

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	光ファイバを用いた張力分布計測技術の開発とPCケーブルおよびグラウンドアンカー tendon への適用
Title(English)	
著者(和文)	大窪 一正
Author(English)	Kazumasa Okubo
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:乙第4180号, 授与年月日:2020年10月31日, 学位の種別:論文博士, 審査員:二羽 淳一郎,岩波 光保,竹村 次朗,佐々木 栄一,千々和 伸浩
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4180号, Conferred date:2020/10/31, Degree Type:Thesis doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

報告番号	乙 第 号	学位申請者	大窪 一正	
論文審査員	氏 名	職 名	氏 名	職 名
	主査 二羽 淳一郎	教 授	千々和 伸浩	准教授
	岩波 光保	教 授		
	竹村 次朗	准教授		
	佐々木 栄一	准教授		

橋梁や円筒形タンクなどのプレストレストコンクリート（以下、PC）構造物や、法面補強などに用いられるグラウンドアンカーにおいては、それぞれPCケーブルやテンドンと呼ばれる緊張材に、必要な張力が導入され、供用期間中の長期にわたり維持されていることが重要である。これらの構造に対し、従来の緊張管理では、ケーブルやテンドンの端部における張力と伸び量から躯体内部や地山内部の張力を間接的に評価しているため、複雑なケーブル配置の場合には正確な評価が難しいことや、アンカー体の引抜けに対する余裕度が評価できないことなどの課題があった。また維持管理においては、異常の有無を検知できる技術は複数実用化されているものの、異常の発生による影響範囲の計測や、地山の内部で生じている変状の推定は不可能であることなどの課題があった。本論文は、これらの課題に応えることを目的として、光ファイバの全長にわたり、ひずみ分布を計測することが可能な光ファイバセンサを応用し、PCケーブルやグラウンドアンカーテンドンの全長にわたる張力分布を直接計測・評価する新たな技術である光ファイバを用いた張力分布計測技術を開発し、提案したものである。本論文は、「光ファイバを用いた張力分布計測技術の開発とPCケーブルおよびグラウンドアンカーテンドンへの適用」と題し、全6章で構成されている。

第1章「序論」では、研究の背景として、PC構造物およびグラウンドアンカーの緊張管理・維持管理における課題を整理し、本研究の目的と本論文の構成を示している。

第2章「既往の技術および研究」では、PC構造物およびグラウンドアンカーの緊張管理・維持管理に関する既往技術、ならびに光ファイバを用いたひずみ計測に関する既往技術および研究事例を紹介し、本研究の位置付けを示している。

第3章「張力分布計測技術の開発と計測性能の確認」では、PC鋼より線に光ファイバセンサを組み込んだ光ファイバ組込み式PC鋼より線を、PCケーブルやグラウンドアンカーテンドンとして用いることで、施工中から供用期間中の長期にわたって張力分布の計測を可能とする技術の確立を目指して研究を行っている。すなわち、使用する光ファイバの選定、PC鋼より線への組込み方法、ひずみ計測値から張力への換算方法などについて、実験的に検討した結果を述べている。さらに、基本的な計測性能を確認するために実施した室内試験結果を示している。これらの検討の結果、今回開発した光ファイバ組込み式PC鋼より線を用いることで、光ファイバを損傷することなく、通常と同じ手順で施工を行いながら、PC鋼より線の張力分布を計測可能であること、また光ファイバとPC鋼より線は滑らずに一体として挙動し、シースとの間の摩擦によるロスが生じるものの、実務上十分な精度でPC鋼より線の張力分布を計測可能であることを確認している。

第4章「PC構造物の緊張管理・維持管理への適用」では、本計測技術をPC構造物へ適用することを想定して行った室内試験の結果から、PC部材内部においても、外力の作用によるひずみや張力の変動をPC鋼より線の降伏後まで計測可能であることを、任意の位置におけるPCケーブル破断などの異常およびその影響範囲を検知できる可能性があることを示している。また、実際のPC橋梁上部工工事への適用試験の結果から、設計で必要とされる値以上の張力が導入されていることを全断面において直接確認可能であることを、計測結果を用いてPCケーブルとシースとの間の摩擦係数を評価できる可能性があることを明らかにしている。

第5章「グラウンドアンカーの緊張管理・維持管理への適用」では、本技術をグラウンドアンカーへ適用することを想定した室内試験の結果から、テンドンやアンカー体の引抜け、すべり面の発生など、地山の内部で生じている変状を検知・推定できる可能性を示している。また、計測されたアンカー体内部の引張り力分布から、平均付着応力度を推定可能であることを明らかにしている。さらに、グラウンドアンカー工事への適用試験の結果より、定着地盤内のアンカー体の平均付着応力度や定着長を、実工事においても推定・評価可能であること、光ファイバ切替装置などと組み合わせることによって常時計測が可能となることを確認している。

第6章「結論および今後の課題」では、研究の成果をまとめるとともに、長期にわたる計測性能や、実構造物の挙動と計測結果との対応を確認する必要性など、今後の課題について述べている。

以上、本論文で開発・提案した光ファイバを用いた張力分布計測技術は、従来技術では計測できなかった、PC構造物の躯体内部やグラウンドアンカーにおける地山内部の張力分布を計測可能とした画期的な計測技術と言える。さらに、本技術により、PCケーブル緊張管理の高度化に加え、施工中の安全管理や重要構造物の維持管理をより高度化していくことも期待される。このように本論文の成果は、工学上、工業上高く評価できるものである。よって本論文は博士（工学）論文として、十分に価値があるものと認められる。