

のり面のモニタリングにおける光ファイバーセンサの設置方法の検討

日本道路公団 正会員 内田純二、大西邦晃

長岡技術科学大学 学生会員〇玉尾由享

ハザマ 正会員 前田信行

1. はじめに

これまでに構築された多くの土木・建築構造物を維持管理するために、構造物の挙動モニタリングや健全度評価などが行われている。構造物の維持管理では、日常の挙動を長期間にわたり連続的にモニタリングすることが重要であり、長期耐久性を有する光ファイバーセンサを利用したモニタリングシステムの開発が進められている。その中でも、光ファイバーの撓り線である光学ストランドは、高い精度で変位を測定することが可能であり、構造物の長期モニタリングに適していると考えられる。そこで、筆者らは、のり面のモニタリング技術としての光学ストランドの適用性について検討するために、切土のり面において長期的な変位モニタリングを行った。本論文では、そのうち光学ストランドの設置方法の有効性について検討した結果を述べる。

2. 測定システム

測定システムは、光学ストランドおよび2つの固定端子からなるセンサ部、光学ストランド内を通る赤外線強度を検知して電圧出力するオプトボックス、データ収集および通信を行うパソコンとモデムにより構成される（図1参照）。測定原理としては、測定対象物の変形に伴い光学ストランドが伸縮した場合、撓られた光ファイバーの局所的な曲率の変化で赤外線の漏洩が変化する現象（マイクロベンディング）を利用し、赤外線強度の変化により固定端子間の相対変位を測定する¹⁾。

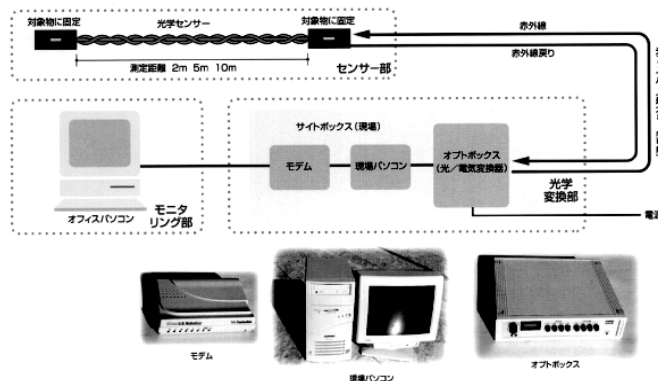


図1 測定システムの基本構成

3. 測定概要

道路に隣接する切土のり面において、光学ストランドによる長期的なモニタリングを行った。のり面の代表的な場所4地点（A～D地点）を測定地点として選定し、光学ストランドと熱電対を設置し変位量と温度を10分間隔で測定した。このとき、光学ストランドの設置方法の有効性について検討するために、それぞれ異なる方法によってセンサを設置した（図2参照）。A地点は地山の挙動を直接捉えるために、地山に構築したコンクリートベース（2個）に、光学ストランド（L=10m）を設置した。B地点は吹

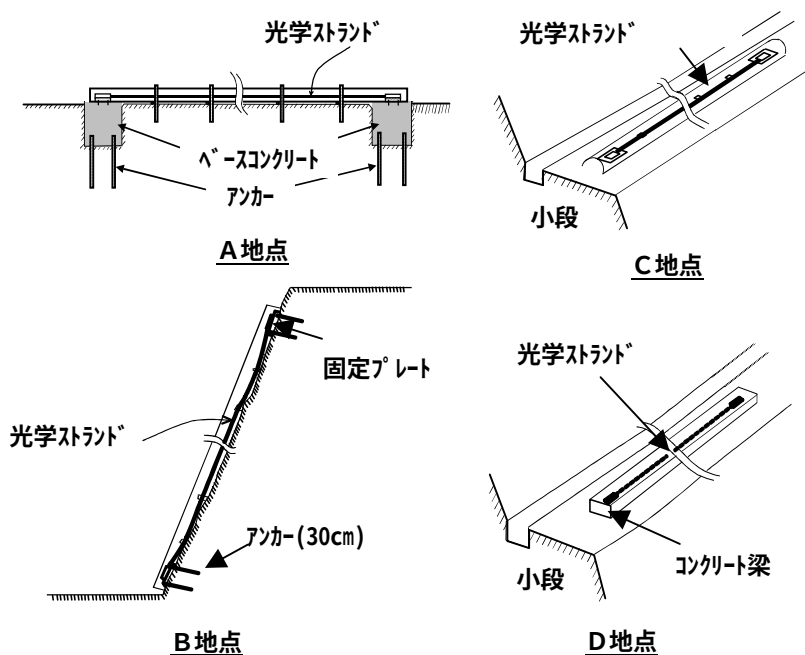


図2 光学ストランドの設置方法の概要

キーワード：維持管理、のり面、モニタリング、光ファイバー、光学ストランド

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 TEL0258-46-6000、FAX0258-47-9000

付けコンクリート部であり、地山の挙動を直接捉えるために、アンカーで地山に設置した固定プレートに光学ストランド（ $L=7\text{m}$ ）を設置した。C 地点は小段コンクリート部であり、地山の挙動を小段コンクリートの動きとして検知するために、光学ストランド（ $L=10\text{m}$ ）を直接設置した。D 地点も小段コンクリート部であるが、センサを埋設した場合の影響を把握するために、光学ストランド（ $L=10\text{m}$ ）をコンクリート梁に埋設した。

4. 測定結果

それぞれの測定地点において、変位および温度は1年以上の測定期間を通じて安定して測定された。測定値の例を図3に示す。全体的な傾向として、1日の温度変化に伴う変位量の変化が見られ、設置方法によってその挙動が異なることがわかった。A 地点では、 13°C 程度の変化に対し 0.1mm 程度であり、変位勾配は $0.008\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ であった。また、 5°C 程度の変化では、測定値はほとんど変化しなかった。B 地点では、 15°C 程度の変化に対し 0.6mm 程度であり、変位勾配は $0.04\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ であった。C 地点では、 20°C 程度の変化に対し -0.3mm 程度であり、変位勾配は $-0.015\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ であった。D 地点では、 3°C 程度の変化に対して 0.07mm 程度であり、変位勾配は $0.02\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ であった。B、C、D 地点は、1日の温度変化に対して影響が顕著であった。C 地点の挙動は、温度と負の相関が見られるが、これについては別途検討する。

5. 考察

測定地点ごとに光学ストランドの設置時の作業性および温度変化が測定値に与える影響について検討し、光学ストランドの設置方法の有効性について評価した。作業性については、A、D 地点の方法ではコンクリートの打設や養生に人手と時間が必要となる。B、C 地点の方法では、作業も容易で、時間も短く、作業性も良い。

1日の温度変化の影響については、A 地点は変位勾配が小さいため、測定値そのものが地山の動きであると考えられる。B、C 地点は温度変化の影響が大きいため、地山の動きを捉えるためには、温度の影響を取り除く必要がある。D 地点は光学ストランドがコンクリート梁に埋設されており、温度変化が少ないので測定値への影響も小さいので、地山の動きが発生した場合には、比較的早い段階で捉えることができると考えられる。

これらのことから、今回用いた4つの設置条件については、A 地点と D 地点の設置方法は1日の温度変化にあまり影響を受けないことから、地山の挙動を捉える可能性が高いと考えられる。また、B 地点と C 地点の設置方法は温度変化の影響が顕著であっても、その関係が明確であり測定値の補正が容易にできる場合は、作業性に優れているため、これらの設置方法も有効であると考えられる。

6. まとめ

のり面のモニタリング技術としての光学ストランドの適用性について検討するために、切土のり面において長期的な変位モニタリングを行った。センサ設置時の作業性や測定値の温度の影響について検討した結果、今回用いた4つの設置方法はいずれも有効であると考えられる。また、より良い測定を行うためには、温度変化の影響が少ない場所や方法を用いること、温度変化に対する対象構造物の挙動が単純で理解しやすいところに光学ストランドを設置することが望ましいと考えられる。

【参考文献】1)坂田, 山下, 志賀, 桑原, 今井: 変形トンネルモニタリングへの光ファイバーセンサの適用, 第56回年次学術講演会, VI-121, 2001

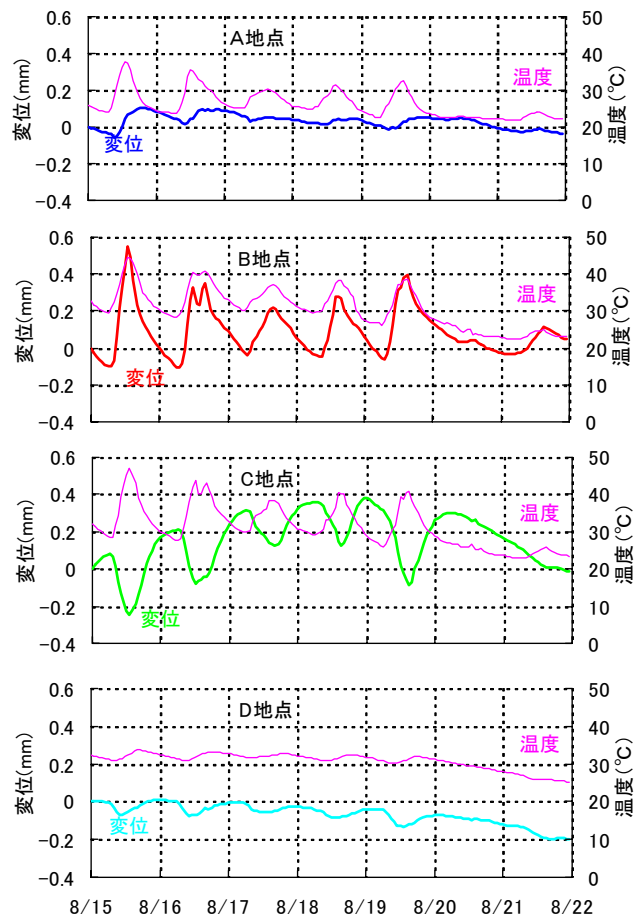


図3 測定結果の例