

1) - 9 基礎ぐいの先端根固め部分の品質確保に関する研究

【安全・安心】

Study on quality assurance of the grouted part of the embedded pile

(研究開発期間 令和2～3年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

平出 務
HIRADE Tsutomu

The purpose of this research is to generalize and enhance the quality control of grouted pile base according to the condition of drilling and mixing for the bored pile. A grouted pile base part was prepared near the support layer at a depth of about 20 m under five types of drilling and mixing conditions, and a core sample of the grouted pile base part was collected. From the observation records and the uniaxial compressive strength test results of the core sample, there is a difference in the amount of clay mass mixed and unsolidified depending on the construction conditions, and there is a difference in core strength between the tip of the grouted pile base part and around the tip of the pile.

【研究開発の目的及び経過】

基礎ぐいの未達問題に端を発し、高支持力化が進む基礎ぐいの施工における品質管理の重要性が高まっている。基礎ぐいの施工方法のうちでもプレキャストコンクリートの杭体を地中に埋設する形式の既製ぐいは、その地中部先端にセメントミルクと地盤を攪拌混合した根固め部分を築造して支持力を確保している。これらの工法は大臣認定を取得して建築物に用いられるものが主流で、現状では認定ごとに個別の現場管理を行うこととなり、かつ、その管理項目は既製ぐい各社固有の施工機械の操作手順の明確化（プロセス管理）程度にとどまっている。そのため、基礎ぐいの鉛直支持力を担保するための先端根固め部分の品質を直接確認しているとは言い難いのが実態である。

本研究では、既製ぐいの先端根固め部分の品質管理を一般化・高度化するために、根固め部分の施工条件を変えて作製した根固め改良体についてコア強度確認試験等を実施し、品質確認に必要な施工管理項目を提示することを目的とする。

【研究開発の内容】

(1) 先端根固め部分の品質確認実験に関する検討

実際に施工される既製コンクリート杭と同様に根固め改良体（セメントミルクと原位置地盤を攪拌混合したもの）5体を作製し、根固め改良体より採取したコア供試体の一軸圧縮試験等根固め改良体の品質確認を行う。

(2) 先端根固め部分の品質確認に必要な施工管理項目の検討

品質確認実験から根固め部の品質確保に必要と考えられる主な施工管理項の抽出を行う。

【研究開発の結果】

(1) 先端根固め部分の品質確認実験に関する検討

地盤中の深さ約 20mの支持層付近に、以下のように施工条件を変えて作製した既製杭の根固め改良体についてコア強度試験等による検討を行った。

- (1) 標準的な施工条件（軸部掘削後、根固め液を底部で吐出し、反復攪拌）
- (2) 反復攪拌をしながら根固め液を吐出
- (3) 根固め液を吐出後、反復攪拌せずに引き上げ
- (4) 反復攪拌時の攪拌（回転）方向を逆転
- (5) 軸部掘削速度を遅くする（根固め部については(3)と同じ）

作製した 5 体の根固め改良体よりコア供試体を採取した。それぞれ径は約 92mm とし、図 1 に示すように根固め改良体の深さ方向の全長（約 3 m）にわたって採取し、採取位置（Ⅰ領域：根固め先端部、Ⅱ領域：くい先端部、Ⅲ領域：くい周固定部）ごとに「コンクリートの強度試験用供試体の作り方（JIS A1132:2014）」に準じた一軸圧縮強度試験を行った。

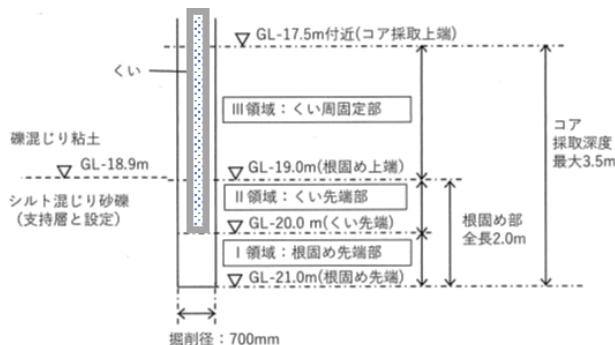


図 1 コア採取深度

コア供試体の一軸圧縮強度は、深度方向に増加する傾向があることを確認された。図2に施工条件による採取領域ごとの平均圧縮強度を示した。施工条件により採取領域の平均圧縮強度に違いが有ることが確認された。なお、施工条件(2)のⅡ、(3)のⅢ領域では圧縮試験に十分な試料が得られなかった。

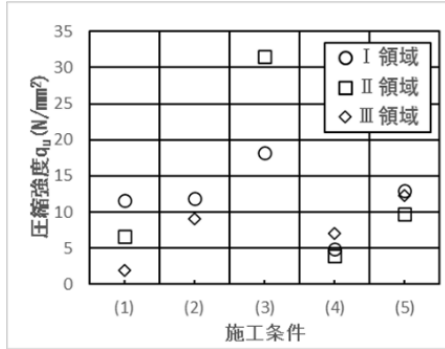


図2 領域ごとの平均コア強度

採取領域Ⅰ、Ⅱのコア圧縮強度と根固め部未固結試料の圧縮強度及び作製時にコアと同孔の根固め位置から採取した未固結試料における水セメント比(C/W)を図3に示した。なお、根固め攪拌前のプラントにおけるセメントミルクのC/Wは1/0.6(≒1.67)程度である。

コアⅠ(qu) : 根固め先端部
コアⅡ(qu) : 杭先端部
未固結(qu) : 施工後採取未固結試料 のコア一軸圧縮強度

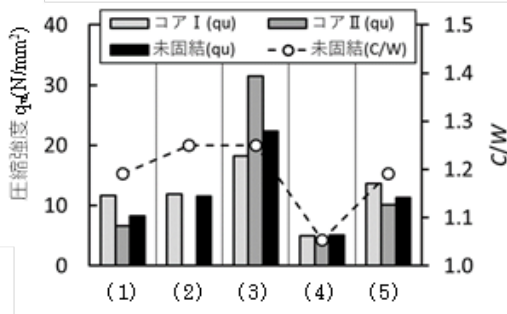


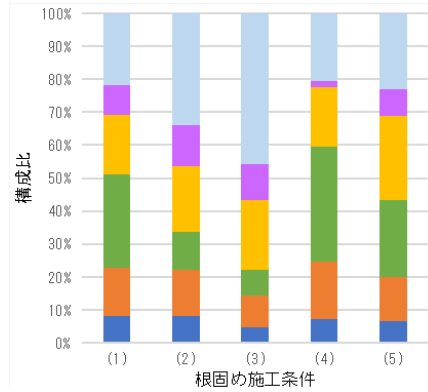
図3 コア強度試験結果

施工条件(4)では全項目で値が低く、施工条件(3)では全項目で高い結果であった。

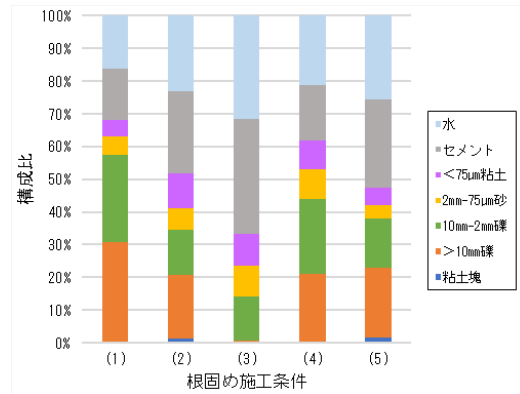
根固め部製作中に根固め位置より採取した試料の成分分析結果を図4に、採取コア試料の連続性の確認観察記録を図5に示した。施工条件により試料の成分構成が変化すること、粘土塊の混入量や未固化量に差が見られることが確認された。

(2) 先端根固め部分の品質確認に必要な施工管理項目の検討

品質確認実験から根固め部の品質確保に必要なと考えられる主な施工管理項目をまとめると表1のようになる。



(a) セメントミルク投入前(掘削後)



(b) セメントミルク投入後(攪拌後)

図4 根固め位置より採取した試料の成分分析結果

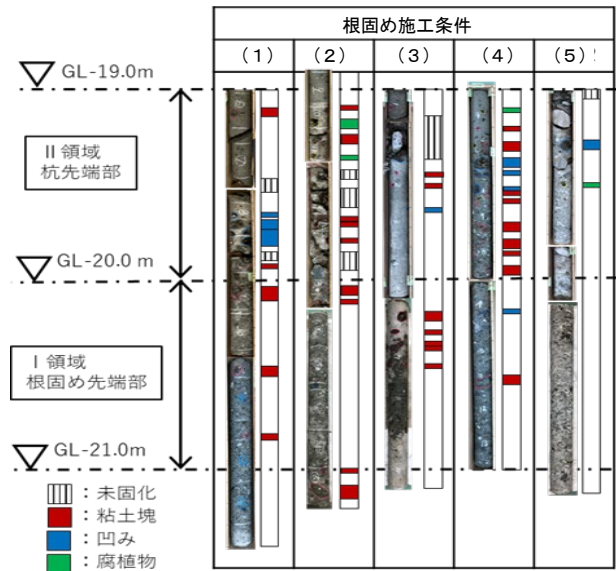


図5 コア試料の連続性の確認観察記録

表1 施工管理項目と品質への影響

工程	施工管理項目	品質への影響
軸部掘削	掘削速度	遅くすることで粘土塊を減らし、根固め改良体の連続性を確保
	根固め攪拌	反復攪拌を行うことで比重の大きな礫の比率が増大し、セメントの量が減少 攪拌を行わないことで、セメントの量が増大し、コア強度が増大
根固め築造	ロッド回転方向	逆転で攪拌することで粘土の比率が増大(支持層以外の成分の混入)し、コア強度が低下