

V-10

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

秋田大学

学生員 ○渡辺 友隆

福田ヒューム管工業(株)

鈴木 弘実

秋田大学

正 員 徳重 英信

1. はじめに

近年、建設分野において環境負荷低減の試みが多くなされてきており、自然環境の保全・回復を考慮したコンクリート材料の開発が重要となっている。このような中で、強度等の基本性能を有し、さらに植栽などの性能を有するコンクリートの需要が増加している。植栽機能をコンクリートに付与するためには、コンクリートが多孔質であることが必要でありポーラスコンクリートを用いることが多い。本研究では内部に連続した微細な空隙をもつゼオライトを骨材に使用し、保水性能をポーラスコンクリートに付加し、植栽コンクリートブロックの開発のための基礎的検討を行うことを目的とした。

2. 実験概要

使用材料は普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）、骨材は秋田県二ツ井産天然ゼオライトおよび岩手県米里産砕石を用いた。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に示すとおりである。なお、供試体名のZはゼオライト、Nは砕石を骨材として使用していることを意味し、p/aはペースト骨材容積比である。また、粗骨材にゼオライトを使用した場合には、細骨材にも表-1

に示す5mm以下のゼオライトを用いた。

供試体寸法は $\phi 100 \times 200\text{mm}$ であり、オムニミキサーによる練混ぜと振動締固めにより作製している。空隙率は重量法で測定を行い、水中養生後に材齢28日で透水係数、圧縮強度および弾性係数を測定した。

ポーラスコンクリートの保水性能試験は、材齢28日の供試体を水中養生後に開始した。

供試体は 20°C 60%R.H.の室内に1時間放置し、連続空隙中の水分を取り除いた後、①[20°C 60%R.H.で3日→ 20°C の水中に1日]を6サイクル、②[20°C 60%R.H.で3日→ 20°C の水中に1日]を6サイクル繰り返し、各サイクルでの質量変化量により保水性能の評価を行った。

3. 実験結果および考察

ポーラスコンクリートの空隙率と密度の関係を図-1に示す。ゼオライトを用いたポーラスコンクリート（Z）の密度は $1.3 \sim 1.5\text{kg/m}^3$ 程度を示し、砕石を用いたポーラスコンクリート（N）を用いた密度（ $1.8 \sim 2.0\text{kg/m}^3$ 程度）の70%程度であることが明らかとなった。一方、空隙率はともに23~33%程度を有し、空隙率の値から植栽コンクリートブロックとして適用も可能であると考えられる。また、ゼオライトを用いた場合および砕石を用いた場合各々で、密度の増加とともにほぼ直線的に空隙率が低下し、p/aとs/aの増加とともに、密度は増加、空隙率は減少することが明らかとなった。

表-1 使用骨材

骨材種類		粒径 (mm)	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	産地
ゼオライト	S(細骨材)	3~5	1.9	18.1	秋田 二ツ井
	G(粗骨材)	5~15	1.89	15	秋田 二ツ井
砕石	G(粗骨材)	5~15	2.83	0.5	岩手 米里

表-2 供試体の種類および配合

供試体名	W/C (%)	p/a (%)	s/a (%)	示方配合			
				単位量 (kg/m^3)			
				W	C	S	G
Z-27-0	24	27	0	69	287	0	1116
Z-27-40			40			449	670
Z-27-100			100			1122	0
Z-32-0		32	0	78	327	0	1074
Z-32-40			40			432	644
Z-32-100			100			1080	0
Z-36-0		36	0	86	357	0	1042
Z-36-40			40			419	625
Z-36-100			100			1048	0
N-32-0		32	0	78	327	0	1608
N-36-0		36	0	86	357	0	1561

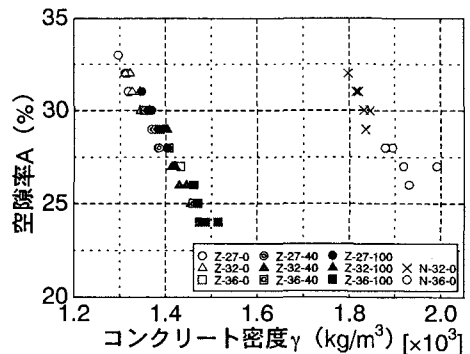


図-1 空隙率とコンクリート密度の関係

圧縮強度と密度の関係を図-2に示す。密度の増加に伴い、ZおよびNともに、圧縮強度はほぼ直線的に増加した。またp/aとs/aの増加に伴って、Zは5.5~14.5N/mm³、Nは8.5~14.5N/mm³程度を有した。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、本研究の範囲ではp/aを27%とすると、碎石を用いた場合(p/a=27%)の60%程度の圧縮強度であるが、p/aを36%に引き上げ、また細骨材を混入(s/a=40%)とすることにより、碎石を用いた場合(p/a=36%)の圧縮強度とほぼ同等の値を有することが明らかとなった。一方、図-3に示すように、ZおよびN各々で、圧縮強度の増加とともに弾性係数は、ほぼ直線的に増加している。しかし、Zは4.5~9.0kN/mm²、Nは8.5~17.0kN/mm²程度を示し、圧縮強度は同様の値であっても、Zの弾性係数はNの値の1/2程度であることも明らかとなった。これは、ゼオライト骨材が多孔質であるため、弾性係数に大きく影響したものと考えられる。

透水係数は、図-5に示すように、Zは0.5~4.5cm/sec、Nは1.5~3.5cm/sec程度を有し、同空隙率でもZの透水係数はNの値に比べて若干減少することが明らかとなった。

乾湿繰返し条件(20℃60%R.H.で3日→20℃の水中に1日)下での、p/a=32%およびs/a=0%のときの、NおよびZの質量変化率を図-5に示す。試験開始後、碎石を骨材に用いているNの質量は乾燥によって98%程度まで減少するが、湿潤時に100%まで回復し、各サイクルで同様の挙動を示す。しかし、ゼオライトを骨材に用いたZの質量は乾燥時に94%程度まで低下し、湿潤状態においても98%程度までの回復となる。両者ともに骨材容積に対するセメントペーストの容積は同一であり、ゼオライトと碎石の吸水率等の物理的性質の差により、ゼオライトを骨材に用いた場合には、骨材中と雰囲気中での水分の移動が行われ、質量減少率に影響を及ぼしているものと考えられる。したがって、ゼオライトを骨材に用いて適切な配合の選定により、供試体と雰囲気間の水分移動を調整することが可能であると考えられる。

4. まとめ

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特性を明らかにし、圧縮強度については適切な配合の選定により、碎石を骨材に用いた場合と同様の値を有することが明らかとなった。また、保水性能に関する基礎的検討を行った結果、ゼオライト骨材と雰囲気の間で水分移動があることが明らかとなり、植栽コンクリート等への応用が期待できるものと考えられる。

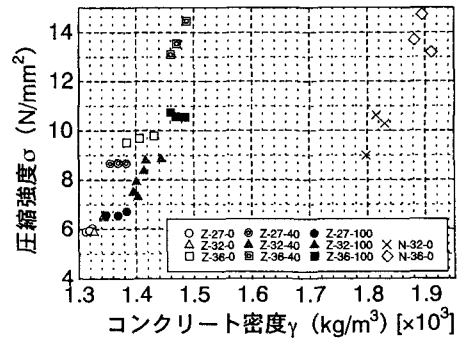


図-2 圧縮強度とコンクリート密度の関係

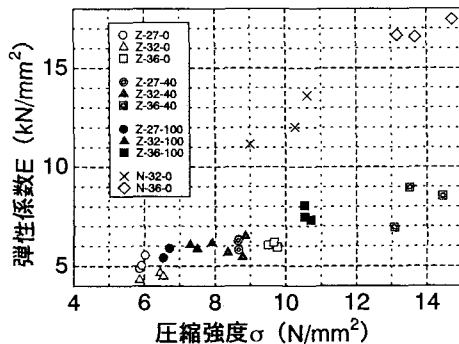


図-3 弾性係数と圧縮強度の関係

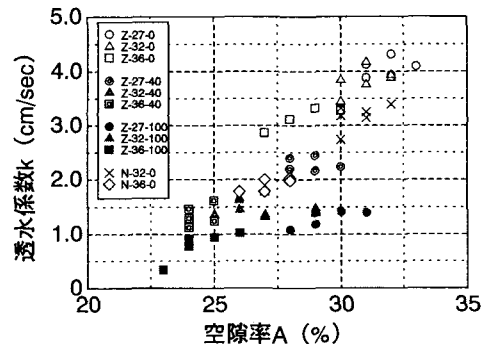


図-4 透水係数と空隙率の関係

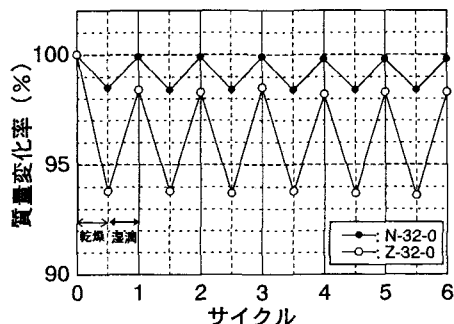


図-5 乾湿繰返し条件下での質量変化 (p/a=32%)