

## 4

## うずまき形先端改良杭工法の開発

山内 真也\*1・山本 淳\*2・中村 征史\*3

## 概 要

場所打ち杭の杭先端は、地盤の掘削による応力解放、スライムの沈降堆積等の影響により、打込み杭に比べて杭の沈下量が大きい傾向にある。そこで、杭の支持力向上は期待せずに、杭の初期沈下を抑制することに着目し、低コストで掘削による杭先端地盤のゆるみや残留スライムの影響によって生じる杭の沈下を抑えることが可能な場所打ち杭工法の開発を進めている。

本稿では、開発工法の概要及び考案した杭先端構造に対して実施した土槽による確認試験等の結果を報告する。

キーワード：場所打ち杭，沈下，スライム，低コスト

## DEVELOPMENT OF AN IMPROVED METHOD OF PILING WITH A SCREW TYPE TIP

Shinya YAMAUCHI\*1, Atsushi YAMAMOTO\*2, Seishi NAKAMURA\*3

## Abstract

When compared with the driving pile, the tip of a cast-in-place concrete pile tends to sink greatly under the effects of stress release, and settling or accumulation of slime from ground excavation. Therefore, to suppress the initial subsidence of piles, rather than relying on improvement of the supporting force, we have been developing a cast-in-place piling method. This method is characterized by being able, at low cost, to control the subsidence of piles resulting from loosened ground around the pile tip and residual slime produced during drilling.

This paper summarizes the development method and the results of the confirmation test. In this way, by using an earth caisson, we investigated the structure of the developed pile tip.

Keywords: cast-in-place concrete pipe, subsidence, slime, low cost

---

\*1 Foundation / Ground / Earthwork Group, Underground / Foundation Department, Civil Engineering Division

\*2 General Manager, Underground / Foundation Department, Civil Engineering Division

\*3 Construction Technology Group, Research & Development Center, Construction Technology General Center

## うずまき形先端改良杭工法の開発

山内 真也\*1・山本 淳\*2・中村 征史\*3

### 1. はじめに

場所打ち杭の杭先端は、地盤の掘削による応力解放、スライムの沈降堆積等の影響により、打込み杭に比べて杭の沈下量が大きい傾向にある。そこで、杭の初期沈下を抑制することを目的に、低コストで場所打ち杭の品質向上が可能な工法として、新たな注入構造を用いた「うずまき形先端改良杭工法」の開発を進めている。なお、本工法はJR 東日本コンサルタンツ(株)との共同開発工法である。

本稿は、開発工法の概要及び考案した注入構造に対して実施した土槽による確認試験等の結果を報告する。

### 2. 工法概要

本工法は、注入材の吐出孔を設けたらせん形状の注入管を杭先端に配置し(図-1, 写真-1), 杭コンクリート打設後に注入材を直接杭先端に加圧注入することでスライム層を改良し、沈下量の抑制を図る工法である。低コストな工

法を目的としていることから、らせん形状の注入管は汎用性の高いサクシオンホース(1B)とした。

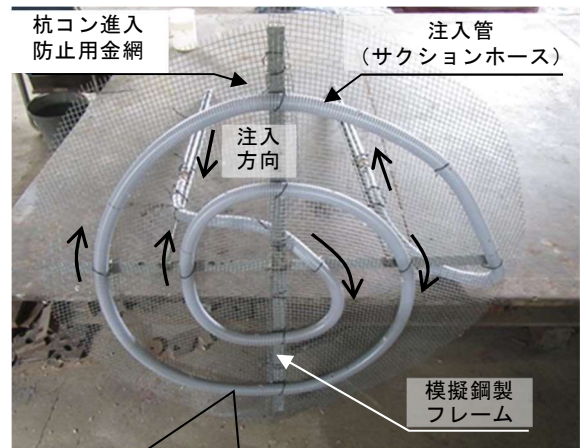


写真-1 注入管 (らせん形状)

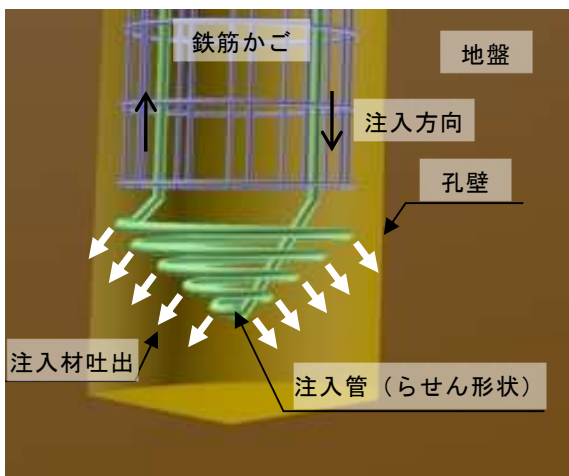


図-1 工法イメージ

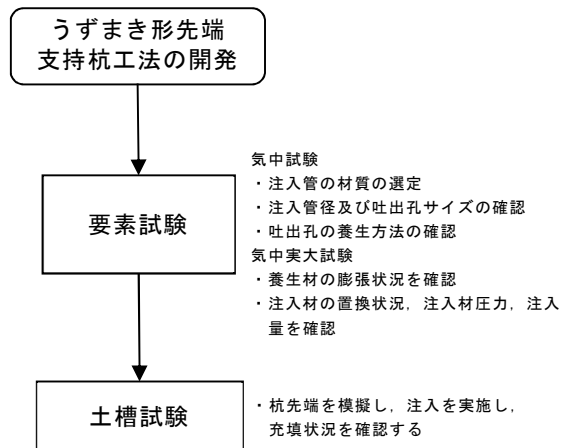


図-2 開発フロー図

\*1 土木本部 地下・基礎技術部 基礎・地盤・土工グループ

\*2 土木本部 地下・基礎技術部 部長

\*3 建設技術総合センター 研究開発センター 施工技術グループ

また注入材は吐出孔から直接地盤に注入するため、注入材が地盤に浸透せずに注入圧力が保持可能な粒度調整剤が含まれる注入材料（インパーム注入材）を用いることとした。

### 3. 開発工法の確認試験

当初は、杭コンクリート打設時にらせん注入管内にコンクリートが浸入しないようにらせん注入管の周囲を養生材で覆い、注入材を加圧注入することで、養生材を膨張、破裂させて注入材を杭先端地盤に直接注入する構造を考案した。

図-2に示す開発フローに沿って要素試験、土槽試験を実施した。要素試験では、らせん注入管の材質・管径・孔サイズ及び孔間隔、また注入管を被覆する養生材の材質・養生方法を選定した。次の土槽試験においては、要素試験で選定した注入管を用いて、注入材の充填状況の確認を行った。

#### 3.1 要素試験（気中・気中実大試験）

図-3、図-4は気中における注入管及び養生材の要素試験の概要を示したものである。気中試験時の注入材吐出状況より、注入孔がφ5mm程度になると閉塞しやすいことが確認された。そのため、吐出孔サイズはφ10mmとし、孔間隔については100mm間隔とした。

気中実大試験における結果を表-1に示す。らせん注入管の候補としたサクシオンホースとエフレックス管については、注入材の吐出状況に差異は見られなかった。そのため、ジョイント部の接続の施工性を考慮して、らせん注入管

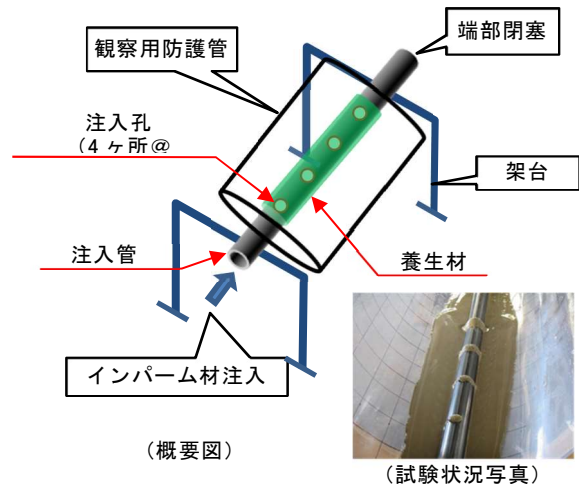
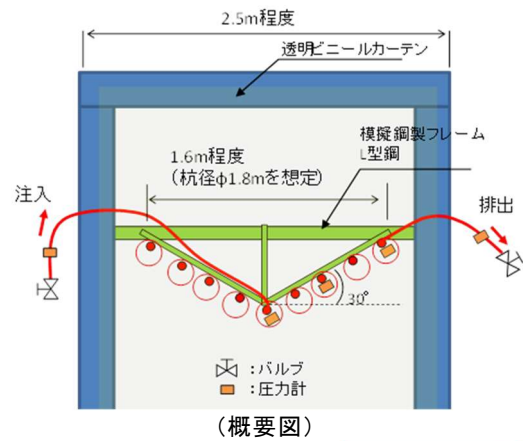
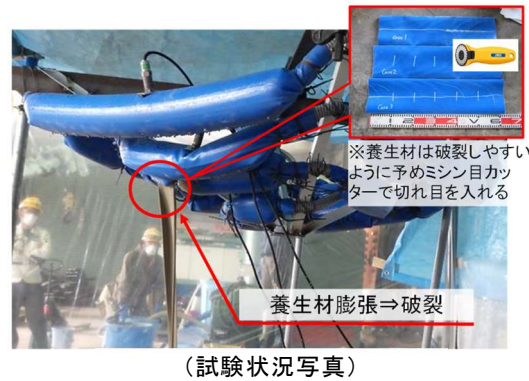


図-3 要素試験概要（気中試験）



(概要図)



(試験状況写真)

図-4 要素試験概要（気中実大試験）

表-1 要素試験（気中実大試験）結果一覧

Case	注入管	養生材		養生材破裂の有無	注入管・養生材のジョイントの施工性	判定
		使用材料	固定方法			
1	サクシオンホース 外径29.6mm 吐出口: φ10mm@100mm	サニーホース 4インチ	フレーム交差箇所で分割 各端部は番線で緊結	有	○	○
2	エフレックス管 外径40.0mm 吐出口: φ10mm@100mm	サニーホース 4インチ	フレーム交差箇所で分割 各端部は番線で緊結	有	△	△
3	サクシオンホース 外径29.6mm 吐出口: φ10mm@100mm	熱収縮チューブ 収縮前内径52.8mm	フレーム交差箇所で分割 各端部は番線で緊結	無	○	×
4	サクシオンホース 外径29.6mm 吐出口: φ10mm@100mm	サニーホース 4インチ	養生材は1本もので貫通 フレーム交差箇所番線固定	有	◎	◎

はサクシオンホースとした。注入管を被覆する養生材については、サニーホースと熱収縮チューブを候補として試験を実施した。サニーホースは0.4MPa程度で破裂したのに対して、熱収縮チューブは最後まで破裂しなかった。この結果より土質試験においてサニーホースを養生材とし、注入状況の確認を実施することとした。

### 3. 2 土槽試験

土槽試験は、要素試験で選定した注入管を用いて、吐出孔の養生方法をパラメータに3ケ

表-2 土槽試験 試験ケース

試験ケース	注入管	吐出孔の養生方法	吐出孔向き	吐出孔間隔	杭底角度	スライム厚
Case1	サクシオンホース	サニーホースを被せる	下斜め45°	@10cm	30°	20mm
Case2	サクシオンホース	プラスチック栓	下斜め45°	@10cm	30°	20mm
Case3	サクシオンホース	なし	水平	@10cm	水平	35mm

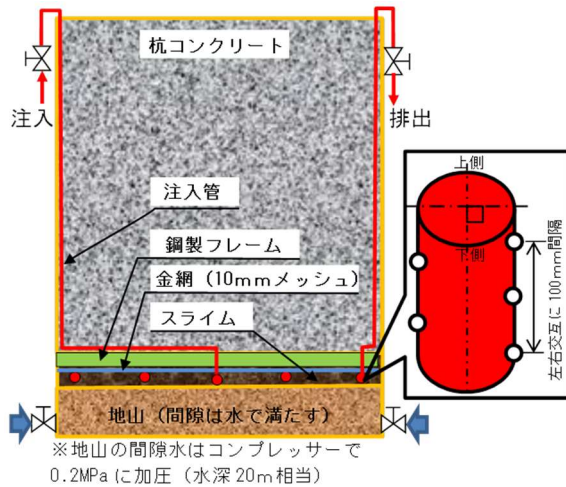


図-5 土槽試験概要 (CASE3)



写真-2 スライム設置状況 (CASE3)

ース実施した (表-2)。

土槽試験の概要図を図-5に示す。土槽下部に模擬地盤を設置後、模擬スライム (写真-2) ⇒らせん注入管 (写真-1) ⇒杭コンクリートの順に設置し、杭コンクリート硬化後に注入を実施した。

注入に際しては、地下水圧 (水位20m相当) を模擬するために杭底地盤の間隙を水で満たし、コンプレッサーを用いて0.2MPa程度の圧力を作用させた。

土槽試験結果を表-3に示す。注入は、3ケースとも1.5MPa以上の圧力を15分以上かけ

表-3 土槽試験 結果一覧

試験ケース	注入量 (L)	注入圧力 (MPa)	注入時間 (min)	試験後の含水比 (%)	塑性限界 $W_L$ (%)	充填状況
Case1	62.0	1.8	15.3	64.2	27.9	杭底全面に充填されていた
Case2	76.0	1.5	32.3	31.3	27.9	杭底全面に充填されていた
Case3	30.6 (片側のみ)	1.8	58.8	30.7	37.6	杭底全面に充填されていた

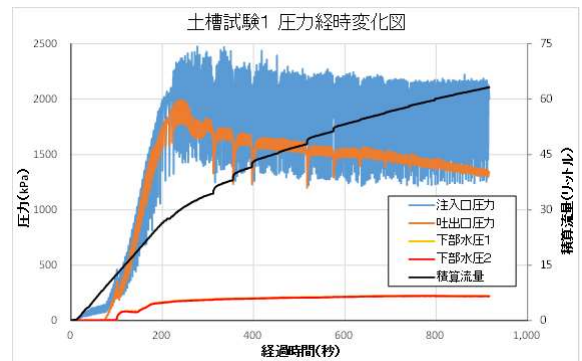


図-6 試験結果 (CASE1) 時間-圧力関係



写真-3 注入材充填状況 1 (CASE3)

た（図-6）。また、注入後に土槽を解体して注入状況を確認すると、3 ケースとも注入材は杭底全域のスライムの中に割裂注入された状態であった（写真-3、写真-4）。また杭底に残存したスライムの含水比を測定した結果、Case2 及び Case3 は、ほぼ塑性状態に達していることが確認された。

#### 4. 土槽試験について考察

吐出孔の養生方法をパラメータに土槽試験を3 ケース実施したが、3 ケースとも 1.5MPa 以上の注入圧力をかけることが可能で、杭底の充填状況もケースによる差異はなくスライム中に割裂注入されている状況が確認されたことから、吐出孔の養生は省略が可能であると判断した。

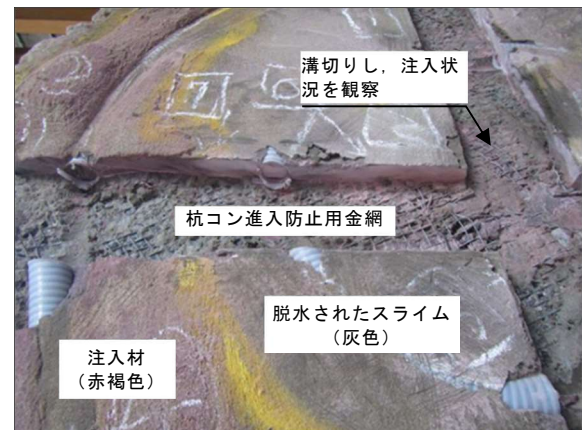
スライムを排出する構造がないことから、スライムは排出されることなく杭底に残存するが、残存したスライムの含水比を測定した結果、一定時間加圧注入することで十分に脱水改良されることが確認できた。

#### 5. まとめ

場所打ち杭の沈下抑制を図る工法として、うずまき形先端改良杭工法の開発を進めている。注入管にサクションホース等の汎用性の高い材料を用いることで、低コストで杭の沈下抑制が図れる工法となる。

本工法における杭先端の注入状況を土槽試験で確認したところ、杭底全面のスライム層に注入材が注入されていた。また、スライム層は脱水改良されていたことから、杭の有害な沈下は生じないと考えられる。

今後は現場での施工方法の確立と、実施工に向けた現地盤での確認試験を予定している。



a) 杭底表面状況



b) 注入材の割裂注入状況

写真-4 注入材充填状況 2 (CASE3)