

## 開削トンネル（電力用）のRC部材の耐久性照査に関する一考察

東京電力（株）<sup>1)</sup> 正会員 吉本正浩 東京電力（株）<sup>1)</sup> 正会員 笠井靖浩

## 1. はじめに

送電用ケーブルを収容する立坑や開削トンネルなどの地中送電設備（以下、電力用開削トンネルと称す）は、大都市域のエネルギー安定供給を担う重要な電力設備である。これらの設備の建設には、多くの期間と費用が必要なため、設計耐用年数は50年以上が一般的である。この電力用開削トンネルはRC構造物であるため、新設時点での設計耐用年数の保証には、RC部材に対するひび割れの制御とかぶりの確保などを行えばよいが<sup>1)</sup>、過剰な品質は、建設投資費用の縮減の観点で好ましくない。つまり、設計耐用年数の確保と建設投資費用縮減とを両立するためには、構造物の実態に即しかつ精度のよい耐久性照査法が必要である。

本稿は、既設の電力用開削トンネルの運用実績に基づいた耐久性照査法を提案することを目的に実施した2種類の調査の結果に関する一考察である。

## 2. 全体的な電力用開削トンネルの鉄筋腐食の調査

この調査は、昭和30年から平成にかけて建設された電力用開削トンネルを対象にした。調査の項目と数量は次のとおりである。

- ・調査項目：鉄筋腐食、ひび割れ幅等
- ・調査箇所：表-1の94地点の開削トンネルを対象に、それぞれを5m単位で調査（総計5,465箇所、総延長約27km）

図-1は、鉄筋腐食とトンネル軸方向ひび割れ幅に関する全調査結果

のヒストグラムである。図の横軸の分類（無被害、軽微、小、中、大）は、東京電力（株）の地中送電設備の補修判定の基準である。図-1(a)では、鉄筋の腐食程度は無被害が全体の約9割を占め、軽微が約1割程度である。この軽微な鉄筋腐食とは、5m単位で鉄筋が腐食している割合が10%以下かつその腐食程度が発錆面積率10%程度の軽微なものである。一般的に補修が必要な中程度以上は、3地点の17箇所で全体の約0.3%である。図-1(b)では、開削トンネルの軸方向ひび割れの程度は無被害が全体の約7割を占め、中が約2割程度である。この中程度のひび割れとは、5m単位で幅が1.0mm~0.1mm程度のひび割れが3本以上生じている箇所である。このひび割れの中には、文献1)に規定されている一般環境における許容ひび割れ幅（ $=0.005c$ (mm)、 $c$ :かぶり(mm)）以上のものも含まれている。

以上、供用40年~10年の電力用開削トンネルは、文献1)に規定される一般環境における許容ひび割れ幅以上のひび割れが部材に生じる場合でも、構造物に害のある鉄筋腐食が生じる確率は極めて低い傾向にあることが分かる。

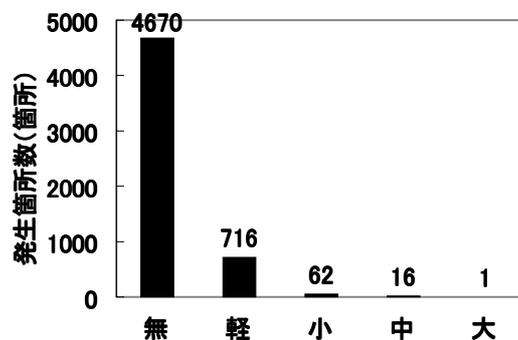


図-1(a) 鉄筋腐食調査結果

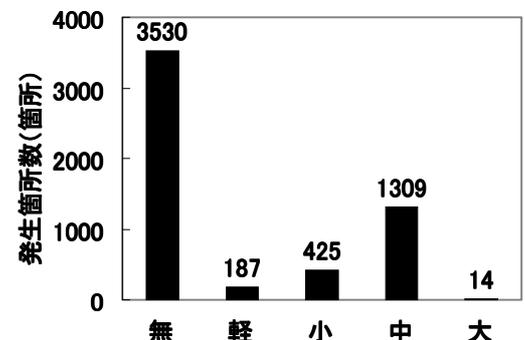


図-1(b) 軸方向ひび割れ調査結果

キーワード：地中送電設備，開削トンネル，設計耐用年数，耐久性照査，許容ひび割れ幅  
連絡先 1)：〒170-0013 東京都豊島区東池袋 1-25-8 TEL03-4346-5325 FAX03-4346-5339

#### 4. 特に鉄筋腐食が多い電力用開削トンネルの調査

この調査は、表-1 に示す 94 地点のなかで最も多く鉄筋腐食が見られた開削トンネル(竣工 1972 年)を対象としている。この調査の項目は、鉄筋腐食グレード、ひび割れ幅、かぶり、中性化深さである。なお、この開削トンネルの主鉄筋の設計芯かぶりは 50mm である。また、この開削トンネルのコンクリートに含まれる塩化物イオン濃度は  $0.144\text{kg}/\text{m}^3$  (全塩分量) であり、腐食は塩害が要因ではないことを確認している。

鉄筋腐食グレードは、コンクリートをはつり、鉄筋を露出し、表-2 に従い評価している<sup>2)</sup>。なお、ひび割れ発生箇所におけるひび割れは、全て鉄筋位置まで到達しているデータである。

表-2 鉄筋の腐食程度のグレーディング

グレード	鉄筋の状態
1	黒皮の状態、またはさびが生じているが全体的に薄い緻密なさびであり、コンクリート面にさびが付着していることはない。
2	部分的にさびがあるが、小面積の斑点状である。
3	断面欠損は目視観察では認められないが、鉄筋の全周または全長にわたって浮きさびが生じている。
4	断面欠損を生じている。

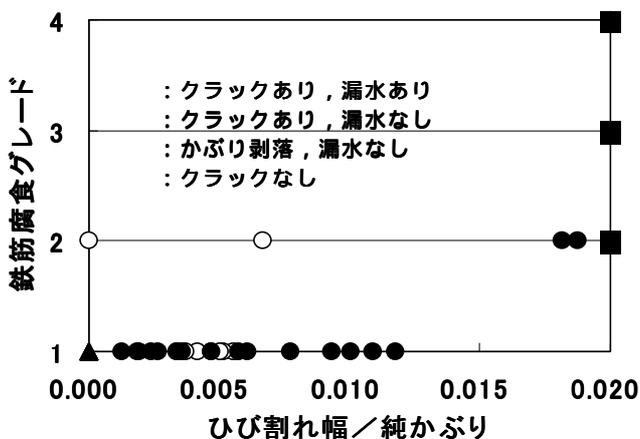


図-2(a) ひび割れ幅 / 純かぶり と鉄筋腐食グレードの関係

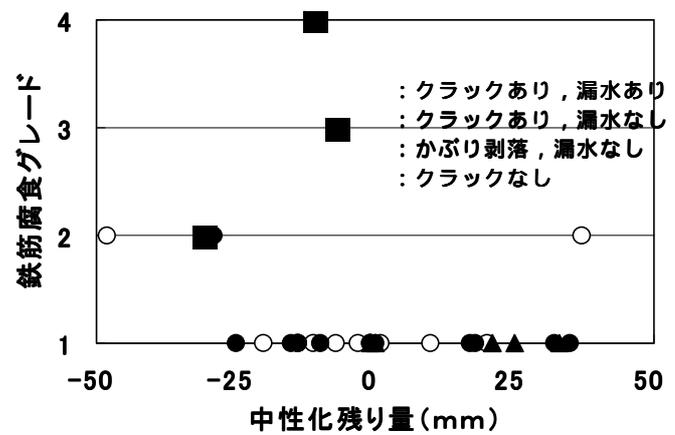


図-2(b) 中性化残り量と鉄筋腐食グレードの関係

図-2(a)に、ひび割れ幅 / 純かぶり と鉄筋腐食グレードの相関図を示す。図中 で示すデータは、かぶりが剥落していたが、ひび割れ幅 / 純かぶりは 0.02 程度以上と推定している。図-2(a)によると、文献 1) に規定される一般環境の許容ひび割れ幅付近で鉄筋が腐食している箇所は 2 箇所あるが、ここは漏水発生箇所であり、漏水のないひび割れ箇所は 0.01c 程度のひび割れ幅までは鉄筋が健全である。一方、図-2(b)に、鉄筋位置での中性化残り量と鉄筋腐食グレードの相関図を示す。ひび割れ箇所での中性化量は、鉄筋まで到達しているデータもあるが、鉄筋腐食グレードが 2 以上のものは、かぶりの少ない箇所または漏水発生箇所である。

以上、この開削トンネルは、かぶり不足または漏水が主な鉄筋腐食の要因であり、一方、ひび割れ幅は、純かぶりの関数で 0.01c 程度まで許容できることが分かる。また、この開削トンネルは中性化しているにもかかわらず、ひび割れ内部の鉄筋に腐食が生じていないが、この傾向は、 $\text{CO}_2$  濃度が高く湿度が低い屋内（居室）に見られる傾向に近い<sup>3)</sup>。

#### 5. まとめ

塩害環境にない地点に建設する電力用開削トンネルの耐久性照査法について次が分かる。

- ・ 内空側の環境条件は、文献 1) にある一般環境より穏やかな室内（居室）に近い条件である。
- ・ 上記の環境条件で RC 部材に設計かぶりを 50mm 確保した場合、設計耐用期間 50 年程度に対して、応力ひび割れ幅は、かぶりの関数で 0.01c(mm) 程度まで許容できる可能性がある。

(参考文献) 1) 土木学会：コンクリート標準示方書，構造性能照査編，pp.97-99，2002.3. 2) 土木学会：コンクリート標準示方書・維持管理編，pp.90-93，2001.1. 3) 日本トンネル技術協会：電力用立坑の性能照査型設計手引き，pp.23-32，2002.1.