

ケーブル收容管補修技術の曲線施工適用に向けた検討について

日本電信電話株式会社	アクセスサービスシステム研究所	正会員	○山崎 泰司
日本電信電話株式会社	アクセスサービスシステム研究所	正会員	山下 宏幸
日本電信電話株式会社	アクセスサービスシステム研究所	正会員	是國 亨
日本電話施設株式会社	NTT事業本部		山田 佳彦

1 はじめに

NTTの地下管路設備（以下、管路）は、日本全国約63万延長kmに及ぶが、近年、経年劣化による老朽化が進み、不良管路に対する新たな補修技術が求められている。また光ファイバケーブルの拡充に伴う既設管路の有効利用として通信用ケーブルが1条入っている管路に2条以上の通信用ケーブルを入れる多条敷設工法が恒常的に実施されている。これらの背景より既設ケーブルが入っている管路内のケーブルを撤去せず、サービスを寸断させることなくライニング補修を行うケーブル收容管補修技術が開発された。ケーブル收容管補修技術は現在、直線施工のみリリースされているが、ほとんどの管路は道路線形に沿って埋設されていることから、曲線施工への適用拡大が急務とされている。

そこで、ケーブル收容管補修技術の曲線施工への適用に伴い懸念される既設ケーブルへの側圧の影響、及び内部皺の形成による不通過現象について、検証実験を実施し、それらの対応策について検討を行った。

本稿ではケーブル收容管補修技術の概要、既設ケーブルへの側圧検証及び内部皺の形成による不通過現象抑制検討結果について報告する。

2 ケーブル收容管補修技術の概要

ケーブル收容管補修技術に使用するライニングシートは図-1に示すとおり、内側ライニングシート、外側ライニングシート、拡張チューブから構成される。また外側ライニングシートと内側ライニングシートの間に熱硬化性樹脂が含浸されている。

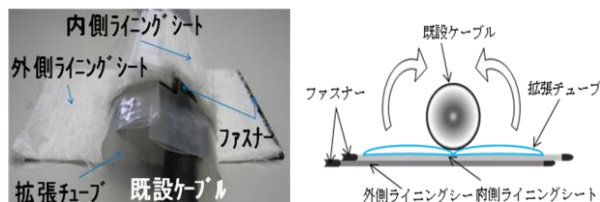


図-1 ライニングシート

施工方法はライニングシートを管口で既設ケーブルを包み込むように嵌合しながら管内に引き込み、拡張チューブに温水を注入し、加圧・加熱を加え硬化させることで管

内面に自立性のあるライニング層を形成する技術である。なお、既設ケーブルには、ライニングシート引込時に生じる牽引ロープと既設ケーブルの間の摩擦力からケーブル外被損傷を回避するためのケーブル防護材（高強度ポリエチレン）が施工前に巻き付けられている。図-2にライニング形成の流れを示す。

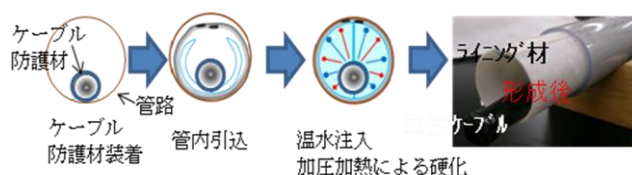


図-2 ライニング形成の流れ

3 既設ケーブルへの側圧検証

本技術では、前述のとおり既設ケーブルを包み込みながら管内に引き込むため、ライニングシート重量（1.22kg/m）に既設ケーブル重量（約0.6kg/m）が加算され、管路長に比例して牽引張力が大きくなる。この時、ケーブル防護材により、牽引ロープと既設ケーブルの摩擦力が低減されるためケーブル外被損傷は回避できるが、曲線部で生じる側圧（牽引ロープが既設ケーブルを締め上げる力）に対しては効力が無いため、曲線施工への適用拡大に伴い側圧の影響が懸念された。

そこでまず、側圧と牽引張力の関係について図-3に示すモデルで整理した。

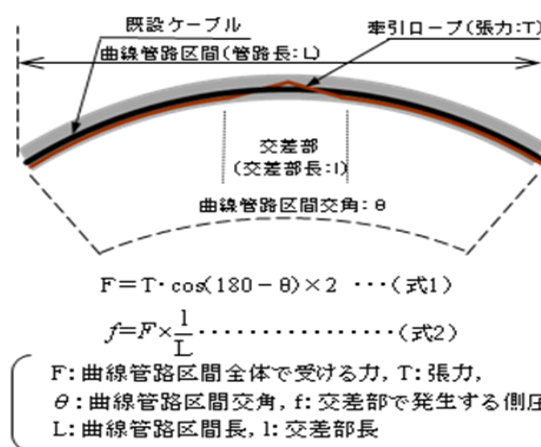


図-3 側圧と牽引張力の関係

本技術を適用する上で、最も牽引張力がかかると理論上想

キーワード 地下管路、ケーブル收容管、管補修技術、管更生技術、ライニング、ケーブル防護

連絡先 〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 NTTアクセスサービスシステム研究所シビルシステムP
TEL029-868-6220

定される管路は亘長 150m、曲率半径 2.5m、交角 60° の曲線施工であるが、これまでの施工検証結果から本条件での最大牽引張力は 6000N であるため、これらの数値を用いて側圧の理論値を上式より算出すると 1880N となる。そこで、図-4 に示すように光ファイバケーブルに 25 t アムスラー試験機で約 2000N の力を実際の施工時間と想定される 50 分間加え続けた時の光損失移動量を I D テスター（光損失測定器）で測定した。光ファイバケーブルは、一般的にその光損失移動量が 0.1 dB を超えると通信における品質低下、または通信障害を引き起こす可能性がある。本実験は 3 回実施したが、何れも光損失移動量が 0.1 dB 以下であったため、約 2000N、50 分間の側圧に対して、光損失移動量の観点からは問題が無いことを確認した。

以上の結果から本技術を適用する場合の限界牽引張力については、6000N と規定した。



図-4 ケーブル側圧に対する光損失測定実験状況

4 内部皺の形成による不通過現象の抑制について

本技術を曲線施工に適用する場合、曲線部内側に図-5 に示すような「皺」が形成される。内部皺は形成後の内空間を阻害し不通過現象を招くため、曲線施工に適用拡大する上で、解消すべき喫緊の課題となった。

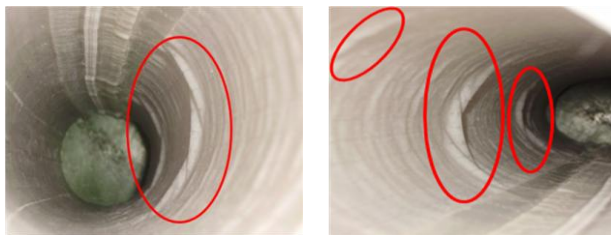


図-5 曲線部内側に形成される皺
(囲みは皺が形成されている部分)

内部皺の解消方法として、施工段階において抑制する方法と施工後において除去作業を工程追加し除去する方法の 2 パターンが考えられたが、まずは施工段階における硬化時の温度・圧力に着目し検討を進めた。本技術における硬化温度・圧力は熱硬化性樹脂の硬化特性から温度 65℃、圧力 0.08～0.10MPa で設定していた。そこで内部皺の発生と硬化時の温度・圧力の関係を調査するために表 1 に示す 7 つのパターンで温度・圧力を変更しつつ曲線施工を行い、硬化後、直径の異なる数種の通過試験器具を通過させ出来型の内空間の定量的評価を行った。なお、本技術の必要最小内径は施工後、ケーブルを多条敷設することを考慮し、

φ66mm と規定しているため通過試験器具の最小径を φ66mm とした。

表-1 硬化温度・圧力と通過性の検証結果

	温度 (℃)	圧力 (MPa)	通過試験器具径 (mm)					備考
			66	67	68	69	70	
①	60	0.10	○	○	○	○	×	圧力一定
②	65	0.10	○	○	○	○	×	
③	70	0.10	○	○	○	×	×	
④	65	0.08	○	×	×	×	×	温度一定
⑤	65	0.10	○	○	○	○	×	
⑥	65	0.15	○	○	○	○	○	
⑦	65	0.18	○	○	○	○	○	

<*○・・・通過、×・・・不通過>

表-1 の①から③のパターンについては、圧力一定、温度を変化させ、④から⑦のパターンについては温度一定、圧力変化をさせた。通過試験器具による通過性試験の結果を考察すると、まず圧力を一定にして温度を変化させた場合については、③の温度 70℃で若干通過性が悪かったものの、温度変化による通過性の優劣は顕著には見られなかった。次に温度一定にして圧力を変化させた場合であるが、④の最も低い圧力である 0.08MPa の時と⑥、⑦の高い圧力である 0.15～0.18MPa の時の通過性の差は通過試験器具径にして 4mm の差があることが定量的に把握できた。なお、本検証後、各パターンサンプルの物性値（偏平、厚さ、気密性等）を測定したが、全てのサンプルにおいて既定値を満足した。

以上のことから、曲線部における内部皺の抑制には硬化時の圧力が高いほど効果があるということがわかった。また本検証結果と圧力損失（150m で約 0.03MPa）、及び現場作業員の安全性を考慮し、本技術の設定圧力を温水注入口で 0.15MPa（反対側で 0.12MPa を担保）と規定した。

5 まとめ

本技術の曲線施工適用に伴い懸念される課題については次のとおり整理した。まず、既設ケーブルへの側圧による影響を考慮し、施工時の牽引張力は 6000N 以下とすることとした。また内部皺の形成による不通過現象を抑制するため、施工時の硬化圧力は温水注入口で 0.15MPa とした。以上の規定を設けることにより本技術を曲線施工へ適用した場合においても、安全性、品質性を保つことが可能となった。

6 おわりに

本稿では、ケーブル収容管補修技術の概要、既設ケーブルへの側圧検証及び内部皺の形成による不通過現象抑制検討結果について報告した。

今後は現場導入を目標として曲線を伴う管路における現場施工検証を行うとともに、施工形態の見直しや材料費削減によるコスト低減化についても検討していくこととする。