

## 光ファイバによる3次元地中変位計測技術(Geo-NewROn)の開発

鹿島建設(株) 正会員 ○中島拓巳 永谷英基 藤原航太郎 今井道男 川端淳一  
 ニュープレクス(株) 非会員 山内良昭 岸田欣増

### 1. はじめに

筆者らは光ファイバを用いた新しい地中変位計 Geo-NewROn(Geo-Neuron with Real-time Optical novel multi shape sensing) の開発を進めている<sup>1)</sup>。Geo-NewROnは、可撓性のある棒状の母材に光ファイバ6本を螺旋状に編み込んでいる点に特徴があり、地盤中への敷設時に生じる母材自身の捻じれを補正し、3次元の変位を算出できる。また、レイリー方式の計測方法を用いることで2.5cmピッチの高精度な計測ができる。Geo-NewROnの概観を図一1に示す。これまでにシールド工事において、長さ30mのGeo-NewROnをシールドマシン直上1mの地盤に敷設し、シールド掘進に伴う地中変位をリアルタイムで計測した実績を有する<sup>2)</sup>。その後、さらなる工事や工種に展開するため、さらに長いGeo-NewROnの開発に取り組んだ。今回、長さ170mのGeo-NewROnを用いて実証実験を実施したので、その結果を報告する。

### 2. 実験概要

#### (1) 実験設備

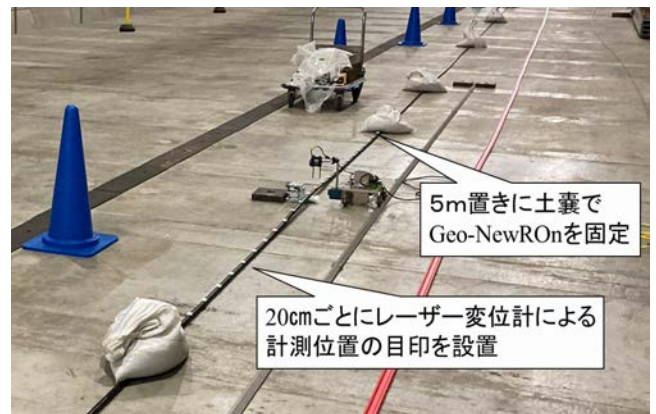
図一2, 3に実験設備の写真を示す。170mのGeo-NewROnをコンクリート平滑面へ直線状に設置し、5m置きに土嚢を乗せて固定した。また、ジャッキを用いた強制変位装置を製作し、任意の位置でGeo-NewROnに強制変位を与えるようにした。さらに、レーザー変位計を搭載した計測装置をGeo-NewROnの横に設置したレール上で動かし、全長に渡りGeo-NewROnの鉛直変位を計測できるようにした。

#### (2) 実験内容

実験ケースを表一1に示す。強制変位装置による強制変位位置と強制変位量を変数とした。強制変位を与えた後にレーザー変位計で強制変位位置前後2mの鉛直変位を20cmピッチで実測した。また強制変位前後Geo-NewROnでひずみを計測した。6本の光ファイバで得たひずみから、母材自身の捻じれを補正した上で鉛直・水平方向の変位による曲げひずみを算出し、曲げひずみを固定部から積分して変位を算出した。



図一1 Geo-NewROn 概観



図一2 Geo-NewROn 設置状況



図一3 計測装置

表一1 実験ケース

ケース番号	①	②	③	④	⑤	⑥
強制変位位置(m)	85	85	85	165	165	165
強制変位量(mm)	1	2	3	1	2	3

キーワード 光ファイバセンサ, 3次元地中変位, 分布計測, レイリー散乱

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

### 3. 実験結果

図-4にケース①～③の鉛直方向の変位による曲げひずみを示す。全てのケースにおいて強制変位位置で最も大きい引張ひずみを算出し、その前後では圧縮ひずみを算出していることを確認した。また、ケース①の最大曲げひずみが  $127\mu\epsilon$ 、ケース②が  $231\mu\epsilon$ 、ケース③が  $314\mu\epsilon$  と、強制変位量が大きくなることで生じる曲げひずみの増分値は、全てのケースで同様の  $100\mu\epsilon$  程度であることを確認した。これらのことから、Geo-NewRONは変形に追従し、ひずみ計測ができていると考えられる。図-5, 6に、レーザー変位計による鉛直方向の変位計測値と、Geo-NewRONによる算出値を示す。全ての実験ケースにおいて、算出値と計測値が概ね一致していることを確認した。また、表-2に各実験ケースにおけるレーザー変位計による最大計測値と、Geo-NewRONによる最大算出値、その計測値と算出値の差分を示す。全ての実験ケースで  $0.2\text{mm}$  以内に収まった。なお、図-7に水平方向の変位算出値を示す。今回は水平方向への強制変位を与えていないが、目視では確認できないほど小さな  $0.3\text{mm}$  以下の変位が算出できている。これらのことから、長さ  $170\text{m}$  の Geo-NewRON が  $1\text{mm}$  以下の精度で3次元の変位を算出できることが確認できた。

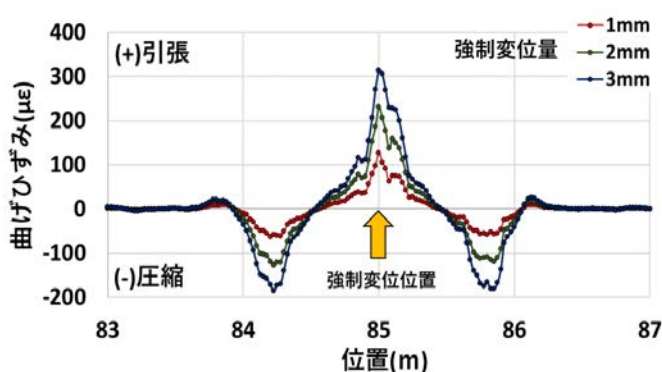


図-4 鉛直曲げひずみ(ケース①～③)

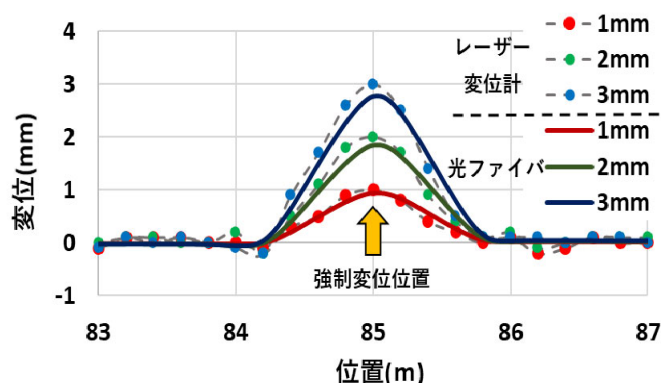


図-5 鉛直変位(ケース①～③)

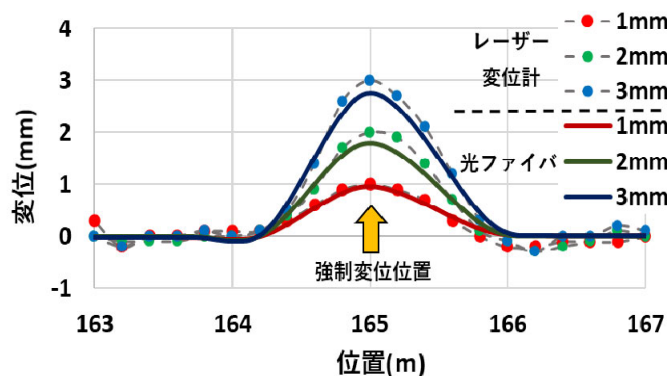


図-6 鉛直変位(ケース④～⑥)

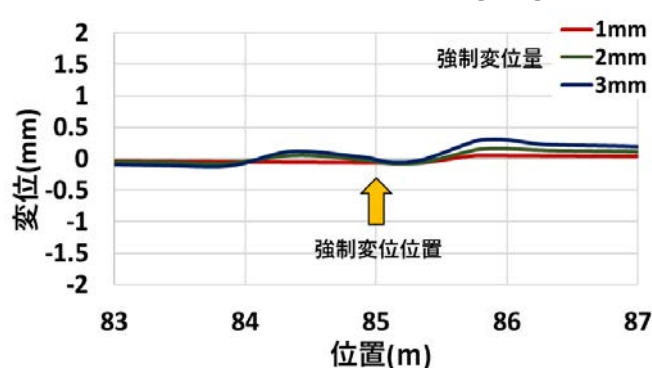


図-7 水平変位(ケース①～③)

### 4. おわりに

実証実験により、長さ  $170\text{m}$  の Geo-NewRON で  $1\text{mm}$  以下の変位を自在かつ正確に捕捉できることを確認した。今後はシールド工事をはじめとする様々な工種や工事に本技術を適用し、安全で安心な施工管理に展開していく所存である。

表-2 計測値と算出値の比較

ケース番号	①	②	③	④	⑤	⑥
計測値(mm)	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	3.0
算出値(mm)	0.93	1.8	2.8	0.96	1.8	2.8
差分(mm)	0.070	0.20	0.20	0.040	0.20	0.20

### 参考文献

- 1) 中島ほか：光ファイバを用いた3D地中変位計測技術の開発，土木学会全国大会第76回年次学術講演会，2021。
- 2) 永谷ほか：シールド工事における地中変位リアルタイム可視化技術の適用事例，土木学会全国大会第76回年次学術講演会，2021。