

送電鉄塔山地用鋼管杭基礎エアハンマ工法の開発

山地への鋼管杭基礎の適用を目指して

Development of the Steel Pile Foundation Technique with Air Hammer used for a steel tower in a mountainous district

An idea to use the Steel Pile Foundation in a mountainous district

(基幹系統建設センター 技術G)

山地でも施工可能な新しい「山地用鋼管杭基礎エアハンマ工法」を開発した。本工法は、山地に運搬可能な小型・軽量の削孔機である大口径エアハンマボーリングマシンにより複数の鋼管杭を築造し、杭基礎を構築するもので、山地で広く使用されている深礎基礎に比べて工期短縮とコストダウンが図れる。

(Technical Section, Transmission and Substation Construction office)

We developed a new construction method of steel pipe pile foundation applicable to mountainous regions. This method uses mobile, small-scale/light weight drills such as air hammer drills with large diameters, to construct multiple steel pipe piles for pillar foundations. This application shortens construction period and cuts costs compared to conventional deep foundation construction methods that are widely used in mountainous regions.

1 背景・目的

山地の送電鉄塔用基礎には、深礎基礎が広く用いられている。風化層が厚く支持地盤が深い場合、杭基礎の適用により基礎形状のコンパクト化が可能となるが、従来の杭打機は大型で山地での運搬が困難なため、適用が大きく制限されていた。そこで、山地への運搬が可能な小型・軽量の抑止杭用エアハンマボーリングマシン(以下削孔機という)に着目し、送電鉄塔基礎用としての実用化を目指すとともに、同削孔機を用いた鋼管杭基礎工法の開発を行った。

2 研究の概要

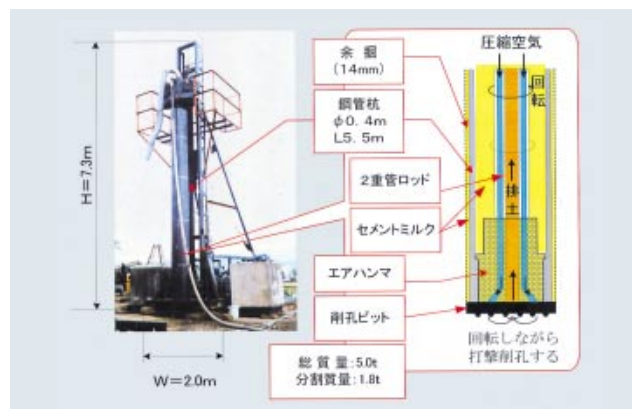
(1) 削孔機の特徴

今回、実用化した削孔機(第1図)の特徴を以下に示す。総質量5.0t、分割質量1.8tと軽量なため、索道やヘリコプター運搬が可能。

削孔と同時に挿入していく鋼管で孔壁を保護するため、掘削液が不要。

鋼管をスムーズに挿入するための余掘りが必要となるが、セメントミルクを充填することで地盤と密着し、堅牢な杭の築造が可能。

2重管方式(内管:排土用、外管:圧縮空気用)のロッドの採用により、効率的な排土が可能。

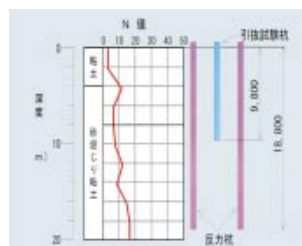


第1図 削孔機

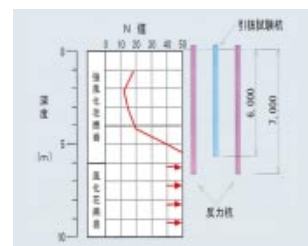
回転式架台の上に設置するため、同一脚内での次杭への移動は、架台を回転させるだけで可能であり、その都度、解体・組立が不要。

(2) 施工試験

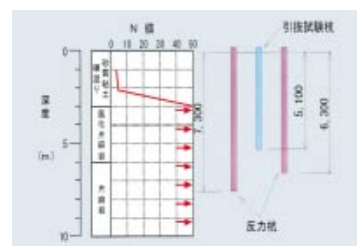
削孔機の削孔性能を確認するため、粘性土・砂質土・軟岩の3地点(第2図～第4図)にて施工試験を実施した。この結果、削孔性能(第1表) 杭の鉛直精度とも問題ないことを確認するとともに、削孔ビット形状(第5図)を改善することにより、排土も良好に行えることが確認でき、送電鉄塔基礎用としての実用化を図るこ



第2図 粘性土: 信濃(変)



第3図 砂質土: 愛知(変)



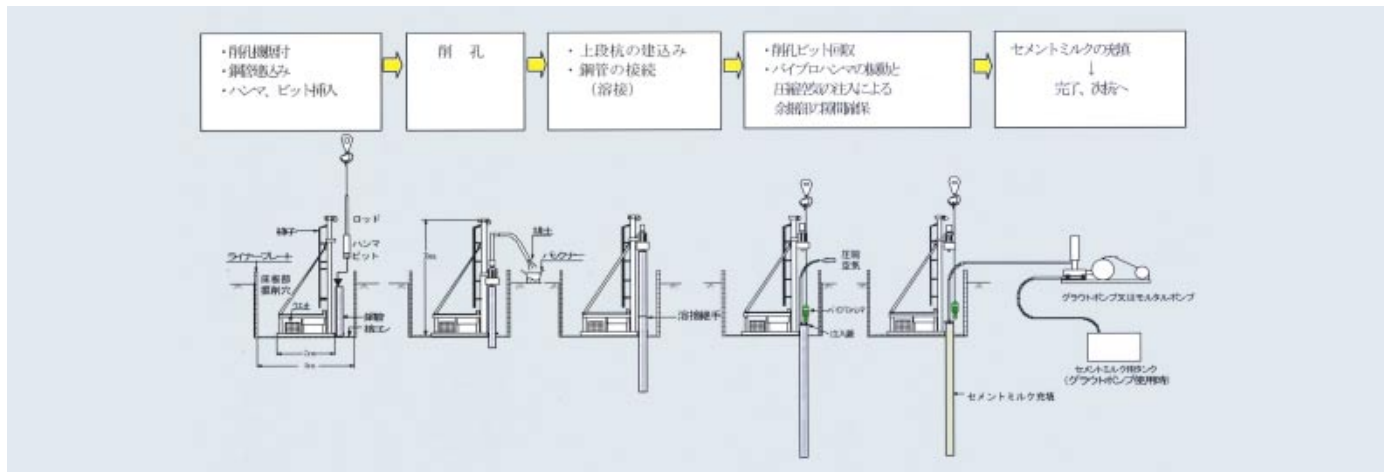
第4図 軟岩: 音羽(変)

第1表 土質別平均削孔時間

土質	試験場所	平均削孔時間
粘性土	信濃変電所	6.4分/m
砂質土	愛知変電所	9.8分/m
軟岩	音羽変電所	19.6分/m



第5図 削孔ビット

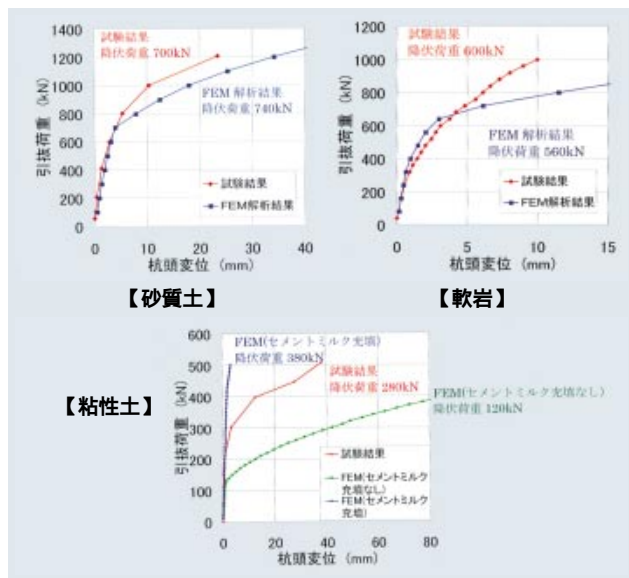


第6図 鋼管杭施工手順

とができた。第6図に本工法の施工手順を示す。

(3) 実規模載荷試験

3地点の施工試験と併せて引抜き載荷試験を行った。この結果を2次元弾塑性FEM解析結果とあわせて第7図に示す。砂質土・軟岩では、両者は概ね一致しているが、粘性土では、解析値を大きく下回る結果となった。これは、孔壁の部分的な崩れによって、余掘隙間部へのセメントミルクの充填が不十分であったことによるものである。この結果を踏まえ、他規準の設計法(第2表)も参考とし、設計に使用する杭の周面摩擦力を第3表の通りとした。



第7図 荷重変位曲線

第2表 試験結果と現行設計法との比較(降伏支持力)(kN)

土質	試験場所	試験結果	当社手引			建築基礎構造設計指針	
			鋼管杭 セメントミルク工法	中掘工法	深礎基礎	場所打杭	埋込み杭
粘性土	信濃変	280	491	256	327	497	399
砂質土	愛知変	700	298	156	229	491	376
軟岩	音羽変	600	301	156	221	437	337

第3表 設計に用いる杭周面摩擦力(kN/m²)

	今回提案	従来(中掘工法)
砂質土・軟岩	3.3・N(N 50)	1・N(N 50)
粘性土	0.5・cまたは5・N(100)	0.5・cまたは5・N(100)

注) N: 標準貫入試験によるN値、c: 地盤の粘着力(kN/m²)

砂質土・軟岩は、実際の現場での地盤物性のばらつきを考慮し、安全側の評価となる建築基礎構造設計指針(日本建築学会)の場所打杭の評価式を採用。粘性土は、余掘隙間部へのセメントミルク充填の不確実性を考慮し、従来から用いている鋼管杭中掘工法(道路橋示方書)の評価式を採用。

3 効果

下記に示す効果が得られ、深礎基礎に比べ5%~20%の工事費削減と、20%~30%の工期短縮が図れる(第4表)。

岩盤・砂質土・粘性土等、幅広い地盤に適用可能。深礎基礎に比べて、土砂掘削量、コンクリート量・残土量を10%~40%削減。索道・ヘリコプター運搬が可能で、他の杭工法に比べて作業面積が小さく、大規模な仮設設備が不要。削孔と同時挿入する鋼管で孔壁を保護するため、水やベントナイト液などの掘削液が不要で、作業環境改善にも有効。

第4表 コストダウン効果(深礎基礎との比較)

基礎種類		深礎基礎	鋼管杭基礎
形状			
規模	引揚荷重(kN)		
	3000	φ2.5m Df=17.5m	φ0.4m×8本 Df=21.0m
	1500	φ2.0m Df=14.5m	φ0.4m×6本 Df=16.5m
コスト	運搬方法		
	3000	100%	索道 94% ヘリコプター 80%
	1500	100%	85% 86%
工期	1000	100%	81% 83%
	3000	100%	80%
	1000	100%	70%

4 今後の展開

風化層が厚く支持地盤が深い山送電線で、特に多大な運搬費の削減が可能なヘリコプター運搬箇所に積極的に適用を図っていく予定である。



執筆者/伊藤 沢
Itou.Taku@chuden.co.jp