

住宅用の碎石地盤改良技術に使用する装置の試作開発と地盤改良効果の検証

概要

碎石のみを用いる住宅用の地盤改良技術に使用する装置は、碎石とこすれ合う「鋼製の先端部」の摩耗が課題である。そこで「耐摩耗性の鋳物」により先端部の試作開発を行うと共に、品質管理精度の向上、及び地盤改良効果の検証を行う。

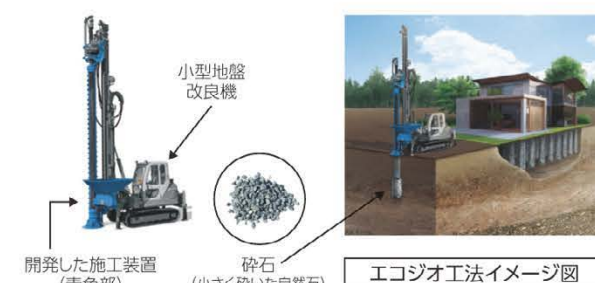
取り組みのきっかけ

当社は、三重大学大学院との共同研究（平成19年開始）により、住宅用の碎石地盤改良技術「エコジオ工法」を開発し、平成22年に特許を取得した。また、住宅の地盤改良として市場で利用するために、地盤改良効果に関して公的な第3者試験機関（（財）日本建築総合試験所）から性能証明を取得している。

エコジオ工法は、住宅用として一般的に普及している小型地盤改良機へ、共同開発した専用の「施工装置」を装着して施工する。同じく共同開発した「施工データ管理システム」によりエコジオ工法で施工する工事の品質管理も行っている。

同工法で使用する材料は碎石（自然石）のみである。そのため、既存工法のように地中に人工物を残さないため、将来的に撤去費用が発生せず、土地の価値の下落を防止できる。また、碎石を柱状に詰込むため液状化対策の効果も期待できる。さらに碎石は、セメントや鉄と比べ、素材の生産段階でのCO2排出量が少なく、地球温暖化の防止にも貢献する。

- 本事業では、同工法が抱える以下の課題に取り組んだ。
- (1)使用する装置の「先端スクリー部（鋼製）」は、碎石の締め固め時の「碎石との摩擦」により摩耗が激しく、メンテナンスコストを増加させる。
 - (2)施工時のデータは、施工機に備え付けられた施工管理装置で記録しているが、最近は住宅会社や地盤保障会社からより詳細な施工記録が求められている。また、万が一、住宅の不等沈下が発生した場合、施工状況を検証する上では、さらに詳しい施工記録が必要である。
 - (3)エコジオ工法は「べた基礎」の適用に対して設計基準はすでに合理化しているが、「布基礎」の適用に関しては、さらなる合理化の余地を残している。

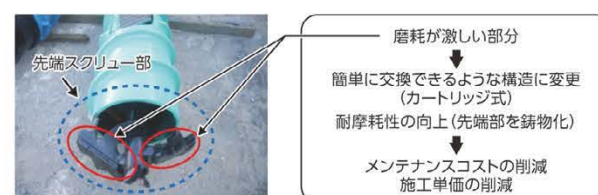


取り組みの目標

先述の課題に対して、以下の目標を設定した。

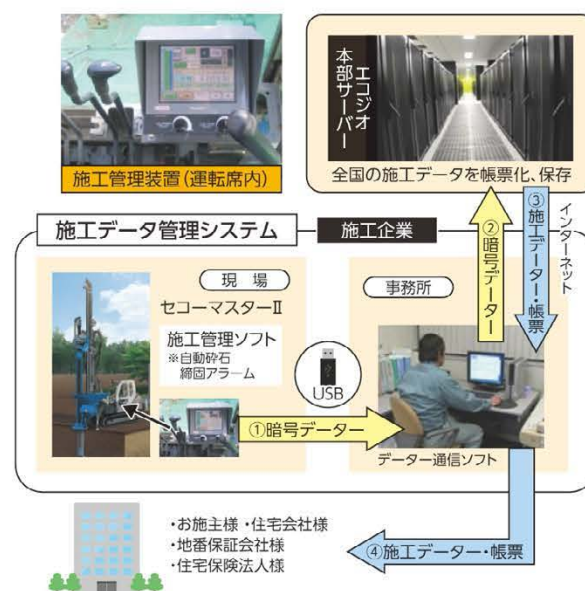
1. 「鋳物」を活用する施工装置の耐摩耗性の向上

先端スクリー部の先端の「碎石とこすれ合う部分」を簡単に交換できるカートリッジ式の構造に改良し、先端部を耐摩耗性に優れた「鋳物」で作成することで、装置のメンテナンスコストを削減する。



2. 品質管理の精度向上

顧客ニーズに対応するため、より詳細な施工状況を記録できるように施工管理装置およびこれに関連する施工データ管理システムにおけるデータ管理用サーバーのソフトウェアの改良を行う。



3. 地盤改良効果の検証

より詳細な検証を行うことで、布基礎に関して設計基準を合理化する。

株式会社尾鍋組

代表取締役 尾鍋 哲也

所在地：三重県松阪市飯高町宮前321-4

連絡先：TEL 0598-46-0234 FAX 0598-46-1222

URL：https://www.onabe.co.jp

企業情報

従業員数：16名

資本金：3,500万円

業種：総合工事業

特色：土木事業と地盤改良（エコジオ）事業を営む。土木事業では、三重県や松阪市発注の公共工事を中心に、土木技術を活用する太陽光発電工事、宅地造成の設計施工を行っている。地盤改良事業では「エコジオ工法」を施工代理店方式で全国へ展開している。

取り組みの内容

1. 「鋳物」を活用する施工装置の耐摩耗性の向上

先端スクリー及び鋳物先端カートリッジについて、施工時に掘削残土の発生が伴う標準型ケーシングと併せて使用する「標準タイプ」及び掘削残土の発生がない無排土型ケーシングと併せて仕様する「無排土タイプ」を作成した。これらの装置を用いて試験施工を行うことにより、施工性・耐摩耗性の確認を行った。

2. 品質管理の精度向上

施工管理装置のソフトウェアの改良（自動制御の変更、警報・警告処理の追加、記録データの追加など）と関連するデータ管理用サーバーのソフトウェアの改良も行った。

3. 地盤改良効果の検証

実際に碎石杭を施工し、種々の載荷板を用いて平板載荷試験を行い、碎石杭打設による地盤改良効果の確認を行った。また、これらの平板載荷試験結果から得られたパラメーターを用いて地盤モデルを構築し、布基礎に関するFEM解析を行うことにより、碎石杭を施工した地盤の上に布基礎を設置した際、地盤内にどの程度の力・変形が加わるかの検証を行った。

取り組みの成果

- (1)従来の鉄製の先端スクリー部は、1～2現場（総延長約100～200m）程度で、メンテナンスが必要であったが、今回開発した鋳物先端カートリッジでは9現場（総延長：900m）の施工でも、メンテナンスが必要なほどの摩耗は見受けられなかったことから、従来の鋼製と比べ5～10倍程度、耐摩耗性が向上した。形状については、最終形状では施工中に鋳物が割れないことを確認した。
- (2)従来得られなかったデータ（深度補正係数、締め固めトルク閾値、引上げ停止時間、補強体直径など）が正確に得られることを確認した。これらのデータを確認するだけで、実際にどのような施工を行ったか詳細に分析することが可能になった。
- (3)布基礎で載荷した場合の支持機構や従来の設計よりも短い杭で対応できる可能性が高いことが確認できた。これにより、施工総延長を30%程度削減できる可能性があることが分かった。

開発製品・技術等のアピール

エコジオ工法は、機械が小型であることに加え、先端に強固な地盤を必要としないため従来工法の支持杭よりも設計長が短く経済的な設計基準となっている。また、専用ケーシングを用いるため軟弱な地盤でも掘削の崩壊を防ぎ、運転席に装備された「施工管理装置」による自動運転で施工不良を防ぐとともに施工記録を暗号化しクラウドシステムを通じて帳票化、保存するなど安定した品質を実現している。また、自然素材の碎石だけを使用し施工時も廃棄物が発生しないなど環境への負荷が少ない工法となっている。

平成23年から全国各地で施工代理店の募集を開始し、全国での施工体制を構築するビジネスモデルを確立した。当社から施工代理店へは「施工装置、施工データ管理システム、施工ノウハウ、営業ノウハウ」を販売し、施工代理店は、その地域で営業活動し同工法を設計、施工する。平成29年10月時点で、全国の施工代理店は40社（事業所47先）に拡大し、それに伴い、年間施工実績は、2,372件（平成28年度）、累計施工数は6,062件（平成29年3月末）と年々増加傾向にある。

今後の展望

本事業で開発した鋳物カートリッジ、改良した施工管理ソフト、サーバーソフトは計画通りの詳細なデータが得られた。開発した鋳物カートリッジは施工代理店へ販売を開始し、販売開始後3年間の販売累計は256個となっている。

地盤改良効果の検証による設計基準の合理化は、今後も追加開発を行い、設計基準を合理化して、市場で実用化する予定である。

当社が試算する住宅の地盤改良市場は年間1,200億円、地盤改良数16万件に占めるエコジオ工法の割合は、平成28年度は約1.5%である。

現在、エコジオ工法の適用案件は住宅が95%、住宅以外が5%となっている。住宅以外では、高速道路の盛土地下水の排水対策（NEXCO）や被災地の液状化対策やケーソン地盤補強などの公共工事のほか、コンビニエンスストアやモデルハウスなど借地における地盤補強での採用も広がっている。

【協力・連携先機関・企業】

三重大学