

大開口を有する鉄道地下駅の設計法に関する考察

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 ○鈴木 和広
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 清水 幸範
 パシフィックコンサルタンツ(株) 水上 博之

1. はじめに

一般に、鉄道の地下駅は開削トンネル工法により建設され、掘削空間の有効的な利用等の観点から矩形の断面形状となることが多い。この矩形断面のトンネル内には、軌道や乗降場はもちろん、コンコース、券売機、定期券売り場、改札、トイレ、昇降設備等の旅客が利用する設備、駅事務室、倉庫、電気室、空調機械室、信号通信機器室、排水ポンプ室、トンネル換気室等の駅および隣接するトンネルの機能を維持するための諸設備が収用される。これらのなかで、開削トンネル躯体に比較的大きな開口が必要となるものとしてエレベーターや階段等の昇降設備、トンネル換気用開口、または諸設備の入れ替え等のために必要な設備開口があげられるが、これらの開口の大きさは最大でも10m×10m程度までである。

筆者らが設計を担当したA駅においては、21.0m×13.0m程度と鉄道の地下駅として規模の大きい床版開口が複数必要であるとともに、開削トンネルに作用する左右の側圧が不均衡であるとの条件があった。このため、本駅躯体の構造解析に3次元の弾性有限要素法解析を用い、部材のスリム化を図るとともに、通常の横断面の骨組み解析のみでは評価しきれないトンネル縦断方向の補強の必要性等について考察した。本稿は、これらの概要について述べるものである。

2. 地下駅および設計条件の概要

新設する地下駅は、乗降場2面、軌道4線であり、幅約50m、掘削深さ約30mの変則4層4径間構造である。躯体左側壁には、駅換気および隣接する建物との接続のため、高さ約15m、奥行き約40mの開口があいている。

また、地下2階、地下3階の中小版には、駅換気および意匠等の理由から奥行き長径21.0m、短径13.0m、長径13.0m、短径7.8mの楕円形状の開口がそれぞれあいている。図-1に、地下駅の横断面と平面を示す。

設計の主な条件は、①土留め壁がすでに築造されていたため部材厚の大幅な拡大は不可能である、②躯体左側では民間ビルの建設が予定されており地下3階程度まで掘削される予定であったため、躯体右側に作用する偏側圧を軌道階(地下4階)の側圧および地盤反力のみで支持する必要がある、の2つであった。このような厳しい条件を、通常の横断面の骨組み構造解析、地下躯体と

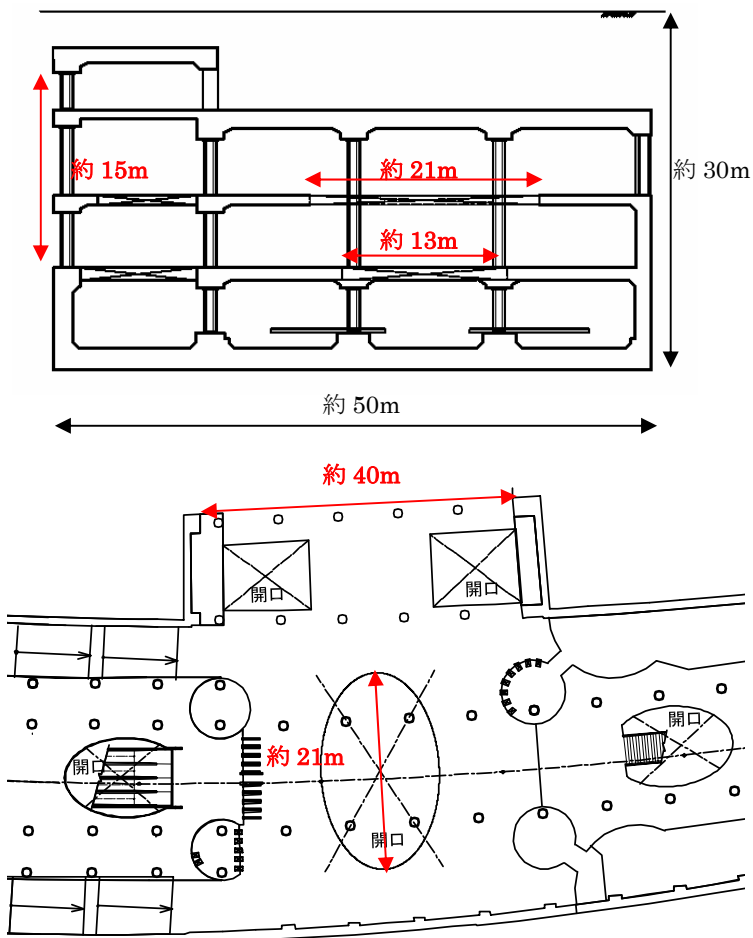


図-1 地下駅の概要図

キーワード 開削トンネル, 鉄道地下駅, 3次元FEM解析,

連絡先 〒163-0730 東京都新宿区西新宿2-7-1 パシフィックコンサルタンツ(株)鉄道部 TEL 03-3344-0575

等価な剛性をもつ縦断方向の骨組み構造解析, はりモデルによる開口補強設計等で満たすのは困難と判断し3次元の有限要素法解析を実施することにした。

3. 有限要素法解析の概要と結果

有限要素法解析の目的は, 図-2a) に示すように, 偏側圧が作用する横断面の骨組み解析では左側へ大きく傾斜する躯体を, 図-2b) に示すように, 3次元の立体解析により各床版に生じる軸力を求め, 躯体の傾斜を抑制するとともに, この影響を評価するものである。

床版や側壁はシェル要素で, 鋼管柱や縦桁ははり要素でモデル化した。図-3 に解析モデルを示す。

図-4 は, 解析モデル全体の変形の状況を, 図-5 は偏側圧により各床版に生じる軸力の1例を示したものである。この軸力を横断面の骨組み構造モデルの各床版に作用させて解析を行うことにより, 部材厚を大幅に厚くすることなく設計することができた。

本稿で示した方法を有効に活用することにより, 地下躯体の形状の選定の自由度が高まると考えている。また, 既設の開削トンネルの近傍を大きく掘削する場合, バリアフリー化等で既設の開削トンネルに大きな開口をあける必要がある場合などでも, 本方法を有効に使うことができると考えている。

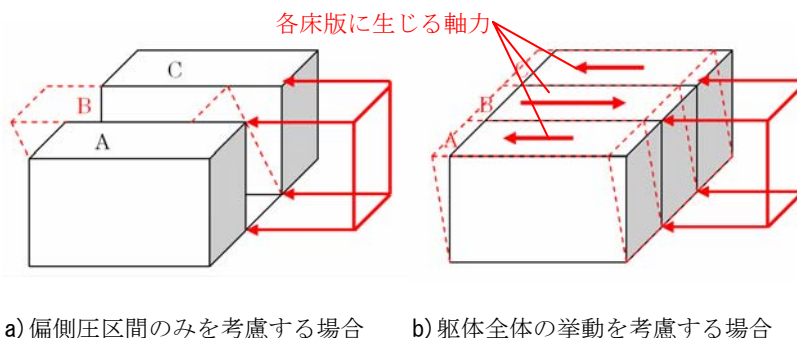


図-2 偏側圧が作用する躯体の挙動

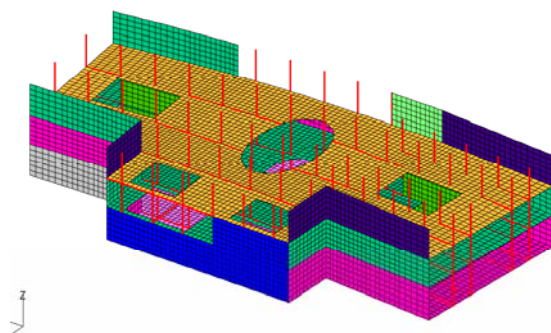


図-3 解析モデル全体 (上床版をはずしている)

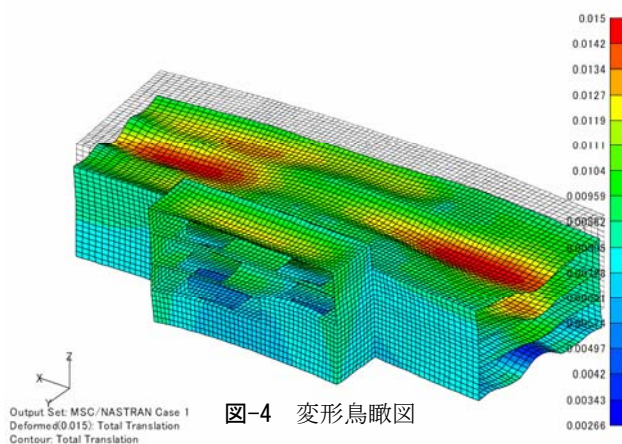


図-4 変形鳥瞰図

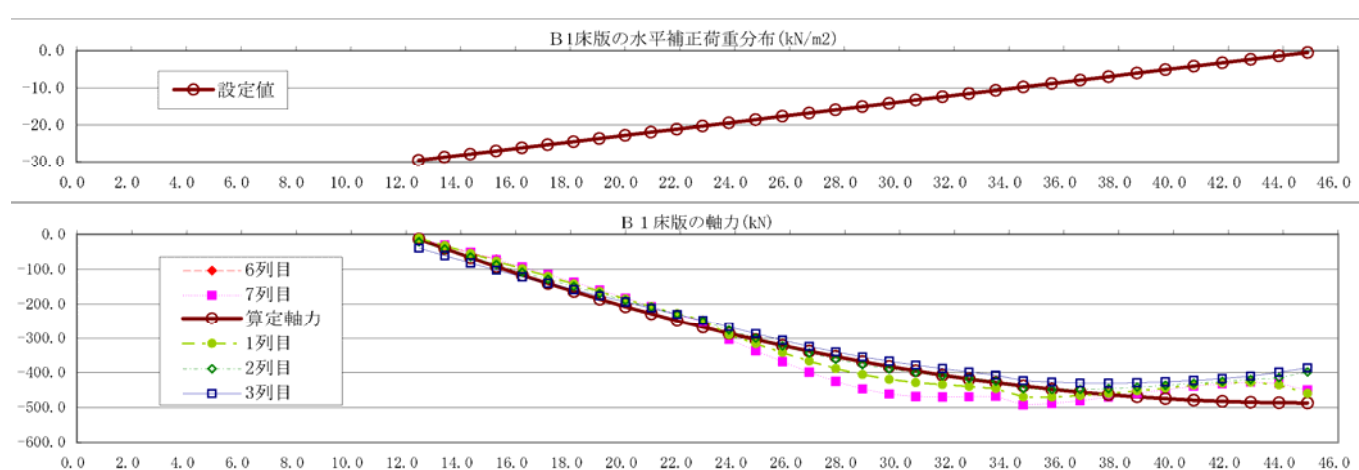


図-5 偏側圧により B1 中床版に生じる軸力の例