

既設シールドトンネル直上での部分掘削の影響検討手法に関する一考察

東京地下鉄(株) 正会員 ○沼田 敦
 メトロ開発(株) 橋口 弘明
 メトロ開発(株) 正会員 宇波 邦宣

1. はじめに

本年開業した東京メトロ副都心線で、建設途中に構築の一部を追加するという変更が生じた立坑がある。このため、シールドを先に掘進し、その後トンネルの直上を開削工法で構築を築造することになった。そこで、部分掘削に対するシールドトンネルへの影響検討に用いた手法について報告する。

部分掘削では、縦断方向の影響範囲が問題となる。縦断方向を考慮した解

析手法としては、一般的には立坑と周辺地盤及びシールドトンネルを3次元FEMでモデル化して評価する方法が考えられるが、セグメントの評価となるとモデルが複雑な上にかなりの細分化が必要となり、労力を費やすこととなる。またトンネル中心軸を軸線とする弾性床土梁モデル等も考えられ、この手法であればトンネル縦断方向の評価は可能であるが、トンネル周方向の評価は難しく、別途横断方向の検討が必要となる。そこで、比較的容易に短時間でモデル化でき、横断・縦断方向とも評価可能な3次元的多リングシェルを用いた。図-1.1に今回の検討対象となった立坑とシールドトンネルの概略図を示す。

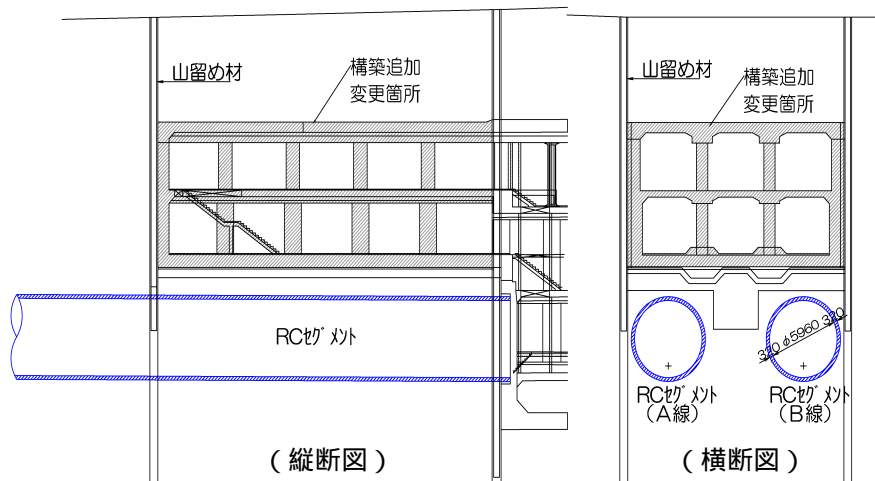


図-1.1 検討対象概略

2. 検討方法

単線シールド(RCセグメント、φ6600)2本を施工した後で、図-1.1に示す着色部の構築を開削工法にて築造するものである。床付時のシールドトンネルの土被りは約2.4mと非常に小さく、リバウンドによるシールドトンネルへの影響が懸念された。図-2.1に検討フローを示す。多リングシェルモデルは、トンネルに発生する断面力が土中部で安定状態になるまでを再現する必要があるため、シールドトンネルをシールド発進部から41リングまでシェル要素でモデル化し、縦断方向多リング解析を実施している。尚、今回は、検討手法の確認のため、開削部で最もトンネルに影響を及ぼすであろう断面に対し、2次元FEMによる横断方向解析も実施している。2次元FEMでは、シールド掘進、覆工設置、掘削～山留め設置といった施工手順を考慮したステップ解析を行い、覆工設置時と床付時のステップの差分から、開削工事によるセグメントの浮き上りを求めた。

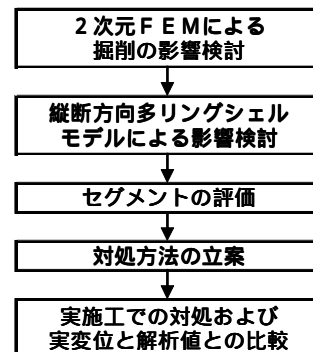


図-2.1 検討フロー

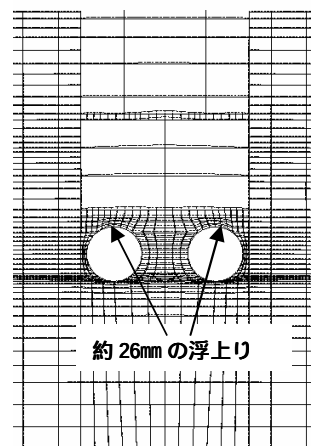


図-3.1 床付け時変位

3. 横断方向解析

2次元FEM解析によるステップ解析で得られた、床付け完了時の変位図を図-3.1に示す。このステップでシールド天端では、約26mmの浮き上りとなった。

キーワード：多リングシェルモデル

連絡先：〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄(株) 改良建設部設計課 TEL03-3837-7132

4．縦断方向解析

図-4.1 に解析モデルの概念図を示す。外荷重や地盤バネ等は立坑掘削部、土中部とも、床付け完了状態が再現できるように設定した。荷重状態の概念図を図-4.2 に示す。A線側のセグメントについて、解析で得られた軸力および曲げモーメントのコンターを図-4.3 に示す。解析の結果では、曲げモーメントは直上掘削部内で落ち着き、土中部ではほとんど変動していないが、軸力は土中部の25Ring付近まで変動していることが分かる。

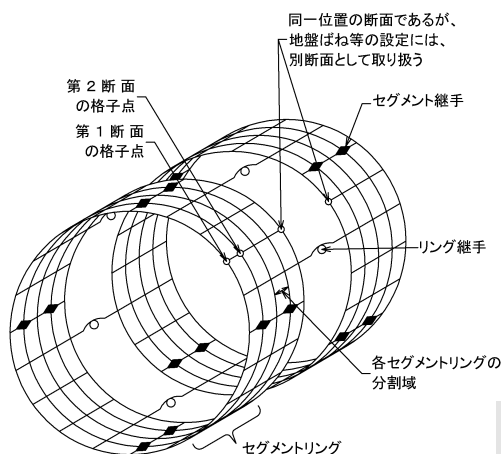


図-4.1 解析モデル概念

この結果から
図-4.4 に示すよ

うに、1Ring～25Ring までについて、1)セグメントは重荷重用のセグメントに変更するとともに、2)リング間にリング継手以外に鋼製のせん断キーを配置することで対応可能となった。

5．実施工

実施工においては、最終掘削時には分割施工を実施するなど、極力リバウンドを抑え込み、無事工事を完了することができた。床付け完了時のセグメントクラウン部の浮き上りを測定した結果、最大で 20 数 mm の測定値となった。解析上では 2 次元 F E M で 26mm を得ており、かなりの整合性が得られている。また、多リングシェル解析での内空変位量と実測値を縦断方向で比較した結果、若干の差はあるものの、よい整合性が得られた。

6．まとめ

3 次元的な挙動を考慮しなければならない線状構造物に対し、多リングシェルモデルを使用することで 3 次元 F E M のような煩雑な手法によらずに、実情にあった評価することができた。尚、より精度を上げるためには、境界条件の設定やモデル化範囲等が必要となる。

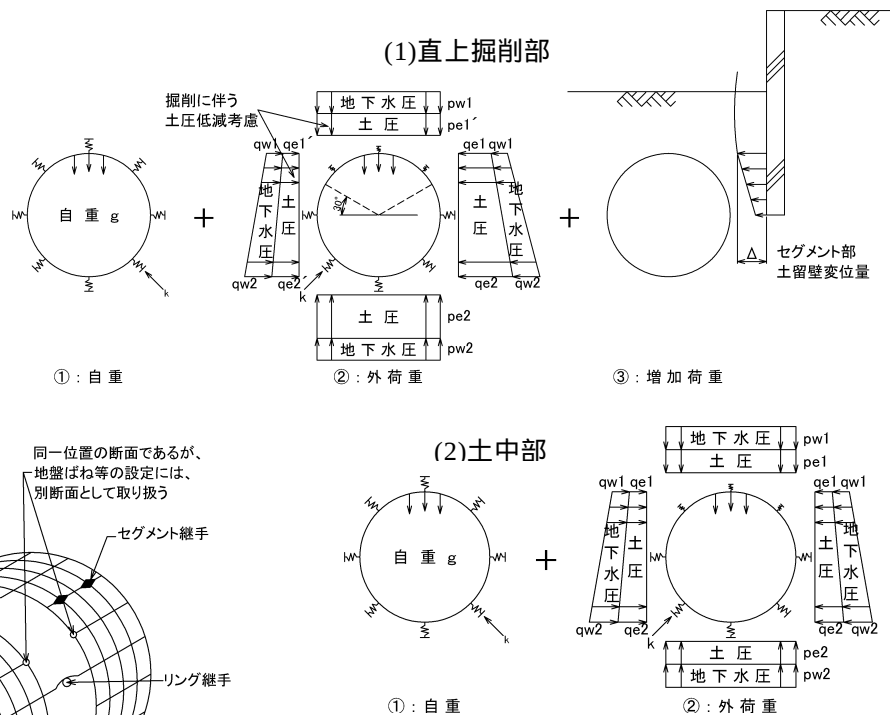


図-4.2 荷重状態

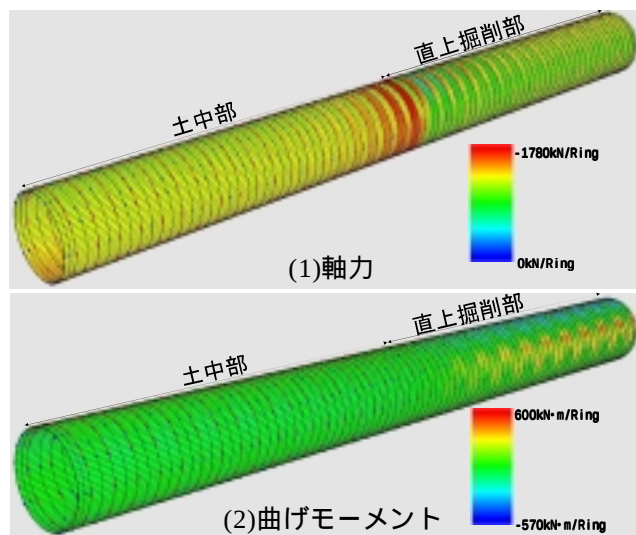


図-4.3 断面力コンター

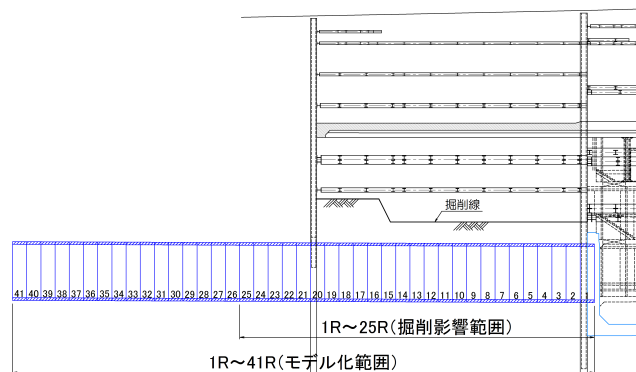


図-4.4 影響範囲