

アンカーボルト腐食量測定装置について

中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 正会員 ○菅 浩亮
(株)日本工業試験所 非会員 正木 英行

1. 背景・目的

中日本高速道路が管理する道路の内、供用後 30 年を経過する道路は全体の約 7 割を占めており、現在問題となっている構造物の老朽化についても懸念される場所である。照明柱等の道路附属帯施設の設置・固定の際に最も多く用いられるアンカーボルトについても同様に経年劣化が進んでおり、効率的な予防保全が益々重要となっている。これまで各地で照明柱の倒壊事故が発生している。それらの原因の一つとして、アンカーボルトの腐食減肉による耐力低下からの破断などが考えられる。目視点検においてベースプレート内でのアンカーボルトの腐食状況が確認できず現状ではファイバースコープによる点検若しくは照明柱をクレーンで撤去してから目視点検を実施する事になる。しかし、ファイバースコープでの点検には可視範囲に限界があり、照明柱の撤去にはコストと時間がかかる。一方、テストハンマーによる打音点検では、判定のバラつきがあり高効率・安価・定量的な非破壊検査手法が求められている。

2. アンカーボルト腐食量測定装置について

物体が個々に固有振動数を保有している事はアンカーボルトも同様である。この特徴に着目し音響計測による固有振動数からアンカーボルトの腐食量を測定できる装置を開発した。装置はハンマー、コンデンサマイク、周波解析器およびリアルタイムに解析プログラムを実行する PC から構成される。アンカーボルトをテストハンマー等で打撃して振動させることで空気伝播する振動をコンデンサマイクにて集音し周波数解析し評価するものである。つまり、音の強弱には依存せず、誰が叩いても同じ結果となる。調査手順は

- ①ナットの取外し→ ②露頭長の測定・入力→ ③アンカーボルトを打撃→ ④判定・評価→ ⑤復旧・終了となる。

また、健全度の判定ロジックを図-1¹⁾に示す。クレーンで照明柱を撤去して目視点検する場合、1日当たり照明柱 2,3 本の点検が限界だったが、この手法では照明柱を撤去することなく、1日 10 本以上点検が可能となる。また、図-2 に示すようにデータを定量的に測定し、客観的に健全度を評価し、経年において記録することができる。これは減肉したアンカーボルトではアスペクト比(突出長/径)が大きくなり、固有振動数が低く計測される原理によるものである。その為、アンカーボルトの設計引抜力に対して想定される対象ボルトの引抜き力と比較して安全率から評価可能となる。赤のゾーンが安全率 1.0 以下、黄が 1.0~1.2、緑が 1.2~1.5、白が 1.5 以上となっている。当該結果では安全率が 1.5 以上であり、健全だと読取れる。この様に、個人差による判定のバラつきを排除し客観的・定量的かつ効率的に点検が可能となった。

3. 測定課題および改善策

作業性や精度を確認するため、フィールド実験を行った。その結果、いくつか課題がみられた。

一つ目は、測定時にベースプレートとアンカーボルトが接触している場合、正確に固有振動数を計測できない
キーワード アンカーボルト, 照明柱, 腐食, 非破壊検査, 固有振動数

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 1-23-7 中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 事業開発課 TEL:03-5339-1717

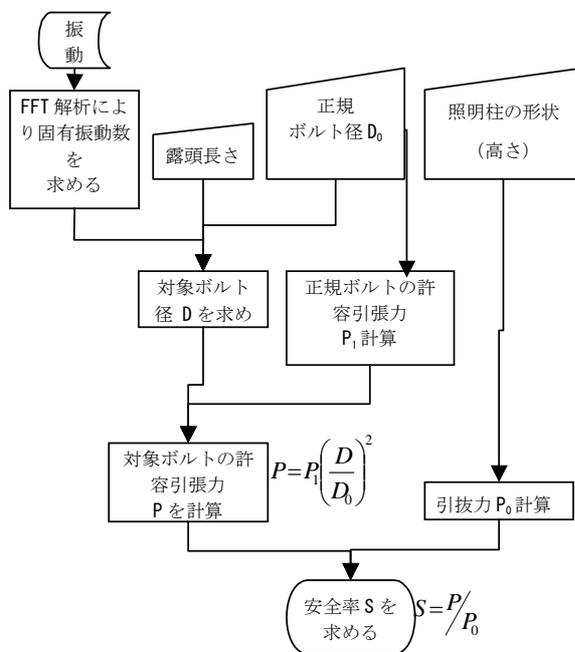


図-1 健全度の判定ロジック¹⁾

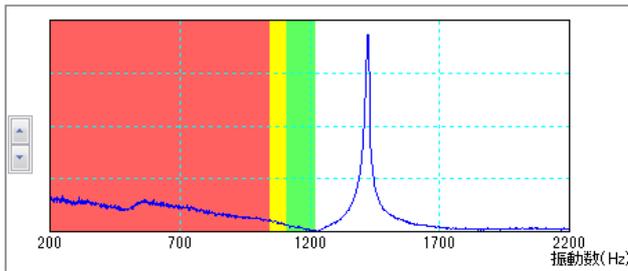


図-2 健全なアンカーボルトの測定結果 (No.1)



写真-1 特殊ナット



写真-3

アンカーボルトの損傷

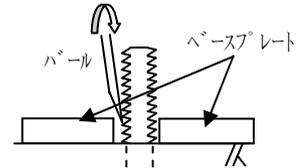


図-4 ボールによる
接触回避

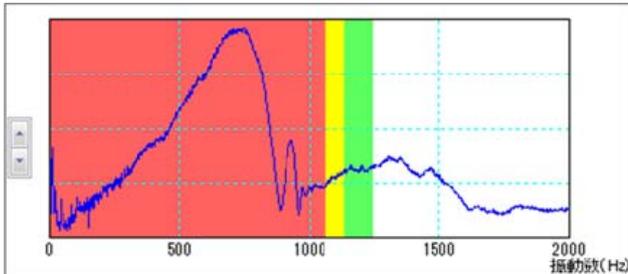


図-3 損傷の恐れがある測定結果 (No.3)



写真-2 DAB-1S 概要

い事である。しかし、接触を避けるためにアンカーボルトを支点にボールで外す(図-4)と構造物に損傷を与え固有振動数が小さくなる恐れがある。これは、ボールを用いて人力で強制的に外す事でアンカーボルトの背面がテコの支点となり基礎コンクリート背面に荷重が集中しコンクリートが塑性化しバネ定数が低下すると考えられるからである。これを改善するため、写真-1 に示す特殊ナットを作成した。アンカーボルトを特殊ナットで締める事でベースプレートを移動させるものである。また、周波解析機およびプログラム実行 PC が別々にあるため、可搬性が悪かった。改善として周波数解器と解析プログラムを同時実行可能な PC に一元化する事で写真-2 に示す DAB-1S を新たに開発した。

4. 改善後のフィールド実験

DAB-1S での精度, 作業性を確認するため再びフィールド実験を行った。可搬性に問題はなく、ベースプレートも特殊ナットの使用によりアンカーボルトとの接触を解除でき、構造物に損傷を与えることなく測定することができた。

測定の結果, 4 本の内 3 本は図-2 に示すような No.1 の測定結果と同等となったが, No.3 は図-3 に示すように健全性に問題がある判定となった。図-2 では周波数が 1450Hz 付近に集中しているのに対して図-3 では 500 ~ 900Hz 辺りに分布している事が読取れる。後日照明柱をクレーンで撤去し, 損傷の有無を確認する事にした。

5. 損傷確認結果

照明柱を撤去し目視確認した結果, 写真-3 に示す様にアンカーボルトの腐食減肉は無いものの, アンカーボルト定着部のコンクリートに若干のクラックが見られた。クラック幅は 0.5mm, 長さは 20mm であった。びび割れ深さは不明だが, クラックによりアンカーボルトの突出長が増える。従ってアスペクト比が大きくなり固有振動数が低く計測されたものと推察される。また, クラックによりアンカーボルトとコンクリートとの境界に支点が複数存在することになり, 打撃時に様々な周波数が測定されて周波数が散乱したものと推察される。以上の事からアンカーボルトの減肉に限らず, 何らかの不具合がある場合は不健全と検出できることが改めて分かった。

DAB-1S は点検の必要な膨大な照明柱のアンカーボルトに対して不具合のある要詳細点検個所の抽出が可能である。さらに, 継続調査によるデータの蓄積で効率的な予防保全に活用できる有効な手法である。今後は, 老朽化する道路構造物に対する高効率・安価・定量的な非破壊検査手法として応用利用していきたいと考えている。

参考文献

1) 堺道夫, 山口清志: 音響計測法によるアンカーボルト腐食測定システム, 防錆管理 48 巻, pp14-20