

Ⅲ-501

パイプルーフ下片押掘削に用いた弾塑性解析手法

日本鉄道建設公団 正会員 青木一二三
 " 正会員 河北 勝己
 (株) 鴻池組 正会員 樋口 正一
 " 斎藤 正人

1. はじめに

京都地下鉄東西線蹴上駅設備部（地下4層、延長66m）の建設工事に採用したパイプルーフ工について、その設計手法を述べる。

当工事は図-1に示す如く、交通量や埋設物の多い交差点での施工となるため、その片側に立坑を築造し、立坑中からのパイプルーフ工により所定の地下掘削を行うものである。地表沈下を抑制しながらいかにパイプルーフ下の掘削を行うかが設計及び施工上のポイントとなる。そのためには情報化施工を前提として、各施工段階で変位と応力を適切に表現できる解析手法が要求される。そこで土留工の弾塑性法を応用することにした。

2. 片押し掘削

パイプルーフ下の掘削（高さ5m、幅約70m）は立坑からの片押し掘削とした（図-2参照）。

図-3に示すように中間杭又は仮受け支柱の標準間隔は2.5mであり、所定の掘削が完了すればこれらの支保工を建込み、プレロードを作用させる。一列の支保工架設が完了した後、更に奥の掘削を繰返すという順序で、9次プレロードまで行った。掘削対象地盤は、洪積砂礫又はチャートや粘板岩の強風化岩で、場所により複雑に分布する。全体的には難透水性でN値は20以上である。

3. 解析手法

弾塑性解析に用いた解析モデルを図-4に示す。このモデル化の中での課題は次の二つであった。

第一の課題は、パイプルーフ根入れ地盤の塑性化の問題であり、掘削法面の形状を考慮に入れた受動土圧強度の設定である。そこで斜面上の直接基礎に關しすべり破壊の問題から算出される極限の支持力と同様にして受働土圧強度を求めることにした。第二の課題は、パイプルーフの変形や応力に有効な上載荷重の作用形態である。パイプルーフには掘削前から一定量の上載荷重が作用しているが掘削の進行に応じた荷重増加が考えられるべきである。そこでモデル図の如くの三角形荷重が順次作用するものと仮定した。

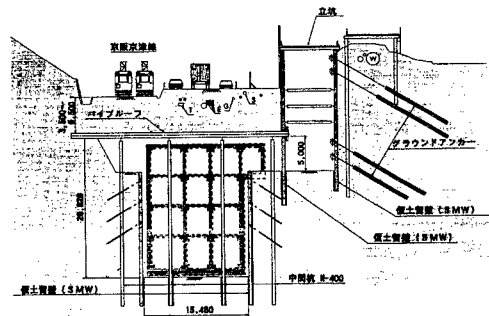


図-1 工事概要図

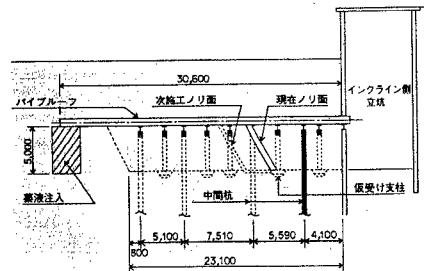


図-2 片押し掘削施工状況図

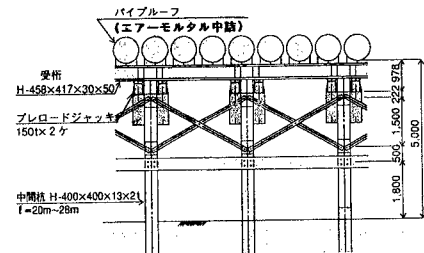


図-3 支保工図（中間杭）

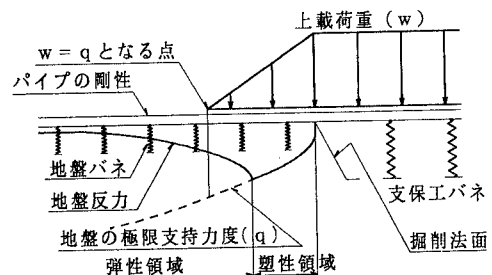


図-4 解析モデル

4. 事前解析と実測

1次掘削時と3次掘削時におけるパイプルーフの変形について、事前解析値と実測値を合せて図-5、6に示す。1次掘削時には実際の変形を事前解析値で表現できたが、3次掘削時には最大変位や変形モードに差異が認められるようになった。その理由の一つに、パイプルーフオーガ推進時の管周辺地盤のゆるみや支保工のガタといった施工に関する不確的要素が考えられる。

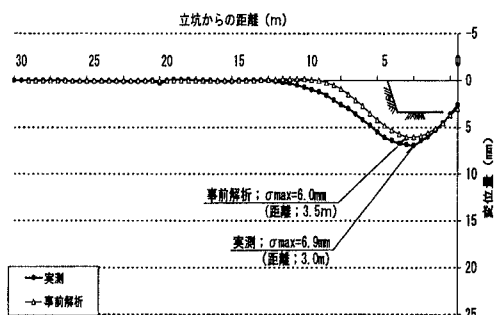


図-5 事前解析と実測（1次掘削時）

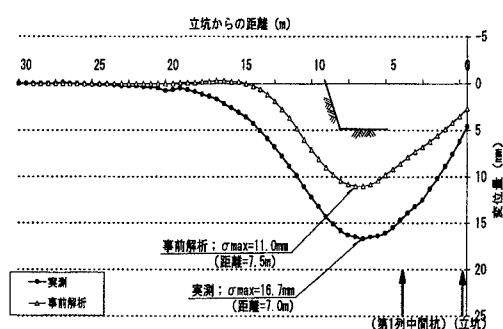


図-6 事前解析と実測（3次掘削時）

5. 逆解析と予測解析

3次掘削時で実測データからの条件の修正と逆解析による解析条件の見直しを行った。

表-1 事前解析と逆解析の主な解析条件

項目	立坑位置での馴染み (mm)	中間杭のバネ定数 (t/m/m)	仮受支柱のバネ定数 (t/m/m)	地盤の極限支持力度	プレロード量	上載荷重の載荷範囲 (m)	パイプ根入れ地盤の地盤反力係数
事前解析	0	20,000	12,000	$C=1.0\text{ t/m}^2$ で計算	分担荷重の80%	法肩より0.6m	20
逆解析・予測解析	4.3	11,000	3,000	$C=0.2\text{ t/m}^2$ で計算	分担荷重の100%	法肩より1.0m	10
備考	実測値より	実測値より計算	実測値より計算	変形を合せた逆解析より	分担範囲の見直しより	極限支持力の見直しに伴う修正	変形を合せた逆解析より

上記見直し条件で解析した3次掘削の変形を図-7に、最終形状時の予測解析と実測値を図-8に示す。

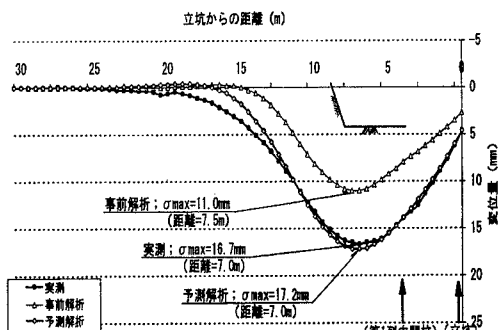


図-7 予測解析と実測（3次掘削時）

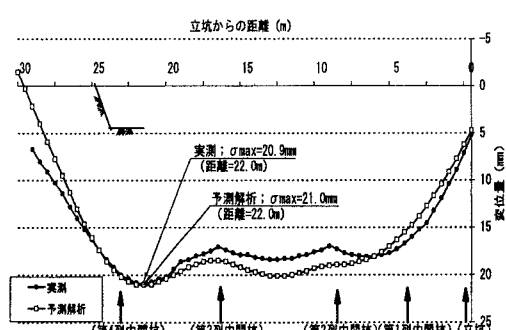


図-8 予測解析と実測（最終形状時）

6. まとめ

10次に渡る片押し掘削であったがこの弾塑性解析手法によってパイプルーフの変形実態を把握すると共に予測を行いながら大過なく施工を完了した。事前解析時の予測と異なり大きな変位が発生したが、途中で2度のパイプルーフの押上げ調整を行ない最大変位を20mm程度に抑えることができた。オーガ推進によるパイプ周辺地盤のゆるみが本解析に影響を与えたと思われるが、その設計上の対応は今後の課題とする。

参考文献：日本道路公団 設計要領第二集 第6編（橋梁基礎構造）