

基礎杭の施工状況に対応した根固め品質の確認実験

正会員 ○久世直哉*1 同 平山勇治*3 同
同 井上波彦*2 同 依田侑也*4 同

その3 未固結供試体及びコア供試体による品質確認

小森彰彦*5 会員外 喬世傑 *7 正会員 山形雄太*1
渡辺臣 *6 同 山西浩 *7 同 二木幹夫*1

基礎杭 根固め 地盤改良
未固結試料 品質管理 施工方法

1. 目的

その3では、根固め液の注入直後に根固め部から採取した未固結状態の試料を用いて作製した供試体（以下、未固結供試体）と、杭施工後に固化した根固め部からコアボーリングにより採取した供試体（以下、コア供試体）の圧縮強度等を把握し、施工方法の違いが根固め改良体の品質に及ぼす影響について分析した。対象とした施工No.は、その2と同じである。

2. 試験体

(1)未固結供試体

未固結試料の採取方法は、関係文献¹⁾に従った。当該試料の採取深度は根固め部の中央（GL-20.0m）とした。なお、未固結供試体の作製において、文献¹⁾に示されている方法に従い10mm程度のふるいにより礫を取り除くと、礫に付いている粘土分も取り除いてしまうため、採取した未固結試料をそのままサミットモールド缶（直径100mm、高さ200mm）に充填して供試体を作製した。未固結供試体の数は施工No.毎に6体ずつとした。

(2)コア供試体

ボーリングマシンを用いて、根固め部から根固め改良体のコア試料を採取した。採取ビットには外径116mm、内径92mmを使用し、採取深度は、図1に示す根固め全長の範囲とした。コア供試体は、「コンクリートの強度試験用供試体の作り方（JIS A1132:2014）」に準じて作製した。コア供試体の高さは、概ねコア供試体直径の2倍程度となるようにした。

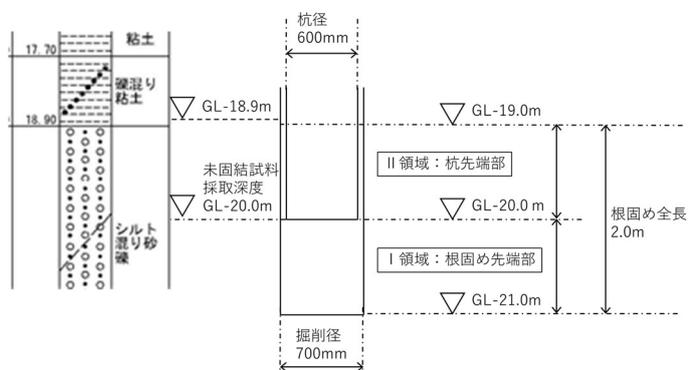


図1 根固め改良体の想定形状と施工深度

3. 試験内容

(1)未固結供試体

未固結供試体については、圧縮試験により圧縮強度 (q_u : N/mm²) を把握した。圧縮試験は、「コンクリートの圧縮強度試験方法（JIS A 1108:2018）」に準じて行った。

(2)コア供試体

コア供試体については、目視観察によるコアの出来映え（コア採取率、土塊・礫の混入状況、凹みの有無等）及び q_u を把握した。コア採取率は、改良指針²⁾に示されている方法に従い、圧縮試験は未固結供試体と同様の方法とした。

4. 試験結果

(1)コア供試体の出来映え：採取したコアの観察結果を図2に示す。根固め先端部のⅡ領域は、未固化部分がほとんどないが、杭先端部のⅠ領域では、施工No.1-2、7-2においてやや多く、施工No.8-2では上方に未固化部分が確認された。施工No.9-2では、粘土塊の混入が相対的に多かった。施工No.10-2は、未固化部分や粘土塊はほとんど確認されなかった。

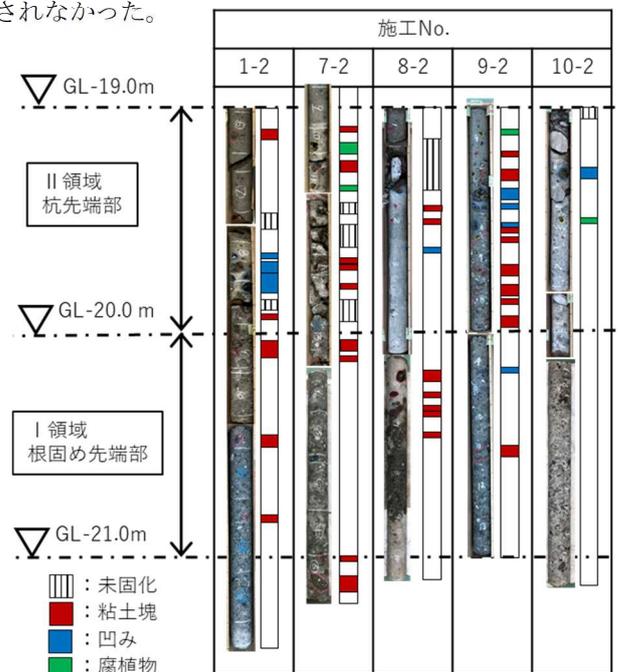


図2 コア試料の姿図及び観察記録

Experiment on the Quality of Grouted Pile Base according to the Condition of Drilling and Mixing for the Bored Pile (Part 3: The Quality of Specimens Made from Fresh Soil-Cement and Core)

KUZE Naoya, INOUE Namihiko, HIRAYAMA Yuji, YODA Yuya, KOMORI Akihiko, WATANABE Jin, KYO Seketsu, YAMANISHI Hiroshi, YAMAGATA Yuta, and FUTAKI Mikio

(2)圧縮強度：コア供試体（Ⅰ領域及びⅡ領域），未固結供試体の圧縮強度を，前報（その2）の成分分析結果により算出したC/W及びセメント質量比（C：mass%）と合わせて図3に示す。圧縮強度とC/W並びにCとの間には，ある程度の相関性があることが確認された。なお，施工No.7-2のⅡ領域はコアの連続性が乏しく，コア供試体を作製できなかった。

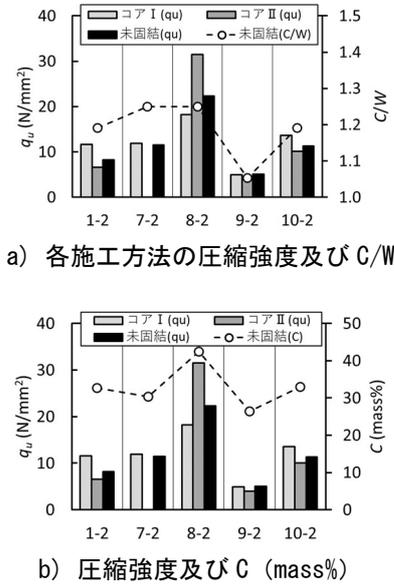


図3 施工方法が圧縮強度等に及ぼす影響

5. 施工方法の影響（考察）

ここで施工方法が根固め改良体の品質（出来映え及び圧縮強度）に及ぼす影響について考察する。泥土，根固め液及び未固結試料における各材料の構成を図4に示す。

根固め液注入時（施工No.7-2）や注入後にロッドを正転で反復（施工No.1-2）すると，泥土に対する未固結試料における礫の量が増え，注入した根固め液に対する未固結試料におけるセメントの量が大きく減る傾向であった。これはロッドを正転させながら上下に反復することで，根固め部が強制的に攪拌されて比重の大きい礫が多く沈降したものと推察される。また，掘削底でロッドを正転させながら根固め液の大部分を注入（施工No.1-2）することで，スパイラルロッドによるリフトアップ効果が生じて粘土塊の混入が低減され，コア採取率が向上した可能性がある。

根固め液注入時にロッドを反復させ，反復時の引上げ工程ではロッドを逆転させた場合（施工No.9-2），礫の量は増加しないが，セメント量は注入量よりも減少したことから，この方法では攪拌効果が低いと考えられる。

根固め液を掘削底部付近で注入し，反復作業を行わない場合（施工No.8-2），礫の量は変化が少なく，セメント

の残存量が相対的に多くなった。また，粘土塊の混入量が低減したことから，リフトアップ効果も生じたものと推察される。ただし，根固め部の上方に粘土分が多く存在していた。これを解決するため，施工No.10-2では，掘削孔内における泥土中の粘土塊を小さく，あるいは減らすことを目的として，軸部の掘削速度を遅くした。その結果，施工No.8-2と同様にセメントの残存量が多く，さらにコア供試体における粘土塊の混入がほとんど無い状態であった。これにより，根固め改良体の連続性を確保し，かつ相対的に高い圧縮強度を有する根固め改良体を築造することができた。

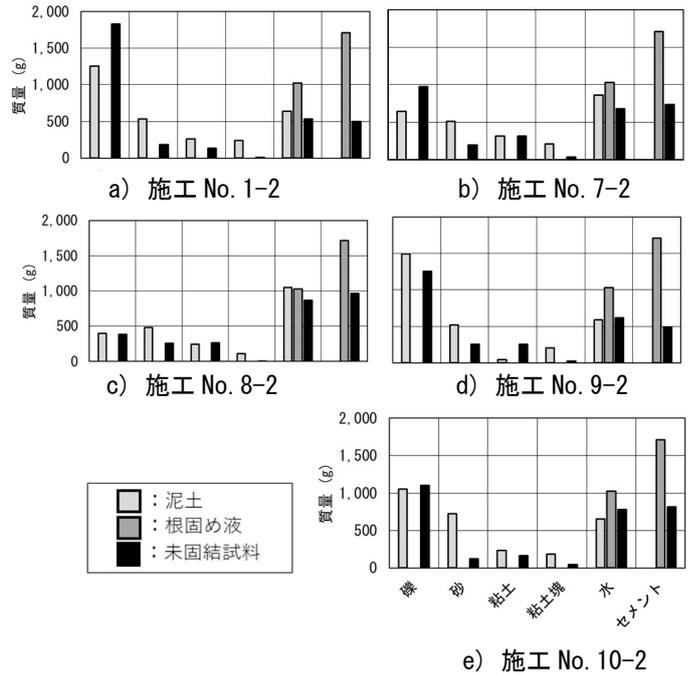


図4 根固め液注入前後における試料の土質構成の変化

6. まとめ

軸部及び根固め部の施工条件を変化させた検討により，施工方法の違いが，根固め改良体の品質に影響を及ぼすことを確認した。なお，根固め改良体の品質は，杭の支持性能を確保する観点から設定されるものであるため， q_u だけでなくコア採取率のような出来映えに関する指標も必要であり，課題である。このため本検討における q_u の結果だけから施工方法の優劣に言及することは，現時点では早計であると考えられる。

【謝辞】本検討は，（一社）建築基礎・地盤技術高度化推進協議会「根固め改良体の品質管理指針検討委員会」による事業の一環として行われたものである。関係各位に謝意を表します。【参考文献】1)高支持力杭の根固め部品質管理研究会：根固め部の未固結試料採取・調査・試験マニュアル（Ver.2.0），2014.10 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，2018.11

*1 ベターリビング，*2 国土技術政策総合研究所，*3 テノックス，*4 清水建設，*5 マナック，*6 前田製管，*7 トーヨーアサノ

*1 Center for Better Living，*2 NILIM，*3 Tenox Corp.，*4 Shimizu Corp.，*5 Manac Corp.，*6 MAETA CONCRETE INDUSTRY LTD.，*7 TOYO ASANO FOUNDATION Co., Ltd.