

通信用トンネル（とう道）の耐荷性能評価に関するケーススタディ

NTT インフラネット株式会社 正会員 藤橋 一彦
 通信土木コンサルタント株式会社 ○正会員 山田 純平
 早稲田大学理工学部 社会環境工学科 正会員 小泉 淳

1. はじめに

既設構造物を効率的に維持管理していくことが近年重要課題であり、そのためには経年劣化に伴い構造物全体の機能が低下していく状態を適切に評価していく必要がある。筆者らは、通信ケーブルを収容している重要な構造物であるとう道（開削とう道及びシールドとう道）に対して、耐荷性能に対する判断基準を設けるために、部材の腐食進行に着目したケーススタディを実施したので、これを報告する。

2. ケーススタディ

開削とう道（鉄筋コンクリート）とシールドとう道（鋼材）を対象に、劣化現象を考慮した解析を行なった。主な劣化現象には、鉄筋・鋼材の腐食、被りコンクリートの欠損があり、また腐食の程度によっても耐荷性能が変化することから、腐食量の変化も考慮して、表1のようなパラメータを

表1 解析パラメータ

設定した。腐食することで部材の断面が減少していくので、残りの部材断面量の割合を残存率で示している。評価基準は、常時とレベル1地震時は許容応力度設計法の考えを取り入れ、レベル2地震時は限界状態設計法の考えを取り入れた。なお耐震設計法の基準は、NTTとう道と同様の構造である下水道施設の設計法¹⁾を参考にした。

2.1 解析モデル

解析モデルとして、横断方向では、開削とう道はフレームモデルを、シールドとう道ははりばねモデルを適用する。縦断方向では、弾性支承上の梁理論から算定する。地盤条件には既設とう道が埋設されている場所から、軟弱地盤となる場所を選定した。また地震外力は応答変位法により静的に作用させる。

想定する劣化現象は開削とう道とシールドとう道で異なる。開削とう道では、鉄筋が腐食する状態と、被りコンクリートが欠損していく状態とする。なお、腐食はとう道内側のみの場合と地山側も同時に進行していく場合の2ケースを想定する。シールドとう道は、主桁・スキンプレート・継手ボルトの腐食を各々想定する。腐食は、健全な状態から腐食量を一定間隔で増やしていき、部材の残存率を減少させていく。また解析モデルに対する腐食の影響は、部材の断面が一様に腐食していく状態とする。

想定する劣化現象は開削とう道とシールドとう道で異なる。開削とう道では、鉄筋が腐食する状態と、被りコンクリートが欠損していく状態とする。なお、腐食はとう道内側のみの場合と地山側も同時に進行していく場合の2ケースを想定する。シールドとう道は、主桁・スキンプレート・継手ボルトの腐食を各々想定する。腐食は、健全な状態から腐食量を一定間隔で増やしていき、部材の残存率を減少させていく。また解析モデルに対する腐食の影響は、部材の断面が一様に腐食していく状態とする。

2.2 荷重モデル

作用する荷重状態は、常時荷重と地震荷重（レベル1・レベル2）の場合を考える。地震動は下水道施設耐震設計指針で設定している速度スペクトルを用いて地震時の地盤変位量を算出し、地盤ばねを介して作用させる。

3. 解析結果

解析結果から、横断方向の耐荷性能の変化が著しい部位を取り上げ、発生応力（断面力）と各荷重状態での評価基準との割合を比で示して、部材の残存率との関係をグラフにして示す。なお縦断方向は、腐食進行に伴う影響が小さく、耐荷性能を満足する結果となる。

Key Word：耐荷性能評価、劣化予測、維持管理

連絡先：〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 2-31-1 NTT インフラネット株式会社 TEL 03-5645-1019

3.1 開削とう道に対する評価

開削とう道に最も影響を与える劣化は鉄筋腐食によるものであり、側壁下端部に対する影響が大きくなる。各号数のとう道において、とう道内側のみ鉄筋腐食していく場合と地山側も同時に腐食していく場合の比較したものを図1と図2で表す。とう道内側の鉄筋のみ腐食が進行する場合、各荷重状態時とも、応力比(耐力比)が大きく変化することはない。しかし地山側も同時に腐食していくことを想定した場合には、腐食の進行に伴い応力比(耐力比)が増加していく。したがって地山側の鉄筋腐食による影響が大きいことが考えられる。

号数別にみると、1号とう道は、地山側も腐食した場合は常時は残存率80%、レベル1地震動は残存率85%下回ると耐荷性能を満足しない。レベル2地震動では健全な状態時でも耐荷性能を満足しないが、側壁下端部の機構が塑性状態(ヒンジ構造)に変化した時の安全性を検討してみた結果、耐力比が5割程増加するが、耐荷性能は満足する結果となる。(図3)

3号とう道は、残存率70%を下回ると常時では耐荷性能を満足できなくなるが、地震動に対しては耐荷性能を満足する結果となる。

3.2 シールドとう道に対する評価

シールドとう道に大きな影響を与える劣化現象は鋼材の腐食であり、クラウン部に対する影響が大きくなる。主桁腐食が進行していく時のとう道号数の比較を図4に示し、スキンプレート腐食が進行していく時のものを図5に示す。

主桁腐食時は1号とう道では、常時で残存率90%を下回ると耐荷性能を満足しない結果となるが、地震動に対しては耐荷性能を満足する結果となる。しかし3号とう道はレベル2地震動では腐食し始めた時、また常時は残存率90%、レベル1地震動は残存率70%を下回ると耐荷性能を満足できない結果となる。主桁腐食による影響が大きいことが考えられる。

スキンプレート腐食時は、常時に対する検討のみであるが、1号とう道は腐食による影響は小さく耐荷性能を満足するが、3号とう道は残存率80%を下回ると耐荷性能を満足できない。

4. まとめ

鉄筋や鋼材の腐食が進行し、かつ断面の違いによって耐荷性能の評価が異なる結果となった。また腐食が進行すると耐荷性能を満足しない場合もあることから、開削とう道は地山側の鉄筋腐食、シールドとう道はクラウン部の主桁やスキンプレート腐食に対して、特に注意する必要がある。今後は、鋼材や鉄筋に対する実データに基づき劣化予測を行ない、ライフサイクルコスト評価とも組み合わせ、補修・補強の適切な方法や時期を定めていく。

※ 参考文献 1) 下水道施設耐震計算例 ―管路施設編― 2001年版 (社)日本下水道協会

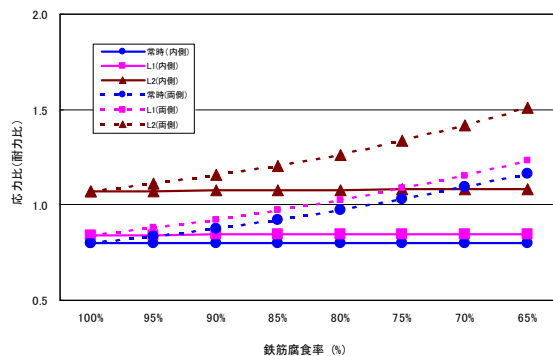


図1 1号開削とう道の鉄筋腐食の影響

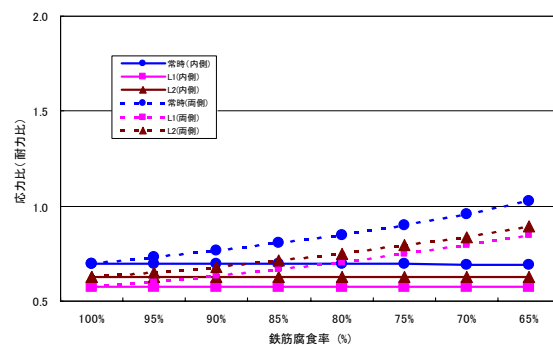


図2 3号開削とう道の鉄筋腐食の影響

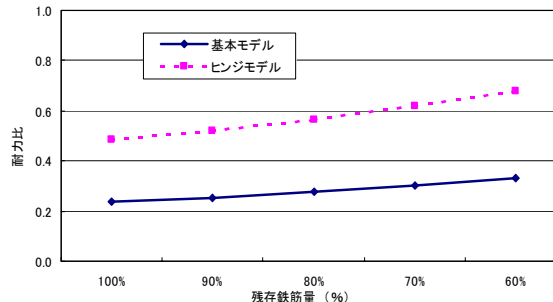


図3 ヒンジ状態の鉄筋腐食の影響

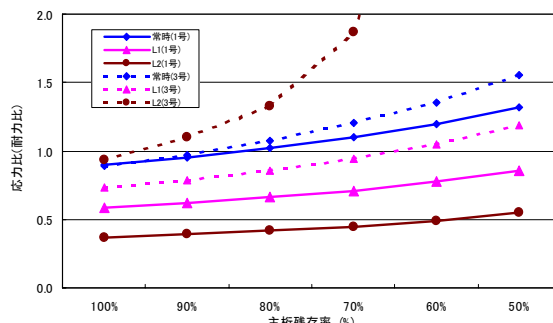


図4 シールドとう道の主桁腐食の影響

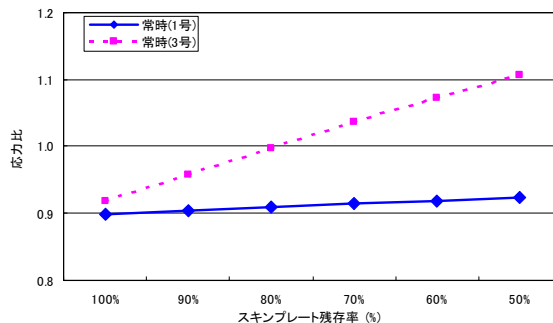


図5 シールドとう道のスキンプレート腐食の影響