

電気抵抗法による道路照明柱アンカーボルトの腐食減肉量評価に関する研究

構造工学研究室 平山勇太郎

1. はじめに

道路照明柱をコンクリート構造物に固定しているアンカーボルトは図-1のように鋼材とコンクリートの境界部において腐食減肉が進行している事例が確認されている。アンカーボルトの腐食部はナットとベースプレートで目視点検ができない部位であり、点検のために照明柱の取り外しや、通行止め等が必要となり、時間と労力を費やす。しかし、その腐食により照明柱が倒壊する危険性もあり、アンカーボルトの腐食減肉量の点検技術が求められている。

そこで、本研究では、現場において道路照明柱アンカーボルトの腐食減肉量評価方法の構築を目的として、アンカーボルトの電気抵抗値の変化量から腐食減肉量を評価する電気抵抗法の適用性を実験的に研究した。また、アンカーボルトの抵抗値測定実施要領として、現場での適用性の高い測定端子の選定や、現場における電気抵抗法を用いた腐食減肉量評価方法の検討を行った。

2. 現場での電気抵抗法の適用性の検討

コンクリートに埋設されたφ24 mmアンカーボルトを対象として、その抵抗値測定方法及び測定端子の選定と腐食減肉量評価のための電気抵抗法の適用性の検討を行った。

2.1. 測定方法及び端子の選定

現場でアンカーボルトの抵抗値測定をする際、ベースプレートを取り外すと手間がかかるため、測定端子を図 2.1.1 のようにアンカーボルトとベースプレートの上に挿入することが効率的であると考えられる。そのため、アンカーボルトの腐食部とアンカーボルト上部の区間で抵抗変化を測定できる端子が必要である。図-2.1.2の6種類の端子に関して、表に示す4つの項目で実験した。実験の結果、端子Fが現場での適用性が高いという結果が得られた。

2.2. 定電流電解によるアンカーボルト減肉方法

実際のアンカーボルトの腐食減肉を想定して、図-2.2.1に示すようにアンカーボルトネジ部の全面と片面を溶かす定電流電解試験を行った。定電流電解試験とは、図-2.2.2に示すアンカーボルトの赤枠部分(腐食範囲)を図-2.2.3で示すようにNaCl水溶液に入れて、ガルバノスタットより電流を流し、腐食範囲以外をシリコンコーティングして溶解防止し、腐食範囲を強制的に溶かす試験である。この実験では、腐食範囲10 mmと20 mmをそれぞれ25%及び50%減肉させる4パターンを試験体パラメータとして用いた。

2.3. 人工減肉させたアンカーボルトの測定

現場での電気抵抗法の適用性を検証するためには、アンカーボルトの腐食減肉過程における電気抵抗値を測定する必要がある。抵抗計測には、実際のアンカーボルトの抵抗測定実施に適用性のある図-2.3.1の端子を用いた。抵抗値測定は、次頁の図-2.3.2のように、測定端子をアンカーボルト上部と腐食範

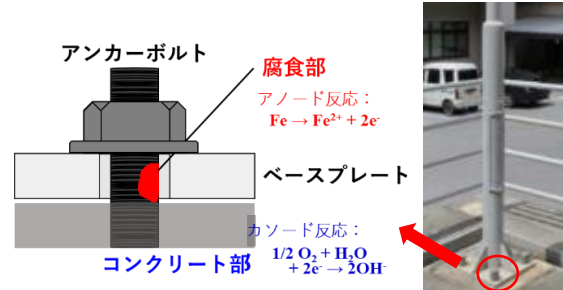


図-1 コンクリート中に埋設されたアンカーボルト



図-2.1.1 端子選定にあたっての測定風景



図-2.1.2 測定端子一覧

表 測定端子選定にあたっての検討項目

	07ジャスト可能	どの点でも測定可能	コンクリート中の測定(孔深さ:75mm程度、孔径:5mm程度)	一定した値の測定(安定計測の容易さ)
A	○	× 要スタッド	×	×
B	○	○	×	○
C	×	○	△ 要孔径:20mm程度	×
D	○	○	△ 要孔径:20mm程度	○
E	×	○	○	△ 安定まで時間がかかる
F	○	○	○	○

○...可能 △...やや可能 ×...困難

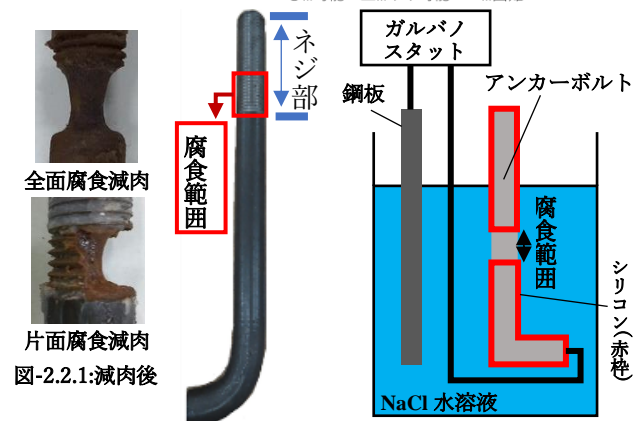


図-2.2.1 減肉後 図-2.2.2 アンカーボルト 図-2.2.3 定電流電解試験図



図-2.3.1 端子Fのクリップを外した状態の端子

囲中間部にあて、毎秒1回の測定頻度で10分間抵抗値測定を行った。

この測定をアンカーボルトの腐食減肉過程において3回程度実施した。また、直接的な腐食減肉量の測定するために腐食範囲のノギス計測を行った。抵抗測定時の注意事項を以下に示す。

- ① 予めボルトの初期抵抗値を測定しておく
- ② ボルト表面に水分や埃、錆などの被膜を取る
- ③ 端子は初期抵抗値を測定した箇所と同じ箇所にあてる
- ④ 大きな抵抗値変化が生じなくするために、端子を器具で固定する

2.4. 結果と考察

アンカーボルトネジ部における全面及び片面減肉のそれぞれ4つの試験体パラメータのうち、データの関係性が最も顕著な一例を図-2.4.1、図-2.4.2に示す。推定値は下記の推定式(1)を用いる。

$$C = r_0 - \left(\frac{\rho L}{\pi \left(\frac{\rho L}{A_0} + \Delta R_t \right)} \right)^{\frac{1}{2}} \dots (1)$$

Cは腐食減肉量、 r_0 は初期断面半径、 ρ は電気抵抗率、Lは腐食範囲、 A_0 は初期断面積、 ΔR_t は抵抗変化量を表す。2.3で測定した抵抗値から初期抵抗値を引いた値の抵抗変化量(ΔR_t)を(1)に代入すると腐食減肉量を評価することができる。図-2.4.1及び図-2.4.2より、電気抵抗法を用いると、ネジ部全面減肉では基準値から誤差-0.75mmの精度、ネジ部片面減肉では基準値から誤差範囲 ± 0.3 mmの精度で腐食減肉量を評価できる。

以上より、電気抵抗法を用いた道路照明柱アンカーボルトの腐食減肉量評価は、2.3に示している注意事項を踏まえれば、現場で微小の誤差範囲で適用できる可能性がある。

3. 電気抵抗法を用いた腐食量評価方法の提案

本章では、現場での道路照明柱アンカーボルトの腐食減肉量の推定可能にするために、針型測定端子、抵抗計、PCを用いて効率的かつ簡易な腐食減肉量評価方法の提案を行う。

3.1. 現場でのアンカーボルトの減肉量評価方法

下記の5段階の方法を2.3の注意事項を踏まえて遂行すると、道路照明柱アンカーボルトの腐食減肉量を概ね評価することが可能である。

- (1) 電流測定端子と電圧測定端子を抵抗測定器に接続し、PCと抵抗測定器も接続する。
- (2) 端子の抵抗値キャリブレーションを行う。
- (3) 図-3.1に示すような四端子測定法を用いて、端子をアンカーボルトとベースプレートの間から腐食減肉部の中間部にあてる。
- (4) 図-3.2に示すような状態で毎秒1回の測定頻度で10分間抵抗測定を行う。
- (5) (4)で得られたデータの平均値を減肉後のボルトの抵抗値とし、その値から初期抵抗値をひく。得られる抵抗変化量を推定式に代入し、腐食減肉量を評価する。

4. まとめ

本研究では、現場において道路照明柱アンカーボルトの腐食減肉量評価方法の構築を目的として、腐食減肉量評価に対し電気抵抗法の適用性を実験検証した。また、アンカーボルトの抵抗値測定実施要領を検討した。以下に本研究で得られた知見を示す。



図-2.3.2 抵抗値計測時の様子
φ10mm;25%減肉

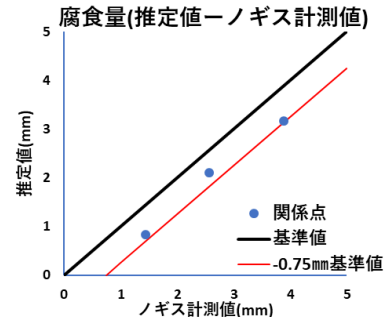


図-2.4.1 ネジ部全面減肉量推定結果
φ10mm;25%減肉

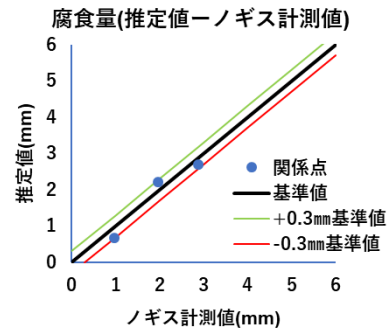


図-2.4.2 ネジ部片面減肉量推定結果

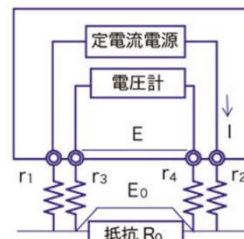


図-3.1 四端子測定法の簡易図



図-3.2 現場を想定した抵抗計測の様子

- 1) アンカーボルトの腐食部とアンカーボルト上部の区間で抵抗変化を測定できる端子として、クリップと長針型の端子を選定した。
- 2) 現場における効率的なアンカーボルトの腐食減肉量評価方法として、電気抵抗法を用いた腐食減肉量評価方法を検討した結果、電気抵抗法を用いた腐食減肉量評価は抵抗測定時の注意事項などの条件を満たせば適用可能である。
- 3) コンクリート中に埋設されたアンカーボルトの腐食減肉量評価に電気抵抗法を用いた腐食減肉量の評価を行った。ネジ部全面減肉の場合は基準値から誤差-0.75mmの精度、ネジ部片面減肉の場合は基準値から誤差 ± 0.3 mmの精度で腐食減肉量を評価できることを確認した。

・参考文献 Hioki 電気 HP