

トピックス

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

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。

【主な特徴】

- 開発したシステムの特徴は以下のとおりです。
- PC桁の性能を評価するうえ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ともな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）。

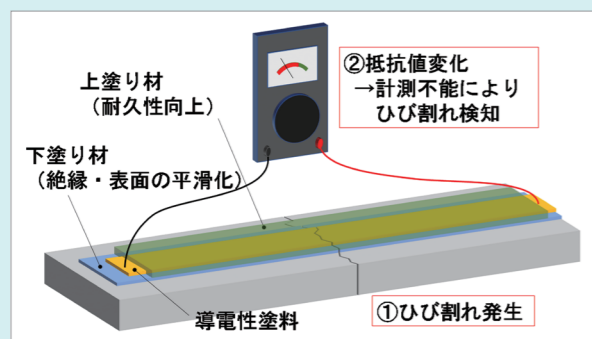


図1 導電性塗料によるひび割れ検知方法

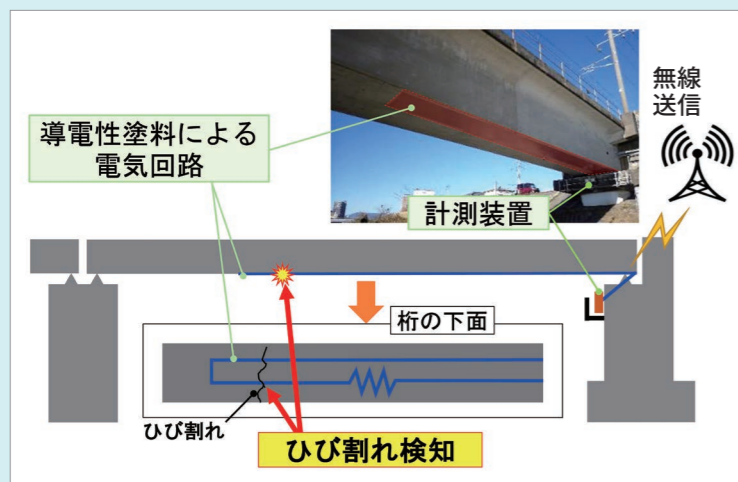


図2 PC桁のひび割れ検知システムの概要

【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、あらかじめ複数のPC鋼材を引っ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鋼材が腐食など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、破断本数の増加にともなって、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布することで電気回路をPC桁下面に構成します。ひび割れ発生にともな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ができるため、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）。

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、繰り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。

【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。

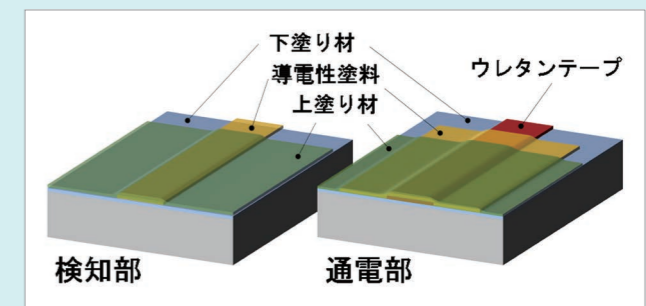


図3 検知部と通電部の概要

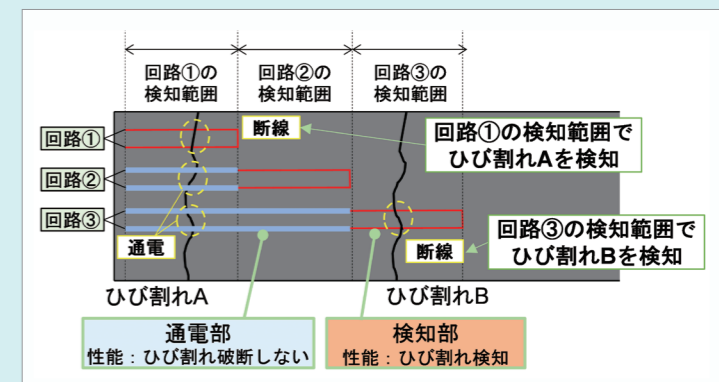


図4 PC桁下面の電気回路構成イメージ

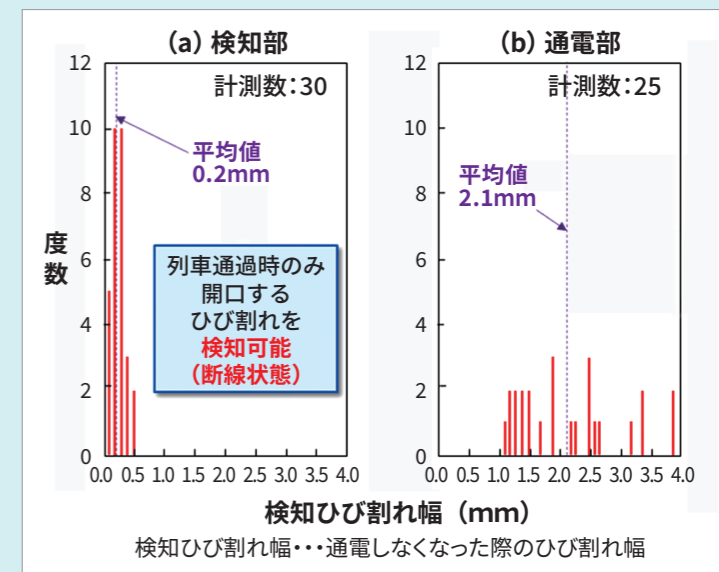


図5 検知部と通電部における導電性塗料のひび割れ検知特性