

開削トンネルの拡幅工事に伴う側壁開口部のモデル化に関する検討

(公財) 鉄道総合技術研究所

正会員 牛田 貴士, ○仲山 貴司
津野 究, 焼田 真司

1. はじめに

現在, 鉄道の地下駅では混雑緩和や機能向上などを目的とした空間拡幅の需要から拡幅工事が増加している。バリアフリー化に伴う小規模な拡幅工事はこれまでも行われてきたが, 近年では大規模化の傾向があり, 三次元挙動を考慮した評価が必要と考えられる。そこで本検討では, 側壁開口の大規模化に起因する三次元挙動を二次元解析モデルで評価する手法を提案して, 実験によりその妥当性を検証した。

2. 三次元挙動の二次元モデル化手法

既報¹⁾に示す検討対象を図-1に示す二次元はりモデルで評価する。剛域の設定は鉄道構造物等設計標準開削トンネル²⁾に準じており, 開口部は剛性低減した仮想梁でモデル化した。

図-2に示す既往法は, 剛性低減率 α を開口幅 L と中柱間隔 W の比率で決定するものであり, 開口部の平均的な挙動で評価する。それに対して, 図-3に示す提案法は開口部中央の変位に着目して, 開口部を等分布荷重が作用する両端固定梁でモデル化したときの変位と仮想梁の変位が一致するよう剛性低減率 α を決定する。

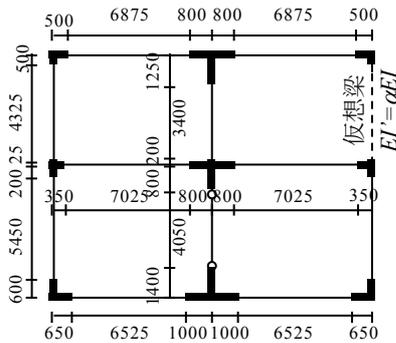


図-1 二次元解析モデル

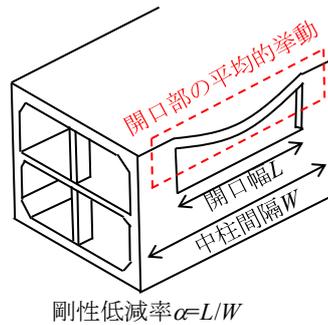


図-2 既往法概念図

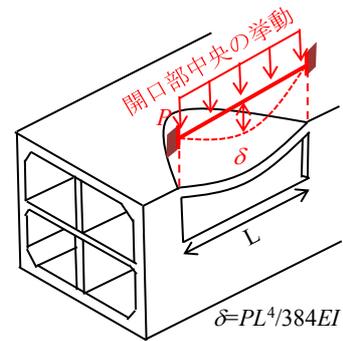


図-3 提案法概念図

3. 開口断面挙動の検証

開口幅 L をパラメータとして, 発生曲げモーメントの傾向を図-4に示す。なお, 三次元モデルは既報¹⁾と同じモデルを用いた。

既往法では, 開口幅が発生曲げモーメントに影響しないことが分かる。しかし, 三次元解析では開口幅の増加に伴って発生曲げモーメントも増大しており, 既往法は大規模開口の挙動評価に不向きであると考えられる。一方, スパン中央変位に着目して剛性低減率 α を算定する提案法によれば, 大規模開口時の曲げモーメント増加を再現できることが示された。

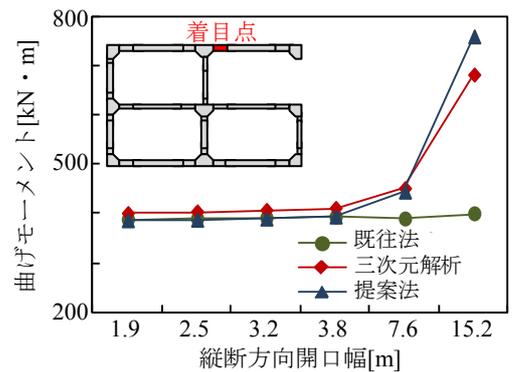


図-4 発生曲げモーメントの例

4. 実験的手法による提案手法の検証

10 mに相当する開口部を有する開削トンネルの亚克力模型(図-5参照)を土槽(図-6参照)に設置して, 豊浦標準砂(密度: 1.335 g/cm³~1.646 g/cm³)の模型地盤を空中落下法で作成した。落下高さは1.0 mで, 地盤の相対密度は約85%であった。実験は模型地盤の上床版側から等分布荷重を作用させて, 模型の開口がある

キーワード 開削トンネル, 側壁開口, 二次元解析, 三次元挙動, 土槽実験

連絡先 185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 トンネル TEL:042-573-7266

横断面(A)と開口がない横断面(B), 開口部の縦断面(C)でひずみ分布を測定した。

測定されたひずみから換算した曲げモーメントと, 提案法による曲げモーメントの比較を行う。縦断面(C)の曲げモーメント分布を図-7 に示す。開口上部を両端固定梁として算定した値と実験値には, よい一致が見られた。また, 計算された開口スパン中央のたわみ量は0.7 mm であった。横断面(A)の実験値および算定値を図-8 に示す。実験値と測定値はよく一致しており, 試験結果の妥当性が確認できた。横断面(B)の実験値および算定値を図-9 に示す。提案法の剛性低減率 α は上下床版のたわみを考慮して両端固定梁の 2 倍に相当する1.4 mm が生じるように設定した。提案法と実験値はよく一致しており, 大規模開口の影響を再現しうる手法であることを実験的に示す結果を得た。

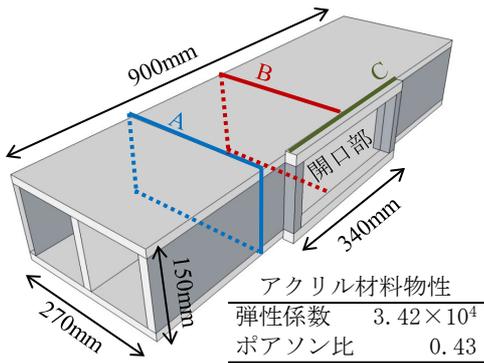


図-5 トンネル模型

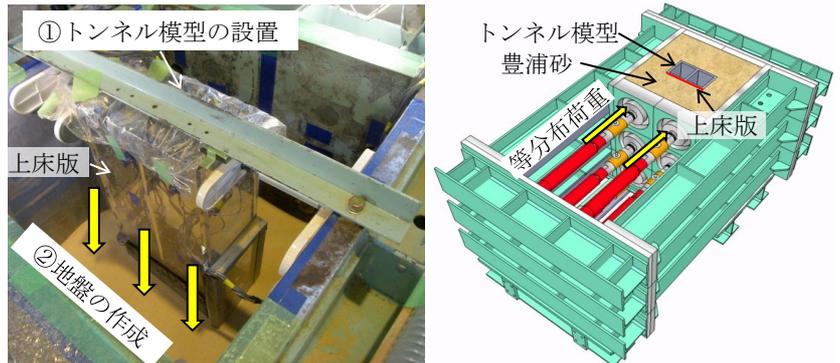


図-6 模型設置状況

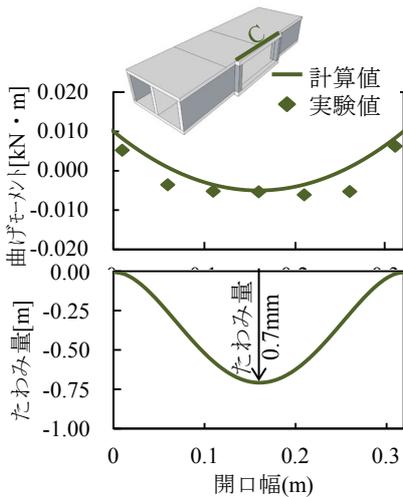


図-7 断面(C)曲げモーメント

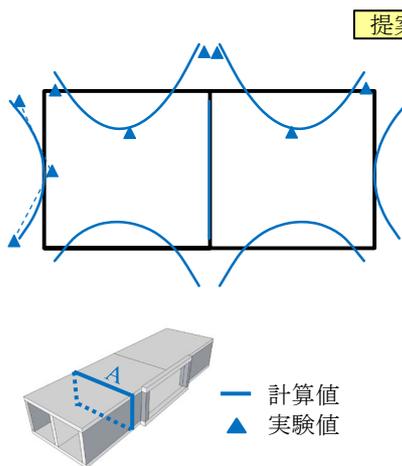


図-8 断面(A)曲げモーメント

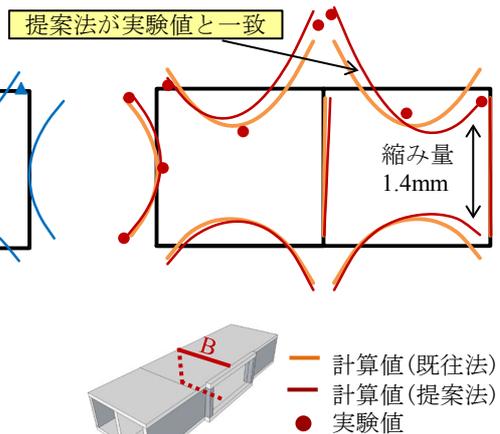


図-9 断面(B)曲げモーメント

5. おわりに

開削トンネルの側壁開口に起因する三次元挙動の評価法を提案した。また, 模型載荷実験を実施して, 発生断面力が提案する評価法による計算値とよく一致することを確認した。これにより, 三次元挙動を二次元フレーム解析で評価する手法のひとつとして, 開口スパン中央のたわみに着目して仮想梁の剛性低減率を決定する手法が有効であることを例証した。

なお, 本研究の一部は, 平成 24 年度国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて行われたものである。謝辞: 本研究の土槽実験を実施するにあたって, 株式会社 TESS の松本吉雄氏には多大なるご協力をいただいた。ここに深謝の意を表す。

参考文献

- 1) 松下恵梨ら: 第 67 回土木学会年次学術講演会, III-087, pp.173, 2012.
- 2) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル, 2001.