

たわみ性パイプカルバートの間接目視調査実証実験における検証報告

西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 正会員 ○岡本 淳二
ルーチェサーチ(株) 裏山 元紹

1. はじめに

盛土内の横断排水管であるパイプカルバート（以下「CP」という）の損傷劣化や漏水は、盛土本体を脆弱化させ、最悪の場合、CP の損傷が原因で路面が陥没し、本線交通が寸断される危険性があるため、その現況を詳細に把握することは極めて重要である。しかし、CP 内部の点検作業は、断面の狭小性及び有毒性等による危険性から、呑口・吐口からの目視確認に止まり、現況を的確に把握できていないのが現状である。

本報文は、このような背景を踏まえ、CP 点検の機械化による管内の間接目視調査を実現すべく、高速道路盛土部の既設 CP において実施した自社開発の点検ロボットによる現地実証実験について、CP の間接目視調査手法、調査データの検証及び今後の方向性・展開等について報告するものである。

2. CP の間接目視調査手法

2-1. 間接目視調査に使用する点検ロボット

波付き薄鋼板のセクションで構築された「たわみ性 CP」は、断面内のたわみ性を活用した構造物である。

使用部材が多く点検する内容も多いが、暗所、狭所であり、且つ GPS 電波が受信できない盛土内であるということが調査における特徴である。

よって、使用する点検ロボット（図-1）の調査機能としては、①CP 内部画像撮影機能、③照明機能、④ CP 断面形状記録機能及び⑤走行移動距離計測機能を有し、暗所の CP 内部を詳細に把握することが可能な装置を装備するものとした。

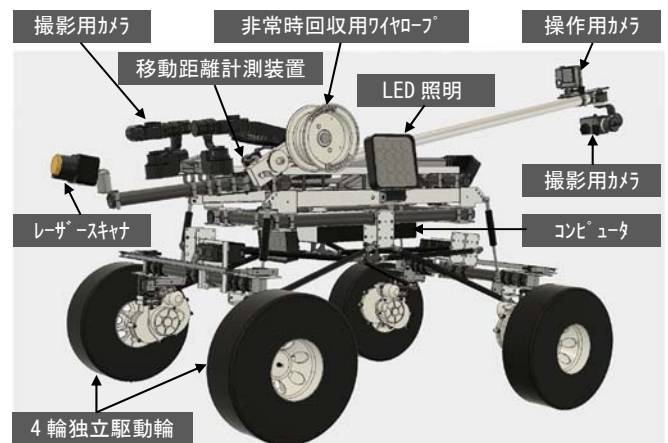


図-1 CP 点検ロボット

2-2. 間接目視調査の調査手法

CP 内部の間接目視調査は、図-2 に示すように調査対象 CP の呑口または吐口から、調査機器を装備したロボットを遠隔操作し、収集した CP 内部の情報を外部のコンピュータに記録・保管する。



図-2 CP 点検ロボットによる調査状況

3. 調査データの検証

3-1. 管内画像撮影データ

たわみ性 CP は、鋼材防食のため、耐食性に優れる亜鉛めっき塗装が多く使用され、高速道路では、さらに亜鉛めっき塗装上にアスファルト系瀝青塗装を施し耐食性を向上させている。しかし、供用経過年数の増加により、CP 内部を流下する土砂や礫等によるケレン摩耗や結露による腐食が発生している箇所がある。

鋼構造で使用部材の多い CP 内部の状況把握は、現場状況を確実に記録し持ち帰り、それを細部に渡り確認することが必要である。

よって、点検ロボットには、上下左右を撮影する4台の高解像度小型カメラ（動画撮影解像度：4K×15,12.5fs）を装備し、現場状況を詳細に記録した CP 内部の撮影画像をコンピュータで繰り返し確認できるようにした。

キーワード 盛土、パイプカルバート、点検ロボット、間接目視調査

連絡先 〒733-0037 広島市西区西観音町 2-1 西日本高速道路エンジニアリング中国(株) TEL082-532-1411

図-3 は今回の実証実験で取得した CP 内の撮影画像である。管底部は土砂等流出による摩耗、ボルトナットには結露等の影響による部材の腐食が明瞭に確認できた。また、広範囲な異常が発生した場合を想定し、撮影した動画から静止画を切り出し、歪み補正した静止画を連続化する平面展開画像（図-4）を作成した。

この連続化処理ではソフトウェアによる完全自動接合処理を目標としたが、取得した静止画像に変化が少なく、連続化に必要な接合箇所を自動で判別することが出来ず、この処理を人力で行うに当たり、6hr/10mの作業時間を要している。完全自動化の実現には、AI（人工知能）等による自動判別機能の開発が必要と考えられる。

3-2. 管断面計測データ

たわみ性 CP は、地盤沈下等に追随して断面方向及び縦断方向に変形することが大きな特徴であり、設計規格上の許容断面変形量は 5.0%以下で、点検時の調査項目として、この変形量の測定は重要な項目となっている。

この点検ロボットでは、CP の断面変形量を測定するため、二次元のレーザースキャナ（スキャン回数：15Hz、視野角 270°）を搭載し、移動距離を計測するエンコーダーデータとマッチングさせて三次元化を図った。

この処理は、レーザーで記録する時間と点群に対し、エンコーダーで記録する時間と距離を照合し、時間が一致する場合の距離を点群データに追加することで、スタート地点から一定時間後のレーザーデータを生成し、その後、これらを連続的に並べることで、三次元モデルの作成を実現化させた。

これにより、両者の時間が一致した任意の位置において、図-5 のように計測断面と設計断面を比較し、断面変形量を確認することができた。

4. まとめ及び今後の方向性・展開等

今回の実証実験では、たわみ性 CP の特徴を考慮した各調査機器の基本的機能を確認することができた。

カメラやレーザー計測機器が小型化し、比較的安価に入手可能となった現代では、人間の立ち入ることが困難な点検困難箇所については、UAV 等のロボット技術を活用した調査・計測が高度化してきている。

地下埋設物の損傷は、社会的損失に繋がる重大な事故が起こり得るため、今後、このような点検ロボットによる CP の間接目視調査への期待は大きいと思われる。

参考文献

- 1) 公益社団法人地盤工学会：コルゲートメタルカルバート・マニュアル 第三回改訂版，pp44，2004

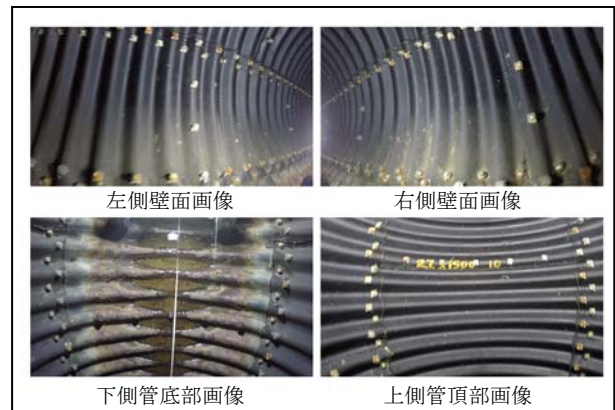


図-3 CP 内部撮影画像（CP φ 1.5）

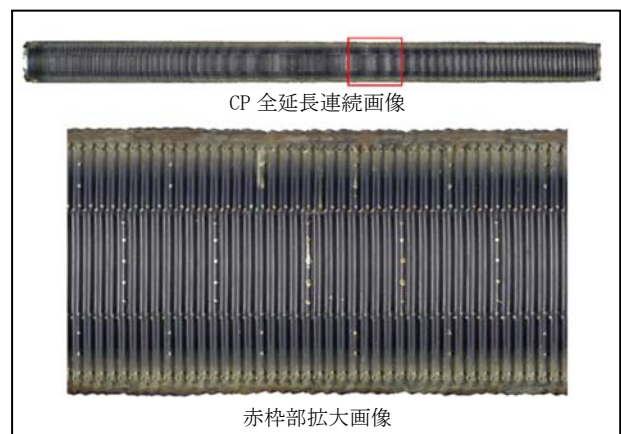


図-4 静止画連続化処理平面展開画像（φ 1.5）

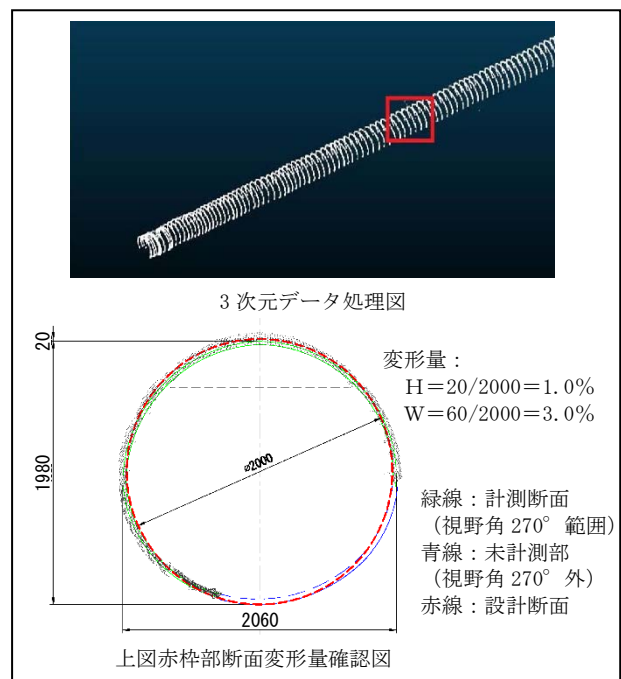


図-5 CP 断面形状確認図（CP φ 2.0）