

寸法の異なるスラグ細骨材を用いたコンクリートの物質移動抵抗性に関する一考察

名古屋工業大学大学院
名古屋工業大学
名古屋工業大学大学院
竹本油脂株式会社
名古屋工業大学大学院

学生会員
正会員
正会員
フェロー

○鶴飼 貴史
佐藤 寛之
吉田 亮
齊藤 和秀
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。スラグ細骨材の注目すべき特性には潜在水硬性が挙げられる。潜在水硬性がセメント硬化体に与える影響としては、強度増進、乾燥収縮低減¹⁾、および中性化速度の減少などが報告されている。

本研究では、細骨材の寸法や養生方法の違いが、スラグ細骨材の有する潜在水硬性に与える影響と、その影響がコンクリートの物質移動抵抗性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料、配合

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を寸法 10～15mm (表乾密度 2.64 g/cm³) に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、砕砂) を使用した。細骨材の寸法はどちらも 5～1.2mm, 1.2～0.15mm, 0.15mm 以下の寸法にふるい分けて使用した。骨材の物性と配合を表-1 に示す。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コンクリート中の水分量を一

定とした。細骨材の密度は絶乾状態を基準としている。消泡剤は 3.0g, 増粘剤は (C×0.4%) で、適宜高性能減水剤を添加した。

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 24 時間後に脱型、材齢 28, 91 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 透気試験

供試体はそれぞれφ10×5cm の円盤型枠を作製し使用した。打設 24 時間後に脱型し、材齢 28, 91 日まで水中養生したものと、温度 20±3℃, 湿度 60±5% の環境下で気中養生したものとの 2 種類の養生方法で行った。測定は負荷圧力を 0.2～0.4MPa の範囲で行い、試験体内部を透過した空気の流量が定常となった後、水上置換法により透過量を測定した。

2. 4 電気泳動試験

供試体の形状および材齢、養生条件は透気試験と同様である。電気泳動試験は JSCE G 571 に準拠して行った。また、塩化物イオン濃度は電位差滴定法を用いて測定した。

3. スラグ細骨材がコンクリートの各種物性に及ぼす影響

表-1 骨材の物性と配合

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	S	G		
岩瀬産砕砂	5～1.2	I-5	1.10	2.56	50	239	478	358	1188	1.5	25.8
	1.2～0.15	I-1.2	1.69	2.52	50	239	478	353	1188	1.7	25.5
	0.15以下	I-P	0.14	2.57	50	239	478	360	1188	2.6	27.1
高炉スラグ細骨材	5～1.2	S-5	1.25	2.64	50	239	478	370	1188	1.4	25.9
	1.2～0.15	S-1.2	0.99	2.73	50	239	478	382	1188	1.6	25.8
	0.15以下	S-P	0.20	2.86	50	239	478	400	1188	2.6	27.2

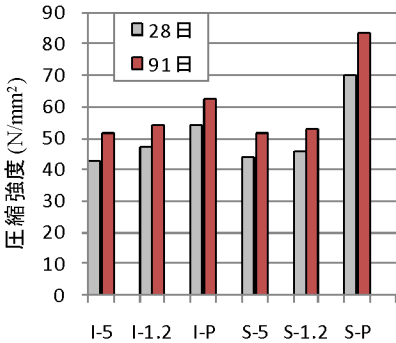


図-1 圧縮強度

キーワード：スラグ細骨材、潜在水硬性、物質移動抵抗性、骨材寸法、透気試験、電気泳動試験

連絡先：〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学大学院 TEL 052-732-2111

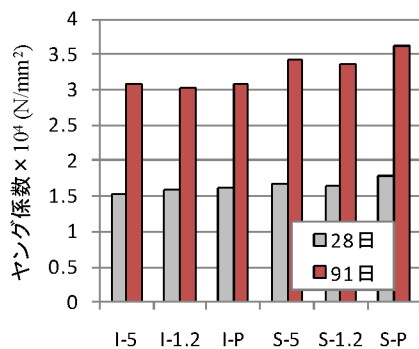


図-2 ヤング係数

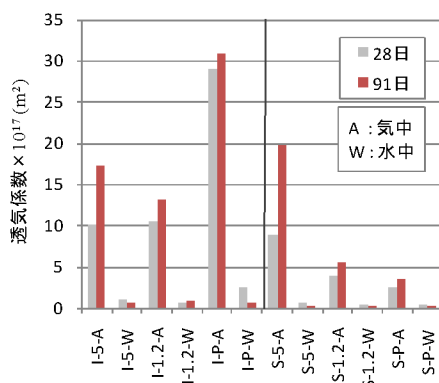


図-3 透気係数

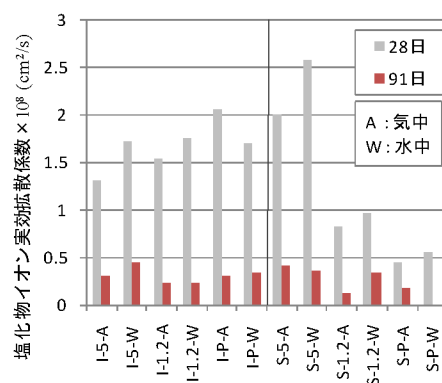


図-4 塩化物イオン実効拡散係数

3. 1 圧縮強度，ヤング係数に及ぼす影響

圧縮強度を図-1，ヤング係数を図-2に示す．細骨材の寸法に関しては，その寸法が小さくなるほど，強度とヤング係数は増加した．細骨材種に関しては，材齢28日のヤング係数において，スラグ細骨材の方が砕砂より若干高い値を示す．これは，骨材自身の硬さによる差が現れたと考える．

また，材齢の進行に伴うヤング係数の増加は，スラグ細骨材の方が大きい．これは，セメントの長期水和に加えて，潜在水硬性が発揮されたことに因ると考える．そして，これらの傾向はS-Pにおいて大きいことがわかる．

3. 2 透気に及ぼす影響

透気係数を図-3に示す．砕砂ではI-5とI-1.2の透気係数は同程度であり，I-Pは高くなる傾向を示した．これは，寸法が小さくなるほど砕砂がセメント粒子間に介入しやすくなり，セメント粒子間の空隙，いわゆるキャピラリー空隙が拡大したためと考える．

一方，スラグ細骨材では寸法が小さくなるほど透気係数は低下した．これは，スラグ細骨材の場合，骨材の寸法が小さくなるほど比表面積が大きくなるため潜在水硬性が活発になり，上記空隙の緻密化が進行したことによると考える．特に寸法0.15mm以下ではその傾向が大きくなり，スラグ細骨材を用いた供試体は砕砂を用いた供試体よりも，養生にかかわらず透気係数を1オーダー以上低下させている．

3. 3 塩化物イオン拡散に及ぼす影響

塩化物イオン実効拡散係数を図-4に示す．寸法による影響は透気係数と同様の傾向が見られた．

また，材齢の進行に伴い塩化物イオン拡散係数が大きく低下する結果は，ヤング係数の変化と似た傾

向である．ヤング係数の増加は，28～91日におけるセメントの水和により骨格構造が補強されたためと考える．透気係数ではこのような傾向は見られなかったことを考慮すると，長期の水和で緻密化される部位は，キャピラリー空隙ではなく，セメント硬化体の骨格構造を形成する外部水和生成層内の微小空隙群だと示唆される．

また，材齢91日のS-P-Wでは，28日間の試験期間中に陽極側の溶液中において塩化物イオンが検出されず，著しく高い遮塩性能を有すると確認できた．

4. まとめ

本研究では，細骨材の種類，寸法，そして供試体の養生方法を変え，スラグ細骨材の潜在水硬性がコンクリートの物性や物質移動抵抗性に及ぼす影響について検討した．

その結果，スラグ細骨材の潜在水硬性は，その寸法が小さく，水中養生，長期材齢の条件下においてより発現され，圧縮強度よりも透気係数や塩化物イオン実効拡散係数に対して大きく影響すると示された．なかでも，寸法0.15mm以下のスラグ細骨材を使用した供試体では，気中養生下においても物質移動抵抗性を向上させることが確認された．

謝辞：本研究は科学研究費補助金(若手(B)22760329)により実施致しました．また，名古屋工業大学神田ゆかり氏には，実験の実施にあたり多くの協力を頂きました．ここに記し深く感謝致します．

参考文献：1) 木之下光男ほか：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（その2：硬化コンクリートの性質），土木学会第64回年次学術講演会，V-239，pp.475-476，2009.9