

災害に強い通信網の構築について

穴井文彬¹・深尾竜陽¹

¹企画部 情報通信技術課（〒460-8514 名古屋市中区三の丸2-5-1）

国土交通省の情報通信基盤は、河川、道路管理の高度化及び激甚かつ多様な災害に対応するため、世の中の技術の進展とともに、通信ネットワークの高速化や信頼性、利便性の向上を推進している。本稿では、中部地方整備局管内の地理的特性を考慮した上で、通信ネットワークの強靱化について検討したので、その結果と構築に向けた取り組みについて報告する。

キーワード：通信ネットワーク、管理の高度化、災害対応

1. はじめに

中部地方整備局では、津波、土砂災害、洪水など多様化する災害、切迫する巨大地震に対応するため、通常時はもとより、災害時においても確実に通信機能を維持できるよう、多重無線回線と光ファイバ回線を統合したIP統合網を整備している。一方、業務の高度化、高効率化が推進され、大容量通信が可能な光ファイバ回線の重要性が高まり、光ファイバ回線の更なる信頼性向上が求められるようになった。本稿では、光ファイバ通信技術の変遷を紹介するとともに、最新の通信技術を用いたメッシュ型光ファイバ回線網の構築による通信ネットワーク強靱化に向けた取り組みについて報告する。

2. IP統合網の概要

中部地方整備局の事務所間等を接続する固定通信回線は、水防道路用に割り当てられた専用の周波数による確実な運用通信が可能な多重無線回線と、大容量、高速通信が可能な光ファイバ回線で構成されている。IP統合網とは、図-1に示すとおり、災害に強い多重無線回線と、大容量かつ高速伝送が可能な光ファイバ回線を組み合わせたもので、通常は、光ファイバ回線を使用して大容量伝送を実施しているが、光ファイバ回線が障害等により通信不能となった時、IP技術により瞬時に多重無線回線に通信が切り替わり、通信機能を維持するものである。ただし、多重無線回線の通信容量は、光ファイバ回線と比較すると極端に少なく、伝送情報は、電話回線など、

業務継続に必要となる最小限のデータに限られる。

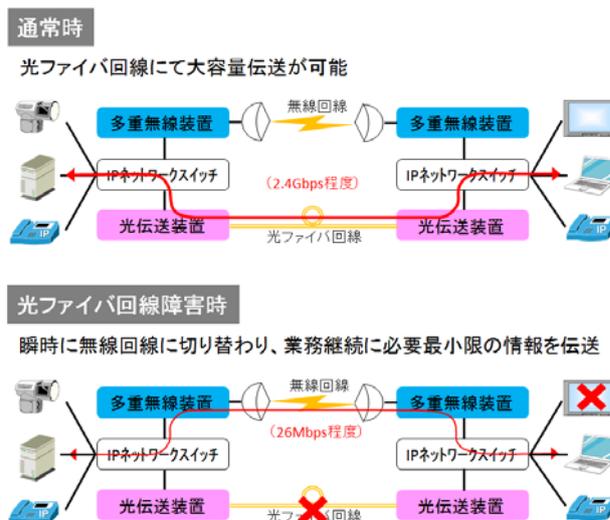


図-1 IP統合網の仕組み

3. 業務の変遷と通信の大容量化

中部地方整備局管内には約3000台のCCTVカメラが整備されており、河川、道路管理や災害時における現場状況の把握など、映像情報は業務に必要不可欠なものとなっている。さらには、カメラ映像のハイビジョン化、AI画像認識、ビッグデータ解析等による河川、道路管理の高度化や、全てのカメラ映像を机上のPCで閲覧、平成29年度から運用を開始しているWebTV会議（図-2）など利便性の向上が図られており、これらの通信は、光ファイバ回線なくしては実現することはできない。



図-2 光ファイバ回線を使用するWeb会議

しかし、光ファイバケーブルは有線である限り、地震、津波、土砂災害等の発生時に外的応力による断線リスクがある。平成29年に発生した台風第21号で、静岡県内において高波により光ファイバケーブルが断線し、一部の通信に障害が発生したことは記憶に新しい(図-3)。光ファイバ回線の重要性が高まる中、光ファイバケーブルの埋設化などケーブルが切断されるリスクを減らす対策(事前対策)と、万一、光ファイバケーブルが切断されても、光ファイバ回線としての通信機能を維持できるようにする対策(事後対策)が求められる。



図-3 高波による光ファイバケーブル被害

4. 光ファイバ通信技術の変遷

光ファイバ回線の事後対策としては、物理的に光ファイバケーブルを2経路以上整備することによる回線の冗長化が有効である。中部地方整備局においても、光ファイバケーブルの整備にあわせ、その時代の通信技術により回線の冗長化を図ってきたところである。

(1) SDH(Synchronous Digital Hierarchy)

国土交通省の光ファイバ回線は1990年代後半から全国的に整備が進められており、当時は伝送技術にSDHが採用されていた。SDHは、156Mbpsの通信が可能で、同期通信方式で光ファイバケーブルを2経路接続し、端末ごとに迂回回線を手動で設定することで冗長化が図れた。しかし、中部地方整備局管内においては、異なるルート

の光ファイバケーブルが整備されておらず、図-4のように、光ファイバ回線は冗長化されていなかった。

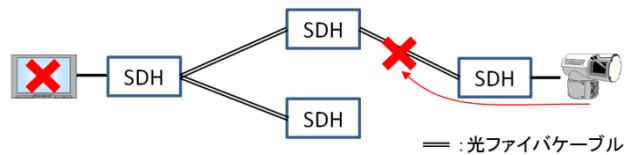


図-4 SDHによる光ファイバ網

(2) RPR(Resilient Packet Ring)

2000年代に入ってから、SDH伝送装置の老朽化と、IP通信技術の普及に合わせ、RPRに更新されてきた。多重無線回線と統合したIP統合通信網の構築も同時にスタートした。RPRは、2.4Gbpsの通信が可能で、図-5のように光ファイバ回線をループ状に整備し、自立迂回(通信状況を伝送装置が把握し、適宜、最適な方路を選んで伝送)が可能となった。しかし、広域災害等により同一ループにおいて、2ヶ所以上断線があると、光ファイバ回線による通信は不能となる。

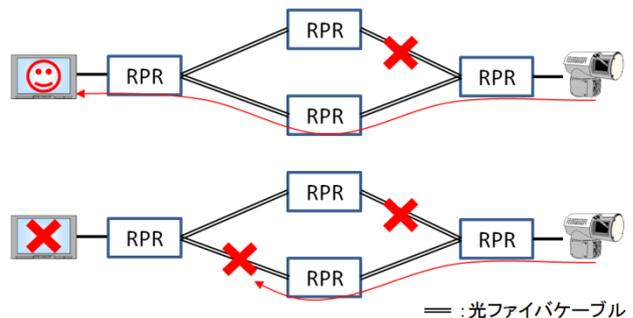


図-5 RPRによる光ファイバ網

(3) MPE(Multi Path Ethernet)

2011年に発生した東日本大震災をきっかけに、激甚化する自然災害に対応すべく、民間データセンターのネットワークの柔軟性、信頼性の確保というニーズから生まれたTRILL(Transparent Interconnection of Lots of Links)の技術を利用したMPEの導入が推進されている。MPEは、10Gbpsの通信が可能で、メッシュ状に構築された複雑なネットワーク構成でも、TRILLで最適な経路を瞬時に自動算出できる。これにより、図-6のように光ファイバケーブル経路の選択範囲が格段に増え、ネットワークの強靭化が可能となる。

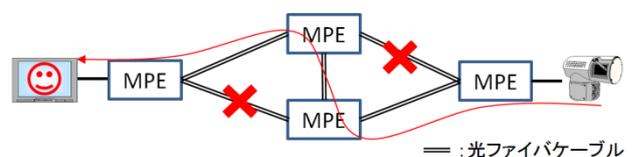


図-6 MPEによる光ファイバ網

5. 光ファイバ回線のメッシュ化検討

中部地方整備局においては、基本的に直轄河川、国道に光ファイバケーブルが整備されている。MPEが導入されると複数経路の光ファイバケーブルが接続可能となり、接続される経路が多ければ多いほど、回線の信頼性を向上させることができる。しかし、光ファイバケーブルを新たに敷設するには膨大なコストが必要となるため、中日本高速道路株式会社（以下、「NEXCO」という）や隣接地方整備局が管理する光ファイバケーブルの利用による新たな経路の確保の可能性について検討する。

(1) 地理的条件

中部地方整備局管内において、光ファイバケーブルの断線リスクが想定されるケースを挙げる。

a) 南海トラフ巨大地震

南海トラフ地震における想定震度（図-7）が大きい愛知、三重、静岡県においては、特に光ファイバケーブルの断線リスクが高い。これらのブロックは、内陸側の岐阜、長野県を経由する迂回経路の強化が必要である。

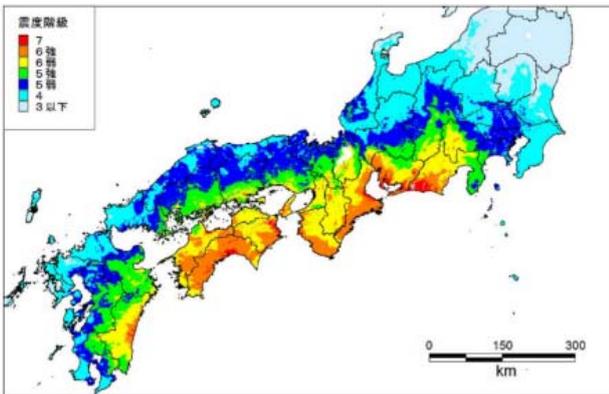


図-7 南海トラフ巨大地震震度分布図（陸側ケース）

b) 活断層による内陸型地震

活断層（図-8）が集中する岐阜、長野、三重県では、ブロック内でのメッシュ化で被災リスクを低減する。

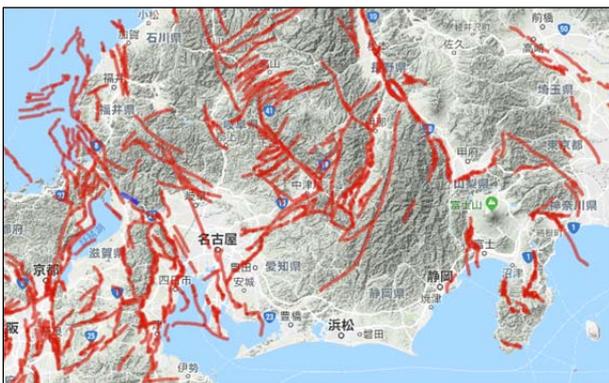


図-8 活断層マップ

c) 津波、高波等による浸水

各県の地域防災計画に示された津波被害想定箇所（図-9）に敷設されている光ファイバケーブルは、内陸部の迂回経路を確保する必要がある。



図-9 津波被害想定箇所

(2) メッシュ化の考え方

地理的条件を踏まえ、メッシュ化にあたっては、以下の考え方で整理することとした。

- ・局所的な被災を想定して、中部地方整備局管内を愛知、三重、静岡、岐阜及び長野のブロックに分け、ブロック内でメッシュ構成を構築する（図-10）

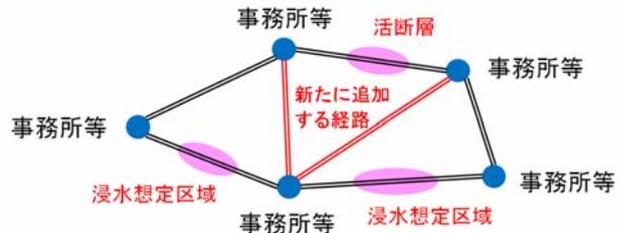


図-10 ブロック内メッシュ化のイメージ

- ・南海トラフ巨大地震等におけるブロック内広域被災を想定して、隣接するブロック間を原則として2か所以上の地点で接続する（図-11）

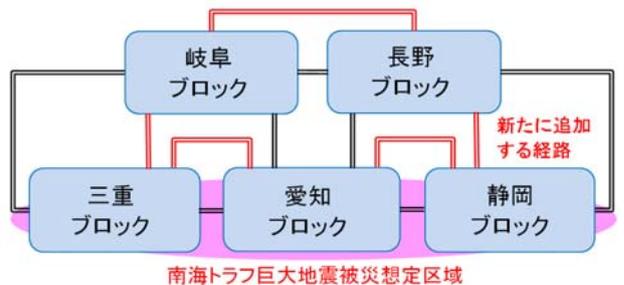


図-11 ブロック間メッシュ化のイメージ

(3) ブロック内メッシュ化対策

ブロック内の現状の光ファイバケーブル構成における

被災リスクとその対策案について、表-1に取りまとめる。迂回経路を構築することで、被災リスクの低減を図る。

表-1 ブロック内における被災リスクと対策案

ブロック	被災リスク	対策案
静岡	拠点を接続する光ケーブルが国道1号のみであり、且つ、浸水想定区域が含まれる	並走するNEXCO新東名高速道路の光ケーブルを活用し、迂回経路を構築する
	国道138号及び139号の光ケーブルの迂回経路がなく、且つ活断層が存在する	関東地方整備局の光ケーブルを活用し、迂回経路を構築する
三重	沿岸部(北部)の拠点を接続する光ケーブルが国道1号、23号のみであり、且つ、浸水想定区域及び活断層が含まれる	並走するNEXCO東名阪道及び伊勢道の光ケーブルを活用し、迂回経路を構築する
	内陸部の拠点を接続する光ケーブルが国道25号のみであり、且つ、活断層が存在する	近畿地方整備局の光ケーブルを活用し、迂回経路を構築する
岐阜	沿岸部(南部)の拠点を接続する光ケーブルが国道42号のみであり、且つ、浸水想定区域が含まれる	並走するNEXCO紀勢道の光ケーブルを活用し、迂回経路を構築する
	国道156号の光ケーブルの迂回経路がなく、且つ活断層が存在する	NEXCO東海北陸道の光ケーブルを活用し、国道41号への迂回経路を構築する
長野	天竜川域の光ケーブルの大半が架空配線であり、且つ、活断層が存在する	NEXCO中央道(恵那山TN)の光ケーブルを活用し、国道19号への迂回経路を構築する
	伊那谷と木曾谷との接続点が岡谷と愛知ブロック経由で距離が長い	NEXCO中央道(恵那山TN)の光ケーブルを活用し、伊那谷と木曾谷接続点を追加する

(4) ブロック間メッシュ化対策

ブロック間の接続状況について、表-2に取りまとめる。ブロック間の接続点をより多く(2箇所以上)することで、広域災害に対する被災リスクを低減させる。

表-2 ブロック間接続点

ブロック	現状の接続点	メッシュ化後の接続点
愛知 静岡	国道1号【1箇所】	国道1号・NEXCO新東名高速道路【2箇所】
愛知 三重	国道1号・23号【2箇所】	国道1号・23号【2箇所】
愛知 岐阜	国道21号・41号【2箇所】	国道21号・41号【2箇所】
愛知 長野	国道19号・153号【2箇所】	国道19号・153号【2箇所】
静岡 長野	国道246号・19号(関東地整)【1箇所】	国道1号/139号/246号-19号/天竜川(関東地整)【3箇所】
長野 岐阜	天竜川-国道41号(関東・北陸地整)【1箇所】	天竜川・国道19号-41号・158号(関東・北陸地整)【2箇所】
岐阜 三重	木曾川・国道25号-21号(近畿地整)【2箇所】	木曾川・国道258号・1号/25号/42号-21号(近畿地整)【5箇所】

(5) 検証

中部地方整備局管内の光ファイバ網の構想を図-12に示す。NEXCOや隣接地方整備局が管理する光ファイバケーブルの活用により、効果的な迂回経路の確保が可能となり、通信ネットワークの強靱化が図れる。



図-12 中部地方整備局管内光ファイバ網構想(メッシュ型)

6. ネットワーク強靱化に向けた取り組み

NEXCOとの光ファイバケーブル相互接続の実現に向け、平成29年12月7日に「災害時相互協力に係る光ファイバ網の相互接続に関する細目協定」を締結した。更に、岐阜、長野、静岡ブロックについては「光ファイバ網の相互接続する部分の管理に関する覚書」を締結し、平成30年3月より新東名高速道路、東海北陸道及び中央道において相互接続を開始した。引き続き、平成30年度以降、愛知及び三重ブロックの相互接続に向け調整を進める。他地整との相互接続についても、平成30年度より、順次、相互接続を開始していく。

7. おわりに

情報通信技術は日進月歩で、中部地方整備局でも時代のニーズに合わせた技術を導入してきた。今回も、光ファイバ回線のメッシュ化でハード面では従来以上の通信ネットワーク強靱化が可能となる。しかし、これで見逃される災害が発生しても絶対に通信が途絶しないわけで

はない。障害発生時の迅速な復旧に向けた対応や、通信が途絶している間の対応方法など、ソフト面での対策を掛け合わせることで、初めて耐災害性の向上が図れるものとする。引き続き、関係部署と連携を密にして防災官庁としての通信回線のあり方を検討していく。

参考文献

- 1) 平城正隆：河川・道路管理用情報通信ネットワークの変遷と今後の展望，建設電気技術，2017 技術集
- 2) 国土交通省 大臣官房技術調査課 電気通信室：統合ネットワーク整備ガイドライン，平成28年3月16日
- 3) 中部地方整備局 企画部情報通信技術課：IP統合化計画策定ガイドライン（案）【第3版】，平成29年3月 改定
- 4) 中央防災会議：防災対策推進検討会議（南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ），南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）
- 5) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所：活断層・火山研究部門，活断層データベース
- 6) 愛知県：地域防災計画 地震・津波対策計画，平成28年5月
- 7) 岐阜県：地域防災計画 地震対策計画，平成28年3月
- 8) 三重県：地域防災計画 地震・津波対策編，平成28年3月
- 9) 静岡県：地域防災計画 津波対策の巻，平成27年6月