

狭小スペースでの杭施工技術の開発

短尺PHC杭の開発と狭隘な既設変電所構内の変電機器基礎工への適用

Development of a Technique for Pile Installation in Narrow Spaces

Development of Short PHC Piles and their Application in Foundation Work of Substation Equipment in Narrow Spaces within Existing Substations

(工務技術センター 土木建築課)

安価な杭長の短いPHC杭※1(以下、短尺PHC杭という)の製造・性能試験と施工技術試験を行い、日本工業規格による品質基準や各種施工基準等に準ずることを検証し、狭隘な既設変電所構内の変電機器基礎工に短尺PHC杭施工を適用可能とする技術を開発した。本稿では、短尺PHC杭に関する技術開発のための試験と変電機器基礎工事への適用事例を紹介する。

※1 PHC杭：プレストレスト高強度コンクリートパイル

(Civil and Architectural Engineering Section, Electrical Engineering Technology Center)

A technique that allows for the application of short-length PHC piles※1 (hereinafter referred to as short PHC piles) in foundation work of substation equipment in narrow spaces within existing substations has been developed, by manufacturing short PHC piles and conducting performance tests and installation technique tests to verifying conformity to quality standards and other construction standards of the Japanese Industrial Standards. In this paper, tests for the development of a technique related to short PHC piles and their application in foundation work for substation equipment will be introduced.

※1 PHC pile : Pre-stressed High-strength Concrete piles

1 開発の背景・目的

既設変電所構内の変電機器杭基礎工事は、機器充電部等に近接するため、上空制限や狭隘な施工条件になる場合が多い。従来工法では、先端に羽根の付いた小径回転鋼管杭による回転圧入工法を用いているが、杭費用が高いため、基礎工事費用が高額になることが欠点である。このため、羽根付き鋼管杭より安価な杭材料であるPHC杭を用いて、狭小スペースに対応可能な杭施工技術の開発が求められていた。しかし、日本工業規格品(JIS規格品)として認められているPHC杭は、杭長が最小5mであること、かつ汎用の施工機械は大型であることなどから、狭小スペースでの杭施工に対応していないのが現状であった。そこで、本研究では、既存のPHC杭より杭長の短い短尺PHC杭(長さ3m以下)の製造技術と狭小スペースに対応可能な施工技術の開発を目指した。



第1図 羽根付き鋼管杭(左)と短尺PHC杭(右)

2 製造技術の開発【製造・性能試験】

短尺PHC杭の製造方法は、既存のPHC杭の品質管理基準(JIS A5373 プレキャストプレストレストコンクリート製品 附属書5 くい類)と同等の品質を確保するため、杭長が短くなること※2によって生じる品質管理に関する課題を作業項目毎に抽出した(第1表)。

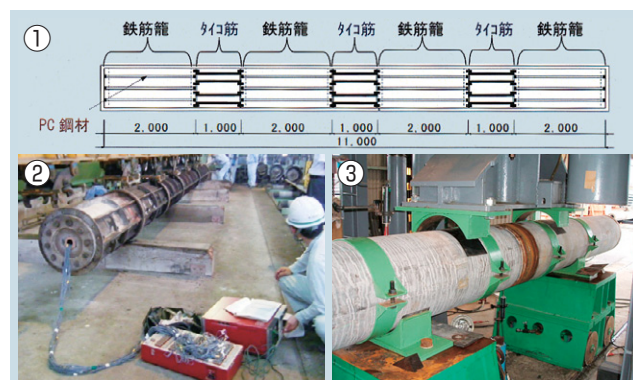
※2 本研究の試験体は、杭長2mのものを用いた

第1表 短尺PHC杭の検討課題と管理項目

作業項目	検討課題	管理項目
①PC鋼線加工切断	・ 所定の切断長が管理可能か	切断長
②コンクリート打設	・ コンクリート打設量は適切か ・ 打設状況は問題ないか	コンクリート打設量
③プレストレス	・ 所定のプレストレスが導入可能か ・ 複数本数を同時にプレストレスが導入可能か、また、同じ導入量になっているか	プレストレス導入量
④遠心成形	・ 遠心成形に異常は無い ・ 成形状態は適切か	遠心成形
⑤脱型・表示	・ 所定の品質が管理可能か ・ 一定の品質で製造可能か	製品形状(厚さ・外径・長さ・端面直角度)
⑥野積・保管	・ 所定の耐力を有しているか ・ 耐力(バラツキが無い)	製品性能(曲げ強度・軸力曲げ強度・せん断強度)

製造設備は、作業の効率化と製造コストを抑えるため、既存の長尺型枠を利用して、複数本を同時生産する方法を考案した。型枠内に設置する杭体となる鉄筋籠はPC鋼材と端面金具で構成され、隣り合う鉄筋籠の間は、タイコ筋と呼ばれる接続治具を挿入する。そして、4体の鉄筋籠を連結させた状態で、プレストレス(緊張力)を導入し、同時に4本の杭体を製造するものである(第2図)。第2図①では、2m杭の製造パターンを示す。この長尺型枠を使って3m杭の製造も可能である(杭長3m×3本・タイコ筋×2個)。

製造した短尺PHC杭は、プレストレス導入量や製品性能(曲げ強度・せん断強度)等、各々の管理項目を確認するための試験を行って、JIS規格と同等の管理基準値を満たすことを検証した。また、タイコ筋は繰り返し使用しても製品性能に影響がないことを確認した。



第2図 型枠仕様と試験状況

①タイコ筋と鉄筋籠・②プレストレス導入量確認試験・③せん断強度試験

3 施工技術の確立〔施工技術試験〕

施工技術試験は、施工機械の適用性・作業エリア条件・作業安全性・品質管理・経済性など、短尺PHC杭を用いた施工技術に関する問題点を洗い出すことを目的とし、試験記録を用いた評価と改善を行って、施工技術の確立を目指した。

(1) 施工機械の選定

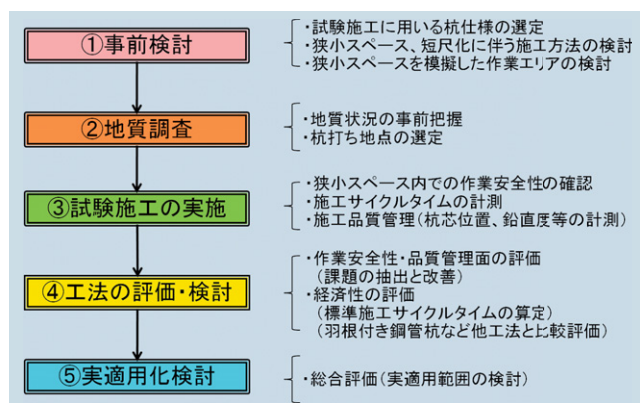
短尺PHC杭の施工条件（機械高さ・移動方式・機械寸法・作業回転半径・施工費用）を満たす施工機械を選定した結果、日本車輛製造株式会社 DHJ-12型〔全長5,457mm・全幅2,359mm・全高5,499mm〕とした。

(2) 施工技術試験の実施

「既製コンクリート杭の施工管理（COPITA：社団法人コンクリートパイル建設技術協会版）」の施工管理基準に準じて、長さ2mの短尺PHC杭4本を継ぎながら全長8mの杭体を打設する施工試験を行った（第3図）。

施工方法は、プレボーリングセメントミルク回転併用工法を用い、作業エリア条件は、狭隘な既設変電所構内の狭小スペースを模擬し、上空制限（高さ6m程度）かつ幅制限のある狭隘な条件を設定した（第4図）。

この試験結果より、施工機械の適用性、作業の安全性及び施工品質の確保等について確認した。また、試験に従事した試験員から各作業段階における技術改善点を



第3図 施工技術試験の実施検討手順



第4図 施工技術試験状況（東海コンクリート工業（株）三重工場）
①プレボーリング（掘削）・②杭の継ぎ作業・③杭の建て込み

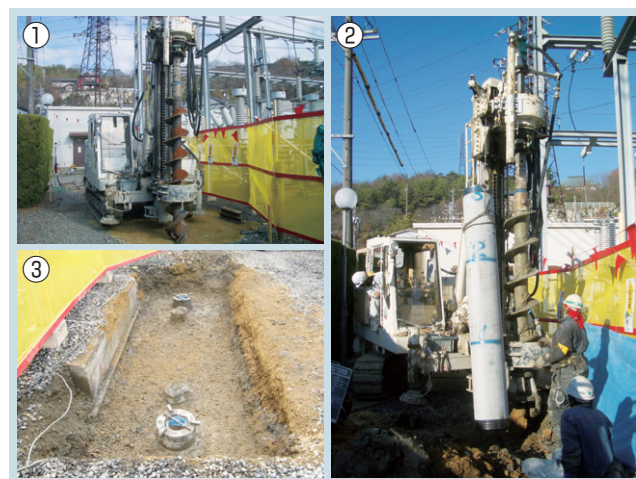
聞き取り調査し、施工手順書に反映して、実施工に対応可能な施工技術を確認した。

経済性の評価では、試験時の施工サイクルタイムを計測し、羽根付き鋼管杭による回転圧入工法との比較検討を行うことで、短尺PHC杭が有利な適用範囲・適用条件を絞り込んだ。その結果、標準的な基礎形状の場合、継ぎ杭の無い範囲（施工長2m～3m）で、従来工法より優位性が認められた。

4 変電機器基礎工事の実施工に適用

平成22年度、虎溪変電所（加茂電力センター多治見電力所管内）における計器用変圧器取替工事で、短尺PHC杭（杭長3m）を用いた杭施工を行った。当地点は、基礎の支持地盤が比較的浅く（継ぎ杭がなく）、かつ既設機器による上空制約と幅制約があり、短尺PHC杭が従来工法に比べ経済性に優れていたことから、実施工として採用した。施工当日は、停電日制約の下、所定の深度まで品質と安全を厳守し遅滞なく杭施工を完工することができた（第5図）。

この短尺PHC杭の施工技術は、当地点以外に陶変電所（加茂電力センター多治見電力所管内）・大船渡発電所（加茂電力センター管内）構内の変電機器基礎工事にも適用し、施工性・作業安全性・経済性のいずれも良好な結果を得ることができた。



第5図 虎溪変電所 杭打ち施工状況
①施工機械設置状況・②杭の建て込み・③杭打ち施工後状況

5 まとめ

本研究では、短尺PHC杭の製造・性能試験と施工技術試験を行って、短尺PHC杭を用いた狭小スペースでの杭施工技術を開発した。今後、既設変電所内の変電機器更新による機器取替工事に、短尺PHC杭の施工技術が適用可能なケースは増すと予想される。なお、本件は、東海コンクリート工業株式会社と共同開発したものである。



執筆者／服田雅雄