

緑化ポーラスコンクリートの空隙性状に関する基礎的研究

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
 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、生物との共生や環境負荷低減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、もっと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 における植物生長および着生のための最適空隙性状を明らかにすることを目的とし、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、そ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.実験方法

実験供試体は、普通 PoC（ $G_{max}10mm$ 、 $20mm$ ）とシリカヒュームを混入した PoC マトリックスに新素材である合成繊維（超高強度・超極細な短繊維）を混入した繊維補強 PoC 供試体（ $G_{max}20mm$ ）を作製した。シリカヒュームの置換率は、各種繊維補強 PoC によって異なり、セメント量の 10%、20%、30%置換した（以下、繊維補強 PoC・M-10、M-20、M-30）配合を表-1 に示す。また、高性能 AE 減水剤も使用した。

緑化試験は、あく抜き終了後、種子と植物に必要な水分と肥料を含む無色透明なポリマーを混合し、それらを供試体上面に敷き、種子の発芽・発育、さらに PoC への伸長・着生を促進させた(図1)。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、着生を促進させた。無色透明なポリマーや栄養活力水を使用することで植物の着生観察が容易であると考えた。以上のような方法で、骨材粒径や使用材料の異なる PoC に関する植物の着生および生長の比較実験を行い、同時にデジタルカメラや顕微鏡による観察も行った。物性試験は空隙率測定試験、フロー試験、圧縮強度試験を行った。

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各種ポーラスコンクリートを配置して行った。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。また、日照時間を 10 時間とした。

表-1 配合
普通 PoC および繊維補強 PoC

粗骨材の最大寸法 G_{max} (mm)	粗骨材の最小寸法 G_{min} (mm)	W/C (%)
20、10	10、5	25、30
単位水量 (kg/m ³)	単位セメント量 (kg/m ³)	単位粗骨材量 (kg/m ³)
73.6、88.4	294.5	1551

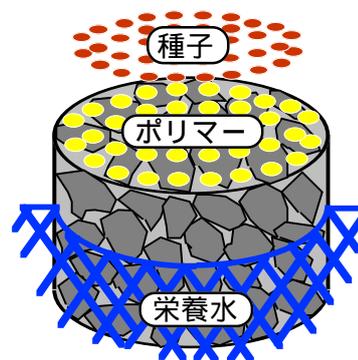


図.1 緑化実験概要図

キーワード 緑化ポーラスコンクリート、空隙性状、微小焦点 CT スキャンシステム

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1

TEL 022-368-7479 FAX 022-368-7479

3.実験結果および考察

緑化試験において、各供試体とも5日ほどで発芽し、その後順調に生長した。茎の部分については、14日ほどで生長の差が見られ、普通 PoCGmax20mm が最も生長が良好であり、普通 PoCGmax10mm の生長が思わしくなかった（図2）。各種繊維補強 PoC はその間に位置付けられる結果となった。根の生長では、骨材粒径が同一であっても、繊維を使用することによってその生長が遅くなる傾向が見られた（図3）。また、シリカフュームの置換率の差が植物の生長に与える影響は、本実験で特に確認できず、置換率を上げて連続空隙の形成には、あまり影響を与えないと思われる。

画像1は、骨材粒径別供試体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。これらを見てわかるように骨材粒径によって内部空隙形状が非常に異なることがわかる。Gmax10mm 供試体の連続空隙は、微細な空隙の集合体であることが三次元レベルで確認でき、これが植物の生長に影響を与えていると考えられ、緑化における要点の一つは空隙形状であると思われる。また、空隙率を同条件の配合で打設したため、各種供試体においても当然、各断面における全空隙面積は等しいが、各種供試体によって空隙の個数には圧倒的な差が見られた。結果として、骨材粒径が違ふことで空隙の存在個数に非常に大きな差が生じており、これも植物の生長に影響しているものと思われる。また、従来 JCI のポーラスコンクリートの設計・施工法の確立に関する研究委員会の報告書によると、PoC の空隙は有効空隙と半有効空隙、無効空隙が存在すると言われている。しかし、三次元で様々な角度から空隙を観察した結果、空隙はどこかの箇所連続性を有しており、その連続部に大小の差は有るものの、無効空隙というものとは存在せず、有効空隙から構成されていると考えられる。

4.まとめ

(1) 植物茎の生長および PoC 内部に伸長した植物根の着生は、骨材粒径による差が見られ、普通 PoC Gmax20mm の植物の生長が最も良好であった。また、繊維補強 PoC においても植物の茎や根は生長および着生した。よって PoC に繊維を混入しても緑化が可能であることがわかった。

(2) 微小焦点 X 線 CT スキャンシステムを使用して骨材粒径の異なる PoC の空隙を観察した結果、各断面における全空隙面積がほぼ同一であっても、空隙形状や空隙分布に大きな差が見られた。

(3) PoC の空隙を微小焦点 X 線 CT スキャンシステムにより三次元的に観察した結果、全ての空隙は、連続的に結合しているものと考えられる。

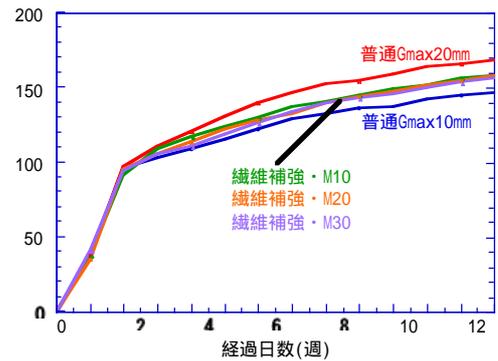


図.2 各 PoC における植物茎の生長結果

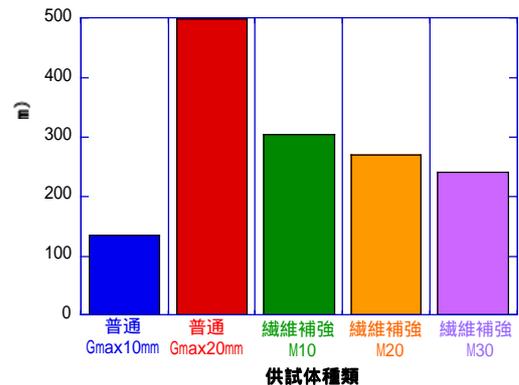
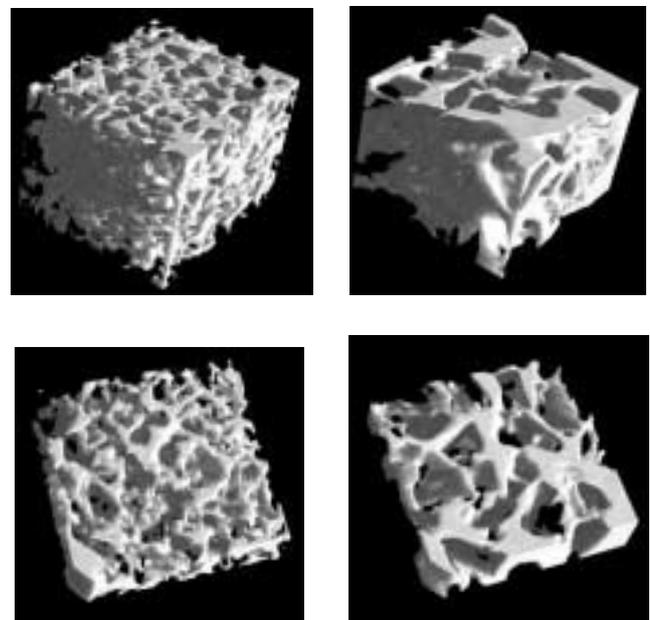


図.3 各 PoC における植物根の着生結果



画像.1 Gmax10mm と Gmax20mm の空隙