

画像変位計測を用いたコンクリート床版不具合検知に関する実験的検討

(株)大林組 ○谷田部勝博(正会員), 富井 孝喜(正会員)

日本電気(株) 今井 浩, 高田 巡

1. はじめに

画像変位計測は、可視光カメラで構造体表面の時系列画像を撮影し、時系列画像中の構造体表面のテクスチャの移動軌跡を精密に追跡することで、構造体の 3 次元変形を観測する技術である(図 1)¹⁾²⁾。これまで本技術を用いて、供用中の RC 床版をおよそ 7m の距離から撮影し、表面変位とたわみ量の変化をとらえた報告もある³⁾。本技術は、面内の変位に加えて光軸を中心とした画像の拡大縮小を計測することで奥行き方向の変位(面外変位)も観測することができるため(図 2)、橋梁上部工のようなコンクリート構造物のひび割れやはく離といった不具合を検知・判別することが可能と考え、今回、室内実験により検証した。

2. 载荷実験

(1) 試験体概要

試験体は幅 300mm、厚さ 40mm、長さ 1700mm のコンクリート製の床版とした。試験体の種類としては、ひび割れ等の欠陥のないものを 2 体(健全)、長さ方向中央に幅 0.2mm 深さ 10mm のスリットを設けた試験体を 1 体(ひび割れ)、長さ方向中央から厚さ 20mm 幅 100mm にわたり PP シートにより縁を切った試験体を 1 体(はく離)の計 4 体製作した(図 3)。なお、試験体の落下防止の補強として、断面中央部に $\phi 3.2 \times 75\text{mm}$ の溶接金網を配置した。

(2) 実験概要

実験では、スパン長 1500mm の架台を単管パイプで組み立てて試験体をのせ、支点およびスパン中央に高感度変位計を設置し载荷による変位を測定した(写真 1)。また、健全試験体では、スパン中央の下面にひずみゲージと PI 型変位計を設置してコンクリートのひずみを計測した。ひび割れ試験体とはく離試験体については、ひずみゲージは設置せず、ひび割れまたははく離をまたぐように PI 型変位計を設置した。

試験体を架台に設置したのち、スパン中央に重さ 5kgf の錘を 1 枚ずつ載せて、その都度試験体下面よりコンクリート表面をモノクロ CMOS センサカメラ(撮影距離 670mm、レンズ焦点距離 25mm、センサ画素ピッチ $5.5 \mu\text{m}$)で撮影した。本実験では荷重ごとの静止画像群を時系列画像として解析した。

撮影範囲は $250 \times 250\text{mm}$ とし、最大荷重はひび割れ・はく離は 25kgf とし、健全は 30kgf とした。

キーワード: コンクリート, 非破壊検査, 画像解析, ひび割れ, はく離

連絡先: (株)大林組 技術第一部 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 Tel: 03-5769-1322, Fax: 03-5769-1978

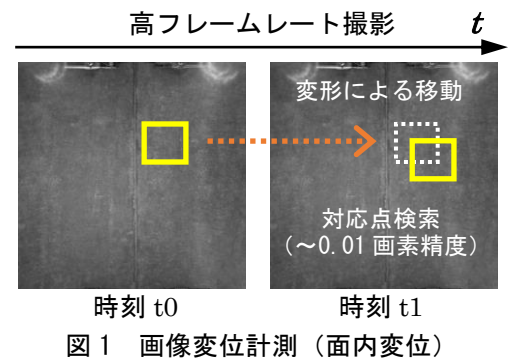


図 1 画像変位計測 (面内変位)

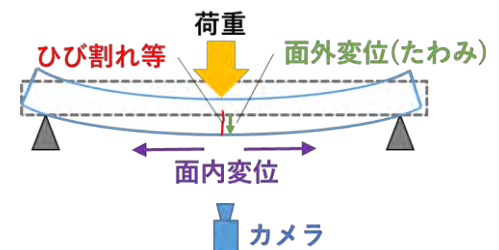


図 2 画像変位計測 (面内・面外変位)

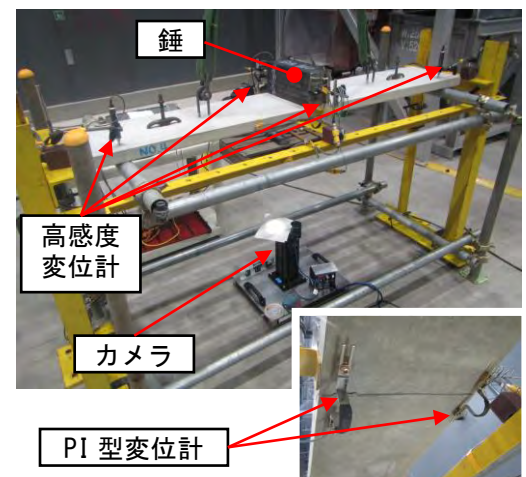


写真 1 実験状況

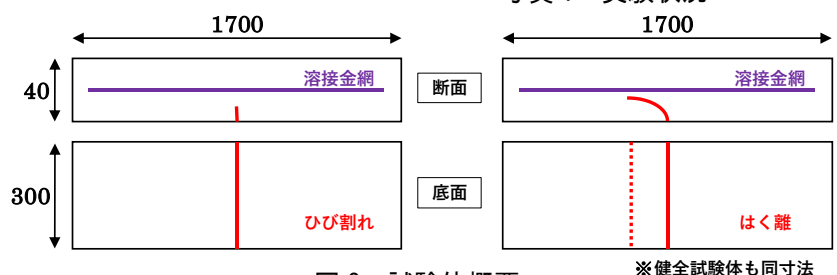


図 3 試験体概要

3. 実験結果と考察

図4に荷重ごとの面内変位の可視化結果を示す。ここで、荷重 0kgf は自重のみの状態である。健全試験体では最大荷重 30kgf でも面内変位に大きな変化は確認できなかった。ひび割れ試験体では、自重状態の荷重 0kgf でほとんど変位が出ていないが、15kgf 以降になると面内変位がはっきりと確認できた。これは 15kgf 载荷した時点でスリットからひび割れが発生したため、この影響により明確な面内変位として観測されたためと思われる。はく離試験体では自重の時点から変位が認められた。これは、はく離は PP シートによる縁切りがされているため、自重でも変位が発生したものと考えられる。

荷重が 15kgf 以上になった場合は、欠損位置から明確に左右に変位が発生しているのがわかるが、この可視化結果からだけではコンクリートに発生している不具合がひび割れなのか、はく離なのかを判別することができない。そこで、欠損部分の両側のたわみに着目し画像解析結果と高感度変位計による測定結果の比較を行った。測定結果を図5、6に示す。ひび割れ試験体では、ひび割れ部分を挟んだ両側のたわみが、それぞれ変位計による計測結果とよく一致している(図5)。しかしはく離試験体では、はく離箇所の右側は変位計の値と一致しているが、左側は大きくかい離している(図6)。これは、はく離の場合ひび割れが水平方向に延びていることから、変形が左右対称となりにくいためと考えられる(図7)。

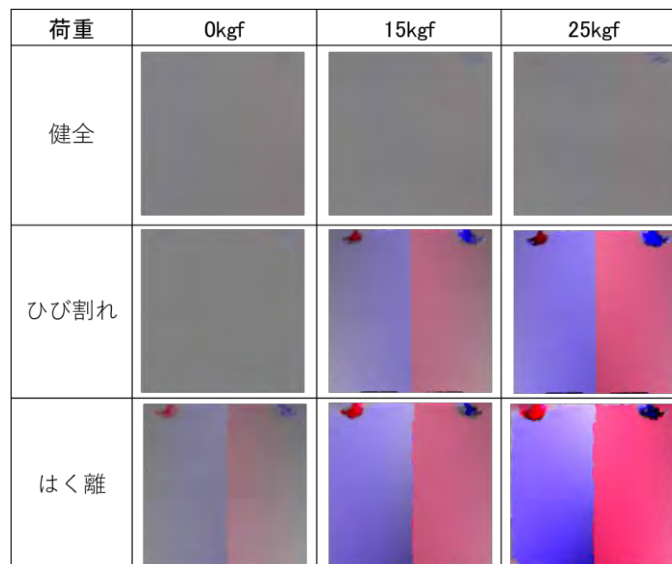
4. まとめ

画像変位計測技術を用いることで、コンクリート部材の変形状態を撮影した画像をもとに面内変位を可視化することで、ひび割れやはく離の不具合を検知することが確認できた。あわせて奥行き方向の変位を解析することにより、ひび割れとはく離の判別が可能であることも確認できた。

今後は実用化に向け、撮影距離や撮影範囲の増大、適切な光量についても検討していきたい。

参考文献

- 1) 今井, 王, 太田, 村田: 画像変位計測による構造物の内部劣化状態検出, 2015 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, D-11-15
- 2) 今井, 太田, 村田: 単眼画像による構造物劣化検出における面内・面外変位の分離, 2015 年電子情報通信学会基礎・境界サイエティ大会講演論文集, A-18-1
- 3) 今井: 画像計測による構造物の内部劣化状態検出, 日本光学学会光設計研究グループ機関誌 No.61(2017), pp.3-8



※青は左への変位、赤は右への変位を示し、濃いほど変位が大きい。
灰色は変位が小さいことを示す。
※上部の色が反転しているのは、照明の反射の影響。

図4 面内変位の可視化結果

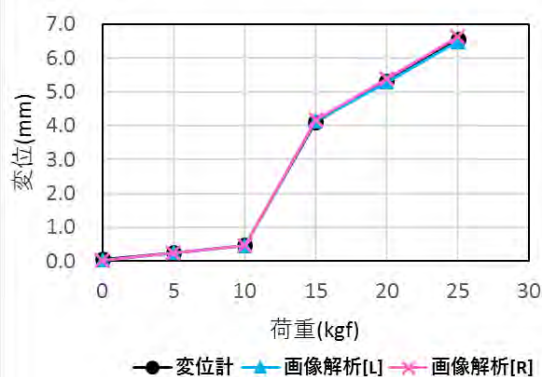


図5 ひび割れ試験体たわみ計測結果

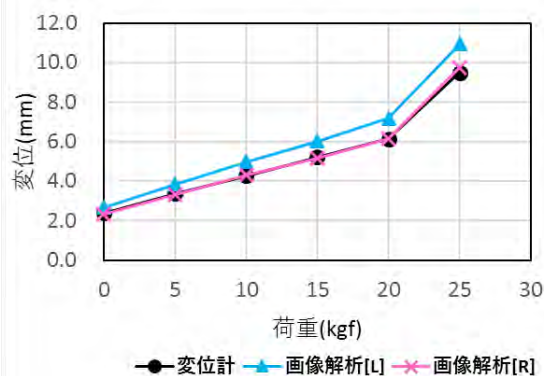


図6 はく離試験体たわみ計測結果

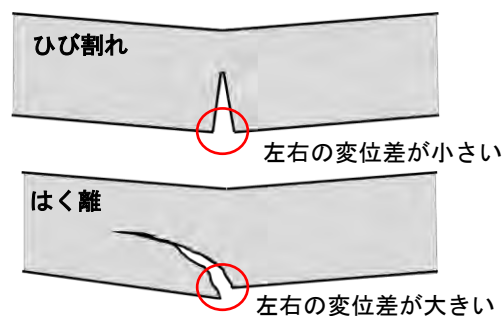


図7 ひび割れとはく離の変形