

生物付着等のある埋設導水鋼管における板厚測定ロボットの現地検証および評価

日本工営（株） 正会員 ○中山 宣洋
 日本工営（株） 正会員 松田 貞則
 東京電設サービス（株） 中村 雄司
 東京電設サービス（株） 西川 一基

1. 長大な導水路における維持管理上の課題

常時運用されている長大な導水路の場合、点検・調査・補修を行うには導水路内の多量の水替え作業及び付着・堆積物の撤去・清掃作業を必要とするため、点検・調査・補修を同時期に行い維持管理の効率化を図ることが求められる。特に、埋設鋼管の場合、鋼管外面が直接土壌と接触するため、長期防食性能を期待し塗覆装を施工されるが、埋設環境下における劣化の進行および耐用年数に関する知見は十分に蓄積されていないのが現状である。さらに、長大な導水路では鋼管外面を掘削などにより直接確認することは現実的でないため、鋼管内面より鋼管内外面の塗装の劣化状況、腐食の進行状況を把握し、長大管路の中から要補修箇所を選定する必要がある。

本稿では、鋼管内面より外面腐食の危険性を診断する手法として、塗膜厚・板厚を効率的に多点測定可能な連続板厚測定ロボットを試行した。しかし、鋼管内面に二枚貝足糸といった生物付着物等の支障物があると、測定値の欠損や測定値の精度に影響することから、合わせて壁面洗浄ロボットについても適用性を現場検証し、現場での迅速な健全性評価の可能性について評価したので報告する。

2. 現場検証技術

連続板厚測定ロボットは、水力発電用の大口径水圧

鉄管において実績のある、東京電設サービス(株)製の「水圧鉄管板厚測定装置」を用いた。連続板厚測定ロボットは、任意に直線状に設定した測線上を走査（ライン測定）し、1mm ピッチで走査測線上の連続的な板厚および塗膜厚を測定することが出来る。なお、ロボットは自らの機体を磁石で管路に貼り付けながら走行するため、大口径の管路でも仮設等が不要で、安全に測定が可能である。

また、壁面洗浄ロボットについても同社で開発されている装置を用いた。

3. 検証項目

現場検証は、長大な導水路の維持管理において、効率的な点検・調査が可能かを検証するとともに、二枚貝の足糸が残っている状況等の当該導水路特有の条件下における測定精度や作業性について検証し、適用性を評価する。

4. 現場検証方法

対象導水路は、φ3,200mm 管厚 14mm 標準スパン長 5mの鋼管で導水路延長約30mの区間を対象として測定を行った。ロボットの走行に支障となる塵芥・二枚貝本体等の付着物は人力で除去後、壁面清掃ロボットを用いて測線上の泥や二枚貝の足糸を清掃した。

連続板厚測定ロボットの測定センサーは、校正用テストピースを使用して板厚及び塗膜厚の校正を行って

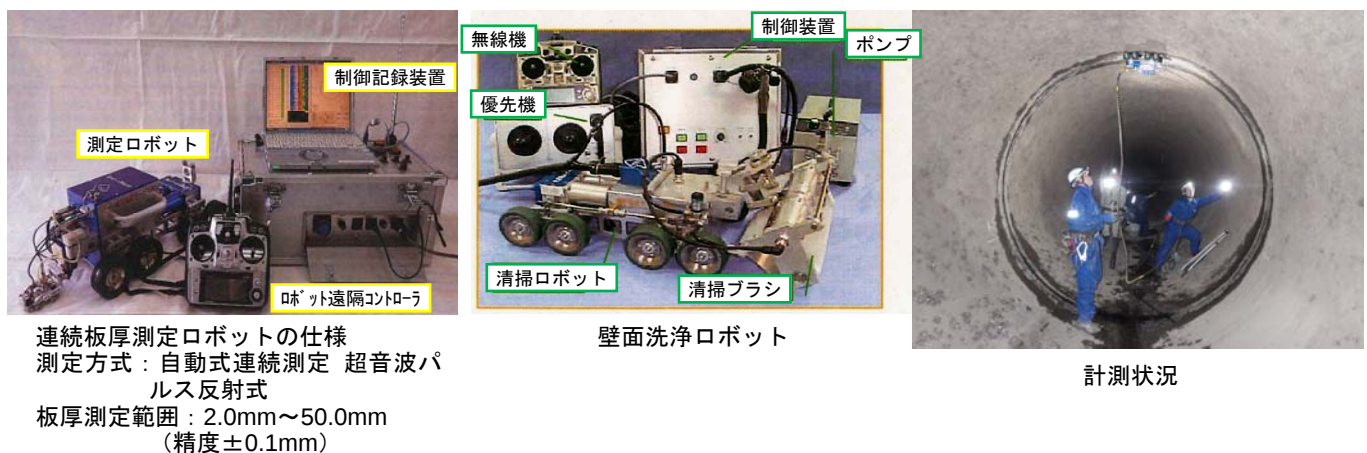


図-1 連続板厚測定ロボットおよび壁面洗浄ロボット

キーワード 長大な導水路、維持管理の効率化、板厚測定ロボット、埋設鋼管、健全性評価、二枚貝
 連絡先 〒102-8539 東京都千代田区九段北 1-14-6 日本工営(株) TEL: 03-3238-8116 FAX: 03-3238-8094

異常のないことを確認した上で、測線上を 1mm ピッチで測定した。超音波測定に用いる接触媒質は水を使用した（測定と同時に散水）。

測定データは、管表面の荒れや清掃しきれなかった付着物等により欠測や異常値が含まれた場合、至近データおよび波形から良否判定を行い、測定データの精査を行った。

5. 検証結果

検証項目に対し、それぞれ下記の結果が得られ長大な導水路鋼管における点検・調査の効率化に資する技術であると評価した。

①作業性：管円周方向の清掃・測定をロボットで行った結果、1 測線（管全周）40 分程度で作業が可能であった。日作業量としては、機器の搬入・調整等の準備や後片付け等の作業、移動を含めると、6～9 測線程度と想定される。通常の定期点検（管路内点検）と並行して複数の区間で測定を行うことは十分可能である。

②データ取得性：本手法は、測線上の管表面に泥や二枚貝イの足糸等の凹凸があると測定の支障となり、欠測や異常値が多数発生する原因となる。清掃ロボットを用いて清掃後（写真 4）、1 mmピッチで測定することで面的な診断が可能なデータ数が確保された（図-3）。

6. 実務利用上の留意点

数 10 c m以上の滞水があると、機器の搬入出等の作業性の低下あるいは測定ロボットの走行が困難になるため、ドライ又は水深数 cm 程度まで排水しておく必要がある。また、管内面の塗膜を覆っている付着物（カワヒバリガイ等）の除去は人力で行い、散水して泥やカワヒバリガイの足糸を十分湿らせた後に壁面清掃ロボットを使用して機械清掃を行うのが効率的である。

7. 今後の技術活用展望

測定データは、管厚が減少して貫通する恐れがあるような要注意部位の特定（図-3）や、管断面としての安定性を評価するための管厚分布（図-4 の度数分布図）の把握が可能である。

定期測定してデータを蓄積していくことで、管全体としての劣化の進行速度が評価可能となり、今後の予防保全的な対応策の判断に十分活用可能であると考えられる。



未清掃状態（二枚貝付着状況）

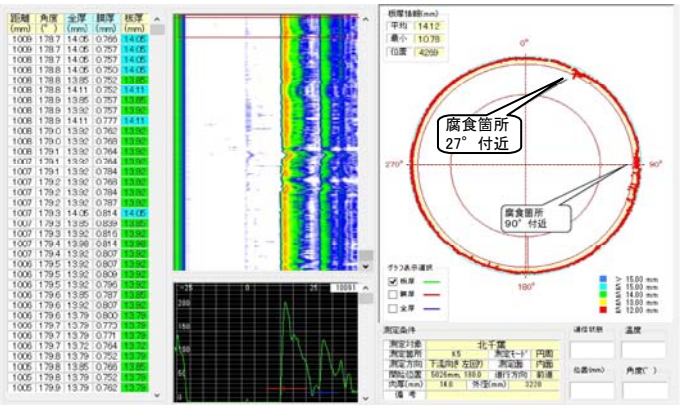


ロボットによる清掃前



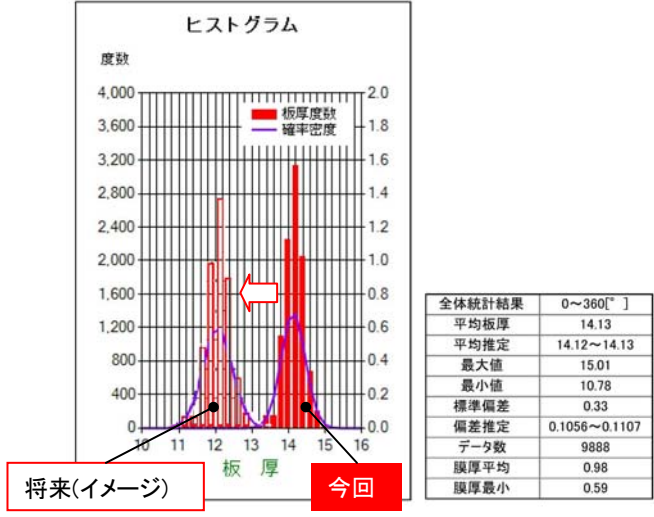
ロボットによる清掃後

図-2 壁面洗浄ロボットによる清掃状態



管円周方向の板厚分布

図-3 連続板厚測定ロボットによるデータ取得



管円周方向の板厚度数分布

図-4 測定結果におけるデータ活用