

光ファイバを活用した社会資本施設の管理に関する検討

Basic Study on Management System for Urban Infrastructure by using Optical Fiber Sensors*

徳永 法夫**井上 健一***吉本 雅彦****日野 泰雄*****

By Norio Tokunaga**, Kenichi Inoue***, Masahiko Yoshimoto****, Yasuo Hino*****

1. はじめに

国、自治体などでは、社会資本施設である橋梁、トンネルなどの道路関連施設や堤防などの河川関連施設の日常的な維持管理を実施している。また各機関は、台風や地震など自然災害に伴う施設の損壊、機能低下を迅速に確認・周知し、復旧する防災対策の計画・実施の義務を負う。

しかし近年では社会資本施設のストック量が膨大になってきているにもかかわらず、管理に費やされる費用は過去と同程度もしくは減少傾向にある。

このため最近では各機関でも、センサやモニタリング技術を用いた社会資本施設の管理や防災に対する取り組みが多数実施されている。

こうした状況を踏まえ、本稿では、社会資本施設の管理や防災の現状を整理するとともに、効率的な対応策の一手法として、光ファイバセンサや急速に延伸してきた光ファイバ網やインターネットデータセンター（以下、IDC）といった通信事業者が提供するサービスを活用した社会資本施設の管理や防災のあり方、および、そのための管理システムの構成要素とその検討課題について検討することとした。

2. 社会資本施設の管理や防災の現状

(1) 道路や河川に関わる施設の管理の現状

国や自治体などの機関は、道路、河川の種別や都

道府県、市町村などの地域で区分された単位で社会資本を管理している。

こうした区分を基にした施設管理の現状の概要を整理すると、以下のようなことがいえる。

- ・各機関毎に社会資本施設の管理に関する施設の整備及び実施を行っている。
- ・各機関とも施設管理に関する情報の収集手段は、最近自動化が進められているが、各自動収集機器の特性には一長一短があり、現在でもパトロール等人手による手段が主体となっている。
- ・自動化された情報収集機器の整備量は希薄かつ点情報が主流のため、面的、線的な情報収集の手段に苦慮している。
- ・効率的な道路現況把握の手段としてCCTVなどの画像情報が有効視されているが、国や公団を除き、ほとんどの自治体では高速大容量の通信手段が未整備である。

(2) 防災の現状

防災においても施設管理と同様、各機関毎に対象とする区域が区分され、管理区域内において計画及び実施が行われている。

防災対策としては、台風、豪雪や地震などに関する各種センサや道路、河川などの現況を遠隔で画像により把握するためのCCTVなどの整備が進められている。

また最近では、多様化する利用者ニーズに応えるべく、各機関が相互に防災関連情報を共有し、インターネット上で公開する取り組みも進められているが、施設等は各機関個別、固有で整備を行っているため、別途、新たにインタフェースを構築することが多い。

(3) 現状の課題

社会資本施設の管理や防災の現状を整理し、考えられる課題を抽出すると、以下のとおりとなる。

- ・情報収集の効率化

*キーワード : システム分析、施設管理、防災計画
** 正員 大阪メディアポート(株)技術室7x24設備グループ
〒530-0005 大阪市北区中之島 6-2-24
TEL (06)7501-0636、FAX(06)7501-0639
*** 大阪メディアポート(株)技術室7x24設備グループ
〒530-0005 大阪市北区中之島 6-2-24
TEL (06)7501-0636、FAX(06)7501-0639
**** (株)長大 大阪支社 第三計画技術部門
〒550-0013 大阪市西区新町 2-20-6
TEL (06)6541-5808、FAX(06)6541-5508
***** 正員 工博 大阪市立大学大学院工学研究教授
〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3丁目 138
TEL (06)6605-2731、FAX(06)6605-2731

- ・線的、面的な情報収集手段の構築
- ・広域（管理機関に影響されない）的な情報共有手段の構築
- ・画像情報等マルチメディアに対応した高速大容量の通信インフラ（国及び公団などを除く）の構築

3. 光ファイバの特性と整備状況

(1) センサとしての光ファイバ

光ファイバは通信媒体だけでなく、センサとしての機能を有しており、更に次に挙げる特徴を有していることから、実用化に向けて期待されてきている。

電磁ノイズ等の周囲環境の影響を受けづらい。分布型センサとなる。

光ファイバセンサ自体は無電源である。

光ファイバセンサ自体が通信機能をもっている。

最大10km（例えばブリルアン方式の場合）

までの計測が可能である。

表1のように、温度、変位、水分などの多様な項目の計測及び適用が可能である。

表1 光ファイバセンサの方式と開発例

方式	計測項目	応用開発例
レーリ	変位又は破断	・浸水監視 ・岩盤崩落監視 ・マンホール等の蓋開閉監視
ブリルアン	伸縮歪み量	・河川堤体監視 ・道路斜面監視 ・トンネル監視、水位計
ラマン	温度	・路面凍結監視 ・トンネル火災監視 ・水位計
F B G	伸縮歪み量	・落石監視 ・クラック計測
光リング干渉	周波数	・落石監視、振動計測

(2) 通信インフラとしての光ファイバ

低損失、高速で大容量の伝送が可能な光ファイバは、高度情報化社会に向けた画像、音声などのマルチメディアに対応した情報通信ネットワークの基幹として構成されている。

また多重化により使用する芯線数の削減が可能であり、これから新たに通信網を構築しようとする機関などにとっては、トータルコスト面で有効となる。

(3) IDCによる構築の効率化

通信事業者などではIDCサービスを実施しており、以下のような観点から社会資本施設の管理や防災における各種情報の収集から管理までの施設構築におけるコスト面で、有効であると考えられる。

- ・コネクティビティサービス（サーバーを含むネットワーク環境を通信事業者側で準備し、借用する）によるイニシャルコストの削減が可能となる。
- ・ホスティングサービス（システムの運用管理を通信事業者が代行する）による保守、メンテ、管理等のランニングコストの削減が可能となる。
- ・セキュリティサービス（ウィルスやセキュリティホールなどの対応を通信事業者が代行する）により、効率的にセキュリティポリシーを確立する。
- ・IDCによる標準化、WEB化を促進することで、各機関相互の新たなインタフェース構築やアプリケーションのライセンス料の削減が可能となる。

(4) 社会資本施設の管理及び防災における光ファイバの適用例

社会資本施設の管理や防災における課題に対する光ファイバなどの適用例を整理すると、表2のとおりとなる。

表2 現状の課題への光ファイバ等の適用例

現状の課題	光ファイバ等の適用例
情報収集の効率化 線的、面的な情報の収集手段の構築	センサとしての光ファイバの活用
広域的な情報共有の手段の構築	IDCを含む通信インフラとしての光ファイバの活用
高速大容量の通信インフラの構築	通信インフラとしての光ファイバの活用

4. 光ファイバを活用した社会資本施設の管理及び防災におけるシステムの概要

(1) システム全体イメージ

通信事業者は、以上で述べたような「通信手段」

(光ファイバ網)「情報統合手段」(IDC)といった情報通信インフラを保有している。これらのインフラに「情報収集手段」として、光ファイバセンサ技術を加えることにより、社会資本施設の管理や防災のシステムを効率的に実現することが可能となる。光ファイバセンサにより収集する施設管理、防災に関わる情報とその共有イメージを図 1 に示す。

(2) 実現性

3. で述べたように、光ファイバセンサ技術は成熟しつつあり、その精度も実現可能なレベルになりつ

つある。また、通信インフラについても、通信事業者等における光ファイバ網の整備は急進しており(例えば近畿一円にサービスを提供しているOMP[大阪メディアポート株式会社]やK-OPT[株式会社ケイ・オブティコム]などでは併せて約 6.5 万キロの光ファイバ通信網を保有している)対象となる社会資本施設を家庭やオフィスビルと見立て、情報収集に特化した FTTH (Fiber To The Home)、FTTO (Fiber To The Office) サービスを提供することも可能である。

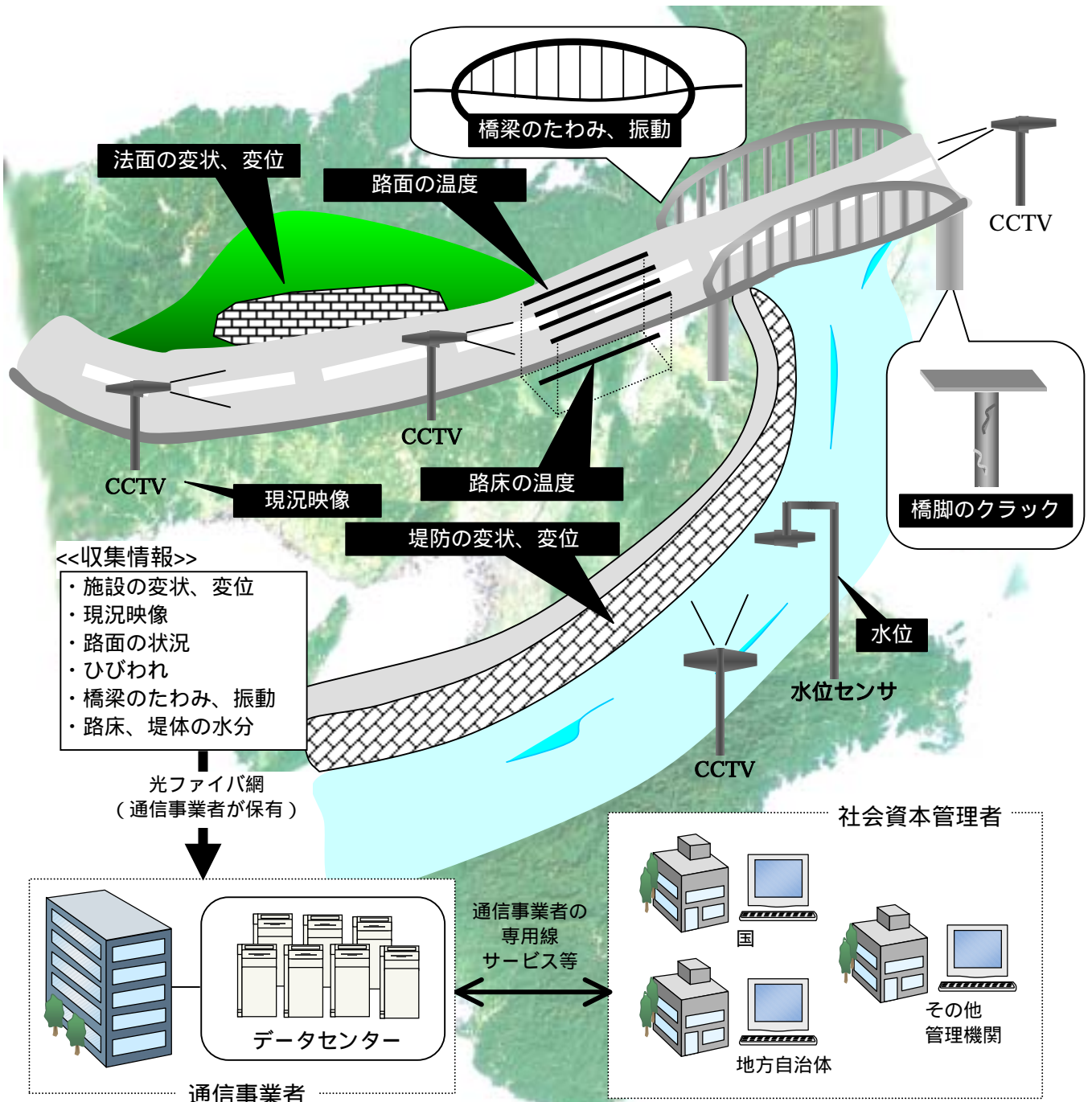


図 1 光ファイバを活用した社会資本施設の管理及び防災のシステムイメージ

(3) 具体の適用例

今回提案したシステムにより、社会資本施設の管理や防災における現状の課題に対し、光ファイバによる具体の適用例を整理すると表 3 のとおりとなる。

表 3 光ファイバによる具体の適用例

適用事項	具体の適用例
センサとしての光ファイバの利用	計測情報の自動化、正確化が可能 <ul style="list-style-type: none"> ・ 橋梁の動態監視など ・ 線的、面的な情報を収集可能 ・ 河川堤防の防災監視 ・ のり面の防災監視 ・ 路面状態の監視など
通信インフラとしての光ファイバの活用	映像などの大容量情報を伝送可能 <ul style="list-style-type: none"> ・ CCTV による道路や河川の現況画像情報の提供など
IDCの活用	履歴情報を活用した予測が可能 <ul style="list-style-type: none"> ・ 計測データのデータベース化など 管理区分を越えた情報共有、提供が可能 <ul style="list-style-type: none"> ・ 国、自治体、公団などにおける防災情報等の共有など ・ 統合化された各機関の情報の利用者への提供など

5. 今後の課題

今後のシステムの実現に向けた課題を整理すると以下のとおりとなる。

(1) 光ファイバの課題

センサの精度

情報を収集する上で、現行のセンサの精度では不足する情報もある。センサの活用場面で最低限必要な精度を調査し、高精度化について検討する必要がある。

設置の位置、数等の基準化

例えば、構造物全体に光ファイバを張り巡らすのか、特定ポイントのみに光ファイバを設置するのかについては、設置場所毎、構造物毎に様々である。

このため施設管理や防災における技術基準等を考慮し、構造物毎に設置する位置や数量を調査、研究し、基準化する必要がある。

(2) その他インフラの課題

光ファイバ測定器の低価格化

光ファイバ間の測定器やセンサ、光ファイバ間の測定器などは膨大な数量が必要となる。このため効率的なシステム構築のためには、測定器の低価格化が必須となる。

回線の多ルート化

通信事業者が保有している回線のみを使用するのではなく、国や公団の既設光ファイバ網を利用することで回線の多ルート化を図り、防災等における通信回線の信頼性の向上を図る必要がある。

(3) 関係機関の課題

社会資本管理に関わる実施計画等の見直し

施設の共有や借用など今までの機関毎固有の施設構築の考え方とは異なるため、施設管理や防災関係の実施計画等の見直しが必要となる。

施設管理や防災の手法、要領の改訂

関係機関毎で管理方法が異なり、必要情報が異なる。また情報収集の自動化などにより、マン・マシンの役割分担、作業内容も変化する。

このため施設管理や防災の手法、要領の改訂を行う必要がある。

関係機関の協調が必要

今回提案したシステムを構築するためには、機器・施設・情報の共有だけでなく、計画など全ての面で機関を超えた広域的な運用、管理が必要となってくる。

このため、ここで提起した内容等に関する検討を通して各関係機関担当者が積極的に協調しながら取り組むことが必須となる。

参考文献

- 1) 徳永 法夫、井上 健一、菊地 秀雄、日野 泰雄：「光ファイバセンサを用いた計測システム等の検討」、土木計画学会、2002。