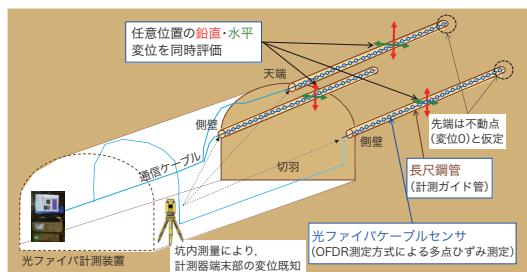


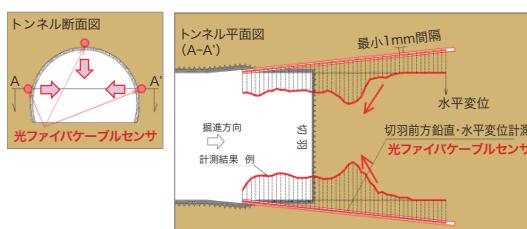
光ファイバケーブルセンサを用いた切羽前方変位計測手法の開発

TN-Monitor[®]による3次元切羽前方変位計測の実現坂井 一雄^{*1}・赤木 俊文^{*1}

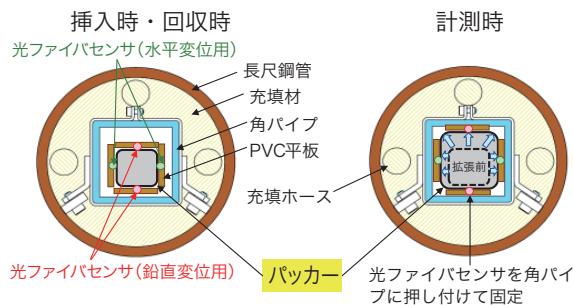
Tunnel Pre-displacement Monitoring by Fiber Optic Sensing

3-D Displacement Monitoring Ahead of Tunnel Face by Newly Evolved TN-Monitor
Kazuo SAKAI and Toshifumi AKAKI

光ファイバを用いた切羽前方変位計測の概念図



切羽前方変位(水平変位)の評価方法



光ファイバ計測器械の構成

研究の目的

脆弱な地山条件下あるいは、都市部で周辺構造物に対する影響監視が重要視されるトンネル工事では、切羽到達前の地山挙動を計測して、できるだけ早期に必要な対策を講じることが重要になります。その計測手法として、切羽前方変位計測手法「TN-Monitor」を開発しました。計測対象は地表面沈下に関わる鉛直変位と、切羽の自立性確認に関わるトンネル軸方向の押出し変位量としていました。一方で、大土被りトンネルでは、地圧や岩盤物性の異方性の影響で、トンネル横断面の水平方向変位が支配的となる場合があります。そこで本研究では、光ファイバケーブルセンサを用いて切羽前方の水平方向変位も計測できる手法を開発し、TN-Monitorを3次元切羽前方変位計測手法に進化させることを目指しました。

技術の特長

計測に用いる光ファイバは切羽前方に打設した長尺鋼管内に複数本配置します。光ファイバ測定では、ケーブル全長にわたって高い計測精度が期待できるAll Grating Fiber(AGF)という光ファイバケーブルセンサと共に、空間分解能の高いOptical Frequency Domain Reflectometry(OFDR)という測定方式を採用しました。鋼管内では、空気圧によって拡張するパッカーを用いて光ファイバケーブルセンサを固定する手法を考案しました。計測完了後にはパッカー内を減圧し収縮することで、光ファイバとパッカーを回収して、次計測区間に転用することも可能です。このため、少数のセンサを繰り返し利用できるため、計測コストの抑制を図ることができます。

主な結論と今後の展開

本研究では、延長9mの試作機を用いて、室内曲げ変位測定試験を実施し、2つの変形モードを模擬して鉛直、水平変位の計測精度の確認を行いました。その結果、高い精度で曲げ変位を評価できることを確認しました。また、現場計測試験では実機相当の12mの計測器械を用いて、設置・回収といった施工性を検証すると共に、実測データを取得し、山岳トンネル施工時の切羽前方の地山挙動として妥当な変形モードを観測することができました。現在、光ファイバを用いたTN-Monitorは2つの山岳トンネル現場において活用されています。計測事例を積み重ねて検証することにより、計測手法の信頼性向上を果たし、綿密な計測管理が求められる難易度の高い施工管理に貢献できると考えています。

* 1 技術センター 社会基盤技術研究部 地盤研究室