Crack Monitoring System for Concrete Structures Using Noncontact Displacement Measurement

学 ○西山 慎一 (立命館大) 正 日下 貴之 (立命館大 理工)

正 野村 泰稔 (立命館大 理工)

Shinichi NISHIYAMA, Ritsumeikan University, 1-1-1, Noji-Higashi, Kusatsu, 525-8577

Takayuki KUSAKA, Ritsumeikan University

Yasutoshi NOMURA, Ritsumeikan University

1 緒言

近年、コンクリート構造物の劣化が問題視されており、それらの高度な維持管理手法として構造物をリアルタイムに監視するシステムが注目されている。その中で非接触型のもは既設構造物への適応が容易で比較的広範囲を監視することができる。現在、非接触型でコンクリート構造物のき裂を検出するシステムとして、人工知能を応用した研究などが進められているが、原理上、誤検出を避けることが容易でなく、き裂開口量といった定量的な情報を得るには十分とは言えない。そこで本研究では、デジタル画像から対象物の変位場を計測し、そこから得られるひずみ場を積極的に活用することによりき裂の位置や開口量を定量的に評価できるモニタリングシステムの開発を試みる。

2 システムの概要

本研究では、図1のように、節点 i, j, k とこれらで形成される三角形要素 e を用いる。 i, j, k の変位からひずみ-変位関係式を用いて e のひずみベクトルを算出し、次にひずみベクトルから見かけ上の最大主ひずみ ε^*_{max} と主ひずみ方向 ϕ_n を算出する。 ε^*_{max} は測定対象面に実際に作用する主ひずみ ε_{base} とき裂開口による変位から e に生じた見かけ上の主ひずみ ε_{crk} を用いて $\varepsilon^*_{max} = \varepsilon_{base} + \varepsilon_{crk}$ と近似したものである。また、コンクリートのような脆性材料では $\varepsilon_{base} \approx 0$ と近似でき¹⁾、ここから $\varepsilon^*_{max} = \varepsilon_{crk}$ と仮定する。同様に、脆性材料ではき裂の進展方向が主ひずみ方向 ϕ_n にほぼ直交することに着目し、き裂進展方向 θ_{crk} は $\theta_{crk} = \phi_n + \pi/2$ と求める。このように得られた ε^*_{max} と θ_{crk} からき裂開口量 δ_{crk} を求める。

本システムでは以上の原理を用いて、対象のデジタル画像データ上に仮想要素を配置し、画像相関法によって得られた各節点の変位から各仮想要素の δ_{crk} を算出する。そして、構造物の使用要件によって別途決定されるしきい値 δ_{th} と比較することで、き裂発生状況の判定を行う。

3 実証試験

提案するシステムの有効性を検証するために、コンクリート梁(100×100×400 mm)に四点曲げ負荷を与え、き裂進展状況のモニタリングを行った。実験には有効画素数 3456×2304 pix の CCD カメラを用いた。図2にき裂進展後の供試体のき裂進展状況と、図3にき裂幅しきい値 δ_{th} を 0.2 mm とし、評価したき裂発生分布を示す。これらと比較することによって本システムで評価したき裂分布が、実際のき裂分布と、ほぼ一致することが確認された。以上のことから本システムを用いてき裂発生の有無とその開口量を定量的に評価できることが明らかになった。

Fig.1. Definition of triangle element.

Fig.2. Specimen with crack

Fig.3. Result of crack distribution.

参考文献

- 1) Kusaka, T., Real-Time Monitoring of Crack Growth Behavior in Concrete Structures Using the Grid Method with a Crack Width Detection Algorithm, *Structural Health Monitoring* 2005, pp.291-298.
- 2) Kusaka, T. et al., Detection of Concrete Crack Based Noncontact Strain Measurement by CCD Camera, *Symposium on Evaluation and Diagnosis*, No.3, (2004), pp.141-144.