

天然ゼオライト混和モルタルの圧縮強度に及ぼす材齢の影響

秋田大学 学生会員 ○亀島博之 秋田大学 学生会員 鎌田恭典
秋田大学 正会員 徳重英信 福田ヒューム管工業(株) 鈴木弘実
秋田大学 フェロー 川上 洵

1 はじめに

近年、建設分野では環境問題の解決策として環境調和型建設材料の開発が進められている。一方、秋田県では天然ゼオライトが多量に産出されている。天然ゼオライトはイオン交換機能、吸着機能、保水・吸水機能などの特徴を持つ有効資源である。著者らは天然ゼオライトをコンクリートの骨材や混和材に用いることで、これらの機能を付与した環境調和型コンクリートの開発を目的として研究を継続している¹⁾。本研究ではコンクリートの水密性が上昇すると電気抵抗率が高くなる²⁾ことから、天然ゼオライト混和モルタルの圧縮強度と電気抵抗率に及ぼす材齢の影響について実験的検討を行った。

2 実験概要

2.1 使用骨材および配合

セメントは普通ポルトランドセメント(C：密度 3.16g/cm³)、細骨材(S)には表-1 に示す 2 種類の粒度の違う天然ゼオライト(ZA、ZB)、および比較のために珪砂(SS：JIS R 5201 標準砂)を用いた。また、混和材としてゼオライト粉末 (Z 粉末) を用い、混和剤にポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤 (SP)を用いた。モルタルの配合を表-2 に示す。水セメント比を 50.0%と一定とし、Z 粉末混和率を 0、15、30%に変化させた。

2.2 物理的性質試験

モルタルの練混ぜおよびフローの測定は JIS R 5201 に準じて行った。空気量の測定は JIS A 1128 に準じて、モルタル用エアメータにより測定を行っている。単位体積質量は JIS A 1116 に準じて測定した。またφ50×100mm の円柱供試体を用い、JIS A 1108 に準じて材齢 3、7、14、28、56 日での圧縮強度を測定した。

2.3 電気抵抗率試験

電気抵抗率試験は図-1 に示す 40×40×160mm の角柱供試体を用いた。電極にはステンレス板を用い、CMC(カルボキシメチルセルローズ)を染み込ませたガーゼを角柱供試体との間に挟んで固定している。印加電流は周波数 73.3Hz、印加電圧 4.0V の交流電流である。測定間距離を 80mm として電圧を測定した。なお、材齢 3、7、14、28、56 日での電気抵抗率 $\rho_v(\Omega \cdot m)$ は次式を用いて算出している。

$$\rho_v = \frac{V}{I} \times \frac{S}{L} \quad (\Omega \cdot m)$$

ここで、 V :測定電圧(V)、 I :電流(A)、 S :断面積(m²)、 L :測定間距離(m)

3 実験結果および考察

3.1 モルタルの物理的性質

モルタルの圧縮強度と材齢の関係を図-2 および図-3 に示す。Z 粉末を混和することで材齢に伴い圧縮強度が増加する傾向を示した。CM-0 は圧縮強度が材齢 56 日で 58.5N/mm²を示し、CM-15 と CM-30 では材齢 3

表-1 骨材の物理的性質

骨材	粒径 (mm)	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	産地
ゼオライト(ZA)	3.0~5.0	1.92	19.5	秋田県二ツ井産
ゼオライト(ZB)	0.60~2.5	1.94	18.7	
ゼオライト粉末 (Z粉末)	~0.080	2.22	(19.7)	
珪砂(SS)	0.080~2.0	2.64	0.42	標準砂 (JIS R 5201)

表-2 モルタルの示方配合

供試体名	骨材	Z粉末混和率 (%)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)				SP (kg/m ³)
				W	C	Z粉末	S	
CMZA-0	ZA	0	50.0	332	664	0	860	0.0
CMZA-15		15			564	100		6.7
CMZA-30		30			465	199		27.9
CMZB-0	ZB	0			664	0	869	5.3
CMZB-15		15			564	100		33.8
CMZB-30		30			465	199		53.5
CM-0	SS	0			664	0	1182	0.0
CM-15		15			564	100		4.5
CM-30		30			465	199		25.6

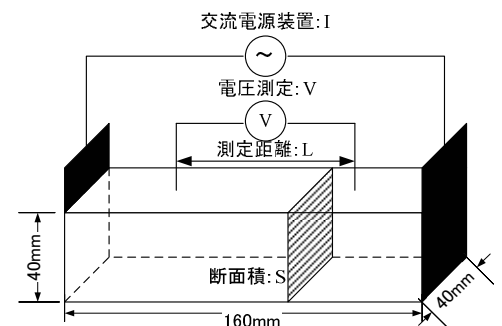


図-1 電気抵抗率試験の供試体寸法

日でCM-0よりも圧縮強度が10～47%程度低い傾向を示したが、材齢56日ではほぼ同じ圧縮強度を示した。また、CMZAについてもZ粉末混和により材齢56日でCMZA-0と同程度の圧縮強度を示した。CMZB-15およびCMZB-30も同様に材齢3日ではCMZB-0の54%程度の圧縮強度を示している

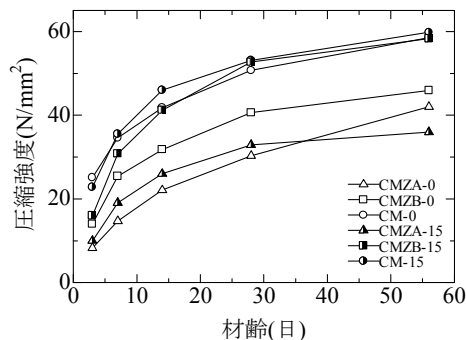


図-2 圧縮強度と材齢の関係 (Z粉末混和率0、15%)

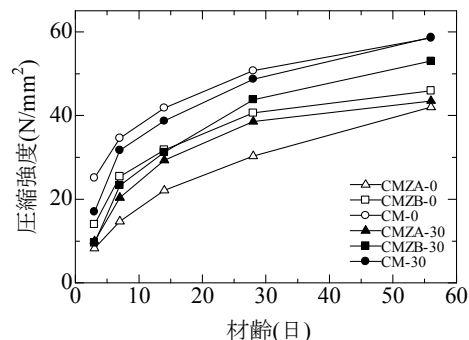


図-3 圧縮強度と材齢の関係 (Z粉末混和率0、30%)

が、材齢56日では15～27%程度高い圧縮強度を示した。多孔質なゼオライトの混和によりモルタルの強度低下が考えられるが、材齢56日でCM-0とCMZB-30ではほぼ同じ圧縮強度を示している。以上の結果より、本研究ではZ粉末を混和することでモルタルの圧縮強度は無混和のものに比べて材齢56日で3～27%程度高くなる傾向を示した。

材齢28日でのモルタルの圧縮強度とセメント水比の関係を図-4に示す。一般にセメント水比の上昇とともに圧縮強度は増加するが、本研究ではZ粉末の混和によりセメント水比が上昇すると圧縮強度が減少する傾向を示した。以上の結果より、Z粉末にポズラン反応性があり強度増加に影響を与えたものと考えられる。

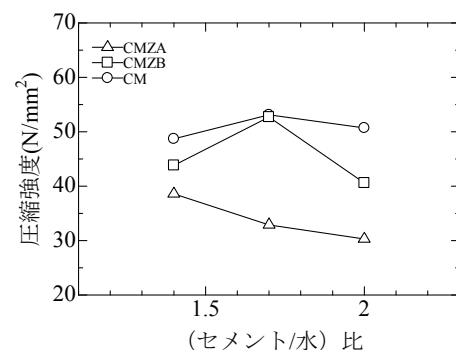


図-4 圧縮強度とセメント水比の関係 (材齢28日)

3.2 電気抵抗率試験結果

モルタルの電気抵抗率と材齢の関係を図-5および図-6に示す。電気抵抗率はZ粉末混和率の増加に伴い上昇する傾向を示した。また、CMとCMZAについてはZ粉末無混和の場合、材齢14日以降で電気抵抗率はほぼ一定の37.0($\Omega \cdot m$)程度を示した。一方、Z粉末混和率を15%

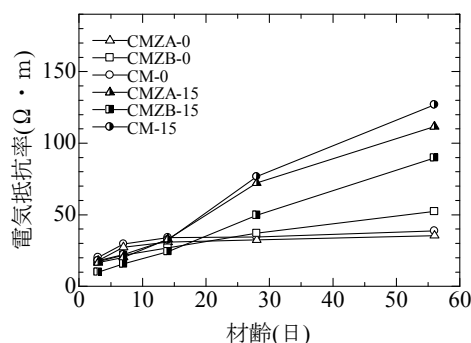


図-5 電気抵抗率と材齢の関係 (Z粉末混和率0、15%)

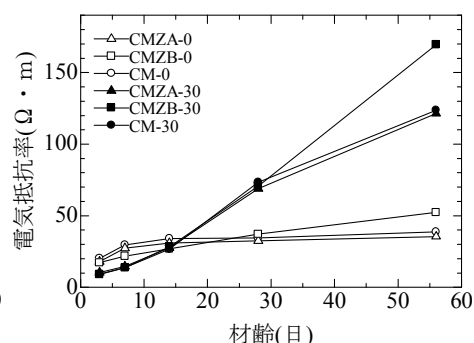


図-6 電気抵抗率と材齢の関係 (Z粉末混和率0、30%)

および30%混和すると、材齢14日以降も電気抵抗率が上昇している。これは、Z粉末のポズラン反応によるモルタルの水密化が電気抵抗率の上昇に影響したのと考えられる。一方、CMZBは材齢56日においても電気抵抗率が上昇を継続する傾向にある。これは骨材の粒径が小さくなるほど比表面積が増え、反応性が高くなり電気抵抗率の上昇に影響したのと考えられる。

4 まとめ

本研究で得られた結果より、天然ゼオライト混和モルタルの圧縮強度と電気抵抗率は、無混和モルタルと比較して材齢の経過に伴う上昇が顕著であることが明らかになった。さらに、圧縮強度と電気抵抗率はゼオライトの粒度によって影響を受けることが明らかになった。

参考文献

- 1) 徳重英信ほか：天然ゼオライトを骨材に用いたポーラスコンクリートの物理的性質と植栽機能、セメント・コンクリート論文集、No.60、pp.589-595(2006)
- 2) 川俣孝治ほか：セメント系材料の電気抵抗率測定法に関する基礎的検討、コンクリート工学論文集、Vol.26、No.1、pp.1107-1112(2004)