光ファイバによるグラウンドアンカーの張力分布の常時計測

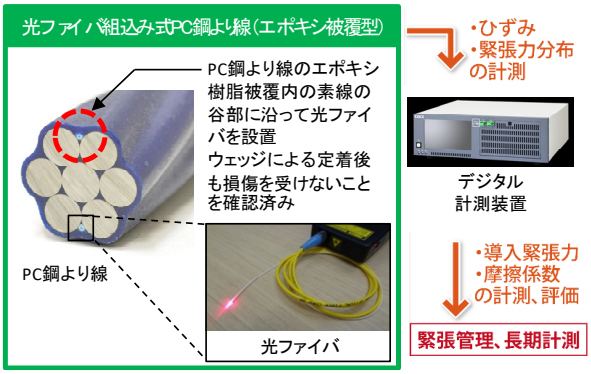
鹿島建設(株)　正会員　曽我部直樹　今井道男
リテックエンジニアリング(株)　正会員　○早坂洋太
沖電気工業(株)　羽田匡彦

1．はじめに

グラウンドアンカーは，斜面内に PC ケーブルを挿入して，緊張，定着させることで地すべりを抑止する対策工である．PC ケーブルの張力によって斜面に作用する圧縮力の大きさが抑止効果の前提となるため，その維持管理においては張力の変動の有無やその大きさを計測し，設計で想定している範囲の変動であるかを評価することが重要である．これに対し，光ファイバによって PC ケーブルの張力分布を計測できる技術を開発し，グラウンドアンカーへの適用を進めてきた[1)]．ここでは，施工中における複数の仮設用グラウンドアンカーの張力の変動を，本技術で常時計測した事例について報告する．

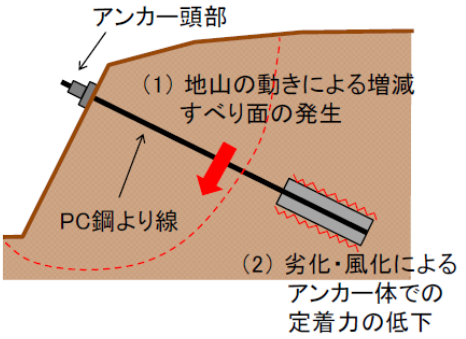
2．光ファイバによる張力の計測技術

光ファイバにパルス光を入射した時に観測される後方ブリルアン散乱光の帰還時間と波長の変化を分析することにより，光ファイバの全長のひずみ分布を計測することができる．本技術では，PC 鋼より線の製造時に組み込んだ光ファイバのひずみ分布に基づき，張力分布を計測する（**図－1**）．本技術をグラウンドアンカーの緊張材に適用することで，アンカー体部を含めた全長の張力分布を評価できる．



図－1　光ファイバによる張力の計測

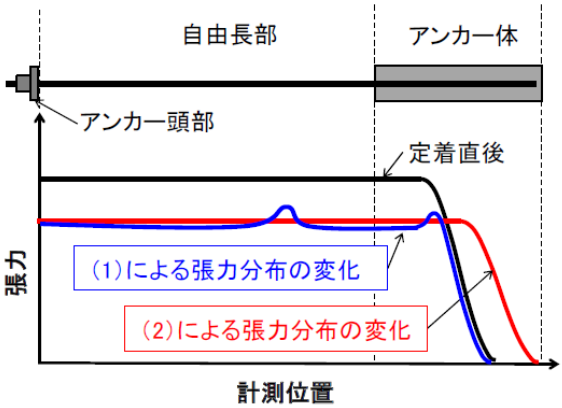
地山やグラウンドアンカーに生じる変状の要因としては，地山の変化，外力の作用などによるすべり面の発生（**図－2 中(1)**）やアンカー体周辺の変状（**図－2 中(2)**）があり，それぞれの要因によって**図－2** に示すような張力分布の変動が生じることが考えられる．供用中における張力分布を光ファイバで計測することで，張力変動の有無だけでなく，分布形状の変化からその要因が特定でき，対策工の選定や設計にも活用できる可能性がある．



3．常時計測システムの概要

グラウンドアンカーの張力分布を常時計測できれば，環境の変化に応じた変動をリアルタイムで把握することが可能となる．例えば，大雨や地震の前後における張力分布を比較することで，グラウンドアンカーや補強された斜面の健全性を評価することができる．一方，光ファイバによるひずみ分布の計測機が高価であることから，複数台を常設することが困難なケースも多い．

そこで，**図－3** に示すように光ファイバの切替装置を介することで，光ファイバを組み込んだ複数のグラウンド



図－2　グラウンドアンカーの変状と張力分布

キーワード：グラウンドアンカー，張力分布，常時計測，光ファイバ
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 042-489-6707

© Japan Society of Civil Engineers

アンカーの張力分布を，1 台の計測機で常時計測できるシステムを考案し，その実証を目的として掘削工事における仮設用グラウンドアンカーへ適用した．なお，計測対象としたグラウンドアンカーは 7 本であるが，**図－4** にはそのうちの 5 本について示している．計測は，それぞれのグラウンドアンカーを緊張した後，光ファイバをシステムに接続して 1 時間に 1 回の頻度でデータを収集した．

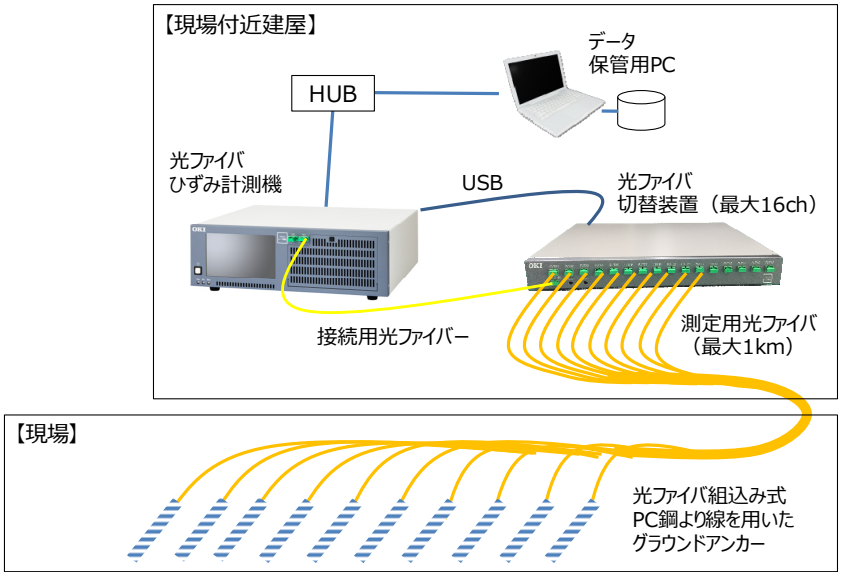
4．計測結果

計測システムについては，2019 年 9 月に実装した後，2020 年 1 月時において問題なく稼働しており，7 本のグラウンドアンカーの張力分布を計測できている．

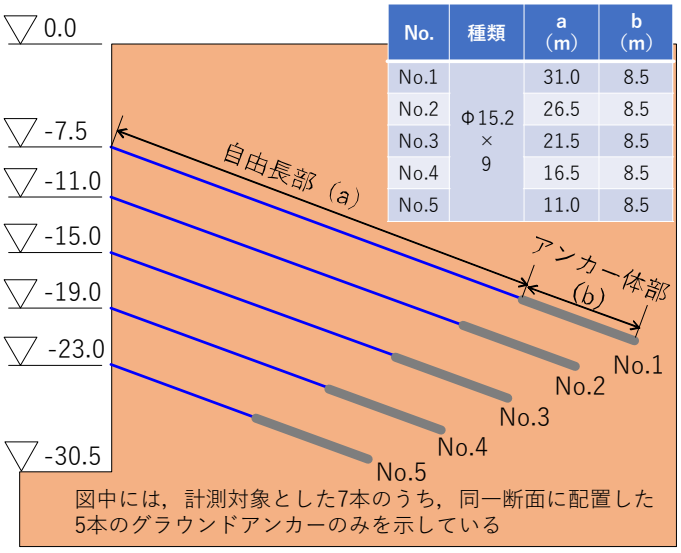
計測した結果のうち，計測期間中における自由長部の張力の増加が確認された No. 5 について，緊張時から約半月毎の張力分布を**図－5** に示す．同図より，9 月 19 日に緊張した後，掘削の進展に伴い 11 月頃から自由長部の張力が増え始め，1 月の時点で緊張時に比べて約 8%程度の増加が確認できる．一方，アンカー体部の張力分布は，自由長部の張力の増加に拘わらず変化が小さいことから，地山へのグラウンドアンカーの定着は緊張時の状態を維持していることが分かる．以上より，No. 5 については張力が増える傾向にあるものの，仮設用グラウンドアンカーとして健全であると判断できる．なお，その他のグラウンドアンカーについては，No. 5 よりも張力の増加が小さかったことを確認している．

5．まとめ

光ファイバによって複数のグラウンドアンカーの張力分布を常時計測できるシステムを考案し，掘削工事における仮設用グラウンドアンカーへ適用した．その結果，複数のグラウンドアンカーの全長にわたる張力分布の変動を常時計測できること，アンカー体内を含む全長にわたる張力分布の形状を把握することでグラウンドアンカーの健全性の評価が可能であることを実証した．

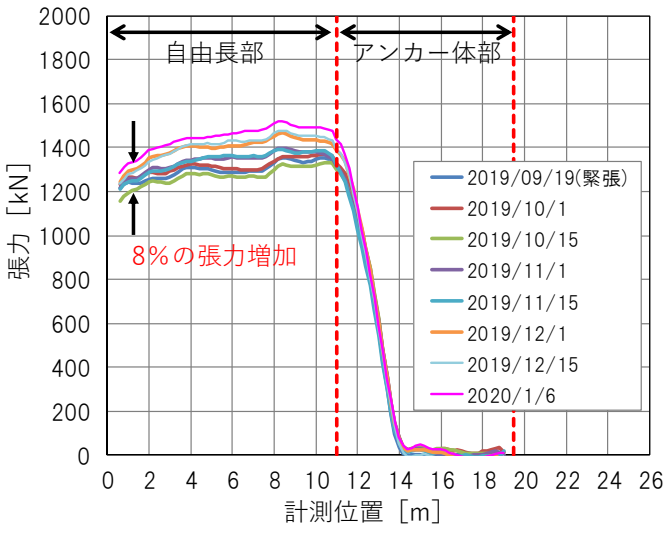


図－3　常時計測システムの概要



No.	種類	a（m）	b（m）
No.1	Φ15.2×9	31.0	8.5
No.2		26.5	8.5
No.3		21.5	8.5
No.4		16.5	8.5
No.5		11.0	8.5

図－4　計測対象としたグラウンドアンカーの諸元



図－5　No. 5 の計測結果

参考文献

1) 大窪ほか：光ファイバを用いた PC 緊張力計測技術のグラウンドアンカーへの適用，第 73 回土木学会年次学術講演会，VI-409，2018.8.

© Japan Society of Civil Engineers