

漏洩磁束法による P C ポストテンション桁橋における P C 鋼材破断調査の実用化

(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 青木圭一, 正会員 横山貴士, 正会員 宮永憲一

国土交通省近畿地方整備局 正会員 先本勉

京都大学大学院工学研究科 正会員 宮川豊章

1. 目的

ポストテンション桁橋においては、シース内の P C 鋼材が腐食や水素脆化により破断に至る恐れがある。この P C 鋼材の破断を早期に発見し、長期使用のための対策を講じることが望まれる。そこで、筆者等は、R C 構造物等の鋼材破断調査で実績のある「漏洩磁束法」およびその検査装置を鋼製シース内 P C 鋼材の非破壊破断調査に適用できることを供試体において確認している。本稿では、P C ポストテンション桁の実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。

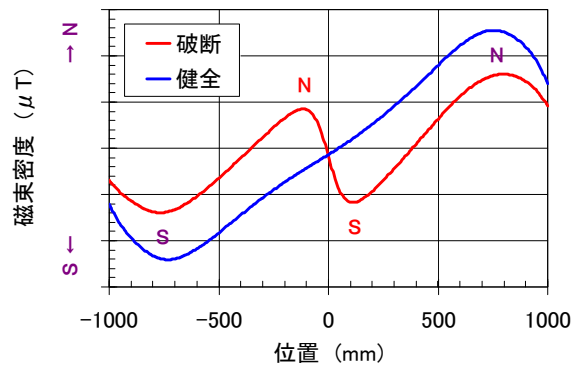
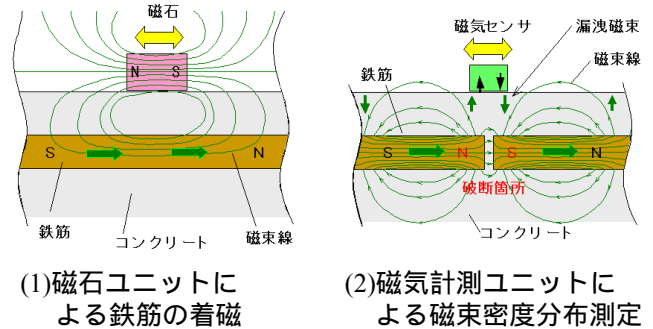
2. 漏洩磁束法の原理と非破壊検査装置

2.1 漏洩磁束法の原理

鋼材が強磁性体であることを利用し、図 - 1 のように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で内部の鋼材を着磁する。着磁後に測定した磁束密度分布波形（磁束密度 - 鋼材長手方向位置）から、鉄筋破断箇所付近に発生する漏洩磁束の有無を判定することで、鋼材の健全性を診断する。シースが鋼製で健全であっても、診断可能である。

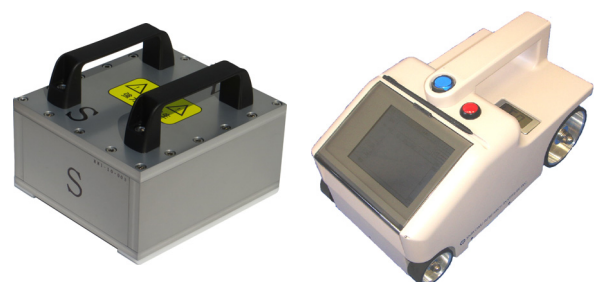
2.2 検査装置

検査装置は、検査する鉄筋を鉄筋長手方向に磁化するための永久磁石を内蔵した磁石ユニットと、コンクリート表面におけるコンクリート面に垂直な方向成分の磁束密度を測定する磁気計測ユニットの 2 つで構成される。これらの装置の外観を写真 - 1 に示す。磁石ユニットは永久磁石が内蔵されており、底面から 150mm 離れた位置における磁石磁化方向成分の磁束密度は約 7mT である。磁気計測ユニットは、移動距離とコンクリート表面(鉄筋)に垂直な磁束密度成分とを測定、記録でき、磁束密度分布をリアルタイムで表示できる。磁束密度測定範囲は、 $-300\mu\text{T} \sim +300\mu\text{T}$ である。



(3) 測定結果の波形（磁束密度分布）

図 - 1 「漏洩磁束法」の原理説明図



(1)磁石ユニット

(2)磁気計測ユニット

写真 - 1 鉄筋破断非破壊検査装置外観

3. 適用実橋

適用対象は 2 橋（A 橋，B 橋）であり、共に昭和 40 年代に建設された海岸線付近に位置する P C ポストテンション T 桁橋である。主方向の P C 鋼材は、P C 鋼

キーワード P C , ポストテンション , 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 2 1 0 9 番地 8 (株)四国総合研究所 土木技術部 T E L 087-844-9252

線（鋼製シース）が使用され、コンクリートの浮き・はく離箇所の断面修復が行われている。本件では、ヒアリングにおいて、広範囲においてコンクリートの浮きやはく離があり、P C 鋼材破断を伴うような激しい腐食が見られた箇所（A 橋；2 本）と、一部に P C 鋼材破断を伴うような激しい腐食が見られたもののその周辺の桁では外観に異常の無かった（B 橋；5 本）を対象とした。上記箇所の P C T 桁下フランジ部最下面側に配置された P C 鋼材を、下面側から非破壊で検査した。各フランジ部最下面側において海側寄りの P C 鋼材を 1 本目とする。

4．調査方法

鉄筋破断非破壊検査装置による着磁、磁束密度測定状況を写真-2 に示す。着磁は、長手方向に約 $5m (\pm 2.5m)$ の範囲について行った。磁石ユニットの極性の向きは、磁石ユニットの S 極を下記グラフ中の + (右) 側に向けた。磁束密度測定は、磁気計測ユニットを用いて、長手方向の約 $-2m \sim +2m$ の範囲について行った。装置の想定かぶりよりも構造物のかぶりが小さいため、着磁では磁石ユニットでスペーサを使用して 50mm 離隔位置で行い、下記測定結果についてもコンクリート表面から 50mm 離隔位置での測定結果を採用した。

5．実橋調査結果

A 橋、B 橋における漏洩磁束法による非破壊検査結果の磁束密度分布波形を図-2(1)、(2)に示す。波形は、次の特徴を示した。

- ・磁石ユニットの S 極をグラフ右に向けて着磁したため、鋼材はグラフ右側が N 極に、グラフ左側が S 極に磁化されており、適切に着磁が行えている。
- ・桁のスターラップの典型的な影響として、スターラップ位置で単峰形（凸）の波形を示した。
- ・A 橋を除き、波形は、全体に右上がりの概ね直線的な分布となっており、健全を示す典型的な波形である。
- ・A 橋では、約 $-200mm$ 位置で上に凸（N 極）、約 $0mm$ の位置で下に凸（S 極）の連続したピークを持つ S 字形の波形となっている。この S 字形の磁束密度の差は約 $244 \mu T$ と大きく、およそ $-100mm$ の位置で破断を示す典型的な破断波形である。

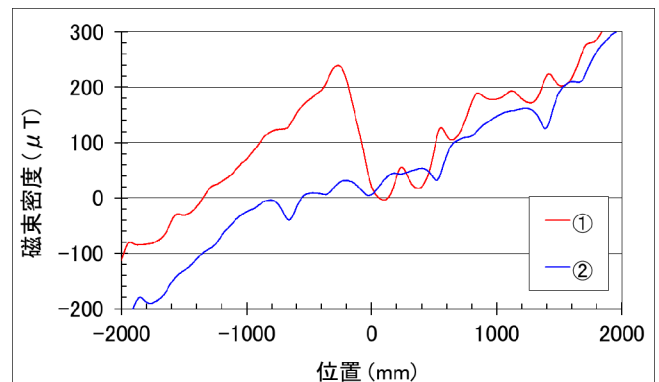
以上の結果とヒアリング等の内容とは一致しており、P C 鋼材の健全、破断の状態を漏洩磁束法による非破壊検査で、的確かつ明瞭に評価できた。

6．まとめ

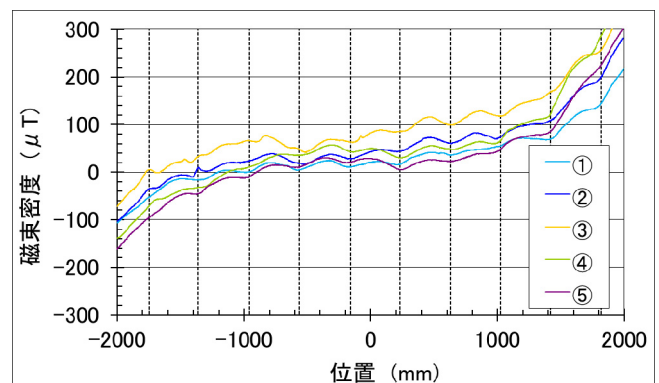
「漏洩磁束法」およびその検査装置を用いて、P C ポストテンション T 桁橋（鋼製シース、P C 鋼線）の実橋 2 箇所において、非破壊検査を実施した。その結果、実橋において P C 鋼材の健全、破断の状態を、的確かつ明瞭に評価でき、実橋調査に適用できることを確認した。



(1)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
写真-2 鉄筋破断非破壊検査装置による実橋調査状況



(1) A 橋における調査結果（2 本）



(2) B 橋における調査結果（5 本）

図-2 鉄筋破断非破壊検査装置による実橋調査結果