管内腐食率とケーブル等牽引張力の関係を用いた新たな管路補修判断基準の検討について

株式会社ＴＴＫ　ＮＴＴ事業本部　正会員　○三田村　篤
ＮＴＴアクセスサービスシステム研究所　山崎　泰司、瀬川　信博、山下　宏幸
株式会社つうけん　テレコムエンジニアリング事業本部　　野里　　誠

1　はじめに

ＮＴＴの地下管路設備は，日本全国で約６３万㎞に及ぶ。これら膨大な地下管路設備は建設後３０年を経過したものが現在約７０％を占めており、通信サービスを安定供給する上で、経年劣化による地下管路設備の老朽化が懸念されている。特に金属管路については、塩化ビニル管に比べ、劣化の割合が大きく、その原因としては錆による劣化が大半を占めている現状にある。

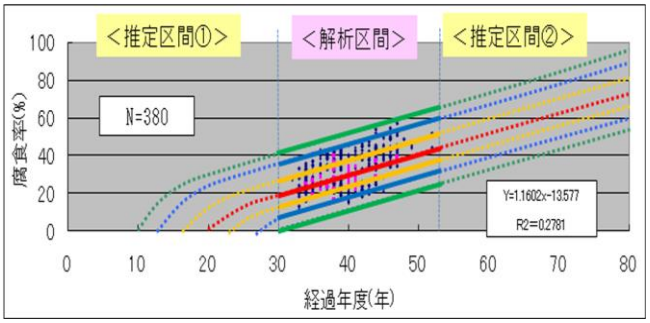
現在、ＮＴＴの管路点検はパイプカメラによる目視点検が主流であるが、管内の錆量を画像解析により定量的に把握する技術が開発されている。これにより誰でも簡単に腐食率を定量化することが可能となった。しかしながら、錆量と不良の関係が明確にされておらず、錆の悪さ具合から判断した効果的かつ効率的な補修判断手法がない。

そこで、錆の定量化データを活用した効果的かつ効率的な「新たな補修判断基準」を確立することを目的として、管路におけるサービス機能保全の観点から、「管内腐食率とケーブル等牽引張力の関係」に着目し研究を進めてきた。

本稿では、研究の過程で得られた「腐食率と経過年度の関係」、「腐食率と摩擦係数の関係」についての分析結果、及びこれらの結果を活用した錆に対する「新たな補修判断基準」についての検討経過について報告する。

2　腐食率と経過年度の関係について

既存の点検データ 380 件を用いて画像解析を実施した結果を図－１にまとめた。



＜凡例＞
平均　μ±σ　μ±２σ　μ±３σ
◆ 昨年度解析値　◆ 今年度解析値

図－１　腐食率と経過年度の関係

対象とするジュート巻き鋼管は５０年前に使用開始され、３０年前に現在使用されている鋼管（ＰＬ－ＰＳ管）に移行されていることから、その前後は以下により推定した。

＜推定区間①＞過去のＮＴＴ鋼管の塩水噴霧試験の結果より、早い場合で経過年度１０年、平均で２０年、遅い場合３０年で錆が発生する。錆腐食は初期段階から５年後までに加速度的に発生するので曲線的に腐食率が増加する。

＜推定区間②＞建設後年数が経過しても、土中での腐食環境は不変であり、酸化膜は面的に広がるため、直線的に腐食率が増加する。

この結果より、腐食率は経過年度が経つにつれ、ばらつきはあるものの幅を持った形で増加していく傾向にある、ということがわかった。

3　腐食率と摩擦係数の関係について

3.1　錆の悪さの確認（予備実験）

錆の悪さについては、これまでに穴あきや減肉といった管路の不安全面からの調査・分析は行ってきた。しかしながらサービス機能保全の観点、いわゆるケーブル等を牽引する際にどのような悪影響を及ぼすのか、については未知であった。そこで、まず錆が及ぼす影響の程度について以下により基礎実験を実施した。

① 錆無し管と管内全面を人工的に腐食させた錆有り管の２パターンの管路の牽引張力を比較。

② 光ファイバケーブル及びインナーパイプ（ケーブル保護用可とう管）をそれぞれ１０回ずつ牽引し、安全側での検討を考慮し、動摩擦係数をμ＋３σで算出。

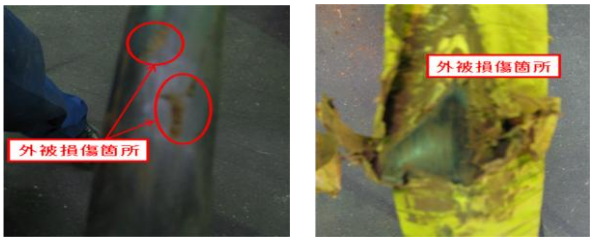
結果を表－１に示す。

表－１　錆の有無と動摩擦係数の関係

牽引物 / 錆の有無	光ファイバケーブル（1000ＳＭ）	インナーパイプ
錆無し管	0.39	1.05
錆有り管（人工）	0.77	1.40

本実験の結果から錆はケーブル等を牽引する際の張力を増大させることが把握できた。また、錆は光ファイバケーブルなどの牽引物の外被を損傷させ、機能低下を招く恐れがあることがわかった。（図－２参照）

キーワード　地下管路，管路点検，パイプカメラ，錆・腐食，画像解析
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

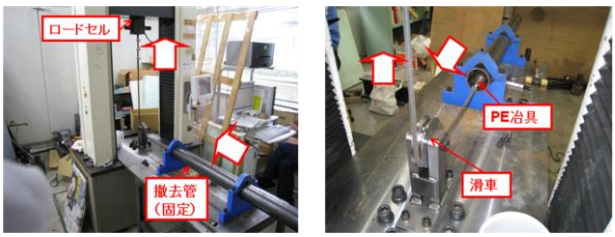


a)光ファイバケーブル　　b)インナーパイプ

図－２　実験後の損傷状況

3.2　撤去管（実管）による静止摩擦係数測定

予備実験にて錆の悪さが確認できたので、錆量によるケーブル等牽引物への影響の定量化による劣化判定基準の策定について検討した。具体的には撤去管（実管）における摩擦係数測定を行ったが、今回は扱う撤去管（実管）が短尺のため、静止摩擦係数を測定し、評価した。実験状況を図－３に示す。



図－３　実験状況

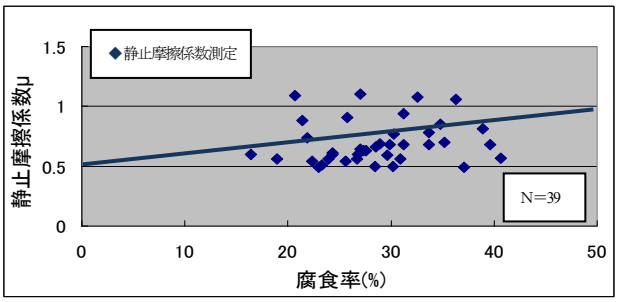
実験方法は以下のとおりである。

① ２５ｔアムスラー試験機に固定された撤去管（実管）内にＰＥ治具（ケーブル外被と同材質のポリエチレン被覆）を牽引したときの初期張力（動き出し張力）を１０回測定し、静止摩擦係数を算出。

② 撤去管（実管）に画像解析を行い、腐食率を算出。

③ 腐食率と静止摩擦係数の関係を検討。

本方法により撤去管（実管）３９本について測定を行った。図－４に実結果を示す。



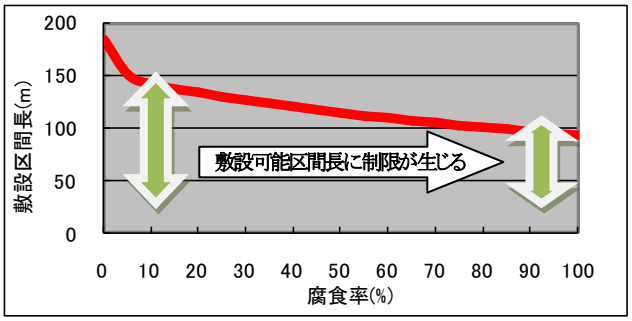
図－４　腐食率と静止摩擦係数の関係（撤去管）

本結果から腐食率が増加すれば静止摩擦係数も増加する、すなわち腐食率の増加は牽引張力の増大を招く傾向にあるということが撤去管（実管）において確認された。

4　新たな補修判断基準の検討

4.1　腐食率とケーブル等敷設区間長との関係

ＮＴＴにおいては、管路設備を有効利用するために既にケーブル１条が入線している管路（ケーブル収容管）にケーブルを１条ないし２条追加敷設する「多条敷設」が多く実施されている。多条敷設時の牽引張力は、既設ケーブルの安全性を考慮し980N以下と規定している。図－５に「腐食率と静止摩擦係数の関係」の摩擦係数を用いて腐食率と敷設限界距離の関係をシミュレーションした結果を示す。

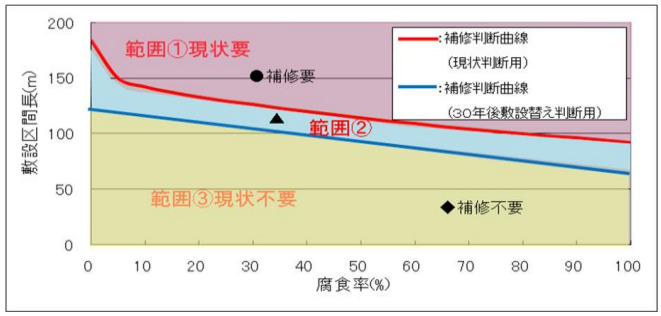


図－５　腐食率とケーブル等新設区間長の関係（多条）

腐食率の増加に伴い、多条敷設においてはケーブル等新設区間長が制限される傾向が確認できた。

4.2　新たな補修判断基準の検討

前述の「腐食率と経過年度の関係」から推定される３０年後の補修判断ラインを考慮し、維持管理マネジメントについて活用する例を以下紹介する。（図－６参照）



図－６　新たな補修判断基準（補修判断曲線）

判断時点において、範囲①に該当する場合は補修を要し、範囲③に該当する場合は補修不要と判断する。範囲②に該当する場合は現状では補修不要であるが将来、敷設替え（ケーブルを撤去後再び新設する）の予定がある場合には、ケーブル撤去時に著しく張力が増大する恐れがあるため、重要度、将来計画などを勘案して個別判断する領域である。このようにこれまでは管路の不安全側からのみの判断で錆の補修を判断していたが、本検討より新たにサービス機能保全の視点で、効果的かつ効率的な管路マネジメントを展開することができると予想される。

5　今後の方針

本稿では、「腐食率と経過年度の関係」及び「腐食率と摩擦係数の関係」から新たな補修判断基準の検討経過について報告した。今後は、「腐食率と摩擦係数の関係」について現場から動摩擦係数データを蓄積することにより、信頼性の向上を図るとともに、業務フローの確立など現場導入に向けて検討を継続していくこととする。