

道路照明柱探傷装置の開発

No. 155

国土交通省中国地方整備局中国技術事務所長

機械課長

機械設計係長

ながむね	よしき
長棟	良紀
こんたに	まさのり
紺谷	正紀
きしもと	たかふみ
岸本	孝文
さいとう	ともひこ
斉藤	智彦

1. はじめに

近年，道路照明柱の老朽化により中間溶接部の腐食による折損事故の発生，あるいは照明灯具取付部の腐食による照明灯具の落下等が懸念されている。道路照明柱の点検は高所作業車を使用した目視や打音による点検を主としており，効率的・効果的な点検が行われていないのが現状である。また，高所作業車を使用するため，交通量の多い国道では交通渋滞の大きな要因ともなっている。こうした背景を踏まえて，道路照明柱溶接部の劣化程度を定量的に評価し，折損事故等の未然防止を図るべく，信頼性の高い点検手法の確立，維持管理コストの縮減を目的として，道路照明柱探傷装置の開発を行うものである。

2. 現状の点検手法における課題

一般国道191号において平成12年度に発生した道路照明柱の折損事故は中間溶接部の内部腐食を原因とするものであった（写真 1）。こうしたことに鑑み，現在の点検方法における課題を以下に述べる。

- ・中間溶接部の劣化程度の判定

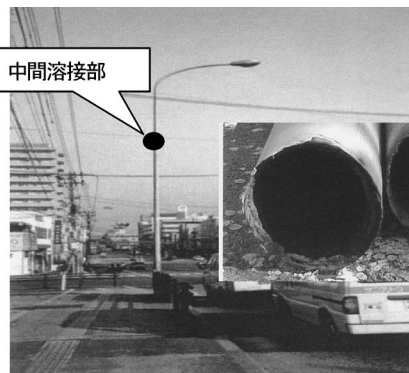


写真 1 中間溶接部の腐食状況

- ・高所作業車による交通渋滞の発生
- ・作業効率の改善

これらの課題の解決を図るべく，装置の開発を行ったので報告する。

3. 探傷手法の検討

支柱溶接部の定量的評価を行うために，道路照明柱の劣化内容および部位別に探傷方法の検討を行った結果，溶接個所の特定は超音波センサ，傷の深さ・長さの測定には磁気センサを採用した。また，照明灯具取付部の状況確認は画像による確認とし，小型 CCD カメラを採用した（図 1）。なお，機器選定においては学会等の文献資料¹⁾を参考とした。

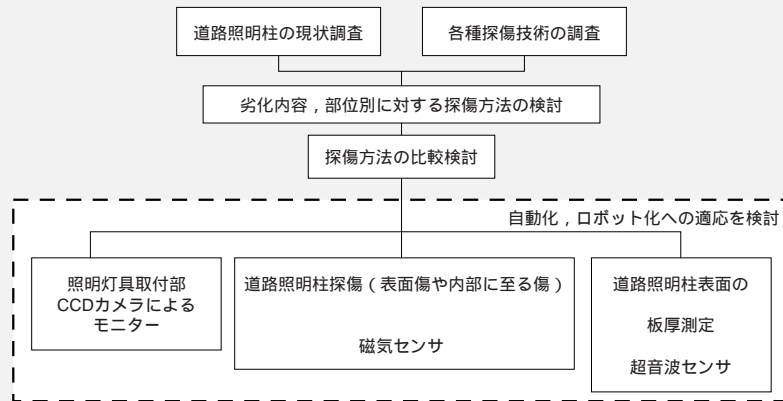


図 1 探傷方法の検討フロー

4. 各センサによる実証試験

選定した超音波センサと磁気センサについて、道路照明柱中間溶接部の一部を試験片（図 2）とし、センサの測定性能の検証を行った。

超音波センサによる板厚の測定は、道路照明柱の板厚が3.5～4.5mm程度であるため、3.5mmと4.5mmの2供体で測定を行った。結果は2供体ともに許容値内である±5%以内で板厚が計測できており、正確に板厚を計測できることを確認した。

磁気センサは傷の測定を行うために、試験片に人為的に深さ1mmの傷を入れて測定を行った。傷部をセンサが通過した時に磁束の乱れを検知しており、正確に傷を測定できることを確認した（図 3）。

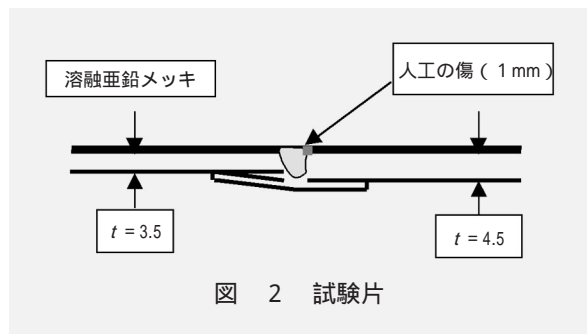


図 2 試験片

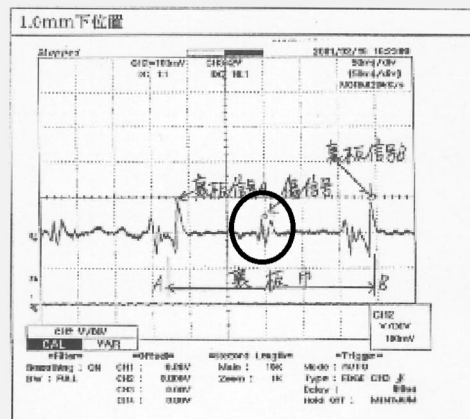


図 3 磁気センサによる実証試験結果

5. 道路照明柱探傷装置システム構成

センサの実証試験結果を踏まえて、開発する道路照明柱探傷装置のシステム構成を以下のように決定した。図 4 に示すように、道路照明柱探傷装置は超音波センサおよび磁気センサを搭載し、昇降・旋回駆動装置を装備している親機、小型 CCD カメラと昇降装置を装備した子機、ならびに、これらの駆動制御装置、操作盤、電源装置を備えた地上ユニットで全体を構成している。装置のイメージを図 5 に示す。

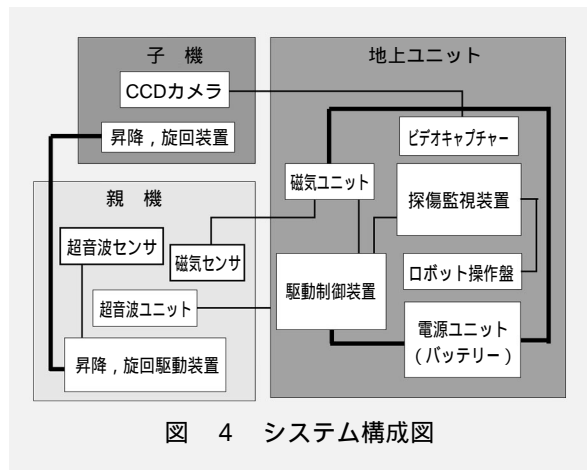


図 4 システム構成図

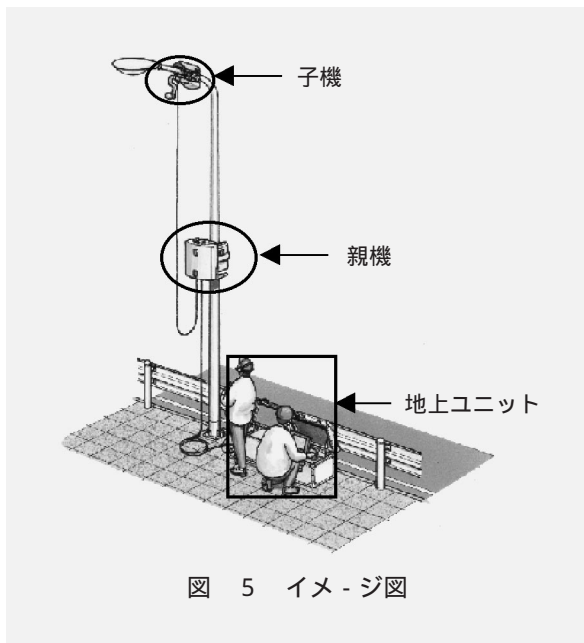


図 5 イメ - ジ図

6. 実証試験

(1) 工場試験

工場における実証試験は、試験柱への着脱・昇降・旋回などの基本的な動作機能の検証および磁気センサを親機に搭載した状態での傷の検出具合について検証を行った。

磁気センサの検証は、塗装なしの鋼管、塗装ありの鋼管および溶融亜鉛メッキ管を供試体として、管外表面に溝状の模擬欠陥を作り、模擬欠陥値を正確に検知できるか確認を行うものであるが、検知性能については問題がなく良好であった。グラフ(図 6)は、磁気センサより検出した電圧信号と傷の深さの関係を示すもので、親機に搭載した状態で試験柱に傷を入れて、塗装なし、塗装ありの鋼管、溶融亜鉛メッキの試験柱ご

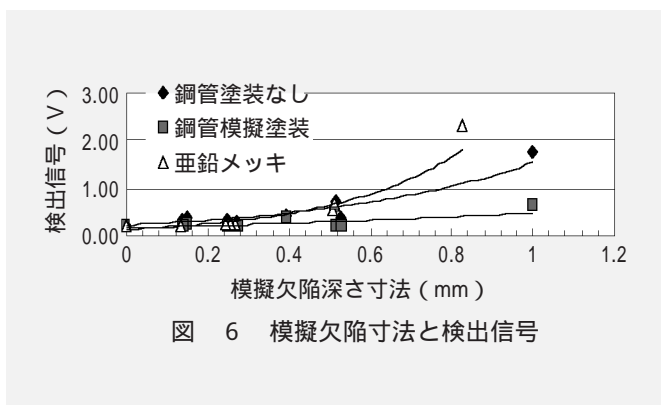


図 6 模擬欠陥寸法と検出信号

とに、傷の深さを変えての磁気センサを用いた測定を行いグラフのような相関関係を得た。この結果は、現場においてデータ解析を行う上での基本データとなるものである。

なお、着脱・昇降・旋回機能については安定した動作を確認した。

(2) 解析システム

解析結果を点検者が現場で確認できる解析システムの開発についても合わせて行った。傷がある場合の解析結果の例を図 7 に示す。図は磁気センサを道路照明柱の中間溶接部を一周する際に検出する信号を示している。点線より検出信号が低い場合はノイズレベルとした。なお、縦方向の検出信号は傷の深さを示し、横方向の検出信号の幅が傷の長さを示している。

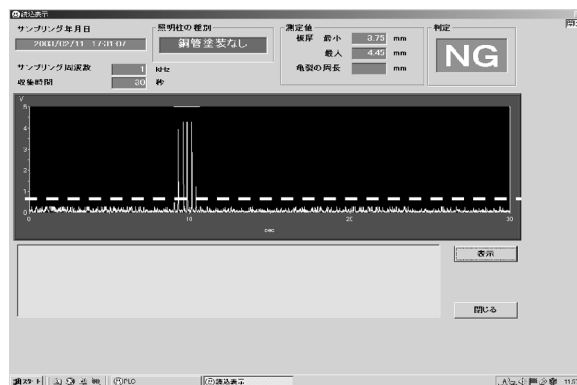


図 7 解析結果例

劣化程度の判定基準は、傷の深さと長さを基に道路照明柱の断面が持つ許容応力が傷等により許容範囲を超えた場合に NG とした。なお、解析結果の判定については、道路照明柱の型式において溶接部の断面が異なるため、データの蓄積を行い、その結果を踏まえて、総合的に判定する必要がある。

(3) 路上試験

路上での実証試験(写真 2)は、設置環境によって異なる道路照明柱の表面劣化や、添架物回避などのより現場を意識した実用化に向けての検証を行った。



写真 2 試験状況

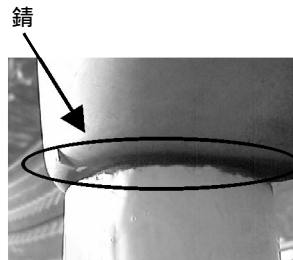


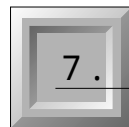
写真 3 子機画像

親機の昇降・旋回動作については試験当初は自動点滅器などの添架物の回避に支障があったが、着脱幅を変更することにより添架物の回避に成功し、装置本体の滑落についても問題がなく、安定した昇降動作を確認した。

安全性については地上への脱落が懸念されたので機械式安全帯の追加を行った。また、操作性については脱着の容易性、携帯型操作器によるオペレートの容易性を確認した。防滴性については小雨の中での作業においても構造上問題がないことを確認した。

子機については、道路照明柱の湾曲部を昇降する際に道路照明柱の汚れ等を原因とするスリップ現象が生じたために昇降用ローラおよび駆動ベルトを摩擦係数の大きい塩化ビニル製に変更するとともに、逆光対策として遮光板を取り付けることで CCD カメラの角度および天候に左右されることなく照明灯具取付部の劣化状況を鮮明に撮影できることを確認した(写真 3)。

地上ユニットについては、親機から送信されてくる測定データの解析ならびに子機からの画像データの表示状態が良好であるとともに、作業性についても実用上問題がないことを確認した。



7. おわりに

超音波センサによる溶接部の特定等種々の項目について技術検証を実施し、本装置による道路照明柱溶接部の定量管理手法の有効性を確認した。

本装置の開発により、信頼性の高い点検手法を確立し、道路照明柱折損事故等の未然防止等を図るとともに、点検作業効率の改善等による維持管理コストの縮減を期待するものである。

【参考文献】

村上 章：鋼管・鋼板等の ET, MT, MFLT による品質保証, 非破壊検査, 44 (3), pp.139 - 143 (1995)