

## 先端根固め杭の支持力特性に関する研究

東京都市大学 学生○和栗岳成 正 末政直晃

### 1. はじめに

既製コンクリート杭の施工方法は、打撃工法から先端部に根固め部を構築するプレボーリング根固め工法に移行し、近年では杭先端支持力を向上させるために根固め部径を杭先端径の1.5倍程度に拡大した、プレボーリング拡大根固め工法が主流となっている。根固め部には、先端支持力を発揮できる根固め径や根固め長さなどの形状と圧縮強度を確保することが求められる。

プレボーリング杭工法は、あらかじめ掘削液（水またはベントナイト溶液）を用いて現地盤を掘削した後に、セメントミルクを注入し、掘削孔内の泥土と混合攪拌したソイルセメントに、既製杭を建て込む工法であり、図-1<sup>1)</sup>に示すように埋込み杭工法に分類される。本杭は、杭先端の根固め部と称する部分と、杭頭から根固め部上端までの杭周部と称する部分で構成される。根固め部には高強度のソイルセメント、杭周部には低強度のソイルセメントが造成される。

本研究ではプレボーリング杭工法における先端根固め部の強度が支持力性能に与える影響を調査する。プレボーリング杭工法は、掘削液を用いて現地盤を掘削した後にセメントミルクを注入・置換ならびに混合して、既製杭を建て込む工法であるため、根固め部に掘削泥水、土塊などが混入する。ここで羽根付き杭を対象とし、上記状態の根固め部に関して所定の支持力性能を満たすために必要となる根固め部の強度についての検討を行う。まず、根固め部への土塊の混入率による強度低下の傾向を一軸圧縮試験、三軸圧縮試験を通して示す。次に本課題について遠心模型試験と有限要素法解析を併せて行い、土塊混入率による杭の支持力性能への影響を定量的に把握する。本報告では、根固め部に関する FEM 解析と一軸圧縮試験の結果比較について示す。

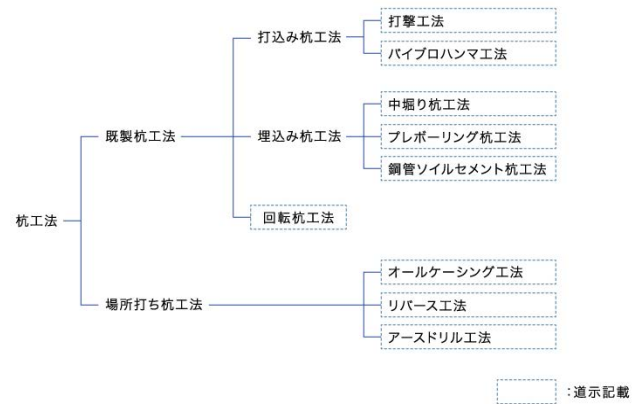


図-1 杭の工法による分類

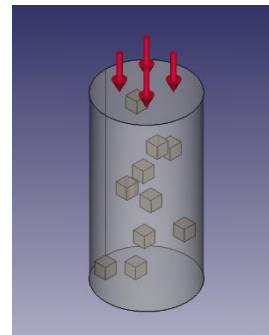


図-2 混入 5%

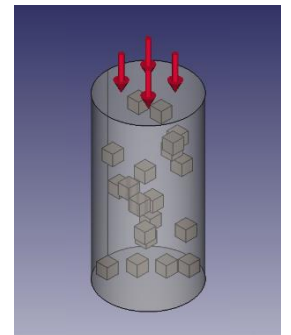


図-3 混入 10%

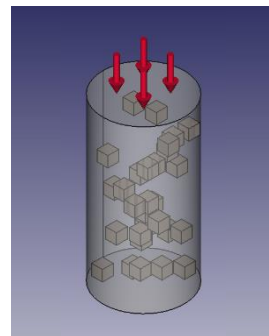


図-4 混入 15%

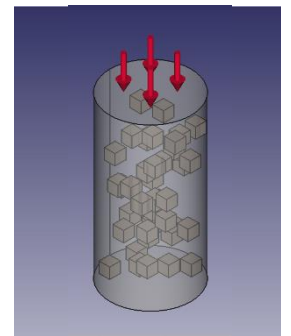


図-5 混入 20%

表-1 解析に使用する各データ

		Soil Cement	Clod
Compressive Strength	MPa	12.625	1.085
Density	kg/m <sup>3</sup>	3050	1900
Possion's Ratio		0.196	0.167
Youngs Modulus	GPa	13.560	1.410

キーワード： プレボーリング杭工法, 先端根固め部, 有限要素法解析  
 連絡先 TEL : 055-7114-5466 E-mail : takeunve@gmail.com

**2. 解析・試験概要**

ソイルセメントに土塊が混入した場合、その土塊によってソイルセメントの変形特性にどのような影響を及ぼすかを3次元 FEM 解析により検討を行った。FREECAD<sup>2)</sup>を使用してソイルセメント試体の 3D モデルを作成する。その中に土塊(10mm×10mm×10mm の立方体)がランダムに混入した状態を想定し、土塊混入 0%、5% (図-2)、10% (図-3)、15% (図-4)、20% (図-5) の5パターン of 供試体を一軸圧縮したケースの解析を行った。ソイルセメント供試体を Φ50mm-H100mm のモデルとして作成し、鉛直方面に固定する。なお、土塊については 10mm 立方体のキューブ型とした。解析に用いるソイルセメントと土塊の条件については表-1に示すように、過去に行った圧縮試験結果から引用する。実供試体に対する一軸圧縮試験においても、条件を FEM 解析と同様に設定した。また、各パターンにおける破壊断面を土塊混入の順に図-6~9に示す。



図-6 混入 5%

図-7 混入 10%



図-8 混入 15%



図-9 混入 20%

**3. 解析・試験結果**

ソイルセメント供試体の一軸圧縮試験結果を図-10に示す。また、土塊混入率 0%の最大応力を“1”としたときの強度低下率を、FEM 解析結果とともに図-11に示す。結果としていずれも 0%と比較して、土塊混入 5%のときは 2 割、10%では 4 割、15%では 5 割と近い強度低下傾向を示した。しかし、20%の一軸圧縮試験では 15%とほぼ変わらない結果となった。土塊の混入をランダムに配置したためこのような結果となったが、一部分に偏った場合には異なる結果となることも考えられる。

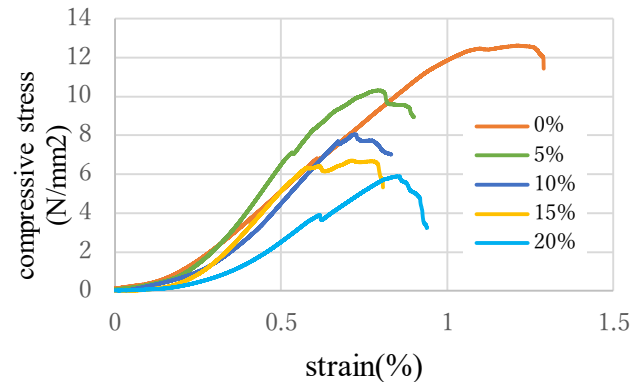


図-10 土塊混入 0%、5%、10%、15%、20%の圧縮強

**4. まとめ**

土塊をランダムに混入させたソイルセメント供試体の FEM 解析および一軸圧縮試験では、土塊が 15%混入することで混入率 0%と比べて強度がほぼ半減する傾向が見られた。結果にばらつきが生じている点では、試行回数を増やしてより正確なデータをとる必要がある。また、それぞれの結果を既往の研究と比較したところ、含水比 0.60、青粘土比 80%、普通ポルトランドセメント 20%の配合のものが実際の施工の際に想定される混入土塊と近い数値結果となった。

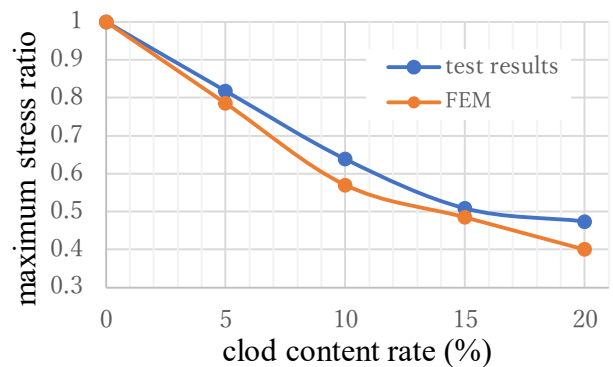


図-11 最大応力の比較

**5. 今後の展望**

一軸圧縮試験の各パターンの試行回数を増やし、より正確なデータにまとめる。並行して土圧を想定した三軸圧縮試験と、その FEM 解析も進め、一軸圧縮試験との強度差を評価する。加えて実際の施工で考える根固め部の強度に関する要因や、それを把握する方法についても検討する。

**6. 参考文献**

- 1)TBS 工法協会「基礎杭の分類・特徴」: <https://www.takawaki.co.jp/tbs/others/index.html>
- 2)FREECAD: <https://www.freecadweb.org/>