

掘削底面直下の通信用トンネルの挙動に関する事前予測と現場計測結果の比較

エヌ・ティ・ティ・インフラネット 正会員 上野和章  
 協和エクシオ 大久保弘芳, 石本敦  
 銭高組・三井住友建設・浅沼組共同企業体 正会員 森岡 周, 應治義人  
 地域 地盤 環境 研究所 正会員 ○譽田孝宏, 叶冠林

1. はじめに 京阪中之島新線建設工事のうち、中之島渡り線部の開削工事区間では、掘削底面直下にNTTの通信用トンネル(以下、とう道)に近接した工事が施工されている。これは、軟弱な沖積粘性土地盤内に構築されているとう道に対して横断する形での開削工事であり、掘削進行に伴う地盤のリバウンドによる影響から、とう道の横断方向および縦断方向への影響が予想された。ここでは、これらの影響を事前解析し、現場計測による情報化施工を用いて実挙動を監視しつつ施工した事例について報告する。

2. 事前予測解析 開削部ととう道(セグメント外径：5700mm，一次覆工：鋼製セグメント，二次覆工：無筋コンクリート)の位置関係を図1に示す。以下に、とう道縦断方向の解析手順を示す。①2次元線形弾性FEM解析(図2，表1参照)により、掘削に伴うリバウンド量(とう道SLにおける地盤の隆起量)  $\delta$  を求める。②  $\delta$  から地盤反力係数  $k$  を用いてとう道作用荷重  $p$  の分布を算出する( $p=k \times \delta$ )。③とう道を剛性一様梁(一次覆工のみを考慮，リング継手を考慮した等価剛性置換梁)，周辺地盤を地盤ばねでモデル化したフレーム解析

により、一次覆工に対して応力度照査をおこなった。その結果、一次覆工の継手ボルトに発生する応力は、短期許容応力度(長期許容応力度の1.5倍)内に収束し、また、本体構造物完成時には、長期許容応力度内に収束するという結果になった。

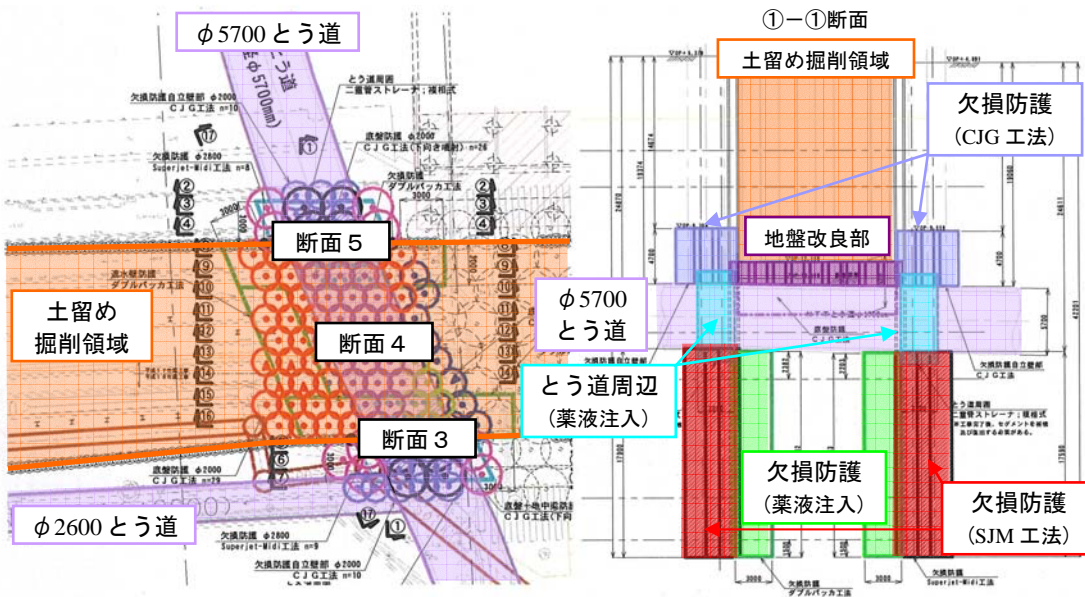


図1 開削部ととう道の位置関係

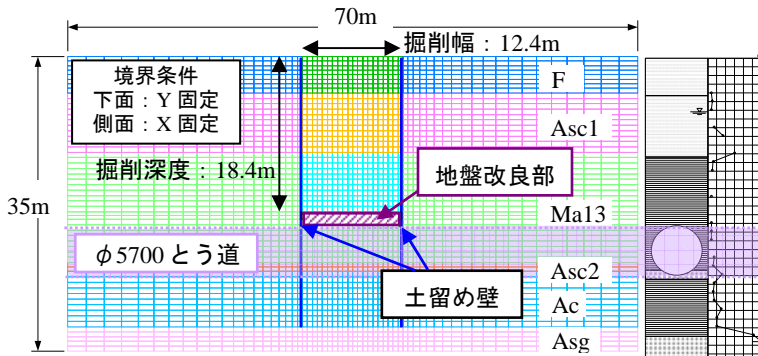


図2 FEM解析メッシュ図

表1 各土層の土質パラメータ

土層名	土層下端深度	平均N値	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 E (MN/m <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$
F	4.33	7	17.0	51	0.35
Asc1	9.40	15	18.0	116	0.35
Ma13	22.50	3	16.7	27	0.45
(地盤改良部：層厚0.9m)			16.7	1200	0.45
Asc2	23.55	12	18.0	90	0.35
Ac	32.13	9	16.0	68	0.40
Asg	35.33	51	19.0	381	0.30

キーワード：近接工事，既設トンネル，山留め，事前解析，現場計測，軟弱沖積粘性土

連絡先：財団法人 地域 地盤 環境 研究所 大阪府大阪市西区立売堀 4-3-2 TEL：06-6539-2971

3. 現場計測結果

断面3～5(図1参照)における鉛直変位量の経時変化図を図3に示す。地盤改良(薬液注入工含む)と掘削(2次掘削まで終了)の影響により、絶対変位量は事前予測値を上回った。これは、地盤改良による影響度合いを予測することが困難であったことから、事前解析では、掘削に伴う地盤のリバウンドによる影響のみを対象としていたのが原因として考えられる。地盤改良に伴う隆起は不規則であることから、その影響を現場計測結果に基づいて解析データにフィードバックさせながら、最も変形曲率が厳しい断面3～5(断面3&5の上部には土留め壁が存在し、とう道の浮き上がりを抑制)における断面4の相対鉛直変位量を中心に施工管理した。

地盤改良工終了時(2006.8末)において、次段階施工として最終掘削終了時および本体構造物完成時における相対鉛直変位量を予測したが、前者については短期許容応力度内に、後者については長期許容応力度内に収束すると予測された。実際には、最終掘削終了時における鉛直変位量の分布は、実測モードと予測モードが類似しており、最大値もほぼ一致し、次段階予測範囲内に収まる結果になった(図4参照)。

とう道断面方向の内空変位(図5参照)については、地盤改良の影響により、各断面において初期状態から水平方向が収縮し、鉛直方向が伸張する縦たまご型変形が確認された。その後の掘削の影響により、その変形モードはさらに進行したが、最終掘削終了後～本体構築工に移行してからはほぼ横ばいに転じた。これらの内空変位量については、原設計状態から真円状態に戻る挙動であることから、すべて一次管理値内に収束する状態であった。

4. おわりに 軟弱な沖積粘性地盤内に構築しているとう道に近接する開削工事において、地盤のリバウンドによる影響の事前予測と、現場計測による情報化施工を用いた施工管理の事例を示した。予測解析では影響度合いを求めるのが困難な地盤改良に伴う影響が発生し、事前予測を超える挙動が計測された。そこで、工事途中段階で現場計測結果に基づいて次段階施工の予測をおこない、最も危険側となる最終掘削段階での挙動を把握しながら慎重に施工した結果、安全に工事を進めることができた。今後、現場計測管理を継続しながら速やかに本体構造物を完成させ、最終的なとう道の安全性確認をおこなう予定である。最後に、本論文の作成にあたり、御尽力を賜った中之島高速鉄道(株)と京阪電鉄(株)の関係者様にお礼申し上げます。

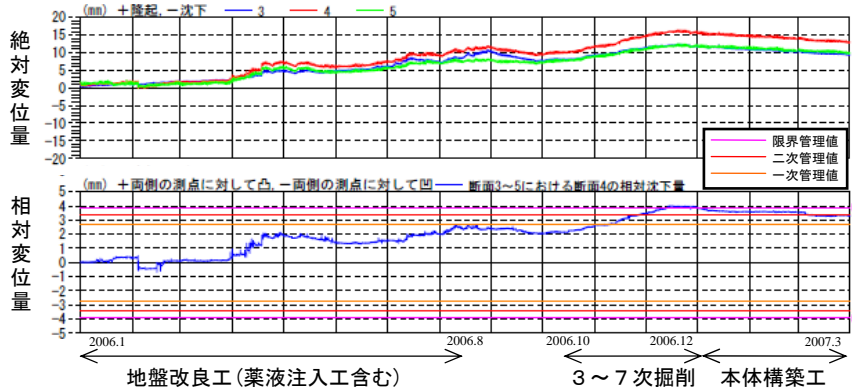


図3 とう道縦断方向の鉛直変位量に関する経時変化図 (上段：絶対変位量，下段：相対変位量)

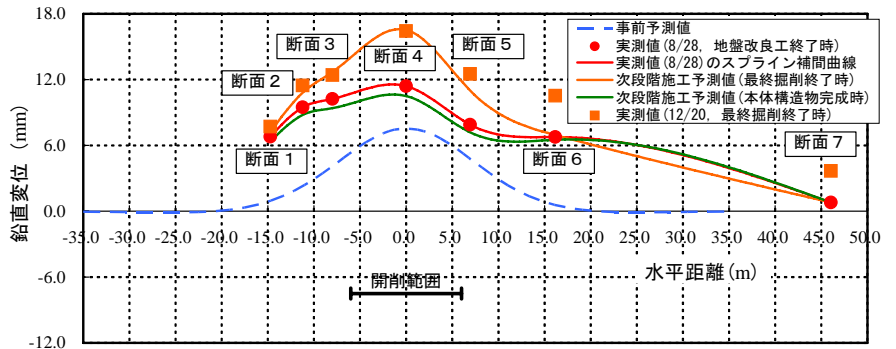


図4 とう道縦断方向の鉛直変位量分布図

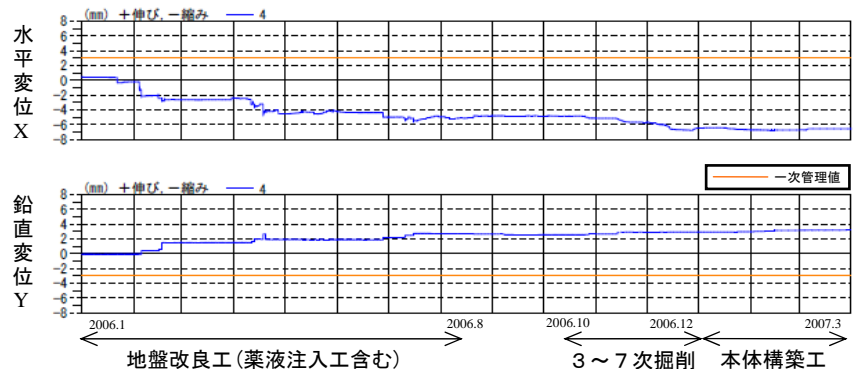


図5 とう道横断方向の内空変位量に関する経時変化図(断面4)