

鉄鋼スラグを混和したモルタルの塩化物イオンの透過性に関する研究

日大理工 (学部) ○石島 修祐 日大・理工 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。一方、最近コンクリート混和材としての研究が始められてい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、本研究では高炉徐冷スラグと脱リンスラグならびに各々を高炉水砕スラグと混合したモルタル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。

2.2 圧縮強度試験： $\phi 50 \times h100\text{mm}$ のモルタル円柱供試体を用い、JIS A 1108 にしたがって、材齢 7、28、91 日でのモルタルの圧縮強度を測定した。

2.3 細孔径分布試験：塩化物イオン透過試験用モルタル供試体と同一の供試体の細孔径分布を水銀圧入式ポロシメータを用いて測定した。

2.4 塩化物イオン透過試験 (図-1)・全塩化物イオン量試験：供試体は材齢 28 日、寸法 $\phi 50 \times h100\text{mm}$ のものを用いた。容器の一方に 3%NaCl 水溶液を、他方に飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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。1 週ごとに飽和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液を採取し、イオンクロマトグラフにより濃度を測定した。また、塩化物イオン透過試験終了後のモルタル供試体を用いて供試体内部に残留した塩化物イオン量を測定した。

2.5 塩化物イオン浸漬試験：モルタル打設上面を 1cm カットした供試体 ($\phi 50 \times h90\text{mm}$) の上面以外をシリコンでシールし、供試体の上面を 3%NaCl 水溶液に 8 週浸漬させた。1 週ごとに供試体を縦方向に 2 分割し 0.1N の硝酸銀水溶液を噴霧しその後変色した範囲をノギスを用いて測定し塩化物イオン浸透深さとした。

表-1 使用材料

材料名	材料の種類・備考	略号
水	蒸留水	W
セメント	普通ポルトランドセメント 密度: $3.16\text{g}/\text{cm}^3$ プレーン値: $3320\text{cm}^2/\text{g}$	C
細骨材	陸砂 表乾密度: $2.64\text{g}/\text{cm}^3$ 粗粒率: 2.45	S
混和材料	高炉水砕スラグ微粉末 密度: $2.88\text{g}/\text{cm}^3$ プレーン値: $4670\text{cm}^2/\text{g}$	BS
	高炉徐冷スラグ微粉末 密度: $2.75\text{g}/\text{cm}^3$ プレーン値: $4056\text{cm}^2/\text{g}$	CS
	脱リンスラグ微粉末 密度: $3.33\text{g}/\text{cm}^3$ プレーン値: $4200\text{cm}^2/\text{g}$	DS

表-2 モルタル配合

配合名	水結合材比						
	W/C	W	C	BS	CS	DS	S
PL	60	296	493	0	0	0	1341
BS50	60	296	247	225	0	0	1341
CS50	60	296	247	0	215	0	1341
DS50	60	296	247	0	0	260	1341
BD50	60	296	247	112	0	130	1341
BC50	60	296	247	112	107	0	1341

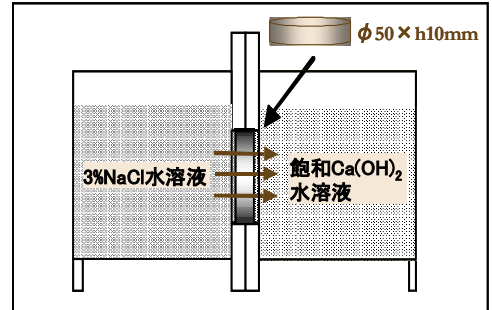


図-1 塩化物イオン透過セル図

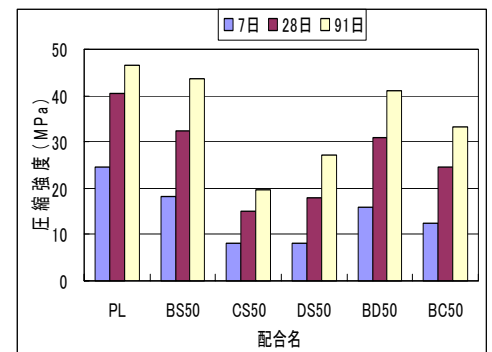


図-2 圧縮強度試験結果

Study on Penetration of Chloride Ions in Hardened Mortar with Steel-making Slag

Shuusuke ISIJIMA and Yasuhiro UMEMURA

3. 実験結果と考察

3.1 圧縮強度試験 (図-2) : BS、CS、DS 各々単体で置換した配合 BS50、CS50、DS50 を比較すると BS50 に対し CS50、DS50 は、圧縮強度は各材齢共に 30%以上減少した。また、高炉水砕スラグを使用した 3 配合では BS50 と比較し BD50 では、材齢 7 日、28 日、91 日の各々の材齢で圧縮強度は 13%、5%、6%の低下となった。一方、BC50 では同様に 32%、25%、26%となった。したがって、BD50 は BC50 より初期材齢 7 日での強度は約 20%増加したが、材齢 7 日以降での強度増進率は同等となった。

3.2 塩化物イオン透過試験 (図-3)・塩化物イオン浸漬試験 (図-4) : 塩化物イオン透過量、塩化物イオン浸透深さ共に 8 週目で CS50>DS50>PL>BC50>BD50>BS50 の順となった。塩化物イオン透過量は PL に対して BS を使用した配合で、BS50 は 94%、BD50 は 81%、BC50 は 74% 減少し高い抑制効果が見られた。塩化物イオン浸透深さは PL に対して BS50 は 55%、BD50 は 45%、BC50 は 37%減少した。また、CS、DS 各々単体での配合 CS50、DS50 では透過量、浸透深さは 2 倍以上となり抑制効果は見られなかった。したがって、両実験から BS を使用した配合では PL より高い塩化物イオン浸透抑制効果が期待できる。

3.3 塩化物イオン透過量と全細孔容積の関係 (図-5) : 全細孔容積が大きい CS50、DS50 は塩化物イオン透過量も多くなり、全細孔容積が小さい PL、BS50、BD50、BC50 は塩化物イオン透過量も少なくなった。BS50、BD50、BC50 については、PL よりも全細孔容積が大きいにも拘わらず塩化物イオン透過量が少なくなった。この要因としては図-6 に示すように BS の混和により塩化物イオン固定化能力が大きくなったことが考えられる。

4. まとめ

(1) 圧縮強度について、脱リンスラグを高炉水砕スラグと併用した配合では、材齢 28 日以降、高炉水砕スラグ単体での強度とほぼ同等の強度が得られることが分かった。

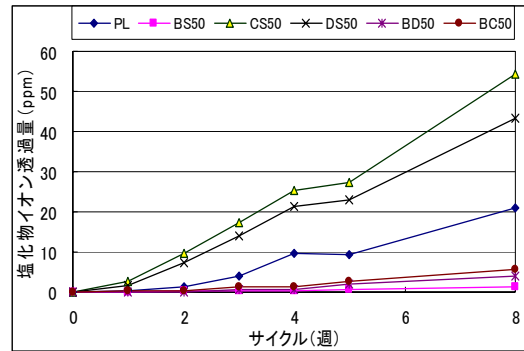


図-3 塩化物イオン透過試験結果

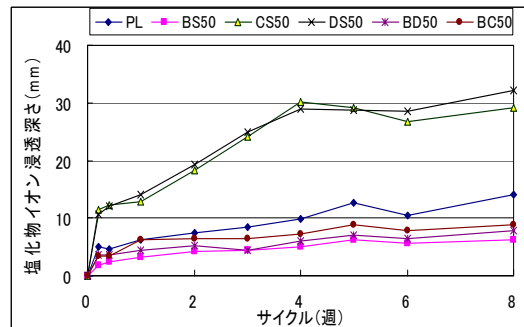


図-4 塩化物イオン浸漬試験結果

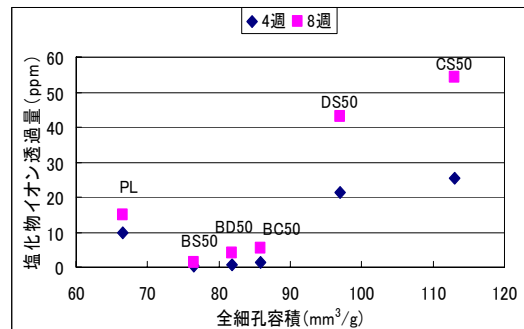


図-5 塩化物イオン透過量と全細孔容積の関係

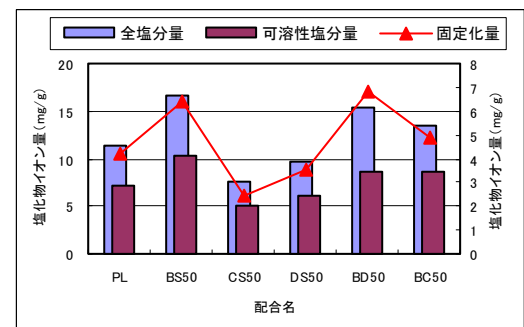


図-6 モルタル中の全塩化物イオン量

(2) 塩化物イオンの遮蔽性については、PL に対して、高炉徐冷スラグ、脱リンスラグそれぞれ高炉水砕スラグとの併用により高い浸透抑制効果が期待できる。