

光ファイバセンサ（B-OTDR）による開削トンネル施工時の既設とう道の計測管理

東京地下鉄株 正会員 藤木育雄 宮山俊彦
 NTT インフラネット(株) 正会員 栗原和美 市川一好 豊田修次
 アイレック技建(株) 正会員 和内雅弘 永井英二 伊藤 進
 (財)地域 地盤 環境 研究所 正会員 Yingyongrattanukul, N. 水原勝由

1. はじめに

現在建設中の都市高速鉄道第13号線は、NTTの通信用トンネル(以下、とう道という)ルートと約2.6kmの区間において近接した施工となっている。とう道は、地下通信網として非常に重要な幹線であるため、近接工事区間では工事に伴うとう道の構造的安定性を確認しつつ施工を行うことが要求される。そのため、懸念される全区間では、光ファイバ(B-OTDR)によるとう道の変状計測¹⁾²⁾を実施している。

報告は、開削工法で建設中の駅舎部に併行したとう道において、現在までの掘削、吊り防護、駅舎躯体構築による受け防護状況ととう道の変状計測結果からとう道の現状分析と考察を行ったものである。

2. 工事および計測概要

開削工事概要 工事は、図1に示すように駅舎部区間の渋谷側78.2mと池袋側100.0mの駅両端を開削工法で施工し、駅舎部の地下鉄軌道階はシールド工法により施工する。とう道は新設する駅舎部直上に併行しており、駅舎部開削坑内では完全に露出することになる。そのため、露出したとう道の吊り防護を行った後、とう道下部の掘削を行っている。更に駅舎躯体を構築した後、構築した駅舎躯体上部にとう道の受け換えを行っている。

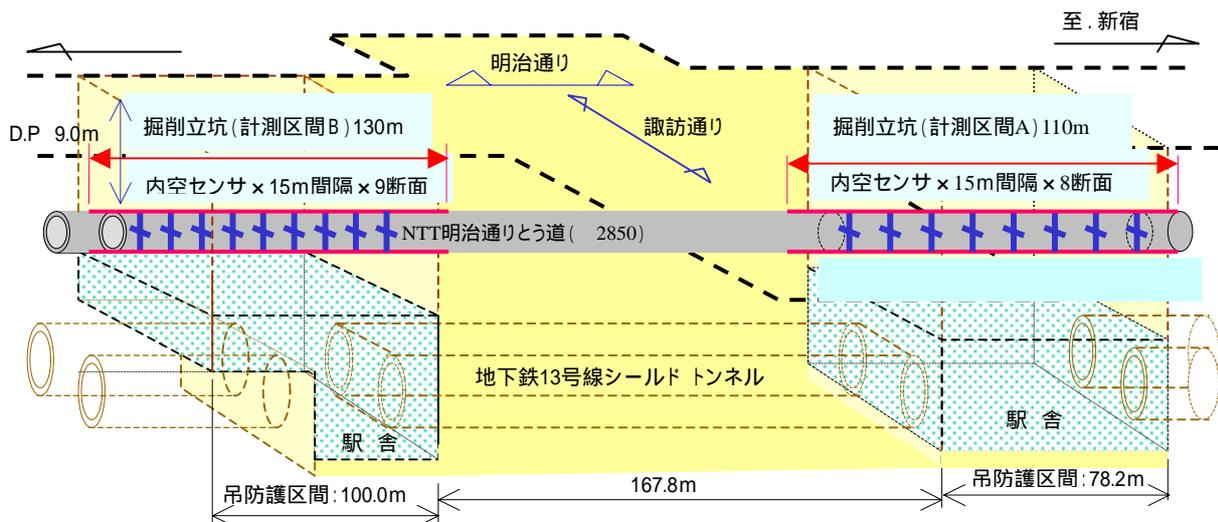


図1 とう道・駅舎部施工概要図およびとう道の光ファイバセンサ設置概要

計測概要 とう道計測は、図1の設置概要で示す計測区間A、計測区間Bで実施している。とう道計測は、図2に示すとう道断面位置において光ファイバセンサ(B-OTDR)を設置し、とう道縦断方向の軸ひずみ(5m区間毎)と横断方向の水平・鉛直変位(内空変位)の計測管理を行っている。とう道計測の管理値¹⁾²⁾は、縦断方向を継手ボルトの許容応力度から、横断方向に対しては当初設計手法からとう道断面の初期応力状態を算定し、それぞれ許容できる応力・変位量を推定し設定

NTTとう道緒元

セグメント形式 : 鋼製セグメント(SS41A)
 セグメント外形 : 2850mm
 主桁本数 : 3本
 主桁高 : 125mm
 主桁厚 : 7mm
 スキンプレート : 2mm
 継ぎ手ボルト : 4T(W3/4)
 ボルト本数 : 30本
 二次覆工 : コンクリート

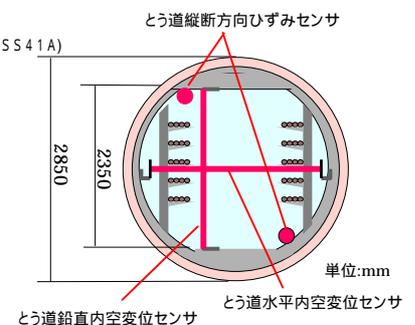


図2 とう道の諸元と光センサ設置位置

キーワード 近接施工, 光ファイバ, B-OTDR, 開削トンネル, 計測管理

連絡先 〒112-0002 東京都文京区小石川 NTTインフラネット株式会社 ア・パ・ン・ザ・イ・セ・ン・タ TEL03-5800-9779

している。なお、現在の工事進捗は計測区間A，B双方ともに駅舎躯体の構築が進み，とう道の受け換え（受け防護）が完了した状況にある。

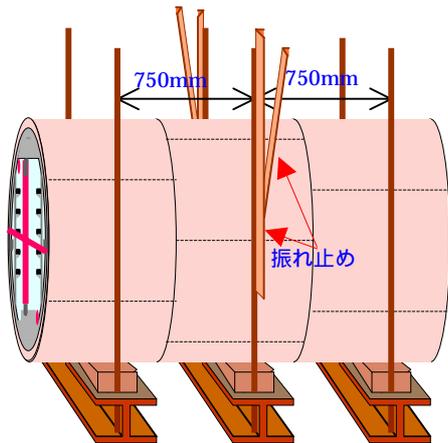


図3 とう道の吊り防護状況図

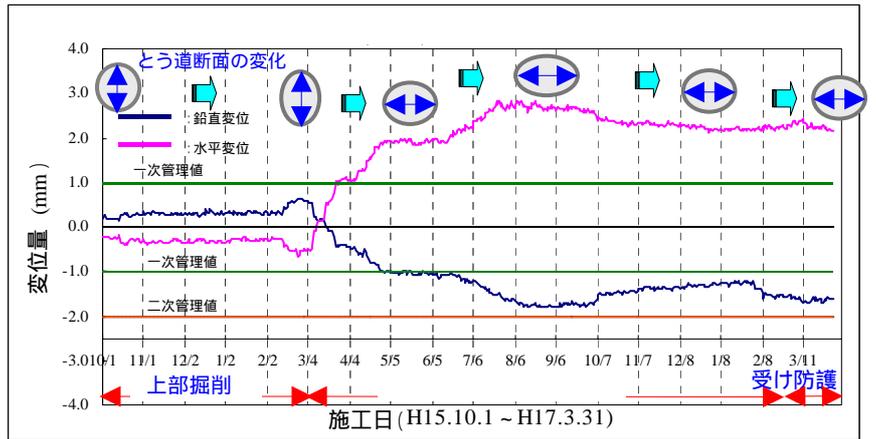


図4 とう道内空変位量(測点)の経時変化

とう道の吊り防護状況を図3に示す。吊り防護は，とう道セグメント(幅750mm)中央部をリング毎に吊り受けするとともに，揺れ止めを設置している。吊り防護の施工は平成16年3月期から，掘削坑中央部より実施している。

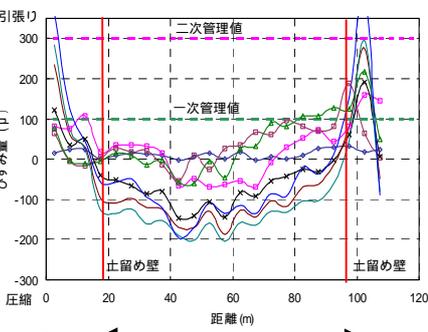
とう道内空変位 図4は，計測区間Aの開削部中央(測点)位置のとう道内空変位量の経時変化を示す。上部掘削時のとう道内空変位は小さく，吊り防護施工後のとう道下部掘削時に横長に変位が増加(最大鉛直-1.8mm，水平+2.8mm)している。内空変位は掘削中央付近の一部で一次管理値を超えているが，これは主にとう道の自重による影響と考える。受け防護施工時においても0.5mm程度の変位が生じているが，受け防護完了後からの変位は殆ど見られない。

とう道縦断ひずみ 図5は，掘削開始から受け防護完了までのとう道縦断方向(5m毎)の軸ひずみ分布を示す。とう道縦断方向のひずみ分布は，土留め壁付近から外側で最大の圧縮・引張ひずみが発生し，特に下部掘削時からのひずみ変化が大きい。吊り防護区間では，とう道上下部ともに工事進捗に伴い圧縮ひずみが増加し，掘削中央部ほどひずみ量が大きくなる傾向を示す。これは掘削及び吊り防護の施工を中央付近から行ったことにより，累積量として中央付近のひずみが大きくなったものと考えられる。

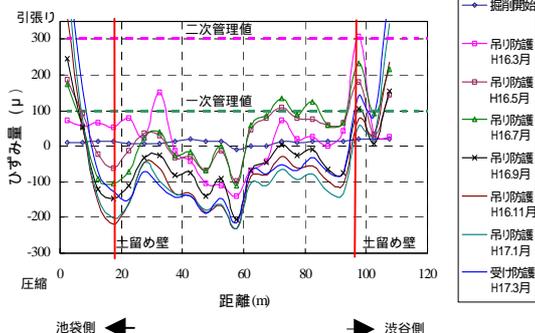
とう道上下部の縦断方向ひずみ計測結果からは，図5の変形模式図に示すような変位が生じているものと推察できる。

4. まとめ

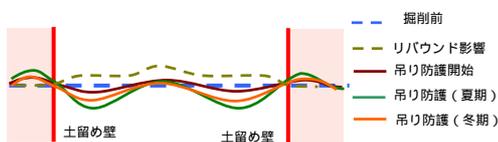
今回のとう道計測では，吊り防護施工時に内空変位量が一次管理値を超え，更に縦断方向ひずみが土留め壁付近で許容管理値に近づいた。そこで施工者との協議の上，目視点検及び計測



(a) 上部のひずみ分布



(b) 下部のひずみ分布



吊り防護時の縦断方向の変形模式図

図5 縦断方向のひずみ計測結果

管理体制の強化，施工者との連絡を密に行う等のことで工事を進めることとした。その結果，現時点ではとう道に有害な損傷は発生していない。光ファイバ計測は，電気式の点計測と比べ，広範囲を線的に計測できる利点がある。今回実施した光ファイバ計測は，近接施工に伴うとう道管理区間全体を広範囲かつ線的(特に縦断方向)に監視したものであり，同様な構造物の近接施工管理手法として有効であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 藤木，栗原，市川，和内，他：光ファイバセンサ(B-OTDR)を用いた近接施工管理，土木学会第58回年次学術講演会 p955～p956,2003.
- 2) 藤木，栗原，市川，永井，他：光ファイバセンサ(B-OTDR)を用いた近接施工管理，土木学会第59回年次学術講演会 p335～p336,2004.