

掘削土留め工における面的計測のためのモデル載荷試験

鉄道総合技術研究所 正会員 ○田中 祐二 正会員 小島 謙一
 飛鳥建設 正会員 小林 薫 正会員 田村 琢之
 中央開発 正会員 橋本 和佳

1. はじめに

掘削土留め工は設計時において不確実な点が多く、施工時に状態監視を行いながら進めていくことが基本となる。また、施工時における安全性や経済性などの観点から情報化施工を行うことも増えてきている。しかし、現状ではコストや工期の問題などから構造物全体をリアルタイムで3次元的に評価する計測がほとんど行われていない。そこで本検討では、掘削土留め工において3次元挙動を適切に評価するシステムの構築を目的とし、既往の各種計測器に対して性能および精度比較のための載荷試験を行った。試験から得られた変位やひずみのデータから、個々の計測器について検討を行い、本手法への適用性について評価を実施することとした。本論分では試験方法および多数得られた結果のうちひずみゲージとFBGセンサの結果について述べる。

2. 掘削土留め工における計測手法の現状と課題

地盤を掘削する工事においては地層・地質状況や、地下水の状態などを事前に適切に把握することが難しい。従って、掘削土留め工においては、土留め壁の安定性や周辺構造物等への影響を考慮し、管理値を設定し計測管理を行いながら施工を進めることが一般的である。土留め壁の計測項目には、土留め壁の変形・応力や切梁軸力、周辺地盤の変形・応力、地下水位などがある。しかし、土留め工全体にわたって計測管理を行うことはコストが膨大となり現実的ではないため、実際には土留め工の構造や現場の状況を踏まえて設定したいくつかの測線について計測が行われている。そのため、計測ポイント以外の変状の評価ができず、局所的な変状が発生した場合には、その影響が計測ポイントに波及するまで把握できないことから、大きなトラブルとなることが考えられる。本検討では、比較的簡易に土留め工全体の計測管理を行える手法を開発することを目的として、モデル化した土留め壁の単純な載荷試験により各種計測器の特性を評価することとした。

3. モデル土留め壁の載荷試験

定量的かつ明確な評価を行うために、モデル化した模型土留め壁による載荷試験を行い、同時に複数の計測器の特性を評価することとした。本試験には表1に示した計測器を用いた。使用した計測器は土留め工の実際の施工状況や計測条件を想定した上で、計測メカニズムや計測手法の異なる計測器とし、現在、土留め工の計測によく適用されているものから、ほとんど用いられていないものまで、その適用の可否を含めて検討を行った。光ファイバセンサは1本のラインで多点計測が行え、組合せを工夫することによって、面および線の計測が可能である。レーザースキャナー、トータルステーション、デジタルカメラは、遠隔地から非接触で計測が行え、状況に応じた計測ポイントを配置することにより、土留め壁の面的な評価が可能と考えられる。変位計およびひずみゲージは従来型の計測器であり、その性能が確かめられているものとして用い、個々の計測器の特性を評価する上で基本的なデータとした。

試験では、複数の計測器を配置した図2の模型土留め壁（ポリカーボネート製）に対し強制変位を与え、その挙動について計測を行った。模型土留め

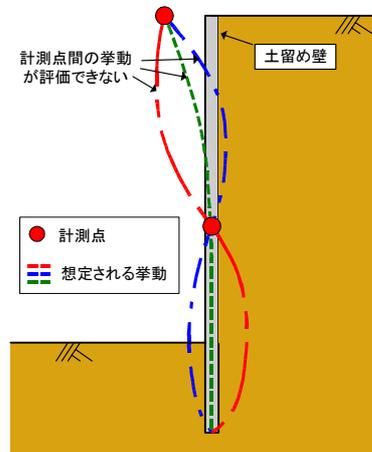


図1 土留め壁の計測

表1 選定した計測器

計測器	計測項目
FBG (光ファイバ)	ひずみ
BOTDR (光ファイバ)	
ひずみゲージ	変位
レーザースキャナー	
トータルステーション	
デジタルカメラ	
変位計	
傾斜計	傾斜

キーワード 3次元, 計測, 土留め壁, FBG

連絡先 〒185-8540 国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 基礎・土構造研究室 TEL 042-573-7261

壁の一般図を図3に示す。荷重点は、模型土留め壁が全体的に変形すると考えられる①模型天端中央、②模型天端 $L/4$ と、局所的な変形が発生すると考えられる③ $H/2 \cdot L/4$ (ただし H : 模型高, L : 模型幅) とした。強制変位量は、模型背面から0 (初期値), 10, 30, 80mmである。

4. 試験結果

ここでは、代表的な試験結果として、ひずみゲージとFBG (光ファイバ) の試験結果について考察する。データの評価においては、強制変位付与直前・直後 (間隔は4~5分程度) の計測値を用いたため、温度変化による影響は無いものとし、各計測値の温度補正は行っていない。図4-(1)は、荷重点①において変位を30~80mmに変化させた時の計測線D (中心部・鉛直方向) のひずみ分布である。また、図4-(2)は荷重点②において変位を10~80mmに変化させた時の計測線Dのひずみ分布である。いずれの計測結果もひずみゲージにより得られた値とFBGにより得られた値は若干の差が認められるものの、概ね一致する結果となった。また、荷重点③において変位を10~80mmに変化させた時の計測線③ (上部・水平方向) のひずみ分布を図5に示す。計測線Dの結果同様、ひずみゲージとFBGの値はほぼ一致する結果となった。なお、これらの計測結果に若干の差が発生した要因としては、計測位置の違いによるものと思われる。今回の試験では同時に複数の計測器を配置し計測を行ったため、計測器設置の都合上、多少位置をずらして配置した。ひずみゲージとFBGのずれは計測点により異なるが、15~20mm程度である。

5. まとめ

今回の試験結果より、ひずみゲージとFBGの計測値はよく一致する結果となった。FBGについては1本のラインで多点計測が行えるため、計測器の組み合わせを工夫することによって、より効率的に面的な挙動を捉えられる可能性がある。今後は、他の計測器においても検討を行い、合理的かつ効率的に多数の情報を得る手法を検討していきたい。



図2 模型土留め壁

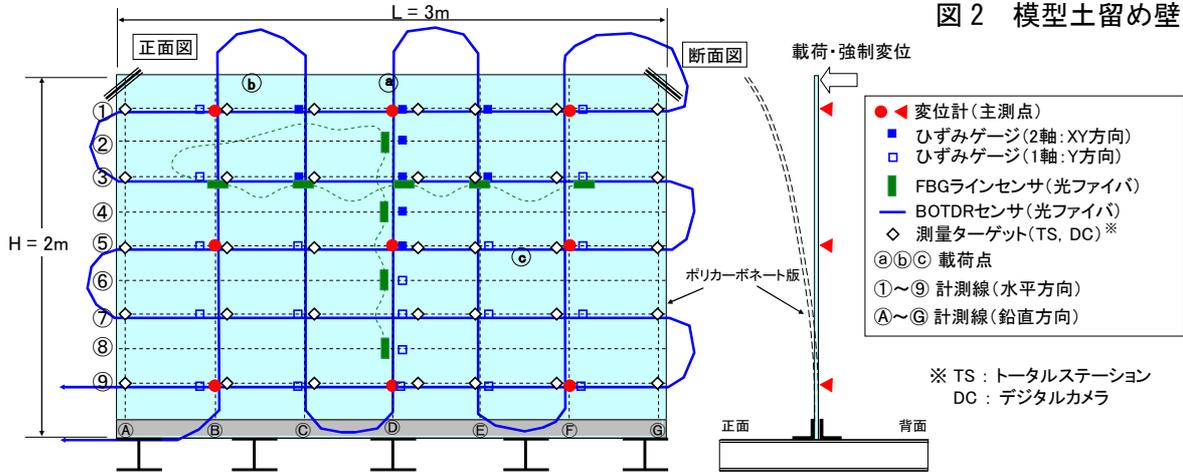


図3 模型土留め壁の一般図

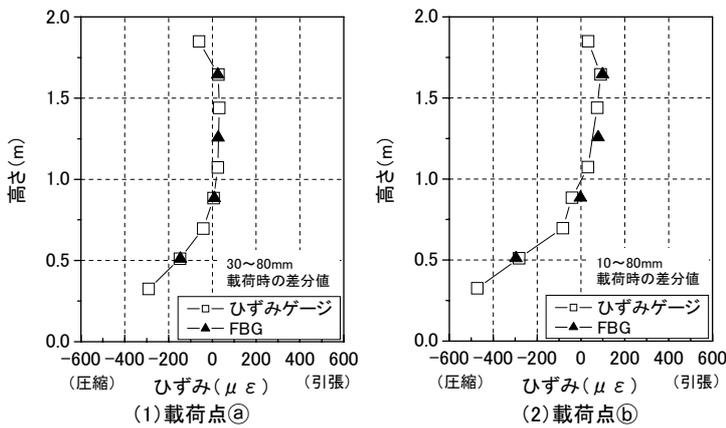


図4 計測線Dにおけるひずみ分布

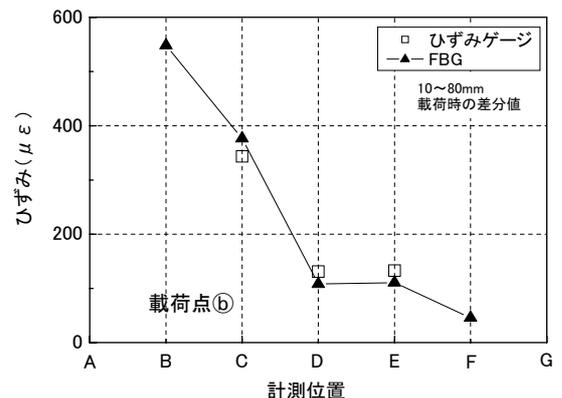


図5 計測線③におけるひずみ分布