変状トンネルモニタリングへの光ファイバーセンサーの適用

ハザマ技術研究所	正会員	坂田英−	- 山下英俊
ハザマ札幌支店		志賀正延	Ĩ
日本道路公団		桑原正	今井淳次郎

1.はじめに

構造物の維持管理の観点から,長期のモニタリングには耐久性に優れた光ファイバーセンサーの利用が有 効であり,多くの構造物に適用が検討されている.その中でも,本論文で報告するセンサー<sup>1)</sup>は,欧州で 100 件以上のモニタリング事例があるが,日本での長期運用の実績は皆無であった.

ここでは,平成12年3月31日に発生した有珠山火山活動によって変状を受けた山岳トンネルにおいて, 光ファイバーセンサーを覆工壁面に設置し長期計測を行うことにより,変状に伴うトンネル挙動の収束確認 を目的としてに適用した.本報ではその成果を報告する.

2.システムの概要

本光ファイバーによるシステム は,複数の光ファイバーケーブル の撚り線で構成される光ファイバ ーセンサーを用いた構造物モニタ リングシステムである(図 - 1). 本システムでは赤外線を利用して おり,センサーが変形した時に赤

外線が漏洩する(マイクロベンディング)現象を捉え赤外線の強度変化を検知して変位として出力するもの である.光ファイバーの特徴である高耐久性,電磁ノイズに強い,測定感度に優れる,等により長期のモニ タリング運用が可能であることが大きな特徴である.

3. 変状トンネルへの光ファイバーセンサー適用

変状パターンは,トンネル延長方向に異なる 様相を呈したため,代表的な3タイプの損傷ブ ロック(A,B,C)を選定し,光ファイバー センサーの設置を計画した.各ブロックの変状 状況を表-1に示す.覆エコンクリートに発生 したひび割れは,変状原因となる外力作用時に, 覆工壁面に作用した応力状態に呼応するもので あり,変状収束の確認を行う目的から,ひび割 れ直角方向を主たる測定の方向とした.各ブロ

図 - 1 本システムの構成 ィング)現象を捉え赤外線の強度変化を検知して変位として出力するもの

ワイトボックス(環境)

表 - 1 各ブロックの変状状況

設置位置	変 状 状 況
Aブロック	トンネル断面方向に作用したせん断力により,覆工 の剥落と路盤の開口・浮き上がりがもっとも顕著に みられたプロックである。
Bブロック	数ブロック連続して壁面には,ねじりや面内せん断 によると考えられる斜めひび割れがみられた。
Cプロック	プロック継ぎ目には大きな横ズレが,壁面には山側 からの偏土圧により,水平ひび割れが多数発生した 区間に位置する。明かり巻き部であり,覆工は単鉄 筋断面であった。

ックにおける光ファイバーセンサーの設置状況を,図-2~図-4に示す.光ファイバーセンサーの設置方法としては,マーキングによって取付位置を墨出しした後に,センサー固定用金具をアンカーボルトにより 壁面に設置し,センサーは長さ方向に1mピッチに軸方向の伸縮を拘束しない形で中間固定し,プリテンションをかけながら曲面に沿って設置した.なお,光ファイバーケーブルの近傍には,覆工表面および内部50mm位置に温度センサーを設置し,温度変化の影響の確認を行った.なお,計測間隔は1回/10分とした.

-242-

光ファイバー,モニタリング,火山活動,トンネル,変状 連絡先:〒305-0822 茨城県つくば市苅間 515-1 TEL0298-58-8813 FAX0298-58-8819



4.モニタリング結果

計測結果を図 - 5 ~ 図 - 7 に示す.グラフは, 各ブロックにおける光ファイバーセンサーの昨年 6月からの測定値を示したものである.全体的に は,7月以降その挙動が収束に向かう状況が確認 され,いずれの位置においても感度よく計測され た.3箇所の異なる変形モードに対応する壁面の 変形量に関する計測データは,いずれも変形速度 が十分小さく収束を終えたことが確認された.6 月に開始した計測で得られたデータは,断層近



図 - 7 Cブロックにおける計測結果

傍のAブロックを除き,いずれも当初の変形と逆向きの変形が一定期間継続した後に,おのおの一定の値に 収束するものであり,損傷度の大きなBブロックでは損傷度の小さなCブロックに比べ,大きい変形量で収 束した.

5.まとめ

トンネルの変状収束過程において,光ファイバーセンサーを適用し,長期間にわたり微小な動きを継続的 に精度良く捉えられることが判明した.今後,さらに長期にわたる計測を継続的に行い,本システムの適用 性についての検討を行っていきたい.

## 参考文献

 山下,田中,喜多,蓮井:光学ストランドを用いた構造物のモニタリングシステムに関する基礎的研究, 第 55 会年次学術講演会, v-329, 2000.9

-243-