

拡底型深礎基礎の新工法

全周回転掘削機適用型拡底機の開発

New Construction Method of the bottom enlarging type Chicago method

Development of the bottom enlarging machine applied to the rotary casing driver

(基幹系統建設センター 送電工事課)

現在建設中の500kV第二浜岡幹線のうち、特殊な地盤の鉄塔では、全周回転掘削機を用い深礎基礎を構築する。そこで、全周回転掘削機に適用する拡底機を開発し、拡底型深礎基礎を採用することで、深礎基礎のコンパクト化、ならびに機械設備規模の縮小によるコストダウンを図った。

拡底機は、全周回転掘削機の回転力を利用するアタッチメント方式を考案し構造を簡素化したことで、施工の確実性と経済性を両立した。

(Transmission Lines Construction Section, Transmission and Substation Construction Office)

Among the 500kV Daini-Hamaoka Transmission Line under present construction, the Chicago method foundation is built by using the rotary casing driver at the steel tower point of special soil.

Then the bottom enlarging machine applied to the rotary casing driver was adopted in order to cut the construction cost by using of the optimum size of the Chicago method foundation and of the compact machine.

The certainty and the economical efficiency of the construction was achieved by simplifying the machine structure with the attachment system using the torque of the rotary casing driver.

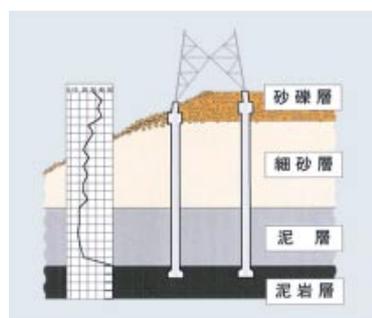
1 背景・目的

今回の工法を適用する鉄塔の地質構造は、第1図に示すとおり多層構造を呈しており、中間の細砂層では湧水や坑壁の崩壊が懸念された。また、基礎の支持層となる泥岩の出現深度は、地下40mに及ぶ地点もあるため、あらゆる地盤や深度に対応できる全周回転掘削機を用いることを前提として、基礎形式を深礎基礎に決定した。

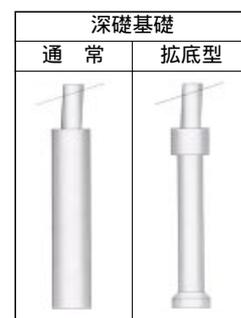
全周回転掘削機は、ケーシング自体を回転・下降させることで削孔と孔壁保護を兼ねるものである。従って、従来はケーシングと同径の深礎基礎を構築することになるが、深礎基礎の躯体径(3.0m)に対応する掘削機は大型であり、機械経費の負担や、搬入経路の確保、工事敷の制約など多くの課題を抱えていた。

そこで、拡底部を掘削する拡底機を新規開発し、深礎基礎の躯体部を細径化し底面を拡底した拡底型深礎基礎を採用することで、基礎体のコンパクト化と全周回転掘削機の規模縮小によるコストダウンを図ることとした。

第2図に深礎基礎の形状比較を示す。



第1図 地層構成のイメージ



第2図 基礎形状比較

(1) 拡底機の特徴

十分な回転トルクを有する全周回転掘削機のケーシングに固定するアタッチメント方式を考案したことで、岩盤掘削に十分な回転力を確保。

主要部品は、切削ビットを配置した拡底翼、姿勢制御用のスタビライザー、排土管、ケース、油圧ジャッキで構成。

可動部は、拡底翼の開閉部とスタビライザー部のみで、何れも油圧ジャッキの伸縮により制御。

2 開発の概要

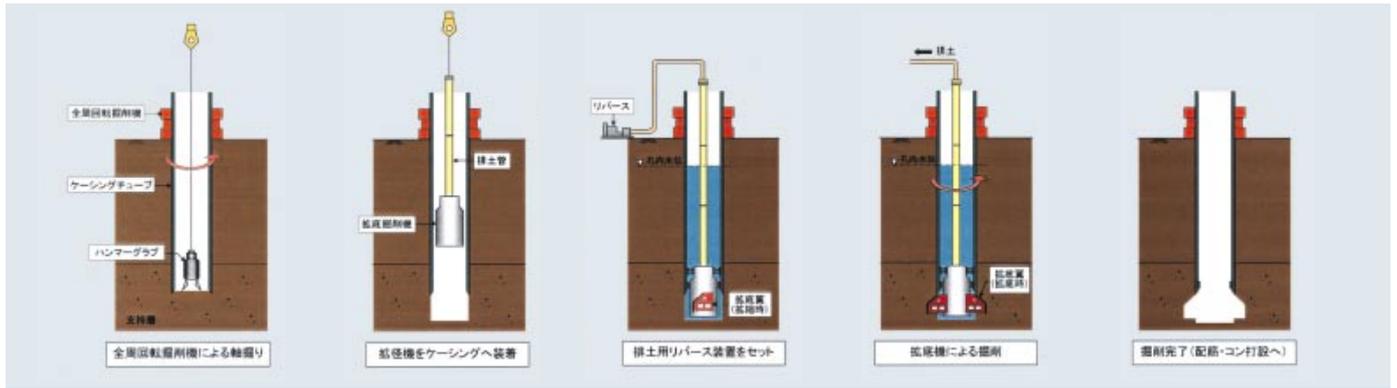
岩盤の拡底掘削は、大きな掘削能力を必要とするため岩盤を対象とした拡底機は一般に実用化されていない。

また、地下深部での無人作業となるため、施工の確実性が求められる。そこで、拡底機の開発にあたっては、経済性に加えて、所定の掘削能力(回転力)を確保すると同時に、機械の確実性を高めることが重要であった。

開発した拡底機(第3図)の特徴を以下に示す。



第3図 拡底機



第4図 施工手順

操作は、拡底機の拡底翼出幅(ジャッキストローク)と、全周回転掘削機の回転速度・トルクで管理し、容易。

(2) 施工手順

施工手順を第4図に示す。

3

実規模施工確認試験

拡底機の特長や信頼性の把握と、施工条件を確認する目的で、岩盤を模擬した供試体を製作し実規模施工確認試験を実施した。

(1) 模擬供試体

模擬供試体(第1表)は、掘削する泥岩の力学試験結果等をもとに同等の強度を有したものを作成した。

第1表 適用地盤と模擬供試体の比較

項目	適用地盤	模擬供試体
岩質	第三紀砂質泥岩	炭酸カルシウム配合セメント
一軸圧縮強度	44N/mm ²	45N/mm ²
湿潤密度	2.1~2.2 t/m ³	2.13 t/m ³
変形係数	22,000~35,000N/cm ²	16,630N/cm ²

(2) 試験結果

掘削トルク試験

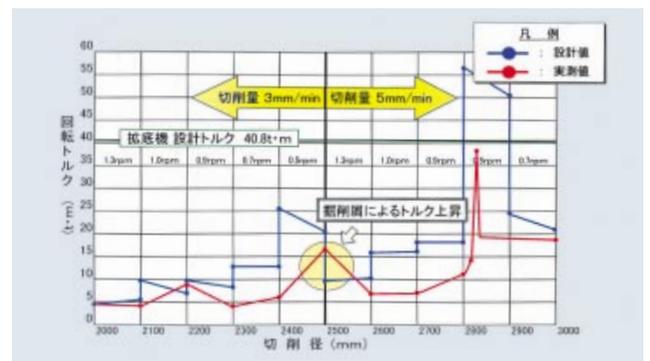
トルク試験では、掘削時に全周回転掘削機の回転速度や拡底機の切削量を変化させ、その際に掘削機に発生する回転トルクを計測した。同時に、岩盤の圧縮破壊を仮定したトルク計算式の妥当性について検証した。

トルク試験の結果は第5図に示すとおりであり、設計値を下回っている。なお、一部で計算値を超えるトルク上昇を計測したが、試験時に撮影したビデオ映像から、掘削屑が翼前面に滞留したことによるものと判明した。(実施工ではリバース排土のため滞留しない)

また、トルク計算式についても、岩盤の破壊条件や拡底機本体の抵抗などの不確定要因によるトルクのばらつきを十分に包含できることを確認した。

$$\text{設計トルク計算式 } T = n \cdot A \cdot q_u \cdot r$$

n: 岩盤に接触するピット数 A: 岩盤に食込むピット面積
 q_u : 岩盤の一軸圧縮強度 r: 掘削半径



第5図 トルク試験結果

システム・外観検査

拡底機の油圧制御システムは、トラブルも無く正常に稼動するとともに、施工後の外観検査では、掘削ピットの欠けなどの軽微な損傷もなく、何れも良好であった。

出来形計測

供試体出来形計測では、設計寸法を満足していることを確認するとともに、実施工時に用いる超音波測定器の精度検証も併せて実施した。

4

効果と今後の展開

本工法は第二浜岡幹線の鉄塔3基(第2表)への採用を予定し、これによるコストダウン効果は、第3表に示すとおり、従来工法との比較で約15%の工事費削減を見込んでいる。

第2表 適用鉄塔と基礎形状

鉄塔番号	脚数	各部の寸法 (m)		
		深度	定着部	躯体部
19	4脚	45.2~47.2	3.0	2.0
21	4脚	24.7~27.7	2.5	
22	2脚	32.7~33.7	2.5	
合計	10脚			3.0

第3表 コストダウン効果

項目	3.0深礎基礎(従来)	拡底型深礎基礎(今回)
機械経費	100%	98%
基礎工事費	100%	71%
総合	100%	85%

拡底型深礎基礎には、拡底機の開発費を考慮



執筆者/内藤忠幸
 Naitou.Tadayuki@chuden.co.jp