

電子スペckルパターン干渉法を用いた RC はりのひび割れ計測法

長崎大学大学院 学生会員 ○大原 智裕
 長崎大学大学院 学生会員 浦田 美生
 長崎大学大学院 学生会員 浜岡 広

長崎大学 正会員 松田 浩
 長崎大学 非会員 山下 務
 福岡工業技術センター 非会員 内野 正和

1.はじめに

従来、鉄筋コンクリート(以下、RC と略記)の実験では、ひずみゲージを用いて計測が行われてきた。しかし、ひずみゲージでは、ひび割れ発生位置にひずみゲージを貼付することは困難なこと、また偶然にもゲージ貼付位置にひび割れが発生しても、ひび割れ発生後にはゲージが切断され、ひずみ値に信頼性がないなど、ひび割れの発生・進展を追跡することは困難である。また、ひずみゲージで計測されるひずみ値は貼付したゲージ長の平均ひずみ値であり、ひび割れ近傍のひずみ値を正確に表すものではない。コンクリートの試験では骨材部やモルタル部の剛性の差を平均的に取り扱って評価するため、最大骨材寸法を基準としたゲージ長を用いることが規定されている。

本研究では、非接触で全視野計測が可能な電子スペckルパターン干渉法(以下 ESPI と略記)を用いて、せん断補強筋のない RC はり試験体の載荷試験を実施し、ひび割れ発生箇所の特定制とひび割れ幅計測の可能性について検討した。

2.鉄筋位置におけるコンクリート表面ひずみの計測

2.1 試験概要

試験体寸法および載荷方法を図-1 に示す。またコンクリート配合表を表-1 に示す。

有効高さ $d=67\text{mm}$ を一定として、支点から載荷点までの距離 a を変化させることで、せん断スパン有効高さ比(a/d)を変化させた。試験体は、 $a/d=0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ のものについて、それぞれ 3 体ずつ製作した。試験体製作には普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比を 50%とした。鉄筋には D6 を使用し、引張側に 2 本配置した。試験中は ESPI により、コンクリート表面ひずみ計測を実施した。また、変位計によりスパン中央部の変位を測定した。載荷試験後、ESPI により得られたひずみ分布から、試験体表面の鉄筋位置におけるひずみについて検討した。

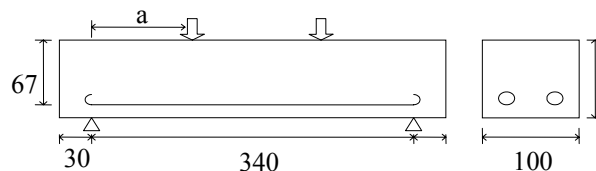


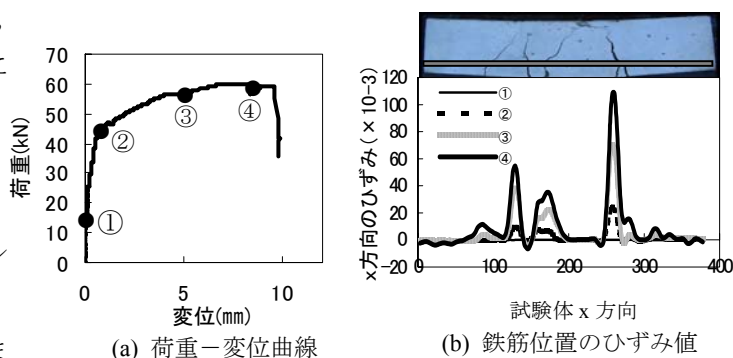
図-1 試験体寸法

表-1 コンクリート配合表 (kg/m³)

水	セメント	細骨材	粗骨材	AE剤
175	350	748	971	7.00

2.2 試験結果

図-2 にせん断スパン有効高さ比 $a/d=1.5$ の試験体の、鉄筋位置におけるコンクリート表面ひずみの推移を示す。(b)図のひずみ値は(a)図の荷重-変位曲線の①~④の荷重値におけるひずみ値を示したものである。(b)図の上に示すひび割れ発生箇所、ひずみ値が局所的に大きくなっている。したがって、各位置でのひび割れ箇所をデジタル情報として特定することが可能となり、ひび割れ図を描画することができる。



(a) 荷重-変位曲線

(b) 鉄筋位置のひずみ値

図-2 鉄筋位置におけるコンクリート表面ひずみの推移

3.RC はりのひび割れ幅計測

3.1 試験概要

試験体寸法、計測範囲、および試験体設置状況を図-3 に示す。試験体中央下部にひび割れを誘発させるために切欠きを設け、試験中は切欠き先端部に取り付けたクリップゲージによりひび割れ幅を計測した。また、ESPI により、コンクリート表面の全視野ひずみ計測を実施した。さらに、ESPI 計測面の裏側にひずみゲージを貼り、鉄筋位置でのひずみを計測した。

キーワード ESPI 計測、非接触、全視野、ひずみ計測、ひび割れ幅計測

連絡先 〒852-8521 長崎県長崎市文教町1番18号 TEL:095-819-2590 FAX:095-819-2590

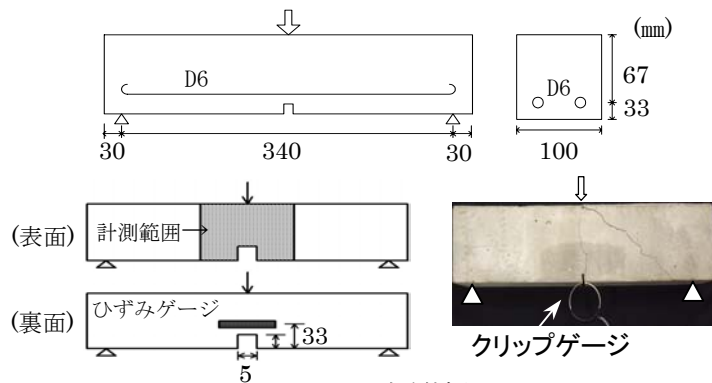


図-3 試験体概要

表-2 コンクリート配合表 (kg/m³)

水	セメント	細骨材	粗骨材	AE剤
175	350	748	971	7.00

3.2 試験結果

(1) ESPI 計測による試験結果

クリップゲージおよびひずみゲージによる計測結果と、ESPI 計測結果の比較を図-4 に示す。

全視野計測により得られたひび割れ幅とひずみはそれぞれのゲージの値と、破壊前までほぼ一致していることが分かる。また、図-5 に示す全視野計測により、各荷重段階におけるひずみ分布の進展を計測範囲全体で得ることができ、ひび割れ発生・進展を可視化することができた。

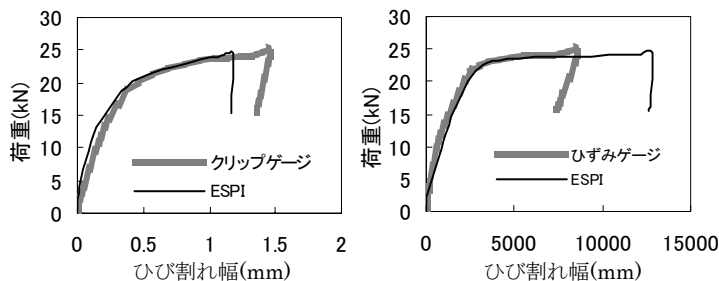


図-4 ひび割れ幅、ひずみの比較

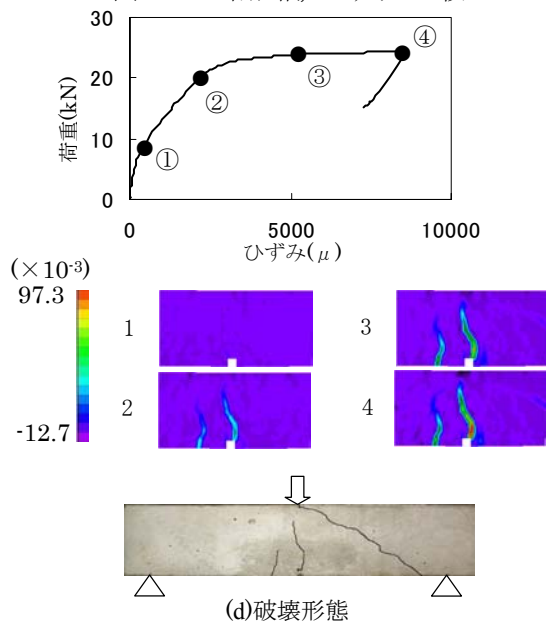


図-5 ESPI 計測による試験結果

(2) ESPI 計測によるひび割れ図自動作図法

ESPI 計測から得られる x 方向のひずみ値は 1 ピクセルごとに図-6 のように表示される。1 ピクセル当たりのひずみ値の中から任意の値を表示させ、ひずみ集中箇所を荷重段階に沿って結ぶことで、非接触でひび割れ図を作成することができる。図-7 に各荷重段階において、2000 μ 以上のひずみ値を出力した場合を示す。ESPI 計測により得られたひずみのデータから、ひび割れ図を自動的に描くことができ、また破壊時のひび割れ写真とも一致していることが分かる。

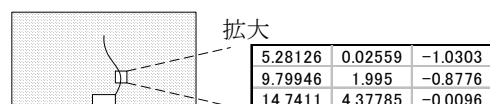
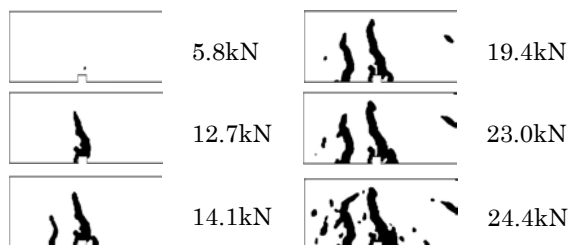
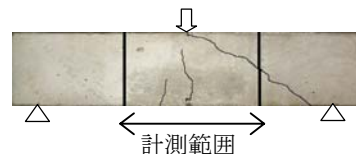


図-6 x 方向のひずみ値の出力概要



(a) 各荷重段階におけるひび割れ図



(b) 破壊時のひび割れ写真

図-7 ひび割れ図自動作図法

4. まとめ

- 鉄筋位置におけるコンクリート表面ひずみを計測した結果、ひび割れ部分では大きなひずみ値となり、ひび割れ発生箇所の特定が可能となり RC はりの破壊挙動の実験に有効である。
- 切欠きを設けた RC はりの曲げ試験において、クリップゲージおよび ESPI 計測によって得られたひび割れ幅を比較することにより、コンクリートのひび割れ幅を正確に計測できた。したがって、ESPI 計測により、任意の位置に発生するひび割れ幅を算出できる。

参考文献

- ・二羽淳一郎，山田一字，横沢和夫，岡村甫：せん断補強筋を用いない RC はりのせん断強度式再評価，土木学会論文集， No.372/V-5, pp.167-176, 1986
- ・町田篤彦，丸山武彦，関博，檜貝勇：鉄筋コンクリート工学， pp86-88，オーム社出版，2001