

光ファイバセンサを用いた既設トンネル変状計測事例 — 圧入オープンケーソン施工時 —

広島市下水道局

酒井 祥司

NTT インフラネット(株)中国支店

高橋 健二

内田 武徳

NTT インフラネット(株)関西支店 正会員 ○奥野 正富

有本 弘孝

1. はじめに

近年、社会基盤整備の工事が NTT の既設通信用トンネル(以下、とう道という)と近接するケースが多く、その近接施工によるとう道への影響監視として、光ファイバセンサを用いたトンネル変状監視システムの有効性を報告してきた^{1), 2)}。過去報告した近接施工の事例は地下鉄駅部工事と開削道路トンネル工事である。本論文は、広島市下水道工事のシールド発進立坑となる圧入オープンケーソン工において、光ファイバセンサ(B-OTDR 方式)を用いたとう道変状計測結果について報告するものである。

2. 近接施工の概要

施工平面図を図1に、施工断面図を図2に示す。施工域の地盤は、太田川河口の三角州を構成する軟弱土(N 値=2~8)がGL-23.8mまで堆積し、それ以深には扇状地性の玉石混り砂礫層(N 値貫入不能)が堆積する。

ケーソンは、下水道シールドトンネルの発進立坑となるもので、外径φ16.0m(内径φ13.0m)、全長35.75mを計7ロットに分割し、圧入沈設とケーソン内水中掘削・沈設を並行する圧

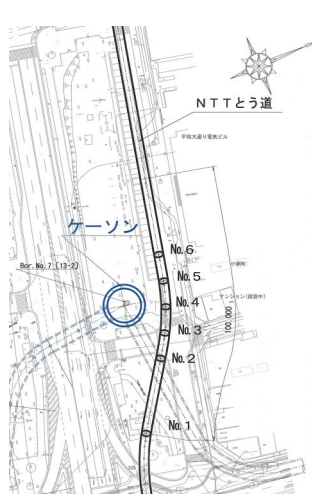


図1 近接施工平面図

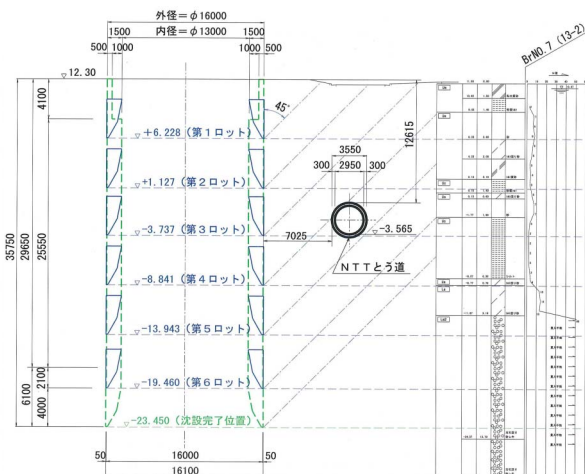


図2 近接施工断面図

入式オープンケーソンである。ケーソン外周壁面には5cmのフリクションカット部を有し、NF(NonFriction)シート(薄鋼板)の採用により地山との周面摩擦力を低減させている。とう道は、外径φ3.55m、覆工厚0.30mのシールドトンネルで、軟弱土層のほぼ中間深度(土被り高12.61m)に存在する。ケーソン外周壁面からとう道までの離隔は7.03mである。

3. 光ファイバセンサの設置概要

光ファイバセンサは、とう道の内空変位を対象として横断方向(計6断面×水平・垂直)、軸方向ひずみを対象として縦断方向(上下2測線+側部2測線、各々縦断方向に5m間隔で固定)に配置した。その概要を図3に示す。光ファイバセンサは固定治具(Iアイ)ロック)を用い一定張力で張った。

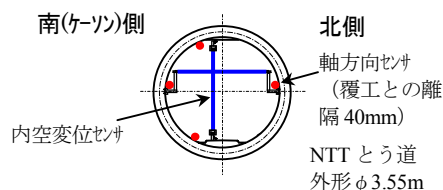


図3 光ファイバセンサ配置概要図

4. 計測結果

ケーソンと最近接するとう道内空変位計測断面No.4における内空変位量の経時変化を図4に、ケーソン沈設完了後におけるとう道変状を図5に示す。図5によれば、内空変位量は1.0mm以内と小さいものの、工事に伴い内空変位が水平方向で増加、鉛直方向で減少していることから、内空断面は工事前を真円とすると、横長に変形したことが分かる。図4で詳しく見ると、図6に示すように刃口先行削孔工の時点から横長の変形が現れ、その変形は、後のアンカー工および第1ロット躯体築造工で緩和され、再度、ケーソン圧入沈設工によって増大している。刃口先行削孔工は、ケーソンの圧入に支障となる玉石混り砂礫層に対処するもので、全回転オールケーシング工法による砂置換(φ1,500mm)をケーソン沈設深度まで行っている。横長の変形は、地山の緩みによるとう道への水平作用土圧の減少に起

キーワード オープンケーソン、近接施工、トンネル、光ファイバセンサ、計測

連絡先 〒730-0041 広島市中区小町2-30 NTT インフラネット(株)中国支店 事業開発部 TEL082-545-5095

因していると考えられる。

一方、とう道の軸方向ひずみは、図5より、工事着手前をひずみゼロとすると、ひずみ量 100μ 以内と小さいものの、縦断上測線と南(ケーソン)側測線の8~12断面間(25m間)において-(圧縮)側へのひずみ分布、縦断下測線において+(引張)側へのひずみ分布となっている。これらひずみ分布のピーク値及び変曲点の発生位置を考慮して、とう道の曲げひずみ分布を模式的に描くと、図7のように表される。図より、曲げひずみ分布は、とう道軸方向を弾性支承上の梁構造とし、ケーソン側から斜め下方へ押され沈下した時に生じる変形に近似している。この挙動は、とう道測量から得たとう道の移動(ケーソンと反対方向へ水平移動量 max.6mm, 沈下量 max.12mm)やとう道側部(ケーソン外周面から 3.0m 離れ)での地盤沈下(26mm)と定性的な整合性を得る。

以上の挙動は、事前の影響解析結果と同じ変形性状であって、とう道の変形は、「内空断面の変形」と「軸方向を梁構造とした変形」が複合した変形と言える。

図8は、ケーソン圧入沈設工の

みによる内空変位量の変化を断面毎に示したものである。図より、ケーソンの圧入沈設に伴い内空計測断面 No.4 を中心に、横長変形が縦断方向へ拡大しているのが分かる。また、断面 No.4 では第2ロットの圧入沈設時に縦長変形への変位増分が現れた。これは、刃口圧入によるとう道への水平作用土圧の一時的な増加に起因していると考えられる。

5. おわりに

とう道の変状は、工事の期間中、内空変位量が最大 1.0mm 程度、軸方向ひずみ量が最大 100μ 程度であった。光ファイバセンサは、工事によるこれら応答・変動を的確にとらえており、とう道全体の挙動を監視する手法としては非常に有効であった。今後は、シールド工事によるとう道への影響を継続して計測監視する予定である。

参考文献

- 鎌田, 奥野, 橋本ほか: 光ファイバセンサを用いたトンネル近接施工計測事例, 土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集VI -180, pp.359-360, 2003.
- 奥野, 川野 勝, 鳥越: 光ファイバセンサを用いたトンネル計測システム, 検査技術 VOL.9 NO.3, 日本工業出版, pp.44-48, 2004.

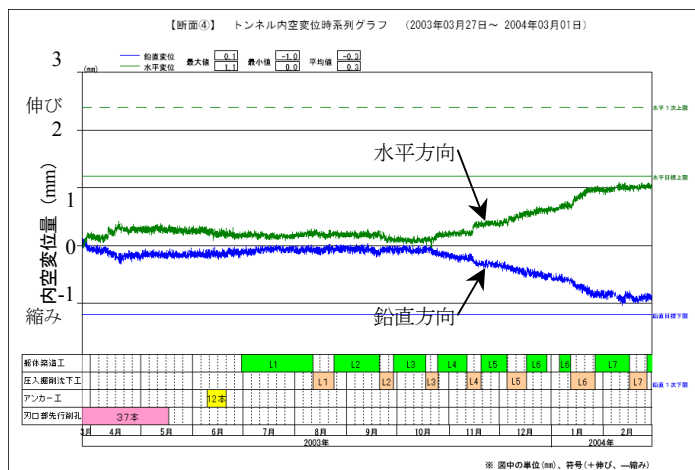


図4 内空計測断面 No.4 における内空変位量の経時変化

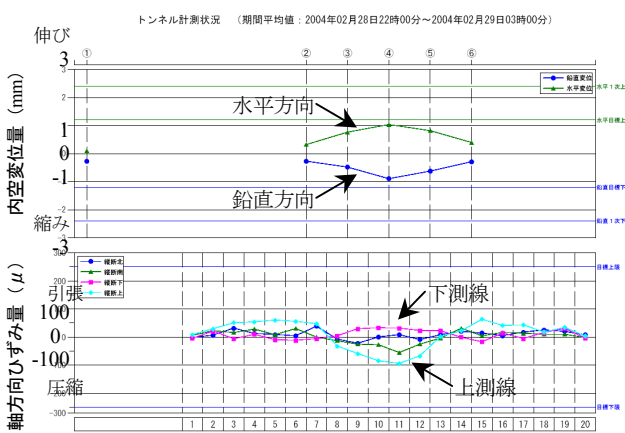


図5 内空変位量および軸方向ひずみ量の分布 (ケーソン圧入沈設完了後)

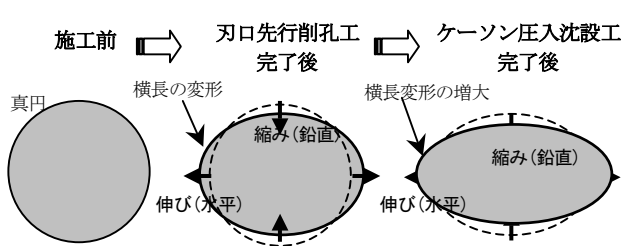


図6 とう道内空断面の変形模式図

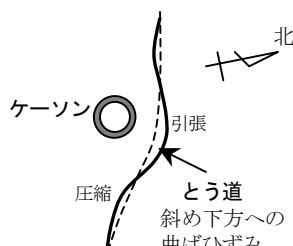


図7 とう道軸方向の曲げひずみ模式図

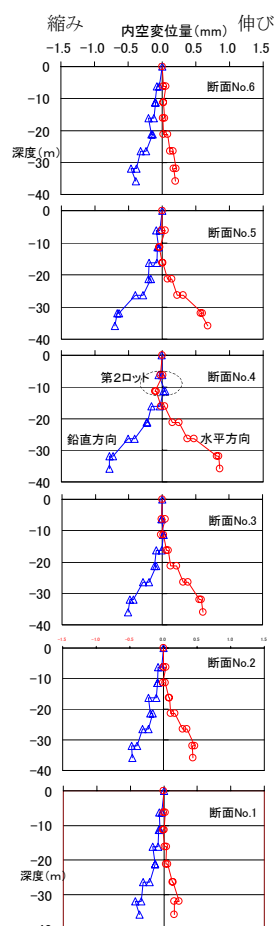


図8 ケーソン刃口深度ととう道内空変位量の関係