

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電気抵抗に関する研究

秋田大学大学院 学生員 ○ 鎌田恭典
秋田大学工学資源学部 佐々木智之
秋田大学工学資源学部 正会員 徳重英信
福田ヒューム管工業株式会社 鈴木弘実

1 はじめに

近年の温暖化をはじめとした地球環境問題の解決は、コンクリート工学分野においても重要な要素となっており、幾つかの取り組みがなされてきている。自然環境保全と防災技術の接点として、様々な環境負荷低減型コンクリートが提案されており、ポーラスコンクリートは植栽機能を有する河川護岸など様々な用途で用いられており、天然ゼオライトを用いたポーラスコンクリートに関する研究開発を行ってきている¹⁾。ゼオライトはイオン交換機能を有し、導電性をもつ材料でもある。そこで本研究では、ポーラスコンクリートの骨材に天然ゼオライトを用い、s/aや空隙率の変化が供試体の電気抵抗値に及ぼす影響について実験的検討を行った。

2 実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm³）、骨材には天然ゼオライトおよび比較のために砕石・砕砂を用いた。骨材の物理的性質を表-1 に示す。ポーラスコンクリートの配合は、表-2 に示すように、水セメント比を 24%と一定とし、p/a(骨材とペーストの容積比)、細骨材率をパラメータとしている。また、比較のために用いた普通コンクリート、モルタルの配合は表-3 に示すように水セメント比を 50%と一定とした。

2.2 物理的性質測定方法

ポーラスコンクリートの物理的性質はφ100x200mmの円柱供試体を用いて空隙率、単位容積質量、透水係数、および材齢 28 日での圧縮強度、弾性係数を測定した。また、普通コンクリートおよびモルタルの物理的性質は、それぞれφ100x200mm、φ50x100mm の円柱供試体を用いて材齢 28 日での圧縮強度および弾性係数を測定した。

2.3 電気抵抗値測定方法

図-1 に示すφ100x200mmの円柱供試体を用いる。電極には10 x 100 x 0.5mmの銅板を用い、供試体の締固め時に打込み面から40mm、底面から40mm、電極間距離100mmの直線上の位置に深さ50mmまで挿入し、材齢7、14および28日で電気抵抗値を測定した。なお、測定する際には、供試体を浸水し、電極は水面上に突出させ水に触れないようにした。

3 実験結果および考察

3.1 供試体の物理的性質

ポーラスコンクリートの圧縮強度と空隙率の関係を図-2 に示す。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圧縮強度は 5.2 ~ 9.7N/mm²程度と、砕石を骨材に用いたポーラスコンクリートの圧縮強度（13N/mm²程度）の 40~70%程度を示し

表-1 骨材の物理的性質

骨材種類		粒径 (mm)	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	産地
ゼオライト	G	5~15	1.90	20.8	秋田県二ツ井産
	S	3~5	1.92	19.5	
砕石	G	5~15	2.83	0.44	岩手県米里産
砕砂	S	2.5以下	2.80	0.56	

表-2 ポーラスコンクリートの配合

供試体名	骨材	W/C (%)	p/a (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
					W	C	S	G
CP31-0	砕石	24	31	0	77	319	0	1620
ZP26-0				0	62	260	0	1056
ZP26-50				50	67	278	571	565
ZP26-100				100	62	260	1067	0
ZP31-0	ゼオライト	24	31	0	71	298	0	1015
ZP31-50				50	77	319	550	544
ZP31-100				100	71	298	1026	0
ZP36-0				0	80	333	0	978
ZP36-50	ゼオライト	36	36	50	86	357	529	524
ZP36-100				100	80	333	988	0

表-3 普通コンクリート、モルタルの配合

供試体名	骨材	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
				W	C	S	G
CN	砕石	50	50	160	320	1020	1031
CM			100	332	664	1254	0
ZM	ゼオライト	50	100	332	664	860	0

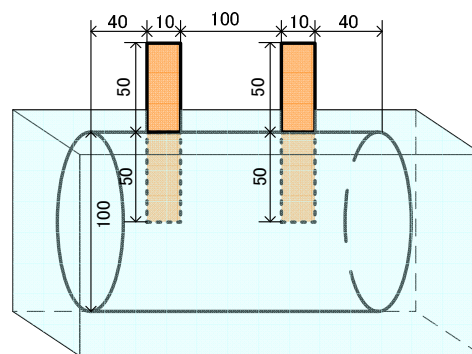


図-1 供試体寸法

た。圧縮強度は空隙率の増加とともにほぼ直線的に減少している。また p/a の増加に伴い圧縮強度は増加し空隙率は減少し、 p/a が等しい場合には $s/a=50\%$ の配合が最も大きな圧縮強度を示した。碎石を骨材に用いたポーラスコンクリートの圧縮強度は 13N/mm^2 と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圧縮強度の $1.3\sim 2.5$ 倍程度を示した。また比較のための CN、CM、ZM の物理的性質を表-4 に示す。骨材にゼオライトを用いた場合、 $1/3$ 程度の圧縮強度の減少が認められた。

3.2 電気抵抗値測定結果

材齢 28 日における電気抵抗値と s/a の関係を図-3 に示す。 s/a の変化による電気抵抗値の変化はほぼ認められず、供試体の電気抵抗値は骨材の粒径分布には影響されないことが明らかとなった。

材齢 28 日における電気抵抗値と空隙率の関係を図-4 に示す。空隙率の増加とともに電気抵抗値も増加する傾向を示した。これは、空隙率の増加により、不導体部分(空隙)が増加することが影響したと考えられる。一方、電気抵抗値と p/a の関係は、図-5 に示すように、 p/a の増加とともに電気抵抗値に若干の減少が認められ、 p/a の増加によりペースト量が増加し、導電体部分が増加したことが影響したものと考えられる。

材齢 28 日における電気抵抗値とペーストの絶対容積の関係を図-6 に示す。ペーストの絶対容積の増加とともに電気抵抗値は減少する傾向を示した。ペーストの絶対容積の増加とともに導電体部分が増加するため、電流が流れやすくなり、電気抵抗値が減少したものと考えられる。また、CN と CM の比較より一定のペーストの絶対容積を超えると電気抵抗値は減少しなくなる傾向が認められた。

一方、ゼオライトの影響については、同様な空隙率で同様なペーストの絶対容積であっても、骨材に天然ゼオライトを用いた供試体より碎石・砕砂を用いた供試体の電気抵抗値が増加している。これより、骨材に天然ゼオライトを用いることにより、供試体の電気抵抗値を減少させる働きがあると考えられる。

4 まとめ

- 1) 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圧縮強度は $5.2\sim 9.7\text{N/mm}^2$ 程度と、碎石を骨材に用いたポーラスコンクリートの圧縮強度の $40\sim 70\%$ 程度を示した。本実験で作製したポーラスコンクリートの空隙率は大部分の配合で 25% 以上であり、植栽基盤として適切な空隙率を示した。
- 2) 本実験で作製した供試体の電気抵抗値は骨材の粒径分布には影響されず、空隙率の減少、 p/a の増加、ペーストの絶対容積の増加により減少する傾向を示した。また、骨材に碎石・砕砂を用いるよりも骨材に天然ゼオライトを用いた場合、電気抵抗値を減少させる働きがあることが認められたが、今後詳細な検討が必要である。

参考文献 1) 近藤智也ほか：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性と植栽機能,土木学会東北支部技術研究発表会講演概要,V-5,pp.678-679,2006.

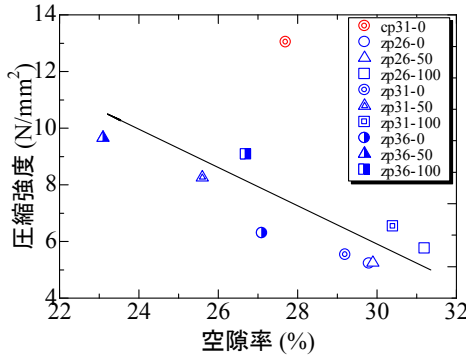


図-2 圧縮強度と空隙率の関係

表-4 CN、CM、ZM の物理的性質

供試体名	圧縮強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)
CN	49.8	37.6
CM	54.2	28.3
ZM	35.4	14.2

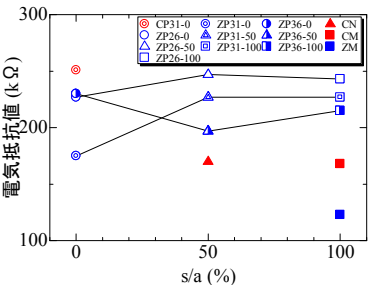


図-3 電気抵抗値と s/a の関係(材齢 28 日)

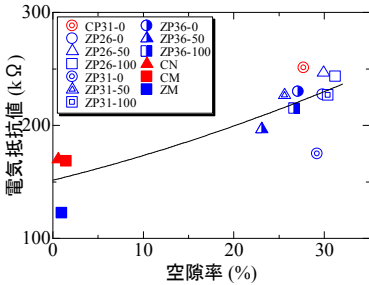


図-4 電気抵抗値と空隙率の関係(材齢 28 日)

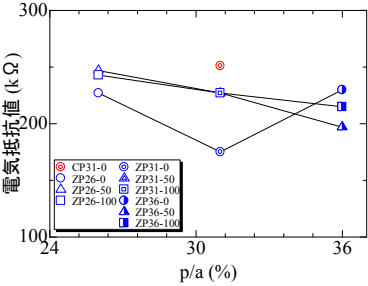


図-5 電気抵抗値と p/a の関係(材齢 28 日)

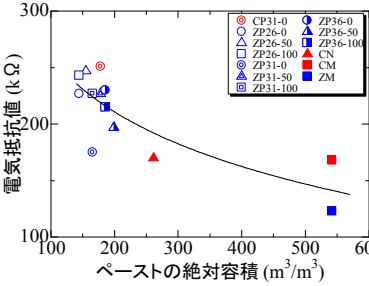


図-6 電気抵抗値とペーストの絶対容積の関係(材齢 28 日)