

導電性塗料を用いた PC 桁のひび割れ検知システムの開発

2020年5月18日
公益財団法人鉄道総合技術研究所

公益財団法人鉄道総合技術研究所（以下、鉄道総研）は、プレストレストコンクリート（以下、PC）桁に生じるひび割れとその位置を早期に検知するシステムとして、「導電性塗料を用いた PC 桁のひび割れ検知システム」を開発しましたのでお知らせします。

【主な特徴】

開発したシステム（以下、本システム）の特徴は以下の通りです。

- PC 桁の性能を評価する上で重要な変状であるにもかかわらず、列車通過時にのみ発生し、検知が難しい PC 桁の微細なひび割れを、PC 桁下面に塗布した導電性塗料の破断に伴う電気回路の抵抗値の変化から検知できます（図 1）。
- 計測した抵抗値は、インターネットを介して遠隔地からも確認できます（図 2）。

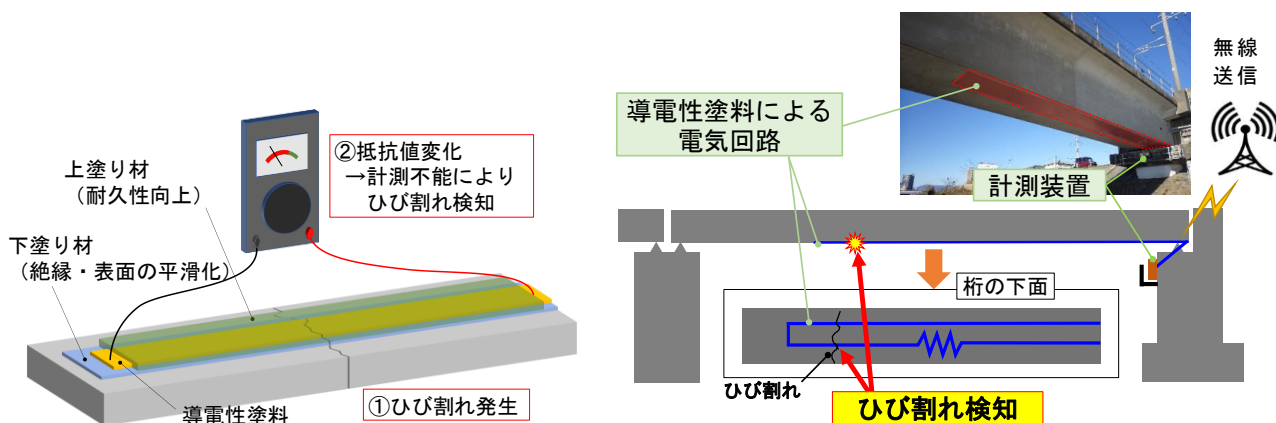


図 1 導電塗料によるひび割れ検知方法

図 2 PC 桁のひび割れ検知システムの概要

【本システムの効果】

本システムにより、目視による確認が困難な PC 桁下面のひび割れの幅とその位置を早期に検知できるようになり、より効果的な補修・補強工法の選定や補修スケジュール策定が可能となります。

【背景】

桁の長さ 20～50m 程度の橋りょうに多く適用される PC 桁は、予め複数の PC 鋼材を引張りその反力で線路の長手方向に圧縮力を作用させることで、列車通過時でもひび割れが発生しない桁です。しかし、PC 鋼材が腐食等によって破断すると圧縮力が減少し、桁下面にひび割れが発生する場合があります。全体の PC 鋼材に対し、破断した PC 鋼材の本数が少ない初期段階では、列車通過時のみにひび割れが発生する程度ですが、破断本数の増加に伴って、常時ひび割れが発生している状態となり、桁自体の耐力が大きく低下する可能性があ

ります。そのため、列車通過時のみにひび割れが発生する初期段階での検知が PC 桁の維持管理上有効ですが、目視による確認が困難という課題がありました。

【本システムの概要】

本システムでは、導電性塗料をスプレー塗りで電気回路を PC 桁下面に構成します。ひび割れ発生に伴い導電性塗料が破断すると、電気回路が断線し導通しない状態となり、ひび割れを検知します。

なお、本システムの電気回路は、ひび割れの発生数や発生位置を把握できるように、コンクリート上に直接導電性塗料を塗布したひび割れの検知部と、ひび割れが発生しても破断しないように柔軟なウレタンテープ上に導電塗料を塗布した断線しにくい通電部から構成されます（図 3）。ひび割れの発生を特定したい範囲には検知部を、それ以外の範囲には通電部を配置することで、図 4 に示すように複数のひび割れとその発生位置を検知できます。また、事前にひび割れの発生数、発生位置と PC 桁の耐力との関係を把握しておくことで、ひび割れ発生時の残存耐力の推定が可能となります。

本システムの計測装置は電池で 1 年以上駆動し、1 秒間に 50 回の頻度で測定した各電気回路の抵抗値を SD カードなどの記録媒体に記録するとともに無線発信できるため、インターネットを介して遠隔地からも抵抗値を迅速に確認することができます（図 2）。

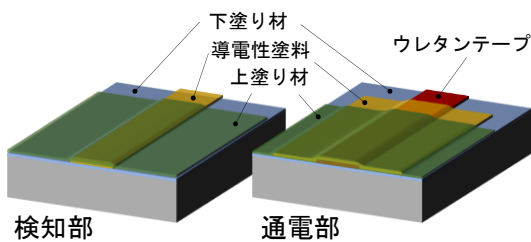


図 3 検知部と通電部の概要

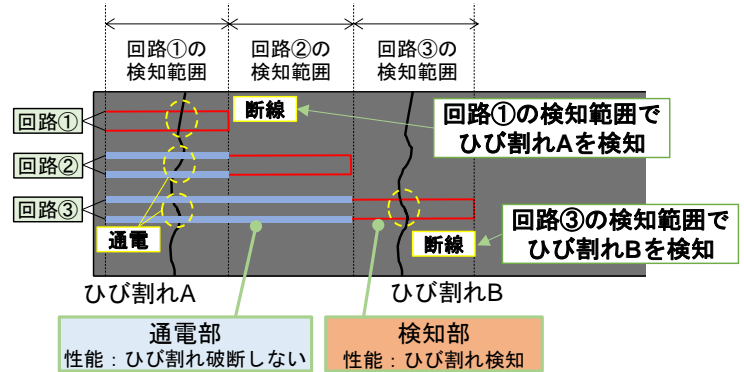


図 4 PC 桁下面の電気回路構成イメージ

検知部は 0.2mm 程度以上のひび割れ幅で断線するのに対し、通電部は 1mm 程度のひび割れ幅でも断線しないことが室内での試験によりわかっています（図 5）。また、橋りょうを模擬した試験体に、繰返しひび割れを発生させる試験を行い、列車通過時のみ開口するようなひび割れが発生した際に、通電部は断線せずに検知部のみが断線し、ひび割れを検知できることを確認しています。

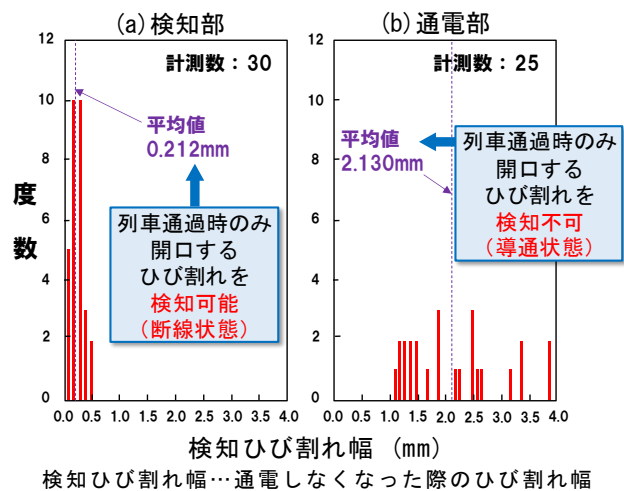


図 5 検知部と通電部における各導電性塗料のひび割れ特性

【適用状況】

本システムは現在、在来線の実構造物において試験運用を行っており、2016年12月に屋外に設置して3年以上が経過していますが、装置に故障は発生しておらず、電池交換以外に装置のメンテナンスを行わずに稼働しています。

本研究の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施しました。

(報道機関問い合わせ先)

公益財団法人鉄道総合技術研究所総務部 広報 TEL : 042-573-7219