

(株)関電工 正会員 ○ 永井 健三
東京電力(株) 横山 芳雄
東京電力(株) 奥村 正男

1. まえがき

東京電力では、超過密地域での配電地中化工事を実施しているが、地域特性上主幹路については、推進工法及び削進工法を採用している。削進工法はオーガスクリューにより、排土しながら鋼管本体を圧入するもので通常推進長は、50~80m程度の施工例が大半を占めている。今回、軟弱地盤において推進力軽減対策を施した150mの長距離削進施工を実施したので、この内容について紹介する。

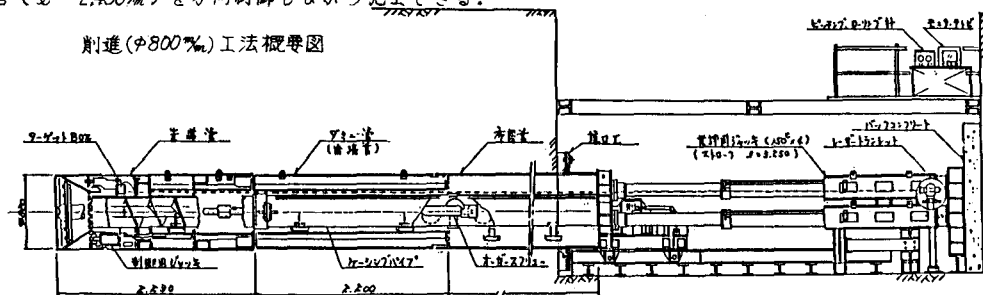
2. 地質概要

地盤構成については、地表から8.4mまで埋土及び沖積層の腐植土、砂質シルト、砂礫が分布しており、その下位に洪積層の粘土や砂が続いている。このうち、沖積層ではN値0~3と極めて軟弱な地盤からなっている。特に発達立坑での土質調査結果において、深度2.20~8.10mに分布する腐植土や砂質シルトは、標準貫入試験用のハンマーの自重で最大70cmも沈下する超軟弱地盤である。なお土質試験の結果、削進施工付近の砂質シルトは $\alpha_u = 5\%$ 、 $C = 1.6\%$ 、 $\phi = 4.3^\circ$ が得られている。

3. 工法概要

前述の地質条件から工法選定にあたっては、①削進時の切羽の安定②周辺地盤・建物、既設埋設物への影響③立坑前面及び背面地盤の安定④施工延長等の諸問題に対応でき、かつ現場条件を満足し経済的であることが不可欠である。従って諸条件を十分検討した結果、φ1000%前後の削進工法は数多くあるが、掘削機構については、ホリゾンガー工法(三和機材㈱)で使用している先導管が最適と考えられ、さらに関電工で技術開発を行った長ストローク型の元押し装置をシステム化したことにより、上記諸条件を十分満足する工法として採用するに至った。現在までに上記システムによる施工は、延長250mの実績があり、そのうち最長スパンは100mであった。今回の施工長は、150mと削進工法としては異例の長スパンであり、マシンの能力についていくつかの問題点が生じるものと思われた。しかし、過去の施工において、推力・トルクともに設計値の30~50%といった範囲で施工されているデータから、施工経験をもとに今回150mの削進施工は可能であると判断した。工法の概要については、オーガーヘッドと方向制御装置を内蔵した先導管で、管先端を回転切削させ削進距離に応じ、削進管と同長のケーシング及びオーガスクリューで土砂を搬送させながら削進管を圧入する工法である。元押し装置は600t(150t×4)の推力を有し、ジャッキストロークも $\ell = 3250\%$ の2ストロングタイプを使用しているため、削進管($\ell = 2430\%$)を方向制御しながら施工できる。

削進(φ800%)工法概要図



4. 計測及び方向制御

(1) 計測 先導管内に内蔵された内照式ターゲットを発達立坑内の元押しジャッキ間に設置したレーザートラ

シットで照射し、坑内のモニターテレビに映像させ、センター及びレベル位置を常時管理しながら削進する。

(2) 方向制御 本工法はあくまでも直線施工を基本としているが、削進施工中の先導管の位置・方向を制御するため、先導管内に油圧式修正機構を装備している。方向修正装置は、修正部と位置検出部とで構成されており、修正部は刃口部に組み込まれた油圧シリンダーと、立坑内に設置された操作盤及びそれらを接続する油圧ホースから成り、計測作業による位置確認を行いながら、上下・左右に制御し削進管を圧入する。

5. 設計概要

(1) 推進力（管周囲が粘性土の場合の改定式） $F = F_0 + \left\{ \left[\frac{\pi \cdot Bc \cdot \theta}{2} (1 + Ka) + W \right] \mu + \pi \cdot Bc \cdot A \right\} \cdot L$

$F_0 = 3.12 Bc \cdot N$ 計算結果は、 F （総推進力） $= 412^t$ となった。

(2) 推進力の軽減 今回の施工は、 $L = 150m$ と長距離のため推進力（削進力）の軽減対策として、①潤滑油の塗布、②ニスの塗布、③滑材の注入（IMG滑材）を実施することとした。なお、滑材の注入は、削進管（ $\phi = 2.43m$ ）1本当たり200ℓとし、削進中、断続的に先導管上端部より注入することとした。

(3) 使用管 外径812.8㎜、肉厚12.7㎜、長さ2430㎝×58本・2200㎝×5本、重量609kg本、品種STK51-A加工…片側ベベル加工

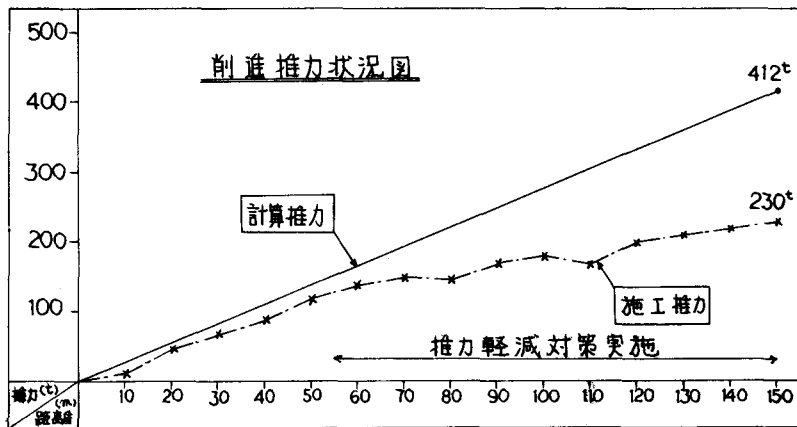
(4) 沈下計測 管径がφ800㎜と小断面であることとテールボイドがないため、過去の施工実績では地盤沈下の発生は皆無であるが、今回は軟弱地盤における長距離削進施工という観点から、先行沈下・通過時の沈下・後続沈下の動向について計測を実施することとした。

6. 施工結果

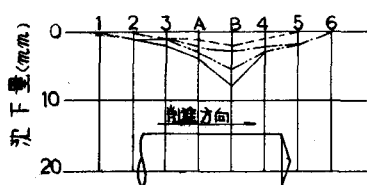
(1) 推進（削進）力 今回の施工した削進距離（150m）の所要推力は、下図のとおりであった。

(2) 施工精度 削進施工時における先導管の位置計測は、到達部で左右・高低ともに20%以内の高精度であった。

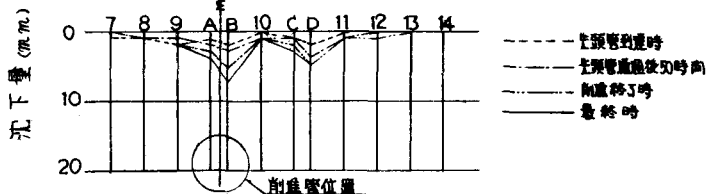
(3) 沈下計測 地盤沈下の状況は、下図のとおりであった。



No.1 ブロック



No.1 ブロック



7. あとがき

削進の推進力算定は、下水道協会（JSWASA-2）と南野輝久氏の「管周囲が粘性土の場合の改定式」があるが、この算定結果はかなりの開きがあり、実測値から見ると改定式にやや近くなっているものの長距離削進の実績が少ないことから今後、推進力の算定にあたっては、軽減方策を含め検討する必要がある。