

IT センサを用いたグラウチング岩盤変位監視の事例紹介

(株)建設技術研究所 正会員 ○野村 貢<sup>※1</sup>  
 非会員 松浦 努<sup>※1</sup>

1. 目的

国土交通省東北地方整備局玉川ダムにおいて、補修対策の一環であるグラウチング対策工事に際し、IT 岩盤変位監視システムを用いた実証実験を行い、土木分野での活用を検討した。システムは、高精度を確保しつつ簡素化を求めため、IT センサである『光ファイバを用いた変位観測装置』、及び『自動車用 MEMS 加速度センサ』を用いた。

2. 岩盤変位監視の方法

図-1 に示すように、ダム高 100mの重力式コンクリートダムの河床部監査廊内からコンソリデーション・グラウチングを実施した。図-2 に示すように注入セメントの注入圧で、地盤の隆起によるクラックの発生が懸念されたため、地盤の隆起を測定する岩盤変位計で監視した。この際、通常の継ぎ目ゲージに加え、IT 岩盤変位システムとして『光ファイバを用いた変位観測装置』、および『自動車用 MEMS 加速度センサ』を併設し精度比較を実施した。

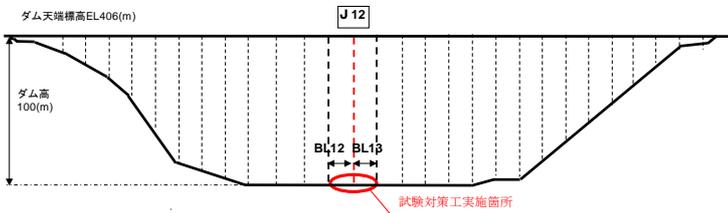


図-1 グ라우チング対策工実施箇所<sup>1)</sup>

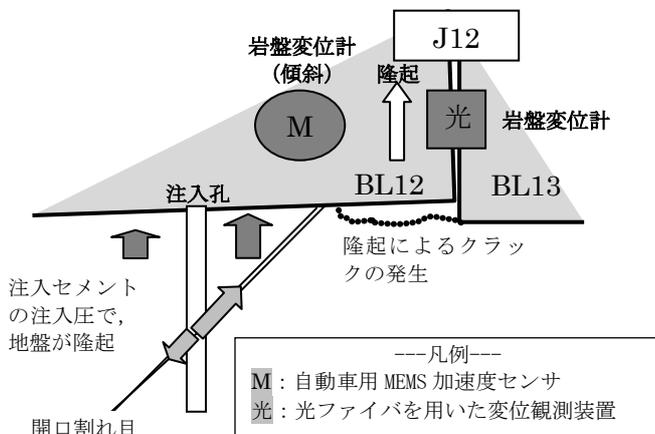


図-2 クラックの発生概念と計器設置位置図

今回適用する光ファイバセンサは、ファブリ・ペロー干渉型である。図-3 のように光の進行方向に対して直角方向の面を持つ2つのハーフミラーの構成をとる。2つのミラーから反射された光束は、ファブリ・ペロー干渉信号として受光され、変位等によって2つのミラー間の距離 (Cavity length) が変化した場合、2光束の位相差の変化となり、干渉波形の変化となって観測される原理である。

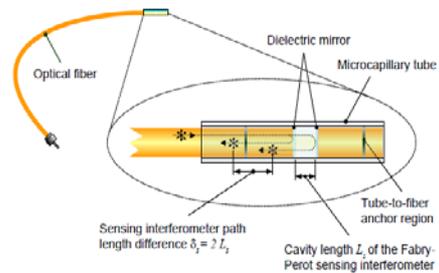


図-3 光ファイバセンサの概要図

『光ファイバを用いた変位観測装置』は、図-4 に示すように、2 ブロック (BL12, BL13) の打継ぎ目であるジョイント 12 (J12) に設置し、ジョイントを境にした両ブロックの相対変位を監視した。

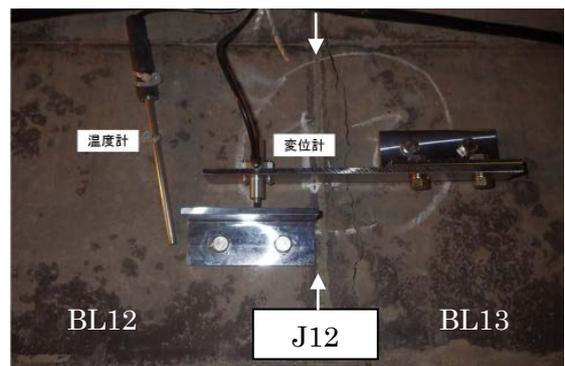


図-4 光ファイバを用いた変位観測装置

『自動車用 MEMS 加速度センサ』は、監査廊内の主なグラウチング対策工事箇所である BL12 の中央に設置した。『自動車用 MEMS 加速度センサ』は、半導体微細技術 (MEMS) を活用した加速度センサで、主に自動車、鉄道の制御を目的に開発されたもので、図-5 に示すように、

キーワード：重力式コンクリートダム、グラウチング、施工管理、岩盤変位、光ファイバセンサ、MEMS センサ  
 〒124-0002 東京都葛飾区西亀有 1-5-3 株式会社レーザック 03-6662-7270, 〒348-8508 埼玉県羽生市東 54-71 曙ブレーキ工業株式会社 048-5601470, 〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町 2-15-1 <sup>※1</sup> 株式会社建設技術研究所東北支社 022-218-3643

傾斜 0.001 deg (度) の感知精度を持っている. 近年 MEMS 加速度センサは, その精度の高さから地すべりの地盤傾斜計としても活用<sup>2)</sup> され始めている.

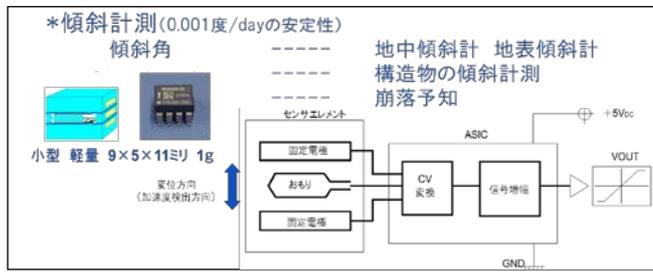


図-5 MEMS センサの概要

3. 岩盤変位監視の結果

今回は, ダム監査廊内からのグラウチングによる岩盤変位の監視のために設置した. 監視基準は, 表-1 に従い, 1/10mm 以上の精度で監視を実施した.

表-1 グ라우チングにおける岩盤変位監視基準<sup>3) 4) 参照</sup>

変位量 (mm)	注入時	透水試験時	水押し時
0.10	現時点での注入速度を50%に減少	直ちに降圧	直ちに中断
0.15	さらに注入速度を50%に減少(本来圧力の25%)	直ちに降圧	直ちに中断
0.20	中断	直ちに中断	直ちに中断

図-6 に示すように, 『光ファイバを用いた変位観測装

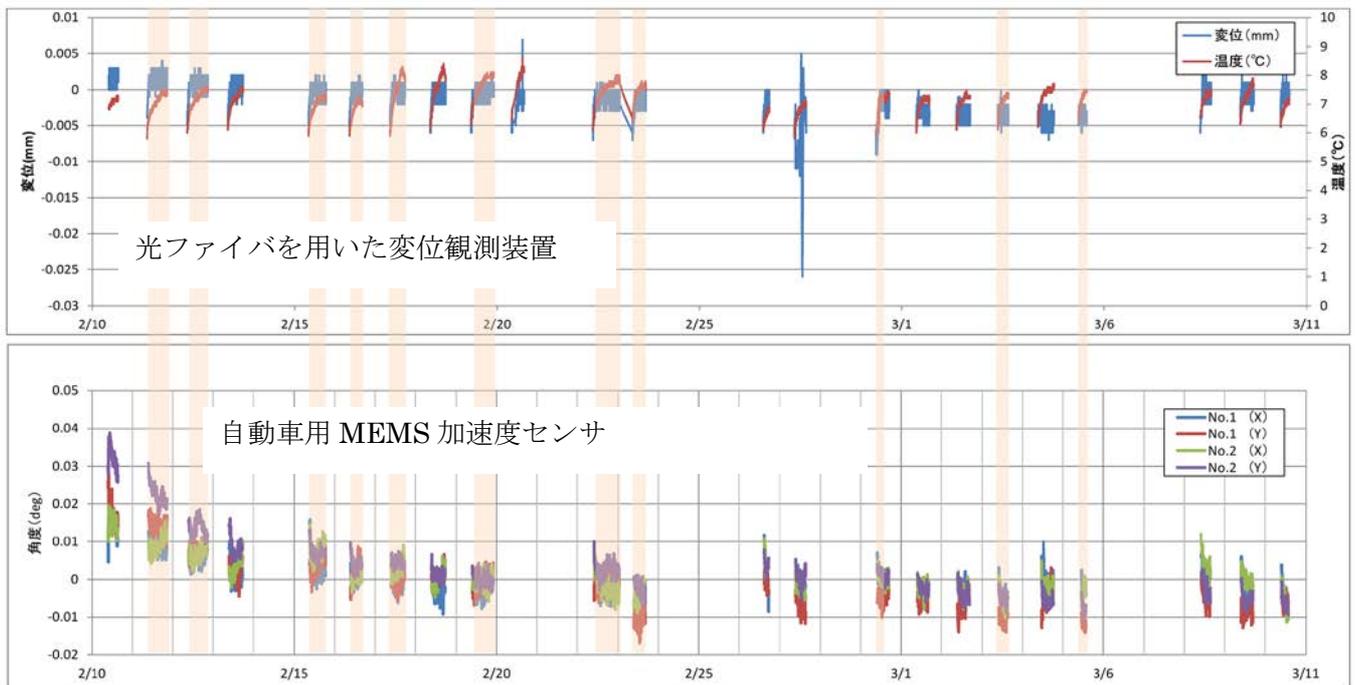


図-6 IT センサによるグラウチング岩盤変位監視結果

参考文献

- 1) 建設省東北地方建設局玉川ダム工事事務所発行, (株) 建設技術研究所編集, 玉川ダム工事誌, 1991.03.
- 2) 千田容嗣, 藤澤和範, 宇都忠和 ; IT 地盤傾斜計測システムを用いた初生地すべりの変動観測事例, 土木技術資料 53-3(2011)
- 3) 財団法人国土技術研究センター編集 グ라우チング技術指針・同解説, 2003.7.
- 4) 財団法人ダム技術センター編集 多目的ダムの建設 施工編, 2005.6.

置』による観測結果は, 0.005mm~0.02mm と, 管理基準(中断)である 0.2mm の 1/10 以下であった. 『自動車用 MEMS 加速度センサ』の観測値は, 0.01~0.04 deg (度) 程度の微小な範囲での変動であった. 表-2 に示すように, IT 盤変位監視システムは, 一般的な継ぎ目ゲージより, 高い精度を確保できることが分った. 今後は MEMS センサの傾斜角から変位量を求める手法を開発する必要がある.

表-2 変位観測精度の対比

観測機器	変位観測精度
一般的な継ぎ目ゲージ	1/10mm
光ファイバ	1/1,000mm
MEMS センサ	傾斜 0.001 deg (度)

4. おわりに

『光ファイバを用いた変位観測装置』, 及び『自動車用 MEMS 加速度センサ』は, 十分な監視精度を確保できること, 長期間の耐久性も確保できることから, 土木分野への活用できることが確認できた. 最後に, 執筆にご指導頂いた国土交通省玉川ダム管理所, 計測機器の提供を頂いた曙ブレーキ工業(株), 及び(株)レーザックに感謝致します.