



ケーブル収容管補修技術（3000心タイプ）による 既設設備の耐震性向上

NTTアクセスサービスシステム研究所

やまざき やすし せがわ のぶひろ おくつ まさる いしだ なおゆき いなむら としろう たなか こうじ*
山崎 泰司 / 瀬川 信博 / 奥津 大 / 石田 直之 / 稲村 俊郎 / 田中 宏司

ケーブルを収容した状態の不良管路を非開削により再生し、複数のケーブルを収容する空間を確保するケーブル収容管補修技術について、地震防災上の観点から耐震性能を検討した結果、地震動や地盤変状に対し、ケーブル被害を軽減できる耐震対策として効果があることが分かりました。ここでは、その取り組み内容について紹介します。

耐震対策の必要性

2011年3月11日、我が国の観測史上最大となるM9.0の東北地方太平洋沖地震が発生しました。巨大な津波が押し寄せ、約2万人の死者・行方不明者を生じる未曾有の大災害となりました。また、原子力災害が同時に発生したことによって、社会は著しく混乱し、物資調達に困難になるなど、近年経験したことのない災害となりました。

通信設備も地震や津波による甚大な被害を受け、現在も復興に向けた活動を継続中です。

NTTアクセスサービスシステム研究所では、これまでも地震災害に対する地下設備の耐震技術に関する開発を継続して行っています(図1)。その中で、ケーブルを収容した状態の不良管路を非開削により再生し、複数のケーブルを収容する空間を確保するケーブル収容管補修技術は、地震動や地盤変状に対して、ケーブル被害を軽減できる耐震対策として効果があることが分かりました。

東日本大震災における被害状況

現在も継続中の東日本大震災の被害調査では、液状化地盤や軟弱地盤、人工造成地における橋台背面や、地下水

路の上越し部*1における被害が多く確認されています(図2)。

これは、既往地震における被災パターンと同様の現象であり、対策はすでに標準

化されています。しかしながら、対策以前の設備が多く存在している、ケーブ

*1 上越し部：地下水路の上を管路が通過する状態の部分。

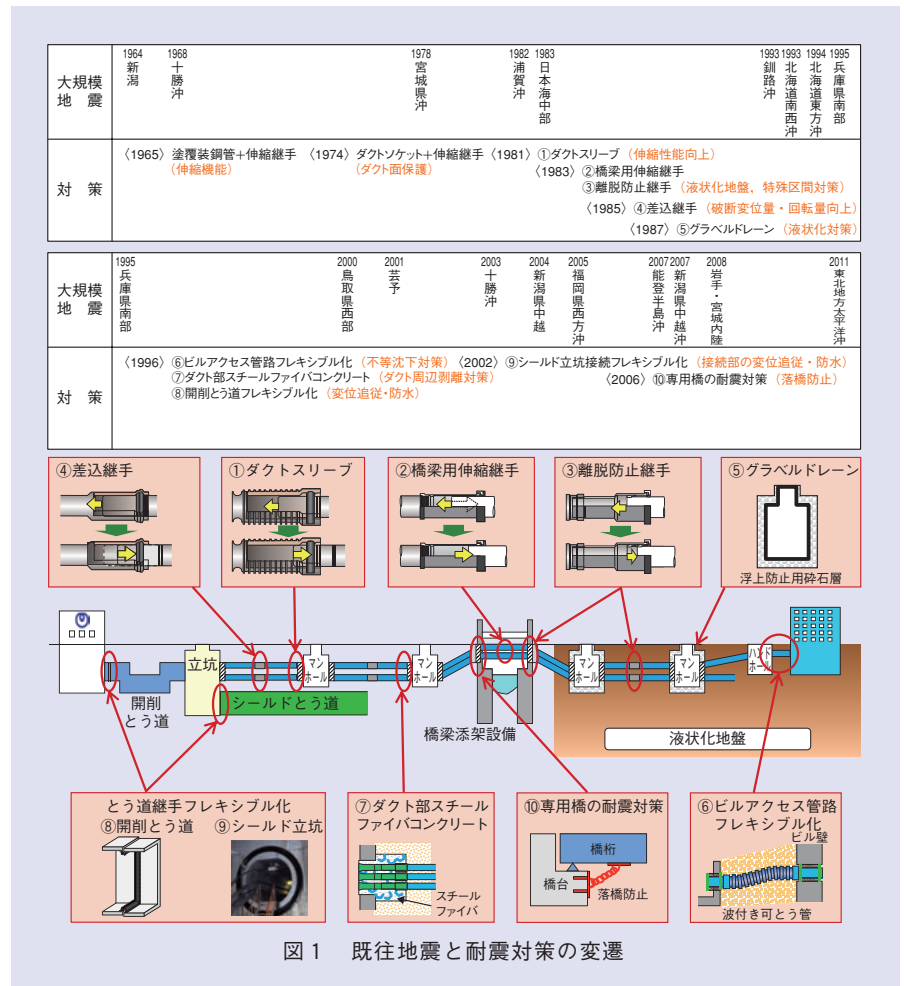


図1 既往地震と耐震対策の変遷

* 現、NTTインフラネット



図2 東日本大震災等における設備被災例

ルを収容している場合は対策が適用できない、などのいくつかの課題がありました。

このことから、ケーブルを収容したまま耐震対策を可能にする技術が望まれていました。

ケーブル収容管補修技術は、ケーブルを収容したまま既設管内に別のパイプを

構築するため、地震防災上の利点があり、その耐震性についても検討しています。

ケーブル収容管補修技術の概要

NTTの管路設備は1970年代に集中して建設されたため、全体の約70%が築

後30年以上を経過しており、老朽劣化が顕在化しています。その多くは金属管の腐食によるものです。

一方、光サービスの拡充に伴い光ケーブルと金属ケーブルが重畳期を迎えて、管路設備が量的に逼迫しつつあります。そのため、管路の有効利用を目的として1条の管路に複数条のケーブルを布設す

る多条布設が恒常的に実施されるようになっていきます。

NTTアクセスサービスシステム研究所では、ケーブルを収容したまま管路を補修する技術として、自立強度を備えたライニング管を管内に形成する補修技術の開発に取り組み、2010年度に事業導入しました(図3)。

ケーブル収容管技術は大きく2つの技術から成り立っています。1つは金属管の土砂を高压洗浄によって除去する技術です。もう1つは樹脂性の管の成形技術です。3000心タイプは1000心光ケーブルが3条収容可能な空間を備えた樹脂材料を現場で組み立てて管路に挿入していきます。

部材が工場成形品であることから品質が安定していることと、短い部材長と可動域のある継手により曲線区間にも適用が可能であることを大きな特徴としています。

また、施工後は腐食の心配がないメンテナンスフリー化を実現しています⁽¹⁾。

解析による耐震性能の評価

既設管路の内面をライニングする技術は、下水道でも実施されていますが、ライニングされた管の耐震設計の考え方・手法については、まだ確立されていません。

本研究では、地中線状構造物の地震解析に一般的に用いられる応答変位解析法^{*2}を応用した解析手法を考案しました。通常、埋設管の場合は周辺を土によって拘束されているため、管体自身は振動しにくく慣性力の影響は受けにくい一方で、地盤変位に対しては支配的な影響を受けるとされています。このため、地震により発生する地盤の変位が地盤と地中構造物の動的相互作用を表すバネを介して地中構造物で伝達されると考えています。

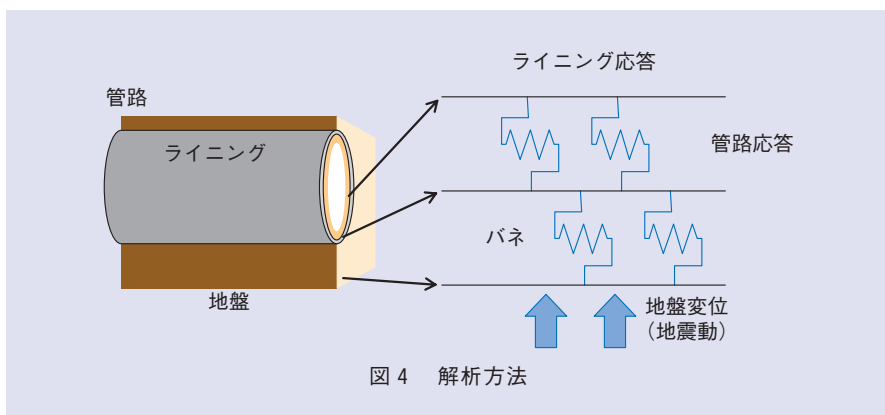
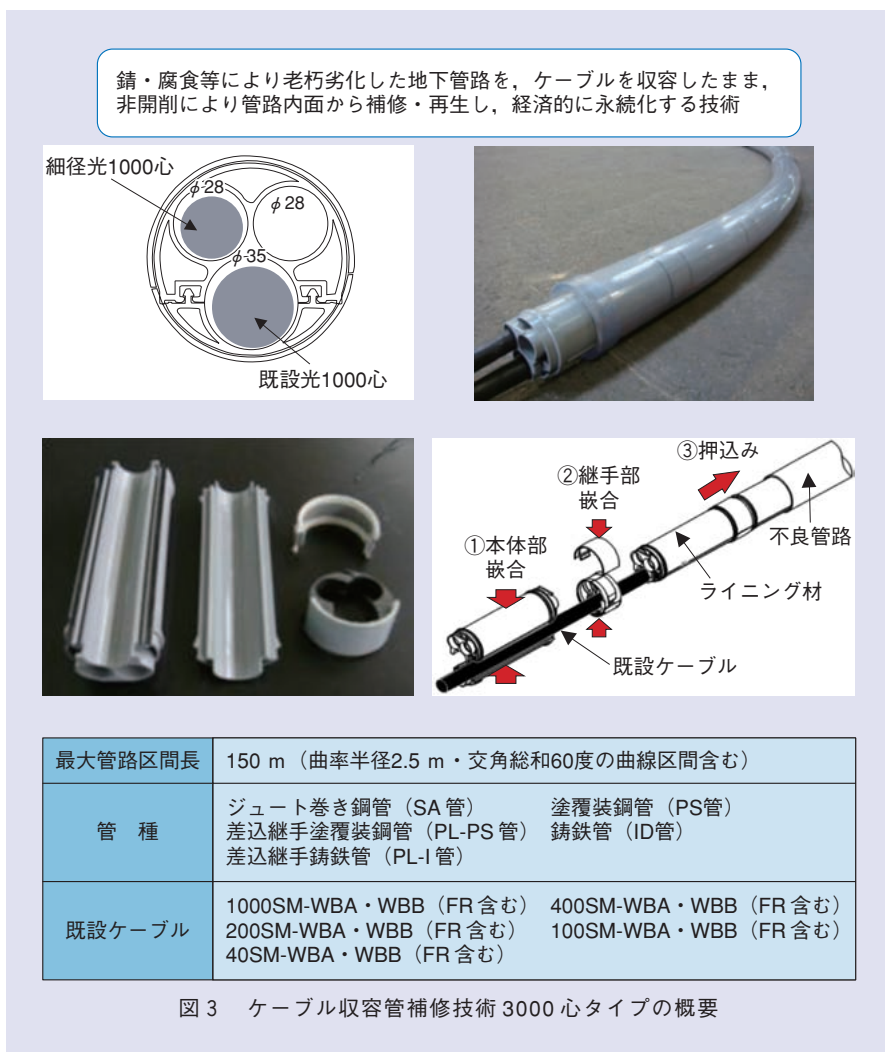
*2 応答変位解析法：地下構造物は地震による地盤の変形に従って振動するという特性に基づき、地盤の変形を地震外力として入力する耐震計算法。

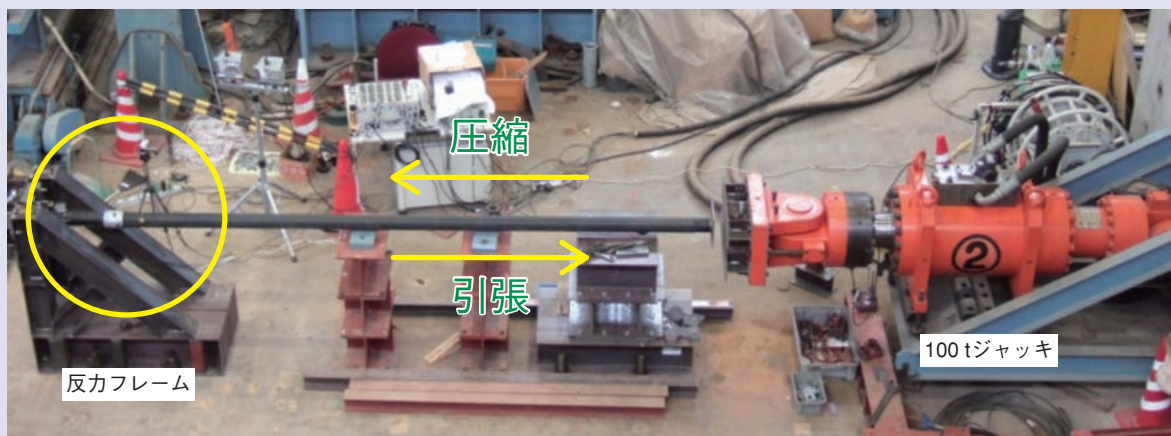
*3 地震応答：地震により構造物に生じる現象。

ライニング管の解析では、これを応用し、既設管とライニング管との間の拘束力特性をバネでモデル化し、既設管の変位を、バネを介してライニング管に作用させることにより地震応答^{*3}を求めます(図4)。

大規模地震による影響を考慮し、

1.0%の地盤ひずみまで検討を行っていますが、この最大ひずみが発生するような場合でも、外管は壊れてもライニングは限界値に対して十分安全であることが分かりました。さらに、実物大のモデル実験により解析手法の妥当性を検証しています。





	ねじ継手部		旧伸縮継手部	
引張 波動	 外管の様子	 内空間の様子	 外管の様子	 内空間の様子
圧縮 波動	 外管の様子	 内空間の様子	 外管の様子	 内空間の様子

図5 地震動による影響確認実験（破壊時の衝撃）

実験による確認

次に解析では確認ができない動的な挙動について、実験により確認しました。

■地震動による影響

地下管路が地震動により破壊するケースでは、ねじ継手部のねじ山が潰れて一気に変形が起こります。この際の衝撃に対して、ライニング材に影響はなく、連続性やケーブルを収容する断面が確保できていることを実験により確認しています（図5）。

また、継手離脱後の繰り返し衝突についても実験により確認しています。

ライニング材がない場合には、衝突の際にねじ部が管内側にめくれるように変形し、ケーブルを損傷するケースが確認されましたが、ライニング材がある場合

軸方向のみの場合		屈曲を伴う場合	
ライニングがない場合	ライニングがある場合	ライニングがない場合	ライニングがある場合
 ライニングがない場合	 ライニングがある場合	 ライニングがない場合	 ライニングがある場合

図6 地震動による影響確認実験（繰り返し载荷）

には、内空間の連続性や断面を保持し、ケーブルを保護することを確認しました。さらに、管路屈曲を伴う例についても確認しています。この場合には、屈曲により継手離脱後の挙動が不安定で、ケーブル損傷程度は大きくなる傾向にありま

すが、ライニングがある場合には、ライニングのガイド効果により既設管の挙動が比較的安定し、ケーブルを保護することを確認しています（図6）。

■地盤変状による影響

地震による影響の1つに地盤変状が

を向上させることが可能で、一石二鳥の効果的な課題解消が期待できると考えています。

今後の予定

現在、既設管の口径が小さい老朽弱体管路へ適用を拡大するため、細径化を検討中であり、耐震評価も継続して実施していきます。

また、東日本大震災による被害状況の調査・分析により、既存耐震技術の検証と潜在的な検討課題を発掘し、さらなるネットワークの信頼性向上に努めていきます。

参考文献

- (1) 山崎・是国・小高・山下・稲村・山田・秋山：“不良管路を再生する「ケーブル収容管路補修技術」,” NTT技術ジャーナル, Vol.22, No.12, pp.50-54, 2010.



(上段左から) 山崎 泰司/ 稲村 俊郎/
石田 直之/ 奥津 大/
瀬川 信博

(下段) 田中 宏司

基盤設備の有効活用は、これからの設備マネジメントの重要な課題です。今後とも、ケーブル収容管補修技術をはじめとした、既設設備を有効活用する技術および、信頼性向上技術の開発に取り組んでいきます。

◆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
管路系グループ
TEL 029-868-6220
FAX 029-868-6260
E-mail segawa.nobuhiro@lab.ntt.co.jp

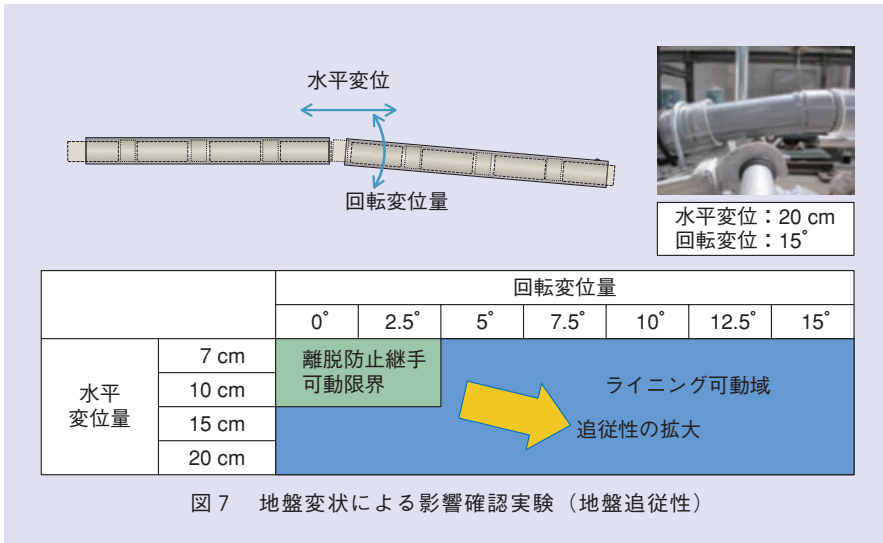
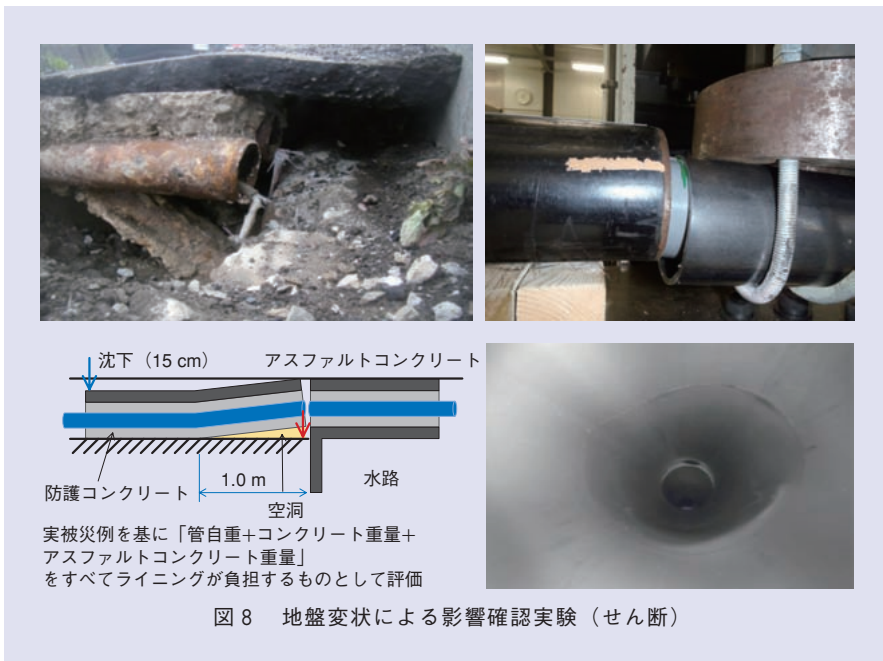


図7 地盤変状による影響確認実験（地盤追従性）



あります。液状地盤や軟弱地盤、人工造成地などで多くみられる現象です。特に橋台際や地下構造物の交差部など、状態が一様でない場所で被害が出るケースが多いことが分かっています。

こうした場所には、伸縮性のある継手を配置して対策を講じるのですが、未対策の場合には、設備が損傷する例が確認されています。そこで、地震により継手が離脱した後に地盤変状した際の地盤追従性について実験により確認しました。標準対策である離脱防止継手以上の追従性を有し、外管が離脱してもライニングは地盤変状に追従し、連続性を

失わないことを確認しています（図7）。

また、不等沈下により路面荷重等によるせん断が局部的に発生するケースについても想定し、実験による確認を行っています（図8）。

管路設備の地震対策は、地震被災を経験値として随時導入してきているため、現行の耐震基準に満たない既設設備が多く存在します。地震防災の重要性は意識されながらも、既設設備の耐震化については十分とはいえません。

本技術は老朽劣化する設備のリニューアルと耐震性向上を両立する技術です。既設設備を補修すると同時に、耐震性