

電磁石式漏洩磁束法による小型 PC 鋼材破断検査機の開発

京都大学 正会員 ○小椋 紀彦

京都大学 正会員 横山 勇気, 正会員 服部 篤史, 正会員 塩谷 智基

(株)CORE 技術研究所 非会員 サグラジャン アルトゥル

京都府 非会員 野上 翔平

1. はじめに

社会インフラである橋梁の中でも PC 橋においては、PC 鋼材の破断が深刻化している。PC 鋼材の破断事象は、構造物の機能低下、第三者被害の発生原因となり、最終的には重大な損傷に繋がることになる。例えば、山口県・上関町の離島と本土を結ぶ上関大橋の端部、伸縮装置に約 20cm の大きな段差が突如発生し、普通乗用車がその段差に衝突する事故が生じた。この橋の上部工形式は、ダブルックバンド橋と呼ばれ図-1 に示す通り、端部で PC 鋼材を鉛直及び水平方向に配置し緊張力で保持するもので、このうち鉛直方向の PC 鋼材が複数本破断に至ったことが事故の原因であったと推定されている。

事故の影響から、同型式の道路橋では、緊急点検が実施されたものの、目視での点検・観察に留まったケースが多い。これは、主桁と橋台との空間が狭く、種々の非破壊検査機器を用いての調査が実施できないことが要因の一つである。

そこで本研究では、狭隘部でも検査可能な小型の漏洩磁束法による PC 鋼材破断検査機(以下、小型 MFL (Magnetic Flux Leakage の略) 検査機)の開発を行った。機器の特徴としては、従来の永久磁石を用いる手法ではなく、電磁石を用いることで小型化と磁場強度を可変可能とした点、さらに着磁部と計測装置部を着脱式にして作業性効率を向上させた点である (図-2)。

2. 調査の概要

調査を実施した当該橋は、京都府が管理する上部工形式が 3 径間のダブルックバンド橋であり、上述の上関大橋と同様である (図-3、表-1)。本調査は、PC 鋼材の破断が最も懸念される主桁と橋座面との遊間部で露出されている鉛直 PC 鋼材部分について、小型 MFL 検査機を用いて PC 鋼材の破断状況の評価を試みたものである。

計測方法を図-4 に示す。電磁石を鉛直 PC 鋼材に近づけることで着磁させ、小型のホールセンサを保護カバーで覆われた鉛直 PC 鋼材上で走行する。ホールセンサのデータは、ロガーにより波形収録を行い、解析処理を行う。測定結果の評価は、波形の形状で行う。破断のない健全な場合は滑らかな波形で表示され、破断の場合は S 字の波形を示すことになる。

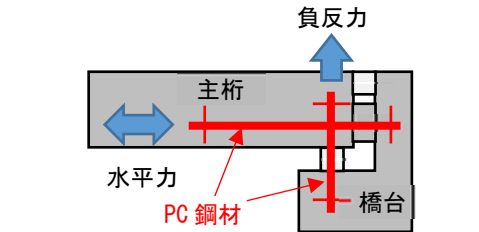


図-1 ダブルックバンド橋の PC 鋼材

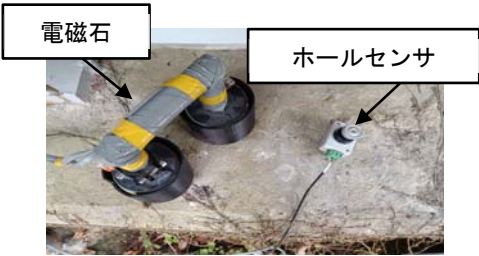


図-2 小型 MFL 検査機の概要



図-3 橋梁の外観

表-1 橋梁の概要

建設年(供用年)	1959 年(64 年)
上部工形式	3 径間ダブルックバンド橋
下部工形式	重力式橋台、柱式脚
基礎形式	直接基礎(A1,P1), グラウトアンカー基礎(P2,A2)
橋長(m)	110
全幅員(m)	5.5

キーワード PC 鋼材破断, ダブルックバンド橋, 非破壊検査, 漏洩磁束法

連絡先 〒615-8245 京都市西京区御陵大原 1-30 イノベーションプラザ 202 TEL: 075-383-2854

3. 調査結果と考察

A1 橋台の上流側にある鉛直 PC 鋼材の 3 本 (①～③) の測定位置を図-5 に示す。

主桁と橋座面との遊間は 170mm 程度しかなく、また、鉛直 PC 鋼材も樹脂系の保護カバーで覆われている状況である。なお、PC 鋼材の径は、設計図書によると $\phi 26\text{mm}$ である。

計測結果の波形を図-6 に示す。波形の縦軸は信号振幅、横軸が計測時間である。計測の結果、3 本の収録した波形は滑らかな形状を示しており、S 字のようなパターンは確認できず、健全と評価した。目視においても外観上、遊間部には錆汁などの跡は認められていない。なお、図-6 の波形において、形状は同様であるものの、それぞれの振幅は異なっている。これらは保護カバー内の PC 鋼材の位置、隣接する鉄筋などの影響と考えられる。

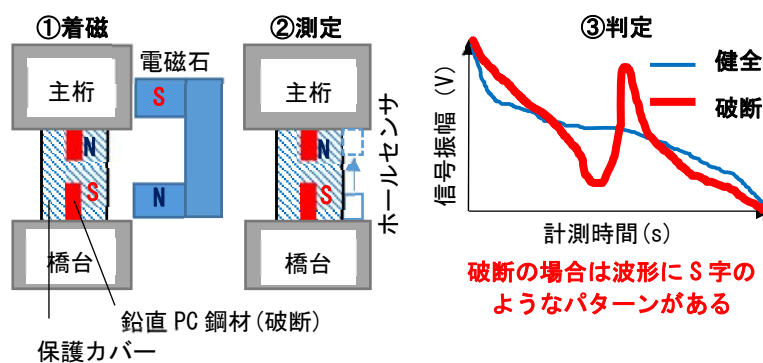


図-4 計測方法



図-5 本調査状況

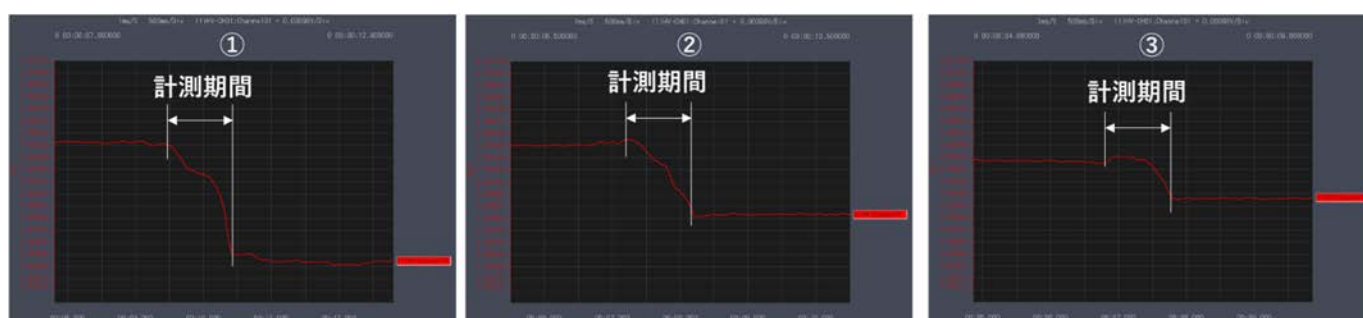


図-6 計測結果

4. まとめと今後の予定

狭隘部でも検査可能な小型 MFL 検査機の開発を行い、現場での適用を試みた。使用性や作業性については問題は生じていない。今後は整合性を確認しつつ、検査機および更なる電磁石の小型化、解析精度の向上を図っていく。

謝辞

本研究は、令和5年度(2023年度)前田記念工学振興財団の研究助成を受けたものである。また、本調査を実施するにあたり、京都府および京都大学インフラ先端技術産学共同講座の関係者各位にご協力いただいた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 廣瀬誠ら：漏洩磁束法によるPCポストテンション桁橋におけるPC鋼材破断調査の実用化，土木学会第69回年次学術講演会，pp.547-548，2014.9.
- 2) サグラジャン アルトゥル，小椋 紀彦，塩谷 智基，磁場検査機器による PC 鋼材破断の検出，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第 20 巻，pp.367-372，2020.10.