

漏洩磁束法によるダウエルバー破断検知に関する基礎的検討

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○内田 雅隆, 岩永 真和, 藪 雅行

1. はじめに

コンクリート舗装の目地部は目地金物の破断などにより荷重伝達性能が低下するなど、構造上の弱点になると考えられており、「舗装点検要領」¹⁾においてもコンクリート舗装の点検においては、目地部を中心に点検することとしている。現状のコンクリート舗装の目地部における評価手法は、FWD により測定したたわみ量から荷重伝達率を算出し判断する。しかし、本手法による判定値は現場における少ないケースのデータを基に経験的に定められたものであり²⁾、理論的な検証は十分ではなく、現場によっては、FWD による判定とダウエルバー状況が合致していないケースがみられる。そこで、本研究では、荷重伝達性能に影響を与えるダウエルバーの破断を非破壊で検知することを目標に、PC 構造物の破断検知に活用されている漏洩磁束法に着目し、基礎的検討を実施した。

2. 検討概要

2.1 測定原理

漏洩磁束法は、鋼材が強磁性体であることを利用し、コンクリート表面から専用の磁石ユニット（写真-1）により内部の鋼材を磁化（着磁）させ、磁気測定装置（写真-2）により測定した磁束密度波形から鋼材破断の有無とその位置を判断する技術である。図-1に漏洩磁束法の測定原理と測定例を示す。破断のない健全な場合は鋼材の両端が S, N 極になるが、破断している場合は破断箇所に N, S 極が現れ、磁束密度を測定することで破断の検知が可能となる。

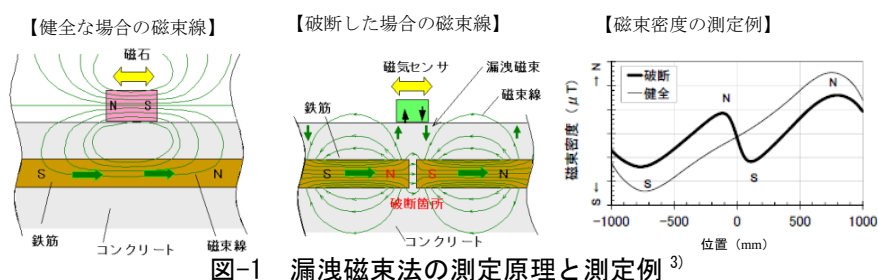


図-1

漏洩磁束法の測定原理と測定例³⁾

写真-1 磁石ユニット

写真-2 磁気測定装置

2.2 検討方法

本検討では、ダウエルバーの破断を模擬した供試体を用いて漏洩磁束法によるダウエルバー破断検知の可能性を検討した。供試体は写真-3に示すように、チェア、ダウエルバーを配置し、ダウエルバーの中央に破断を模擬した隙間を設けた。また、鉄網の影響を確認するため、供試体の片側に鉄網を設置した。供試体の厚さは 25cm とし、ダウエルバーはその中央（かぶり 12.5cm）に設置し、コンクリートは、JIS A 5308「舗装-4.5-6.5-20N」（標準養生 28 日での曲げ強度：5.76N/mm²）を用いた。なお、供試体は、ダウエルバーが健全な供試体、ダウエルバーの破断を模擬し破断隙間 0, 5, 10mm を設けた供試体の 4 種類を用いた。

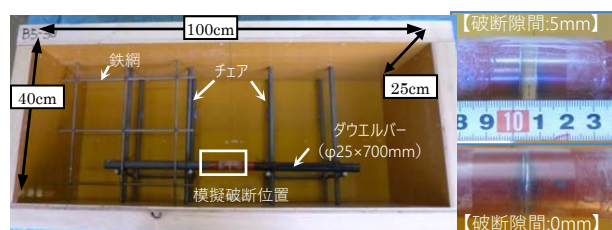


写真-3 模擬供試体の状況（コンクリート打設前）

測定は、図-2に示すように、所定の位置で磁石ユニットにより供試体の鉄網無側からダウエルバーを着磁させ、測定装置によりダウエルバーの磁極が S から N の向きへ測定した。また、鉄網の有無が測定結果に与える影響を確認するため、破断のない健全な供試体では着磁方向を逆（鉄網有側から）にした場合でも測定を実施した。

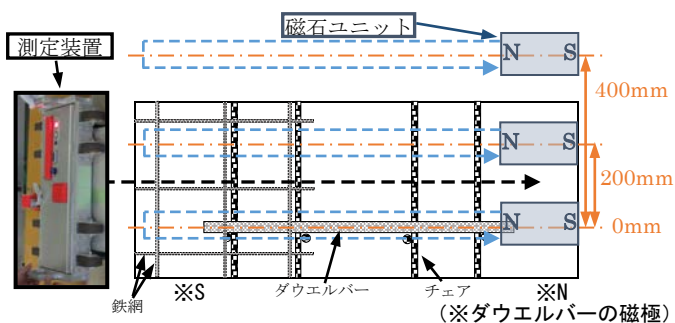


図-2 着磁および測定方法

キーワード コンクリート舗装, ダウエルバー, 漏洩磁束法, 破断検知

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6 (国研) 土木研究所 道路技術研究 G TEL029-879-6789

3. 検討結果

3.1 着磁方向の違いによる測定結果

図-3 に健全な供試体での着磁方向の違いによる測定結果を示す。鉄網無側から着磁した場合は右上がりの波形を示したのに対し、鉄網有側から着磁を実施した場合は、鉄網設置区間である 350mm 付近で山型の波形を示したことから、鉄網の影響を大きく受けていると考えられる。そこで、鉄網の影響を確認するため、図-4 に示す供試体内の磁束密度分布を確認したところ、ダウエルバー位置である供試体短辺 300mm より、350mm 位置の方が鉄網の影響を受けていることがわかる。そこで鉄網の影響を低減させるために、供試体短辺 350mm 位置の磁束密度を利用し、300mm 位置での磁束密度から 300 と 350mm 位置での磁束密度の差分に係数を掛け差し引くことで、補正を試みた。補正後の結果を図-5 に示す。模擬破断部付近の 400~600mm 付近に着目すると、着磁方向に拠らず同様な傾向の測定波形を示したことから、補正によって測定方法による鉄網の影響を低減させ、本検討での評価が可能であると考えた。

3.2 破断隙間の違いによる測定結果

図-6 に模擬破断隙間の違いによる測定結果を示す。破断位置 500mm を中心とした 400~600mm 付近に着目すると、健全では緩やかな右上がりの波形を示し、破断していない場合の波形を示した。破断隙間 0mm では、わずかであるが右下がりの波形を示し、破断を示唆するような波形を示した。破断隙間 5mm, 10mm では、400mm 付近に山型、600mm 付近に谷型の波形を示し、破断している場合の波形を示した。

本検討の範囲では、漏洩磁束法によりダウエルバーの破断を推定する場合、隙間が 5mm 以上であれば高い精度で破断検知が可能と考えられる。但し、隙間 0mm の場合でも、健全な供試体とは異なる波形を示していることから、健全と破断を示す閾値の検討、補正式の精度向上及び適用範囲の設定により、ダウエルバーの破断検知手法として適用できる可能性があった。

4. まとめ

漏洩磁束法により、ダウエルバーの破断検知を検討した結果、本検討の範囲では以下のことが分かった。

- (1) 測定方法によって、鉄網の影響を大きく受けた。しかし、事前に測定対象の磁束密度分布を把握しておくことで、鉄網の影響を低減できる可能性があった。
- (2) かぶり厚さ 12.5cm の場合、破断隙間が 5mm 以上であれば高い精度で破断検知が可能と考えられる。但し、隙間 0mm の場合でも、健全な供試体とは異なる波形を示していることから、ダウエルバーの破断検知手法として適用できる可能性があった。

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局：舗装点検要領，平成 28 年 10 月
- 2) (社) 土木学会：舗装工学ライブラリー2 FWD および小型 FWD 運用の手引き，pp.56-61，2002
- 3) 廣瀬ら：漏洩磁束法によるポストテンション実橋における PC 鋼材破断調査，プレストレストコンクリート工学会第 23 回シンポジウム論文集，pp.467-470，2014.10

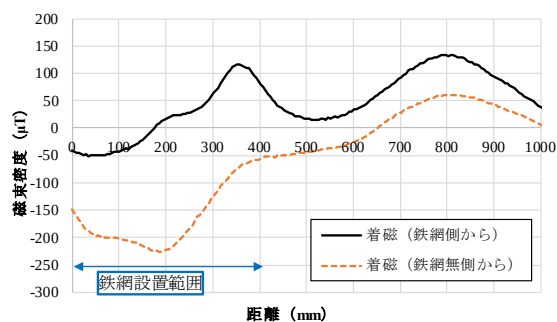


図-3 着磁方向による測定結果

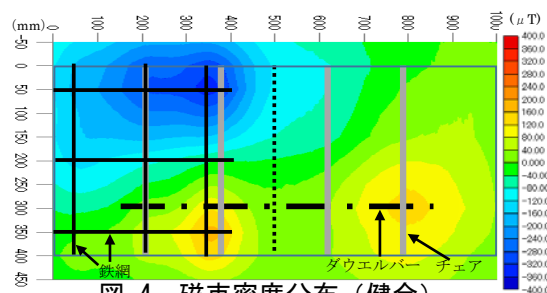


図-4 磁束密度分布 (健全)

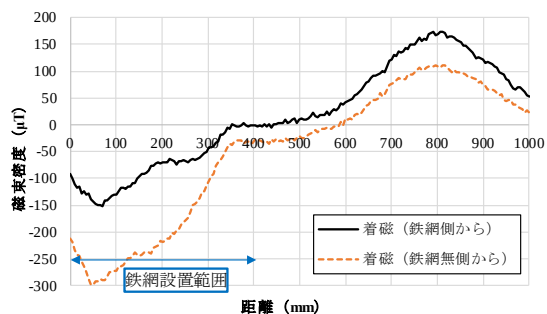


図-5 着磁方向による測定結果 (補正後)

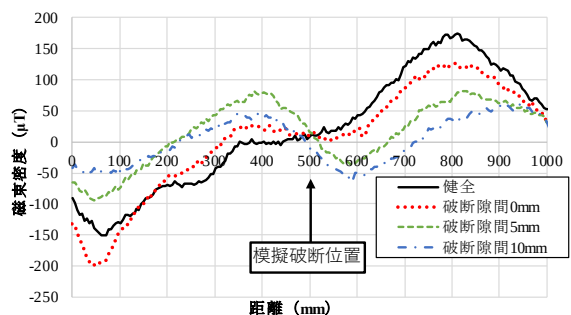


図-6 磁束密度測定結果 (補正後)