

細骨材の寸法および種類が異なるコンクリートにおける塩化物イオン拡散

名古屋工業大学 学生会員 佐藤 寛之 竹本油脂株式会社 正会員 齊藤 和秀
 名古屋工業大学大学院 学生会員 鵜飼 貴史 名古屋工業大学大学院 学生会員 神田 ゆかり
 名古屋工業大学大学院 正会員 吉田 亮 名古屋工業大学大学院 フェロー 梅原 秀哲

1. はじめに

近年、天然資源の保全や省エネルギーの観点から高炉水砕スラグ細骨材(以下、スラグ細骨材)が注目されている。天然骨材を用いたコンクリート同様のフレッシュ性状を有するスラグ細骨材コンクリートでは、初期材齢で圧縮強度は低く長期材齢で同等以上であり、中性化速度は同等と報告されている。また、齊藤らは同一配合で天然およびスラグ細骨材コンクリートの乾燥収縮に関する研究を進めている¹⁾。本研究では、乾燥収縮を検討した上記の研究に加え、耐久性に重要である物質移動抵抗性を調べるため、種類、寸法の異なる細骨材を使用したコンクリートの電気泳動試験による塩化物イオン拡散について検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体諸元

供試体は普通ポルトランドセメント、水道水、粗骨材には岩瀬産砕石の寸法 10～15mm(表乾密度 2.64 g/cm³)をふるい分けして使用し作製した。細骨材はそれぞれ JIS A 5011-1 に適合するスラグ細骨材(表乾密度 2.73 g/cm³、吸水率 2.31%)と岩瀬産砕砂(以下岩瀬産細骨材)を使用した。細骨材の寸法はどちらも 5mm～1.2mm、1.2mm～0.15mm、0.15mm以下の寸法にふるい分けて使用した。寸法 0.15mm以下の細骨材に関しては、それより寸法の大きい細骨材を粉砕機によって破砕している。配合については単位水量および単位セメント量は一定で、骨材中の水分を含めてセメント硬化体中の水分量を一定とした。細骨材の密度は絶乾状態を基準とした。物性と配合は表-1に示す。また、消泡剤は3.0(g)、増粘剤は(C×0.4%)で添加し、寸法 0.15mm以下の岩瀬産細骨材を使用した配合には高性能減水剤を(C×0.5%)で添加し、寸法 0.15mm以下のスラグ細骨材を使用した配合には後添えで高性能減水剤を(C×0.06%)で添加した。

表-1 物性と配合

骨材	寸法 (mm)	記号	含水率 (%)	絶乾密度 (g/cm ³)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)				Air(%)	C.T. (°C)
						W	C	S1 or S2	G		
岩瀬	5～1.2	I-5	1.10	2.56	50	7.05	14.34	10.86	35.64	1.5	25.8
	1.2～0.15	I-1.2	1.69	2.52	50	6.99	14.34	10.77	35.64	1.7	25.5
	0.15以下	I-P	0.14	2.57	50	7.15	14.34	10.82	35.64	2.6	27.1
スラグ	5～1.2	S-5	1.25	2.64	50	7.03	14.34	11.24	35.64	1.4	25.9
	1.2～0.15	S-1.2	0.99	2.73	50	7.06	14.34	11.57	35.64	1.6	25.8
	0.15以下	S-P	0.20	2.86	50	7.13	14.34	12.03	35.64	2.6	27.2

2.2 圧縮強度試験、静弾性係数試験

供試体はφ10×20cmの円柱供試体を作製し、打設後24時間後に脱型、材齢28日まで水中養生した。圧縮強度試験はJIS-A-1108に、静弾性係数試験はJIS-A-1149に準拠して行った。

2.3 電気泳動試験

供試体はφ10×5cmの円盤型枠を使用し作製した。打設後24時間後に脱型、材齢28日まで、温度20±3℃、湿度60±5%の環境下で気中養生した。電気泳動試験はJSCE-G71に準拠して行った。また、陽極側の塩化物イオン濃度は電位差滴定法を用いて測定した。

3. 試験結果

まず、各種類の細骨材を用いた供試体の圧縮強度を図-1に示す。図-1を見ると岩瀬産細骨材とスラグ細骨材において、細骨材の寸法が細くなるほど圧縮強度が大きくなること分かる。細骨材の寸法ごとに見ると、5mm～1.2mm、1.2mm～0.15mmのそれぞれにおいて、骨材の種類に関わらずほぼ同じ値となる。しかし0.15mm以下の細骨材を使用した供試体については、スラグ細骨材の方が16(N/mm²)程高い値を示している。

次に、各種類の細骨材を用いた供試体の静弾性係数を図-2に示す。静弾性係数においても細骨材種に関わらず寸法が小さくなるにつれて高い値を示す。また、細骨材種ごとに見てみるとスラグ細骨材を使用した供試体の方が静弾性係数は1割程高い値を示している。

図-3に各細骨材を用いた供試体の電気泳動試験によって得られた塩化物イオンの経時変化を示す。陽極側溶液において塩化物イオンが確認される時間について見てみると、寸法1.2mm以下のスラグ細骨材を用いた供試体では試験開始より200時間程度であり、他の供試体は100時間程度である。

また、図-3を基に求めた陽極側塩化物イオン濃度の増加割合と塩化物イオンの定常状態における流速を表-2に示す。細骨材種ごとに塩化物イオンの定常状態における流速を見てみると、岩瀬産細骨材を用いた供試体では使用した細骨材の寸法が小さくなるほど塩化物イオンの増加割合は高い値を示し、スラグ細骨材を用いた供試体では使用した細骨材の寸法が大きくなるほど塩化物イオンの増加割合は高い値を示している。

4. まとめ

本研究では細骨材の種類と寸法を変えてコンクリート供試体を作製し、圧縮強度試験、静弾性係数試験、そして電気泳動試験を行った。スラグ細骨材を使用した供試体では寸法が小さくなるほど圧縮強度、静弾性係数が大きくなり、塩化物イオンの定常状態における流速は小さくなること分かった。この結果から寸法1.2mm以下のスラグ細骨材を使用した供試体では、気中養生しても硬化体の組織を緻密にし、物質移動抵抗性を向上させると示唆している。

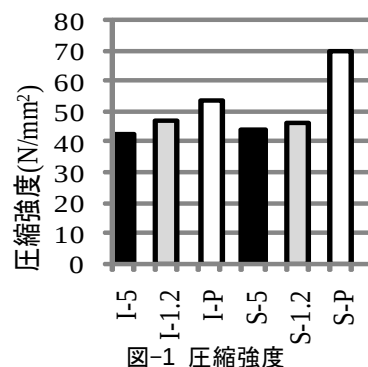


図-1 圧縮強度

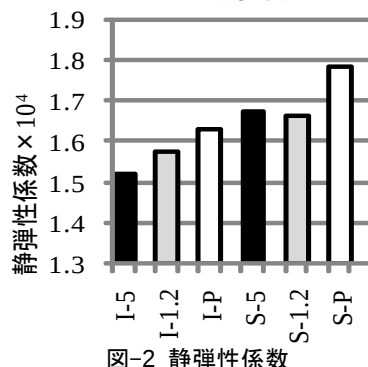


図-2 静弾性係数

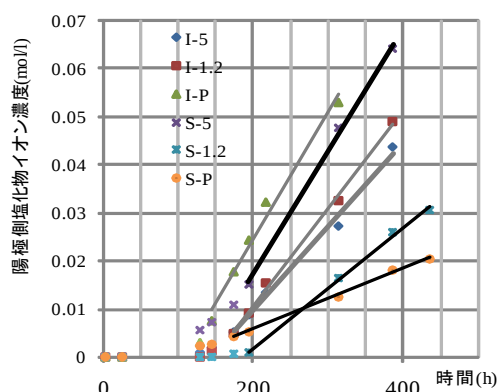


図-3 陽極側塩化物イオン濃度経時変化

表-2 塩化物イオンの増加割合と流速

骨材	寸法 (mm)	陽極側塩化物イオン濃度の増加割合 (mol/l/年)	塩化物イオンの定常状態における流速 (mol/cm²・年)
岩瀬	5～1.2	1.53	1.48×10 ⁻⁵
	1.2～0.15	1.72	1.72×10 ⁻⁵
	0.15以下	2.23	2.23×10 ⁻⁵
スラグ	5～1.2	2.18	2.18×10 ⁻⁵
	1.2～0.15	1.06	1.06×10 ⁻⁵
	0.15以下	0.56	5.38×10 ⁻⁶

謝辞: 本研究の一部は科学研究費補助金(若手(B)22760329)により実施した。また、供試体作成において、名古屋工業大学の太田健司氏、石黒憲司氏に協力を得たことをここに記して感謝の意を表します。

参考文献:

- 1) 齊藤和秀:高炉スラグ細骨材を使用した耐久性向上コンクリートの性質,コンクリート工学年次論文集,Vol.31,No1,2009