

狭隘部点検用ロボットの開発

首都高技術株式会社 正会員 ○布施 光弘
株式会社ホルス 高田 光
株式会社イクシスリサーチ 山崎 文敬

1. 目的

首都高速道路における長大橋の鋼製フィンガージョイントで、疲労によるき裂損傷が発見された¹⁾。損傷は、FacePL 底面の腐食環境が原因していると考えられたため、同種構造の点検を計画したところ、FacePL 底面下の空間が狭隘であり、点検が困難である箇所が存在した。筆者らは、狭隘部にある FacePL の点検を行うために、点検用のロボットを開発し、腐食状況を確認することで、フィンガージョイントの健全性を評価した。

2. フィンガージョイントの損傷

フィンガージョイントの母材に発生したき裂(写真-1)の原因は、写真-2 に示すように、き裂起点部と推測される FacePL 底面の腐食が著しく、腐食環境による疲労強度の低下が第一要因として考えられた。このため、底面の点検が重要と考え、フィンガージョイントが設置された橋梁の点検を計画した。

点検対象としたフィンガージョイントは、桁の遊間が 4,690mm と大きく、FacePL の張出しが長いので、中間に支持梁を設け、単純梁として設計している。箱桁内部には、占用物件を添加するための空間があり、構造高を低くする必要があったため、図-1 に示すような形状となっている。空間の高さは 500mm 程度で、人による点検が困難であった。このため、遠隔操作可能なロボットを、排水樋面に設置し、FacePL 底面を撮影することで、得られたデジタル画像より損傷を確認することとした。

3. ロボットに要求される性能

損傷原因及び現場状況より、ロボットに要求される性能を以下の通り整理した。

(1) 撮影範囲

FacePL 間の隙間を埋める充填材周辺に雨水が滞水しやすく、その範囲に腐食が生じやすいことが確認されているため、FacePL 基部から充填材まで 400mm 程度を撮影範囲とする。

(2) 走行及び操作性

走行位置となる排水樋は、堆積物等により不安定な状態にあるため、走行性に優れ、清掃用の開口部である 600×250mm のマンホールより搬入できる大きさであること。

(3) 損傷発見時の対応

損傷が発見された場合、補修を行うことや、今後の経年劣化を観察するために、撮影・記録した位置が特定できるようにカメラと走行部分をモジュール化する必要がある。

(4) 画像

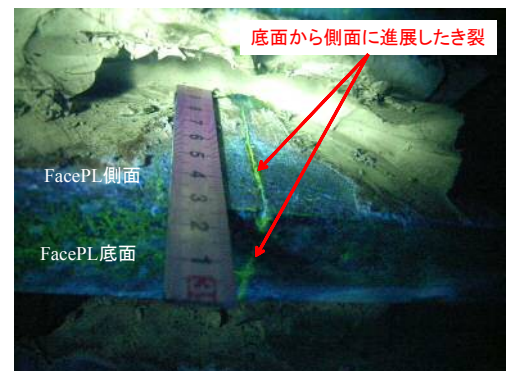


写真-1 FacePL底面のき裂

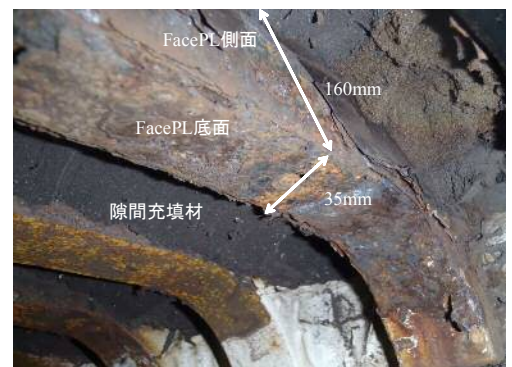


写真-2 FacePL底面腐食状況

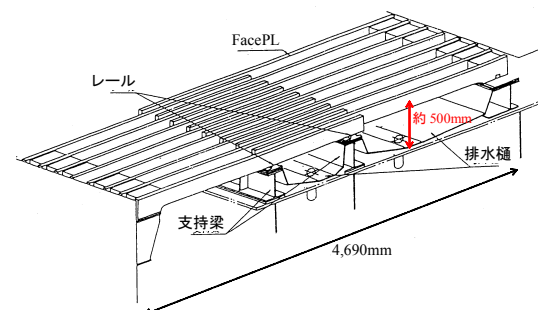


図-1 フィンガージョイントの構造

キーワード 長大橋, フィンガージョイント, 疲労き裂, 腐食, 点検, ロボット

連絡先 〒221-0045 神奈川県横浜市神奈川区神奈川 2-6-4 首都高技術(株) TEL 045-461-6159

腐食の状況を確認できるように、遠隔操作で高精細な画像が撮影・記録できることが要求される。

4. 点検ロボットの製作

本体部分には、クローラ型で遠隔操作可能であるロボットを選定し(図-2)、上記の要求性能を満足できるように、図-3 に示すようなシステムを構築し、以下の通り点検ロボットを製作した。

ロボットは、遠隔操作が可能となるようにバッテリー駆動とし、前方上向きに FacePL 底面撮影用の高精細なデジタルカメラを装備した。後方にはロボット操縦用の俯瞰カメラを搭載する。俯瞰撮影された画像は、パソコンのモニタに映し出され、このモニタを確認しながら撮影開始位置までコントローラーで移動させる。撮影する FacePL の厚さは 40mm、隙間は 50mm であるため、ロボットの操作には高い精度が要求される。このため、撮影開始から終了までの操作は、自動制御とした。撮影は、デジタルカメラ部を操作し、対象範囲 400mm 程度を全て撮影できるように、FacePL1 本当たり、高精細カメラを3方向に振る。ロボットには、ガイドローラーを設け、自動制御中にロボットの走行位置を固定することで、すべての FacePL に対して同様の画像を撮影する(写真-3)。撮影された 1,400 万画素の高精細な画像は、記録メディアに保存され、パソコンで状況を確認できる。

5. ロボットによる点検結果

写真-4 に示すように、得られたデジタル画像は、FacePL 底面の状況が観察でき、損傷を判断することと、撮影位置を特定することが可能であった。撮影された画像より、著しい腐食等の損傷は確認されなかったため、調査対象としたフィンガージョイントに異常は生じていないものと判断した。

本点検の結果、ロボットによるデジタル画像での損傷の確認が有効であったため、この狭隙部については、ロボットを活用し、定期的に腐食状況を確認することが維持管理を進めていく中で有効な手段であると考ええる。

6. おわりに

従来、伸縮継手の底面及び下面、ゲルバー桁端部等の点検員のアクセスが困難な狭隙部の点検は、ビデオスコープや小型ビデオカメラ等で撮影し、得られた画像より、損傷の有無を確認してきたが、画像の低さや、損傷位置を特定することが困難である等の問題があった。今回、ロボットにより点検を行うことで、その問題を解消することができ、フィンガージョイントの健全性を評価することが出来た。

今後は、機能や構造を合理化し、汎用性を向上させることで、人による点検が困難な場所であっても、ロボット技術を活用していくことで、道路の安全を確保することが出来るものと考ええる。これからもニーズに応じた点検ロボットを開発していきたい。

参考文献 1) 友清ら、長大橋フィンガージョイントのき裂損傷原因調査、土木学会第 66 回年次学術講演会(平成 23 年度)



図-2 元ロボット (iTs05)

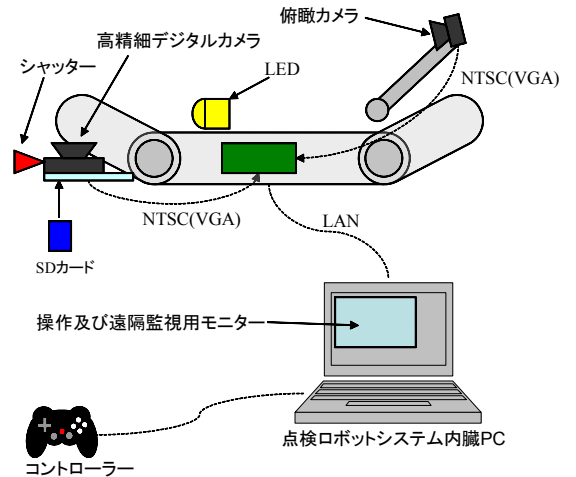


図-3 点検ロボットのシステム概要

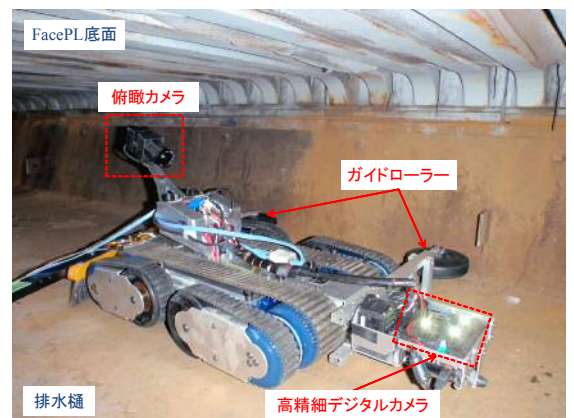
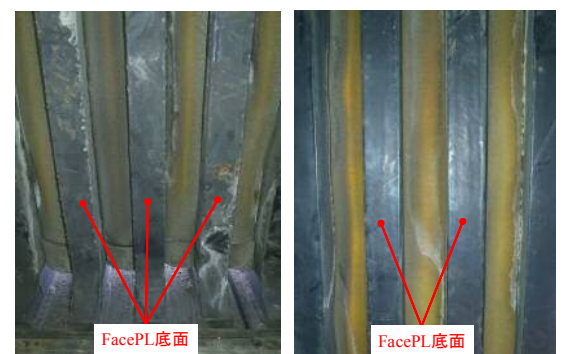


写真-3 開発した点検ロボット 撮影状況



FacePL 基部付近 FacePL 底面
写真-4 撮影した画像