

高圧噴射式の地盤改良による改良体品質について

ケミカルグラウト株式会社 正会員 ○鎌田 敏幸
一般財団法人ベターリビング 非会員 久世 直哉

1. はじめに

軟弱地盤を改良する方法には締固め等、物理的に地盤を改良する方法と、セメント系の固化材や石灰系の固化材を用いる化学的方法がある。セメント系の改良材を地中に供給し、原地盤の軟弱土と改良材を強制的に混合攪拌して、固化する地盤改良工法には、深層混合処理工法、浅層混合処理工法と呼ばれるものがある。このなかで深層混合処理工法は大きく分けて機械攪拌式と高圧噴射式がある。高圧噴射式の地盤改良工法の原理は、スラリー状の固化材を回転するロッド先端から水平方向に圧縮空気とともに噴射して原地盤を切削・混合攪拌し、改良地盤を築造する工法である。近年では、既存建物の直下に地盤改良を施すことができること、狭隘地における施工が可能なこと及び既存基礎部材の修復・補強工法としての適用性があるなど、施工上の優位性により、需要が高まりつつある。本報告では、セメント系の地盤改良体の品質管理手法の現状と、建築構造物に適用された高圧噴射式の地盤改良体の品質の実績を紹介し、今後の本工法の展開を示す。

2. セメント系地盤改良体の品質管理手法

セメント系地盤改良の品質管理手法の代表的なものに、「陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル」¹⁾と「2018年版建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」²⁾がある。どちらも、地盤改良体施工後のサンプリングによる強度とコアの連続性の確認が、品質管理の基本である。

強度について、材齢28日を標準としたコア供試体の一軸圧縮強さで評価することが一般的である。一軸圧縮試験は、土の一軸圧縮試験(JIS A 1216)で行われることが実務上多い。一方、連続性に関して、施工後のコアサンプリング供試体を用いて、サンプラーの掘進長に対する採取されたコアの固化部分の割合であるコア採取率やRQDにより評価される。参考文献1)に関しては、品質管理基準および規格値の例が示されており、最終的には各機関の基準に従うこととなる。一方、参考文献2)について、下記表1に示すように強度、連続性について規格値が示されている。強度に関しては、統計的なばらつきを考慮した基準である。

表1 参考文献2)の品質管理基準のまとめ

項目	判定方法	検査手法, 基準
強度	コア強度 (一軸圧縮試験)	・検査手法A (品質のばらつきを想定する場合の検査手法) 統計的仮説の検定を考慮した抜取検査手法。抜取数が少なくても検査の信頼性が確保できる。
		・検査手法B (品質のばらつきが事前に想定できない場合の検査) 試験結果と設計要求を直接比較する検査手法。サンプルの標準偏差を判定加味した検査である。 $n \geq 25$ に適用。
連続性	コア採取率	全長に対して粘性土90%, 砂質土で95%を目安とする。 (1mごとは、-5%を目安)

3. 建築構造物に適用された高圧噴射式の地盤改良体の品質

高圧噴射式の地盤改良による品質管理の実績一覧を下記表2に示す。3事例ともに、強度、連続性を参考文献2)に基づき確認した。事例1, 2について、採取したコアの写真の一例、一軸圧縮試験強度のヒストグラムを、それぞれ写真1, 2と図1, 2に示す。両事例とも、コア採取率による連続性の判断基準、強度の品質管理基準を満たしていた。事例3についても、同様に連続性、強度の基準を満足していた。品質のばらつきが少ない改良体を築造するために、参考文献2)に記載のように造成回数2回を基本とする施工管理を実施した。

キーワード 地盤改良, 品質管理, 高圧噴射式, 施工事例, 軟弱地盤

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-2-5 ケミカルグラウト(株) TEL03-5575-0469

表2 実績一覧とその品質検査の結果

事例	場所	原地盤		地盤改良目的	改良体の設計値		品質検査結果		
		地盤種別	N値		設計直径(m)	設計基準強度(kN/m ²)	検体数	平均強度(kN/m ²)	変動係数(%)
1 ³⁾	東京都	ローム, 礫混り細砂, 細砂	≦20	基礎沈下防止	2.4	1,200	36	4,959	32.1
2 ⁴⁾	大阪府	砂礫, シルト, 砂	≦30	液状化対策	3.0	1,600	29	4,720	33
3 ⁵⁾	—	粘土砂	≦70	直接基礎(試験施工)	4.0	1,800	30	7,827	34
			≦12				29	9,092	19

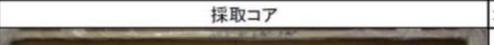
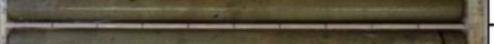
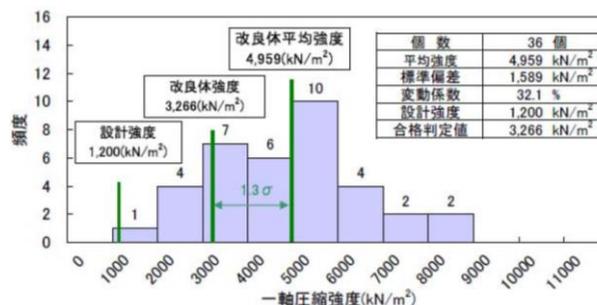
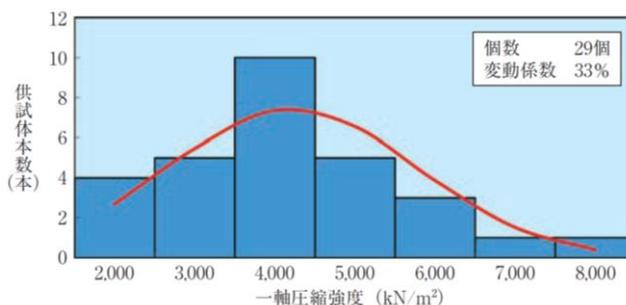
土質	採取コア	コア採取率
ローム層		100%
		100%
		100%
礫混り細砂層		100%
		100%
		100%

写真1 事例1の採取コア写真³⁾図1 事例1の一軸圧縮強度のヒストグラム³⁾

孔番	SA2 Bor2	深度	GL-3.10 m ~ 15.10 m	コア採取率
				100%
				100%
				99%

写真2 事例2の採取コア写真(一部加筆)⁴⁾図2 事例2の一軸圧縮強度のヒストグラム⁴⁾

4. まとめと今後の展開

セメント系の地盤改良体の品質管理の現状と、高圧噴射式の地盤改良体の品質管理の実績について示した。紹介した建築工事の事例では、参考文献2)に示される強度の統計的なばらつきを考慮した品質管理基準を満足していた。このような品質管理基準を満足することによって、今後需要が高まると考えられる杭の補強⁶⁾、既存杭の有効活用が必要な地盤改良において本工法の適用が可能と考える。

参考文献

- 1) 土木研究センター：陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル 改訂版, pp.165-172, 2002.
- 2) 日本建築センター, ベターリビング：2018年版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針—セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法—, pp.338-352, 2018.
- 3) 加藤博規：重要文化財の沈下対策に用いた地盤改良工事, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), pp.567-568, 2012.
- 4) 辻直樹, 川副哲史：居ながら既存建物基礎の補強を可能にした高圧噴射攪拌工法—エコタイト-S工法(建築技術性能証明取得)—, 基礎工2016年7月号, pp.54-57, 2016. (一部加筆)
- 5) 高岡雄二, 中野翔太, 加藤博規, 井口雄介：既存躯体直下に造成した高圧噴射型地盤改良工法の出来形・性状について, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp.517-518, 2018.
- 6) 鎌田敏幸, 久世直哉：高圧噴射攪拌工法を用いた建築物の杭基礎補修・補強技術, 地盤工学会誌2020年5月号, 2020. (投稿中)