

## 動画を用いた引張疲労試験時のひび割れ幅計測に関する基礎的検討

安藤ハザマ 正会員 ○野間 康隆, 澤田 純之, 船津 貴弘, 西村 毅  
公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 佐藤 祐子, 渡辺 健, 徳永 宗正

### 1. はじめに

限られた財政や技術者が不足するなかで実施される維持更新のためのインフラ点検業務では、コスト、人手、手間がかかることが課題となっている。このような背景の下、筆者らは、社会インフラの効率的点検に寄与する技術として市販の一眼レフデジタルカメラを用いて遠隔で点検対象構造物のひび割れを撮影し、撮影画像からひび割れ抽出や幅推定が可能なひび割れ画像計測手法を開発してきた<sup>1)</sup>。本研究では、この技術の動画使用時の適用性を検討し、動画で引張疲労試験時の鉄筋コンクリート製の試験体のひび割れを撮影し、この際のひび割れ幅の測定に関する基礎的検討を実施した。

### 2. 試験ならびに撮影概要

使用した動画の詳細を表-1に、引張疲労試験時の試験ならびに撮影状況を図-1に示す。2規格の動画で、静的・動的载荷の計4種類の動画データを取得した。試験には、100×100×600mmのコンクリート部分に鉄筋が埋め込まれた鉄筋コンクリート製の試験体を使用した。この試験体に静的荷重や繰り返し動的荷重を与え、ひび割れを発生させるとともに4K、ハイビジョン動画によるひび割れの開閉確認やひび割れ幅の変化の計測を行った。同時に、クラックスケールならびにパイゲージでひび割れ幅を計測した。使用したカメラは、Canon EOS 5D Mark IVである。カメラは、三脚に固定した。撮影距離は、2mと設定した。撮影時に、特殊な照明は使用せず、屋外からの日光照射ならびに実験室内照明使用下で撮影を行った。撮影は、試験開始時の30.5kN静的荷重作用時(载荷し、荷重を一定とした状態)と疲労試験中の载荷周波数12Hzの動的荷重作用時に行った。

### 3. 解析概要

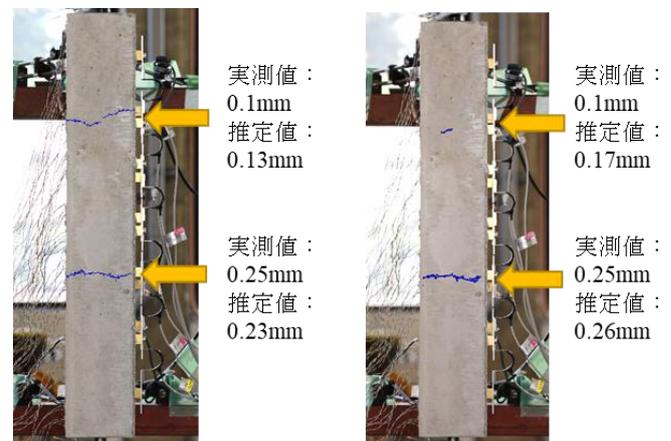
動画から抜き出した静止画にひび割れ画像解析<sup>1)</sup>を適用し、ひび割れ抽出を行った。また、幅推定に関しては、連続するひび割れの輝度分布から平均ひび割れ幅を推定する方法を開発し用いた。

表-1 使用した動画の詳細

動画規格	サイズ(Pixel)	フレーム数(fps)	撮影画像の分解能(mm/画素)
4K	4096×2160	29.97	0.17
ハイビジョン	1280×720	119.9	0.56



図-1 試験ならびに撮影状況



(a)4K撮影 (b)ハイビジョン撮影  
図-2 静的载荷時の抽出と幅推定結果

キーワード 動画, 引張疲労試験, ひび割れ, ひび割れ幅

連絡先 〒305-0821 茨城県つくば市荻間 515-1 安藤ハザマ技術研究所 TEL 029-858-8813

## 4. 実験と解析の比較

### (a) 静的荷重載荷時

30.5kN 静的載荷後の画像を用いたひび割れの抽出ならびに幅推定結果を図-2に示す。4K 動画では、幅 0.1mm のひび割れを完全に抽出できたが、ハイビジョンでは、抽出が不完全となった。また、クラックスケールで実測した結果と比較すると、推定誤差 0.1mm 以下で幅推定ができていたことが確認できた。

### (b) 動的荷重載荷時

ひび割れが最も開いているときと閉じているときの撮影画像とひび割れ抽出結果を図-3、4に示す。4K の場合、ひび割れが閉じたことにより、画像解析によるひび割れの一部が抽出できなくなっている。ただし、抽出できなかった箇所についても、撮影画像から目視で確認できる場合があった。一方で、ハイビジョンの場合は、ひび割れが閉じたことにより、撮影画像から目視でのひび割れの確認が困難になっており、画像解析によるひび割れの抽出もできなかった。

図-3のひび割れのパイゲージの計測結果(サンプリング周波数500Hzのデータを平均し間引いたもの)と30フレーム分の画像解析による幅推定結果を図-5に示す。パイゲージの計測値は、ひび割れ幅の最大値が0.25mm、最小値が0.10mmであった。図-5より、12Hzの加振に対し、4Kならびにハイビジョンいずれの動画撮影でも最大ひび割れ幅および幅0.15mm以上のひび割れが計測できることがわかった。しかしながら、4Kでは、最小ひび割れを大きく計測していることがわかる。これは、抽出できていない箇所を考慮せず、抽出できた部分だけで平均ひび割れを算出しているためと考えられる。また、ハイビジョン撮影では、分解能0.56mm/画素に対し、最小ひび割れ幅0.10mmのひび割れは画像上でぼやけてしまい、画像からひび割れが計測できない時点があり、この場合はひび割れ幅0mmとしている。

## 5. まとめ

4Kならびにハイビジョン動画を利用して、引張疲労試験時に発生あるいは開閉するひび割れ幅の挙動の計測を試み、静的・動的荷重作用時の動画によるひび割れ幅の計測の可能性を示すことができた。

### 参考文献

1)野間ら：輝度と幾何学的特性を用いたひび割れ画像計測手法の開発とRC桁の現地実験，土木建設技術発表会2018概要集，pp.97-102，2018

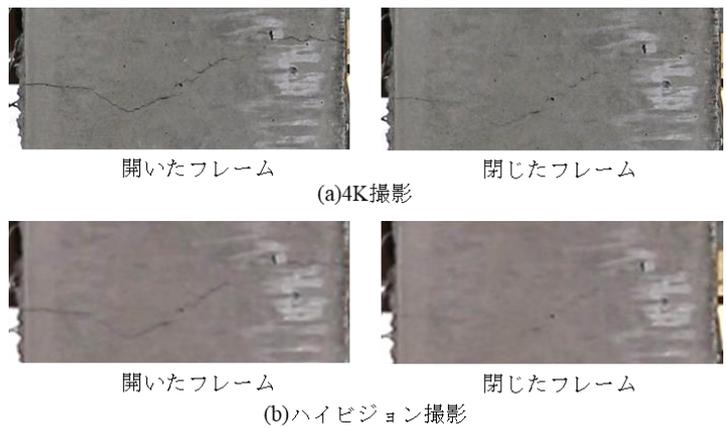


図-3 ひび割れの開閉状況

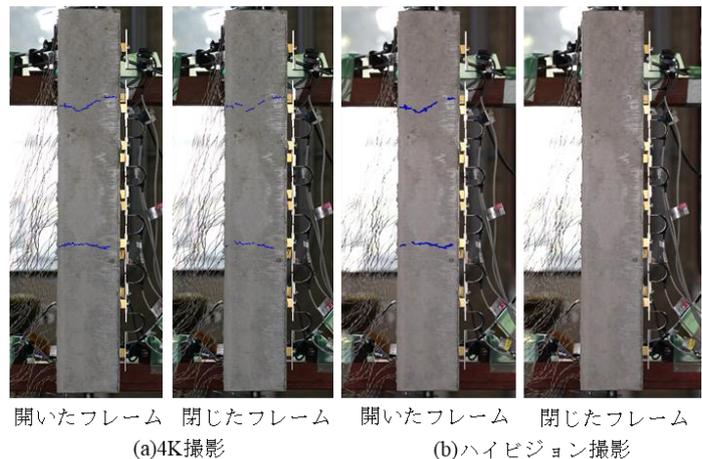


図-4 動的載荷時の抽出状況

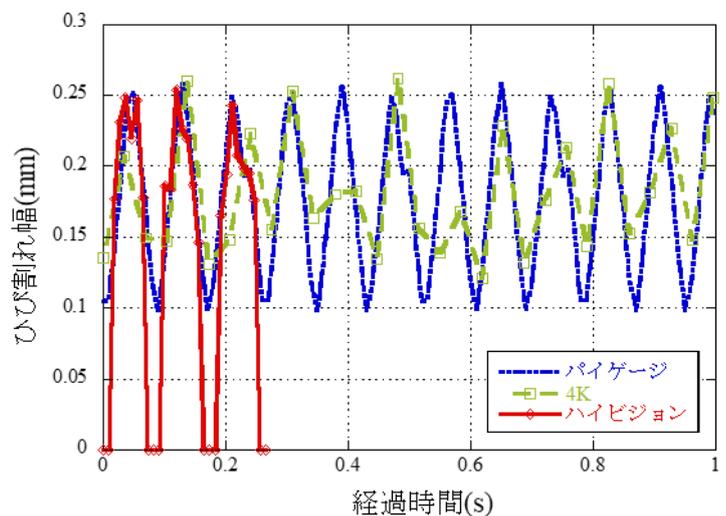


図-5 ひび割れ幅の経時変化