

漏洩磁束法によるプレテンションPC I 桁橋におけるPC鋼材破断非破壊検査

(株)四国総合研究所 正会員 ○廣瀬 誠

非会員 木村 美紀

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 萩原 直樹

正会員 豊田 雄介

1. 目的

PC橋においては、塩害等によりPC鋼材が腐食し、破断に至る恐れがある。このPC鋼材の破断状況を早期に把握し、対策を講じることが望まれる。筆者等は、「漏洩磁束法(MFL: Magnetic Flux Leakage)」およびその検査装置をポストテンションPC橋における鋼製シース内PC鋼材破断の非破壊検査に適用できることを確認している。一方、シースの無いプレテンションPC I 桁橋においても、PC鋼材の破断事例があり、外観の変状が見られても、外観だけから破断を判定することは困難である。そこで、本稿では、プレテンションPC I 桁橋に、漏洩磁束法による非破壊検査を適用した調査結果を報告する。

2. 漏洩磁束法の原理と非破壊検査装置

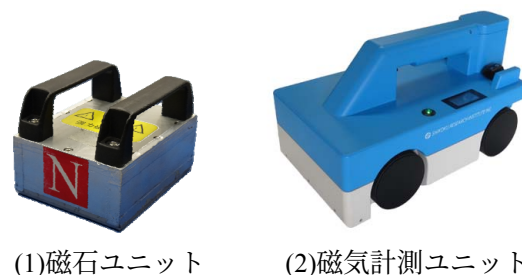
漏洩磁束法によるPC鋼材破断調査は、鋼材が強磁性体であることを利用して、コンクリート表面からPC鋼材を磁化させ、漏洩した磁束を検知することによって、非破壊でPC鋼材破断の有無を調査する手法である。

コンクリート表面から、永久磁石を内蔵した専用の磁石ユニット(写真-1(1))によってPC鋼材を磁化させ(写真-2(1))、磁気計測ユニット(写真-1(2))でコンクリート表面の磁束密度を測定することにより(写真-2(2))、破断箇所付近からの漏洩磁束を検知し、磁束密度分布波形を診てPC鋼材破断の有無を判定するものである。PC鋼材が健全な場合は、着磁範囲でほぼ一定の勾配を持つ磁束密度波形が得られる。一方、PC鋼材が破断している場合は、破断位置を挟んでN極、S極の連続したピークを持つ「S字形」の波形が得られる。

3. 調査対象橋

調査対象は、昭和50年代初頭に建設され、冬季には凍結防止剤が散布される環境にあるプレテンション方式PC単純I桁橋であり、PC主桁はJIS桁(JISA 5313「スラブ橋用プレストレストコンクリート橋げた」準

拠)である。PC主桁は、塩害とアルカリシリカ反応の複合劣化より、コンクリートのひび割れ、浮き・剥離、鋼材の腐食が見られる。



(1)磁石ユニット

(2)磁気計測ユニット

写真-1 鋼材破断非破壊検査装置外観



(1)磁石ユニットによる着磁

(2)磁気計測ユニットによる磁束密度測定



(3)高所作業車デッキ上での作業状況

写真-2 鋼材破断非破壊検査装置による実橋調査状況

キーワード PC, プレテンション, 破断, 非破壊検査, 漏洩磁束

連絡先 〒769-0192 香川県高松市屋島西町2109番地8 (株)四国総合研究所 土木技術部 TEL087-844-9252

4. 調査方法

プレテンションPC I 桁橋（1 桁幅 320mm の最下段 PC 鋼より線 2 本×10 組）を対象とし、桁下面側から、高所作業車（デッキ長 4.4m）を用い、東西 2 箇所（4m×17 桁/箇所）に分けて漏洩磁束法による調査を実施した。

調査は、調査対象である桁下面側にはコンクリート剥落防止ネットが設置されたままの状態で行った。ネットはコンクリート表面から 20～50mm 程度離れた状態であったため、本漏洩磁束法における着磁、磁束密度測定共にコンクリート表面から 20～50mm 程度離れた位置で行った。

着磁は小型磁石ユニット(2.4kg)を使用。本調査では専用治具（写真-2 内のアルミ棒）を使用し、PC 鋼より線 2 組毎に着磁した（1 往復×6 ライン/桁）。磁石ユニットの S 極を後述グラフ（図-1）の右側に向けた。

磁束密度の測定は、磁気計測ユニットの前面に配置された 3 センサを活かし、PC 鋼より線 1 組毎ではなく、3 組毎/ラインに行った（4 ライン/桁）。なお、測定の位置決めのために、ガイドレールを使用した（写真-2）。

5. 調査結果

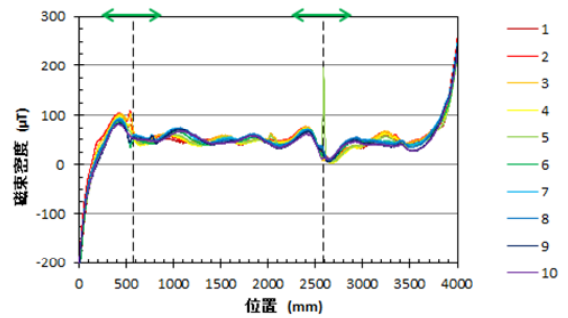
本調査結果の内の 3 例（1 例：1 桁×4m）の磁束密度波形を図-1 に示す。図中の凡例 1～10 は、桁最下段における PC 鋼より線 10 組に対応している。グラフの見方は下記の通りである。

- ・グラフ縦軸は磁束密度、横軸は測定した距離。
- ・グラフ左端の磁束密度がマイナス、グラフ右端がプラスの値を示しており、正しく着磁ができていることが判る（両端は着磁端）。
- ・ネット接続部の周辺(図-1 の黒色破線位置)では、磁束密度分布に変化が現れており、ネット接続部に沿って設置されている鋼製ワイヤーの影響であると考えられる（図-1 緑色矢印の範囲）。
- ・図-1(1)では、両端以外では極端な変化のない分布となり（両端は着磁端）、PC 鋼材が健全であることが判る。
- ・ネット越しに梁の断面欠損および PC 鋼より線の破断（欠損部の一部で鋼材無し）が目視確認できた箇所において、明らかな破断を示す大きな振幅の S 字波形（土の連続したピークを持つ波形）が確認された（図-1(2)赤色矢印の範囲）。
- ・外観の目視確認では健全とされていた箇所においても、PC 鋼より線の破断を示す S 字波形が得ら

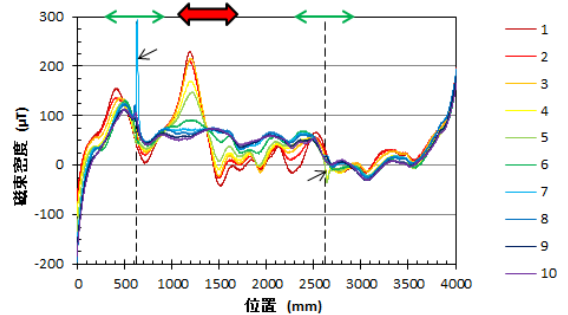
れた（図-1(3)赤色矢印の範囲）。

6. まとめ

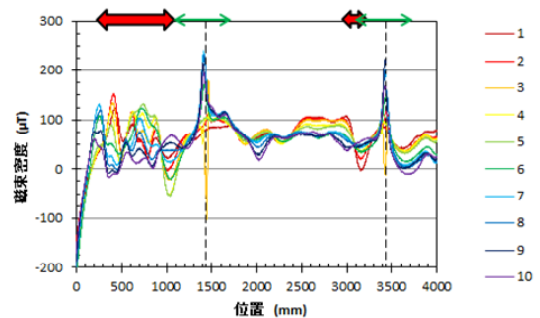
プレテンションPC I 桁橋において、漏洩磁束法による非破壊検査を実施した。その結果、プレテンションPC I 桁橋においても、外観目視では判らなかった PC 鋼材の健全、破断の状態を、的確かつ明瞭に評価でき、実橋調査に適用できることを確認した。



(1) 健全の結果例



(2) 破断の結果例 1



(3) 破断の結果例 2

図-1 鋼材破断非破壊検査装置による実橋調査結果

赤色矢印の範囲：鋼材破断位置
 黒色破線：鋼製ワイヤー設置位置
 緑色矢印の範囲：鋼製ワイヤーの影響範囲

謝辞

本現地調査を遂行するにあたり、多大なるご協力を頂いた施工技術総合研究所榎園正義氏に深く感謝いたします。