

異方向の箱型函渠が一体となった開削トンネル設計に関する一考察

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 ○金子 正之
パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 山田 幹世

1. はじめに

対象箱型函渠は、箱型函渠が上層と下層で直角に交差し一体になった構造形式である。図1に箱型函渠構造図を示す。両方向の中床版には開口(5m×4m)が設けられている。このような特殊な構造形状のため、一般的な各断面に着目した2次元骨組構造解析と一体での3次元FEM解析との比較を行った。

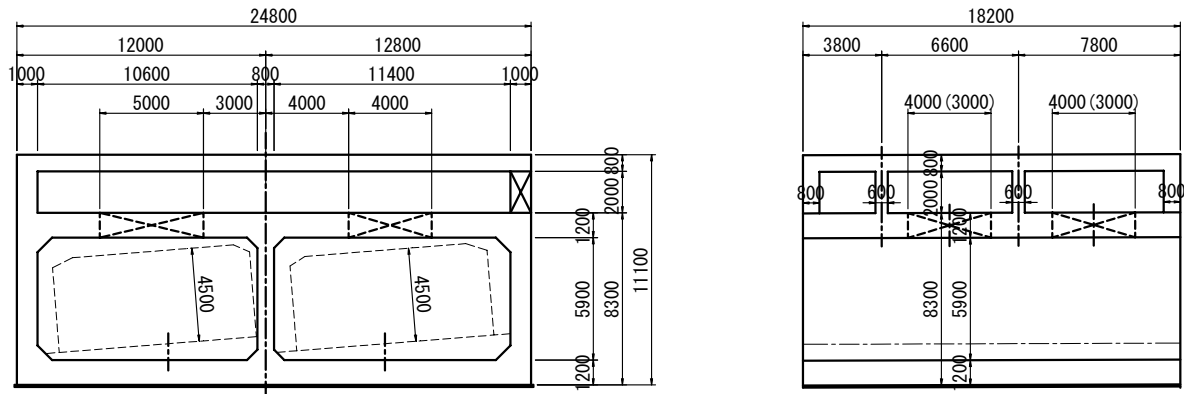


図1 箱型函渠構造図

2. 現状での課題

箱型函渠の解析は横断方向断面の2次元骨組構造解析により通常行うが、対象箱型函渠は以下に示す特徴を有することから、3次元FEM解析との比較を行った。

- ・異方向の箱型函渠が一体となった開削トンネルのため、解析断面が直交し、異方向ラーメン間の断面力伝達状況が不明確である。
- ・上層部函体は面的支持ではなく、側壁・中壁による支持のため中床版の断面力の発生状況が不明確である。
- ・上床版に比較的大きな開口があるため、開口付近の断面力の発生状況が不明確である。

3. 2次元骨組解析による検討

対象箱型函渠の構造解析フローを図2に示す。

- ①下層函渠の解析では上層は死荷重と見なし、2次元骨組解析を行った。
- ②上層部箱型函渠は下層部側壁および中壁に支持されている。下層縦断方向で4点支持された3連箱型函渠として2次元骨組解析を行った。
- ③異方向函渠の影響検討として、上層部隔壁を下層部側壁および中壁に支持されている主桁(梁部材)として解析を行った。解析モデルを図3に示す。

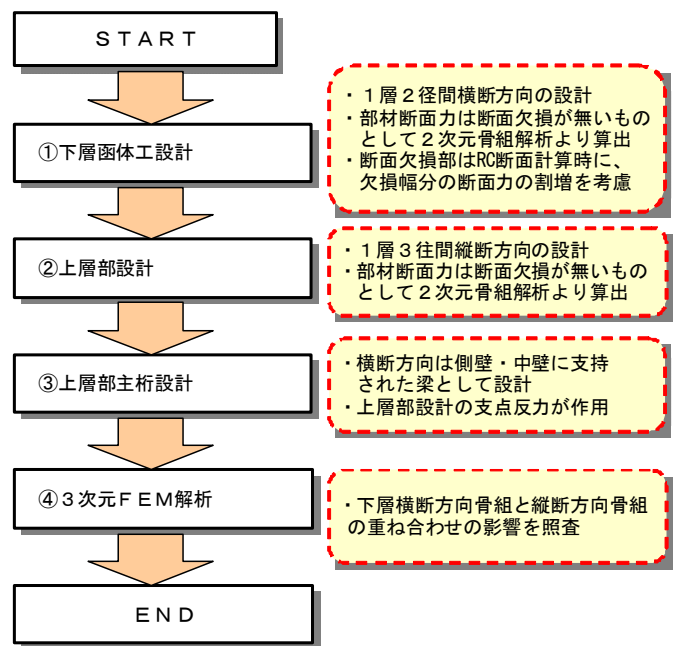


図2 構造解析フロー図

キーワード 箱型函渠, 3次元FEM解析, 開削トンネル, 異方向

連絡先 〒541-0052 大阪府大阪市中央区安土町 2-3-13 パシフィックコンサルタンツ(株) TEL06-4964-2282

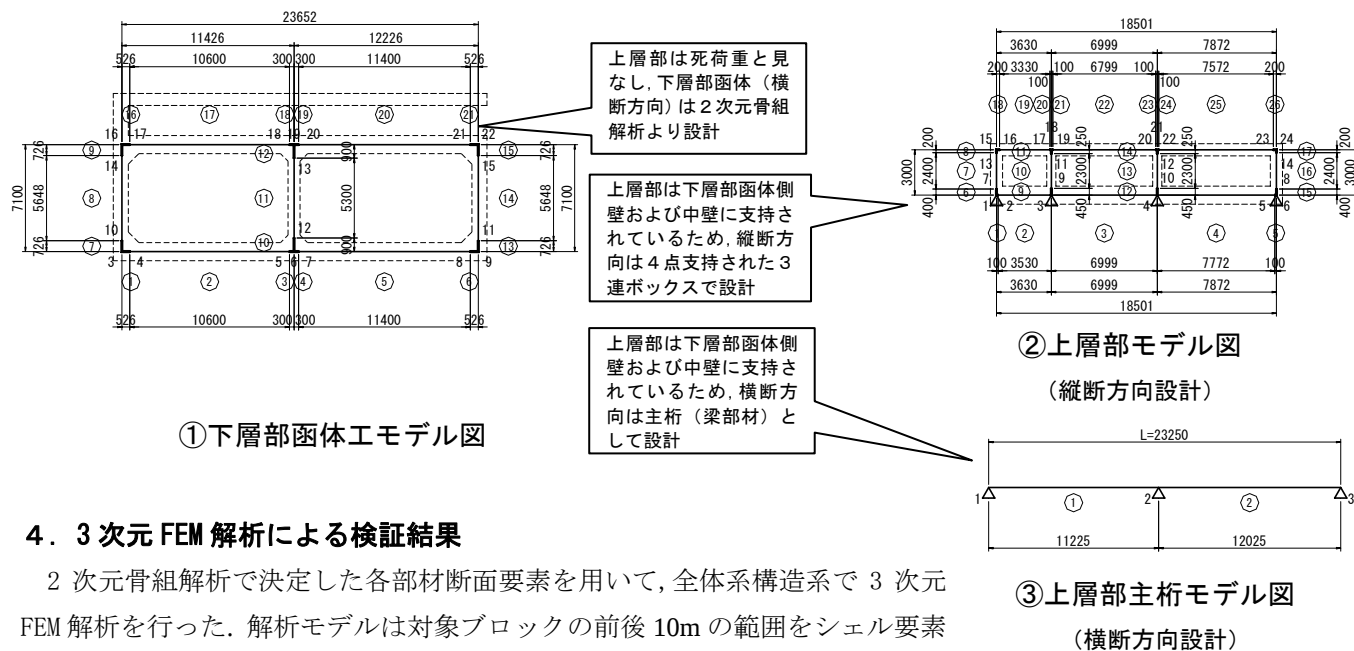


図3 2次元解析モデル図

4. 3次元FEM解析による検証結果

2次元骨組解析で決定した各部材断面要素を用いて、全体系構造系で3次元FEM解析を行った。解析モデルは対象ブロックの前後10mの範囲をシェル要素でモデル化した。図4にFEM解析のモデル図を示す。3次元FEM解析結果の概要を表1に示す。

- ① 上床版：3次元解析による断面力が2次元解析の断面力を上回る箇所はなかった。
- ② 中床版および下床版：3次元解析の断面力が2次元解析の断面力を上回る箇所があった。
- ③ 中壁・側壁：3次元解析の断面力が2次元解析の断面力を上回る箇所があった。
- ④ 中床版では道路横断方向だけではなく、道路縦断方向に対しても横断方向と同程度の断面力が発生した。図5に道路縦断方向での曲げモーメントの断面力コンター図を示す。図5で中央の上層部隔壁で配力筋方向に道路縦断方向に大きな断面力が発生していることがわかる。これは中床版が下層部函渠では側壁および中壁に支持された二辺固定版であり、上層部の下床版としてはでは上層部の隔壁にも固定された二辺固定版という直交する二辺固定版の重ね合わせ状態となって、四辺固定版の断面力発生状況となっていることがわかった。

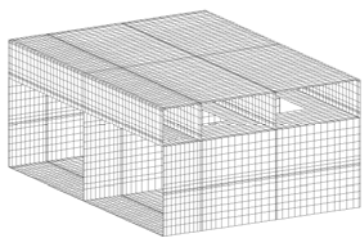


図4 3次元解析モデル図

表1 3次元解析結果

部材	曲げモーメント	軸力	せん断力	備考
上床版	—	—	—	
下床版	●(1.20)	—	●(1.17)	
中壁	●(5.69)	●(2.11)	●(24.2)	
側壁	—	●(1.71)	●(2.11)	

●：3次元解析断面力＞2次元解析断面力
 ()内数値は、3D/2Dの値で部材の最大値を示す。

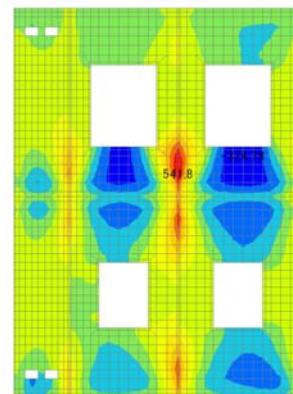


図5 断面力コンター図

5. まとめ

3次元FEM解析では多数の部材で局部的に2次元解析結果の断面力を上回る結果となった。特に中床版では道路縦断方向において大きな断面力が発生している。

本検討を行ったことで、スラブの場合にはスラブの上下方向にかかわらず、高い剛性を持った部材が支点断面力発生状況となることがわかった。よって、本設計の対象箱型函渠のような異方向の箱型函渠が一体となった構造では、2次元骨組解析では評価できない断面力が発生することがわかった。

6. おわりに

今後は厳しい条件のなかで必要な機能および安全性を満足するため、多種の機能が集約された複雑な構造物が多く計画されると想定できる。複雑な構造物形状に対して、適切な解析手法を判断した上で、必要に応じて3次元FEM解析が採用されることが期待される。