

27. 大型鉄塔基礎に用いた長尺大径基礎杭の施工

奥村組 増田俊司
喜多健介

1. まえがき

近年、建設工事の省力化、急速化、経済化に関する技術革新が飛躍的に進んでいるが、その大半は新工法あるいは新機種の開発により成し遂げられてきた。とりわけ機械あるいは設備の大型化が目ざましく、従来の観念では到底不可能であったことが今や可能となってきている。

ここに紹介するベノーク工法を用いた工事例もその一つで、荒川を横断する大型送電鉄塔を渇水期内に完成するため、その基礎に直径3.0 m（下部2.5 m）、長さ約40 mの場所打ち段付杭を施工し、いわゆるノックノック式基礎形式を用いることにより工期を短縮したものである。

以下、この段付杭の施工を主に報告する。

2. 工事概要

2.1 工事内容

工事名 東京電力南葛線増強工事
 工事期間 昭和52年11月～同53年5月
 工事場所 埼玉県戸田市美女木 荒川遊水圏内
 工事内容 送電鉄塔基礎工 2基

表-1 基礎杭の工事内容

	形状・寸法	底3.2	底3.3
場所打ち段付杭	φ3,000, φ2,500	←37m, 4本	←39m, 4本
上半部(ベノーク)	φ3,000	←22m	←24m
下半部(リバース)	φ2,500	←15m	←15m

図-1に示すように計画河床面がGL-5 mと深いので、工期および経済性の面からマーチングを要しない基礎形式を採用された。

2.2 土質

図-1に併記したとおりGL-30 m付近まではゆるい砂層と軟弱なシルト層で構成され、支持地盤はGL-36 m（底3.2ではGL-34 m）以深に存在する砂礫層である。

表層部の砂は跨型用としても使用されていたもので、細粒分の含有が小さく崩壊性が強い。また、シルト層は現在も圧密中の軟弱層である。

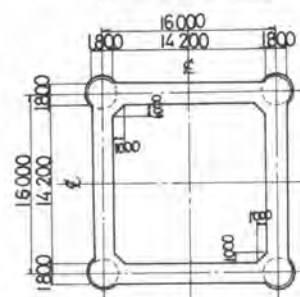
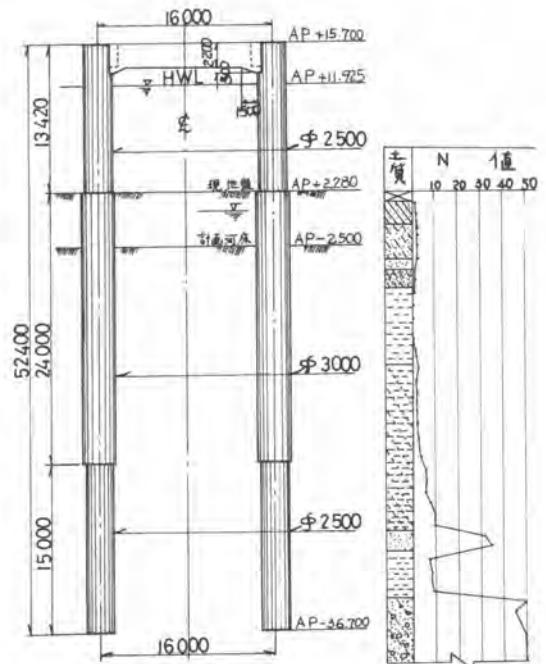


図-1 底3.3基礎寸法図

2.3 施工条件

11月から翌年5月の高水期のうちに鉄塔組立までを完了する必要があり、そのため基礎杭工事および躯体工事を3月末までに完成しなければならなかった。

図3-2の施工地点はゴルフ場内にあるため、ゴルフアーに迷惑をかけないように占用面積をできるだけ少なくし、また、搬入路を含め仮囲いおよび防護ネットの設置が必要であった。

3. 採用した工法

1柱ノ脚式基礎において要求される杭の施工精度は非常に高く、設計どおり確実に仕上げるため、その施工には万全を期す必要があった。

段付杭を施工する方法として、リバース機などのロータリー式掘削機を用いて、その翼長を変えるなどの方法も考えられたが、段付部の中心精度について若干の未解決事項を有するうえに、掘削ビットの吊上げ・吊下し時の壁面接触の問題があった。

そのため、この工事では上半部にオールケーシング工法であるベノーク工法を採用し、下半部はリバース工法を採用した。この場合、リバース工法による段付部の施工には、ケーシング内面をガイドとするスタビライザーを使用した。

4. 施工機械設備

4.1 ベノーク機

ベノーク工法は、ベント工法におけるチューピング装置と掘削装置を分離したもので、この工法により直径3.0mまでのオールケーシング杭を施工できる。

ベノーク機（BENOKU 3000）の構造を図-2に、性能を表-2に示す。

表-2 BENOKU3000 性能表

種 別	性 能
掘 削 能 力	250t/m
引 抜 き 能 力	400t
押 込 み 力	250t
全 重 量	32.7t

ベノーク工法の特徴を次に記す。

- ① 施工スペースが小さくてすむ。
- ② 装置の分割・組立が容易で、分割してトラックで輸送できる。
- ③ ビット内への据付けが容易で、条件に応じた適当な掘削機を使用することにより施工できる。
- ④ ベント工法と同じく杭の信頼性は高い
- ⑤ 施工速度はベント工法とほぼ同じである。

つぎに、3000φベノーク工法の施工要領を図-3に示す。揺動反力は反力受フレームを通じて、ハンマ・クラブを操作するクローラークレーンで支持している。またケーシングは縦リブおよび横リ

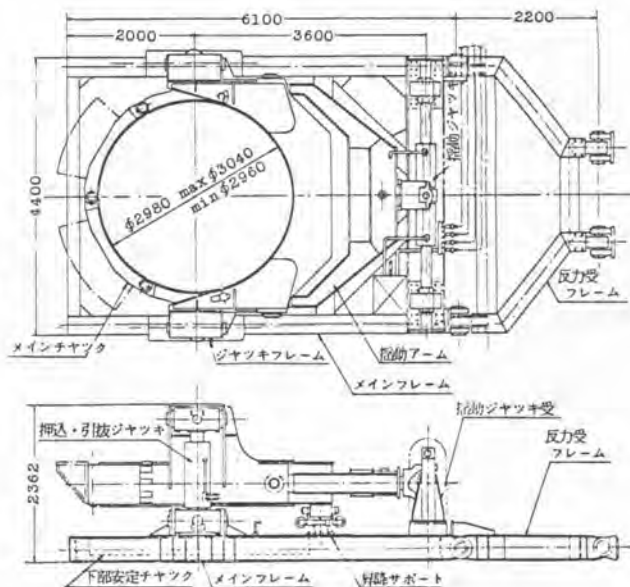


図-2 BENOKU3000組立図

ブで補強された二重鋼板構造を用い、チェーンの連結は特殊な縦ピンを用いたフランジ接合方式としている。

4.2 その他の機械・設備

リバース機は日立S-300を用い、掘削ビットはφ2500mmの四翼ビットを使用した。

また、泥水プラントは杭1本あたりのコンクリート量が約240m³であることから、プラントの総容量を400m³とし、自然沈殿方式とした。

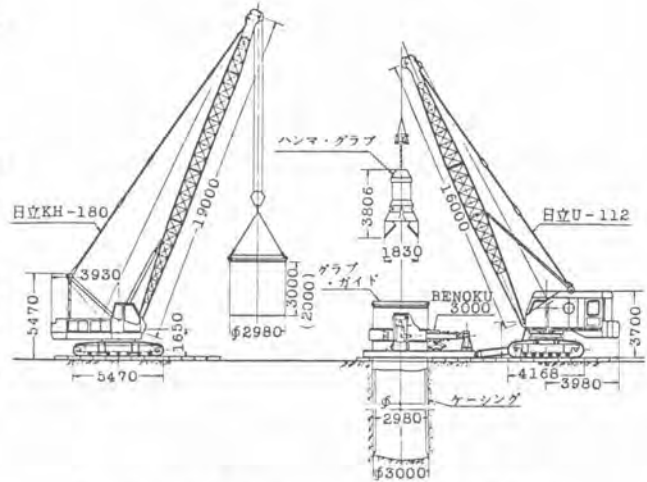


図-3 3000φベノーク工法の施工要領図

5. 工事計画

5.1 機械設備の配置

Ⅱ-3-2 基礎施工時の配置を図-4に示す。ゴルフ場内での施工面積を最小限に抑えるため、掘削土砂はその都度場外に搬出した。また、表層地盤が軟弱であることと地表面をできるだけ乱さないという両面から、重機の走行範囲にはすべて鋼製覆工板を敷いた。

5.2 地盤改良

地表部のゆるい砂については、掘削時のジャミングを防止する目的で杭の周囲にMIP杭を施工した。また、極軟弱なシルト層は施工性と杭の水平抵抗を確保する目的を兼ねて、杭中心から6mの範囲を生石灰杭で改良した。

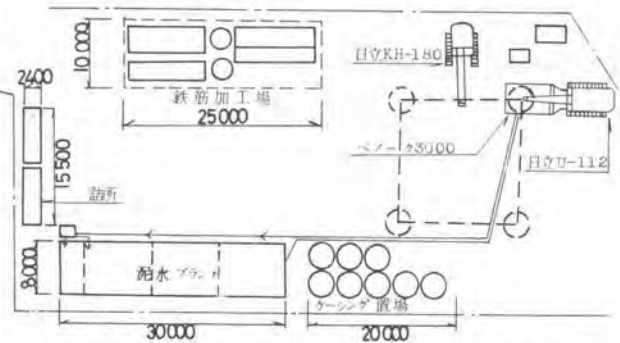


図-4 Ⅱ-3-2 基礎施工時の機械・設備の配置

6. 杭の施工結果

6.1 施工方法

1) ベノーク機の据付；50tクレーンと35tクレーンの相吊りで所定の杭芯に据付けた後、ケーシングを7.5m分セットした。

2) ベノーク掘削；ハンマ・グラブを用い図-3の要領で行った。生石灰で改良した部分はドライで掘削できたが、未改良部分はリバース掘削の段取りも兼ねて注水し、水中掘削とした。



写真-1 リバースの施工（中央がベノーク）

3) リバース掘削；リバース掘削時のケーシングの揺動は6時間ごととし、ケーシング周囲の水平移動量を3～5cmに制限した。

4) コンクリート打設；ポンプ車を用いて打設し、打設に伴って逐次ケーシングを引抜いた。

6.2 掘削

ベノーク部はφ2000用ハンマ・グラブを用いて掘削したが、その掘削速度は平均で2.5%_H～3.0%_H、最大8.4%_Hであった。掘削時の揺動トルクは120tm～250tmであり、250tmの能力を有するこの機械にはまだまだ余裕があり、難なく施工できた。

リバース掘削においては、粘性土の掘削ビットへの付着と、玉石による詰りがあり、掘削能率は悪かった。

掘削終了後、溝壁測定器を用いて孔の形状を測定したが、段付部に若干の肌落ちが認められた以外は何ら異状がなく、その後の作業を容易に行えた。

6.3 施工に要した時間

所要時間は杭によって多少異なるが、平均的には表-3のとおりであった。ただし、表中の値は休憩時間を除いた純作業時間である。

表-3 杭の施工に要した時間 (単位：日)

鉄塔番号	ベノーク掘削			リバース掘削			鉄筋建込	トレミー吊込み	コンクリート打設	合計
	段取	掘削	計	段取	掘削	計				
鉄32	7.3	8.6	15.9	2.6	9.3	11.9	5.1	1.7	9.4	44.0
鉄33	8.3	10.6	18.9	2.8	11.6	14.4	4.9	1.8	11.2	51.2

表-4 実施工程表

鉄塔番号	52年		53年					
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
鉄32	準備	仮道路	地盤改良	基礎杭	鋼体(柱)	鋼体(梁)	鉄塔組立	仮道路撤去
鉄33	仮道路	地盤改良	基礎杭	鋼体(柱)	鋼体(梁)	鉄塔組立	鉄柱付	

6.4 施工工程

当工事の施工工程は表-4に示すとおりである。

7. あとがき

以上、当工事の施工の概要を記したが、紙面の都合上、十分な説明を加えるには至らなかった。当社は、このBENOKUについて、3000型、2500型、2000型、1200型の4機種を有し、用途に応じて活用しているが、直径2.0m～3.0mの施工延長はすでに4000mを越えている。なかでもN値50以上の玉石混り砂礫層において、直径3m、長さ21mの杭を施工したのは特筆に値する。

最後に、当工法の改良に厚意ある御指導を頂いた各位に深謝するとともに、本報文が今後の基礎工事に関し何らかの参考になれば幸いである。

〔参考文献〕

- 1) 榎 泰敏；φ3000揺動式オールケーシング杭の施工(ベノーク工法)、建設の機械化、1977.8
- 2) 安部 勇、竹内 幹雄；ベノーク3000を使用した大型鉄塔の設計と施工、柳井村組技術研究年報第3巻、昭和52年8月
- 3) 飯村 耕作、竹内 幹雄；大口径オールケーシング(ベノーク)杭の設計と施工、橋梁と基礎、昭和53年12月(予定)



写真-2 コンクリート打設