

RC 造構造物のひび割れ性状の評価法に関する実験的研究

(株)大林組 正会員 ○佐々木 智大 非会員 穴吹 拓也
正会員 渡辺 伸和 非会員 米澤 健次

1. はじめに

原子力施設の RC 造構造物においては、地震後の耐漏水機能や機器支持機能等に対する損傷評価が必要となり、その指標となるひび割れ性状を精度良く予測可能な評価手法が求められている。そこで、ひび割れ性状の評価手法を構築するために、ひび割れ状況について詳細な検証用データの取得を目的とした RC 造壁の静的加力実験を実施した。本実験では、従来の目視によるひび割れ観察に加え、ステレオカメラを用いた 3 次元画像変位計測（以下 ARAMIS と称す）により試験体に生じるひび割れを詳細に計測し、両者の計測結果を比較・考察した。気密・水密性の評価には特定のひび割れの大きさだけでなく、ひび割れの総量を評価する必要があると考え、評価指標として、最大ひび割れ幅の他に、ある領域でひび割れの幅と長さを集計して求めるひび割れ面積に着目した。

2. 実験概要

図-1 に試験体形状を示す。試験体は上下にスタブを有する両側柱付き RC 造壁を模擬した。主な試験区間は両側柱と上下スタブに囲まれた RC 板で、壁筋は D6@150 ダブル配筋（壁筋比 0.5%）とし、実験時のコンクリート強度は 31.6N/mm^2 であった。加力方法としては、最初に両側柱の上部にそれぞれ 146kN の柱軸力を加え、柱軸力を一定に保持した状態で、加力スタブの高さ中央位置に正負交番漸増水平方向加力を行った。加力中は壁脚部に対する水平力載荷位置の水平方向相対変位より変形角を算定し、0.1%、0.15%、0.2%、0.25% で正負繰返し載荷（0.2%は 2 回、その他は 1 回）を行った後、正方向に押し切った。

3. ひび割れ計測方法

(1) 目視によるひび割れ計測：図-2 に示すように、100mm 間隔のメッシュを描画し、ひび割れがメッシュと交差した位置でひび割れ幅を計測した。ひび割れ幅はクラックスケール（写真-1）を用いて計測した。ひび割れ幅の計測は、加力前、繰返し載荷の各変形ピーク時、各ピークからの除荷時、変形角+0.3%到達時に行った。

(2) ARAMIS による画像計測：目視計測した壁の反対側の面において、ARAMIS による画像計測を実施した。対象となる壁面を撮影し、得られた 2 枚の画像に対してデジタル画像相関法に基づいて物体表面の 3 次元変位とその変位分布からひずみを評価¹⁾した。写真-2 に画像計測の状

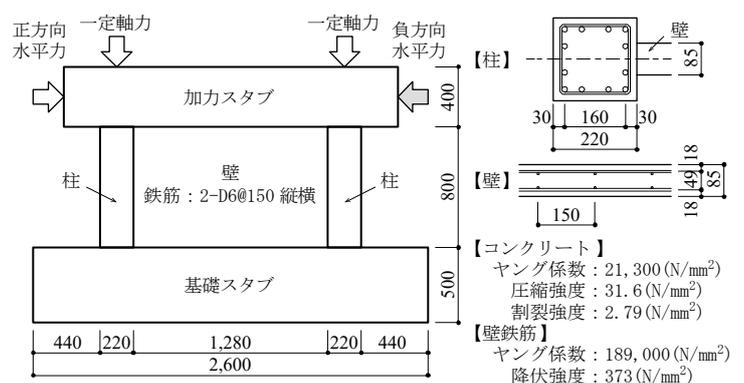


図-1 試験体形状

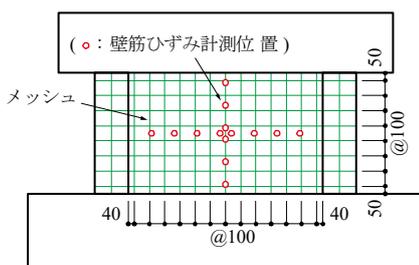


図-2 試験体メッシュ



写真-1 クラックスケール

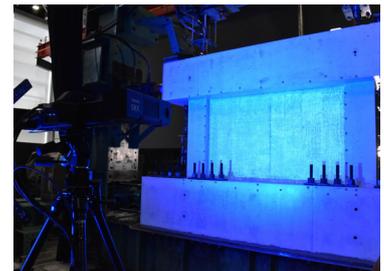


写真-2 3次元画像変位計測

キーワード RC 造壁, 画像計測, 最大ひび割れ幅, ひび割れ面積, 壁板面積増分

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 株式会社大林組技術研究所構造技術研究部 TEL042-495-1013

況を示す。画像計測により測定された任意の点とその周囲の変位情報からひずみを求める。このひずみは任意の領域における平均的なひずみである。このときの平均化する長さに関するパラメータとして特性長さがあり、この特性長さとして任意の点における最大主ひずみを乗じてひび割れ幅を算定した。

4. 実験結果

図-3 に荷重～変形関係を示す。変形角 0.6%時に最大耐力に達し、最終破壊モードは壁高さ中央のコンクリートの圧壊によるせん断破壊となった(写真-3)。図-4 に変形角 0.3%時のひび割れ状況を、図-5(a)(b)に各変形ピーク時の最大ひび割れ幅および残留最大ひび割れ幅を示す。最大ひび割れ幅に関しては、ARAMIS による測定値は目視に比べてやや大きめであるが、変形角の増大に伴う増加傾向に関しては、両計測結果は良好に対応している。最大残留ひび割れ幅についても ARAMIS による測定値が大きめであるが、変形角 0.25%までひび割れ幅は 0.2mm 以下で著しく大きなひび割れではなかった。ARAMIS の測定値が目視に比べて大きい理由としては、主ひずみと特性長さを乗じることでひび割れ幅を算定しているため、ひび割れと平行方向のせん断ずれがひび割れ幅に含まれているためと考えられる。図-6 に各変形ピーク時のひび割れ面積を示す。このひび割れ面積は壁面の面積の増分と関係があると推定されるため、画像計測から得られた変位を用いて壁板面積の増分を算定した結果も図-6 に示した。この壁板面積増分は、写真-4 に示す領域で求めており、対象とした領域は全体の 70%である。ARAMIS で測定されたひび割れ面積と比較すると、壁板面積増分はひび割れ面積 (ARAMIS) の 75%～83%であった。ただし、壁板面積増分の算定は全体の 70%で求めていることを考慮すれば、ひび割れ面積は、壁板面積増分で概ね評価できることが考えられる。

5. まとめ

地震被災後の RC 構造物のひび割れ性状に関する詳細なデータを得ることができた。ひび割れ面積は、RC 構造物の損傷を評価する指標として活用でき、ひび割れ面積は対象となる領域の面積増分により概ね評価できるものと考えられる。

参考文献 1) 宮下進太郎：画像相関法に基づく 3D 動的変形計測システム ARAMIS, 軽金属溶接, Vol. 56, No.5, 2018.

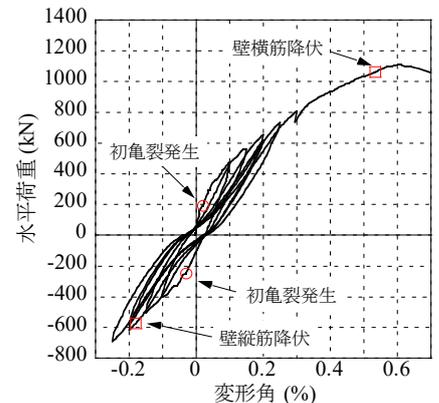


図-3 荷重～変形関係

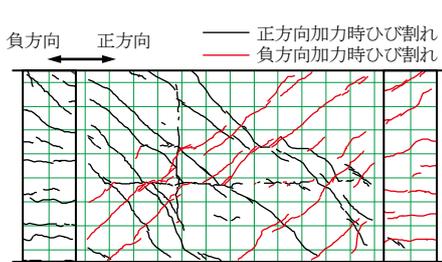


図-4 変形角 0.3%ひび割れ状況

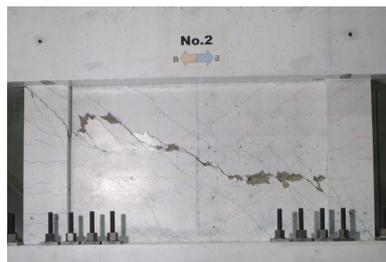


写真-3 最終破壊状況

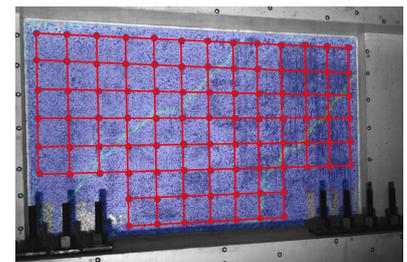


写真-4 壁板面積増分の評価領域

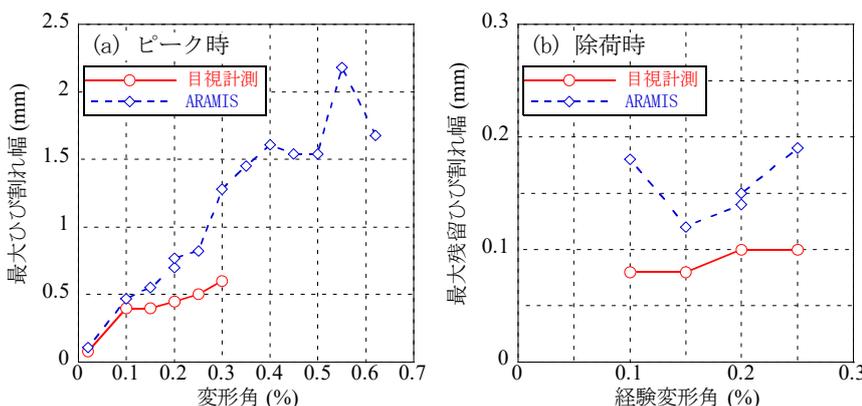


図-5 最大ひび割れ幅の比較

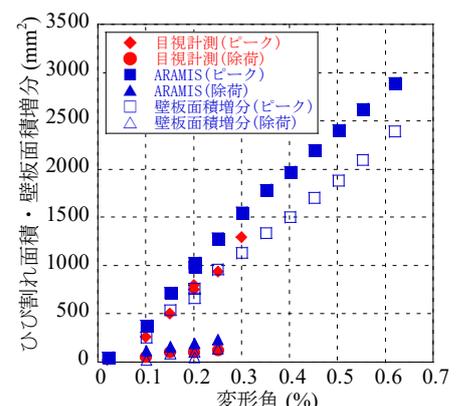


図-6 ひび割れ面積の比較