

ポーラスコンクリートの空隙性状と植生との関係

東北学院大学大学院 学生員 ○大友 鉄平
東北学院大学工学部 フェロー会員 大塚 浩司
宮城大学食産業学部 正会員 北辻 政文
東北学院大学工学部 正会員 武田 三弘

1.まえがき

ポーラスコンクリート（以下 PoC）は、連続空隙を有していることから、環境負荷低減や生物との共生を目的として利用されており、現在、河川護岸や道路舗装に盛んに使用されている。PoC の機能の一つとして緑化機能が挙げられるが、緑化の研究は、主として、使用材料や設置場所などを考慮し緑化の適応性を問う研究である。さらに緑化を考慮するにあたり最も重要視される PoC の空隙性状も骨材粒径別にその断面における最大空隙径や平均空隙径を測定している程度である。植物が良好に生長する PoC を求めるためには、さらに詳細な空隙性状のデータが必要である。

そこで本研究では、PoC における植物生長のための最適空隙性状を明らかにすることを目的とし、室内および屋外の植生による緑化試験を実施すると同時に、本学に設置してある微小焦点 X 線 CT スキャンシステムを使用して、PoC の空隙性状を三次元的に観察し、考察を加えたものである。

2.実験概要

セメントは、早強ポルトランドセメントを使用し、骨材は、粒径の異なる 3 種類（5～10mm：Gmax10mm、10～15mm：Gmax15mm および 15～20mm：Gmax20mm）を使用して供試体を作製した。PoC の配合を表-1 に示す。なお、PoC の施工性を考慮して高性能 AE 減水剤を使用し、添加量をセメント質量比の 1%とした。

室内における緑化試験は、種子（芝の一種）と植物用の培養ゲルを混合した後、それらを供試体上面に敷き、植物の発芽・発育を促進させた。また、植物生長後、栄養供給のための充填材代用として、栄養活力剤を混合した水にポーラスコンクリートを浸し、根の伸長を促進させた（図-1）。無色透明な培養ゲルや栄養活力水を使用することで植物の根の伸長状況を観察可能であると考えた。以上のような方法で、異なる骨材粒径の PoC における植物の生長および根の伸長の比較実験をおこなった。緑化環境は、実験室内の恒温恒湿室に水槽を設置して、その中に緑化作業を施した PoC を配置した。また、水槽には、植物育成用蛍光灯を設置した。蛍光灯は、植物が生長するのに有効な波長を含んでおり、露地栽培に近づいた形態で育成できる。

屋外における緑化試験は、所定の場所へ供試体を配置し、実験を開始した。緑化手順は、供試体を配置後、保水材と肥料材が混入してある培土を泥水状とし、各 PoC の空隙内部に同量ずつ充填した。その後、同一量の土壌と種子を混合し、表層基盤として厚さ 50mm 被覆した。植物の生長過程は、デジタルカメラによって撮影し、任意の時期に葉・茎部分と供試体を貫通した根部分を mm 単位で計測して各 PoC における植物生長の比較をおこなった。

3.実験結果および考察

室内の緑化試験において茎の生長は、いずれの供試体とも 3 日ほどで発芽し、その後順調に生長した。とくに Gmax20mm 供試体を植生基盤としたものは生長が良好であり、14 日以降で他粒径との生長の違いがみられた。この原因として発芽後 14 日までの生長は、骨材粒径に関係なくゲル上にて生長するが、それ以後の生長は、骨材粒間の空隙中に伸長した根が栄養分を吸収することで生長すると思われる。したがって、骨材粒径の違いが空隙形状を異にし、根の伸長と栄養吸収量の違いを生じさせたものと考えられる。根の伸長は、いずれの供試体とも順調で

表-1 PoC の配合

Gmax (mm)	W/C (%)	P/G (%)	単位量 (kg/m ³)		
			W	C	G
10	30	30.9	88	294.5	1551
15		31.2			
20					

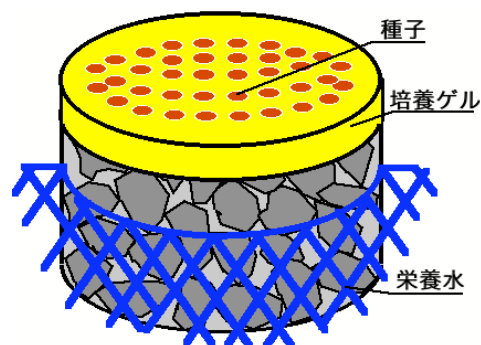


図-1 緑化試験の概要(室内)

あったが、茎の生長と同様に Gmax20mm 供試体を植生基盤とした伸長が最も良好であった。

また、屋外の緑化試験における茎および根の生長・伸長は、室内の緑化試験結果と同様の傾向を示し、いずれの供試体においても良好であった。とくに Gmax20mm の供試体を植生基盤としたものは、他の粒径に比べて植物の生長長さが大きかった。したがって、植物の生長および伸長に最も影響を及ぼしているのが骨材粒径であることが確認された。

写真-1～3 は、骨材粒径別の供試体とその空隙性状を微小焦点 X 線 CT スキャンシステムによって撮影したものである。なお、PoC はその構造上、型枠面に沿った部分に空隙の多い領域が存在することが指摘されている。これが不均質性の原因と考えられているため全供試体とも型枠面近傍の空隙部分を解析した上で均等にカットしている。写真より、使用した骨材粒径の違いによって、PoC の内部空隙形状が極めて異なることがわかる。このことから、PoC の空隙形状は、粗骨材の寸法に大きく依存しているものと考えられる。

図-2 は、各 PoC の空隙の総面積である。いずれ供試体も空隙率を一定としているので、断面における全空隙面積は同等となっている。しかし、空隙面積は同等であっても、図-3 のように各供試体によって空隙の全個数や空隙の分布に大きな違いが認められた。骨材粒径 Gmax10mm は、空隙面積が 0～50mm² に集中しているのが特徴的であるのに対して、Gmax15mm 以上の供試体では、空隙の全個数が少なく、かつ 0～200mm² の範囲に同等に分布している。また、Gmax15mm 以上の供試体には空隙面積が 200mm² 以上の大きな空隙が存在しているのも特徴的であり、600 mm² 以上の粗大空隙も散見された。

4.まとめ

(1) 植物茎の生長と PoC 内部に伸長した植物根の伸長は、いずれの供試体においても順調であったが、とくに Gmax20mm 供試体を植生基盤とした植物の生長および伸長が良好であった。

(2) PoC の空隙は、骨材粒径によってその形状や寸法が大きく異なること、また、全空隙面積が同等であっても、空隙個数や空隙分布に大きな違いがあることがわかった。

(3) 空隙は、三次元的に観察すると、骨材粒径が比較的大きい PoC の空隙において不連続なものはみられなかった。

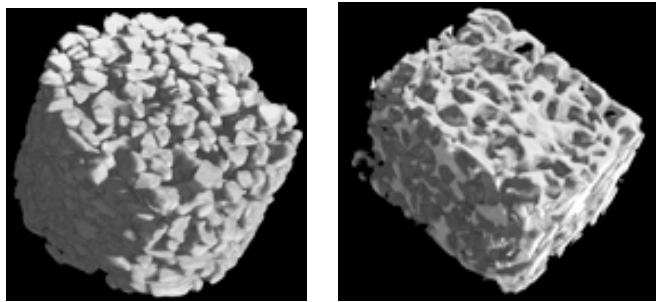


写真-1 PoC の空隙 (Gmax10mm)

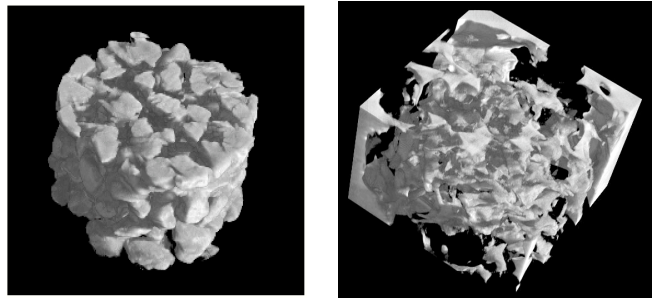


写真-2 PoC の空隙 (Gmax15mm)

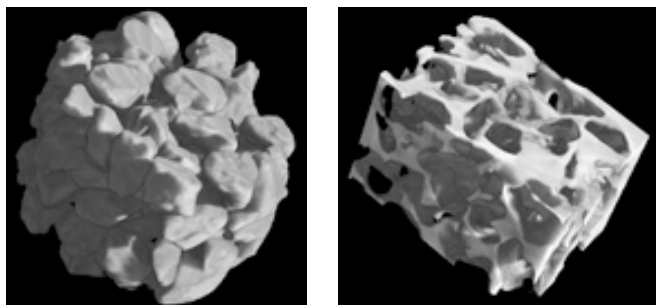


写真-3 PoC の空隙 (Gmax20mm)

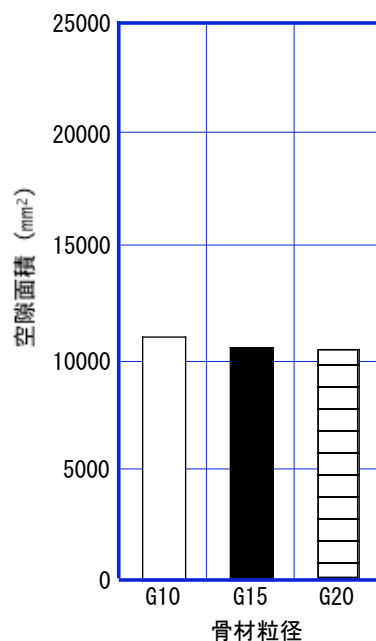


図-2 各 PoC の空隙総面積

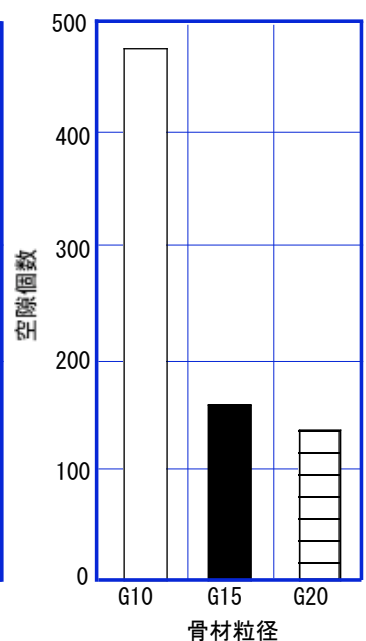


図-3 各 PoC の空隙個数