

# 鉄筋コンクリート梁部材のひび割れ進展に伴う コンクリート表面ひずみの変化

## はじめに

近年、建築物に要求される耐震性能として被災後の「使用性」や「修復性能」の評価が重視されるようになり、それら  
を評価する指標として、ひび割れ幅やひび割れ長さといった損傷量を評価することの重要性が注目されるようになって  
きた。中でも、ひび割れ幅を計測するコンクリートひずみ表面のひずみに関する研究はほとんどなされていない。

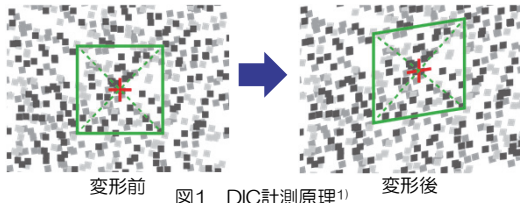
⇒ 非接触で面的なひずみ分布が計測できるデジタル画像相関法（DIC）や有限要素解析（FEM）を用いることで、鉄  
筋コンクリート梁部材のひび割れ進展におけるコンクリート表面ひずみ分布について考察した。鉄筋とコンクリ  
ートの付着が劣化することでコンクリート表面の挙動が変化することが分かった。

## デジタル画像相関法（DIC）を用いたRC梁の4点曲げ載荷試験

実験の様子をビデオカメラで撮影し、1/3秒毎に切り出した静止画をグレースケール化し、DIC計測に用いた。

### DICの計測原理

変形前と変形後のデジタル画像において、高い相関  
性を示す「サブセット」を数値解析で探索し、変位  
データを算出する。



参考1)：根本結衣，高橋典之：コンクリートひび割れ近傍ひずみ計測におけるデジタル画像相関  
法適用に関する考察，コンクリート工学年次論文集，Vol.41，No.2，pp.805-810，2019.7

### 実験計画

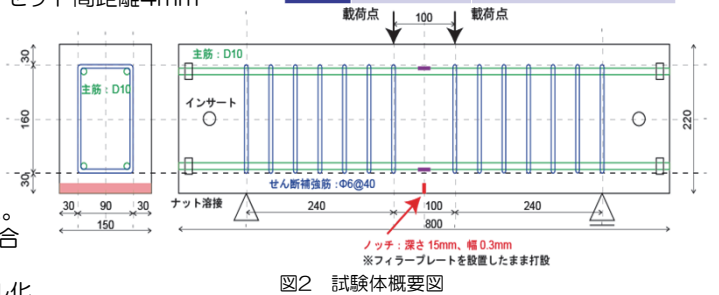
- ✓ 載荷速度3.6mm/min
- ✓ 試験体せい面に、DIC計測用の  
スペックル（模様）を塗布

### 計測計画

- ✓ 10mmのひずみゲージと等価な  
ひずみを算出するように設定
- ✓ ファセットサイズ5mm
- ✓ ファセット間距離4mm

表1 材料諸元

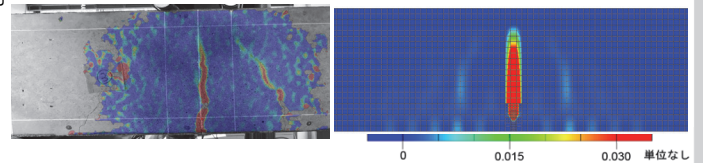
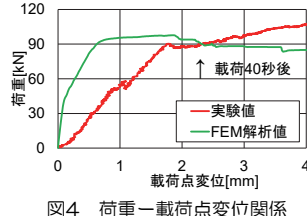
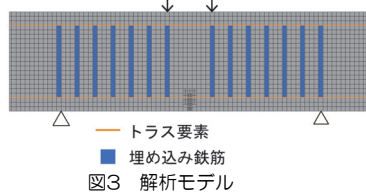
梁	梁幅B[mm]	150
	梁せいD[mm]	220
コン クリ ート [MPa]	梁長さL[mm]	800 ※梁中央位置にノッチ
	主筋	4-D10(SD295A)
コン クリ ート [MPa]	補強筋	Φ6(SR235)@40
	圧縮強度 $\sigma_B$	26.1
	ヤング係数 $E_C$	23300
	引張強度 $\sigma_T$	2.1



## 有限要素解析（FEM）による解析

四辺形平面応力要素を用いた2次元FEMモデルを作成した。

- ✓ ひび割れ幅評価のため、試験体中央一部に微小な隙間を設け、接合  
要素を挿入し、部分的に離散ひび割れモデルとする
- ✓ ひび割れ幅0.2mm到達時の荷重が実験値と一致するようにモデル化
- ✓ 離散ひび割れモデルとした部分は、コンクリートと鉄筋を完全付着  
と仮定



DICによる計測結果 FEMによる計測結果  
 ⇒ コンクリート部材軸方向ひずみの計測結果は、大ま  
かに似たものとなった

## ひび割れ進展過程の考察

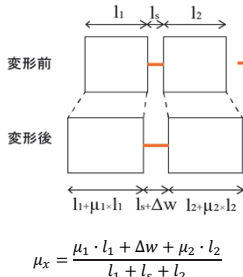
試験体中央に生じた曲げひび割れ近傍の計測点を対象に、コンクリートひずみとひび割れ幅の関係を考察した。

### FEMによる計測方法

ひび割れ幅：接合要素の節点変位

部材軸方向ひずみ：

局所的な離散ひび割れモデルとした  
部分において以下の式から求める

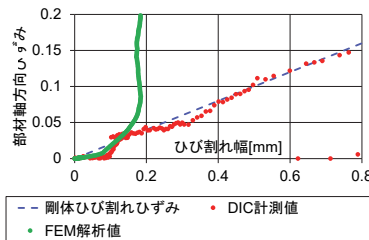


### DICによる計測方法

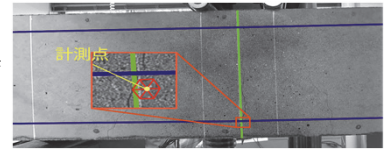
ひび割れ幅：ファセット解像度(mm/pixel)を用いて画像上で  
ひび割れと認識された部分の画素寸法を計測

部材軸方向ひずみ：ファセットの中央の部材軸方向ひずみ

### 計測結果及び考察



※剛体ひび割れひずみ<sup>1)</sup>  
 ひび割れ領域以外がすべて剛体変形すると仮  
定した場合のひび割れ部の部材軸方向ひずみ



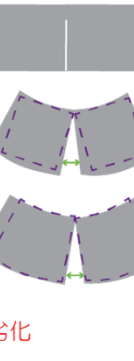
### FEM計測

ひび割れ発生

ひび割れ幅  
0.2mmまで

部材軸方向ひずみ  
0.2まで

ひび割れ幅  
0.3mm-



### ひび割れ発生

ひび割れ幅  
0.2mmまで

ひび割れ幅  
0.2mm-

ひび割れ幅  
0.3mm-

ひび割れ幅  
0.3mm-

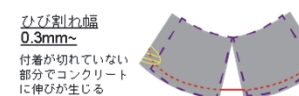


図9 各計測手法から推察されるひび割れ進展概念図

- ひび割れ幅が0.2mm程度に達するとひび割れ近傍のコンクリートと鉄筋の付着が急に劣化  
し切れはじめる
- さらに曲げひび割れ幅が拡幅すると、コンクリートと主筋の付着が切れていない箇所から  
の応力増分がひび割れ近傍のコンクリート表面まで伝達する