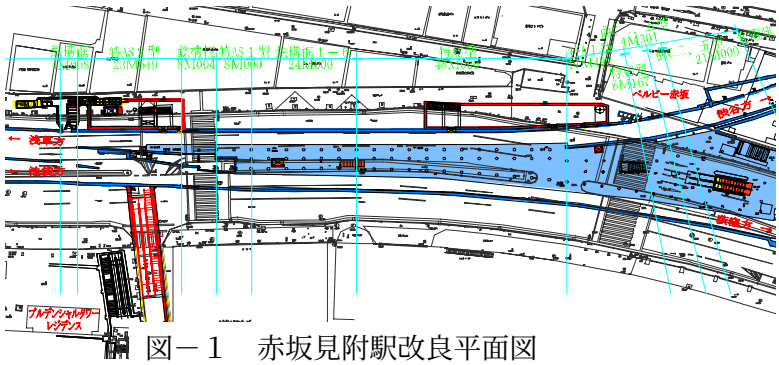
鉄構框と鉄筋コンクリートの複合構造物のアンダーピニング変状予測解析について

東京メトロ(株)　正会員　○　坂田　聡
西村　正和
藤村　正人
元 メトロ開発(株)　佐々木　繁

1. はじめに

赤坂見附駅改良工事は、駅の火災対策設備を充実させるため排煙設備用の構築及び二方向避難通路を設置する工事である。当駅は土被が約 2.3mと浅いため、既設構築下に構築を築造し、沿道ビルへ二方向避難通路を繋げることとした。本稿は、活線下という厳しい施工条件下におけるアンダーピニングの検討について、駅構築の変状予測解析を報告するものである。



図－1　赤坂見附駅改良平面図

2. 赤坂見附駅

本駅の特徴は以下の通りである。

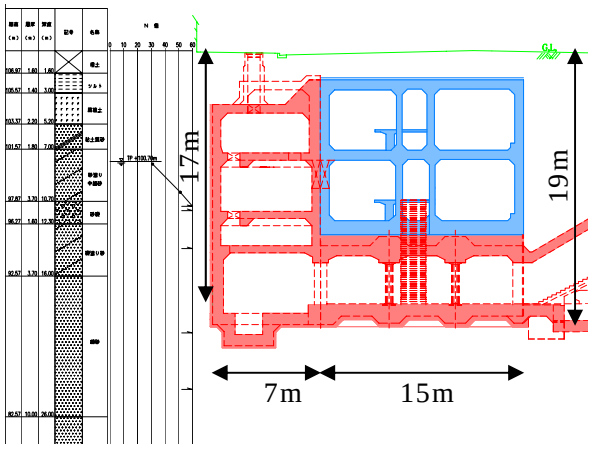
①構築縦断方向に 4mピッチで配置された鉄骨フレームをコンクリート版で結合した鉄構框区間とカルバートである鉄筋コンクリート区間からなっている。(図-1)

②銀座･丸ノ内両線が 1 面 2 線の二階型島式ホームで、昭和 13 年に築造した古い構築である。

③昭和 32 年の丸ノ内線建設時に大規模な改造を行い、構築を継ぎ足した構造である。

3. アンダーピニング概要

長さ25m×幅7m×深さ17mの立孔より構築横断方向に導孔掘削 3m×4m (延長 15m) を行いながら、BH 杭を打設し受桁を配する下受桁方式を採用した。地質は約 G.L－10.0m より下は N 値 50 以上の非常に固い砂質土となっており、地下水位も非常に高いことから、極めて難しい施工となる。(図－2)



図－2　赤坂見附駅改良横断図

4. 解析目的

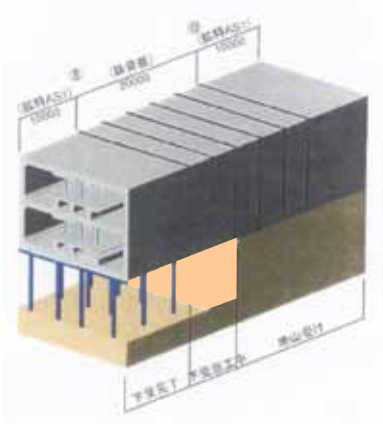
解析目的は以下の事柄を判断することにある。

① 構築を作る位置は、鉄構框区間下部と鉄筋コンクリート区間下部のどちらが適当か。

② 導孔掘削の方法としては、構築縦断方向に片側順押しで 6m無支保工と 3m無支保工のどちらが適当か。

5. 鉄構框区間解析内容

鉄構框区間では、その特徴から結合状態は構築縦断方向には連続性がないものと考え、框梁と床版部分はピン結合とした。そのため下受桁方式での変形に対しては、主に側壁の面内剛性によって支持する構造とした。解析モデルとしては、構築縦断方向の検討と、構築の面内せん断力の取り扱いを考慮するため、三次元シェルモデル (接点数 4,600、要素数 4,600) を採用した。部材のモデル化としては框梁･框柱をビーム、框間スラブをシェル、地盤･下受工をバネとした。



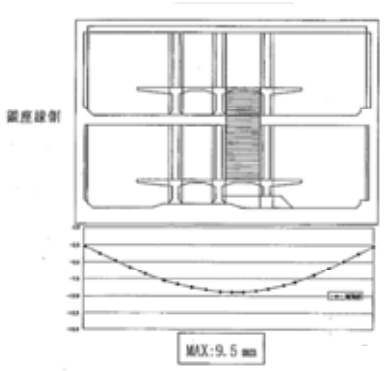
図－3　検討モデル

下受桁のばね値は下受桁＋下床版を評価し、支持杭上のたわみから算定し ks＝485,440kN/m²とし、導孔掘削では安全設計とするため無支保工区間の最大長さを導孔幅 2 個分 6mと想定して解析した。(図－3)

6. 鉄構框区間解析結果

鉛直変位分布を三次元モデルで見ると、側壁下の変位は約2.5mmであるが、中柱付近は最大で9.5mmとなった。これは、側壁が抵抗することにより側壁下の変位が抑制されたのに対し、中柱付近では縦断方向の梁の剛性が低いためであるが、一般的なアンダーピニング時の許容変位量 5.0mm を採用すると倍近い数値となる。(**図－4**)

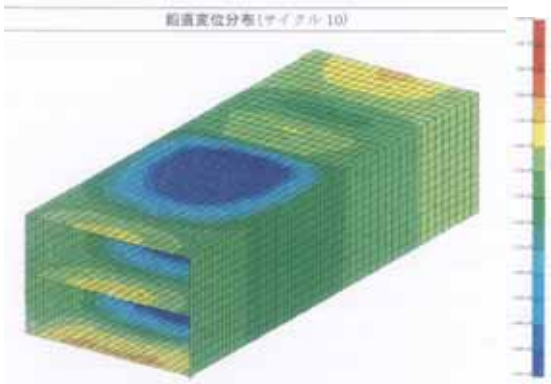
一方、面内せん断力の分布を見ると、変位を抑制する効果があった側壁に大きな面内せん断力が作用しており、側壁の配力鉄筋が許容値を上回った。



7. 鉄筋コンクリート区間解析内容と結果

鉄筋コンクリート区間は中央径間が鋼製中柱と SRC 構造の梁である通常のボックスカルバートであるため縦断方向の連続性は保たれており、構築は導孔掘削に対し側壁･床版等全断面によって支持するものとし、縦断･横断両方向を検討した。(**図－5**)

縦断方向では構築を弾性床上の梁として逐次解析を行い、導孔掘削の無支保工長さ 6.0m、24 ステップとして曲げモーメントが収束するまで行った。横断方向については、全ての条件を鉄構框区間と同様にして二次元フレーム解析を行い変位量、断面力を算定した(**図－6**)。結果は最大変位量が 8.8mmとなった。



図－4　最大変位図

最終的には導孔掘削の無支保工長さを3.0mとした。これにより変位量も構造応力度上も許容値を満足するに至った。

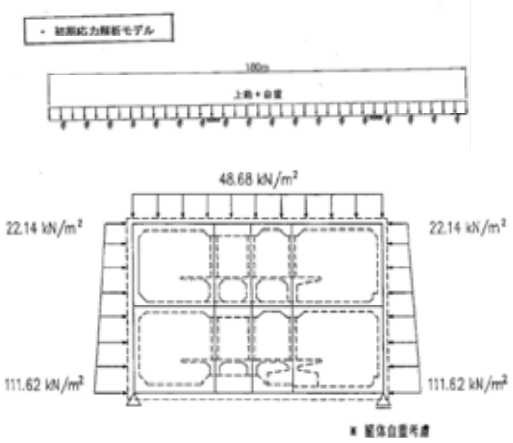
8. 最終案策定

① 構築を作る位置について

鉄構框区間と鉄筋コンクリート区間のどちらにおいても許容変位量を大幅に上回ったが、より変位量の少ない鉄筋コンクリート区間の下部に構築を作ることとした。

② 導孔掘削の方法について

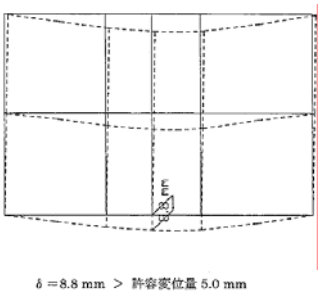
より変位量の少ない導孔掘削を選択することとし、なおかつ変位量、応力度とも許容値を満たすために無支保工区間を 6mから3mとすることとした。

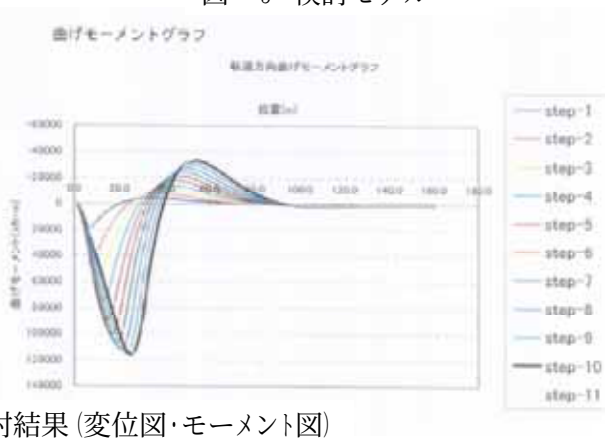


図－5　検討モデル

9. 終わりに

今回は、鉄構框という特殊構造区間はアンダーピニング工事には不向きであることが改めて浮き彫りになった。アンダーピニングは一般的施工法になりつつも、確実性を求められる施工法である。本工事もしっかりとした管理計画に基づいてアンダーピニングを行いたい。





図－6　検討結果（変位図･モーメント図）

キーワード：火災対策、鉄構框、アンダーピニング
連絡先：〒110－8614　東京都台東区東上野 3－19－6　東京地下鉄（株）工務部改良工事課　TEL03-3837-7095