

掘削深度 19mの立坑を2段支保工で掘る (デリー地下鉄第二期工事)

パシフィックコンサルタンツインターナショナル
 パシフィックコンサルタンツインターナショナル
 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

Delhi Metro Rail Corporation Limited
 Delhi Metro Rail Corporation Limited

正会員 ○山岡 一雅
 泉 千年
 阿部 玲子
 JITENDRA TYAGI
 RAJAN KATARIA

1. はじめに

デリー地下鉄第一期工事(延長約65km)は、2006年11月に全線が開業した。引き続きデリー地下鉄第二期工事(延長約102km)が2006年よりスタートし、2010年のコモンウェルスゲーム(旧英国領の国々が集うスポーツ大会)開催までに全線を開業すべく、現在急ピッチで施工が行われている。その内地下区間は約18km、14駅で、開削工法、シールドトンネル工法、都市NATM工法により工事が行われる。

その地下駅のひとつであるMALVIYA NAGAR駅(設計施工業者: DYWIDAG-L&T-SAMSUNG-IRCON-SHIMIZU JV)のシールド発進立坑の掘削工事が2007年11月末に完了した。

この立坑は掘削深度19mを支保工2段で施工しており、地盤概要と山留め壁の設計および現場計測結果を報告する。

なお、パシフィックコンサルタンツインターナショナルを幹事とするGeneral Consultant(GC)グループは、事業者のデリー地下鉄公社(DMRC)に対して、調査、設計および施工管理等のアドバイザーサービスを実施している。

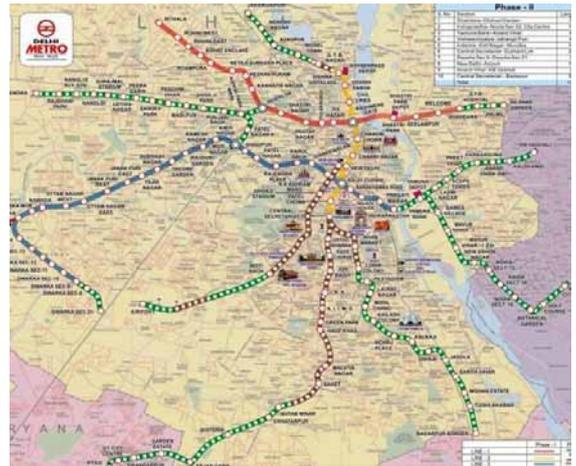


図-1 デリー地下鉄路線図

第二期工事 ■■■ : 地下区間、■■■■ : 高架区間
 出典: <http://www.delhimetrorail.com/index.htm>

2. 立坑形状

立坑横断面図を図-2に、立坑の写真を図-3に示す。掘削規模は深度19.2m、幅23.6m、延長61.2mである。

山留め壁は径900mmの場所打ちコンクリート杭(Bored Pile)を1.6m間隔で施工し、杭間はショットクリートで背面地盤を抑えた。山留め壁の全長は22.5m、根入長さ5mである。支保工の切梁は、1段目: GL-4.42m 2-ISWB600, ctc 9.0m、2段目: GL-9.97m 3-HEM700, ctc 9.0mとH鋼材を束ねている。

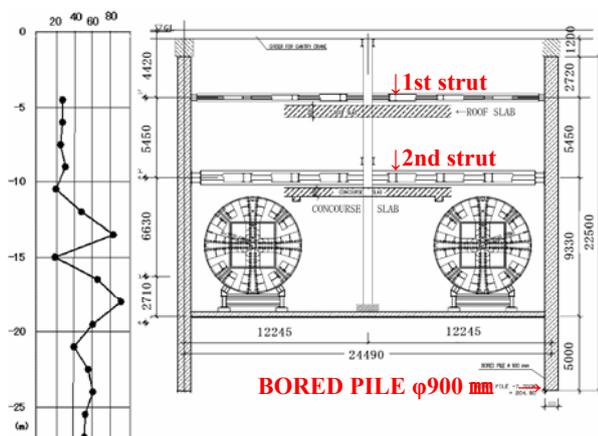


図-2 立坑横断面図



図-3 立坑写真

SPT-N

キーワード 土留め、開削トンネル、地下構造物、現場計測、シルト

連絡先 〒206-8550 東京都多摩市関戸 1-7-5 パシフィックコンサルタンツインターナショナル Tel 042-372-6579

3. 地盤概要

掘削地盤は地表面付近N値 28、掘削床付け面付近N値 60 のデリーシルトである。デリーシルトの粒径加積曲線を図-4に示す。75 μ 通過百分率が70~80%である。現場近傍において地山が5~6m 自立している所があり、見かけの粘着力も40~50kN/m²程度ある。しかし、実際に手で掴むとパサパサになってしまう。

設計地盤定数は $\gamma=19.5\text{kN/m}^3$, $\phi=30^\circ$, $C=0$, $E=350C_u \text{ kN/m}^2$ ($C_u=10+6Z$)を採用している。なお、本立坑の地下水位はGL-30mと低い。

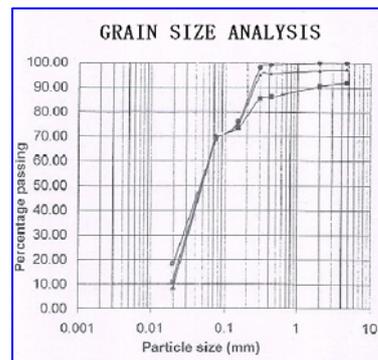


図-4 粒径加積曲線

4. 山留め設計

山留め壁の設計は、弾塑性 FEM 解析(SOFiStik modules ASE and TALPA) を採用した。FEM 解析では、弾塑性法(梁バネモデル解析)と違い、山留め壁の変形に応じて背面側側圧が再配分する挙動を考慮できる。

図-5に解析モデル図と最終掘削段階の山留め壁のモーメント図、変位図および背面側側圧図を示す。

図-5(d)において、山留め壁の変形に伴い、背面側側圧分布が2段目切梁位置で増加し掘削底板付近で減少する傾向が見られる。

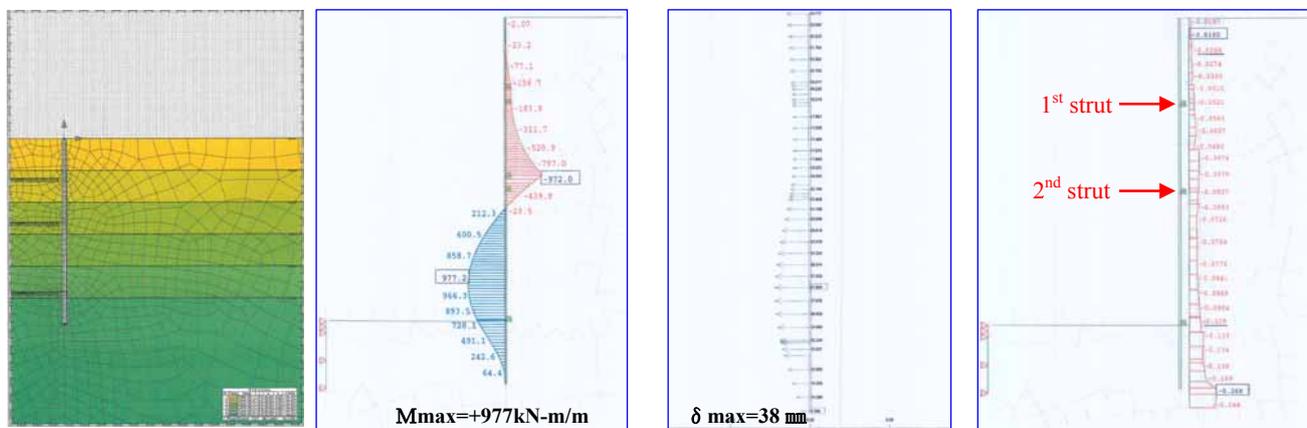


図-5(a) FEM 解析モデル図

(b) モーメント図

(c) 変位図

(d) 背面側側圧図 (MPa)

5. 現場計測結果

現場計測は、切梁軸力計測(3断面)、山留め壁変位計測(5箇所)および地表面変位計測(6測線)を実施した。

切梁軸力計測結果を表-1に、山留め壁変位結果を図-6に示す。

表-1 切梁軸力(計測方法:ひずみゲージ)

切梁位置	(1)設計値(kN)	(2)計測値(kN)	比率 (2)÷(1)
1段目	1,940	540~640	0.28~0.33
2段目	9,900	1,800~1,980	0.18~0.20

6. まとめ

切梁軸力および山留め変位は設計値よりかなり小さく、掘削は無事完了した。

地下14駅の山留め壁は、場所打ちコンクリート杭(Bored Pile)、H鋼親杭横矢板壁(Soldier Pile)およびRC地下連続壁本体利用(D-Wall)が採用されている。

今後、これらの山留め壁の逆解析を行い、設計地盤定数の評価を行う予定である。現在、他工区のRC地下連続壁の逆解析例であるが、粘着力 $C=40\sim 50\text{kN/m}^2$ を設計地盤定数として評価できる結果も得られている。

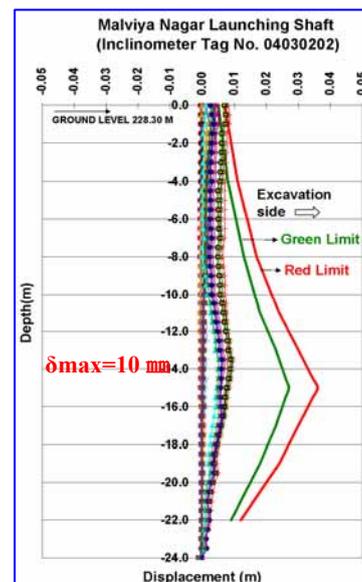


図-6 山留め壁変位計測結果

謝辞

本稿作成に際し、設計計算書、現場計測結果を快く提供していただいた、施工業者の監理責任者 Mr.C.P.Meier、設計主任 Mr.F.Cranach、地盤専門家 Dr.A.Khateeb、そして GC の Mr.R.Dutta に感謝の意を表します。