

大規模災害に対する電気通信施設の高度化、 信頼性向上に関する研究

松浦 孝昌¹・平城 正隆²・鈴木 弘二³・垣原 清次⁴・
横山 信行⁵・伊藤 太一⁶

¹大臣官房 技術調査課 電気通信室 (〒108-8918 東京都千代田区霞が関2-1-3)

²国土総合技術研究所 高度情報化研究センター (〒305-0804 茨城県つくば市旭1)

³東北地方整備局 企画部 情報通信技術課 (〒980-8602 仙台市青葉区二日町9-1-5)

⁴関東地方整備局 企画部 情報通信技術課 (〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1-1)

⁵北陸地方整備局 企画部 情報通信技術課 (〒950-8801 新潟県新潟市中央区美咲町1-1-1)

⁶中部地方整備局 企画部 情報通信技術課 (〒460-8514 愛知県名古屋市中区三の丸2-5-1)

本研究では、平成23年3月11日の東日本大震災における所管の電気通信施設の被災状況及び運用状況について報告するとともに、被災状況から、今後発生すると考えられている首都直下地震、東海・東南海・南海地震等を想定した電気通信施設に対する耐振・津波対策・通信確保・電力確保の視点から電気通信施設の整備基準の改訂及び電気通信施設の運用方法やTEC-FORCE派遣時の後方支援の改善方策を研究し、防災対策の万全を期すものである。

キーワード 東日本大震災、施工基準、統合通信網、電源確保、TEC-FORCE、自治体支援

1. はじめに

平成23年3月11日14時46分頃に、三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の巨大地震（東北地方太平洋沖地震）が発生した。この地震により宮城県栗原市で震度7、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の広い範囲で震度6の強い揺れを観測した。また、太平洋沿岸では高い津波を観測し、東北地方から関東地方と広い範囲で甚大な被害が発生した。国土交通省の直轄に係る電気通信施設においても、津波による道路橋の流出に伴う光ケーブルの破損や庁舎に設置されていた電源設備の水没等、過去にあまり例のない被害が見られた。また、特に自治体においては通信の途絶が起こったことから、全国よりTEC-FORCEが東北に派遣され、東北管内の多くの自治体の通信確保を支援した。本論文では、まず、これまでの調査結果により分かった被災状況や発災後の運用状況を報告するとともに、その報告を踏まえ、今後大規模災害に対する電気通信施設の高度化・信頼性向上の検討を進める上で、その方向性と特に留意する点について述べる。

2. 東日本大震災における電気通信施設の被災及び運用状況

(1) 耐震施工に関する被災状況

以下に、主なものについて被災事例を報告する。

a) 多重無線回線

3月11日、非常に長く激しい揺れの後、本局無線室の専用通信網監視制御装置は、各無線局の様々な警報を発報していた。その中に、山形県米沢市の栗子中継局（福島河川国道事務所所管）と同市米沢国道局（山形河川国道事務所出張所）間双方で「対向局受信異常」が確認された。同区間は一級回線（本省と地方整備局等又は地方整備局等相互間を結ぶ通信路を収容する回線をいう。）の重要回線であり早急な応急復旧を検討したが、まだ積雪が深いため現地に入れる状況ではなく、さらに頻りに強い余震が続いていることから、現地に入れたとしても鉄塔に昇るには危険と判断し、同回線の復旧は当面見送ることとした。

余震の頻度が落ち着きを見せ、積雪も消えた5月20日から栗子局の点検を行った結果、米沢国道局向けアンテナ取付架台が約20cm（指向方向に対して約4.5度）ずれていたことが判明した。架台を構成しているアングル部材が取付用のV型ボルトから1箇所完全に外れている状況であった（写真-1）。なお、他の3基のパラボラアンテナについては正常であった。



写真-1 空中線架台状況

また、宮城県石巻市の北上川下流局でも取付架台のずれによる回線断が発生した。これは3月11日の本震（同局強震計値：震度6弱，最大加速度451gal）ではなく4月7日の最大余震（同局強震計値：震度5強，最大加速度357gal）に発生したものであった。しかし、本震でもある程度の変位があった可能性が高いと思われる。

他に、福島県田村市の片曾根山局（三春ダム管理所所管）においても、同様の状態が確認された。設置当初90dBあったAGCレベル（入力信号のレベルを調整し、一定にした出力をいう）が78～80dBに落ちていたが、回線を維持できるギリギリのレベルで回線停止には至っていなかった。

通信用鉄塔本体においては、倒壊等の被害はなかったもののボルトの一部に弛みが生じた箇所が確認されており、中には素手で簡単に回る状態の箇所も確認された。（写真-2）



写真-2 鉄塔アンカーボルトの状況
籠岳無線中継所（宮城県涌谷町）



図-1 多重無線回線障害箇所

b) レーダ雨雪量計・CCTVカメラ等

物見山局においてCバンド（4～8GHz帯）レーダの5mφパラボラアンテナがボルト接続箇所の破損により支柱から脱落し、これにより変形したが、脱落したアンテナ本体はレドーム内で留まったため周辺に対する被害はなかった。（写真-3）

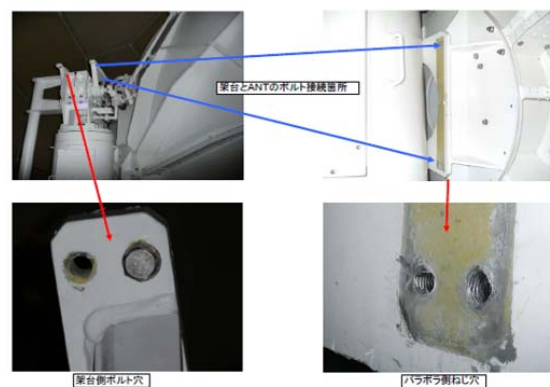


写真-3 レーダアンテナボルト接続部状況
物見山レーダ雨雪量局（岩手県住田町）

CCTVについては、地震によりカメラ本体が支柱から脱落したり、津波により支柱ごと倒壊・流出した箇所が多数発生した。これに加え光ケーブルの切断や停電の影響も重なり、発災後現地からの映像による状況把握が一番必要とされる時に、限られたCCTV映像により対応せざるを得なくなった。（写真-4）

岩手県南部(R45釜石市唐丹)



写真-4 CCTVカメラ脱落状況

また、道路情報板については、情報板が支柱ごと根本部分から倒壊するなど、沿岸部に設置した設備の中には津波の影響を直接受け、驚異的な力に無惨な状況となったものもあった。(写真-5,6)

【津波により情報板が支柱ごと倒壊】



支柱が折れている状況

写真-5 道路情報板被災状況 (岩手県釜石市)



写真-6 道路情報板浸水状況 (岩手県宮古市)

そのほか、気象観測装置、道路照明灯などは主に津波による浸水、倒壊、流出などの被害を受け、完全にその機能を停止した。(写真-7)



写真-7 道路照明灯倒壊状況

今回の震災においては地盤沈下による影響も出ており、発電設備の屋外地下タンクと屋内小出槽との連結フレキ配管部にレベル差が生じたが、破断までは至らずかろうじて設備の機能は果たした。(写真-8)

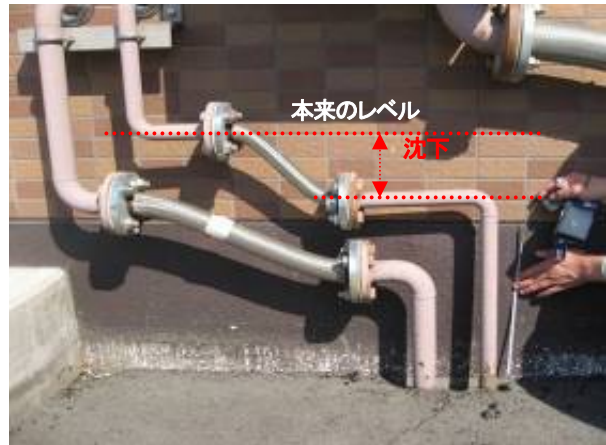


写真-8 地盤沈下によるフレキ配管状況

c) 耐震対策用止め金具

本局無線室内のストラクチャー取付ボルトに一部せん断や抜けが生じ壁から外れたが、下部のアンカーボルトにより同ストラクチャーを支えとする装置の転倒には至らなかった。(写真-9,10)

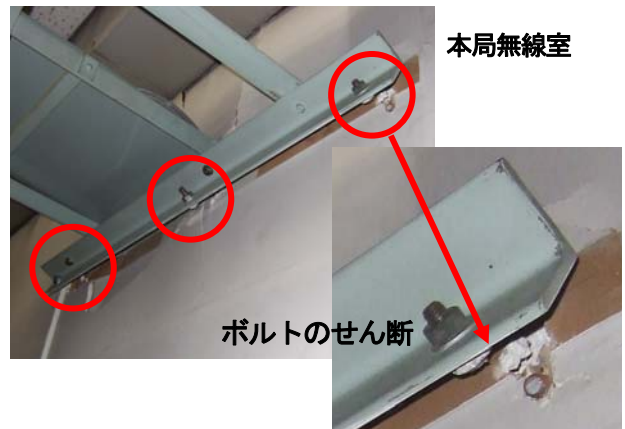


写真-9 ストラクチャーボルト状況 (せん断)



本局無線室

写真-10 ストラクチャーボルト状況 (抜け)

d) 光ケーブル関係

光ケーブルについては、地震による被害は比較的少なく、一部で橋梁部の橋台部分のずれによりケーブル断（キンク）に至った箇所が見られる程度で地中埋設部や架空部等での被害は少なかった。

しかしその後の津波による被害が甚大で、地震で大丈夫であったと思われる地中埋設部が津波の浸食により情報BOXごと流出した箇所や橋梁本体の流出に伴うケーブル流出が多数発生した。（写真-12,13）

これらは、光線路監視装置における主要経路の光ケーブル切断時刻が、地震発生後数十分経過した時刻を示していることから、地震ではなく、津波による被害が中心であったと確認されている。

三陸国道事務所管内では、岩手県沿岸部の国道45号が津波による被害を受け、その道路に敷設していた光ケーブルについても、切断区間22箇所、障害延長約21kmの広範囲にわたり甚大な被害を受けた。そのほか福島県内の磐城国道事務所管内の国道6号では、福島第一原子力発電所の20km圏内の区域内にあり、線路監視装置、カメラ映像の受信状況等により同圏内で2箇所ほど切れている可能性があるが、被災調査ができないため詳細は不明である。



写真-12 情報BOX橋梁部被災状況 (岩手県宮古市)



写真-13 情報BOX法面埋設部 (岩手県野田村)

(2) ネットワークに関する被災及び運用状況

a) 多重無線回線関係

前述のとおり一級回線が断になったことで、通信機能維持のため回線の迂回などの対応を行った。

栗子局～米沢国道局間（一級回線）の障害により、ヘリテレ基地局制御回線が断となり、制御不能となったため迂回切替を行った。また、この区間を通過する電話回線についても、その後の障害に備え直近のタンデム局間（山形局～福島局）に平行する光ファイバSDH回線に電話回線（30回線）を確保した。

別の北上川下流局～笹岳局間（一級回線）についても重要回線のみをの振替を実施。無線局の設備状況を監視する専用通信網監視制御回線などは回線ごとに迂回にて対応、消防庁回線などは同回線を含む6Mbps帯域ごと別回線へ振替を行った。

また、東北技術事務所については、津波による浸水で電源設備が機能消失となり、同時に通信設備も停止したため同無線局を経由する多重無線回線も回線断となった。その影響で、同局を経由するK-COSMOS（国土交通省移動通信システム）基地局について使用不可になるとともに、仙台河川国道事務所管内3出張所についても電話回線が断となった。

b) 光回線関係

光ケーブルの被災により三陸国道事務所、仙台河川国道事務所、北上川下流河川事務所、磐城国道事務所管内のCCTV映像、道路情報板等の情報伝送が不可能となった。東北管内においては本支線系の光ケーブルは隣接事務所間の接続が行われていないためループ構成にはなっておらず、光ケーブルが1ヶ所切断するとその先の情報が途絶える状態となっている。

三陸国道事務所では、光ケーブルの応急復旧に併せて出張所ごとに、取り込み可能なCCTV映像を1chにスクロールで集約し、Ku-SAT（国土交通省衛星小型画像伝送装置）及び多重無線回線で事務所及び本局に配信をした。その後応急的に光ケーブルを仮敷設し、6月末に本局との光接続を達成、その時点で稼働しているCCTV映像は従来通り光回線での配信に切り替えた。

仙山河川国道事務所では宮城県沿岸北部を中心に国道45号の橋梁が津波によって流出、併せて光ケーブルも切断され以北のCCTV映像が受信できない状態となり、橋梁がないため光ケーブルの仮設は困難であった。隣接する三陸国道事務所が光回線を仮敷設したことから、仙山河川国道事務所管内北部の光切断箇所以北のCCTV映像を三陸国道事務所経由で広域に迂回させることで、仙山河川国道事務所及び本局での映像受信を可能とさせた。

c) 衛星通信システム関係

通信事業者の通信網が途絶する中、全国からのTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）を中心に衛星通信車、Ku-SATなどの衛星通信設備を使用し、公衆回線が途絶し被災自治体の電話・FAXの通信回線確保に努めた。今回の震災で一番有効に通信できた手段が衛星系の設備であった。

一方で設営・運用に当たっては、Ku-SATのスロット基盤不具合等老朽化による設備の障害が多く見られたが代替りの装置を用意するなどの対応を行い、回線確保に努めた。

d) 移動通信関係

移動通信関係では、地震発生後各市町村に派遣されたリエジンの連絡用としてK-COSMOSを持参。一部で番号設定等システム的な不良及び東北技術事務所の機能停止に伴うK-COSMOS基地局3局が停止したため通常の運用ができなかったなど使用困難な箇所があったが、通信事業者の通信インフラが機能停止する中、衛星電話と共に数少ない連絡ツールとして使用された。

一例として、地震発生後、仙台空港に駐機している国交省ヘリ「みちのく号」に搭乗するため職員が本局から公用車で出発。その直後「大津波警報」が発表された際、その職員たちに「直ちに本局へ引き返すように」という指示をK-COSMOSで伝えられたことにより、職員を乗せずヘリのみ速やかに調査飛行のため離陸でき、仙台空港の津波による冠水に巻き込まれなかったことが報告されている。

また、地震発生後ヘリテレ基地局のうち宮城県仙台市の青葉山局1局だけが制御できないことが判明した。青葉山局の多重無線装置は監視上も運用上も異常を示しておらず、ヘリテレがなぜ機能停止しているのか不明であった。

発災当日の夕刻から翌12日に渡り、同無線局を調査した結果、設備には異常は無かったものの、制御回線が前述したとおり地震後回線断となっている栗子局～米沢国道局間を経由していることが判明した。その後回線振替により仮復旧させ、13日より映像伝送が可能となった。

(3) 電源に関する被災状況

a) 事務所等の電源設備関係

電源設備関係では地震による被害はほとんどなく、被害の中心は津波による浸水であった。

前述の東北技術事務所では1階部に受変電室があるため、津波による浸水で受変電設備のほか非常用予備発電設備（以下、「発電設備」という。）まで被災しバックアップ電源が確保できなかった。

事務所の電源復旧のため仮設発電機を手配したが、広域的に各所で被災しているため必要とされる負荷容量の発電機が調達できず、3月16日にとりあえず手配できた13kVA2台で多重無線装置、端局装置、交換機の最低限の通信機能を生かし内線電話4回線分を確保した。

仮設発電機調達の困難はその後しばらく続き、3月28日に37.5kVA1台、125kVA1台が追加手配できたため、内線電話全回線、庁舎2階電灯及び100V系回路の復旧に至った。そして4月29日には仮設の受電盤が手配できたことで、既に復旧していた商用電源の受電が可能となり、故障した設備を除く庁舎内の全電源が確保できた。

この仮設設備の中には直流電源装置のバッテリーとして入手が容易だった自動車用のバッテリー（容量120Ah）を活用し、約1時間の停電補償を行った。

（被災状況写真－14,15）



写真-14 東北技術事務所 電気室
(発電機盤及び始動用蓄電池盤)



写真-15 東北技術事務所 電気室 (発動発電機)

今回の震災において対応に苦慮したものの一つが過去に例のない広範囲、長時間の商用停電であった。

商用停電に伴い非常用予備発電設備が電源バックアップ機能の役割を果たしたが、長期にわたる停電に加え、太平洋側に集中していた燃料の精製、貯蔵コンビナートが津波により被災したことなどにより、全国的に燃料供給が滞った影響を受け、管内の施設についても例外ではなく発電設備用の燃料確保が非常に困難な状況となった。

燃料の不足は、電気通信設備のみではなく災害対策本部、各支部がおかれる庁舎の機能停止にもつながることから、被災エリア施設の燃料確保を主な任務とする「燃料班」が本局内に立ち上げられ、一元的な手配を行った。

燃料は本省、各地整及び北海道開発局からも手配や供給を行い、事務所及び中継所に給油を行った。

「燃料班」の作業は、国交省の事業用に使用できる燃料の確保から始まったが、石油元売り会社などへの交渉のほか、石油連盟に対する政府備蓄燃料の抛出、独自に燃料を保有する陸上自衛隊への協力依頼、本省からは官邸に働きかけるなど、可能性のある燃料保有先への交渉は難航しながらも着実に数量を確保していった。

確保できた燃料を配送する手段についてもゼロからの調整であった。油種の違いで法律上の輸送方法及び数量などの制限があり、専用ローリーが必要であったりドラム缶でなければならなかったりと、それらの手配のためドラム缶製造会社や大手石油会社、航空自衛隊などにまで交渉を行った。

三陸国道事務所の発電機燃料（電気通信設備及び庁舎電源兼用）はA重油であるが、石油元売会社本社に直接交渉を行い、配送用の小型ローリーを地元で手配・確保したうえで、事務所へ給油できたのは地震発生約1週間後の3月17日であった。

都市部で約1週間、山間部で約1ヶ月以上継続した商用停電期間中には、燃料補給が間に合わず一部の無線局において電源断による無線回線断もあった。

b) 端末設備の電源関係

地震、津波により破損したCCTVカメラ及び道路情報板等の他に、停電によりその機能を果たせなくなった設備が多数発生した。設備の一部には停電対策用として小型発電機や蓄電池などの予備電源を付帯したのもあり、その中には地震発生後の停電の中、津波で光ケーブル、カメラ設備本体が被災するまで、津波が道路に押し寄せる映像を送信し続けたカメラもあった。改めてその有効性が確認されたところである。

また、宮城県沿岸北部の北上川下流河川事務所月浜第一水門においては、津波によって電源局舎全体が水没し、内部に設置されている受変電設備や発電設備が使用不能となったほか電気配線も損傷し、水門の操作に必要な一切の機能を失った。日頃は、頑丈だと思っていた受変電室の扉も津波の驚異的な威力にはかなわず、大きくえぐられ、同じく津波で流されたアスファルト塊が建屋内に飛び込み悲惨な状況となっていた。（写真-12, 13）



写真-12 月浜第一水門 電気室外観



写真-13 月浜第一水門 電気室内部
（アスファルト塊が電気室内に流された）

(4) TEC-FORCE等による自治体支援

今回の震災では、国交省直轄施設の被害は勿論のこと岩手、宮城、福島3県の沿岸市町村の被害も未曾有のものであった。各市町村は通信事業者の通信インフラが途絶する中での被災対応を強いられており、国交省としての支援の一つとして市町村の通信回線確保を積極的に実施した。また、関東地整からは衛星携帯電話の貸与があり、そのうち15台が主に市町村へ配置されたリエゾン連絡用として有効に活用された。

TEC-FORCE部隊は、現時点では4県で18市町村等（20箇所）への衛星通信車、Ku-SATによる電話回線、FAX回線及び津波監視のため湾内の画像を提供することとなった。このような対応は、地整単独では設備的にも人員的にも対応は困難であり、TEC-FORCE支援は今回のような広域的な対応には非常に有効であった。

また、電気通信担当職員として無線中継所、トンネル電気室、各現地設備など直轄管理施設の電気通信設備の被災状況点検に奔走するなど、迅速かつ効率的な状況把握に大きく貢献した。

3. 電気通信施設の信頼性向上対策の検討

東日本大震災における電気通信施設の運用状況等を踏まえ、国土交通省技術調査課電気通信室において電気通信施設災害対策検討会（以下、「検討会」という。）を設置し、電気通信施設の信頼性向上に関する検討を行うこととした。

検討会には、次の3つの観点からそれぞれ検討を行うWGを設置して検討を進めている。

- ❖ 地震動や津波に対する施工の観点
- ❖ 情報収集・連絡体制確保の観点
- ❖ 電気通信施設の運用からの観点

(1) 耐震・津波対策における施工基準の検討

a) 耐震対策

国土交通省の電気通信施設に関する耐震対策は、阪神・淡路大震災等を踏まえて検討され、電気通信設備工事共通仕様書や通信鉄塔設計要領、官庁施設の総合耐震計画基準等が定められてきた。電気通信設備工事共通仕様書では、耐震施工と耐震据付設計基準を定めており、使用目的別の基本的要求性能として設備の重要度に応じた3つの重要度区分を設けている。使用目的別の基本的要求性能の区分と重要度係数、設備例は、表-2のとおりである。

表-2 使用目的別の基本的要求性能と設備例

重要度区分 (重要度係数)	基本的要求性能と設備例
重要度区分A 重要度係数=1.2	要求性能：地震発生中でも正常動作を 求める設備 設備例：無停電電源設備、強震計 測装置
重要度区分B 重要度係数=1.0	要求性能：地震発生中は機能低下を許 容するが、鎮静後は正常動 作に復帰することを求める 設備 設備例：受変電設備、多重通信設 備
重要度区分C 重要度係数=0.8	要求性能：地震発生中は機能停止を許 容するが、鎮静後に機能に 異常がないことを求める設 備。また、地震中に機能停 止した場合は、地震終了後 に必要な応じて部品又はユ ニット交換により機能回復 可能な設備 設備例：レーダ設備、CCTV 設備

各設備は、重要度区分による重要度係数と、設置する建築物の床応答倍率（設置階による応答倍率）等で算出された強度で据付られている。

東日本大震災では、前述のとおり装置の据付や鉄塔においてはアンカーボルトの引き抜けや鉄塔ボルトの緩み

などが見られた。また塔上設備の施工においては、Cバンドレーダでは装置内のボルトが引き抜かれ、アンテナ基部が損傷し機能停止となったほか、CCTV設備は、カメラ支柱からカメラケースが脱落した。

一方で、事務所の無線室、中継所等において無線機、端局装置、その他電気通信設備が転倒した事例はなく、耐震据付が効果を発揮した形となった。

今年度、東北での実際の被害状況を調査のうえ、装置の据付や鉄塔ボルトの緩みについては、応力計算方法、耐震施工方法、ボルトの緩み対策等の検討を行う。

また、レーダ設備などの塔上設備の対策として、鉄塔、建物屋上の地震加速度、応力の検討（入力加速度の見直し、要否確認）や耐震構造、据付方法の検討を行う。

一方、CCTV設備は、カメラ支柱上の地震加速度、応答速度について、応答加速度を確認のうえ、機器の設計強度との対比を行う。

上記の検討等を行ったうえで今年度末を目標として、電気通信設備工事共通仕様書や通信鉄塔設計要領に反映させ改定を行うとともに、必要に応じ、CCTV設備等の機器仕様書の改定も行う。

b) 津波対策

光ケーブルの被災は、地震による障害はわずかであったが、その後の津波による橋梁の流失や沿岸部での道路洗掘により、情報管路自体が大きな被害を受け光ケーブルの断線となった。電柱による架空光ケーブルは、電柱そのものが津波により流失した。

橋梁に添架されている配管は、添架位置により津波による漂流物が衝突することで損傷を受けているため、橋梁内部（桁の間）へ添架することを今後の検討とする。また、沿岸部では情報管路を埋設することで流出を防ぐ。道路沿いに情報管路を埋設する場合には、海側より山側に埋設することで洗掘による被災軽減を図る。他の占用者等の埋設物件の被災状況も調査し、さらに検討を加える。

これらの津波対策における検討を踏まえた上で、光ケーブル施工要領や電気通信設備工事共通仕様書に反映を行う。

(2) 通信の確保・信頼性向上に関する検討

a) 情報通信基盤

国土交通省の情報通信基盤は、多重無線回線と光ファイバ回線から構成されており、今回の震災においてはどちらも被災が確認されている。これにより一部で音声、データ及び映像等の通信の途絶が発生した。しかし、多重無線回線と光ファイバ回線が同一の拠点間において、同時に被災するような事態は発生しておらず、多重無線回線と光ファイバ回線の間でバックアップが有効に機能させることよりの通信の途絶といった状況は避ける可能性が高い。

多重無線回線と光ファイバ回線の相互バックアップに

については、通信データを汎用プロトコルであるIPプロトコルに統合させ、通信インフラに依存しない経路選択を実現すべく、現在、平成25年度中に概成させることを目標に統合通信網の整備を進めているところである。

また、統合通信網の利用形態として、データや映像等に関しては利用が進んでいるものの、VoIP化による電話網の利用はあまり進んでいないことから、さらに早期の効果発現に向け、VoIP化を進めるとともに災害により電話交換装置等が被災した場合等に、短期間で簡易的な電話網の復旧が行えるような方策の検討を行い、今年度中にとりまとめる予定である。

また、伝送容量が大きく異なる多重無線回線と光ファイバ回線では、多重無線回線により光ファイバ回線を完全にバックアップすることは困難である。しかし、今回の沿岸部での被害の様に、光ファイバが広域的に寸断されることもあり、その場合さらに多重無線回線のバックアップ容量が逼迫することとなる。従って、光ファイバ網単体での信頼性向上についても確保することが望ましいと考えられている。

光ファイバ網の強化対策としては、図-3のようにループ構成の小ループ化や他機関光ファイバを利用した冗長構成だけでなく、多重無線回線との相互接続点(クロスポイント)の複数化などといった対策が想定される。また、橋梁等の構造物と同時に流出した場合等の早期復旧策として、従来の衛星通信によるバックアップだけではなく、簡易無線アクセスによる復旧なども考えられる。

(写真-14) これらについて、費用、効果、実現性等について整理を行い、光ファイバ網の強化策としてとりまとめていく。

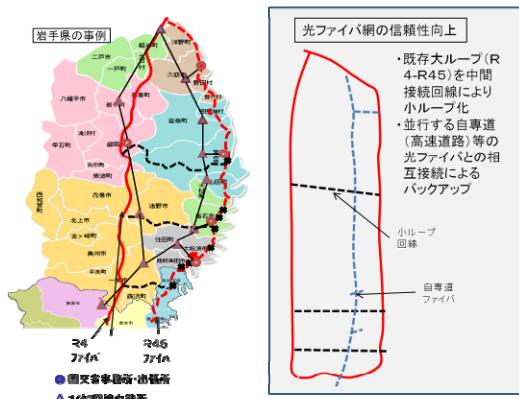


図-3 光ファイバ網強化イメージ

b) 移動通信

- ・K-COSMOS

一般公衆回線及び携帯電話回線については、地震発生直後より、安否確認などの連絡のため特定の宛先に集中することによる通話規制、携帯電話基地局が地震・津波等による被災によりサービス停止するなどにより通信の途絶が広範囲に発生した。

国土交通省では、K-COSMOSの他に単信方式のVHF無線



写真-14 簡易無線アクセス例

電話装置(アナログ)、衛星携帯電話、ヘリコプター映像伝送システム等の移動通信設備が整備されており、震災時により一部被災した設備を除き、概ね運用が可能であった。

K-COSMOSは、今回の震災においても有効活用されたところであるが、1992年の運用開始より18年が経過し保守サービスの終了による保守性の低下や維持費、修理費の増大などの課題がある。このため、信頼性・経済性を確保しつつ現行のシステムを収束させ、次期移動通信システムの導入検討を進めている。今後の移動通信システムについては、通信事業回線(携帯・衛星携帯)を主に利用しながら、河川・道路管理及び危機管理、非常通信確保に必要な最小限の設備として、将来の技術動向や製品コストなどからデジタルVHF無線を導入することなどについて検討を行う。また、導入にあわせて山間部、トンネルなどの不感エリア対策や災害時の輻輳対策の検討を行う。

災害時における衛星携帯電話の利用状況としては、多くの場合可搬タイプが導入されており、移動中もしくは被災現場などに対する事務所等からの発呼の受信が難しい場合が多い。また、災害時は車両など移動する側から事務所等あてに発呼するが、事務所側では衛星電話を直接受信できるように固定設置していることがなく、公衆網の輻輳が回避できない状況にある。このため、事務所や出張所等において最低限、被災現場等からの発呼を受信するために衛星携帯電話の固定設置化する事が望ましいと考えられる。

また、K-COSMOS、VHF無線電話装置(アナログ)、衛星携帯電話等の発災直後からの利用状況をアンケート調査し、運用実績の分析を行うとともに、災害の通信手段としてどのような機能、性能が必要か等の現場ニーズを調査し、次期移動通信システムの検討及び、導入されるまでの運用対策等を検討していく。

- ・ヘリコプター映像伝送システム

震災初動時、東北地方ではヘリコプター4機が同時に調査飛行を行ったが、本局の制御局では同時に複数の受信基地局を制御できる構成になっていなかったため、フル活用がなされなかった。また、ヘリコプターの運航高

度が低い場合や山かげで電波が届かない場所では安定した映像伝送ができない、ヘリコプターの位置は把握できないが河川、道路などの被写体の正確な地点の把握ができない、精度の高い被災状況把握を行うため、より高画質なヘリコプター映像が求められているがハイビジョン伝送に対応できないなどの課題があきらかになったことから、図-4に示すとおり、現在の地上設備により映像受信するシステムに代わり、衛星を利用した映像伝送システム（ヘリサット）に移行することを計画している。

ヘリサットシステム

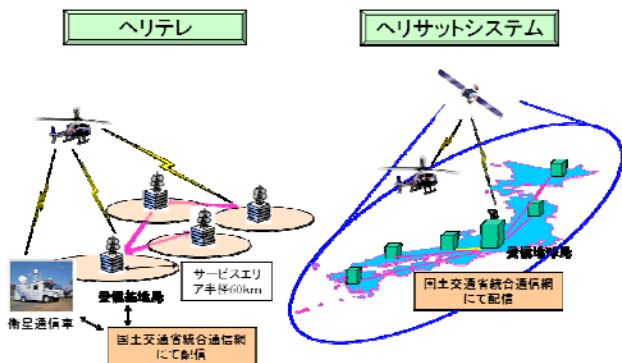


図4 ヘリサットシステム構成図

ヘリサットシステムでは、衛星を利用することにより同一区域内（1つの受信基地局）においても複数のヘリコプターからの映像伝送が可能となることや、低空飛行時や山岳エリアなどにおいても確実な映像提供が行えること、位置情報とともに機体姿勢が把握できるため、カメラアングルと地図が連動し正確な位置の特定が行えること、ハイビジョン対応することによる調査機能の向上、二次災害の防止、迅速な応急復旧活動の支援を行うことが可能となる。また、全国にある地上受信基地局設備の削減により、低コストで広範囲かつ高画質な映像配信が可能となるため早急な導入・整備が望ましいと考えられている。

c) 衛星通信

衛星通信設備は、静止衛星を使用し、地球局間で回線を構築するもので、災害現場等で利用する高度情報衛星（衛星通信車）や衛星小型画像伝送装置（Ku-SAT）があり、可搬型であるため機動性にすぐれ、現地状況の影響を受けにくく、災害現場の情報収集（映像）や電話・FAXなどの利用が可能である。

今回の震災対応においては、被災現場との映像共有の他に、三陸沿岸の自治体現地対策本部や避難所等へTEC-FORCEとともに派遣し、固定電話、携帯電話などに代わり電話・FAX回線としてリエゾンとの連絡や自治体相互の事務連絡の手段として活用された。また、余震が頻発していた時期には沿岸部の津波監視映像の提供にも活用された。

現在の衛星通信システムは、高度情報衛星は1995年、Ku-SATは1998年より運用開始され、開発・整備から15年以上が経過し、主要な装置部品の供給も終了し機能維持が困難状況にある。さらに、「高度情報システム」と「Ku-SATシステム」の2つのシステムを併用しているため効率的な運用、衛星回線利用がなされていないこと、IPデータ伝送に対応していないことによるインターネットやメールの活用ができないこと、車載局は無線免許保有者による運用が必要なこと及び、可搬局の一層の小型、軽量化などのニーズがあることが明らかになっている。これらの課題を解消するため、図-5に示すとおり、2つのシステムを一元化することにより、運用効率の向上、IPデータ伝送により新たなサービスの提供、車載局のVSAT化（有資格者の常駐不要）、小型、軽量化による運用、操作性の改善が図ることができる次期衛星通信システムの導入を早期に行うことが望ましいと考えられている。なお、前項で述べた衛星を利用したヘリサットシステムにおいては、衛星回線を利用する部分において統合・集約化についてもあわせてシステムの検討を進めていくこととしている。

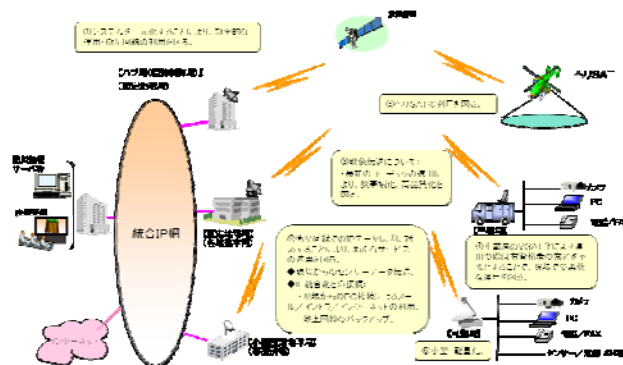


図5 衛星通信システム構成図

(3) 電力の確保に関する検討

a) 電力確保

国土交通省の電源設備については、庁舎等に非常用発電設備を設置しており、電力会社からの給電がストップした場合でも、72時間（3日間）連続運転可能な設備としている。しかし、今回の震災においては、大津波により電源施設自体が浸水及び流失する事態となり、重要な設備に電源を供給することができない箇所があった。

大津波が襲来した箇所では、河川・道路の電気通信設備（水門・監視設備等の電源施設を含む）に甚大な被害をもたらしたが、直接被災していない庁舎等であっても、広範囲・長期間にわたり停電状態となり、さらには輸送路の被災も加わったことにより、発電設備の稼働に必要な燃料の確保が困難であったことや、油種（A重油、ガソリン、軽油）によっては確保困難な状況となった。このため、平時の流通量や他設備・機械等との融通も含め、燃料の入手の容易さも考慮にいたした上で設備設計を行う

必要がある。

表-3 燃料確保状況

燃料種別	燃料確保の状況
A重油	ガソリンスタンドに在庫がなく調達に苦労した
ガソリン	専用タンクローリー等が必要なため運搬が困難な状況だった
軽油	ガソリンスタンドに在庫があり災害対策車等でも使用しており調達がしやすかった

今年度の検討内容については、津波に強い施設（浸水対策）として、電気室（電源施設の設置箇所など）及び光伝送装置の無停電電源対策等の現状を踏まえ、設計要領への反映を図ることや、長時間停電対策の条件整理として、①系統切替など発電機負荷の軽減を図り、重要度に応じた現在の72時間連続運転の時間延長を可能とする。②燃料（油種）を統一する上での発電機の機種選定の考え方（例：ガスタービン発電機の場合：灯油）を見直す。③オイル交換などで連続運転に制約がある現状において既設発電機における更なる長時間連続運転を可能とするための技術的対策を検討する。④地下燃料タンクの増強における設置方法と燃料備蓄の保管に関する関係法令との関係を整理する。⑤端末施設（CCTV等）における津波対策として、設置場所等の検討や長時間稼働を可能とする省エネルギー対策製品・機能を設計要領等に反映する。

また、津波対策に必要な電源のバックアップとして、水門遠隔操作電源等の検討を追加し、対策計画についてとりまとめる。

b) 施設運用改善

東日本大震災では、各地方整備局及び北海道開発局のTEC-FORCE(情報通信班)により、衛星通信車及びKu-SATによる東北地方整備局や被災した市町村支援リエゾンとの通信回線確保や、電気通信施設の被災状況についても専門知識による現地調査・報告がなされたところである。

また今回、福島第一原子力発電所から半径20km圏内の警戒区域において、河川の排水状況を福島県に映像供した実状も踏まえ、原子力災害での対応についての検

討も必要となっている。

本検討内容は各地方整備局及び北海道開発局からTEC-FORCE(情報通信班)派遣に関し、東日本大震災発災時の実態を分析し、平成21年度に策定された初動マニュアル等の見直しを行うものとする。具体的にはTEC-FORCE派遣時の初動マニュアル（初動復旧における応急復旧機材リスト）の再検討と、障害復旧対応による臨機の対応を図る上での機材仕様を見直すとともに、障害復旧マニュアル(事例集)の策定や後方支援における注意点等も合わせて検討する。

TEC-FORCEマニュアルの見直しに関しては、災害後の応急復旧の実施方法と記録の保存と情報共有化を図り、計画的な機材の整備と大規模地震による津波被災での広域のかつ各災害種別を想定したTEC-FORCE初動マニュアル等を取りまとめるものとする。

4. まとめ

東日本大震災では、国土交通省の主要な通信インフラである多重無線通信網をはじめ、致命的な通信の途絶は起こらず、阪神・淡路大震災以来進めてきた耐震対策の有効性が確認できたと考えられる。しかし、これまであまり経験のなかった津波による被害も多数発生し、津波の襲来地に存在した電気通信施設は壊滅的な被害を受けた。

今後の防災対策の万全を期すため、今回の震災の被災や発災後の運用状況を検証し、本年度末までに設備整備方針等に対する基準や設計要領、マニュアル等の改定を行うとともに、TEC-FORCE派遣の後方支援策の改善を図り、それに基づく訓練の実施を予定している。

参考文献

- 1) 国土交通省東北地方整備局ホームページ,
<http://www.thr.mlit.go.jp/>