

## 通信用鑄鉄管路の耐震性能検証

NTT アクセスサービスシステム研究所 正会員 岡澤 毅  
 同上 正会員 田中 宏司, 山崎泰司  
 株東電通 正会員 岸本 敏明

## 1 はじめに

NTT はブロードバンドコピキタサービス社会実現のため次世代ネットワーク (NGN) の構築や通信網の光化 (FTTH)を進めている。通信用管路はこのネットワークを構成する設備の一つで総延長は63万kmで日本全土に布設されている。地震等の災害に対する安全・安心・高信頼性を確保するために管軸方向の変位に対応できる伸縮継手の開発など耐震対策を導入してきた。しかしながらこの管路の中には建設年度が古く老朽劣化が進行しており、耐震性能の低いと考えられる管路も存在する。印籠継手鑄鉄管 (以下、印籠継手)は、管端部に麻を巻き鉛でコーキングして接続する構造で、長年の使用により老朽劣化が懸念されている継手の一つであり、現状ではケーブル布設前にライニング工法により補修して使用することと規定している。図1に新潟県中越中地震による被害状況を示す。マンホールと管路の接続部であるダクト部にて管路の突出が発生しており、更に大きな被害ではケーブルの伝送品質の低下も懸念される。このように既設老朽管路の耐震化対策が求められている。

## 2 研究の目的

現在把握しているデータは新設時の印籠継手単体の強度特性のみであり、継手単体の現存強度及びライニング補修した印籠継手の強度特性は未知で、耐震性能解析による管路全体の挙動も把握されていない。そこで本研究の目的を、「印籠継手の耐震性能評価」とし、そのための方法として「現存継手及びライニング補修した継手の強度試験」「実験により得た強度特性を考慮した耐震性能解析」を行



図1 ダクト部の被害状況

うこととした。ライニング工法はA, B, Cの3種類で、材質はそれぞれエポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、塩化ビニルである。

## 3 印籠継手鑄鉄管の強度特性

撤去直後の印籠継手に上記3種のライニング補修を施し、単体と合わせた4種類について「引張」、「圧縮」、「曲げ」の各強度特性を実物試験により明確化した。図2に試験の一例として引張試験の様子を示す。また図3, 図4, 図5に各強度試験で得たデータより強度特性を示す。

試験体の大きさは曲げ試験は継手前後600mm, 圧縮, 引張試験は継手前後300mmである。各試験では測定誤差除去のため同一条件で実験を3回を行い、平均値を表示している。

引張試験では、印籠継手単体では開始後に接続部の鉛が伸びて80kNから100kNの間で引きちぎれた。3種類のライニング工法で補修した印籠継手の強度は単体の場合と大きな差のないことが確認された。ライニングの有無に関わらず管体部に破壊は生じなかった。



図2 引張試験の様子

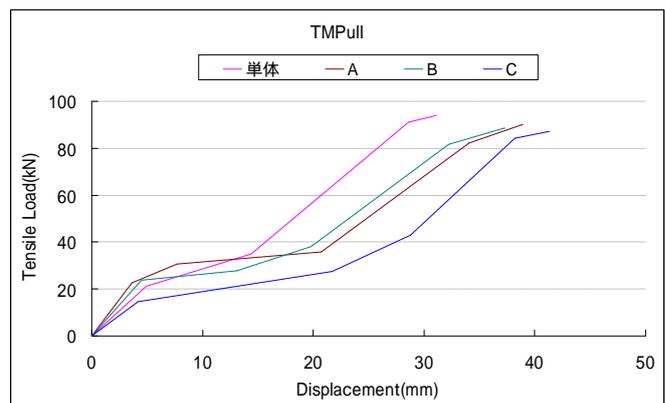


図3 引張強度特性

キーワード 地下管路, 印籠継手, 耐震性能向上, ライニング補修

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

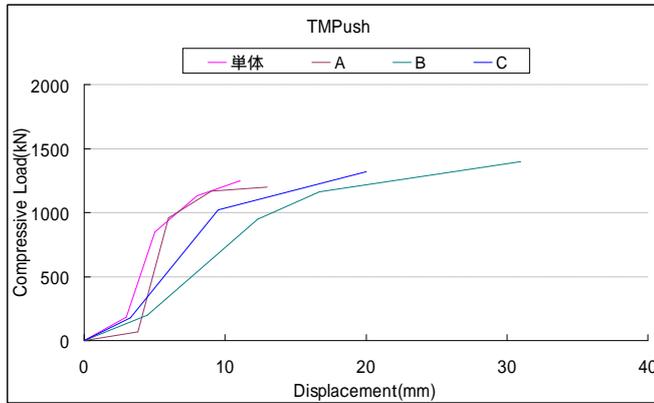


図4 圧縮強度特性

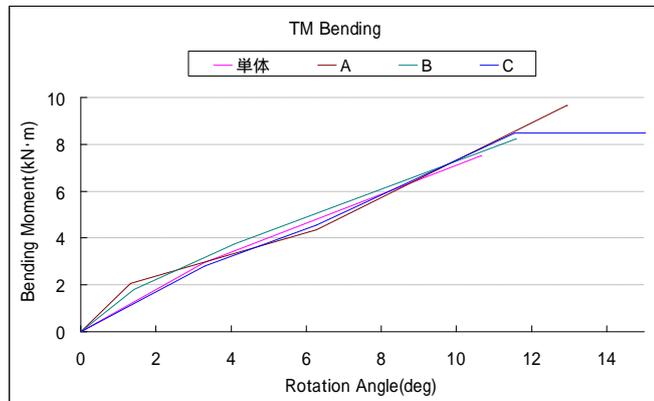


図5 曲げ強度特性

圧縮試験では、継手部または管体部が 1200kN から 1500kN で破壊した。継手部の緩みや座屈など、地震時の管路挙動に類似する現象が確認された。

曲げ試験では回転角度約 10 度、曲げモーメント約 8 kNm で接続部の根元に亀裂が入り破壊した。ただしライニング部材の剛性が高い場合は外管破壊と同時に内管も破断したが、ライニング部材の剛性が低い場合、外管破壊時でも内管は破損しないことが明確になった。

いずれの試験方法でもライニング管の挙動は外管の挙動に追従することが明らかになった。

#### 4 耐震性能解析

耐震性能評価の方法は、マンホール（以下、MH）、管体部、及び継手部を含む管路部全体を模したモデルによる解析により判定する。耐震性能解析のモデルを図6に示す。MHは剛体とし、管体部は弾性体とする。継手の特性は上記試験で得た強度特性を適用する。地盤ばねの特性及びMHと管路の接続部の特性は過去の実験から得た値を適用する。MH間隔は約 100m とした。MHと管路の接続部であるダクト部の強度特性は、モルタルであることを考慮して鉄筋とコンクリートの許容付着応力度から算出した約 28 kN とした。

耐震性能解析モデルに与える地震外力は、兵庫県南部地震の地震波動を参考にして L2 地震で振幅約 150mm、L1 地震で振幅約 50mm とした。地震波動の作用方向としては軸方向圧縮、軸方向引張、軸直角方向の 2 方向である。図7

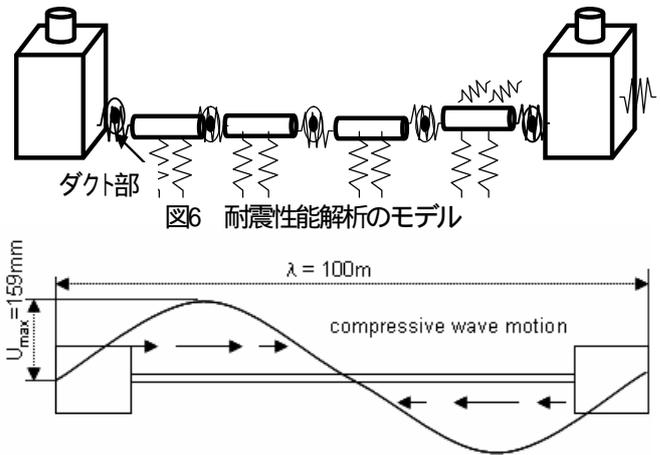


図6 耐震性能解析のモデル

に地震波動の圧縮作用のイメージを示す。

耐震性能評価は、MH、管体、継手の各部の算出断面力または算出変位が破壊応力または破壊変位を上回る場合、管路部が破壊と判断した。また破壊する場合、ダクト部での管の突出長さまたは引込長を求め、被害程度を求めた。

#### 5 考察

##### 5.1 印籠継手単体の解析結果

印籠継手単体のダクト部の補強については、軸方向へ作用する地震波動の影響でダクト部の算出強度が許容値を超過することが判明した。L1 地震動ではダクト部にて管路の約 30mm の突出または約 5mm の引抜が発生することが判明し、L2 地震動では約 140mm の突出または約 40mm の引抜が発生する可能性が高いことが判明した。管体部及び継手部では許容値を超過しなかった。また軸直角方向へ作用する地震波動による影響は極めて小さいことが明らかになった。

##### 5.2 ライニング補修継手の解析結果

ライニング補修した場合も同様で、軸方向へ作用する地震波動の影響によりダクト部にて許容値を超過する。軸方向へ作用した場合の管体部や継手部及び軸直角方向への影響は極めて小さいことが確認された。

##### 5.3 ダクト部を固定する場合の必要耐力

ダクト部にて管路の突出または引抜を抑止する場合の対策として変位を抑制した時の必要耐力は、L1 地震動の引張波動では 162.2kN、圧縮波動では 45.7kN 必要であることが判明した。これは管路 1 条あたりの必要耐力であり、複数条布設されている場合には更に条数倍の耐力が必要と考えられ、現実的には対応が困難であることがわかった。

#### 6 今後の方針

ダクト部の補強では、変位を容認して軸方向の伸縮性で対応する方法が、変位を拘束し発生する力をダクト部で受け持つ補強よりも効果的である。また、管路の突出や引抜が生じた場合でもケーブルの伝送品質の確保を図る悲痛ようがある。これらを考慮したダクト部の耐震方法の開発を進めていく。