

光ファイバセンサを用いたトンネル監視システム（B-OTDR 方式）

大阪市交通局 松下 晃

NTT インフラネット株式会社 関西支店 正会員 鎌田 敏正 ○奥野 正富

アイレック技建株式会社 西日本営業本部

関 孝次郎 坂田 栄治

1. はじめに

NTTの通信用トンネル（以下、とう道という）ルート付近に地下鉄工事が計画され、その内の約2.5kmが近接施工となり、とう道への影響計測を長期間、広範囲にわたって実施する必要が生じた。そこで今回、以下の特徴を有する光ファイバセンサを用いたトンネル監視システム（B-OTDR方式：Brillouin Optical Time Domain Reflectometer）を構築し、とう道の変状計測を行うこととした。

従来の歪ゲージによる「点」計測に比べ、光ファイバ自体をセンサとして用いるため、「線」としての計測が可能であり、光ファイバを網状に配置することにより面的計測も可能である。

光信号による計測であるため、センサへの給電が不要であり、誘導等の影響も受けない。

1本の光ファイバで計測対象からの遠隔監視が可能であり、かつ配線がシンプルである。

光ファイバの増設のみで容易に計測対象エリアの拡大が可能である。

本論文では、計測システム構成と、地下鉄駅舎土留め壁施工時の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

図1、図2に地下鉄A駅舎部の近接施工の概要を一例として示す。

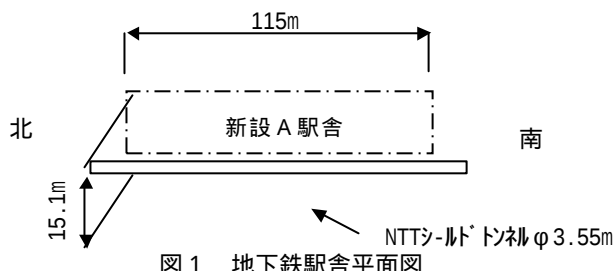


図1 地下鉄駅舎平面図

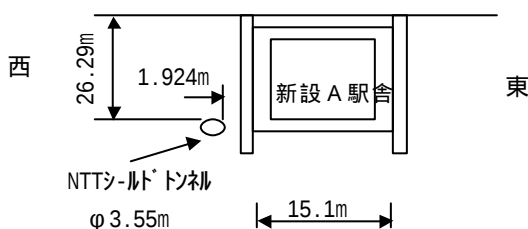


図2 地下鉄駅舎断面図

3. 計測システム構成

図3に光ファイバセンサ配置概要図、図4に光ファイバ計測システム構成図を示す。

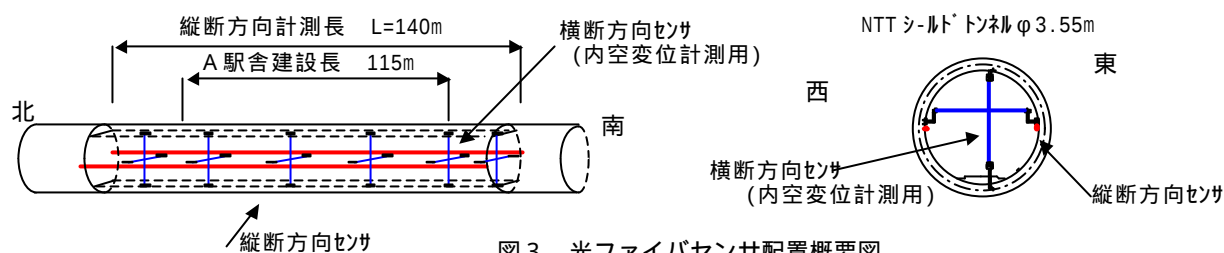


図3 光ファイバセンサ配置概要図

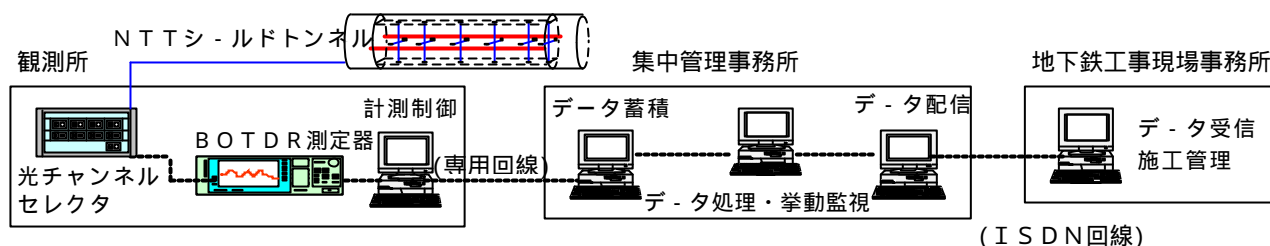


図4 光ファイバ計測システム構成図

キ - ワ - ド BOTDR, 光ファイバ, トンネル監視, 近接施工, 現場計測

連絡先 〒541-0056 大阪府大阪市中央区久太郎町2-4-11 NTT インフラネット株式会社 関西支店 TEL06-4705-7593

4．計測状況

A 駅舎建設に伴うとう道の計測状況（計測開始：平成 13 年 2 月）を図 5 示す。駅舎建設は 5 年程度の長期に及ぶもので、これまでに躯体構築のための西側土留工事が完了し、現在、東側土留を施工中である。

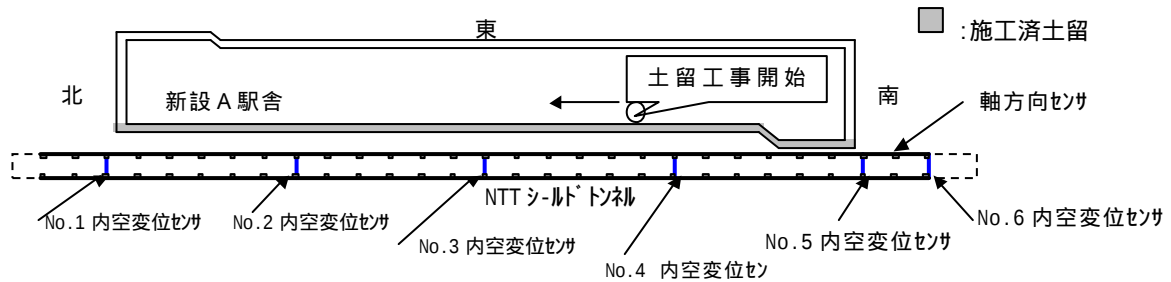


図 5 施工状況平面図

No. 2 内空変位センサ近傍で実施された土留め壁（SMW）の施工時の計測データを図 6 及び図 7 に示す。土留め壁（SMW）の施工と同時に、横断方向（内空変位）、縦断方向とも変化しており、この状況は、各土留め壁の施工に連動して、全区間で確認された。

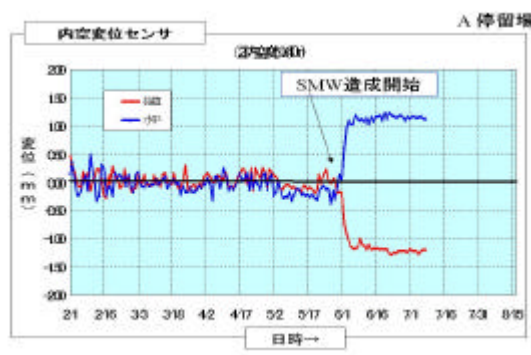


図 6 横断方向 No.2 内空センサ変位量経時変化

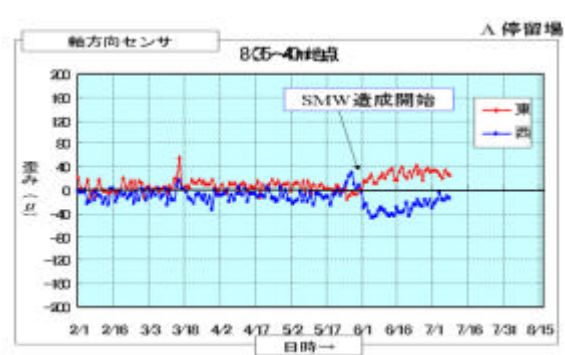


図 7 縦断方向センサ(35～40m 間)の測定歪値経時変化

5．まとめ

土留め壁施工期間の縦断、横断センサの計測結果から、図 8 及び図 9 に示すような地下鉄土留め壁工事に伴うトンネル挙動が確認された。

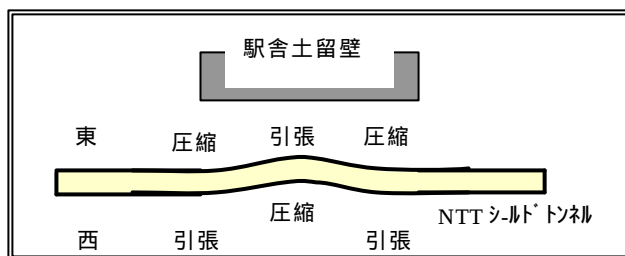


図 - 8 トンネル変形モード平面図

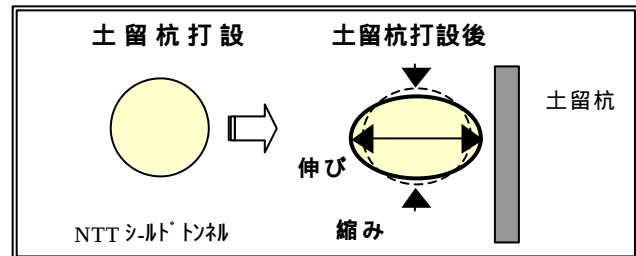


図 - 9 トンネル変形モード断面図

これらの計測結果のうち、特に縦断方向については、従来の計測ではカバーできなかった連続的なデータが取得されている。また、変形状態は土留め壁造成に伴う側方土圧の一時的な減少によるものと推定され、事前の影響解析時で予想されたモードに一致し、本システムが的確にトンネル挙動を捉えていることを立証している。既存の計測手法では、設置、管理コスト等の経済的制約により計測の空白域が生じ、構造物全体の挙動を高精度に監視することが困難であった。今回、光ファイバセンサの特性を十分に活用した計測システムを構築することにより、構造物全体にわたる高精度なデータ取得が可能となった。今後、掘削・躯体構築等の工事が予定されているが、これまでと同様にトンネル監視システムによる入念な計測管理を実施することで、地下鉄工事の安全で円滑な施工管理に寄与できると確信している。