

磁石式鋼橋点検装置の開発(その2)

首都高技術株式会社	正会員	○布施	光弘
首都高技術株式会社	正会員	森	清
首都高技術株式会社		石塚	尚樹
首都高技術株式会社		山本	大輔

1. はじめに

橋長 2m以上の橋梁は全国に約 70 万橋存在し、国は省令でこれらを対象に 5 年に一度、近接目視による全数監視を実施すると告示している。橋長 15m以上の橋梁の数比データによれば、鋼桁橋が 75%であるため、鋼桁橋を点検する機会は相当数存在する。構造物等への接近は、高架下の条件に合わせて、高所作業車や橋梁点検車を用いることを基本としているが、道路橋には、容易に接近することができない橋が存在する。美装化対策された橋梁は、化粧板等で覆われた鋼桁や床版の近接目視が困難となっているため、美装化対策箇所を含めた近接目視による点検が困難な橋梁に対する維持管理の重要性が高まっている。

筆者らは、近接目視が困難である美装化対策として設置された化粧板やアルミ製のルーバー等で覆われた橋梁を点検するために、磁石によって鋼部材に吸着しながら走行及び撮影を行い、得られた画像より損傷を確認することができる「磁石式鋼橋点検装置」を開発している¹⁾。本稿では、化粧板等が設置され、点検技術者の立ち入りが困難な橋梁の鋼桁や床版等を点検することを目的に開発した、鋼桁の添接板及び垂直補剛材等の複雑な段差を走行しながら点検を行う磁石式鋼橋点検装置について報告する。

2. 開発方針

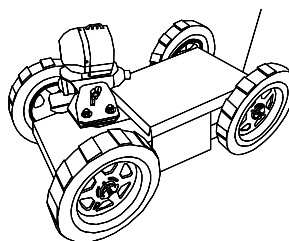
開発する磁石式鋼橋点検装置は、点検業務における一次スクリーニングを考慮しており、損傷を外観から調査するものである。開発は、鋼桁の添接板及び垂直補剛材といった段差を走行することを最終目標にし、三段階で行っている。第一段階では、装置の前方に遠隔操作が可能なカメラを装備し、鋼桁に密着し前後に移動できる装置を製作した(図-1)。第一段階で開発した磁石式鋼橋点検装置を基本装置として第二段階以降の開発を進める。

第二段階では、第一段階で開発した基本装置の機能向上を図り、添接板等の段差を走行する装置の開発及び高解像度のカメラを搭載することを目的とした(図-2)。

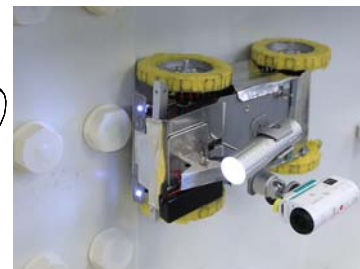
第三段階では、第二段階で開発した装置の高度化を図り、添接板及び垂直補剛材等の複雑な段差を乗り越えられる機構及び落下防止対策構造の開発を目的としている。この段階で開発した点検装置を用いて実橋の点検を行い、実用化を図ることを考えている。

3. 磁石式鋼橋点検装置の開発

各開発の段階を経て、車輪に一定の間隔でネオジム磁石を取付けた場合、その強力な吸着力により、数百グラムの質量で製作された点検装置であれば、鋼橋から重量で落下することはなく鋼桁腹板面の移動が可能であることが確認された。また、点検装置に搭載したカメラにより得られたデジタル画像は、鋼桁や床版等の状況が観察

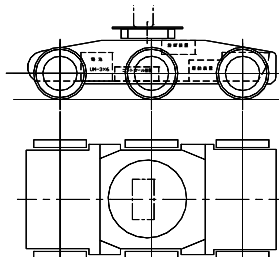


M-11(I型1号機)設計図



M-13型(I型3号機) 走行試験状況

図-1 第一段階で製作した点検装置



M-21(II型1号機) 設計図



M-21(II型1号機) 実橋走行試験状況

図-2 第二段階で製作した点検装置

キーワード 維持管理, 点検, 点検困難, 美装化対策, 磁石式鋼橋点検装置, ネオジム磁石, 無限軌道
連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 虎ノ門 PF ビル 2 階 首都高技術(株)技術部 TEL 03-3578-5753

することができ、一次スクリーニングとして損傷の有無を判断するとともに、撮影位置を特定することが可能であった。本開発では、第一段階、第二段階で開発した磁石式鋼橋点検装置を基に、鋼桁の添接板及び垂直補剛材等を走行する機構を開発することを目的とする。

(1) 添接板等の段差走行

第三段階の可能性を確認するため、写真-1 に示す第一段階で開発した点検装置の連結型を試作した。試作した連結型の走行試験の結果、添接板等の複雑な段差を走行するためには、基本構造を再検討し、高い出力が得られる駆動装置が必要であることが確認された。

このため、添接板等の段差を走行することを目的に、不整地での車両移動を可能にする無限軌道を備えた装軌車両タイプを採用し、無限軌道に複数のネオジム磁石を取り付けることでより高い磁力が得られるよう磁石式鋼橋点検装置を製作した(図-3, 4)。

無限軌道は、着脱可能な分割構造とし、軽量化を図るため合成樹脂を用いている。また、ネオジム磁石は自由に着脱可能とするため、ネジによる締結固定とし、磁石の劣化を防止するために、磁性体のステンレスカバーを使用している(図-5)。無限軌道には、滑車からの脱輪を防ぐ目的で、軌道の内側に脱輪防止リブを設けている。

点検装置は、鋼桁からの落下を避け、走行時に、磁石が鋼桁より離れなければならない、これらを満たす条件を明確にするために、磁石と駆動装置の組合せを数タイプ実験にて調べた上で最適な組合せを選定した。また、点検装置に落下防止対策を施す必要があることから、有線走行を基本とし更なる軽量化を図っている。

(2) 補剛部材等の段差走行

垂直補剛材等の段差を走行するためには、写真-2 に示す通り、駆動軸を多く設けることが必要になることから、安定した走行が得られる車輪タイプの採用を検討している。車輪には、表面磁束密度 0.35T(吸着力 1.4kgf/個)のネオジム磁石を車輪毎に複数取付ける。ネオジム磁石は、回転時に出来るだけ有効な磁力面積が得られるよう角型とし、点検装置本体には、可動接合部を設けることで、複雑な段差を走行できるよう点検装置の製作を進めている。

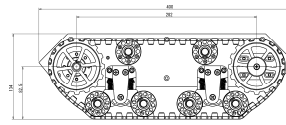
実橋での点検に向けては、有線操縦方式とすることで点検装置の軽量化を図っているが、垂直補剛材等の複雑な段差を走行するためには、高い出力が得られ小型・軽量化された駆動装置が必要となっている。

4. 今後の展開

添接板及び垂直補剛材等の複雑な段差を走行するためには、点検装置に無限軌道や駆動輪を多く設けることが有効であることが確認された。今後は、開発した点検装置の実用化に向けて、実橋試験を重ね、点検装置の製作を進めることで、添接板及び垂直補剛材等の段差を走行して点検を行うことや鋼桁溶接部のき裂及びボルトの浮きによるゆるみといった損傷の発見を目指す。

参考文献

1) 森清ら：磁石式鋼橋点検装置の開発, 土木学会第 70 回年次学術講演会(平成 27 年 9 月), VI-145



無限軌道型設計図

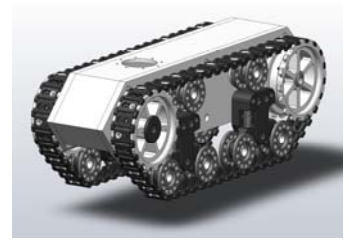
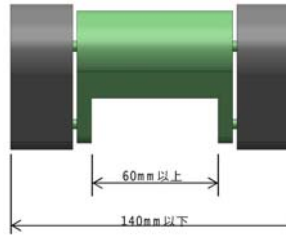


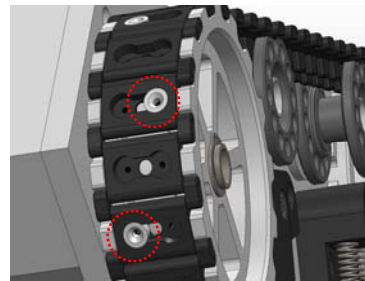
図-3 磁石式鋼橋点検装置「無限軌道型」



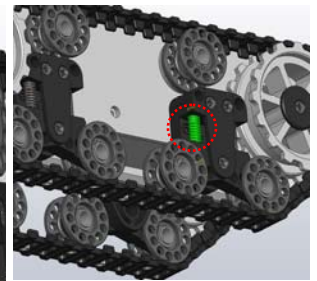
無限軌道は一般的な高力ボルト間を走行できるように設計



図-4 無限軌道型構造図



ネオジム磁石取付状況



段差に追従できるようダンパーを設ける

図-5 無限軌道構造詳細図

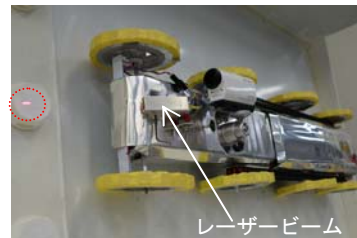


写真-1 M-23(Ⅱ型3号機)4軸8輪型



写真-2 障害物対応型検討