

1. 研究の背景と目的

近年, コンクリート用骨材の不足による新しい副産骨材の利用や, 塩分浸透抵抗性などのコンクリートの耐久性の向上を目的として, 高炉スラグ細骨材の利用が注目されている. 他方で電気抵抗率は, 非破壊で簡便かつ即時的に測定でき, 空隙構造や遮塩性能との相関があるため, コンクリートの塩害に対する耐久性評価指標として注目されている. 以上の背景より, 本研究では, 高炉スラグ細骨材を使用したモルタルの耐久性の評価の1つとして, 電気抵抗率の測定を行った.

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

結合材は, 研究用普通ポルトランドセメント (N, 密度: 3.16 g/cm^3 , ブレーン値 $3310 \text{ cm}^2/\text{g}$), 高炉スラグ微粉末 (BFS, 密度: 2.90 g/cm^3 , ブレーン値 $4300 \text{ cm}^2/\text{g}$) を用いた. 細骨材は, セメント強さ試験用標準砂 (SA, 表乾密度: 2.64 g/cm^3 , 吸水率 0.40%), 高炉スラグ細骨材 (BFA, 表乾密度: 2.74 g/cm^3 , 吸水率 0.80%) を用いた. 混和剤は, ポリカルボン酸エーテル系高性能減水剤を用いた.

示方配合を表-1に示す. 骨材の違いによる電気抵抗率の変化を評価するために, N-BFAのS/C=2.71を基準とし, W/Bごとに細骨材の体積を一定とした. また, 結合材は, NとNをベースセメントとして, BFSを40%の重量内割り置換したものをを用いた. ここで, 供試体名は, 結合材-骨材-水結合比と表記した.

2.2 供試体概要

JIS A 5201に準拠してモルタルを練り混ぜ, ブリーディングの影響を排除するために, ブリーディングが見られなくなるまで練返しを行い, 内寸法 $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 160 \text{ mm}$ の鋼製型枠に打ち込んだ. 打ち込み後およそ 24 ± 2 時間で脱型し, 3日間, 7日間, 14日間, 28日間の水養生とラップによる封緘養生を施した. なお,

キーワード 高炉スラグ細骨材, 骨材, 電気抵抗率

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院土木工学専攻 TEL 022-795-7430

表-1 本研究で使用した配合

	空気量 (%)	W/B (%)	単位量 (kg/m^3)					A(B) × %
			W	B		S		
				N	BFS	SA	BFA	
N-SA-30	4.5	30	178	594	0	1554	0	3
N-SA-50		50	277	554	0	1447	0	0
N-SA-65		65	317	488	0	1276	0	0
N-BFA-30		30	178	594	0	0	1613	5
N-BFA-50		50	277	554	0	0	1502	0
N-BFA-65		65	317	488	0	0	1324	0
BFS-SA-31		31	178	344	229	1554	0	3
BFS-SA-52		52	277	320	214	1447	0	0
BFS-SA-68		68	317	282	188	1276	0	0
BFS-BFA-31		31	178	344	229	0	1613	5
BFS-BFA-52		52	277	320	214	0	1502	0
BFS-BFA-68		68	317	282	188	0	1324	0

A:高性能減水剤(単位水量に含む)

水中養生は, カルシウムの溶脱を防ぐ目的で水酸化カルシウム飽和溶液を用いた.

2.3 電気抵抗率の測定方法

電気抵抗率は四電極法(JSCE K-562-2008)に準拠し, 水中養生のものは, 養生終了後にほぼ飽水状態で, 封緘養生のものはラップを解いた直後に測定をした.

3. 実験結果と考察

図-1, 2に水中養生, 封緘養生の材齢28日での電気抵抗率の測定結果を示す. 図-1, 2より, 材齢28日では, 水結合材比, 結合材種類に関わらず, SAよりもBFAを用いた方が, 電気抵抗率が大きくなることが分かった. この差異は, 骨材表面とペーストの界面(遷移帯)によるものだと考えられる. 既往の研究より, 高炉スラグ細骨材は, 骨材表面で水酸化カルシウムと反応し, 骨材表面とペーストとの界面(遷移帯)が強固なものになること¹⁾や, 電気抵抗率は, 高炉スラグ微粉末の使用によって増加し, 空隙量と組織の緻密度に影響を受ける²⁾ことが明らかになっている. また, 細骨材の電気抵抗率は, セメントペーストと比較すればほぼ絶縁体として扱ってよい大きさであり, 本研究のように細骨材体積が一定条件下で比較すれば, 細骨材自体の電気抵抗率の影響は受けないと考えられる. これ

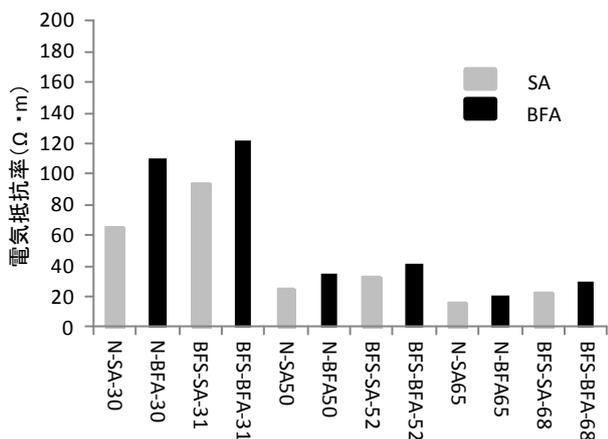


図-1 水中養生を施した供試体の材齢 28 日電気抵抗率

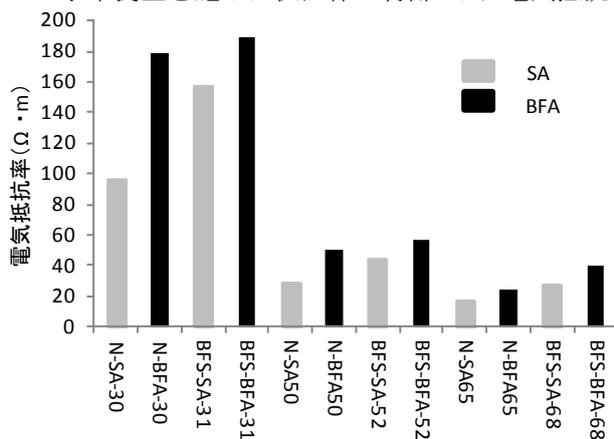


図-2 封緘養生を施した供試体の材齢 28 日電気抵抗率

より、BFA を用いた場合は、ポーラスな遷移帯の改善により遷移帯の電気抵抗率が増加したと考えられる。また、図-2 より、封緘養生でも同様に BFA の方が電気抵抗率が大きくなるのが分かった。これより、養生期間中の外部からの水の供給がなくても、電気抵抗率は高炉スラグ細骨材の影響を受けていると考えられる。また、図-1, 2 より、低水結合材比ほど、BFS-SA よりも N-BFA の電気抵抗率が大きくなっていることがわかる。これより、低水結合材比の電気抵抗率は、高炉スラグ細骨材の影響が支配的であり、高水結合材比のそれは、高炉スラグ微粉末の影響が支配的であると考えられる。また、本研究の配合では、低水結合材比ほど骨材の量が多くなっており、高炉スラグ細骨材によって改善されるポーラスな遷移帯の量が多くなったために電気抵抗率が大きくなったとも考えられる。

図-3, 4 に、水中養生、封緘養生の材齢 3 日、7 日、14 日、28 日での電気抵抗率比を示す。ここで、電気抵抗率比は、BFA を使用したモルタルの電気抵抗率を SA を使用したモルタルのそれで除した値である。これよ

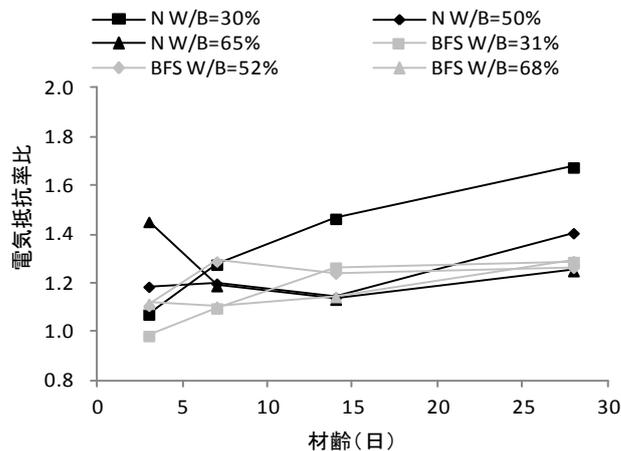


図-3 水中養生を施した供試体の電気抵抗率比

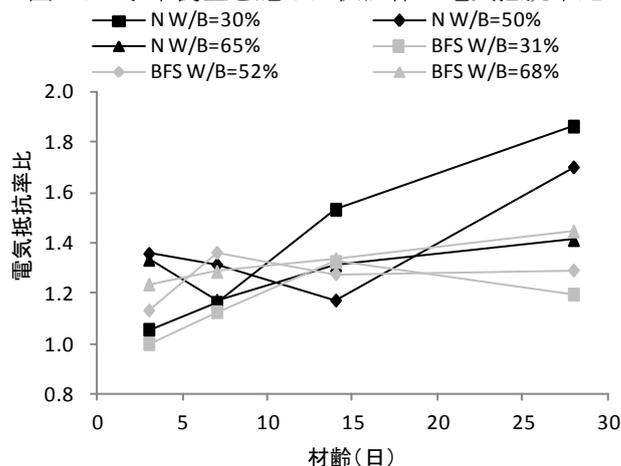


図-4 封緘養生を施した供試体の電気抵抗率比

り、材齢 3 日、7 日、14 日、28 日でも、封緘養生であっても、電気抵抗率比が 1 より大きくなっており、SA より BFA の電気抵抗率が大きいことが分かった。しかし、材齢の経過による電気抵抗率比の顕著な増加は見られないことが分かった。また、結合材が BFS の場合は、結合材が N の場合に比べて電気抵抗率比が小さい傾向にあることが分かる。

4. 結論

本研究では、高炉スラグ細骨材の使用により、材齢 28 日までは、水中養生や、封緘養生といった養生方法や、水結合材比、材齢、結合材種類によらず、電気抵抗率が大きくなる事が確認された。

謝辞

本研究(の一部)は、内閣府総合化学技術・イノベーション会議の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(管理法人:NEDO)によって実施されました。

参考文献

- 1) 藤井ら：コンクリートの耐久性に及ぼす高炉スラグ細骨材の影響、コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード論文報告集, Vol.13, pp.1-6, 2013
- 2) 榎原ら：モルタルの電気抵抗率と塩化物イオン拡散係数との関係に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文集, Vol.13, No.1, pp.789-794, 2013