

縮小率が柱部材の曲げひび割れ発現に及ぼす影響に関する研究

○沙拉依丁沙吾提¹⁾・権淳日²⁾・松川和人³⁾・崔琰⁴⁾・中埜良昭⁵⁾

- | | | | |
|---------|-------------|----------------|---------------------------|
| 1) 学生会員 | 東京大学大学院 | 東京都目黒区駒場 4-6-1 | shawuti@iis.u-tokyo.ac.jp |
| 2) 学生会員 | 東京大学大学院 | 東京都目黒区駒場 4-6-1 | quancr@iis.u-tokyo.ac.jp |
| 3) 正会員 | 東京大学生産技術研究所 | 東京都目黒区駒場 4-6-1 | mtkw@iis.u-tokyo.ac.jp |
| 4) 正会員 | 東京大学生産技術研究所 | 東京都目黒区駒場 4-6-1 | choiho@iis.u-tokyo.ac.jp |
| 5) 正会員 | 東京大学生産技術研究所 | 東京都目黒区駒場 4-6-1 | iisnak@iis.u-tokyo.ac.jp |

1. はじめに

RC 造建物を模擬した実験では、可能な限り実スケールに近い試験体を用いるのが望ましいが、実験施設の制約上、縮小試験体の使用を余儀なくされることが多い。縮小試験体を用いる場合は実現象が再現できるようにせん断力やせん断余裕度などの力学特性を実物に合わせるのが一般的であるが、ひび割れ幅や本数などのひび割れ発生メカニズムの制御までは一般に極めて難しい。しかしながら、残存耐震性能のようにひび割れを基に議論される場合は、縮小試験体で得られたひび割れ幅などについて、縮小率がそのひび割れ幅や本数などに与える影響を検討しておく必要がある¹⁾。そこで本研究では、既実施した実大試験体²⁾とその1/4スケール縮小試験体³⁾の「曲げひび割れ」に着目し、そのひび割れ幅、本数や長さに関するデータを用い、縮小率がそれらに及ぼす影響について詳細に検討を行う。

2. 対象試験体の実験結果の概要

本検討では、実大試験体としてCB造袖壁を有するRC造フレーム試験体²⁾を、縮小試験体としてこれを1/4スケールに縮小した純RC造フレーム試験体³⁾をそれぞれ用いる。表1に両試験体の柱の諸元を、図1に両試験体の概要をそれぞれ示す。図1に示すとおり、実大試験体の右側柱には袖壁が設置されているため、本検討では両試験体の左側柱のみを検討対象部材とする。また、本検討では両試験体において、まず各部材角のピーク時の曲げひび割れのみに着目して、そのひび割れ幅、本数及び長さを検討する。図2に部材角1.0%時の荷重で基準化した荷重-変形関係を、図3に架構全体の水平変形 δ に対する検討対象柱の曲率算定用変位計から求めた曲げ変形 δ_f の比を、図4に実大試験体に対する縮小試験体の曲げ変形 δ_f の比をそれぞれ示す。図2より基準化された各サイクルのピーク時の荷重及び変形は両試験体でほぼ同程度であること、図3より実大試験体に対して縮小試験体の正加力時の曲げ変形成分が小さいものの、両試験体ともに部材角1.0%までは曲げ変形が卓越していること、図4から実大試験体に対する縮小試験体の曲げ変形の比は0.21~0.28に分布し縮小率とほぼ同程度であることから、両試験体の曲げひび割れ性状は比較可能と判断した。

3. 部材寸法がひび割れ幅等に与える影響

3.1 ひび割れ幅、本数及び長さの推移

図5に部材角0.67%及び1%のひび割れ図を示す。曲げひび割れを「材軸となす角度が75°~105°の柱引張縁から生じるひび割れ」と定義し⁴⁾、せん断ひび割れを「材軸となす角度が15°~75°のひび割れ」とする。ただし、曲げせん断ひび割れは曲げひび割れに属するものとする。曲げひび割れ幅は断面縁の値とし、曲げひび割れの総長さは、ひび割れ図より各ひび割れ長さを計測し、正負加力方向それぞれの柱引張側における全曲げひび割れの総長さとする。

図6に曲げひび割れ幅の合計値及び最大値の推移を示す。同図より、部材角の増加に伴いひび割れ幅の合計値及び最大値ともに両試験体において線形的に増加する傾向が見られた。また、図7に曲げひび割れの本数を、図8に曲げひび割れの総長さをそれぞれ示す。図7より、全部材角にわたって実大試験

表1 柱の諸元

試験体	b (mm)	D (mm)	h (mm)	主筋	p_t (%)	横補強筋	p_w (%)
実大	400	450	2400	12-D22	0.86	D10@300	0.12
縮小	110	110	610	8-D6	0.79	D3@70	0.18

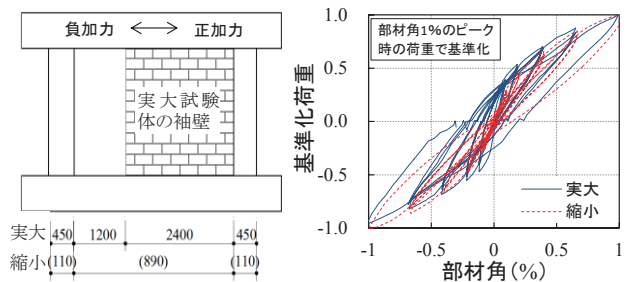


図1 両試験体の概要

図2 荷重-変形関係

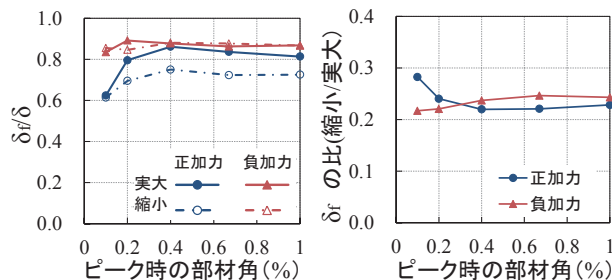


図3 曲げ変形成分

図4 曲げ変形成分の比

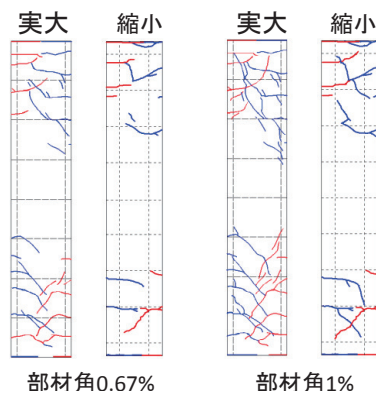


図5 ひび割れ図

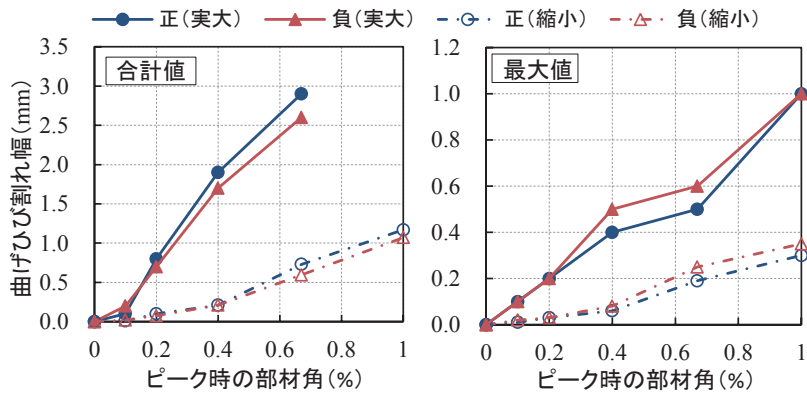


図6 曲げひび割れ幅の合計値及び最大値

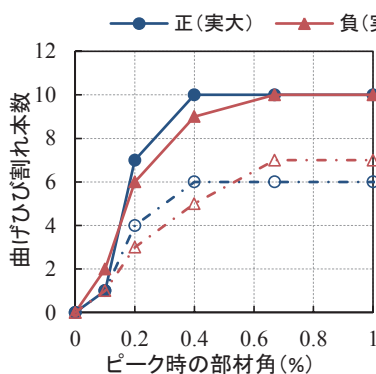


図7 曲げひび割れの本数

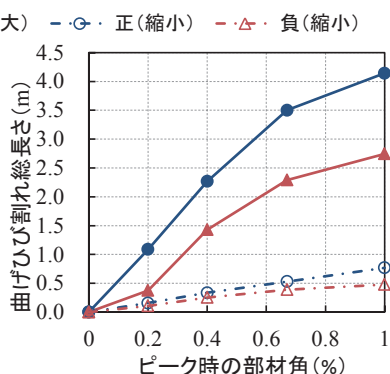


図8 曲げひび割れの総長さ

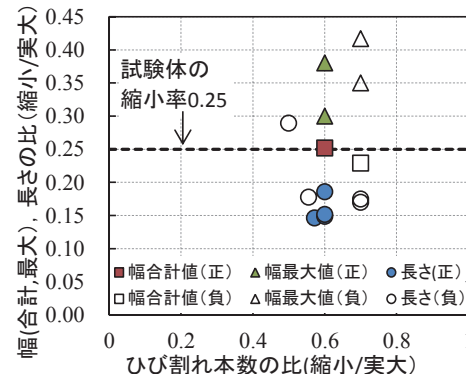


図9 ひび割れ幅、長さ、本数の関係

体におけるひび割れ本数が多く、概ね部材角 0.4%までは増加傾向であったが、その後新たな曲げひび割れは発生しなかった。また図 8 より、部材角の増加に伴い両試験体ともに曲げひび割れの総長さは増加するものの、負加力時の値が小さい結果となった。

3.2 ひび割れ幅、長さとは本数の関係

図 9 に実大試験体に対する縮小試験体のひび割れ幅合計値の比、最大値の比及び曲げひび割れ総長さの比と曲げひび割れ本数の関係を示す。ここで、曲げひび割れ本数及び長さは図 7 及び図 8 に示す全データをを用いたが、曲げひび割れ幅については小変形レベルでのひび割れ幅計測の誤差を考慮し、部材角 0.67%及び 1.0%のみ用いることとした。

まず、図 9 の曲げひび割れ幅と本数の関係から、曲げひび割れ幅の合計値の比 (■, □印) はほぼ縮小率の 0.25 に近い値であったが、最大値 (▲, △印) は 0.3~0.42 と比較的大きい結果となった。一方、これらの時の縮小試験体の曲げひび割れの本数は実大試験体の 0.6~0.7 倍であった。これらの結果から、曲げひび割れ幅の合計値は本数と関係なく縮小率とよく対応しているが、一般によく知られているように曲げひび割れ幅の最大値の比は本数が少なくなるため縮小率より大きくなった。以上より、縮小試験体を用いて最大ひび割れ幅を議論する場合には、縮小試験体で観測されたひび割れ幅が実大試験体より相対的に大きくなることに注意が必要である。

また曲げひび割れの総長さの比 (●, ○印) はほと

んどが 0.15~0.18 と縮小率より小さい結果となった。これは、曲げひび割れの本数の比が 1 を下回ることに起因するもので、上記の値は縮小率に曲げひび割れ本数の比 (総長さ比 0.15~0.18 における本数の比 0.55~0.7) を乗じた値とほぼ同程度であることから、ひび割れ本数に依存することがわかる。以上より、縮小試験体を用いてひび割れ長さやそれに加えて修復費用などを議論する場合には過小評価になる可能性があることに注意が必要である。

4. まとめ

ひび割れの本数は縮小試験体の方がより少なく、それによって最大曲げひび割れ幅は実大試験体より一本のひび割れに集中しやすく、相対的に大きくなる傾向が再確認された。一方ひび割れ幅の合計値はほぼ縮小率と等しい結果となった。

また、曲げひび割れ総長さの比は縮小率より小さくなり、これはひび割れ本数の比が 1 を下回るためと考えられる。

参考文献

- 1) 永山憲二ほか：柱部材の損傷状態に基づく震災 RC 造建築物の残余耐震性能 その 2, 日本建築学会学術講演梗概集 (関東), pp.453-454, 2001.9
- 2) 崔琥ほか：無補強組積造を有する鉄筋コンクリート造架構の耐震性能評価 その 1~その 3, 日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), pp.651-656, 2004.8
- 3) 晋沂雄ほか：梁の変形拘束を考慮した無補強組積造壁を含む RC 造架構の耐震性能評価 その 1~その 2, 日本建築学会学術講演梗概集 (東海), pp.1037-1040, 2012.9
- 4) 高橋典之, 中埜良昭：鉄筋コンクリート梁部材のひび割れ長さ進展過程に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.2, pp.883-888, 2013 年 7 月