

安心・安全なコミュニケーションをささえる 通信基盤設備マネジメント技術

いいだ としあき
飯田 敏昭

NTTアクセスサービスシステム研究所 プロジェクトマネージャ

情報通信ツールは社会や生活に深く浸透し、今や不可欠な存在です。災害時の通信の確保は指定公共機関としてのNTTの使命であり、私たちは、過去に経験した自然災害の被害を教訓に研究開発を重ねています。ここでは、通信用地下設備の現状とそれらのマネジメント技術、さらに地下設備を直撃する大地震への対策について報告します。



ブロードバンドサービスの動向

2008年度に入り、FTTHの契約数は、すでに減少傾向にあったDSLの契約数を追い抜きました。NTT東日本・西日本においても、FTTHは1,000万回線の大台を突破しています。FTTHの普及に伴い、PC・固定電話・TVなど従来はそれぞれ独立していたネットワークの統合化が進んだ結果、情報通信ネットワークは私たちの生活にますます浸透し、不可欠な存在になりつつあります。

次世代ネットワーク（NGN）には、高品質な音声で高い信頼性・安全性を確保する電話網はもちろん、多様なサービスを提供でき経済性にも優れるIP網とのメリットを活かしたサービスの提供が求められています。NGNの主な技術的特徴としては、品質確保（QoS）、セキュリティ、信頼性、オープンなインターフェースの4点が挙げられます。

NTTグループではNGNの商用サービスを2008年3月より開始し、提供

エリアを順次拡大しています（図1）。

自然災害と防災対策

■過去の災害被害とその後の対応

日ごろより対策を重ねていても、自然災害の脅威に完全に打ち勝つことはできません。NTTでは、過去の大規模な自然災害において通信サービスおよび通信設備が被害を受けるたび、それを教訓にして新たな防災対策の開発と設備の信頼性向上を図ってきました。

本格的な防災対策の起こりは、1964

年に発生した新潟地震です。この地震で大規模な液状化現象が初めて詳細に観測されたといわれており、このころよりNTT（当時は電電公社）では地下設備について地震対策を講じるようになってきました。

続いて代表的なところでは、1982年の長崎大水害において、長崎市を中心に固定電話約2万回線が不通になるという事態が起きました。この経験を基に、長時間の停電発生時への対策を進めました。

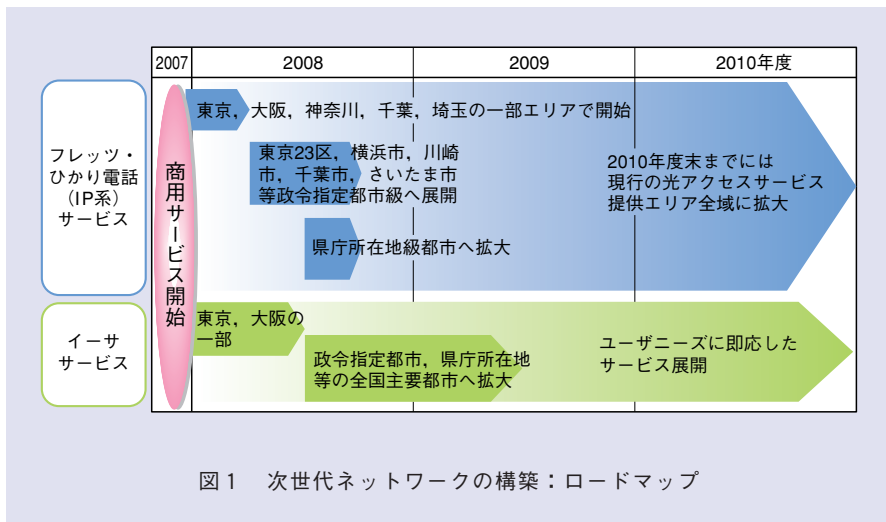


図1 次世代ネットワークの構築：ロードマップ

1984年に発生した世田谷電話局のとう道内火災では、固定電話約8万9000回線が不通となりました。このときは出火防止対策の徹底と、とう道管理システムの充実に力が注がれました。

1991年には、日本に上陸した台風19号により電柱の倒壊や架空ケーブルの断線が生じた影響により全国で固定電話約30万回線が不通となり、その後、電柱および架空ケーブル等の局外基盤設備の強化にあたりました。

1995年の兵庫県南部地震においては、交換機停止等の影響で固定電話約28万5000回線、さらにその後の火災により同約19万3000回線が不通という大事態となりました。その体験から、伝言ダイヤルをはじめとする災害時などの緊急事態に対応するサービスの開発が進みました。

今後30年以内に首都圏や東海地域などいくつかの地域において、高い確率で震度6以上の巨大地震が発生するだろうといわれており、より一層の地震対策が必要と考えられます。

■中央防災会議メンバとしての使命

NTTは、災害対策基本法が定める指定公共機関という立場にあります。さらに内閣総理大臣を長として構成される中央防災会議（内閣総理大臣および全閣僚、日本銀行、日本赤十字社、NHK、NTT、その他学識経験者4名の計26名から成る組織）の一員でもあり、災害時の通信の確保は電気通信事業者としての重要な使命だといえます。

その社会的役割を果たすため、NTTでは以下の3点を柱に、大規模災害

時の物理的な打撃への具体的な対応策を検討、推進しています。

- ① ネットワークの信頼性向上
 - ・ネットワーク構成
 - ・監視・制御
 - ・設備の耐震性確保
- ② 重要通信の確保
 - ・安心情報の提供
 - ・災害時通信確保
- ③ サービスの早期復旧
 - ・臨時電話局
 - ・衛星を用いた通信の復旧

通信基盤設備の現状

通信用地下設備の技術開発においては、「安心・安全な地下空間を提供するとともに、地震災害等に強く、社会に貢献する安心・安全なサービスを提供するNTTグループブランド向上を目指し、新ビジネスの発展・促進に寄与する」ことを心構えとしています。

通信用地下設備は、大きく管路系とコンクリート系とに分けられます。管路系とはケーブルを収容する管路のことであり、コンクリート系とは、とう道やマンホール等のコンクリート構造物を指します。NTTが現在保有する主な地下設備は、管路が63万km（地球約16周分）、とう道が630km（東京－広島間の直線距離に匹敵）、マンホールが69万個（鉄蓋を横に並べれば東京－岡山間の約530kmに相当）と、いずれも膨大な量になります。

ただし、これら設備の大半は民営化前（1985年以前）につくられたものであり、それ以降は支障移転および特殊な場合を除き、新規の設備はほとんどつくられていません。したがって、膨

大な既存設備を徹底的に活用することが地下設備開発の大前提になっています。その背景には、これだけの設備を単に保有するだけでも多大なコストが発生するという事情もあり、既存設備の枠内での開発を通じて、効率化・自動化によるコストや技術者の削減、マイグレーション、ビジネスの拡大などに貢献したいと考えています。

通信基盤設備R&D技術の動向

■管路系マネジメント技術

管路設備（主に金属管路）では、時間の経過とともに錆・汚れ・土砂詰まりなどが原因の腐食が進行し、ケーブルの布設を困難にするため、定期的な点検・補修が欠かせません。腐食はその形状により、全面腐食（全面にこびりついた錆が錆コブなどになって管路内の空間を狭める症状）と、局部腐食（管路に開いた穴から土砂が入り込むなどの局部的な症状）とに大きく分けられます。

現在保有する管路の半数以上は、すでに建設から30年を超過しています。管路の不良率は建設年度が古くなるほど高くなり、老朽化は大きな課題です（図2）。ただし不良率は管路の種類によって異なり、金属管（鋼管および鋳鉄管）では腐食の進行が顕著であるものの、ビニル管では不良率に経年による影響はあまり出ません。

また、管路の使用状況によっても不良率は異なります。既存の管路のうち、現在実際に使用しているもの（ケーブル収容管）は全体の約6割ですが、そのうち約60%が何らかの不良を抱えています。一方、残りの空き管では、不

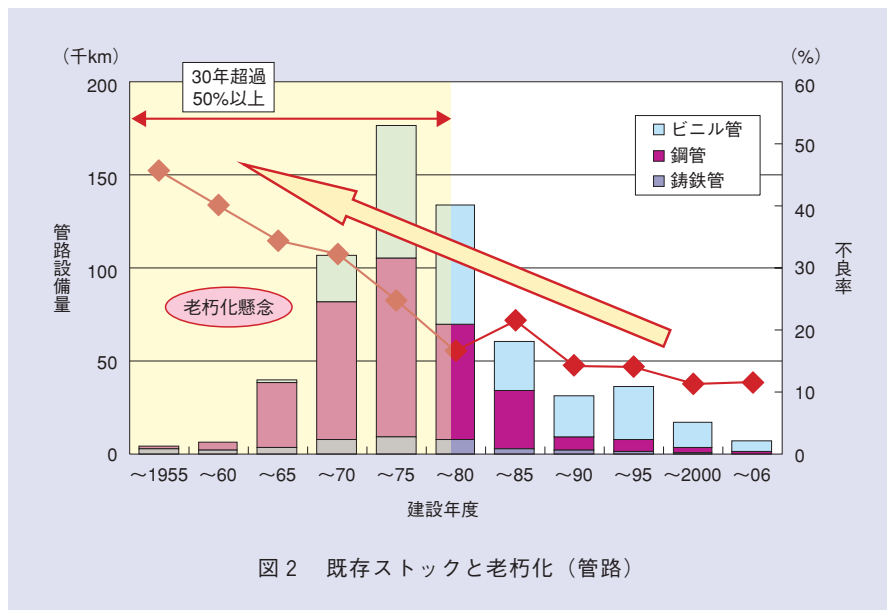


図2 既存ストックと老朽化（管路）

良率は35%にとどまっています。ケーブル收容管では空き管の場合と異なり、点検や補修が困難であることが課題となっています。

しかしFTTH回線の急増に伴い、光ケーブルとメタルケーブルの重畳や多条布設の必要性が高まり、錆等で狭くなった管路の有効活用は急務な課題となりました。そこで私たちは、收容ケーブルに影響を与えずにケーブル收容管を短期間・低コストで点検・補修する技術に取り組んできました。

点検業務では、従来の目視による点検に代わるものとして、パイプカメラを使用した自動認識技術の開発を進めています。管路内に通したパイプカメラで内部を撮影し、その画像の色から、腐食の進行状況を定量的に算出するというものです。

補修についても、空き管では以前より行われていた管内洗浄をケーブル收容管でも可能にした「ケーブル收容管高圧洗浄技術」を2007年より導入し

たほか、補修中に既設ケーブルを保護する「ケーブル收容管防護技術」、老朽化したケーブルを補強する「ケーブル收容管再生補修技術」を開発中です（図3）。

■コンクリート系構造物マネジメント技術

管路と同様、とう道やマンホールでも老朽化が進み、建設から30年以上経つ設備が半数を超えています。これらのコンクリート系設備においては、古くなったものをいかに健全に保ち、長く利用するかがマネジメントの基本的姿勢となります。

一般にコンクリート構造物には、中性化や塩害などにより劣化する性質があります。劣化は潜伏期（アルカリ性であるコンクリートが空気中の二酸化炭素と反応して中和されていく）、進展期（中性化が鉄筋に到達して錆が発生する）、加速期（増加した錆がコンクリートに圧力をかけひび割れを起こす）、劣化期（膨張した錆により爆

裂し剥落が発生する）と、段階を追って進行します（図4）。

とう道やマンホールの劣化の見極めは、現状では目視に頼っているため、劣化を確認できるのはひび割れや漏水などの症状が出る加速期以降になってしまいます。そこで、より早い段階で効率的に、非破壊のまま劣化を確認できるような技術を開発し、早期補修によるコストの最適化を目指しています。

具体的には、数千回の超音波を送ってその反射波を測定、平均化処理することで内部の状態を判断する「巨視的超音波法」を用いた技術であり、コンクリートの厚さや鉄筋かぶり（鉄筋までの距離）、ひび割れの深さ、空洞の有無などを推定します。これに加え、超音波を利用してコンクリートの強度や、鉄筋が腐食している錆の状態も測定できるような技術の開発にも、現在取り組んでいます。

これらの技術は、とう道やマンホール以外に電柱の点検などにも応用することができ、双眼鏡などを使った現状の目視による点検作業に代わるものとして、デジタルカメラの撮影画像を用いたひび割れ自動抽出技術、あるいは軽く叩いたときの振動の測定による鉄筋破断検査技術などを開発中です。

■耐震技術

新潟地震以降、具体的な地震災害対策として、地震の揺れを吸収するスライド機構を付けた管路を局所に設けたのははじめ、液状化地盤地域ではマンホールの浮上軽減対策を実施してきました。さらに兵庫県南部地震の発生を機に、フレキシブル性の向上、被災時のケーブル保護対策、専用橋の落橋



図3 管路系マネジメント技術

防止対策などにも努めました。

なお、橋梁に関しては、近年免震構造が採用されつつあり、該当する橋では地震時に進行方向だけではなく360度全方向に揺れが生じます。そのため、従来の進行方向のみの対策では設備が破断するおそれもあることから、よりフレキシブルな接続技術の開発にあたっています。

■オペレーション技術

近い将来に発生が予測されている大地震に備え、被災状況のシミュレーションにも取り組んでいます。すなわち、公表されている過去の大地震のデータや各地の地盤データと、地下ケーブル設備および基盤設備のデータを基に、設備の被災率を割り出すもので、まず基

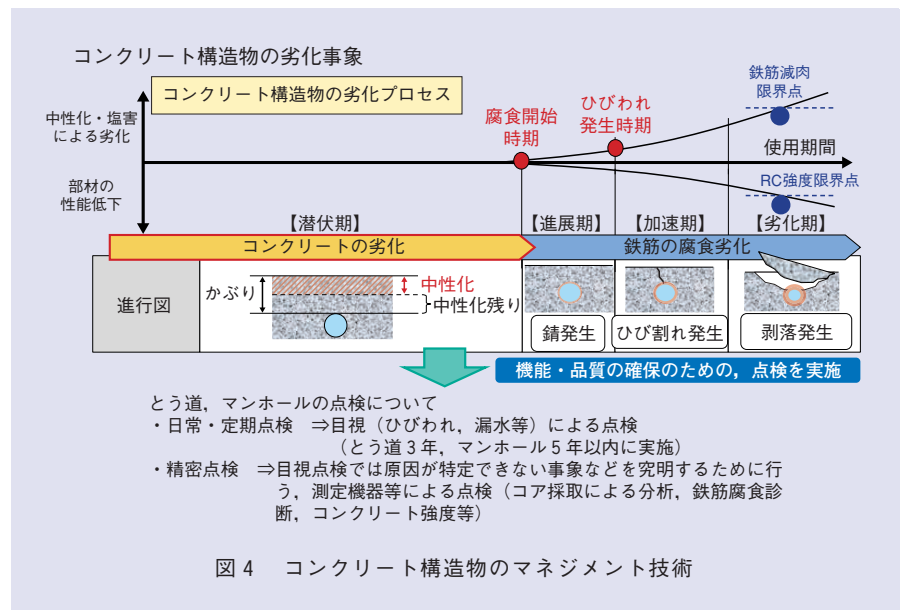


図4 コンクリート構造物のマネジメント技術

どう道、マンホールの点検について
 ・日常・定期点検 ⇒目視（ひびわれ、漏水等）による点検
 （どう道3年、マンホール5年以内に実施）
 ・精密点検 ⇒目視点検では原因が特定できない事象などを究明するために行う、測定機器等による点検（コア採取による分析、鉄筋腐食診断、コンクリート強度等）

盤設備の被災状況（地震動算出，地盤液状化判定，設備種別被災率判

定），続いてケーブルの被災状況（ケーブル種別被災率判定，接続点別被災

近い将来に発生が予測されている大地震に対する、地下ケーブル等の被災率をシミュレーションすることで設備の弱点個所を効果的に評価する技術

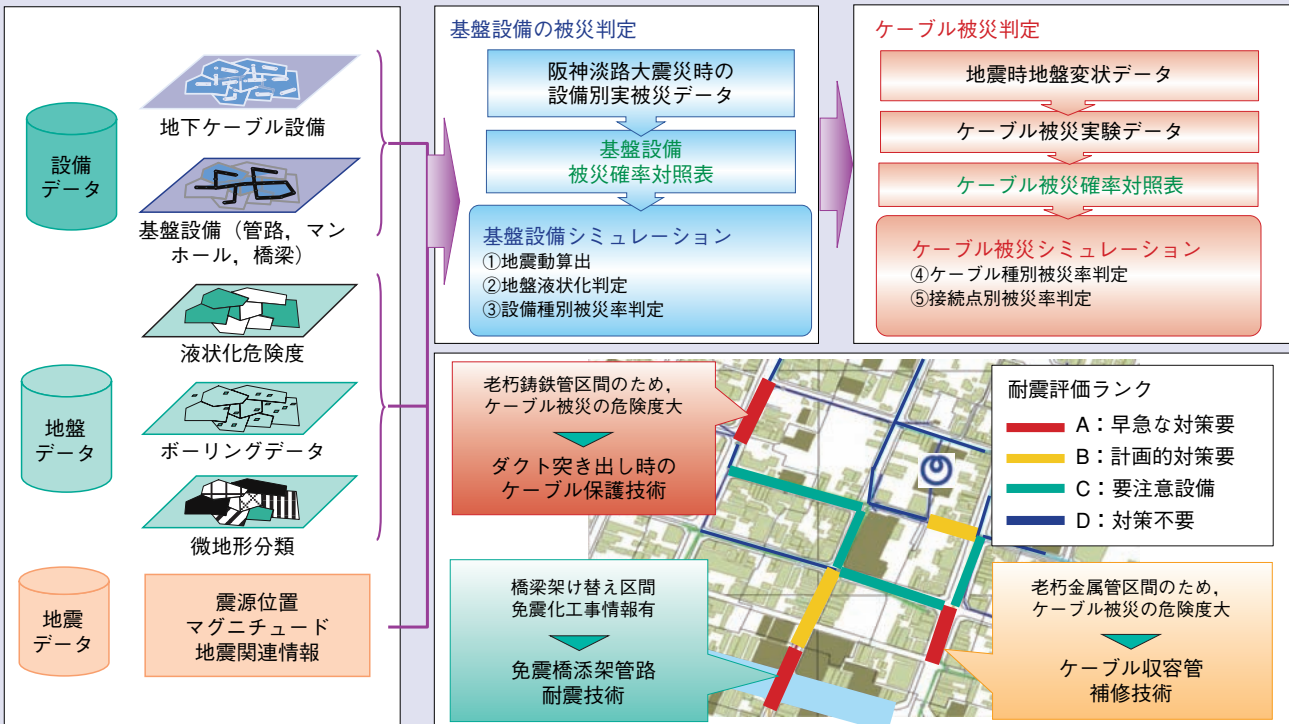


図5 耐震性評価シミュレーション技術

率判定)を数値化します(図5)。

その結果を5段階の耐震評価ランクに振り分けることで、被災の可能性が高く早急な耐震対策が必要な箇所から、優先的に点検補修に着手することができます。その際忘れてならないのが、守るべきは基盤設備ではなくその中を通るケーブルであり、通信サービスを途絶えさせないことが最大の目的です。

なおこの技術については現在、実際の地震とシミュレーションの結果を照らし合わせながら、その精度の向上を図っている段階です。

おわりに

地下基盤設備の開発では既存の設備を徹底的に利用することが大前提ですが、一方で、技術者が大きく減少しているという現実があります。老朽化した設備を少ない技術者で守るという厳しい条件の中、お客さまに安心・安全な通信サービスを提供しなければなりません。

そのためには今後、設備データの有効活用が要になると考えています。設備が複雑になると同時にデータの量も増えており、現状のリレーショナルデータベースを発展させ、より柔軟なデー

タベースを構築する必要があります。

将来的には、設備側が自主的にアラームを発生し、その声に応じて必要な対策を施すというようなシステムの実現を目指したいと考えています。

◆問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所
 シビルシステムプロジェクト
 TEL 029-868-6200
 FAX 029-868-6260
 E-mail tiida@ansl.ntt.co.jp