

京浜急行シールドトンネルへの影響検討について（その2） ～東京国際空港国際線エプロン整備事業における

京浜急行シールドトンネル構造検討に用いる地盤変状の把握～

大成建設株式会社 正会員 天野 喜勝 正会員 神谷 誠 正会員 ○千野 和彦
関東地方整備局東京空港整備事務所 郷原 裕紀
京浜急行電鉄株式会社 新保 貴光 嶋田 俊隆

1. はじめに

東京国際空港国際線エプロン事業において、造成するエプロン舗装の天端（計画地盤高）は路体・路床・舗装によって、現地盤高より 2～3m 程度地盤を嵩上げすることとなるが、事業用地の地下には空港アクセスとして重要な京浜急行空港線（京浜急行シールドトンネル）が供用されており、盛土による地盤沈下等の影響を受けることとなる。本稿では、京浜急行シールドトンネルへの影響検討のうち、事業により発生する施工中及び設計供用期間中の地盤変状（設計供用期間中の不同沈下、対策工施工時の掘削リバウンド）予測手法について報告する。

2. 設計供用期間中の不同沈下予測

〔概要〕設計供用期間は長期にわたるため、地盤変状は粘性土の圧密による影響が主となる。したがって、沈下の影響を適切に評価できる手法として、粘土の時間依存性挙動の表現等が可能な関口・太田モデルを構成則とした、弾粘塑性 FEM 解析を採用した。

〔解析モデル〕検討断面は図 1 に示す京浜急行シールドトンネルに沿った断面（縦断）と、2 種類の各セグメント区間のうち縦断解析結果において沈下量が大きい横断 2 断面（横断 1：4K+900 付近、横断 2：5K+100 付近）とした。解析モデルは土質調査結果より 3 次元土層モデルを作成し、対象断面位置の土層断面を取り出すことで、水平成層地盤ではなく実際の土層断面を忠実に表現した 2 次元弾粘塑性 FEM 解析モデルを、軽量盛土（SGM, FCB）範囲を考慮し作成した（図 2）。

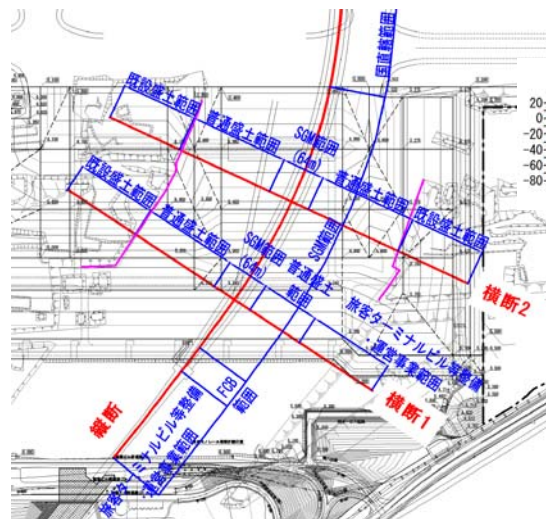


図1 検討断面位置

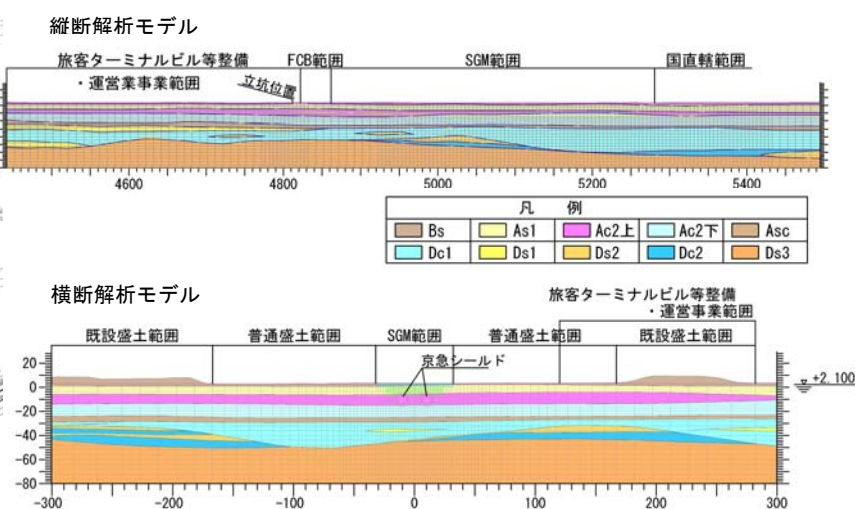


図2 解析モデル

〔荷重条件〕解析に用いる荷重は、実施設計時に行った測量により詳細な現地盤高を設定し、それぞれの位置での工事工程に準じてステップ毎に増加荷重を載荷した。本事業範囲外（旅客ターミナルビル側、及び国直轄側）の増加荷重についても本事業範囲の沈下分布に影響を及ぼすため、関係事業者との協議により図3の様に設定した。立坑近傍部はFCB（GSE範囲）を採用することにより施工に伴う増加荷重をほぼ 0 kN/m^2 とし、SGM範囲（エプロン範囲）はシールド沈下量の曲率が厳しくならない様に、軽量盛土厚をブロック毎に設定（ $t=2.5\text{m}$, $t=3.0\text{m}$, $t=3.5\text{m}$ ）した結果、増加荷重最大値は約 30 kN/m^2 程度となった。なお増加荷重算定時には、安全側の設計となるように地下水位は現況水位とし、盛土に伴う地下水位変動は無視している。

キーワード：羽田空港、エプロン、シールドトンネル、軽量盛土、弾粘塑性解析、掘削リバウンド

連絡先：〒165-0606 東京都新宿区西新宿1丁目25番1号 新宿センタービル

大成建設株式会社土木本部土木設計部 TEL：03-5381-5292

〔結果〕弾粘塑性解析は、縦断面及び横断面（2断面）で実施しているが、2次元解析であることから縦断と横断との交点（同位置）での地盤変位が一致していない。そこで、解析最終ステップ（供用50年後）での地盤変位の比率（表1）により縦断沈下量の割増を行うことで、本事業による発生沈下量とした。割増後の縦断沈下量を図4に示す。シールド位置における地盤最大沈下量は供用50年後で9cm程度となった。

表1 地盤変位の比率

変位 (cm)		荷重倍率	決定倍率
横断一断面1	縦断（横断1位置）		
4.2 cm	3.7 cm	1.13	1.2 倍
横断一断面2	縦断（横断2位置）	1.06	
8.0 cm	7.5 cm		

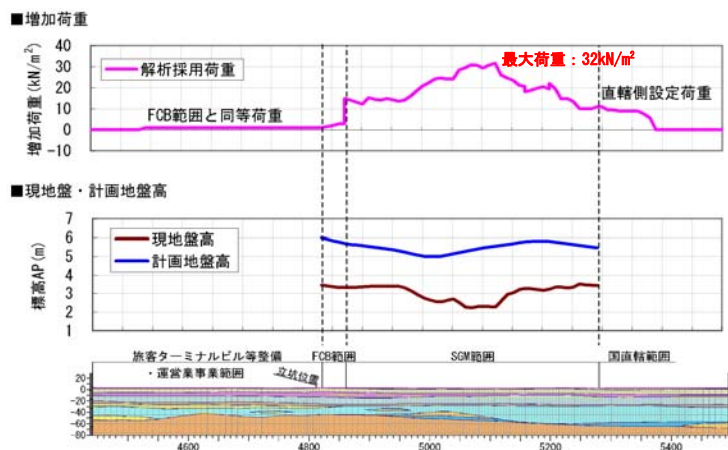


図3 増加荷重（縦断解析）

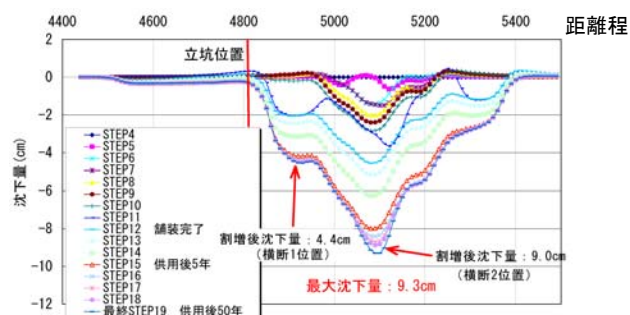


図4 シールド位置の縦断地盤沈下量

3. 掘削リバウンド予測

〔概要、解析モデル〕軽量盛土（SGM, FCB）施工時の掘削による地盤のリバウンドは、短期的な変形であるため弾性解析とし、掘削除荷による応力解放の3次元的な効果を考慮するため、3次元モデルを採用した。シールド位置は立坑側が最も高く、序々に深くなっていくシールド線形のため、解析土層モデルはシールド位置が高くリバウンド量が大きくなると予想された、SGMとFCBとの取合部の土層断面を用いた。

〔解析ステップ〕施工計画に基づき設定した軽量盛土施工ブロックを図5に示す。掘削は全長を12ブロック（SGM範囲：11ブロック、FCB範囲：1ブロック）に分割し、1ブロック当たり幅70m、延長約40mとした。SGMの施工方法は、前ブロックのSGM置換え（打設）と並行して次ブロックの掘削を行うため、各ブロック単独での掘削ステップだけではなく、半置換・半掘削のステップも考慮した。

〔結果〕解析結果を図6に示す。SGM範囲、FCB範囲ともにシールド位置のリバウンド量は最大3cmとなった。SGM範囲の解析結果では予想の通り、①ブロック側（立坑側）のリバウンド量が大きく、次ブロックに移行するに従ってリバウンド量が減少する傾向を示した。また、半置換・半掘削状態は、各ブロック全掘削時に比べてリバウンド量が小さくなるため、施工時には全掘削時に最も注意を払う必要があることがわかった。

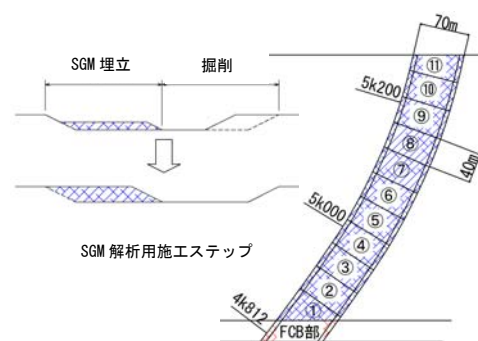


図5 施工ブロック

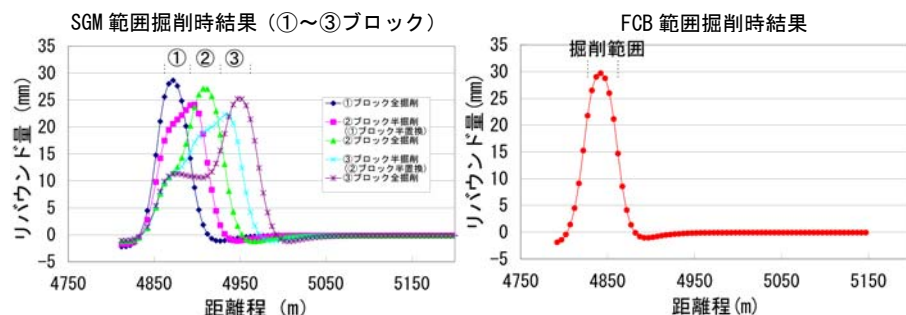


図6 リバウンド解析結果

4. おわりに

本報告結果を用いて、京浜急行シールド本体の断面照査、軌道に関する照査を行い、長期・短期安全性を確認した。本事業施工期間中は動態観測によるシールドの挙動把握を常に行い、安全な施工を行う予定である。