

V-5 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

秋田大学大学院 学生員 ○近藤智也
秋田大学工学資源学部 鎌田恭典
福田ヒューム管工業㈱ 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、社会基盤の整備においても重要な要素となっており、コンクリート工学分野においても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様々な用途で用いられている。ポーラスコンクリートを植栽コンクリートとして利用する場合、植物育成のためにその基盤には保水性などの性能が必要となる。本研究では、ポーラスコンクリートの骨材に保水性能を有する天然ゼオライトを用い、植栽基盤としての性能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

セメントは早強ポルトランドセメント（密度 3.14g/cm^3 ）、骨材には表-1 に示す天然ゼオライトおよび比較のために碎石・砕砂を用いた。骨材の物理的性質を表-1 に示す。また、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%、 p/a （骨材とペーストの総容積比）を 36%と一定とし、細骨材率をパラメータとしている。

2.2 供試体および測定項目

空隙率、単位容積質量、透水係数などの物理的性質、および材齢 14 日での圧縮強度は、 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱供試体を用いて測定している。また、材齢 14 日での曲げ強度は平板供試体（ $60 \times 90 \times 300\text{mm}$ ）を用い、スパン 200mm で支間中央における集中載荷によって測定した。植栽試験には $60 \times 140 \times 300\text{mm}$ の平板供試体を植栽基盤として用いている。各供試体の製作では、オムニミキサを用いて練混ぜを行い、締固めは振動締固めによって行っている。

2.3 植栽試験

2.3.1 屋外試験

屋外での植栽試験用供試体として、表-2 に示す供試体のうち $z0$ のみを用いた。供試体の寸法と設置条件を図-1 に示す。植栽の対象とした種子は、河川護岸等への適用を想定し、表-3 に示すように、芝類およびシロツメクサ（クローバー）を選定した。植栽基盤は、①ポーラスコンクリート供試体周囲を土で覆ったもの（埋設）、②ポーラスコンクリート供試体厚さの $1/3$ 程度を水で浸したもの（浸水）、③供試体を用いず土のみ、の 3 種類とした。なお、ポーラスコンクリート供試体表面は 5mm 程度の覆土を行い、 $3 \sim 5\text{g}$ 程度の種子を散布し、試験条件①と③は撒水を行った。測定項目は表-4 に示すように、天候と気温、発芽時期、発芽後の無作為抽出した 10 本程度の葉の長さの平均値である。測定開始から 70 日目程度で降雪が観測されたため、その後は気温 20°C 、湿度 40% 程度の室内に移設した。

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	秋田県ニッ井産
	S 3~5	1.92	19.5	
碎石	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

	骨材	W/C (%)	p/a (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)		
					W	C	G
z0	ゼオライト	24	36	0	85	355	0
z50				50			529
z100				100			1059
cs0				0			0
cs20	碎石・砕砂	24	36	20	85	355	309
cs35				35			1249

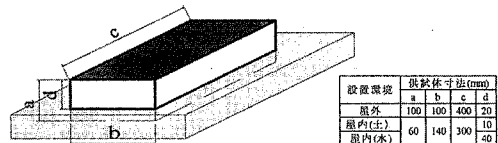


図-1 植栽基盤

表-3 植栽試験に用いた種子

設置環境	種子
屋外	ケンタッキーブルーグラス(-KG)
屋内	オーチャードレッドグラス(-OG)
	クローバー(-CL)

表-4 植栽試験の測定項目

設置環境	測定項目
屋外実験	葉の長さ 天気 気温
屋内実験	葉の長さ 室温 湿度

2.3.2 屋内試験

屋内試験には表-2 に示した cs35 を除く供試体を用いた。供試体寸法および試験条件は図-1 に示す。設置環境は屋外試験条件の①および②のみとし、種子および測定項目は表-3 および表-4 に示したとおりである。屋内試験では、蛍光灯を光源とし、12 時間毎に点灯させた。

3 実験結果および考察

3.1 供試体の物理的性質

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 $5 \sim 7 \text{ N/mm}^2$ 程度と、碎石および砕砂を骨材に用いたポーラスコンクリートの圧縮強度 ($11 \sim 15 \text{ N/mm}^2$) の $1/3 \sim 1/2$ 程度を示した。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。碎石および砕砂を用いたポーラスコンクリート (cs) の圧縮強度は、細骨材の使用とともに強度は 1.5 倍程度増加したが、ゼオライトを骨材に用いたポーラスコンクリート (z) の圧縮強度は細骨材の使用による強度増加はほとんど認められなかった。これはゼオライト骨材が多孔質であるため、骨材自体の強度が普通骨材に比較して低いことが影響したものと考えられる。細骨材を使用した cs の空隙率は 22% 程度、それ以外のポーラスコンクリートの空隙率は 25% 以上を示し、植栽に適した空隙率を有することが明らかとなった。

3.2 植栽試験結果

ポーラスコンクリートを植栽基盤として用いたときの、KG の成長に関する屋外試験結果を図-3 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を植栽基盤とした場合の芝類の成長は、植栽基盤を土のみとした場合に比較して、発芽時期はほぼ同様であるが、発芽から 40 日程度経過後の葉の長さは 3 倍程度を示した。これは天然ゼオライト骨材の保水力が、芝の成長に影響したものと考えられる。

一方、図-4 および図-5 に KG の成長に関する屋内試験結果を示す。供試体の $1/3$ 程度を浸水した場合 (図-4)、供試体周囲を土で囲んだ場合 (図-5) とともに、天然ゼオライトを骨材に用いたポーラスコンクリートを植栽基盤として用いた方が、碎石を骨材として用いた場合に比較して、芝の成長が若干早いことが認められた。しかし、屋外試験結果とは異なり、供試体間での差異は小さく、水分条件などの試験環境条件について、詳細な検討が必要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圧縮強度は $5 \sim 7 \text{ N/mm}^2$ 程度と、碎石・砕砂を用いた普通ポーラスコンクリートの圧縮強度の $1/3 \sim 1/2$ 程度を示した。空隙率は 25% 以上であり、植栽基盤として適切な空隙率を示した。天然ゼオライトを骨材に用いたポーラスコンクリートを植栽基盤として用いた場合、屋外試験においては土質材料を基盤とした場合に比較して、芝類の成長は 3 倍程度の速さが認められた。屋内試験における芝類の成長は、普通ポーラスコンクリートの場合より、ゼオライトを骨材に用いた場合の方が、若干速い結果が得られたが、今後詳細な検討を必要とする。

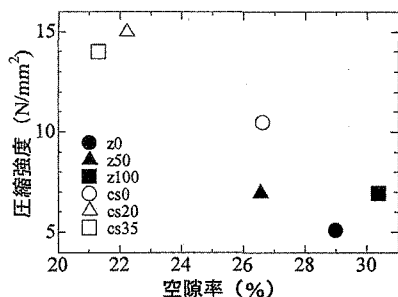


図-2 圧縮強度と空隙率の関係

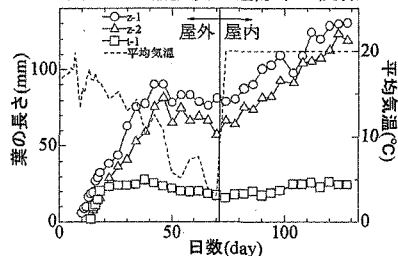


図-3 屋外試験における平均気温と葉の長さ (KG)

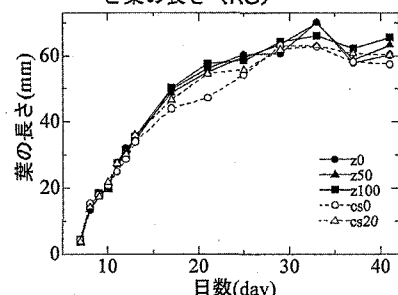


図-4 屋内試験結果(KG、浸水)

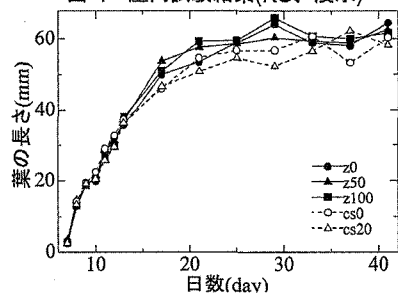


図-5 屋内試験結果(KG、埋設)