

バイオ炭ソイルセメント「SUSMICS®-S」



バイオ炭を使用して品質向上と脱炭素を両立

SUSMICS-S : SUstainable + SMI (炭) + Carbon Storage – Soil cement

概要

ソイルセメントにバイオ炭を添加することにより、ブリーディング水を低減して品質を向上しました。また、バイオマス由来の炭素を地盤内に貯留し、カーボンニュートラル実現に貢献します。

開発の背景

ソイルセメントや流動化処理土のようなスラリー系改良土は、建設発生土や現地土に水とセメント系固化材を混合して製造します。水セメント比が高いため硬化中にブリーディングが生じやすく、分離した余剰水の処理が品質管理上の課題となっています。一方、固化材として使用するセメントは、製造時に多量のCO₂を排出するため、セメント系固化材使用における脱炭素化は喫緊の課題です。SUSMICS-Sは、ソイルセメントとバイオ炭を混合することによりこれらの2つの課題を解決しました。

使用するバイオ炭の特長

○時間経過とともに発揮される吸水特性

SUSMICS-Sに使用するバイオ炭は、製材時に廃棄されるオガ屑を原料としており(オガ炭)、粒子構造が多孔質であるという特長があります。粉末にすることにより吸水特性が確保され、その特性は時間経過とともに顕著になります。そのためバイオ炭を添加した直後は、ソイルセメントの流動性を確保し、硬化中にはソイルセメント内の余剰水を吸収することでブリーディングを抑制することができます。

○地盤内に炭素を貯留

SUSMICS-Sに使用するバイオ炭は、約9割が難分解性炭素で構成されています。バイオ炭を材料として使用することにより、セメント系固化材の製造・運搬過程において排出されるCO₂に相当する量の炭素を地盤内に貯留してカーボンニュートラル実現に貢献します。

バイオ炭を使用する品質上のメリット

バイオ炭を添加したスラリー系改良土の練上がり直後の物理特性および固化後の力学特性を把握するため、バイオ炭添加量を変えた室内配合試験を実施しました。珪砂と粘土を4:1で混合した砂質土を主要な材料とし、固化材は高炉セメントB種(JIS R 5211, 2019)を使用しました。砂質土と水を混合した母材1m³に対して、5種類の固化材添加量(40, 80, 120, 150, 300 kg/m³)を設定し、結果を比較しました。

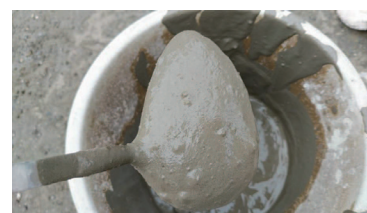
○ブリーディング率の低減

ブリーディング率は、バイオ炭添加量の増加に伴い減少傾向を示し、材料分離抵抗性が改善されました。

○一軸圧縮強さの増加

一軸圧縮強さは、バイオ炭添加量の増加に伴い若干の増加傾向を示しました。

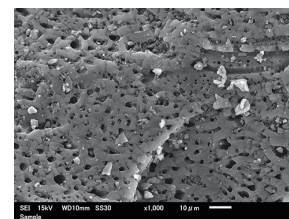
これらの結果は、硬化中にバイオ炭が吸水し、改良土の水セメント比が低下したことによると考えられます。



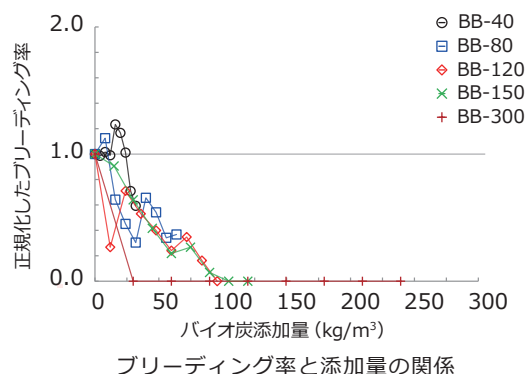
練上がり直後のSUSMICS-S



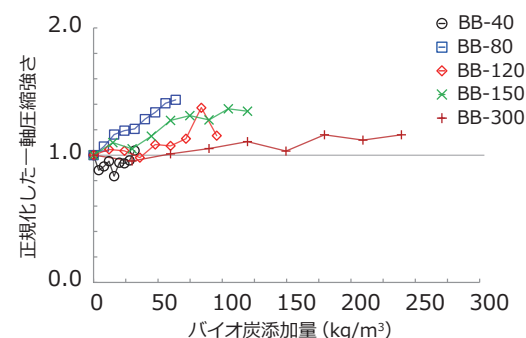
オガ屑を原料とした粉状のバイオ炭



バイオ炭の内部組織の一例



ブリーディング率と添加量の関係



一軸圧縮強さと添加量の関係

適用例① 既存杭撤去孔の充填

既存杭の撤去孔3か所の埋戻しにおいて、SUSMICS-Sの実現場における有効性を確認しました。撤去孔No. 1にはバイオ炭を添加しない従来の流動化処理土を、撤去孔No. 2と3にはSUSMICS-Sを使用し比較しました。いずれの撤去孔も直径2,000 mm、全長13~14 mです。バイオ炭は、撤去孔No. 2には8 kg/m³を、撤去孔No. 3には16 kg/m³を添加しました。これはセメント系固化材由来のCO₂排出量を50%削減する量、100%削減する量に相当しています。

製造法と施工性

既存の流動化処理土の製造装置を使用して、粉状のバイオ炭をセメント系固化材と同時に混合するだけで製造できます。事前配合試験のフロー値は従来の流動化処理土と同等であり、実施工においても、打込み時の流動性に影響がなく従来の流動化処理土と同様に施工可能なことを確認しました。

深度方向の品質

事前配合試験より、密度、ブリーディング率、一軸圧縮強さは管理値および目標値を満足し、従来の流動化処理土と同等かそれ以上であることを確認しました。

炭素の貯留量

埋戻し地盤へのバイオ炭による炭素貯留量は、埋戻し後の再掘削も考慮して換算すると合計で848 kg-CO₂となりました。

埋戻し材の配合表

撤去孔		No. 1	No. 2	No. 3
母材 (建設発生土)	土質区分	砂質土		
	湿潤密度	1.65 g/cm ³		
	含水比	32.5%		
配合計画 (1 m ³ 当たり)	建設発生土	874.5 kg		
	水	470 kg		
	高炉セメントB種 (外割)	80 kg		
	バイオ炭 (外割)	0 kg	8 kg	16 kg
品質管理項目 および目標値	密度	≥1.35 g/cm ³		
	フロー値	180 ~ 300 mm		
	ブリーディング率	< 1%		
	一軸圧縮強さ (材齢 28 日)	260 kN/m ²		

事前配合試験の結果

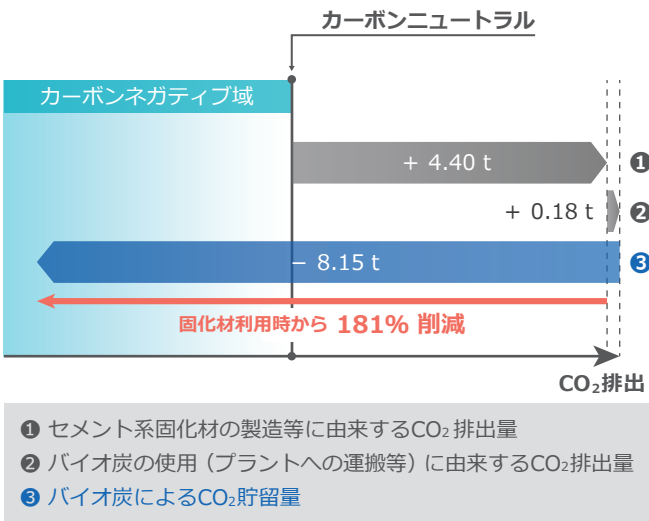
撤去孔	密度 (g/cm ³)	フロー値 (mm)	ブリー ディング率 (%)	一軸圧縮 強さ (kN/m ²)
No. 1	1.394	265×265	0.79	289
No. 2	1.386	260×260	0.75	332
No. 3	1.386	265×265	0.68	316

適用例② 建物外周部の充填

日本橋一丁目中地区第一種市街地再開発事業新築工事 (B街区)

新築建物外周部における埋戻し材料としてSUSMICS-Sを88 m³使用しました。

流動化処理土 1 m³当たり40 kgのバイオ炭を添加し、8.15 t-CO₂相当の炭素を地盤内に貯留しました。この貯留量は、セメント系固化材の製造等に伴って排出されるCO₂量の181%に相当し、SUSMICS-Sを使用することにより、従来の流動化処理土での施工に対してカーボンネガティブを達成できました。



CO₂排出・貯留量の関係



施工状況



従来の流動化処理土施工と同じ運搬車を使用