

非構造部材を有する実大 RC 造架構の静的載荷実験

その7 非構造部材の損傷から構造部材の損傷度を推定する方法の提案とその検証

			正会員	○藤田 起章*1	正会員	Alex Shegay*2
			正会員	参川 朗*3	正会員	前田 匡樹*4
残存耐震性能	RC 造	損傷度	正会員	田附 遼太*5	正会員	平田 延明*5
タイル仕上げ	間仕切壁	鋼製ドア	正会員	西村 康志郎*6	正会員	吉敷 祥一*6

1. はじめに

(財)日本建築防災協会の「震災建築物の被災度区分判定基準」¹⁾(以下、現行基準)における地震を受けた建物の被災度は、RC 部材のひび割れ幅や剥落などの損傷から部材の損傷度を判定し、その結果から算出される建物の耐震性能残存率 R を基準に判定される。しかし、実際の建築物は、非構造部材で構造躯体が覆われており RC 部材の損傷の様子を直接確認することが困難な場合がある。そこで、その7ではタイル、LGS 間仕切り壁及びドアがとりついた RC 造架構を対象として、非構造部材の損傷状況から RC 部材の損傷度を推定する手法の提案を行う。その後、タイル、LGS 間仕切り壁及びドアがついた実大架構の静的載荷実験に対して提案した手法を適用し、その妥当性を検証した。

2. 非構造部材の損傷を用いた損傷度推定手法の提案

本研究では、非構造部材としてタイル仕上げ、LGS 間仕切壁、ドアの3つの種類の部材それぞれの損傷から構造部材の損傷度を推定する。

タイルは RC 構造躯体に下地モルタルを介して直接張り付けられる仕上げ材であり、RC 部材の損傷と直接の関連性があるものとして、その損傷と損傷度の関係性を現行基準の RC 部材の損傷と損傷度との関係に準じて表-1のように提案した。

LGS 間仕切壁及びドアは、架構のスパン間に取り付けられ、構造部材の損傷度と直接関係づけることが難しい。そこで間接的に構造部材の損傷度を推定する方法として、まず LGS 間仕切壁及びドアの損傷から層間変形角を推定し、次に層間変形角から各部材の変形を求め、各部材の変形と損傷度の関係から損傷度を推定する。LGS 間仕切壁の損傷から層間変形角を算出する際は、文献²⁾を参考にまとめた表-2から算出する。ドアは損傷を受けて変形すると枠との摩擦から開閉力が上昇するものとして開閉力から層間変形角を算出するものとし、文献³⁾を参考にまとめた表-3から算出する。

層間変形角から部材変形を算出する際は、架構の骨組み解析を使用した。部材変形から部材の損傷度を算出する際は、現行基準の荷重変形関係と損傷度の対応関係と、「鉄筋コンクリート造建築物の耐震性能評価指針・同解説⁴⁾」から図-1のように決定した。

3. 提案した推定手法の妥当性検証

実験結果における、RC 面の損傷から判定した損傷度

表-1 RC 部材及びタイルの損傷

損傷度	損傷内容 (RC 部材)	損傷内容 (タイル仕上げ)
I	小さいひび割れ発生 ひび割れ幅 0.2mm 以下	小さいひび割れ発生 ひび割れ幅 0.2mm 以下
II	大きいひび割れが多数 ひび割れ幅 0.2mm~1mm	大きいひび割れが多数 タイル剥離 ひび割れ幅 0.2mm~1mm
III	わずかのかぶりコンクリート剥落 ひび割れ幅 1mm~2mm	タイル剥落 目地剥落 ひび割れ幅 1mm~2mm
IV	かぶりコンクリート剥落 鉄筋露出(未座屈)	かぶりコンクリート剥落 鉄筋露出(未座屈)
V	コアコンクリート剥落 露出した鉄筋が座屈	コアコンクリート剥落 露出した鉄筋が座屈

表-2 LGS 間仕切壁の損傷と層間変形角

層間変形角	LGS 間仕切壁の損傷
0.25%	・シーリング材の切れ ・上張りボードのヒビ、折れ ・下張りボードのヒビ、折れ ・ランナー端部の歪
0.50%	・上張りボードの目地のヒビ ・スタッドの水平移動 ・スタッドの軽微な歪
1.00%	・上張りボードの皺 ・上張りボードのロッキング ・ランナーの軽微な開き
1.30%	・壁間の隙間の開き ・スペーサーの外れ ・ビス穴からのヒビ ・ランナーを留めるビスの抜け
2.00%	・スタッド同士を留めるビスの抜け ・上張りボードの面外方向への変形 ・ピンの変形、抜け
3.00%	・上張りボードの脱落 ・スペーサーの脱落

表-3 ドアの開閉力と層間変形角

層間変形角	ドアの損傷
0.50%	・除荷時開閉力 50N 以下(異常無)
0.83%	・除荷時開閉力 50~100N
1.00%	・除荷時開閉力 100~150N
2.00%	・除荷時開閉力 150~200N
3.00%	・除荷時開閉力 200~300N

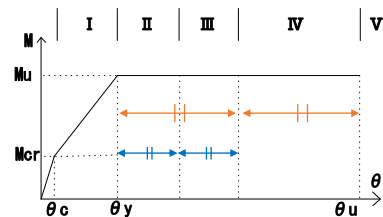


図-1 曲げ部材変形と損傷度

Static Loading Test of Full-Scale RC Specimen with Non-Structural Elements

Part7 Proposal and Verification of Method for Estimating Damage Level of Structural Members from the Damage of Non-Structural Elements

FUJITA Kisho, Alex SHEGAY, MIKAWA Akira, TADUKE Ryota, HIRATA Nobuaki, MAEDA Masaki, NISHIMURA Koshiro and KISHIKI Shoichi

表 - 4 各手法から算出した損傷度と被災度

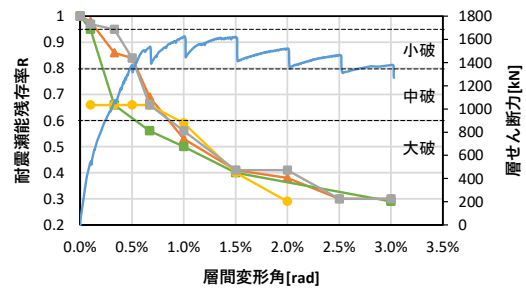
変形角 [%]	RC 面	タイル面	LGS 間仕切壁	ドア
0.10				
0.67				
1.50				

(正解値とする)とタイル仕上げ、LGS 間仕切壁、ドアそれぞれの損傷から判定した損傷度を表 - 4 に示す。タイル仕上げの損傷を用いると正解値を精度よく推定できた。対して LGS 間仕切壁及びドアによる損傷度は、全体として、コンクリート面を見て評価した結果よりも、損傷が進んだ方向に（すなわち安全側に）評価する傾向にある結果となった。

算出した損傷度から被災度区分判定基準の評価式¹⁾で R を算出した(図 - 2)。タイル仕上げの損傷を用いると RC 面の損傷度から算出した R(正解値とする)を精度よく推定できた。LGS 間仕切壁の損傷を用いて算出した耐震性能残存率 R 及びドアの損傷を用いて算出した耐震性能残存率 R の推定精度はタイルを用いた推定精度よりも低い結果となった。これは、タイルは部材に直接取り付く非構造部材であるため、それぞれの部材の損傷度をより正確に判定でき、LGS 間仕切壁及びドアは、躯体のスペンに存在し層間変形角から部材の損傷度を推定しているため、予想や想定する部分が多いからである。ただ、実際の建築物の被災度区分判定を行う際、RC 躯体の損傷が仕上げ材で直接観察できないことは多く、本研究で提案する LGS 間仕切壁やドアの観察から RC 部材の損傷度を評価することは、簡単でかつ有効な被災度判定法であり、解析や計算などを組み合わせ、そこまで高精度でなくても損傷度や被災度を推定できるということは極めて実用的な手法であると考えられる。

4. まとめ

非構造部材(タイル、LGS 間仕切壁、ドア)の損傷メカニズムを分析し、構造部材の損傷度を推定する方法を提



一荷重変形関係 ■RC ▲タイル ■間仕切り壁 ●ドア

図 - 2 耐震性能残存率 R 算出結果

案した。タイル仕上げの損傷から構造部材の損傷度を精度良く判定することができた。LGS 間仕切壁及びドアを使用して構造部材の損傷度を推定するとその傾向を概ね把握できた。これは、簡易的に被災度を判定できることを考慮すれば極めて実用的な手法であることが分かった。

謝辞

本研究は、JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (JSMJOP1723) によるものです。

参考文献

- 1) 日本建築防災協会:震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針. 2016.
- 2) 清家剛、山田哲、吉敷祥一、石田考徳、伊山潤、巽信彦:鉄骨骨組みに取り付けられた乾式間仕切壁の繰り返し載荷実験 その1~その4. 日本建築学会大会学術梗概集. 2019.
- 3) 隈澤文俊他:地震によるRC造建築物の損傷状況・機能維持に着目した実大試験体実験 その9間仕切り壁および扉の挙動. 日本建築学会大会学術講演梗概集. 2011、 p. 87-88.
- 4) 日本建築学会:鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)・同解説. 2004.

*1 大林組(元東北大学)
 *2 東京工業大学科学技術創成研究院 助教・Ph.D
 *3 東北大学大学院工学研究科 博士課程前期
 *4 東北大学大学院工学研究科 教授・博士(工学)
 *5 長谷工コーポレーション
 *6 東京工業大学科学技術創成研究院 准教授・博士(工学)

*1 Obayashi Corporation (Graduate student of Tohoku Univ.)
 *2 Assistant Prof, Tokyo Institute of Technology, Ph.D
 *3 Graduate Student, Graduate School of Eng., Tohoku Univ.
 *4 Prof., Graduate School of Eng., Tohoku Univ., Dr. Eng
 *5 HASEKO Corporation
 *6 Associate Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng