

光ファイバを用いた PC 緊張力計測技術によるすべり面の検知性能確認試験

鹿島建設(株) 正会員 ○盛田行彦 戸邊勇人 大窪一正

今井道男 曾我部直樹 岩本拓也

住友電工スチールワイヤー(株) 正会員 及川雅司 中上晋志

(株)エスイー 正会員 早川道洋

1. はじめに

地すべりの発生する地域では、地盤の変状により土木建造物が甚大な被害を受けることが懸念されるため、地すべり対策工を確実に施工した上で適切な維持管理を行うことが重要である。地すべり対策工は抑制工と抑止工に大別され、単独ではなく合理的に組み合わせた適用が理想的である。前者の代表例には排土工、押え盛土工、地下水排除工などが、後者には杭工、グラウンドアンカー工などが挙げられる。一般的に、前者に比べて後者には不可視部分が多いことから、その維持管理には課題が多い。特にグラウンドアンカー工に対しては、頭部定着部でのロードセルによる計測やリフトオフ試験のように、地表に露出した部分で把握できる張力をもとにアンカーの状態を間接的に評価する管理手法が一般的であり、地中のアンカーの状態を直接評価できる手法は確立されていなかった。

これに対し、筆者らは、図-1に示すような光ファイバを組み込んだ PC ケーブルを用いて、地中におけるグラウンドアンカー全長にわたるひずみ分布からアンカー全長の状態を計測する技術を開発、適用している^{1),2)}。ここでは、地中内のすべり面の有無と位置を本計測技術で検知することを目的として実施した検知性能確認試験について報告する。

2. 試験方法

グラウンドアンカーの供用期間中に円弧すべりが発生した場合を想定し、すべり面位置でグラウンドアンカーに生じるひずみの変化を光ファイバ計測で検知できることの検証を目的として試験を実施した(図-2)。

性能確認試験に用いた模擬地盤は、隙間を設けたコンクリートブロックを用いて製作した(図-3)。すべり面下方の不動地盤は図-3中の「固定側ブロック」(長さ 1,995mm)とし、すべり面上方の移動土塊は「載荷側ブロック」(長さ 5,000mm)としている。両ブロックの間には 5mm の間隔を設けて「載荷側ブロック」の右端部をピン支持し、他端(固定側ブロックと接する左側)にジャッキによって鉛直下向きに荷重を載荷することで、地盤内のすべり面を模擬して両ブロック間に一面せん断ずれを生じ

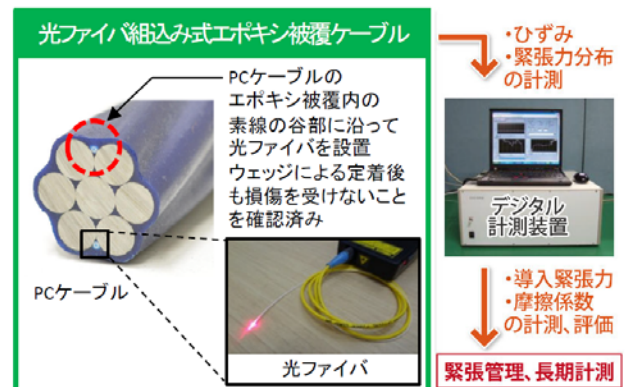


図-1 光ファイバ組込み式 PC ケーブル

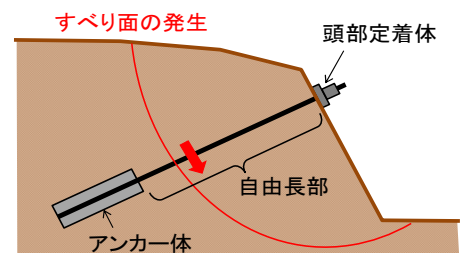


図-2 想定すべり面

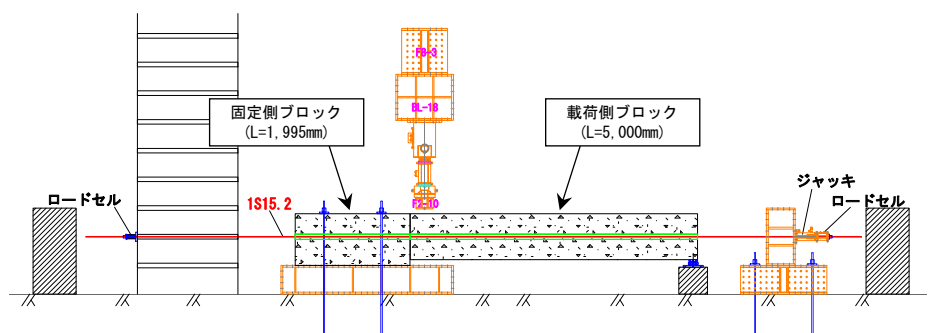


図-3 試験方法

キーワード 地すべり対策工, 光ファイバ計測, グラウンドアンカー, 模擬試験

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株)土木管理本部 TEL 03-5544-0677

させた。なお、実際の地すべりでは、アンカーの自由長部周辺の地盤は、礫混じりの土砂や軟岩などの完全な剛体でないことが多いが、本試験では、アンカーの周囲がコンクリートブロックによって拘束された条件を想定し、アンカー自由長部に局所的なせん断が作用した際のひずみ分布を計測することとした。グラウンドアンカーは、1S15.2のエポキシ被覆型 PC 鋼より線に光ファイバを組み込んだものを適用し、固定側、载荷側の両ブロックのシース管内を貫通するよう 2 本配置し、緊張した。1 本はアンカーの自由長部にすべり面が生じることを想定して、PC 鋼より線と周囲の地盤との間に数 mm 程度の空隙を設けたアンボンドとし、もう一方は PC 鋼より線の周囲にグラウトを充てんして地盤に付着させたものとした。試験では、段階的にせん断ずれ変位を増加させ、同時に光ファイバによる計測を行い、せん断ずれ発生時のひずみ分布の変化を評価した。

3. 試験結果

せん断ずれ変位の大きさに応じて光ファイバで計測されたひずみ分布を図-4に示す。同図からせん断ずれ変位の増加に伴い、すべり面の位置におけるひずみが局所的に増加していることが分かる。このことから、光ファイバでグラウンドアンカーのひずみ分布の変化を計測することで、すべり面の有無とその位置を検知できる可能性が確認できた。ただし、ひずみ分布に変化が生じるせん断ずれ変位の大きさについては、2 本のアンカーで相違があった。

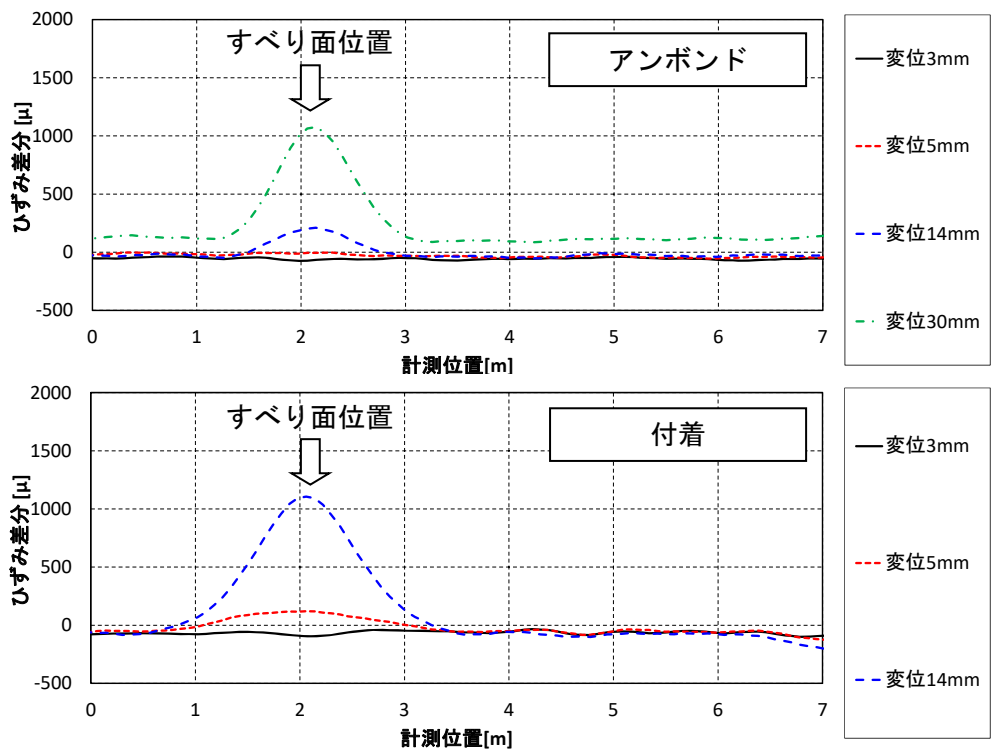


図-4 試験結果

アンボンドとしたアンカーでは、せん断ずれ変位が 11mm 程度まではひずみ分布には大きな変化がなく、14mm を超えた段階からせん断ずれが生じている位置のひずみが増加した。一方、周辺地盤と付着させたアンカーでは、せん断ずれ変位 5mm 以上ですべり面位置におけるひずみの増加が検知されていた。これは、PC 鋼より線の付着が無い場合、せん断ずれが小さい段階では、すべり面におけるアンカーの変形、ひずみが分散されるためであり、付着の有無が検知性能に影響を及ぼすことを示す結果であると考えられる。

4. まとめ

グラウンドアンカーに光ファイバを組み込むことにより、地中におけるすべり面の有無、位置が検知できる可能性があることが確認された。グラウンドアンカーで補強された斜面のすべり面の有無、位置が特定できることで、増打ちアンカーの設計や斜面の挙動の予測等、維持管理や対策工の信頼性向上に寄与できるものと考えられる。今後は、本計測技術の適用拡大を進めるとともに、地すべり抑止工の維持管理における活用方法について検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 大窪一正, 今井道男, 中上晋志, 早川道洋: エポキシ被覆型光ファイバー組込み式 PC 鋼より線の開発と適用, 第 26 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.217-222, 2017
- 2) 大窪一正, 他: 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, 土木学会第 73 回年次学術講演会, 2018