

技術開発成果報告書

事業名 住宅等の安全性の向上に資する技術開発	課題名 建築基礎のための地盤改良体の品質調査における比抵抗技術の確立に関する技術開発
---------------------------	---

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

深層混合処理工法は、土と固化材を確実に固結することが重要であり、改良体には、均質かつ所定の強度を有することが要求される。そのため、品質の確認には、ボーリングにより直接コアを採取して、圧縮強度の確認を行うのが一般的である。しかし、試験日が材齢 28 日であることから、改良体に問題があることが分かっても、施工は上部構造に及び、再施工が不可能であることが多い。理想的な品質確認方法は、打設直後や初期材齢で評価が可能な方法と考えられる。今回の技術開発助成金により、この品質管理方法の欠点を解消する品質管理方法の開発を進める事ができた。本技術は、深層混合処理工法による柱状改良体の電気比抵抗 ρ を計測する事により、改良体の均質性及び強度を予測する品質管理手法を確立する技術開発である。本技術の特異性は、改良体の施工直後の状態で均質性の評価ができ、かつ硬化後の改良体の ρ と材齢 3 日における圧縮強度（以後、 qu_3 と呼ぶ）をもとに、早期に材齢 28 日の圧縮強度（以後、 qu_{28} と呼ぶ）を予測し確認することができる技術である。その成果として、「-電気比抵抗を用いたスラリー式機械攪拌式深層混合処理工法による柱状改良体の品質管理手法 -」（GBRC 性能証明第 11-25 号）を取得した。改良体の電気比抵抗データを解析すれば改良体の均質性はもちろん、材齢 3 日の早期に材齢 28 日の圧縮強度を求めることも可能になると考えられる。

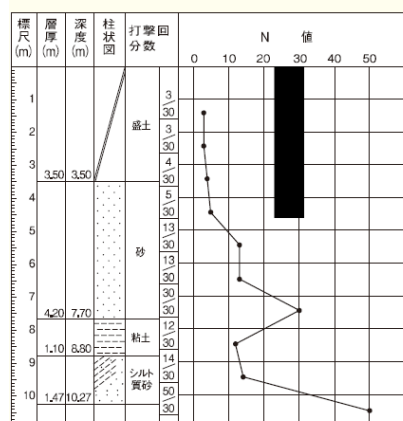


図 1 試験結果の 1 例



写真 1 測定状況

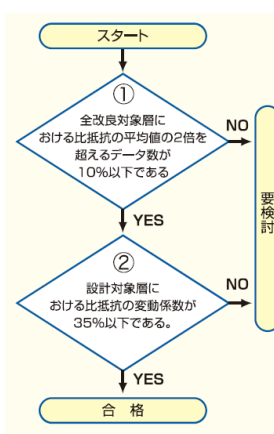


図 2 品質管理フロー

(2) 実施期間

(平成 22 年度～平成 24 年度)

(3) 技術開発に係った経費

(技術開発に係った経費 20,134 千円 補助金の額 9,937 千円)

平成 22 年度：技術開発に係った経費： 11,733 千円、補助金の額： 5,787 千円

平成 23 年度：技術開発に係った経費： 5,486 千円、補助金の額： 2,700 千円

平成 24 年度：技術開発に係った経費： 2,915 千円、補助金の額： 1,450 千円

(4) 技術開発の構成員

- ・一般社団法人 日本比抵抗技術振興協会 代表理事 石井 洋一
東京都墨田区両国二丁目 10 番 14 号 両国シティコア 17 階

以下、メンバー

- ジャパンホームシールド株式会社 (技術統括部長 取締役 石井洋一)
- 報国エンジニアリング株式会社 (技術本部技術部長 金 哲鎬)
- 株式会社建商 (代表取締役 北村啓介)
- 山下工業株式会社 (代表取締役 山下達教)
- 株式会社データ・ユニオン (取締役副社長 初山 司)
- 日東精工株式会社 (事業部長 足立由紀夫)
- システム計測株式会社 (代表取締役 久保 豊)
- ・藤井 衛 (東海大学 工学部 建築学科 教授)

(5) 取得した特許及び発表した論文等

発表した論文

1. 平成 23 年 7 月 地盤工学会大会 (東海大学 高元浩)
タイトル: 電気比抵抗によるソイルセメントコラムの品質管理
2. 平成 24 年 7 月 地盤工学会大会 (東海大学 高元浩)
タイトル: 電気比抵抗によるソイルセメントの一軸圧縮強さの予測
2. 平成 24 年 9 月 日本建築学会大会 (東海大学 高元浩)
タイトル: 電気比抵抗を利用したソイルセメントの一軸圧縮強さの推定
4. 平成 26 年 2 月 日本建築学会技術報告集
(ジャパンホームシールド株式会社 武智耕太郎)
タイトル: 電気比抵抗法による深層混合処理土の圧縮強度に関する品質管理

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

本研究において開発した成果の先導性には、以下の 3 点がある。

- ①改良体の施工直後の状態で均質性の評価ができる
- ②硬化後の改良体の ρ と材齢 3 日における圧縮強度をもとに、材齢 3 日の段階で材齢 28 日の圧縮強度を予測することが可能である。
- ③ 上記①、②を現場で瞬時に判定するための一連のシステムを確立した。

本技術は、従来のコア採取による品質管理に加えることによって非常に効率よく、かつ適切な品質管理になり得る。

(2) 技術開発の効率性

本技術開発の各構成員が機器システム開発会社・大学教授・調査会社・工事会社といった専門性の異なるもので研究体制を構成することによって効率的な技術開発を行う事が可能であった。研究内容の分担を適切に行ったことも効率的な技術開発へと働き、基礎研究、機器開発、現場検証と、一体的な技術開発を実施することが出来た。また、技術審査証明の取得を行う事で、開発した技術の普及までの見通しを立てることが出来た。

(3) 実用化・市場化の状況

補助終了後に、一般社団法人 日本比抵抗技術振興協会の部会として測定器のレンタルと測定方法の指導を行うミキシングテスター研究会を組織し、パンフレットの作製配布や営業活動を行い、市場展開を進めている。今後の展開として、住宅着工数の減少傾向は続いていく市場予測から、改良工事に対してコストが優先されていく中、品質管理は二の次になることが懸念される。これにより住宅の品質管理について法律で規制されない限り大きく拡大させるのは困難と思われる。このことから品質管理という市場の視点で、液状化対策商品や地盤改良を施工するゼネコンをメインに展開することも予定している。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

電気比抵抗の値から攪拌性能を評価する指標として、比抵抗の変動係数と圧縮強度の変動係数の関係を取り上げ、実施工のデータから明らかにし、同一の現場で品質の異なる改良体を作製し攪拌性能を評価する方法として有効性があることを検証することで、攪拌性能を施工直後に明らかにする規定値が明らかとなった。また、コアの圧縮試験、比抵抗の室内及び現場改良体での計測実験を実施したことで、硬化後の改良体の ρ と材齢3日における圧縮強度をもとに、早期に材齢28日の圧縮強度を予測し確認することができることが確認出来ている。施工直後の均質性の評価に関しては、技術開発は概ね完了している。今後は本技術の施工性の向上と精度の向上を図るなかで、技術の普及を目指していきたい。

(5) 技術開発に関する結果

・成功点

技術開発を進める上で、施工直後に品質を判断する方法として電気比抵抗を選定した事が様々な点において有益に働いた。電気比抵抗法が一般的に確立された計測方法であることから、単純な工法として開発を進める事ができ、現場での検証の際にも、限られた期間、資金の中で多くの現場検証を行うことができた。また今回の開発により、技術審査証明の取得を行う事で、開発した技術の普及までの見通しを立てることが出来た。

・残された課題

精度の向上に関しては、現在も検証を継続している。これまでにプロジェクトが1件完了しているが、基準値の他に室内での計測データとの整合性も確認することで対応している。施工性に関し戸建住宅の地盤改良を中心として開発を進めているため比抵抗プローブがスウェーデン式サウンディング試験機に取り付ける仕様となっているが、中規模、大規模の改良を対象とした場合に、施工性、コスト面、安全性を考慮すると、攪拌翼に取り付け可能なプローブが望ましい。攪拌翼に取り付け可能なプローブ製作及びデータの検証を技術普及のために引続き継続したいと考えている。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

実用化の現状としては、本技術の改良体の均質性及び強度を予測する品質管理手法を確立しており、未固化改良体の比抵抗計測解析システムを構築することができ前例のない改良体の均質性及び強度を予測する品質管理手法を開発している。補助終了後に、一般社団法人 日本比抵抗技術振興協会の部会として測定器のレンタルと測定方法の指導を行うミキシングテスター研究会を組織し、パンフレットの作製配布や営業活動を行い、普及促進を進めていく。

今後の展開として、住宅着工数が減少傾向は続いていく市場予測から、改良工事に対してコストが優先されていく中、品質管理は二の次になることが懸念される。これにより住宅の品質管理について法律で規制されない限り大きく拡大させるのは困難と思われる。このことから品質管理という市場の視点で、反響の大きかった地盤改良を施工するゼネコンをメインに普及展開することを予定している。