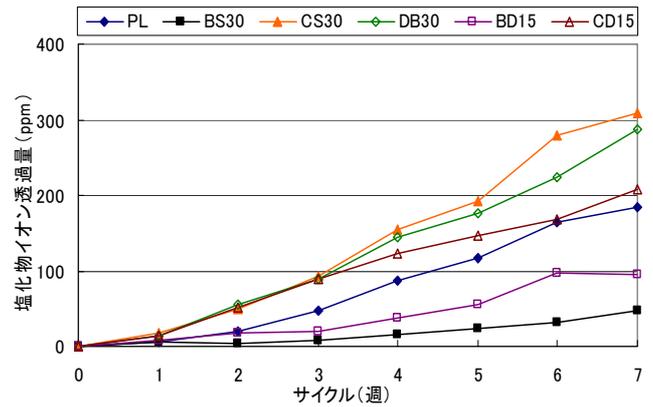


図-3 塩化物イオン透過量

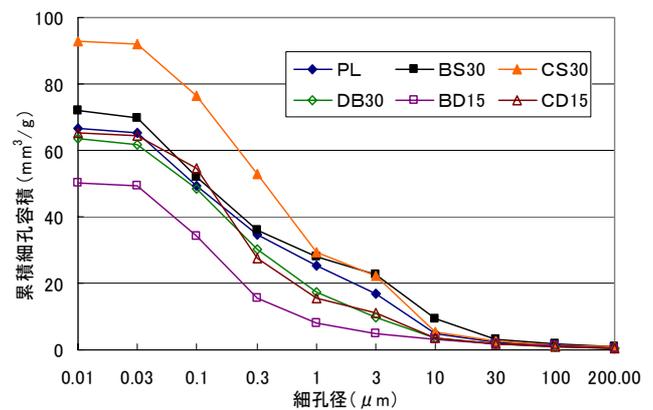


図-4 モルタルの細孔径分布

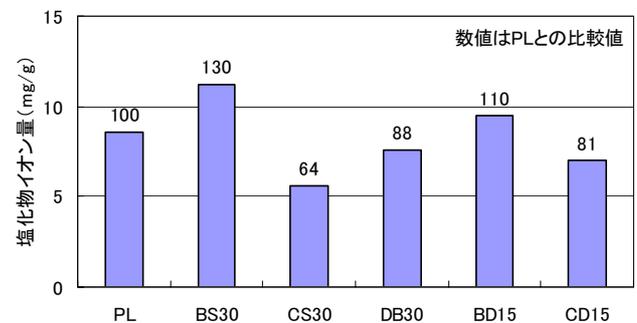


図-5 モルタル中の全塩化物イオン量

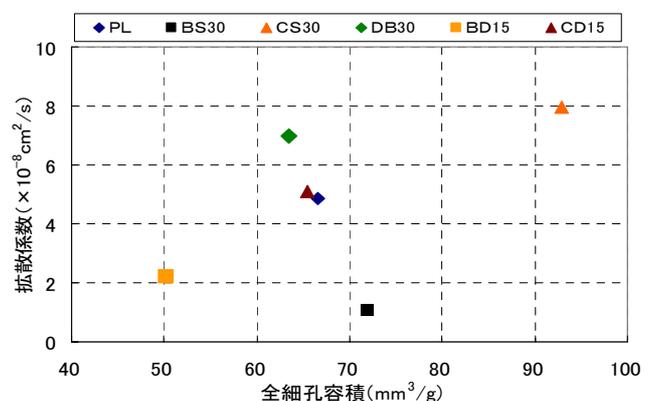


図-6 塩化物イオン透過拡散係数と全細孔容積の関係