

環境配慮 3D プリンティング配合の開発と実適用

大成建設(株) 技術センター 正会員 ○木ノ村 幸士 田中 俊成 張 文博
設計本部 非会員 古市 理 井坂 匠吾

1. はじめに

地球温暖化抑制対策として CO₂ 排出削減は喫緊の課題である。これに対し、従来の建設用 3D プリンティング配合は積層性確保のためセメント量が多く、一般的なコンクリートに比べ、材料製造時の CO₂ 排出量が大きい傾向にある。そこで、高炉スラグ微粉末を主成分としたセメントを全く使用しないプリンティング配合を新たに開発し、今後の普及に向けて、本配合を用いてプリント製作したエコベンチを工場に実適用した。

本稿では、新たに開発した配合や技術の特徴、実際にプリント製作した事例について報告する。

2. 環境配慮 3D プリンティング配合の開発

開発にあたっては、図-1 に示す既往の混和材を大量に使用した環境配慮コンクリートに関する材料技術を活用した。3D プリンティング配合は、造形性の観点から粗骨材を含まないモルタルとした上で、プリント中は一定のフレッシュ性状を保つ必要がある。そこで、既往のセメント・ゼロ型の環境配慮コンクリートに対して、構成材料の組み合わせや比率、混和剤を調整することで、プリンティングに適した粘性と流動性を所定の時間確保できるように改良した。主な構成材料は、既往の環境配慮コンクリートと同様に、高炉スラグ微粉末、刺激剤、骨材等であり、配合中のセメント量はゼロである。また、種々の炭酸カルシウムと組み合わせて使用することが可能である。天然起源の石灰石を物理的に粉砕・分級して製造される重質炭酸カルシウムのほか、代替として、排気ガスより回収した CO₂ から製造する軽質炭酸カルシウムを、混和材として使用することも可能である²⁾。

3. CO₂ 排出量比較と本技術の特徴

後述する各 3D プリンティング配合について材料製造時の CO₂ 排出量を試算した。試算に必要な各構成材料の CO₂ 排出原単位 (kg-CO₂/t) は、参考文献³⁾や技術資料をもとに設定した。図-2 に、①当社の標準的な 3D プリンティング配合、②天然起源の炭酸カルシウム(石

灰石)を用いたセメント・ゼロ型の 3D プリンティング配合、③回収した CO₂ から製造した炭酸カルシウムを用いたカーボンリサイクル型の 3D プリンティング配合、について CO₂ 排出割合を比較した結果を示す。なお、②、③は

4. 3D プリンティングによる製作事例

以下に2つの製作事例を紹介する。

1つ目は、意匠展示品を、前述③のカーボンリサイクル型の配合を用いて製作した事例である。小型3Dプリンタを用いたプリント状況を図-3に示す。各層を構成する曲線の位相をずらしながら積層することで、高い意匠性を実現している。



図-3 意匠展示品のプリント状況

2つ目は当社グループ企業の工場ですでに供用中のエコベンチの事例である。デザインフローを図-4に、ベンチの外観を図-5に示す。大きさは幅2000mm、奥行700mmである。図-4に示す背もたれ部を、前述②のセメント・ゼロ型配合を用いて大型3Dプリンタで製作した。背もたれ部は、独立した5つのブロックで構成され、ブロックの最大高さは約900mmである。ブロックの一例を図-6に示す。各背もたれブロックを所定の位置に設置後、外周型枠を組み立て、座面部にカーボンリサイクル型のコンクリートを打ち込んでベンチを完成させた。背もたれ部と座面で構成されるベンチの材料製造時のCO₂排出量はゼロを達成している。

