

機械システム調査開発

30-D-1

光ファイバーを用いた新たなインフラ維持管理
手法に関する戦略策定事業
報告書

平成 31 年 3 月

一般財団法人 機械システム振興協会

委託先 一般財団法人エンジニアリング協会

序

現在、いわゆる第4次産業革命のイノベーションを、あらゆる産業や社会生活に取り入れることが我が国の大きな課題になっており、そのためには新しい技術を生み出すだけでなく、新技術を活用した経済・社会システムの革新が重要になっています。

一般財団法人機械システム振興協会では、平成26年度から、外部の関係組織の皆様とともに「イノベーション戦略策定事業」を進めており、平成30年度は、その5年目を迎えました。本事業は、新技術・新システムを社会に円滑に導入するために、革新的・先進的技術を基にした具体的なイノベーション戦略づくりを行う制度ですが、そのために、構想段階において多様な関係者が自由闊達な議論を行うこととしております。

「光ファイバーを用いた新たなインフラ維持管理に関する戦略策定」は、上記事業の一環として、石油・天然ガス領域で開発されたDAS技術と4Dタイムラプス技術を組み合わせることで、インフラ維持管理に応用展開するための戦略策定を行うことを目指し、一般財団法人エンジニアリング協会に委託して実施しました。この中で、多様な分野の関係者とともに弊協会も参加して議論・検討を行いました。また、弊協会に設置しております「機械システム開発委員会」(委員長：東大名誉教授 大場 善次郎 氏)のご指導・ご助言を受けました。

この成果が、機械システムによる経済・社会の変革に寄与することとなれば幸いです。

平成31年3月

一般財団法人機械システム振興協会

はじめに

近年 2011 年の東日本大地震や熊本地震をはじめとする巨大地震の発生・火山噴火・豪雨・洪水などが頻繁に発生し、これによる斜面崩壊による地滑り、道路の損壊、堤防の決壊による洪水など市民生活において多大な損害を与えている。また、道路・堤防・トンネル・橋梁などインフラの老朽化が進み、維持管理費が増大し、深刻な社会問題を引き起こしている。これらのインフラの維持管理の低コスト化、IT化とリスクアラートシステムの構築が望まれている。

一方、石油・天然ガス開発において従来から行われてきた 3次元地震探査により石油や天然ガスを採掘することが行われていたが、現在ではシェールガスや重質油の開発で代表されるような非在来型石油・天然ガス開発の重要性が増大しつつある。この開発においては、光ファイバセンサによる地震探査が急速に発展しつつある。これを光ファイバによる分布型音響センサ (DAS) と呼ぶ。また坑井からの石油・天然ガス産出に伴う既存の貯留層の時間変化(タイムラプス)も重要になってきた。本事業においては、この光ファイバセンシングによる DAS とタイムラプスアプローチを線状土木構造物の監視に応用しようと試みた。

まず DAS というものがどのようなものでどの程度実力があるのかを確かめること、それを地盤や橋梁のモニタリングの例で確かめてみることであった。

光ファイバによってどんな計測ができるか、どんな利点があるかを明らかにした。今まで光ファイバは温度の計測に使われており、これには 30 年以上の歴史がある。歪計測もされている。しかし、DAS では地震計と同じように、①振動を測ることができ、②地震計に比べて圧倒的に密な受信点により振動を計測できる。その数は 30 km長の光ファイバの場合、なんと 3 万受振点を確保できる。③各センサには電力の供給も不要で、④各センサで受信した振動は、光ファイバの片端で集中的に取得することができる。更に、⑤道路や橋梁、堤防などの通信用にすでに敷設されている通信用光ファイバを振動モニターに利用することができる。この DAS 技術は極めて先進的であるため、しばしば温度や歪計測による光ファイバセンシングと混同されている。しかし、振動を測ることにより、より高度な監視ができることが期待される。

平成 29 年度は (一財) 電力中央研究所敷地内を借用し、評価試験を行い、その有用性を確かめた。DAS 技術は地震計に並ぶ感度を持っており、数m間隔で振動を計測できた。この際、短時間の降雨により地盤の地震波速度が明瞭に変化することを確認した。これらは道路・堤防などのリスクアラートシステムやインフラの維持管理へ応用が可能であることを明らかにした。

平成 30 年度は阪神高速道路(株)の湾岸線を一部借用し、既設通信用光ファイバとして設置済みの光ファイバをそのまま利用し、高速道路を通過する車両による振動の大小とその地点並びに時間変化をモニターすることができた。これにより過積載車の監視に利用できる道を開いたと考えられる。

実際の場面における DAS の評価を基に、1) 研究開発支援ビジネスモデル、2) 診断受託ビジネスモデル、3) 点検コスト削減ビジネスモデルを検討した。

DAS とタイムラプス手法は、線形土木構造物に限らずより広範な応用範囲を持っているだろう。今後、認知度を高めることやより詳細の DAS の評価が必要であることも認識しつつある。

最後に、本事業に深い御理解と御支援をいただいた(一財)機械システム振興協会の方々に厚く感謝を表します。また貴重な時間を割いて本事業を支えていただいた各委員の皆様のご尽力に心から謝辞を表します。

平成31年3月

一般財団法人エンジニアリング協会

目 次

序	
はじめに	
1 事業の目的	1
2 事業の実施体制	2
3 事業の内容	7
第1章 インフラ維持管理の課題	8
1.1 社会インフラの現状と課題	8
1.2 インフラ維持管理のための政府の計画	11
1.3 インフラ維持管理のための政府の研究開発	13
1.4 国土強靱化に関わる政府施策	15
第2章 DAS-4D タイムラプス適用性試験	19
2.1 試験概要	19
2.2 試験方法	22
2.3 データ解析	28
2.4 まとめ	46
第3章 DAS-4D タイムラプス技術の動向	48
3.1 DASの世界市場	48
3.2 DAS技術ベンダの動向調査	62
3.3 インフラ維持管理への適用における技術課題の再整理	63
第4章 線状土木構造物の維持管理のニーズ	78
4.1 線状土木構造物のインフラ維持管理の現状	78
4.2 河川堤防の維持管理コストの縮減と省力化	90
4.3 橋梁構造物の維持管理コストの削減と省力化	92
4.4 その他のニーズ	94
第5章 インフラ維持管理への適用に関する戦略と課題	103
5.1 線状土木構造物のインフラ維持管理の適用可能性	103
5.2 弾性波探査等の市場とDASの適用可能性	107
5.3 交通状況調査へのDASの適用可能性	117
5.4 導入シナリオ	121
4 事業の成果(まとめ)	128
5 今後の課題	130
参考資料-1	131
参考資料-2	134
参考資料-3	135
参考資料-4	137