

## RC 造曲げ降伏型部材の補修後の構造性能と損傷性状に関する静的載荷実験

## その 5 画像計測に基づくひび割れ分布傾向の考察

補修 曲げ降伏型部材 耐震壁  
デジタル画像相関法 ひび割れ

正会員 ○穴吹 拓也\*<sup>1</sup> 正会員 三浦 耕太\*<sup>1</sup>  
同 参川 朗\*<sup>2</sup> 同 永井 智基\*<sup>2</sup>  
同 Alex Shegay\*<sup>3</sup> 同 張 政\*<sup>4</sup>  
同 前田 匡樹\*<sup>2</sup> 同 水越 一晃\*<sup>1</sup>

## 1. はじめに

その 5 ではデジタル画像相関法に基づく三次元画像計測を用いて耐震壁試験体の補修前後のひび割れ分布を比較した。これは、樹脂注入により補修したひび割れについて、目視によるひび割れ観察では加力による再度の拡幅の判別が困難であると予想し、その 4 の目視観察の予備策として実施したものである。

## 2. ひび割れ位置の検出

## 2.1 画像計測によるひび割れ分布

本実験では画像計測により壁面内のひずみ分布を得た。本報では各計測点における最大主ひずみに画像計測でひずみ算定時に用いる参照長さを乗じ、ひび割れ幅に変換した分布図を作成し、壁面のひび割れ位置を検出した。一例として、図 1 に試験体 W4 の変形角+0.50%における目視観察によるひび割れスケッチと画像計測によるひび割れ幅分布の比較を示す。濃い赤色で示すひび割れ幅が大きい位置は試験体のひび割れ位置と良く対応した。

## 2.2 ひび割れ位置の検出範囲

壁試験体には、ひび割れ観察のため、縦横共に 100mm 間隔のグリッドを描いた。図 1 に示すように、その 4 の目視観察では最外縁と中央の代表位置でひび割れ幅を集計したが、画像計測においては縦方向の全てのライン（最

外縁を含む計 10 本）に沿ってひび割れ幅の分布を取り出した。ここで、ひび割れ位置の比較範囲は壁脚部から 1000mm の範囲とした。これは画像計測を行った際の光源配置の都合により、1000mm を超える範囲ではひび割れ幅分布にノイズが多かったことによる。

一例として、図 2 に試験体 W4 及び W4R の変形角+0.50%における引張縁のひび割れ幅分布の比較を示す。分布図に○印で示すピーク位置を、2.3 節に述べる手順でひび割れ位置として検出した。その際、補修試験体については、新設試験体と同じ位置に生じたひび割れ（旧ひび割れ）と異なる位置に新たに生じたひび割れ（新ひび割れ）を区別した。

## 2.3 ひび割れ位置の検出手順

はじめに比較範囲内で最大のひび割れ幅が発生した高さ（ピーク位置）を検索する。得られたピーク位置から  $\pm 30\text{mm}$  の範囲は、同じひび割れにより大きな主ひずみが生じた範囲と仮定し、これを除いた範囲から再び最大のひび割れ幅が発生した高さを検索する。このように、検索対象範囲を絞りながらピーク位置の検索を繰り返し、最大のひび割れ幅が  $0.05\text{mm}$  を下回るまで検索を行った。新設試験体と補修試験体のピーク位置を得た後、補修試験体の各ピーク位置について、 $\pm 17.5\text{mm}$  の範囲内に新設

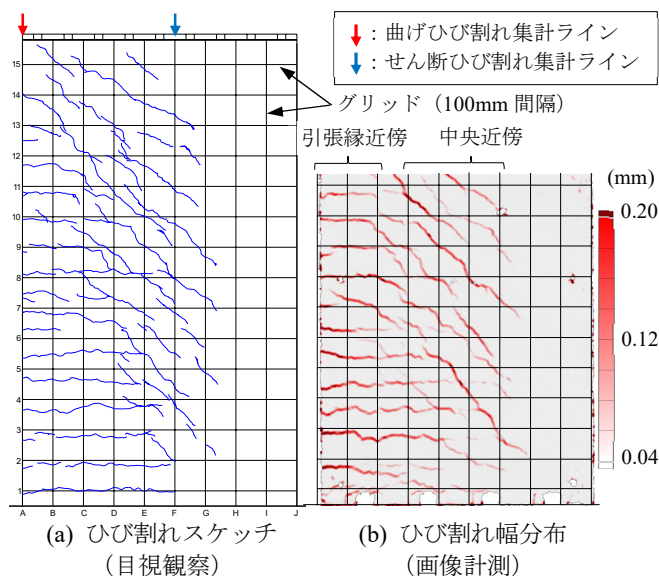


図 1 試験体 W4 の変形角+0.50%におけるひび割れ分布

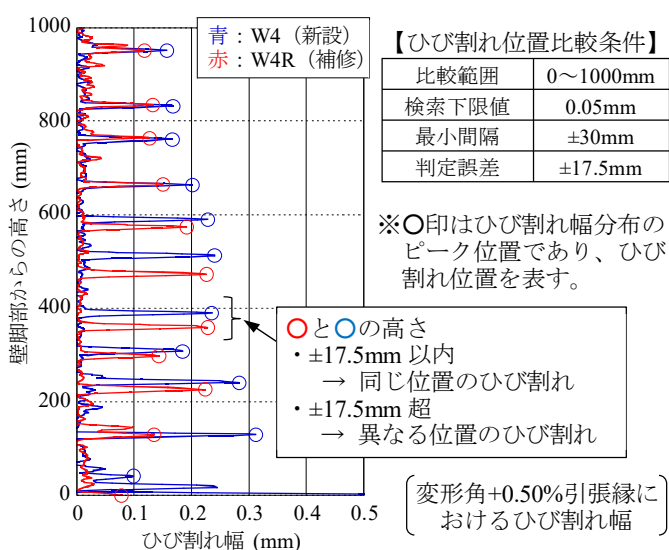


図 2 新設試験体と補修試験体のひび割れ位置の比較

Study on the structural performance and damage characteristics of repaired flexural RC members by static loading test  
Part 5: Crack distribution observed from image measurement

ANABUKI Takuya, MIURA Kota, MIKAWA Akira,  
NAGAI Tomoki, SHEGAY Alex, ZHANG Zheng,  
MAEDA Masaki and MIZUKOSHI Kazuaki

試験体のピークがある場合は旧ひび割れ、それ以外の場合は新ひび割れと判定した。この許容誤差は、W4 の補修前の鉛直方向残留変位 6.2mm と画像計測における参照長さの最大値 11.3mm の和として定義した。また、W2 と W2R のひび割れ位置の比較も同様の手順で行った。

### 3. 補修試験体に生じたひび割れの分布傾向

2 章の手順で各試験体の 10 本のラインから取り出した変形 1 サイクル目ピーク時のひび割れ位置におけるひび割れ幅の合計を図 3 に示す。同一変形角における合計ひび割れ幅は、いずれの試験体も概ね同程度の大きさであった。ただし、試験体 W4R は変形角 0.50%以下における合計ひび割れ幅が他の試験体よりも小さかった。これは W4R の壁脚部の一部がコンクリートよりもヤング係数が小さい樹脂モルタルに置き換わったためと考えられる。一方、変形角 1.5%以上では W4 が W4R よりも合計ひび割れ幅が小さかった。これは W4 脚部のかぶりコンクリートが圧壊し、曲げひび割れ幅の増大が鈍化したためと推定される。

また、図 3 に赤で示す数値は、補修試験体の合計ひび割れ幅に占める旧ひび割れの割合（占有率）である。主筋が降伏した変形角 $\pm 0.50\%$ までは、W4R の方が W2R よりも占有率が大きかった。一方、変形角 $\pm 0.75\%$ 以降の占有率は、W2R も W4R も 40～50%程度の値であった。このように、画像計測で得られた占有率とその 4 の目視観察で得られた占有率には異なる傾向が見られた。この理由として、2 つの手法でひび割れ位置の抽出範囲が異なることが考えられる。また、画像計測のひび割れ幅分布にはひび割れ幅が大きい点がひび割れ線に沿わずに点在するノイズが現れた。特に W2R はノイズが多く、新ひび割れと旧ひび

割れの判別に影響を及ぼした可能性がある。

図 3 の占有率について、引張縁近傍と壁中央近傍のひび割れに分けたものを図 4 及び図 5 に示す。引張縁近傍は正負の加力に対して引張縁から数えて 1～3 本目のライン、中央近傍は同様に 4～7 本目のラインから得た値であり、それぞれ曲げひび割れとせん断ひび割れの傾向を示すと考えた。損傷度 II の壁を補修した W2R については、曲げひび割れとせん断ひび割れ共に、変形角が増大すると占有率も増大する傾向が見られた。一方、損傷度 IV の壁を補修した W4R については、曲げひび割れの占有率が比較的大きく、せん断ひび割れの占有率は、変形角 0.50%までは一部に大きい値が見られたが、全体的には変形角の増大に伴い徐々に増大する傾向があった。W4 は繰返し載荷によって圧縮縁のかぶりコンクリートに圧壊が生じる程の損傷を与えた試験体であり、試験体の外縁近傍ではひび割れが複雑に広がり、樹脂注入による補修効果が小さかったと推定される。

### 4. まとめ

画像計測により曲げ破壊型耐震壁の補修前後のひび割れ分布傾向を比較した。補修前の損傷度がより大きな試験体 W4R の曲げひび割れにおいては補修箇所の再拡張が比較的大きく、樹脂注入による補修の効果が低かった。

### 謝辞

本研究その 1～5 は、東北大学前田研究室と大林組の共同研究として実施したものです。また、本実験の一部は、JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム・大規模都市建築における日常から災害時まで安心して社会活動が継続できる技術の創出（領域統括：吉敷祥一 東京工業大学教授、課題番号 JPMJOP1723）の支援を受けました。

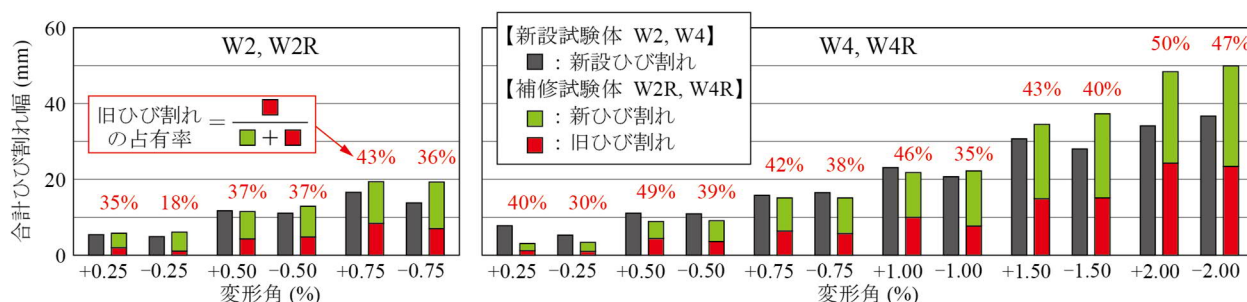


図 3 新設試験体と補修試験体より取り出した合計ひび割れ幅の比較

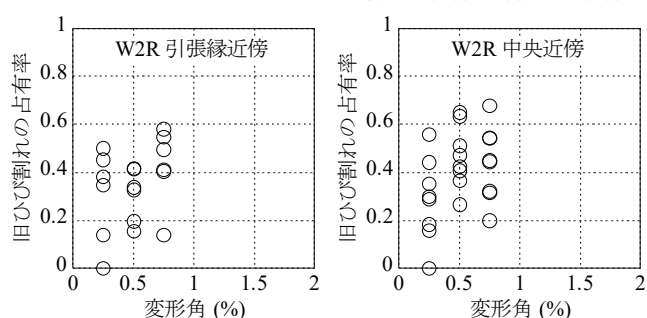


図 4 試験体 W2R のひび割れの旧ひび割れ占有率

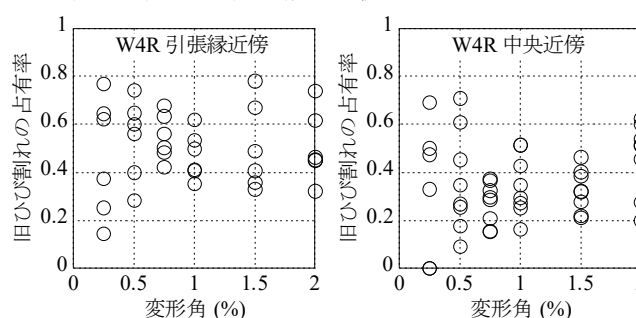


図 5 試験体 W4R のひび割れの旧ひび割れ占有率

\*1 大林組, \*2 東北大学, \*3 東京工業大学,

\*4 清水建設（元東北大学）

\*1 Obayashi Corp., \*2 Tohoku Univ., \*3 Tokyo Institute of Technology,

\*4 Shimizu Corp. (Former Researcher of Tohoku Univ.)