

鉄筋コンクリート部材のひび割れ量進展過程に関する実験的研究
その1 試験体および载荷計画

正会員 ○高橋 典之*¹
同 高橋 絵里*²
同 中埜 良昭*³

鉄筋コンクリート ひび割れ量 損傷計測方法
画像処理手法

1. はじめに

鉄筋コンクリート建築構造物には、供用期間中の様々な外力作用によりひび割れなどの損傷が表出する。現行の建築基準法における性能設計の考え方では、建築物の供用期間に極めて稀に発生する事象に対して建築構造物に損傷が生じることは免れないが、その損傷は、居住者の安全性が保証され、居住者が安全に退避できることが可能な程度に抑えられることが求められる。すなわち性能設計においては、設計段階で外力作用に対する損傷量を推定できることが求められる。また、既存建築構造物においても、外力作用を受けて損傷した際に継続使用可能か否かを判断するため、損傷量を評価することは不可欠である。特に広域災害においては、損傷量を精確かつ迅速に評価できれば、罹災証明などの発行手続きを促進し、一刻も早い被災者の生活復旧支援に役立つものと考えられ、鉄筋コンクリート建築構造物の損傷量評価はこれまで以上に社会的要求の高い技術になっている。

近年デジタルカメラなどに使われる CCD の普及に伴い、画像処理を用いたひび割れ計測技術の開発が盛んに行われている。そこで本研究では、鉄筋コンクリート部材の簡易な静的载荷実験を計画し、一般的に用いられてきたクラックスケールによる損傷量（ひび割れ幅）測定手法のほか、デジタルノギスを用いた損傷量（ひび割れ幅）測定手法、画像処理技術を用いた損傷量測定手法について、測定対象（ひび割れ幅、ひび割れ長さ、ひび割れ量、ひび割れ角度など）・測定精度・測定者による測定精度のばらつき・測定の迅速さに着目し、各損傷量測定手法の比較・検討を行う。

本報その1では、実験で用いる試験体概要と载荷計画について報告する。

2. 試験体計画

2.1 試験体概要

試験体は約 1/3 スケールの縮小試験体で、曲げ破壊試験体 (F-1 試験体) 1 体、せん断破壊試験体 (S-0 試験体, S-1 試験体) 2 体の計 3 体である。試験体寸法 (部材断面 200mm×240mm, 危険断面から反曲点位置までの部材高さ 850mm) および、その他の幾何学的形状 (主筋径・本数, せん断補強筋径・間隔, かぶり厚) はすべて同一とし、材料強度の違いで破壊形式が異なるように試験体を

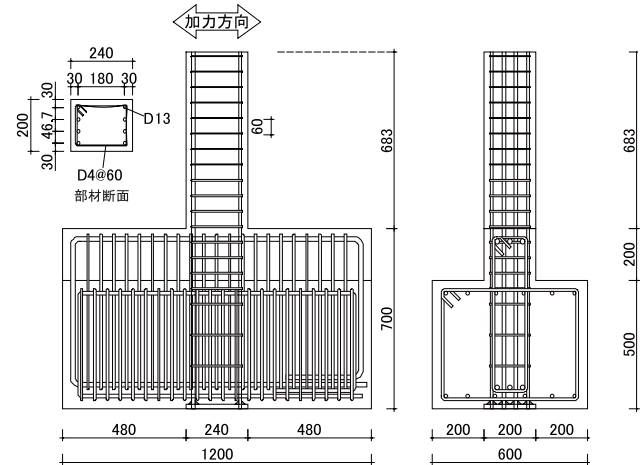


図1 試験体詳細 (単位: mm)

表1 試験体一覧

試験体名	コンクリート強度 [N/mm ²]	主筋・引張鉄筋比	主筋降伏強度 [N/mm ²]	せん断補強筋・せん断補強筋比	せん断補強筋降伏強度 [N/mm ²]
F-1 試験体	30	8-D13	295	D4@60	295
S-0, S-1 試験体	18	0.0121	785	0.0022	295

計画した。図1に試験体の部材寸法と配筋詳細を、表1に試験体一覧を示す。4種類のひび割れ計測手法を検討するため実験期間が比較的長期間になることが予想されたので、実験作業の合間に新しいひび割れの進展や拡幅が起こらないよう、本実験では軸力を導入しないこととした。また、ひび割れを計測する際に部材脚部の危険断面付近を確実に計測できるように、接合部面が試験体面と同一平面になるスタブ形状とした。

2.2 実験パラメータ

試験体は、主に曲げひび割れの進展過程に着目した曲げ破壊試験体 (F-1 試験体) と主にせん断ひび割れの進展過程に着目したせん断破壊試験体 (S-0 および S-1 試験体) の2種類である。ただし、測定精度や測定の迅速さを検討対象としていることから、測定作業者の慣れ・不慣れによる影響を均す目的で、S-0 試験体を予備試験体と位置付けて、作業者に作業内容を周知するための試験体とした。

本実験では、試験体の幾何学的形状を同一にすることでパラメータを材料強度の違い (それに伴う破壊形式の

違い)に限定している。これは、幾何学的形状(部材寸法、かぶり厚、せん断補強筋間隔など)に起因する鉄筋コンクリート部材のひび割れ幅、長さ、発生角度への影響を制限し、幾何学的形状から推定されるひび割れ発生メカニズム^[1]における材料特性の影響を検討するために計画したものである。

3. 载荷計画

3.1 载荷方法

図2に载荷装置図を、図3に载荷履歴を示す。水平方向に変形角(=試験体頂部変形角を試験体高さ(683mm)で除した値とする)が $\pm 1/500, 1/250, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50, 1/37.5, 1/25$ radになるまで正負交番载荷を行った。ただし $\pm 1/50$ radのみ2サイクル载荷した。最後に $+1/10$ radまで片押しして、载荷を終了した。

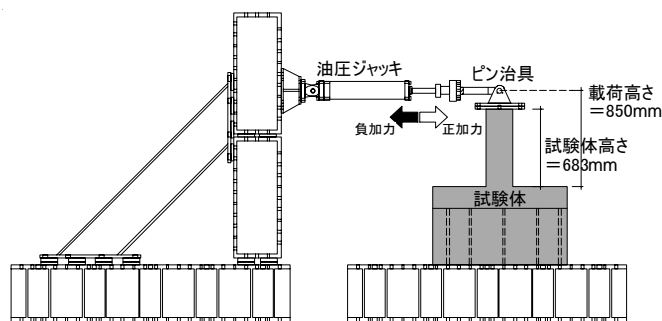


図2 载荷装置図

3.2 Takedaモデルを用いた小振幅変形角の推定

現在、ピークから除荷したときの最大残留ひび割れ幅とその後の小振幅を経て地震応答終了時の最大残留ひび割れ幅が概ね等しいという鉄筋コンクリート造柱部材3体の擬似動的実験結果^[2]に依拠した被災度区分判定^[3]が行われているが、ピークから除荷したときの最大残留ひび割れ幅と地震応答終了時の残留変位がほぼゼロになる場合の最大残留ひび割れ幅との関係について調査した実験はこれまで殆ど無いことから、本実験では、载荷ピー

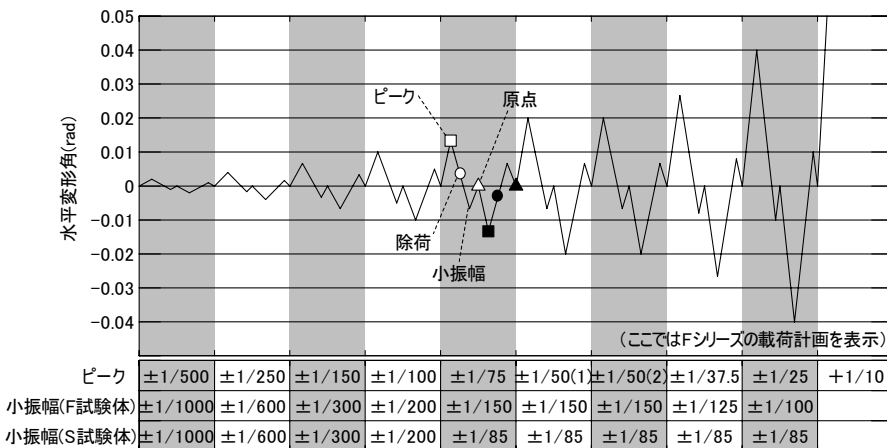


図3 载荷履歴

ク時(厳密には、ひび割れ計測中にひび割れが進展・拡幅しないようピークからわずかに除荷した状態)、除荷時に加え、原点近傍時(荷重・変位共に概ねゼロとなる状態)にもひび割れ量の計測を実施することとした。ひび割れ計測点の概念図を図4に示す。除荷後に原点を目指すための小振幅の大きさは、各試験体(F試験体シリーズ、S試験体シリーズ)のひび割れ点、降伏点を略算式^[4]により求め、復元力特性をトリリニア型と仮定し、除荷剛性低下指数を0.4としたTakedaモデルを用いて予め算定した。算定結果より定めた小振幅の大きさを図3中に併記した。大まかな仮定に基づく履歴モデルを用いて小振幅の大きさを定めているので、実験時には完全に原点に戻らない場合が予想されるため、小振幅の繰返しによって完全な原点を目指すのではなく、計画した小振幅後の除荷点をほぼ原点とみなし、ひび割れ量を計測することとした。

4. まとめ

本報その1では、本研究で用いる試験体の概要と载荷方法について報告した。

【謝辞】

本研究は、平成19年度文部科学省科研費補助金 若手研究(B)「鉄筋コンクリート柱部材の地震時ひび割れ量進展過程における動的効果の解明」(課題番号:19760380、代表研究者:高橋典之)の助成により進められました。

【参考文献】

- [1] 文野正裕ら：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評価 その1~3, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, pp.451-456, 2001.9.
- [2] 康大彦ら：サブストラクチャー擬似動的実験による震災RC造建築物の残存耐震性能の評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.2, pp.1093-1098, 2002.6.
- [3] 日本建築防災協会：震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針, 日本建築防災協会, 1998.1.
- [4] 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の靱性保証型耐震設計指針・同解説, 日本建築学会, pp.320-327, 1999.8.

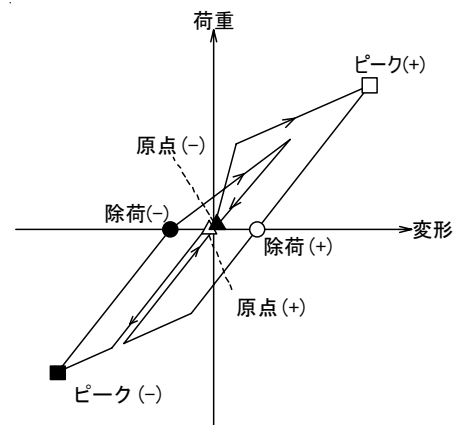


図4 ひび割れ計測点の概念図

*1 東京大学 生産技術研究所 助教・博士(工学)
 *2 東京大学大学院 工学系研究科 建築学専攻
 *3 東京大学 生産技術研究所 教授・工博

Research Associate, Institute of Industrial Science, The Univ. of Tokyo, Ph.D.
 Graduate Student, Dept. of Arch., Faculty of Eng., The Univ. of Tokyo
 Professor, Institute of Industrial Science, The Univ. of Tokyo, Dr.Eng.