

植栽型コンクリートパネルの開発に向けた基礎研究

正会員 ○川上 渉*
同 杉山 央**二酸化炭素 緑化 ポーラスコンクリート
単位容積質量 空隙率 カーボンニュートラル

1. 研究の背景および目的

建設分野ではセメント製造時のCO₂排出が特に多く、日本全体のCO₂排出量の約4%を占めている¹⁾²⁾。この排出を減らす、または吸収することで収支をゼロにするカーボンニュートラルへの取り組みが急務である。そこで、表面に植栽を施したコンクリートパネルの開発を進めている。本パネルには、図1に示すように光合成によるCO₂吸収、断熱効果などの効果が期待でき、屋上スラブのような水平面に加え、外壁のような垂直面も適用箇所としている。本稿では、植栽型コンクリートパネルの開発に向けた基礎技術について検討した結果を報告する。

2. パネルの構成および形状について

コンクリートパネル(試験体)は、図2に示すように下部に密実なコンクリート(以降BC)、上部にポーラスコンクリート(以降PC)、それらの接着を確実にするためのセメントペーストで構成した。PCは植物の根を定着させる部分であり、かつ軽量であることが望ましいため、人工軽量骨材(密度1.69g/cm³)を用いた。パネル(試験体)の種類は、図3に示すようにフラットな形状、一定間隔で4つのピットを設けた形状、土壌の厚みを確保するためにスリットを設けた形状の3種類とした。

3. 実験計画

3.1 試験体の作製

表1に示す調合のコンクリートを用い、図2および図3に示した試験体を作製した。また、BC、PCそれぞれの円柱供試体を作製し、圧縮強度、単位容積質量、空隙率の測定を行った。

3.2 植物の選定・植栽

植栽する植物は、多年生であること、耐暑・耐寒性・耐アルカリ性を有すること、成長が早く垂直面でも成長することなどの条件を考慮して選定した。PCの表面に20mm厚の土壌層を設け、そこに植栽した。

3.3 植物の生育方法

植栽した3種類の試験体を屋内南面に配置し、週に2回程度の給水を行った。

3.4 植物の成長の評価方法

4日程度の間隔で試験体を真上から撮影し、その画像をもとに画像解析を行い、試験体上面における葉による緑の面積率を数値化し、植物の成長の評価を行った。

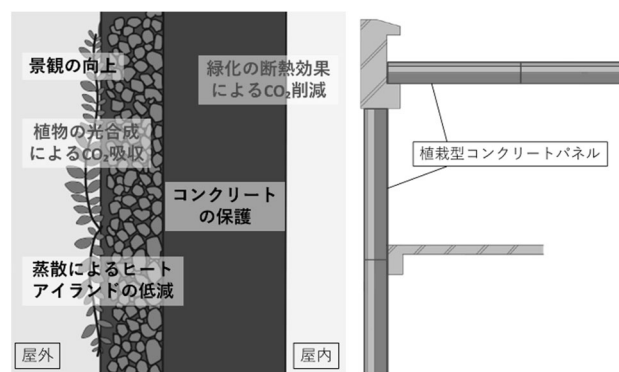


図1 植栽型コンクリートパネルの概要

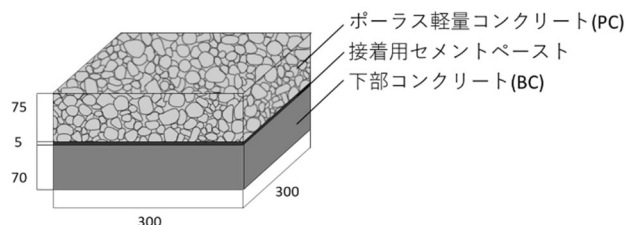


図2 コンクリートパネル(試験体)の構成

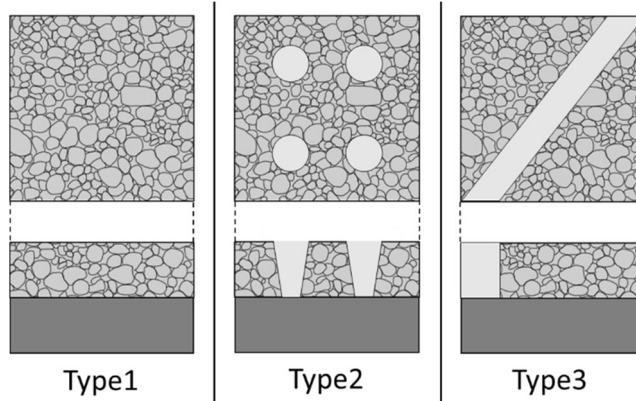


図3 コンクリートパネル(試験体)の種類および形状

表1 コンクリートの調合

記号	W/C (%)	単位量(kg/m ³)						混和剤 (C×%)	
		W	C	S	G1	G2	LG	Ad1	Ad2
BC	40	170	425	783	457	457	—	0.7	—
PC	25	100	400	—	—	—	960	—	0.8

(注)W:水、C:普通ポルトランドセメント、S:川砂(粒径5mm以下)、G1:砕石2013(粒径13~20mm) G2:砕石1305(粒径5~13mm) LG:人工軽量骨材(粒径5~15mm)、Ad1:高性能AE減水剤、Ad2:高性能減水剤

4. 実験結果

4.1 圧縮強度試験結果

完成した試験体を図 4 に示す。BC の圧縮強度は 55.4N/mm²、PC の圧縮強度は 5.14N/mm²であった。人工軽量骨材を用いたポーラスコンクリートである PC の圧縮強度は低い、前記のように植物の根を定着させる役割の部分であるため、特に問題はない。

4.2 単位容積質量および空隙率測定結果

PC の単位容積質量は 1449kg/m³、空隙率は 14.8%であった。人工軽量骨材を用いたことで単位容積質量が小さくなり、軽量化を図ることができた。一方、人工軽量骨材は丸みを帯びた形状であり、かつ粒径が小さいため、目標とした空隙率である 20%を得ることができなかった。

4.3 植物の成長

各試験体における緑の面積率の推移を図 5 に、成長の過程を図 6 にそれぞれ示す。Type1 および Type2 における成長が良好であり、特に Type2 では Type1 より早い 40 日の段階から成長が始まった。Type3 においては植物がスリット状に広がったが、その周囲には広がらなかった。このため、3 種類の試験体の中では Type2 の形状が最適であった。

5. 植栽型コンクリートパネルの CO₂ 削減効果

縦 2000×横 6000mm で厚さ 230 mm (BC=150、PC=75) の植栽型コンクリートパネルを想定した場合、このパネル製造に使用されるセメント量は 1125 kg となる。また、1 トンのセメントを製造するのに 714 kg の CO₂ を排出する²⁾。植栽を施すことにより、光合成による CO₂ 吸収³⁾や断熱効果による電力削減にともなう CO₂ 排出抑制⁴⁾が期待できる。これらを試算すると表 2 のようになり、外壁では約 11 年、屋上スラブでは約 1 年半でカーボンニュートラルが達成できる見込みである。

6. まとめ

植栽型コンクリートパネルを提案するとともに、それを模擬した各種試験体を作製し、植物の生育状況を調査した。

参考文献

- 1) 環境省 温室効果ガス排出量 (<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg.html>)
- 2) 一般社団法人セメント協会：セメントハンドブック 2021 年度版 (https://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jj3h_06.pdf)
- 3) 独立行政法人環境再生保全機構 大気浄化植樹マニュアル 第 I 編 総論編, pp. 50-51 (https://www.erca.go.jp/yobou/pamphlet/form/05/pdf/jyoka03_dai1.pdf)
- 4) 日本土工株式会社 緑化の熱環境改 (<https://green.chiko.co.jp/yane/kankyoh.html>)

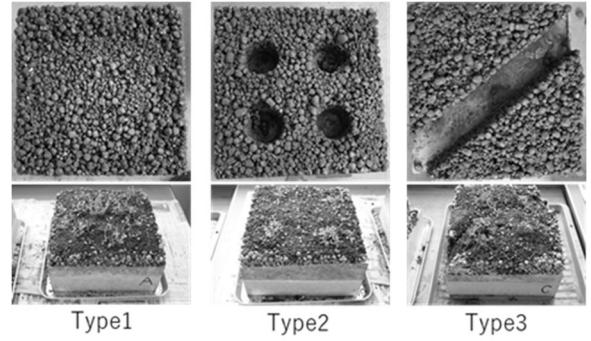


図 4 完成した試験体

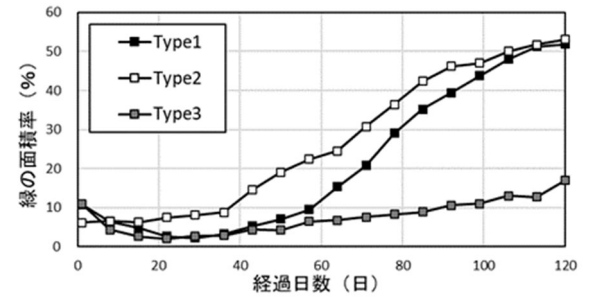


図 5 緑の面積率の推移

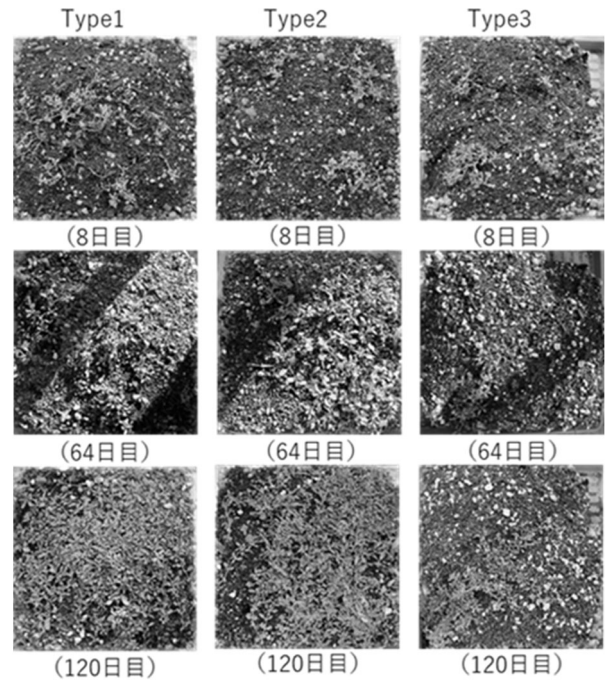


図 1 植物の成長過程

表 1 植栽型コンクリートパネルによる CO₂ 回収

コンクリートパネル製造に伴う CO ₂ 排出量	803 kg	
光合成による CO ₂ 吸収量	3 kg/m ² /年	
電力削減による CO ₂ 削減量	壁面緑化	3 kg/m ² /年
	屋上緑化	45 kg/m ² /年
植栽型コンクリートパネルにおける CO ₂ 削減	壁面緑化	72 kg/年
	屋上緑化	576 kg/年
カーボンニュートラル達成までの年数	壁面緑化	11.2 年
	屋上緑化	1.4 年

* 宇都宮大学大学院地域創成科学研究科 大学院生
 ** 宇都宮大学地域デザイン科学部 教授 博士(工学)

* Graduate Student, Dept. of Architecture, Utsunomiya Univ.
 ** Prof., Dept. of Architecture, Utsunomiya Univ., Dr. Eng.