

粒状化材料「セルドロロン[®]」を用いた緑化コンクリートの植害試験 — 製造が容易でCO₂を固定するポーラスコンクリートの活用 —

池田 穰^{*1}・白岩誠史^{*2}

高い吸水性能を持つ粒状化材料「セルドロロン[®]」を含有した緑化コンクリートの植害試験をコマツナにより行った。その結果、コマツナの生育に著しい阻害が見られなかったことから当該緑化コンクリートは地被類等の植栽基盤としての基本的な機能を持つことが示唆された。当該緑化コンクリートの特徴として、植栽基盤自体がCO₂を炭酸カルシウムとして固定し易いことが挙げられる。また通常の生コンクリート工場でも容易に製造できる。造りやすくカーボンニュートラルに繋がる緑化コンクリートは今後のグリーンインフラの要素技術として活用できる。

キーワード：粒状化材料、緑化コンクリート、ポーラスコンクリート、植害試験、空隙率

1. はじめに

緑化コンクリートは、1990年代から土木の法面緑化や河川護岸の植栽基盤として開発された¹⁾。緑化コンクリートの特徴は、コンクリートの硬さと植栽基盤の柔らかさを備えていることである。そのメリットとして植栽基盤がポーラスコンクリートであるため、土壌と比較して崩れにくいこと、また灰色単色のコンクリートと比較して植物の緑による修景効果がコンクリートの付加価値になることである。デメリットとしては土壌と比較して植栽基盤が固いため根が伸長しにくいこと、セメント成分に由来するpHなどの化学指標が植物の成長を抑制する値となる場合があることである。

ここでは高い吸水性能を持つ粒状化材料「セルドロロン[®]」を配合した3種の空隙率(20%, 25%, 30%)の緑化コンクリート供試体を作成しそれらの植害試験を行い、植栽基盤としての機能を確認した。

2. 「セルドロロン[®]」配合緑化コンクリートの特徴

「セルドロロン[®]」は古紙のリサイクル製品で、その主

成分は、シュレッター屑や古紙由来の細かなセルロース繊維で構成される微細粒子である(図-1)。高い吸水性能をもち、生分解性で環境負荷が小さく、土壌汚染対策法28項目の溶出試験検証ですべての項目をクリアしており、汚泥処理や残コン処理などに用いられている²⁾。

従来の緑化コンクリートに用いられるポーラスコンクリートでは、大きさを揃えた単粒砕石が必要なため、生コンクリート工場において、骨材貯蔵瓶の入れ替えが必要であった。また強度増進用の特別な混和剤を添加しなければならなかった。これらにより限られた生コンクリート工場でのみ製造可能であった。「セルドロロン[®]」配合緑化コンクリートは、一般的な生コンクリート工場で使用している材料で製造されたベースコンクリートに、アジテータ車により粒状化材料を後添加するだけで製造できる(写真-1)。このため通常の生コンクリート工場でも即座に容易に製造できる。さらに「セルドロロン[®]」配合緑化コンクリートに、炭酸水を供給することで効率的にCO₂を固定することも可能である³⁾。



図-1 セルドロロン[®] ²⁾

*1 環境研究部 *2 脱炭素技術開発部



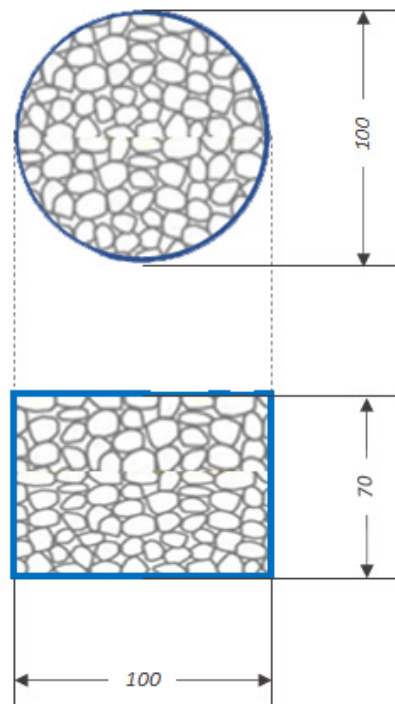
写真－1 「セルドロン®」配合緑化コンクリートの製造方法

3. 植害試験の方法

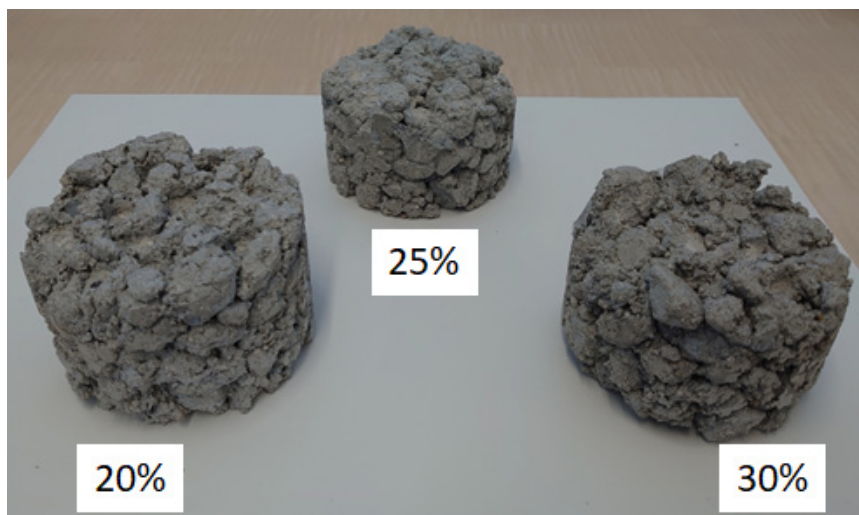
3.1 供試体

緑化コンクリートに植物を植栽する場合、根がコンクリート中に伸長していくことが必要である。空隙の少ないコンクリートでは、根の伸長が妨げられ、植栽基盤としての機能が果たせない。逆に空隙が多ければ、コンクリートの強度が保ちにくい。このように緑化コンクリートの空隙率と強度はトレードオフの関係にある。空隙率には全ての空隙を示す全空隙率と、連続した空隙のみを示す連続空隙率がある。植栽基盤としての機能は水の通り具合を示す連続空隙率に左右されるが、配合設計を行う上では全空隙率が用いられている。連続空隙率は一般的に全空隙率より、2-5%程度小さい⁴⁾。これまでの研究では緑化コンクリートの全空隙率として20～30%が適するとされている⁵⁾。

ここでは「セルドロン®」配合緑化コンクリートの全空隙率を日本コンクリート工学協会の質量法⁶⁾に準拠した方法で求め、全空隙率20%、25%、30%の3種の供



図－2 植害試験に用いた供試体の寸法



写真－2 緑化コンクリートの供試体（数字は全空隙率）

試体を作成した。供試体の形状は高さ 7cm、径 10cm の円柱状である（写真－2，図－2）。セメントは高炉セメント B 種を使用し，セルドロンは 20kg/ m³投入した。配合を表－1 に示す。

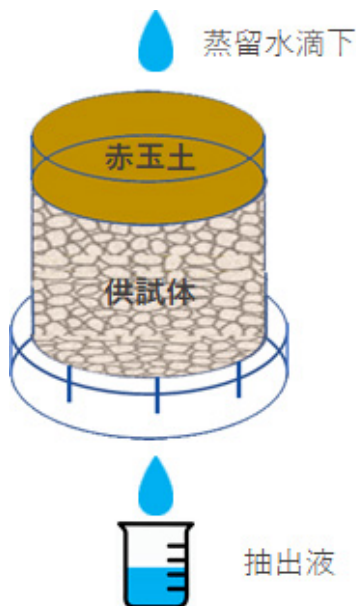
表－1 植害試験に用いた「セルドロン[®]」配合緑化コンクリート供試体の配合

空隙率 (%)	20	25	30
細骨材率 (%)	26		
水・セメント比(%)	50		
セメント種類	高炉セメントB種		
粗骨材の最大寸法(mm)	20		
スランプ(cm)	15		
セルドロン(kg/m ³)	20		

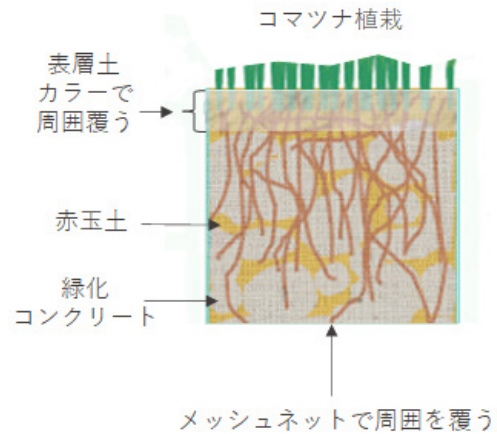
3.2 植害試験

これらの供試体を用いて、「セルドロン[®]」配合緑化コンクリートが、植物の生育能力に与える影響を明らかにするために農林水産省の方法⁷⁾に準拠して植害試験を行った。具体的には各供試体に 2mm 篩通過後の赤玉土を緑化コンクリートの空隙に十分行き届くように混合した。さらに植害試験に用いるコマツナの種子が発芽しやすいように表層にも赤玉土を敷いた。赤玉土の量は重量比で緑化コンクリート：赤玉土=12：1とした。なお3種の供試体の他に、緑化コンクリートと同体積の赤玉土のみの対象区を設けた。

これらの供試体の植栽基盤としての初期の特性を確認するために図－3のように上部から蒸留水（pH5.7，EC：



図－3 pH と電気伝導度測定のための抽出液の取り方



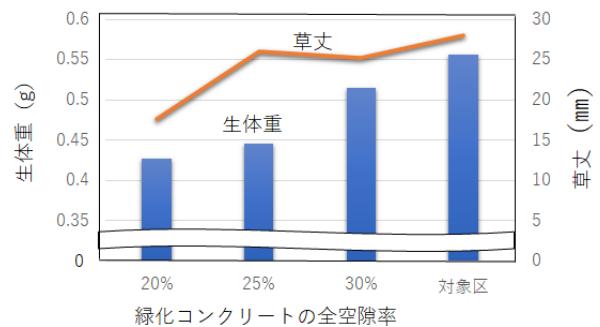
図－4 植害試験装置の概念図

電気伝導度 0.001dS/m) を滴下し，抽出液の pH と電気伝導度を測定した。その結果，pH は 10.3，EC は 0.11 dS/m であった。供試体の pH はコンクリートのアルカリ成分の影響で適正範囲⁸⁾(5.5-7.0) より高く，EC は肥料成分が少ないこともあり適正範囲⁸⁾(0.4-1.0) を下回っていた。

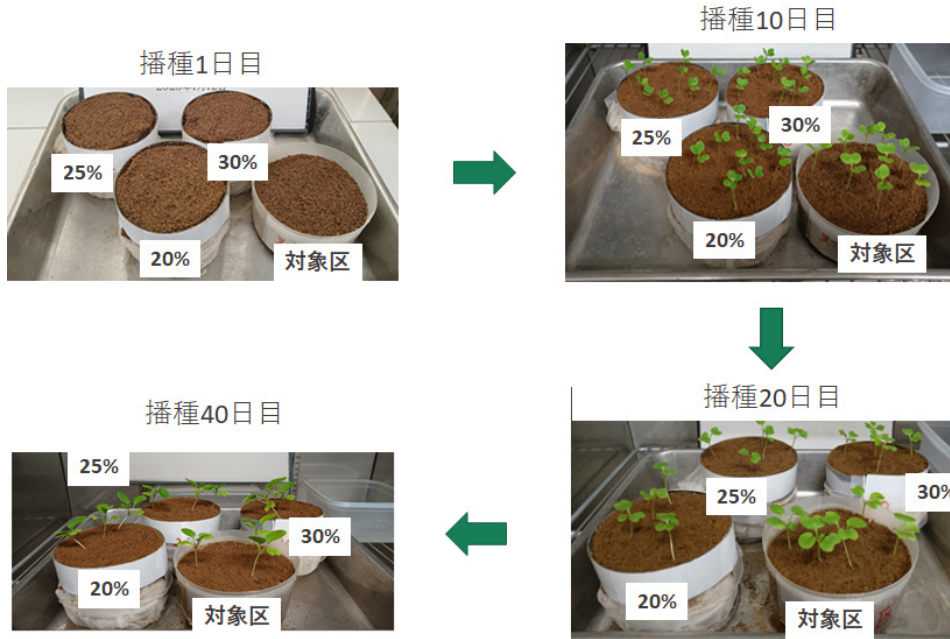
次に図－4 に示す植害試験装置の表面にコマツナの種子をそれぞれ 15 粒播種し，温度 25℃，光量約 3,000lux，明暗周期 9 時間明・15 時間暗の環境条件を設定した人工気象室内で育成した。灌水は蒸留水を用いて適宜施した。

4. 植害試験の結果と考察

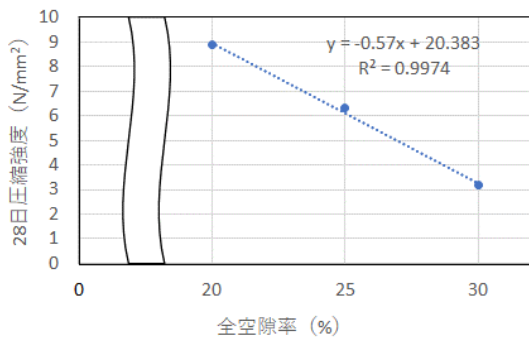
播種 1 日目から 40 日目までのコマツナを植栽した各植害試験装置の状況を写真－3 に示す。期間中密植を防ぐため適宜間引きを行った。40 日目の緑化コンクリートの全空隙率ごとのコマツナの最終生体重および草丈を図－5 に示す。生体重・草丈ともに赤玉土のみの対象区が最も高いものの，緑化コンクリートの全空隙率が大きいほど，生体重・草丈ともに大きくなった。これは緑化



図－5 緑化コンクリートの全空隙率とコマツナの最終生体重・草丈



写真－3 各植害試験装置（空隙率 20%，25%，30%及び対象区）に植栽したコマツナの経時変化



図－6 緑化コンクリートの全空隙率と28日圧縮強度との関係

コンクリートの全空隙率が大きいほど、根が伸長しやすくコマツナの生長に適することを示唆する。また緑化コンクリートの全空隙率と28日圧縮強度との関係を図－6に示す。全空隙率と圧縮強度は反比例の関係にあり、緑

化コンクリートの強度と全空隙率はトレードオフの関係にあることが確認できた。

また植害試験終了後に各供試体を切断して断面を観察したところ、写真－4に見られるようにコマツナの細根が緑化コンクリートの空隙部分に一部伸長していることが確認できた。これらの結果より粒状化材料「セルドロン®」を配合した緑化コンクリートは地被類等の植栽基盤としての基本的な機能を持つことが示唆された。pHやECの初期値は適正範囲外であったものの、これらは土壌改良剤や追肥により適正範囲に補正できる。また大気中のCO₂による緑化コンクリートの中酸化は、pHの低下を徐々にもたらすと考えられる。



写真－4 植害試験終了後の供試体内部のコマツナの細根



写真－5 多肉植物（セダム）の緑化コンクリートへの植栽例

5. おわりに

「セルドロン[®]」配合緑化コンクリートは、今回検討した通常の地被類以外に、多肉植物や水生植物の植栽基盤としての活用も可能である。多肉植物の場合、葉や茎、根に水分を貯められる。そのため緑化コンクリートの空隙に保水性のある土壌がなくとも空隙に根が張りさえすれば繁茂可能である。多肉植物（セダム）の「セルドロン[®]」配合緑化コンクリートへの植栽例を写真-5に示す。また水辺や水中に繁茂する水生植物の場合も、緑化コンクリートの空隙部分に水が浸潤するため、土壌をほとんど必要としない。通常の地被類に加えてこれらの植物の植栽基盤として「セルドロン[®]」配合緑化コンクリートは活用可能である。このように「セルドロン[®]」配合緑化コンクリートの適応範囲は広く、今回通常の植物の植栽も可能であることが示された。どの生コン工場でも容易に製造でき、製造する過程でCO₂の吸収も可能な「セルドロン[®]」配合緑化コンクリートの展開を今後進めていく。

謝辞

本報文で報告した緑化コンクリートの供試体作成、強度試験等において、灰孝小野田レミコン株式会社（代表取締役 山内和宏氏）には大変お世話になりました。ここに紙面を借りて心より感謝を申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 社団法人日本コンクリート工学協会 エココンクリート研究委員会報告書：自然環境との調和を考慮したエココンクリートの現状と将来展望，1995
- 2) 株式会社グロースパートナーズ：セルドロンについて，<https://gpgp.tokyo/aboutcelldoron.html>（2023.08 入手）
- 3) 安部弘康，山内和弘，白岩誠史，鈴木幸好：生コンクリート由来の粒状化再生骨材へのCO₂固定に関する検討，コンクリート工学年次論文集，2023
- 4) 社団法人セメント協会：車道用ポーラスコンクリート舗装設計施工技術資料，p.60，2007
- 5) 財団法人先端建設技術センター編：ポーラスコンクリート河川護岸工法の手引き，p.138，2001
- 6) 日本コンクリート工学協会：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報告書，p.231，2003
- 7) 独立行政法人 農林水産消費安全技術センター：植物に対する害に関する栽培試験の方法・解説，p.55，2017
- 8) 農林水産省：土壌 pH・EC の診断，https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_sehi_kizyun/attach/pdf/tottori01-1.pdf（2023.08 入手）

Planting test of green concrete specimen using granulated material — Utilization of porous concrete that is easy to manufacture and fixes CO₂ —

Yutaka IKEDA, Seishi SHIRAIWA

Greening concrete is a planting base using porous concrete. In this study, plant damage tests were conducted using porous concrete specimens containing the granulated material “Celldoron[®]”, which has high water absorption performance. One of the characteristics of greening concrete mixed with “Celldoron[®]” is that the planting base itself fixes CO₂ as calcium carbonate. In addition, it does not require crushed stones of uniform size or equipment for adding admixtures to increase strength. Therefore, it can be easily manufactured in a normal ready-mixed concrete factory. These are features not found in conventional green concrete. Green concrete, which is easy to make and leads to carbon neutrality, can be used as an elemental technology for green infrastructure.
