

光ファイバを用いた岩盤等の挙動計測システム

国土交通省 中部技術事務所 正会員 ○古谷 健蔵
国土交通省 中部技術事務所 鈴木 康芳
(株)エヌ・ティ・ティ エムイー東海 本藤 隆幸

1. はじめに

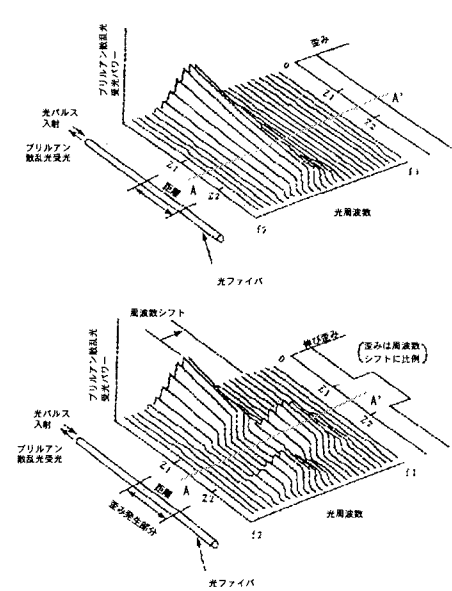
光ファイバは、ひずみを受けると、光ファイバ内に発生する散乱光のうち、ひずみを受けた部分に発生する散乱光の周波数が、受けたひずみの大きさに応じてシフトする性質を持っている。この性質を利用して、周波数のシフトの大きさから光ファイバが受けているひずみの大きさを計測する技術が開発されている。本稿は、この技術を応用して落石・岩盤崩壊の挙動を計測するシステムを開発し、模型試験及び現地における実証試験を実施し、その結果を踏まえ、システムの実用性について報告するものである。なお、本システムは、中部技術事務所と(株)エヌ・ティ・ティ エムイー東海が共同開発しているものである。

2. 光ファイバセンサの原理と特徴

(1)原理

ブリルアン散乱光は、入射した光パルスが光ファイバ内を通過する時に発生するが、特定の周波数分布を有し、光ファイバの長手方向の伸縮に比例して、その周波数分布の発生する位置が変化する(図-1)。BOTDR測定器(Brillouin Optical Time Domain Reflectometer)で、この変化量を検出し、ひずみ量を計測する。ひずんでいる箇所的位置は、光ファイバにパルスを入射してから散乱光が戻ってくるまでの時間から計測する。

<ひずみ量の検出>



A-A'地点のブリルアン散乱光分布図

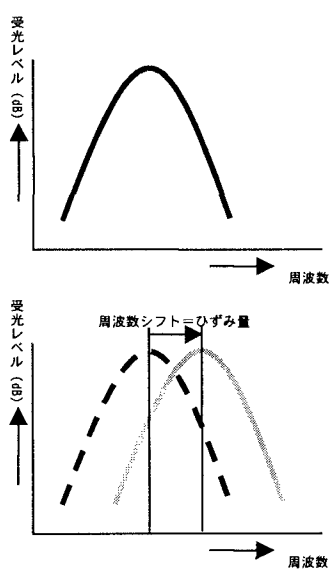


図1 原理の概念図

(2)特徴

- ・岩盤等の挙動の計測は、従来の歪み測定器では点計測であるが、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る。さらに網状に配置することにより面的な計測も行うことができる。
- ・対象物から離れた位置で遠隔監視ができる。計測範囲は、光損失が8 db以下の範囲で計測器から10 km程度である。
- ・高圧線、落雷等の電氣的誘導を受けない。
- ・戻ってくる散乱光は微弱であり、識別できるようにするためには、連続観測を一定の間(10分程度)行わなければならないが、この時間内に発生した振動のような動的な変位量の計測は困難である。

3. 模型及び現地試験結果

実物大の模型による性能試験を行い、確保できる精度の確認をし、表1、図2、図3のようなセンサの設置仕様を考案した。

表1 センサの性能

	U字張付	直線張付
センサ長	6～20m程度	3～10m程度
測定範囲	センサ長の1%	センサ長の2%
精 度	測定範囲の±2.5%	測定範囲の±1.25%
最小読取值	測定範囲の5%	測定範囲の2.5%
固定方法	巻付固定、クランプ固定	

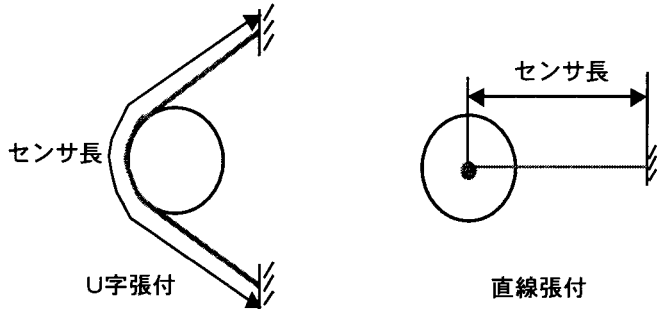


図2 センサ張付の種類

現地試験として、転石を対象とする箇所と岩盤崩壊を対象とする箇所の2ヶ所において、計測システムを設置した。比較のため、月2回のスチールテープによる定点測量と、転石対象箇所には電気式計測器を設置した。図4に設置例を示す。2ヶ所の現場で合計29のセンサを設置し、計測を継続中であるが、計測結果の一例を図5に示す。据え付け調整のため、4月中旬まではデータが安定しなかったが、それ以降は、データが安定し、現状では、当初設定した精度を満足するデータが得られている。

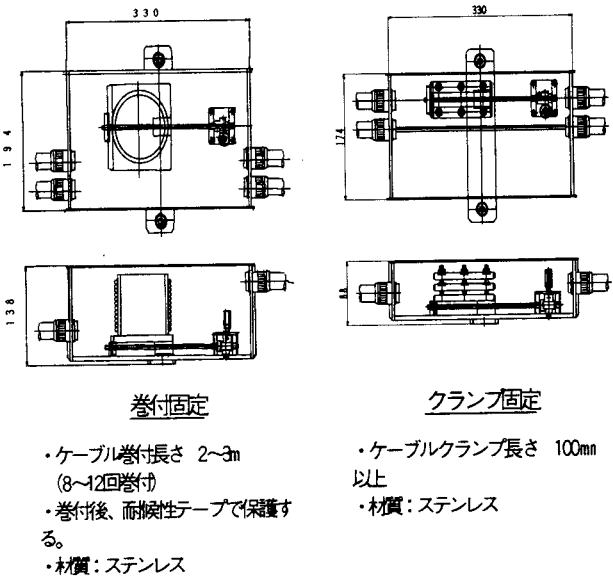


図3 固定金具

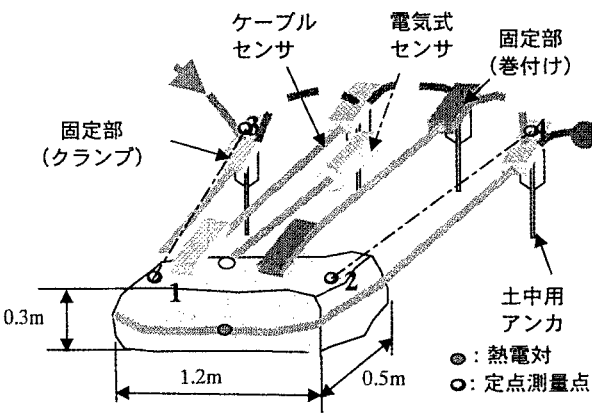


図4 センサ設置例

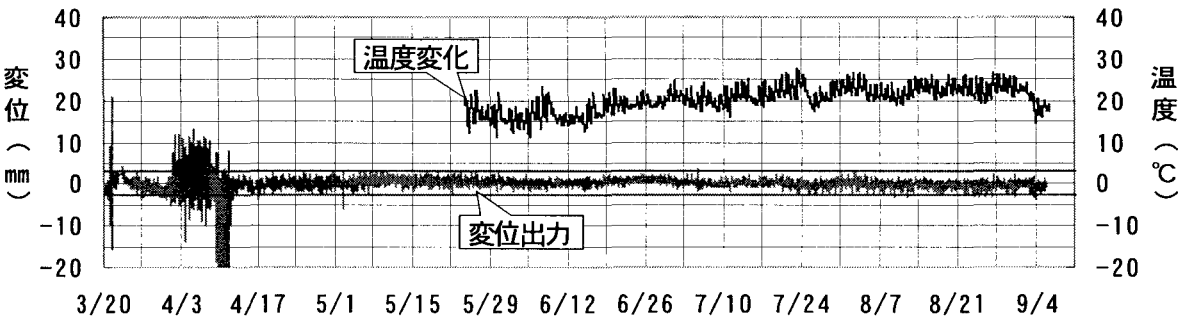


図5 計測結果の一例

4. おわりに

現地試験は、夏季及び冬季の厳しい気象に対する本システムの耐久性の確認を行うもので、夏期の観測を経た現時点では、模型試験によって確認された精度が、現地試験でも確認された。今後、13年3月まで観測を継続し、データ収集を行い、耐久性、保守管理について検証する予定である。最後に、本開発を進めるにあたり、豊田高専教授赤木知之氏、岐阜大学教授八嶋厚氏に御指導を頂いた。ここに記して謝意を表する。

<参考文献>

1 - 倉橋、田中、薄：光ファイバを用いた歪分布計測、土木学会、岩盤力学に関するシンポジウム、72、pp.378-382、1997.1