

小型動的コーン貫入試験と電気検層を用いたセメント改良地盤の出来形確認

太洋基礎工業（株） 正会員 ○大野康年

岐阜大学 正会員 村田芳信 沢田和秀 フェロー会員 八嶋 厚

戸田建設（株） 正会員 下坂賢二

1. はじめに

高圧噴射攪拌工法の改良効果確認は、一般的に硬化後のコアサンプリングによる一軸圧縮試験により行われるが、硬化後の確認であるため不良と判断された場合の対処が難しい。著者らは、第1報¹⁾として点電極による電気検層法を用いて測定した造成直後の改良体比抵抗と改良前比抵抗との比抵抗比が改良の不備等の情報を得る一つの指標になることを明らかにしたが、定量的評価にまでは至っていない。そこで、改良体の材齢変化による強度変化に着目し、弱材齢における小型動的コーン貫入試験と電気検層による統合探査手法の適用性を検討するため現地測定試験を実施した。本文では、現地試験より得られた造成直後の改良体比抵抗と弱材齢における N_d 値との関係について報告する。

2. 試験概要

試験サイトは、愛知県津島市内で地表面より埋土、細粒分質礫質砂が堆積する。図1に土質柱状図と N 値および改良断面図を示す。改良対象層の物理特性は、土粒子密度 $\rho_s=2.66\text{g/cm}^3$ 、含水比 $w_n=22\%$ 、平均粒径 $D_{50}=0.32\text{mm}$ 、細粒分含有率 $F_c=22\%$ である。試験改良体は、改良半径 2m、改良角度 90 度、改良層厚 2m (GL-1.5m ~ GL-3.5m)、目標改良強度 1,000kPa で、高圧噴射攪拌工法の施工仕様は固化材スラリー噴射圧力 35MPa、同噴射量 190ℓ/分、噴射モニター引上速度 5 分/m である。

試験に使用した電気検層は、ボーリング孔内に挿入した電極により測定する一般的な電気検層とは異なり、点電極を配置した直径 32mm の電極プローブ(4 極、電極間隔 2.5cm)を硬化前の改良体に圧入する。また、未改良地盤および硬化後の改良体は、小型動的コーン貫入試験後、地中に貫入された電極プローブを引抜きながら電気検層を行う²⁾。

試験は、改良体を造成した後、30 分後に電極プローブを改良体に圧入し、造成直後の電気比抵抗を測定した後、材齢 1 日および材齢 2 日の改良体に小型動的コーン貫入試験(貫入時)と電気検層(引抜時)を実施し、改良後の N_d 値と電気比抵抗を測定した。また、小型動的コーン、電気検層測定位置の近傍にて改良体の試料採取(オールコア、材齢 28 日)を行い、固結状態の目視確認と一軸圧縮試験を実施した。図2に改良平面図と測定位置およびサンプリング位置を示す。

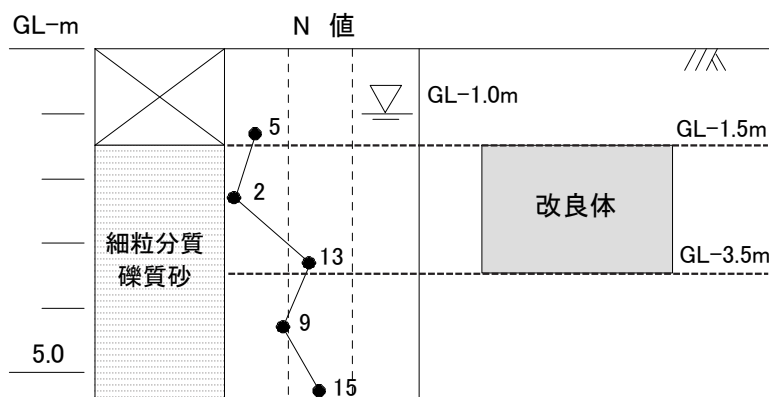


図1 柱状図と改良断面図

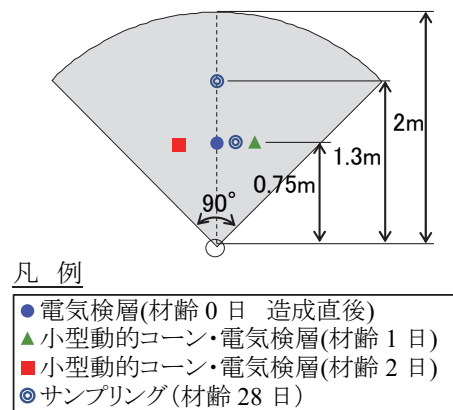


図2 改良平面図と測定位置

キーワード 小型動的コーン貫入試験, 電気検層, 高圧噴射攪拌工法

連絡先 〒454-0871 名古屋市中川区柳森町 107 太洋基礎工業株式会社施工本部 TEL 052-362-6351

3. 試験結果

図3に試験結果を示す. 同図中の $R_{\text{imp}}/R_{\text{unimp}}$ は改良体の比抵抗 R_{imp} と未改良地盤の比抵抗 R_{unimp} の比を示す.

まず, 改良体の材齢変化による比抵抗 R と N_d 値の変化について考察する. 改良体の比抵抗 R は造成直後に最も低下し($5\Omega \cdot \text{m}$ 程度), 材齢 1 日, 2 日では改良体造成直後と比較して増加している. 一方, N_d 値は改良体造成直後にゼロに近いと考えられるが, 材齢 1 日, 2 日では材齢変化に伴い増加する傾向を示す. これは, 土中における改良体の含水比が一定であると考えられることから, 材齢変化に伴う改良体の間隙の変化と強度増加が, 比抵抗および N_d 値の増加を示しているものと考えられる. なお, 小型動的コーン貫入試験は材齢 3 日では貫入不能となり, 本試験においては材齢 2 日までの適用が可能であった. 次に, 改良前後の比抵抗比 $R_{\text{imp}}/R_{\text{unimp}}$ と N_d 値について考察する. 改良範囲(GL-1.5m~3.5m)において改良体造成直後における $R_{\text{imp}}/R_{\text{unimp}}$ は概ね 0.1 程度の値を示すが, 0.3 程度を示す深度が GL-1.5m および GL-3.2m 付近に存在する. 一方, N_d 値は $R_{\text{imp}}/R_{\text{unimp}}=0.1$ の深度では 10 程度(材齢 1 日), 15 程度(材齢 2 日)を示すが, $R_{\text{imp}}/R_{\text{unimp}}=0.3$ を示す GL-1.5m では 1(材齢 0 日), 2(材齢 2 日), GL-3.2m では 3(材齢 1 日), 10(材齢 2 日)と低い値を示している. したがって, 造成直後における $R_{\text{imp}}/R_{\text{unimp}}$ と弱材齢における N_d 値は関連があることがわかる. なお, 改良範囲の採取コア試料は概ね固結しているが, GL-3.2m 付近では未固結となっており, 一軸圧縮強さは $q_u=50\sim 200\text{kPa}$ であった.

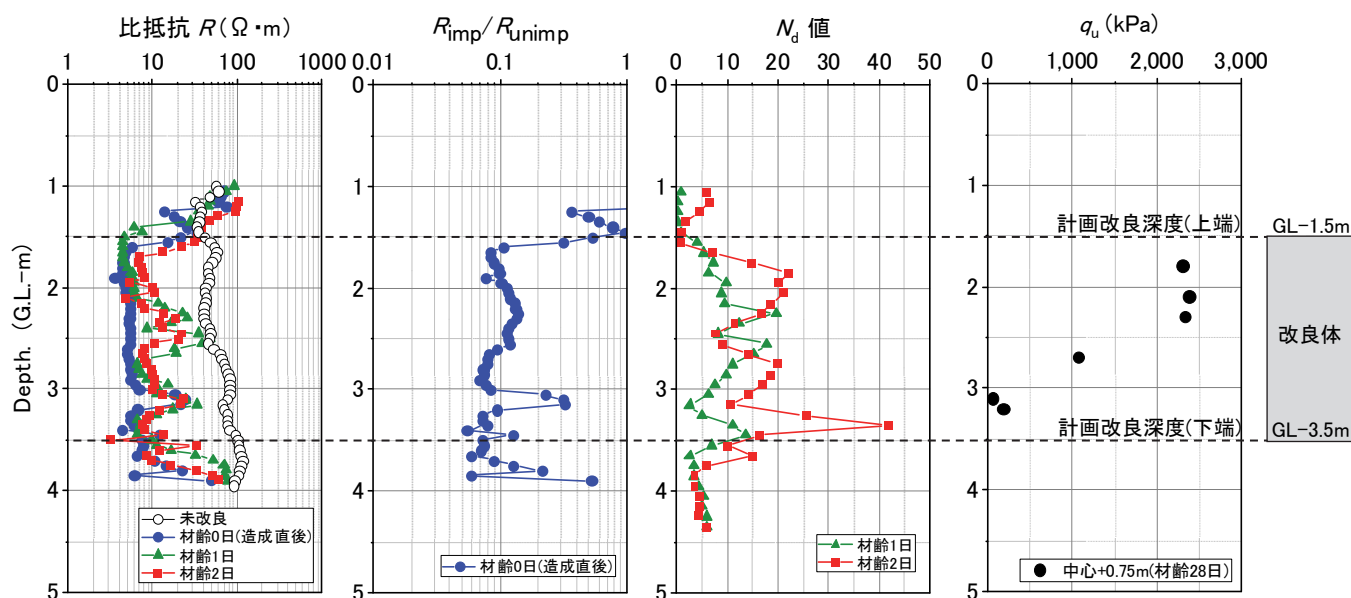


図3 試験結果 (比抵抗, 改良前後の比抵抗比, N_d 値, 改良体 q_u の深度分布)

4. まとめ

本試験では, 小型動的コーン貫入試験と電気検層による統合探査手法を弱材齢の現地試験改良体に適用し, 造成直後の改良体比抵抗と弱材齢における N_d 値との関係について調査した. 試験の結果, 造成直後の比抵抗と弱材齢における N_d 値は関連があり, 比抵抗に加えて低材齢における N_d 値も改良の不備等を判断する一つの指標になることがわかった. 今後は, 種々の土砂を用いて固化材添加量による電気比抵抗, 強度の発現傾向を把握すること, および動的コーン貫入試験と電気検層による現地試験データを蓄積することで同試験を用いた出来形確認手法の確立を目指す.

参考文献

- 1)大野康年, 村田芳信, 八嶋 厚, 下坂賢二: 電気検層を用いたセメント改良地盤の出来形確認, 日本材料学会 第15回地盤改良シンポジウム論文集, pp.161-164, 2022.
- 2)大野康年, 村田芳信, 八嶋 厚, 下坂賢二, 樋口翔太郎: 格段に効率化した統合探査手法による薬液注入工法の改良効果確認— 貫入・引抜時に同一孔で小型動的コーン貫入試験と電気検層を実施する —, 地盤工学会中部支部第31回調査・設計・施工技術報告会論文集, pp.11-16, 2022.