

骨組み構造解析における既設地下駅の床版開口モデル化に関する一検討

鉄道総合技術研究所
東京地下鉄
メトロ開発

正会員
正会員
正会員

○牛田 貴士
新井 泰
田中 篤史

正会員
非会員
非会員

仲山 貴司
岡ノ谷圭亮
佐藤絵理子

1. はじめに

駅のバリアフリー化のためのエレベーター、エスカレーター設置等に伴って、既設地下駅の床版を開口する事例が増えている。ここで、地下駅の構造計算には一般に二次元骨組み構造解析が用いられる。これまで既設側壁の開口を対象として開口延長等を考慮したモデル化手法の検討は行われているものの、既設床版開口時に開口延長や開口幅を考慮したモデル化手法の検討例は見当たらない。そこで本稿では、二次元骨組み構造解析における床版開口のモデル化手法の検討を実施した。

2. 床版開口のモデル化手法の検討

二次元骨組み構造解析における床版開口のモデル化手法を、既往の側壁開口のモデル化手法¹⁾を参考に検討した。床版開口部は軸剛性を低減した仮想梁でモデル化し、その低減率 α は開口延長中央における開口スパンの縮み量が、同位置の側壁たわみ量と一致するように設定する方法とする。この方法は、二次元骨組み構造解析で軸剛性低減率 α のパラメトリックスタディを実施し、三次元FEM等との比較から逆解析的に α を求解することになる。そこで、実用性を考慮して構造諸元等から α を順解析的に算出する簡易法を検討した。

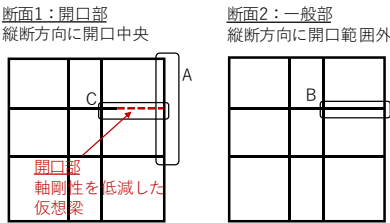
簡易法を用いた軸剛性低減率 α の算出手順を式(1)～(3)および図1に示す。簡易法では床版開口付近の側壁を二方向スラブでモデル化することで開口延長を(同図A)、開口する床版の軸剛性低減範囲により開口幅を(同図B)考慮するモデルである。

$$\delta_1 + \delta_2 = \frac{w_x L_x^4}{384EI} + \frac{w L_y}{E}, \quad w_x = \frac{L_z}{L_x + L_z} w \quad (1)$$

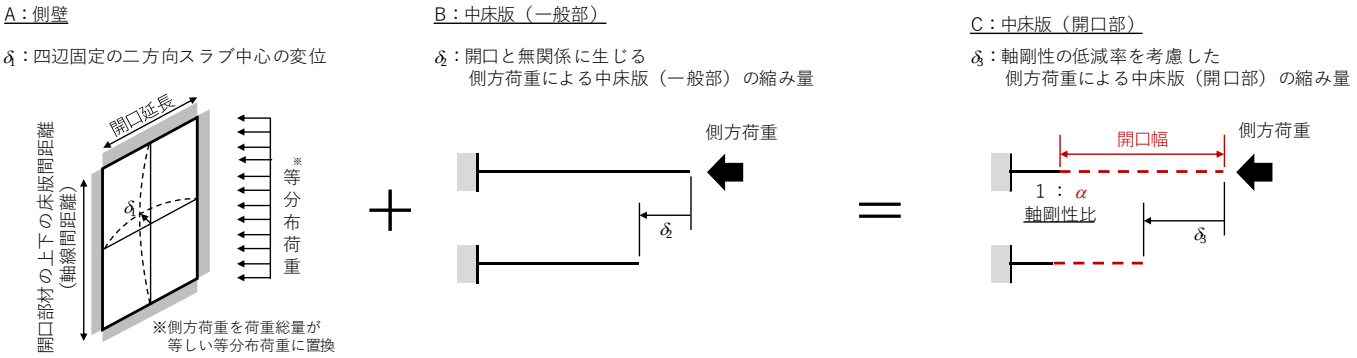
$$\delta_3 = \frac{w L_y'}{\alpha E} + \frac{w(L_y - L_y')}{E} \quad (2)$$

$$\delta_1 + \delta_2 = \delta_3 \quad (3)$$

ここで、 α ：軸剛性低減率、 δ_1 ：四辺固定スラブのたわみ量、 δ_2 ：中床版（一般部）の縮み量、 δ_3 ：中床版（開口部）の縮み量、 w ：分布荷重、 w_x ：短辺方向が分担する分布荷重、 L_x ：短辺方向のスラブ長さ、 L_z ：長辺方向のスラブ長さ、 L_y ：開口を有する1スパン分の中床版のスラブ幅、 L_y' ：開口幅、 E ：部材の剛性、 I ：側壁の断面二次モーメント



a) A~C の位置



b) 式(1)～(3)の概念図

図1 簡易法による軸剛性低減率 α 算定の模式図

キーワード 既設地下駅、二次元骨組み構造解析、床版開口、剛性低減率

連絡先 〒185-8540 東京都分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7261

3. 試解析条件

提案する簡易法の試解析を図2の断面で実施する。コンクリートのヤング係数、ポアソン比は 25 kN/mm^2 , 0.2 とし、鋼材は 200 kN/mm^2 , 0.3 とした。簡易法による軸剛性低減率 α は開口延長 10.0 m で 0.013 である。背面地盤は $N=30$ の一様な砂質土であり、鉄道開削トンネルの設計基準を用いて地盤反力係数は 14 639 kN/mm^2 とした。

また、図3のモデルで比較検討用の三次元 FEM を実施した。延長方向に5径間分の側壁、床版、中柱を8節点ソリッド要素 (235 654 節点, 203 372 要素) でモデル化した。二次元骨組み構造解析、三次元 FEM とともに開口なしのケースも実施した。なお、本検討では開口補強の効果は考慮していない。

4. 試解析結果

二次元骨組み構造解析および三次元 FEM による側壁の曲げモーメント分布を図4に示す。骨組み構造解析結果は、側壁開口のモデル化手法を検討した既往研究²⁾を参考に、FEM と比較するために補正係数 0.75 を乗じた値も併記した。開口なしのケースは補正係数を考慮することで、おおむね三次元 FEM と一致する結果を得た。そのため、補正係数を乗じることで、開口延長 10.0 m のケースで FEM との差異は開口部のモデル化手法に起因するものとして評価する。

開口延長 10.0 m のケースでは、両手法とも開口した床版付近で側壁の曲げモーメントが負曲げから正曲げに転じ、上床版から B2 中床版までを1スパンとした曲げモーメント分布を示している。本試解析の条件においては、補正係数を考慮した骨組み構造解析が、三次元 FEM の結果を包括する結果を確認した。

5. まとめ

本稿では、既設地下駅の床版開口部のモデル化手法に関する検討を行った。開口幅、開口延長等を考慮して開口部の軸剛性を低減するモデル化手法を検討し、剛性低減率の具体的な簡易法の一例を示した。また、簡易法の試解析を実施し、その条件において、提案する簡易法を用いた二次元骨組み構造解析による側壁の曲げモーメント分布が、三次元 FEM を包括することを確認した。手法の汎用性検証には、開口延長や開口位置、中柱間隔等に対する検討の深度化が必要と考えられる。今後、これらの課題に取り組む計画である。

参考文献

- 1) 牛田貴士, 仲山貴司, 津野究, 焼田真司: 開削トンネルを対象とした側壁開口部のモデル化に関する一検討, トンネル工学報告集, Vol.23, pp.377-382, 2013.
- 2) 水上博之, 新井泰, 仲山貴司, 津野究: 既設開削トンネル側壁に設置する開口の幅を考慮可能な二次元骨組設計手法の提案, 土木学会論文集 F1, Vol.73, No.3, pp.I_85-I_94

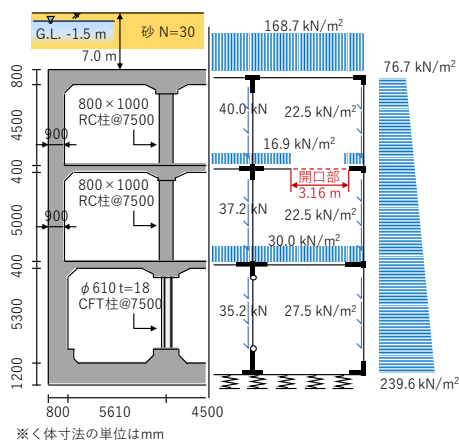


図2 試解析断面

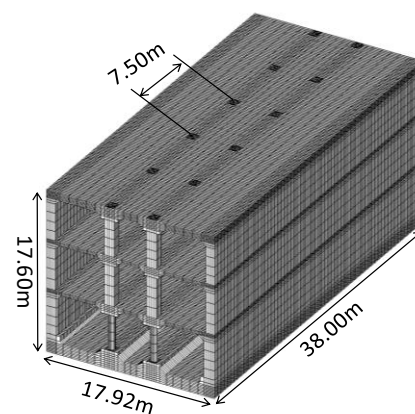


図3 三次元有限要素モデル

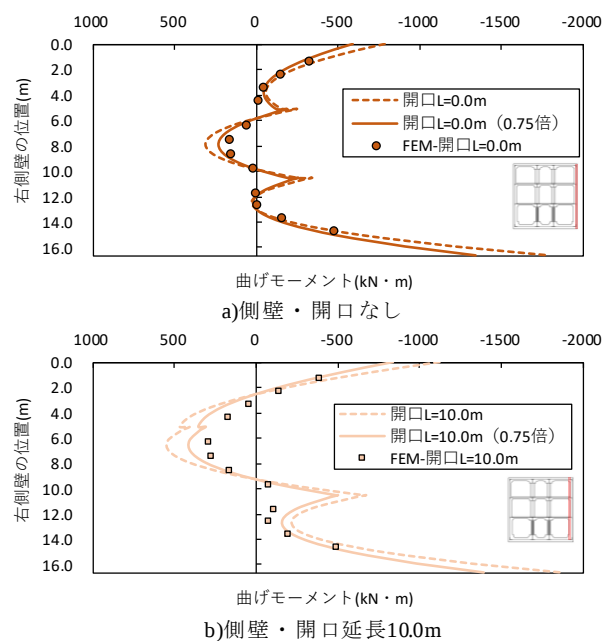


図4 二次元骨組み構造解析と三次元 FEM の曲げモーメント分布の比較