

V-21 光ファイバセンサ(B-OTDR)を用いた地下トンネルの挙動計測

徳島大学大学院 学生会員 ○福呂篤史
徳島大学大学院 正会員 鳥越寿彦
徳島大学 フェロー会員 水口裕之
徳島大学 正会員 上田隆雄

1.はじめに

我が国では既に多くのコンクリート構造物が造られており、新規構造物はもとより、既設構造物をいかに長期間使用できるようにするかが問題となってくる。そのためには、日常のメンテナンスが必要不可欠である。そこで、遠隔操作により構造物全体をリアルタイムに監視することができる光ファイバセンサによる計測法が開発され注目されている。光ファイバセンサを用いた光ファイバ計測(B-OTDR)は主にひずみや温度を連続的に計測することを目的としており、構造物の変位やコンクリートのひび割れ等を早期発見することが期待できるモニタリング技術である。

しかし、光ファイバセンサを実構造物への使用はまだ少なく、構造物の大きな変形を計測した例はほとんどない。そこで本研究では、立坑の構築工事現場近傍の地下トンネルを対象として光ファイバセンサを用いてトンネル挙動の計測を行い、その適用性について検証した。

2.計測概要

今回対象とした地下トンネルは、近傍で立坑工事があるため、その工事の影響で地下トンネルが変形する可能性が予想された。そこで、光ファイバ計測を用いて、地下トンネルが破壊にいたらないように監視を行った。図-1に地下トンネル付近の概略を示す。事前に立坑工事による予想影響範囲を算出し、この範囲内においてのみ計測を行った。図の①～⑦は断面の変形を計測する内空変位センサの設置箇所である。工事の影響を最も受けやすい断面を断面④とした。断面①は工事による予想影響範囲より外側に設置し、季節変化に伴うトンネルの挙動の監視を行った。計測は30分毎に行い、9ヶ月に渡ってトンネル変形の監視を行った。

図-2にセンサ設置箇所のトンネル断面図を示す。地下トンネルの長さ方向変化を調べるため、長さ方向に150m間に渡って内壁沿いに長さ方向の変位センサを設置した。設置箇所は地下トンネル上下部および北側、南側の計4箇所である。また、断面変化を調べるために水平方向と鉛直方向が直角になるように内空変位センサを設置した。

3.結果および考察

3.1 長さ方向の変形

図-3、4に断面④および断面①の長さ方向の変位を示す。図-3は最も影響が大きいと考えられる断面④の長さ方向の変位の図である。図を見ると、計測開始から約50日付近で地下トンネルの上部および北側が急激に変化して

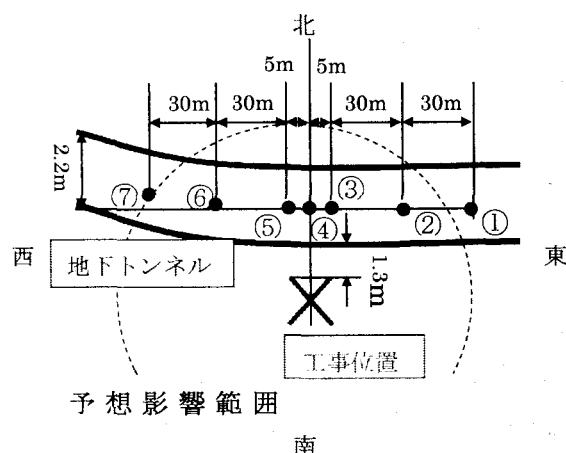


図-1 工事位置及び内空変位センサ設置場所

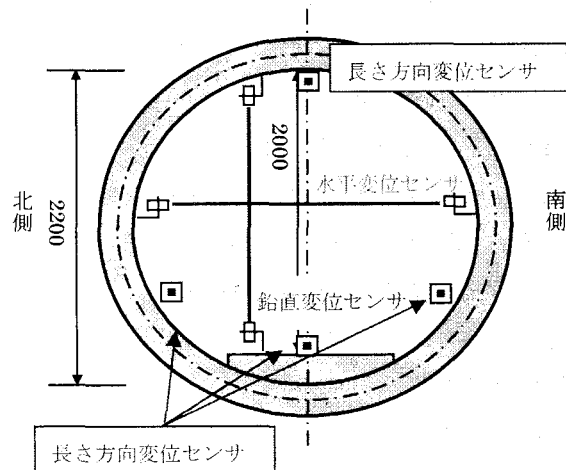


図-2 トンネル断面

いることが分かる。両者ともひずみはプラスとなっており、トンネル上部および北側には引張力が働いていることになる。これは立抗構築工事の際に地下水が漏水するのを防ぐために行った薬剤注入の時期と一致する。したがって、この変形は薬剤注入時の注入圧によって、地下トンネルの上部および北側では長さ方向が長くなる変形が生じたことになる。また、図-4は工事による影響がないと考えられる断面①の長さ変位の図である。図を見ると、監視期間中にひずみの大きな変化はなく、緩やかな曲線を描いている。これは、地下水位の変動により、トンネルの変形が発生しているためと考えられる。したがって、図-3に示されている地下トンネルの上部および北側の急激な変形は、工事によって生じたものとほぼ断定できる。

3.2 断面方向の変形

図-5、6に断面④および断面①の内空変位を示す。図-5は最も影響が大きいと考えられる断面④の内空変位の図である。図-5を見ると、長さ方向と同様に、計測開始から約50日付近で地下トンネルの鉛直方向と水平方向が急激に変化していることが見て取れる。数値は鉛直方向がプラスに水平方向がマイナスの値を示している。したがって、地下トンネルは縦長の楕円形に変形したことが分かる。また、図-6は工事による影響がないと考えられる断面①の内空変位の図である。地下水の影響により緩やかに曲線を描いていることが分かる。したがって、長さ方向の変形と同様に、図-5の急激な変形は工事によって生じたものとほぼ断定できる。

3.3 工事後の地下トンネルの目視調査

薬剤注入によって地下トンネルが大きく変形したため、変形時に目視調査を行った。断面④付近の上部に長さ方向にひびわれが入っていた。これは、断面が縦長に変形したため、上部に引張力が働きひびわれが発生したと考えられる。また、北側の断面にもひびわれが発生している。このように、計測結果と一致する結果となっていることが分かる。

4. まとめ

今回の計測によって、光ファイバセンサを用いた計測は実構造物の大きな変形を計測することが可能であることが分かった。リアルタイムに計測できることは、実構造物の使用性や安全性が損なわれるまでに、適切な対策が可能となる。したがって、光ファイバセンサを用いた計測は構造物のメンテナンスにおいて有効な手段であると考えられる。

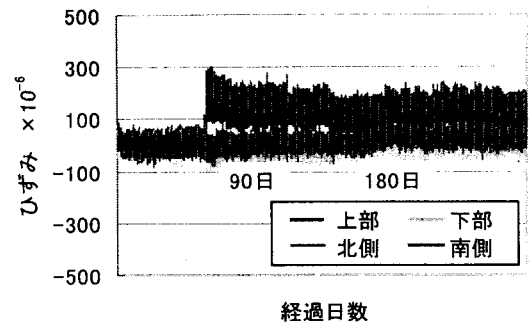


図-3 断面④付近の長さ方向の変位

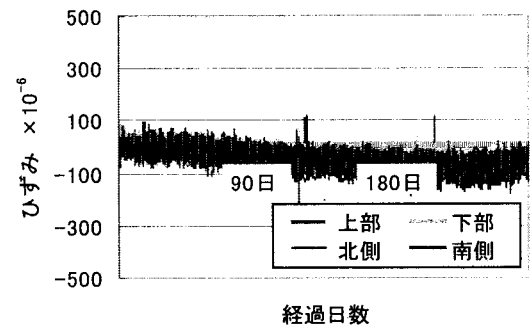


図-4 断面①付近の長さ方向の変位

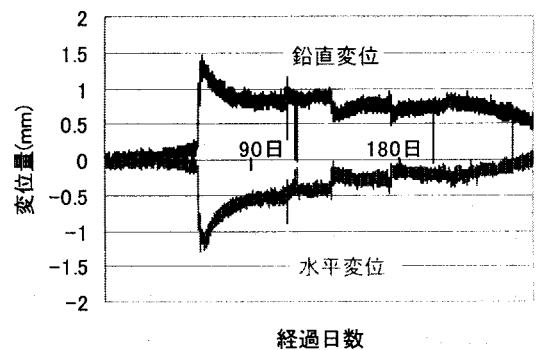


図-5 断面④の内空変位

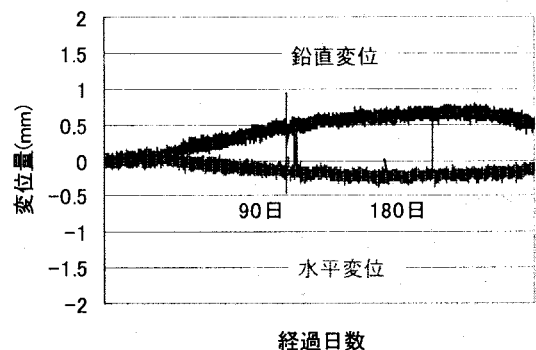


図-6 断面①の内空変位