

## 応力発光技術を用いたコンクリート橋のひび割れ進展挙動の定量評価に関する試験施工

西日本高速道路（株） 正会員 ○福田 雅人  
 国立研究開発法人産業技術総合研究所 正会員 徐 超男  
 九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信  
 西日本高速道路エンジニアリング九州（株） 麻生 孝志

### 1. はじめに

本検討では、コンクリート橋に応力発光技術<sup>1),2)</sup>を適用した際の定量的な点検・調査指標を策定することを最終目的として、箱桁内のひび割れを定量評価するための試験施工を実施した。

### 2. 応力発光技術の概要

応力発光技術には、外部からの機械刺激により発光する材料が使用され、その刺激には摩擦、衝撃、圧縮、引張、ねじりなどがある。発光材料は機械刺激によりそのエネルギーを光として放出する性質を有している。応力発光材料の発光強度は、加えたひずみエネルギーと線形関係になることが明らかにされているため、その発光強度から応力やひずみの分布情報が得られる。

### 3. 道路管理者としてのニーズ

NEXCO 3 会社が維持管理する道路は日本全国で約 9,000km に達し、供用開始から 30 年経過した橋梁は総延長の 4 割を超えている。また、大型車交通量が年々増加しており、車両諸元に関する規制緩和により車両の総重量も増加していく傾向にある。このような状況下で老朽化していく橋梁を今後、適切に維持管理していく上で、道路管理者としてあげられる応力発光技術のニーズには、以下の 4 つがある。

- 1) 高橋脚など点検困難箇所の補完：遠望目視により構造物の応力分布を得ることができるか
- 2) トラス橋の格点部など要点検部位の抽出：変動荷重に対する応力挙動の可視化ができるか
- 3) 変状のモニタリング：変状の進展や程度の情報を面的に得ることができるか
- 4) 設計・施工の妥当性確認：応力集中部位の実作用を定量的に得ることができるか

以上のことから、応力発光技術を橋梁などの社会インフラに適用することで、発光強度に基づくひずみ量と材料強度特性値を比較するなどの定量的手法が確立できれば、構造物の健全性をより効率的に評価できると考えられる。

### 4. 対象橋梁

対象橋梁の諸元を図-1 に示す。

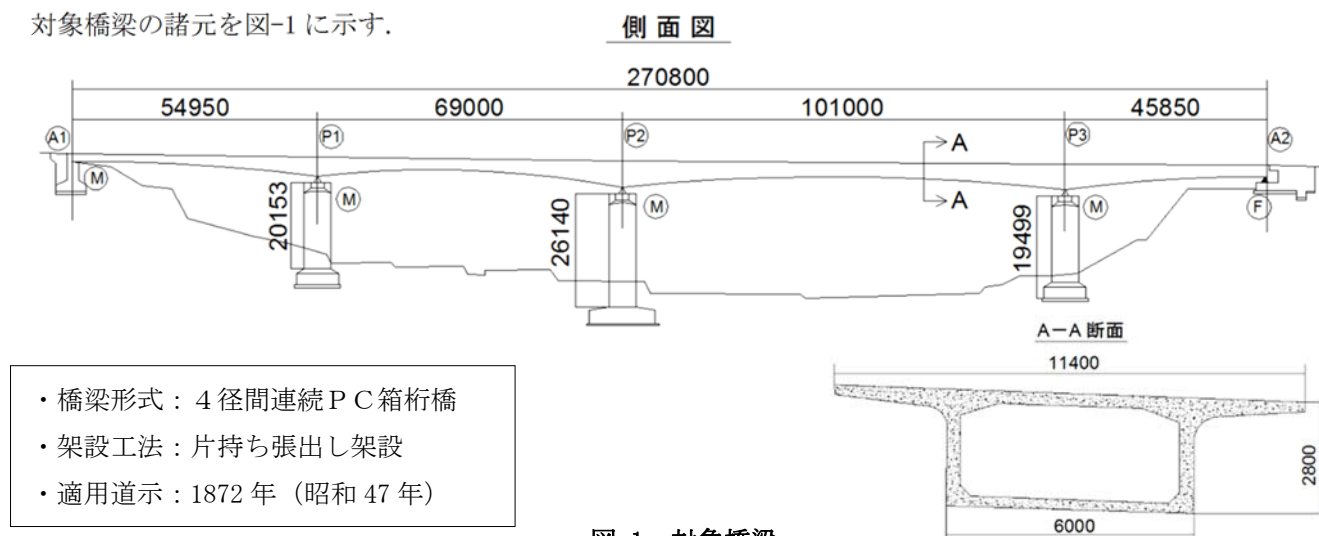


図-1 対象橋梁

キーワード 応力発光技術，コンクリート橋，維持管理，ひび割れ

連絡先 〒530-0003 大阪府大阪市北区堂島 1-6-20 堂島アンバザ 18F TEL：06-6344-7384

〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町 807-1 TEL：0942-81-3661

## 5. 試験施工の方法

応力発光技術を実橋に適用した事例は少なく、耐候性等に関する知見も十分ではない。このことから、不確定要素を極力排除する目的で、降雨や紫外線等の劣化因子が無い上部構造の箱桁内部に応力発光技術を適用することとした。

一般に、箱桁内部には図-2に示すプレストレス導入により応力が集中するPC鋼材の定着部がある。この定着部に対しては、局部応力の算出結果に基づき補強対策を講じるが、コンクリートにひび割れが生じることがある。本検討では、点検で発見された下床版の定着部付近のひび割れを対象として、その変状進展の有無および応力集中部の実応力を定量評価することを目標にした。

応力発光材料の適用方法には、主として塗料として塗布する方法と、シート状に加工して接着する方法がある。本検討で対象部位としたコンクリート表面には、型わく跡やほうき目仕上げ等の不陸があったことなどから、施工性の確保と膜厚変化を抑えるために、シートを接着する方法を採用した。なお、対象部位のコンクリート表面の不陸は0.5mm以下まで動力工具で研掃した。その後、塵埃等を除去して常温硬化型ポリエステル系接着剤により対象部位にシートを接着し、現場の温度に応じて接着剤が硬化するために必要な日数以上の期間、加圧養生した。

## 6. 試験施工の結果

応力発光シートの発光状況を図-3に示す。一般車が路面を走行していない状態では発光せず、大型車が試験施工箇所の直上を通過した際にひび割れ付近に発光が確認された。この発光は交通荷重によるひび割れの微小な開閉口挙動がシート中の応力発光材料により可視化されたために生じたと考えられる。また、近接目視点検では確認できなかったひび割れによると考えられる発光が確認できた部位もあった。

これらの結果から、応力発光シートを活用することで、コンクリートのひび割れの進展挙動を定量予測できると考えられる。なお、発光強度を計測することで、車両重量が未知でもひずみ変化量と開閉口変位量を算出することはできる。ただし、本検討では試験車両を用いた活荷重とひずみ量の関連付けは行っていない。

## 7. まとめ

- 1) 実橋のコンクリート橋箱桁内に応力発光材料をシート状に加工して所定の方法で接着することで、ひずみエネルギーと発光強度に相関がある応力発光体の機能を発揮できることを確認した。
- 2) 本検討の試験施工は定性評価ではあったが、応力発光シートを用いることで、コンクリートのひび割れの有無やその進展の可視化が期待できることを明らかにした。

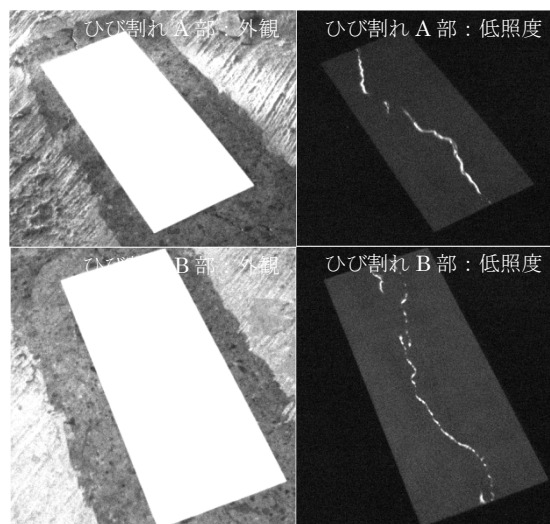
今後、適用した応力発光シートを次回の詳細点検まで存置し、季節変化に伴う発光機能の温度依存性などを検討する。また、発光挙動を定量評価することで、発光強度からひずみ量やその面的な分布を明らかにする。これらの知見に基づき、紫外線を受ける屋外環境への展開や、上部構造以外の構造物への適用についても検討していく。

## 参考文献

- 1) Linsheng Liu, Chao-Nan Xu, Akihito Yoshida, Dong Tu, Naohiro Ueno, and Shigenobu Kainuma, Scalable Elasticoluminescent Strain Sensor for Precise Dynamic Stress Imaging and Onsite Infrastructure Diagnosis, Adv. Mater. Technol. 2019, 4, 1800336.
- 2) 応力発光技術コンソーシアムホームページ: <https://unit.aist.go.jp/kyushu/MLTC/substance.html>.



図-2 箱桁内にあるPC鋼材の定着部



シートの寸法: 105mm×297mm (A4 版半割)

図-3 応力発光シートの発光状況