

# RC造建築物の耐震レジリエンス性能の向上に向けて



建築研究部長 長谷川 洋 (博士(工学))

(キーワード) RC造建築物、耐震レジリエンス性能、損傷度、測位衛星データ、使用継続性

各研究部・センターからのメッセージ

## 1. はじめに

はじめに令和6年能登半島地震により家族や大切な方を亡くされた皆様に心よりお悔やみ申し上げます。

この地震では、新潟、富山、石川の3県で約9.9万棟の建築物に被害が生じた(令和6年2月14日現在)。被害の大部分は木造住宅であるが、RC造建築物についても転倒や傾斜等の被害が見られた。

建築物被害により避難生活を余儀なくされた場合、生活の質が低下し、災害関連死を招きかねない。そこで建築研究部では、大規模地震時においても使用継続を可能とするため、RC造建築物の構造性能からみた「耐震レジリエンス性能」の向上に係る研究を進めている。本稿ではその概要について紹介する。

## 2. 令和6年能登半島地震でのRC造建築物の被害

令和6年能登半島地震において輪島市内の地上7階建てのRC造建築物が転倒した(写真-1)。建築研究部では、この建物を含む輪島市内のRC造建築物の被害状況の調査を実施した(令和6年1月10日)<sup>1)</sup>。その結果、数棟のRC造建築物において、上部構造に目立った損傷は見られないものの、建物全体の傾斜が認められた。そこで住宅局と合同で有識者委員会を立ち上げ、建築物の構造被害の原因分析とそれを踏まえた対策の方向性を検討することとした<sup>2)</sup>。



写真-1 転倒したRC造建築物(南側から撮影)

## 3. 耐震レジリエンス性能の評価の枠組み

耐震レジリエンス性能の評価の枠組みを図-1に示す。耐震レジリエンス性能を高めるためには、第一に、損傷しにくく修復しやすい耐震性能を確保した建築物を普及すること(図中の①「機能低下量」の縮小、③「修復時間」の短縮)、第二に、地震時の建築物の使用継続性の迅速な判断手法を確立すること(図中の②「遅延時間」の短縮)が必要である。

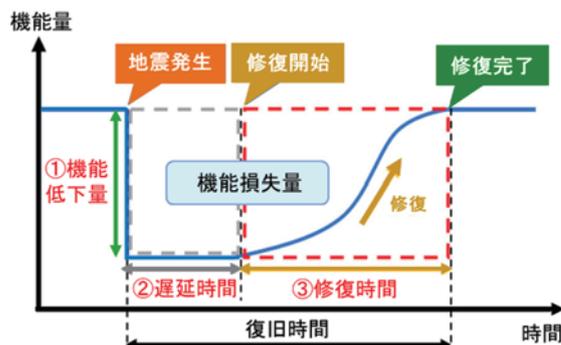


図-1 耐震レジリエンス性能の評価の枠組み(災害時の機能損失量の概念図)

## 4. 耐震レジリエンス性能の評価法の開発

### (1) 大規模地震時の損傷度の評価法の開発

構造性能の観点からみて地震時の使用継続を難しくする最大の要因は、構造躯体の大きな損傷である。倒壊や転倒を免れたとしても、柱・はり接合部の損傷が極めて大きいため取り壊された事例がある。

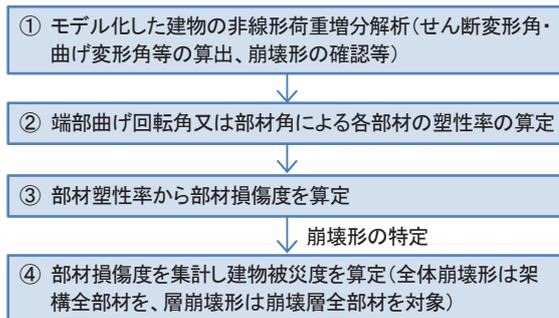


図-2 地震時の建物損傷度の算定・評価の手順

そこで設計時点において大規模地震時（極めて稀に（数百年に一度程度）発生する地震時）に想定される建物損傷度を評価する手法を開発する。被災度区分判定の「被災度」に着目して、**図-2**に示す手順で評価することを想定しており<sup>3)</sup>、成果は「損傷度評価Webプログラム」として公開を予定している。

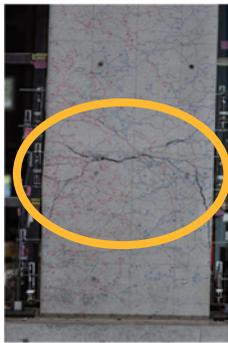
## (2) 許容可能な損傷の程度の評価

耐震レジリエンス性能に係る許容可能な損傷の程度を評価するために、損傷低減に有望と考えられる技術について載荷実験を実施し、損傷性状等のデータの収集を行っている。表に①ヒンジロケーション梁（柱梁接合部の主筋量を増やし、損傷箇所を梁中央部に制御する技術。以下「HRC梁」と）、②アンボンド・プレキャスト・プレストレスト・コンクリート梁（PC鋼材をプレキャスト柱・梁部材に貫通させ、PC鋼材の緊張力によって圧着接合させ一体化させることで、損傷量を低減させる技術。以下「PCaPC梁」）を対象とした載荷実験結果の一例（変形角1/50、2サイクル目、負側載荷・徐荷時）を示す。

HRC梁は損傷位置の制御はできているものの、損傷はかなり大きくなるため、耐震レジリエンス性を確保するためには変形（水平変位）をかなり小さくする必要があることが分かった。また、PCaPC梁は引張系のひび割れの制御には効果的であるが、圧縮系の損傷がその代替として生じることが分かった。

今後、載荷実験で得られた損傷性状に基づき、梁の損傷量を許容範囲内に抑えるための変形角の解明と損傷性状に応じた修復性の程度を検討していく。

表 RC造の梁の載荷実験結果の一例

①HRC 梁	②PCaPC 梁
	
損傷位置は制御。梁中央部への損傷集中が激しい。	圧縮系の損傷（コンクリート剥落）が発生。

## 5. 地震時の使用継続性の迅速な判定手法の開発

大規模地震時における使用継続を拡大するために、被災建築物の使用継続性（健全性）の迅速な判断が求められる。そこで測位衛星データの活用による迅速かつ高精度の判断手法の開発に取り組んでいる。

**図-3**に開発の概要を示す。①測位衛星のデータを建物の屋上階及び地表面において取得し、建物内に設置した地震計と組み合わせて、地震時の建物の水平変位を直接計測するシステム、②計測された水平変位をもとに、建物の損傷度等を遠隔地から判定できるシステムの開発を目指している。

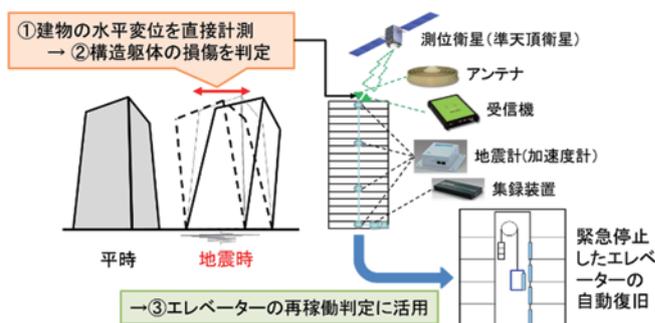


図-3 測位衛星データを活用した被災建築物の使用継続性の迅速な判定手法の開発概要

## 6. おわりに

大規模地震時における耐震レジリエンス性能の確保は、建築の耐震分野における重要な課題となっている。令和6年能登半島地震におけるRC造建築物の被害原因の解明等を行いながら、耐震レジリエンス性能の向上に向けた研究に引き続き取り組み、成果の社会実装を通じて、大規模地震時の建築物の減災化や事後復興の迅速化に貢献していきたい。

☞ 詳細情報はこちら

- 「令和6年(2024年)能登半島地震による建築物の基礎・地盤被害に関する現地調査報告(速報)」  
<https://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/R5/notojishin04.pdf>
- 委員会はRC造以外の木造等も対象としている。「令和6年能登半島地震における建築物構造被害の原因分析を行う委員会の開催について」  
<https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20240209.pdf>
- 「大地震後のRC造建築物の継続使用性能に関する評価手法の開発」、54頁