

超硬質地盤に適応した深層混合処理工法

「CI-CMC-HG 工法(シーアイシーエムシーエイチジー)」の開発

— より大きな地震動や外力に耐える、より強固な地盤を求めるインフラへの展開を視野に —

株式会社不動テトラ(社長 奥田 眞也)と株式会社ソイルテクニカ(社長 田中 理雄)は、超硬質地盤の改良を実現するCI-CMC-HG工法(Contrivance Innovation - Clay Mixing Consolidation - Hard Ground)を開発しました。

CI-CMC-HG工法は、広く採用され信頼性の高い高品質な大径深層混合処理工法であるCI-CMC工法に貫入能力を高める機能を付加した技術で、適用地盤の拡大と支持層への確実な着底施工を実現する工法です。今後増えることが見込まれる、より深い層にある硬い地盤、山間部などに点在する軟弱層と硬質層が相互に存在する地盤への地盤改良市場に積極的な展開を目指しています。

なお、本工法は特許工法です。

■ CI-CMC-HG 工法の概要

CI-CMC工法は、エアを用いてスラリーを霧状に吐出する「エジェクター吐出」機構の開発により大径かつ高品質な改良体を造成する深層混合処理工法です。この霧状スラリーが土をほぐし土粒子の流動性を高めることから貫入・攪拌の負荷を低減することができ、N値50程度の砂質地盤、N値15程度の粘性土地盤への適用が可能です。

CI-CMC-HG工法は更なる貫入能力の向上を目指し、現状オーガーの約2倍のトルクを有する高トルクインバータモータを採用した超硬質オーガーにより、N値50を超える砂礫地盤等への適用も可能になりました。また、貫入補助として攪拌軸の先端からエアー・スラリーを噴射する先端吐出機構の併用も可能であり、幅広い硬質地盤へ適応します。

これまで超硬質地盤が介在する地盤への深層混合処理工法の適用では、アースオーガー(二軸同軸式)による先行削孔工を併用してきました。

「CI-CMC-HG工法」は先行削孔工の併用が必要ないため、大幅なコストの低減、工期の短縮を実現しました。

表1 適用地盤の最大N値(Φ1600×2)

工法名	CI-CMC 通常タイプ	CI-CMC-HA 硬質地盤対応	CI-CMC-HG 超硬質地盤対応
砂質土	35	50	70
粘性土	14	14	20

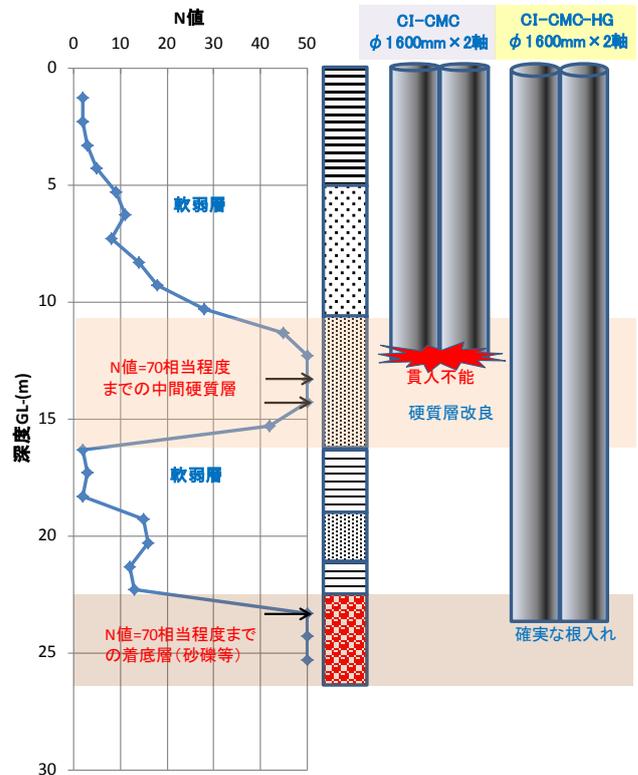


図1 CI-CMC-HG 工法の適用概念図



超硬質オーガー
(高トルクインバータモータ)

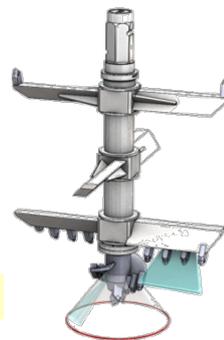
施工機全景



新技術先端吐出

エジェクター吐出

先端吐出機構



■ 開発の経緯

CI-CMC 工法は、高品質の改良体を高速で施工できる大径の深層混合処理工法の代表的な技術として国内外で広く採用されている工法で、数多くの実績を持ち高い評価を得ています。一方、東日本大震災以来、これまで強度が十分で改良が不要とされていた硬い地盤でも地盤改良が必要となる場合や、構造物によっては改良体を堅固な支持地盤へ確実に根入れすることが求められるケースが増えています。このような硬い地盤では、貫入不能や貫入に時間を要するなどの問題があり、安定した品質確保に特別な施工対応が必要で、超硬質地盤に適用できる工法の開発が求められてきました。

このような社会的要請に応え、課題を解決するため、信頼性の高い CI-CMC 工法の貫入能力をより高める施工機能を導入し、新しく CI-CMC-HG 工法を開発実用化いたしました。

■ CI-CMC-HG 工法の特長とは

従来の CI-CMC 工法でも N 値 50 程度の地盤の改良が可能でありましたが、新工法である「CI-CMC-HG 工法」は「高トルクインバータモータを採用した硬質オーガー」と「先端吐出機構」を搭載することで、貫入力をさらに高め、N 値 50 以上の砂礫等にも対応できるようになりました。特徴は以下の通りです。

① 硬質オーガー搭載による貫入能力の向上

高トルクインバータモータの採用により、攪拌翼の回転数制御が可能となりました。これにより、モーターの出力はそのまま、現行の回転トルク $50\text{kN}\cdot\text{m}$ が約 2 倍の $108\text{kN}\cdot\text{m}$ にパワーアップし、貫入能力が大幅に向上しました。

② 先端吐出機構による貫入能力の向上

攪拌翼からのエジェクター吐出による固化材スラリーに加えて、先端ビットから圧縮エアと固化材スラリーを吐出できる先端吐出機構を併用できます。これにより、先端吐出をしない場合と比較して、貫入時の回転トルクを約 3 割低減できるため、貫入能力が大幅に向上しました。

③ 最適な施工サイクルの実現

攪拌翼の回転数を任意に制御することで、通常は軟弱層では従来と同等の高速回転施工を行い、硬質層のみピンポイントで低速回転による高トルク施工の実施が可能です。これにより、改良深度の中間深度に超硬質地盤がある場合や、堅固な支持地盤への根入れ施工を行なう場合も効率的な施工サイクルとすることができるため、安定した工程の確保が可能です。

④ 地中障害物に対する機械負荷の低減

攪拌翼の回転数制御により、地中障害物が存在する地盤では攪拌翼の低速回転施工を行ない、機械負荷を低減します。これにより故障頻度が大幅に低減できるため、安定した工程の確保が可能です。

⑤ 低コストの実現

従来、超硬質地盤が介在する地盤への深層混合処理工法の適用では、アースオーガー（二軸同軸式）による先行削孔工を併用してきました。「CI-CMC-HG 工法」は先行削孔工の併用が必要ないため、大幅なコストの低減、工期の短縮を実現しました。

⑥ 見える化施工への対応

「CI-CMC-HG 工法」は地盤改良の BIM/CIM に対応した施工管理システム「Visios-3D」を搭載可能です。これにより従来分かりにくいとされてきた地盤改良現場の見える化施工や、施工結果の 3 次元モデル作成が可能となり、地盤改良の信頼性の向上とより確かな品質の確保が可能となります。

■ 今後の展開

不動テトラとソイルテクニカは、CI-CMC-HG 工法を積極的に適用することで、大都市圏周辺をはじめ今後大規模な地震の発生が予想される地域に計画される多くの施設やその敷地、重要構造物の将来にわたる安全性を確保するために、本工法の積極的な適用を目指します。

両社は、高度化、多様化していく事業主のニーズにお応えできるように技術開発を進め、地盤改良の高品質・工期短縮・低コストを追求していきます。

■ お問い合わせ先

本技術についてのお問い合わせは、下記までお願いいたします。

株式会社 不動テトラ 地盤事業本部 技術部 TEL 03-5644-8534

本リリースについてのお問い合わせは、下記までお願いいたします。

株式会社 不動テトラ CSR 推進部 TEL 03-5644-8575