

既存ストックの有効活用を目指した通信用鋼管ネジ継手の特性把握について

NTTアクセスサービスシステム研究所 正会員○若竹雅人¹

NTTアクセスサービスシステム研究所 正会員 田中宏司

NTTアクセスサービスシステム研究所 正会員 榊 克実

1. はじめに

NTTは全国に約62万延長kmの地下管路を有しており、その大半が1960-80年代の高度成長期に建設された設備である。現在は差込継手式PVC管を標準としているが、当時はネジ継手式鋼管(φ=89.1mm)を標準設備として採用していた。現在のNTTの地下管路における規格は1985年に導入されたが、導入以前の設備が8割以上を占め、全設備の約5割が旧規格のネジ継手式鋼管である¹⁾。ケーブルを収容する管に多少の劣化が発生しても、通信品質の大きな低下は発生しないため、既存ストックの有効活用を目的として、これらの旧規格管の有効利用が求められている。旧規格管は耐震性能が不足していると考えられているため、これを解決するために既設管の耐震性を向上させる技術が開発された。地震時に真に弱点部となる設備を抽出し、弱点となる設備に対策を実施することが効果的な設備の耐震性向上と既存ストックの有効活用にとって必要である。つまり設備の個体評価が必要であり、全設備の約半数を占める旧規格のネジ継手式鋼管の地震時における特性を把握することが地下管路の個体評価にとって優先される事項である。ネジ継手に対して軸力と曲げモーメントを同時に作用させる実験を行い、複数方向からの外力による相互作用の影響を明らかにした。従来の単一の外力のみが継手に作用する場合のNTTの見解では耐震評価が困難であった。軸力と曲げモーメントが同時に作用したと考えられる被災事例や設備に対しての耐震評価が可能となり、効果的な耐震性向上と通信NWの信頼性向上が期待できる。

2. 試験概要

試験概要を図-1に示す。装置は管軸方向に一定の荷重を加えるたこのような構成とした。図-1中におけるP1, P2, 及び管軸方向の試験体の伸縮量D1(縮む方向を正とする)、継手部の管軸方向変位D2(鉛直上向きを正とする)を計測した。試験は所定の軸力に達するまでP1を増加させ、所定の軸力に固定したもとの管軸直角方向荷重P2をネジ継手の破壊が進行するまで増加させた。図-1は引張方向の軸力を載荷するイメージを示しているが、本試験では軸力を圧縮方向、引張方向、軸力0のパターンで試験を実施した。図-2、図-3に試験において継手部の曲げモーメントがピークに達した場合の軸力と曲げモー

メント関係を示す。曲げモーメントMは次の式で算出した。なおP1, P2は図-1中の方向を正とした。Lは試験体の長さである。

$$M = \frac{P2(L - D1)}{4} - P1D2$$

両試験結果ともに、単純な圧縮・引張・曲げ試験よりも

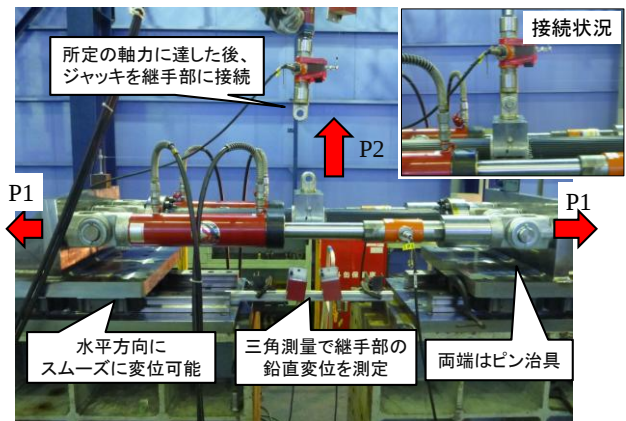


図-1 試験装置概要

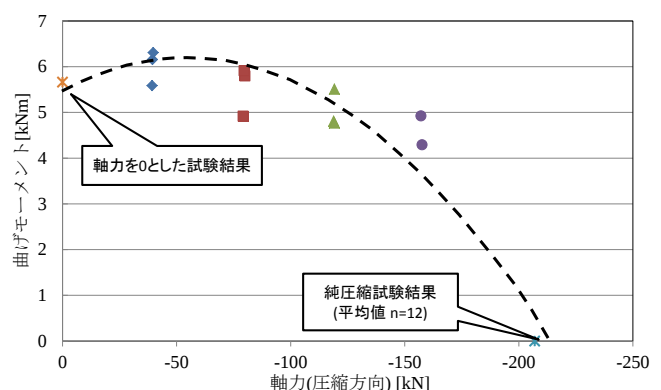


図-2 圧縮曲げ試験結果

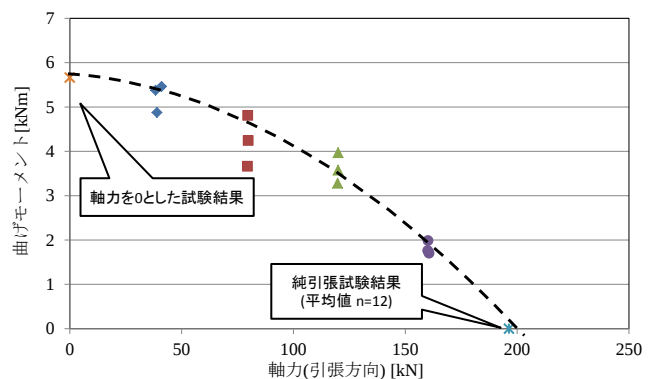


図-3 引張曲げ試験結果

Keywords : underground pipeline systems, seismic evaluation, interaction curve of bending and axial force

¹ 〒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 029-868-6212

継手の耐力が低下していることが確認できる。結果の破線は表計算ソフトによる近似曲線(2次関数近似)である。傾向は純試験結果を直線で結んだ線形の傾向でなく、上に凸な放物線状の傾向を確認することができた。今回評価した継手は、単純な管体とは異なり、ネジにより結合されているため一次関数で近似できるような傾向にならなかったものと想定できる。破壊形態について、両者ともに継手のネジ部が破壊されていることが確認できた。圧縮-曲げ試験について、軸力を載荷した場合、純曲げ試験よりも曲げモーメントについて大きな耐力を有しているケースが数ケース確認できた。これは圧縮方向に外力を作用させることにより、継手のネジ部が破壊された後も、継手外側のソケットにより変位が拘束されたためと考えられる。継手のソケットと管体が物理的に接触するため、大きな外力が作用したと考えられる。引張-曲げ試験については、継手のネジ部が破壊された後、変位を拘束するものが存在しないため、試験体が限界状態を超えた後、すぐに力が解放されたものと想定できる。圧縮、引張試験ともに事前に想定したような特性曲線を得ることができた。

3. 被災事例と試験結果の対照について

東日本大震災における被災事例と今回の試験結果の対照を行う。本稿では、NTTの通信用地下管路を道路線形に合わせて曲線布設を行った箇所における被災事例について検討する。該当箇所におけるネジ継手式鋼管の被災の様子を図-4に示す。これは設備の復旧工事の際に撮影された写真である。

この被災事例は、管路線形について、交角が 30° 程度、曲率半径が 10m 以下となる曲線布設された地下管路区間において確認できた。曲線区間のパラメータは設備記録図により求めた。地震動による影響のみを考える場合、この破壊された継手部には、引張方向の軸力と曲げモーメントが作用したと考えることができる。このような事例に対して簡易的な解析結果との対照を実施した。



図-4 曲線区間の被災事例

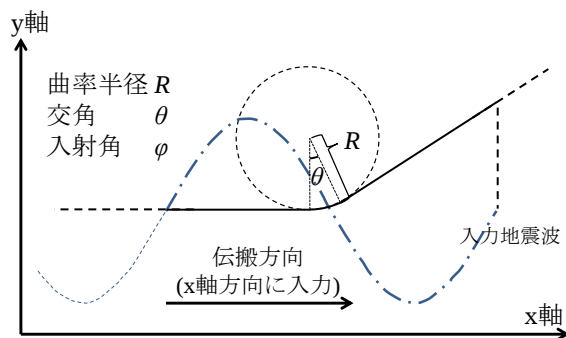


図-5 解析モデル概要

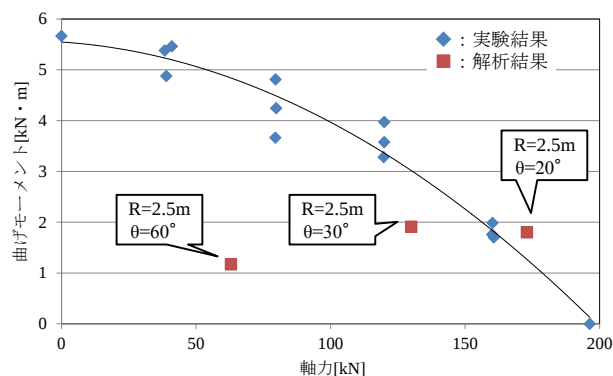


図-6 実験結果と解析結果の比較

解析のモデル概要を図-5に示す。このような曲率半径と交角を曲線区間のパラメータとして応答変位法による計算を行った。最大地盤ひずみ発生付近の継手部の断面力を図-3の引張-曲げ試験にプロットした結果を図-6に示す。パラメータは文献²⁾と同様とし、地盤ひずみ 0.3% 相当の地震波を入力した。

4. まとめと今後の課題

解析によると、交角が 20° のケースで継手が破壊するという結果であり、事例のような 30° のケースでは無被害という結果であった。被災事例の完全な再現とはならなかったが、この実験により、従来のNTTの知見では評価できなかったような設備形態に対する耐震性評価が可能になった。しかし更なる高度化のためには、より実際の埋設環境を考慮に入れたパラメータが必要となる結果であった。図-4の状況から埋設地盤がかなり悪いということが予想できるため、今後は地盤環境が地下管路の耐震性に与える影響の定量的な把握などが挙げられる。

参考文献

- 1) 土木学会：都市ライフラインハンドブック，3編ライフラインの保全環境技術，情報通信 pp.551-581，丸善，2010
- 2) 田中ら：ライニング補強した通信管路の地震時ケーブル防護効果評価方法，土木学会論文集 A1，Vol.68，No.4，pp959-968，2012