フジタ技術研究報告
第62号　2026年

フジタ建物地震被災度判定システム「FEMO システム」の紹介

小松原　知将　　中川　太郎

概　　要

2011年に発生した東日本大震災以降、地震発生後に建物の被害状況を迅速に把握することの重要性が高まっている。しかし、大地震発生時には点検が必要となる建物が膨大になるため、専門家が不足し、被害状況の確認に時間を要することが危惧されている。近年では、人による点検を補完・代替する手段として構造ヘルスモニタリングシステムの活用が進んでおり、2022年には一般財団法人日本建築防災協会による構造ヘルスモニタリングシステムの技術評価制度が開始された。著者らは2023年にフジタ建物地震被災度判定システム「FEMOシステム」を開発し、同技術評価を取得した。その後、クラウド対応やスマートフォン対応などの機能拡充を行い、一般販売を開始した。本報では、「FEMOシステム」の概要と機能を紹介する。

Introduction to the “FEMO (Fujita Earthquake MOnitoring) System”

Abstract

Since the Great East Japan Earthquake in 2011, the importance of quickly assessing damage to buildings following an earthquake has increased. However, there are concerns that when a major earthquake strikes, the sheer number of buildings requiring inspection will lead to a shortage of experts, resulting in delays in confirming the extent of the damage. In recent years, the use of structural health monitoring systems has been expanding as a means to supplement or replace manual inspections, and in 2022, the Japan Architectural Disaster Prevention Association launched a technical evaluation system for such systems. The authors developed the “FEMO (Fujita Earthquake MOnitoring) System” in 2023 and obtained this technical evaluation. Subsequently, they expanded its functionality—including cloud and smartphone compatibility—and began general sales. This report introduces the overview and features of the “FEMO System.”

キーワード：構造ヘルスモニタリングシステム、SHM、地震観測、BCP

§1. はじめに

外出先で大規模地震に遭遇した際の行動として「むやみに移動を開始しない」ことが基本とされている。この考え方は、2011年の東日本大震災の教訓を受けて広く普及し始め、現在では国や自治体の防災方針として定着している。

東日本大震災では公共交通機関が混乱し、首都圏において約515万人もの帰宅困難者が発生した[1)]。この事態を受け、東京都は2012年に「東京都帰宅困難者対策条例[2)]」を公布し、事業者に対して従業員を施設待機させることや、３日分の水・食料等を備蓄することを努力義務として定めた。さらに同年、首都直下地震帰宅困難者等対策協議会により「一時滞在施設の確保及び運営のガイドライン[3)]」が策定され、帰宅困難者が発生した際に、オフィスビルやホテル、学校、公共施設等を一時滞在施設として活用するための運用方針が示された。

これらの対策は当然、建物の安全が確保されていることを前提としている。同ガイドラインでは、建物管理者が発災後概ね６時間以内に安全の判断を行うことを目標としており、地震後に短時間で建物の状態を確認することが求められた。しかし、都市部で大規模地震が発生した際には、点検すべき建物が多いため応急危険度判定士等の専門家が不足し、即座に点検することが困難となることが懸念された。

この課題に対応するため、内閣府は2015年に「大規模地震発生直後における施設管理者等による建物の緊急点検に係る指針[4)]」を策定した。この指針では、建築に係る専門知識を有さない建物管理者等を対象として、地震後の建物の安全確認の具体的な方法や平常時の事前準備がとりまとめられた。

一方、2016年の熊本地震では、防災拠点として位置づけられていた建物が損傷により機能継続できず、使用不可となった事例が報告された。これを受けて、国土交通省住宅局は2018年に「防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン[5)]」を策定し、防災拠点の機能継続を図る際の企画、設計、運用の各段階における基本的な考え方を示した。ガイドラインでは、大地震時の円滑な機能継続確保のための平時からの準備の一つとして、構造ヘルスモニタリングシステムの活用が挙げられている。

構造ヘルスモニタリングシステムとは、建物に設置したセンサーから取得したデータをもとに建物の損傷を推定するシステムであり、人による点検を補完・代替する損傷評価手法として普及が進んでいる。2021年には、一般財団法人日本建築防災協会により、応急危険度判定の迅速化や構造ヘルスモニタリングシステムの信頼性の確保等を目的とした「応急危険度判定基準に基づく構造モニタリングシステム技術評価[6)]」が始まった。

著者らは2023年に、フジタ建物地震被災度判定システム「FEMOシステム」を開発し、条件を満たした建物に対しては同技術評価を取得した（建防災発第23133号）。その後、クラウド対応やスマートフォン対応などの機能拡充を行い、2025年に一般販売を開始した。本報では、このアップデート版「FEMOシステム」の概要および主な機能について紹介する。

§2. システム概要

「FEMOシステム」は、建物をリアルタイムでモニタリングし、地震後の建物被害状況（以下、被災度）を素早く見える化し、建物利用者の避難や継続使用の判断、事業継続計画（BCP）の策定を支援することを目的として開発したシステムである。本章では、システムの構成および機能について紹介する。

2.1 システム構成

本システムの構成図を図１に示す。本システムの基本構成は加速度センサー、メインユニット、およびクラウドからなる。加速度センサーは、１階床面、屋上または最上階天井付近、および建物を高さ方向に概ね等間隔に分割する位置に設置される。20階建て以下の建物では、４台の加速度センサーを設置することを標準としている。

各加速度センサーはLANケーブルを介してメインユニットに接続されており、地震発生時には自動的に加速度データを記録するとともに、そのデータをメインユニットへ送信する。メインユニットは、パソコンお

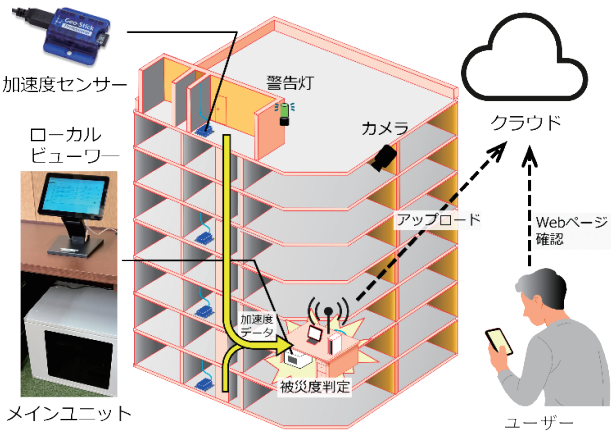

図１　システム構成

よびモバイルルーターなどで構成されており、受信したデータをパソコン上で処理した後、モバイルルーターを介してクラウドへアップロードする。アップロードされたデータはWeb上で閲覧可能であり、パソコンに加えてスマートフォンからもアクセスできるため、ユーザーは場所を問わず被災度を確認できる。

加えて、オプション構成としてローカルビューワー、カメラ、および警告灯を設置することが可能である。ローカルビューワーは現地に設置するモニターであり、大地震後に通信が途絶した場合でも、建物の被災度を確認できる。警告灯は被災度に対応した色に点灯し、現地の利用者に対して、被災度を知らせることができる。カメラは地震後に自動で撮影を行い、画像をクラウドにアップロードするため、ユーザーは建物に立ち入ることなく内部の状況を確認できる。

2.2　システムの機能

本節ではパソコン用Web画面の画像を用いて、機能を紹介する。Web画面は主に下記の６つの画面から構成される。

① ログイン画面
② ホーム画面
③ 建物一覧画面
④ 建物別地震計測情報画面
⑤ 詳細情報画面
⑥ 地震検索画面

2.2.1　ログイン画面

ログイン画面を図２に示す。本システムではユーザー IDおよびパスワードによる認証方式を採用している。各ユーザー IDには表示対象となる建物情報を個別に設定でき、2.2.3項で述べる建物一覧画面には、当該IDに紐づけられた建物のみ表示される。これにより、例えば建物管理者向けには担当建物のみを確認できるID、一括管理者向けには導入済みの全建物を確認できるIDを付与するなど、運用形態に応じたアクセス権限の管理が可能である。

「認証情報を記憶する」のチェックボックスを選択した状態でログインすることにより、ログアウトを行わない限り、次回以降は自動的にログインが行われる。これにより、地震後にユーザー IDやパスワードが不明でログインできないといった事態を防止できる。

また、本システムは地震後に登録者宛てにメールを送信する機能を有し、メール中のURLから本画面へ即座にアクセスできる。

2.2.2　ホーム画面

ログイン後、ホーム画面が表示される。ホーム画面を図３に示す。本画面は、初めて利用するユーザーでも容易に操作可能な直感的ユーザーインターフェースを採用している。

画面上の３つのアイコンおよび左側のサイドバーにある「建物一覧」をクリックすると建物一覧画面へ、「地震検索」をクリックすると地震検索画面へ、「ログアウト」を行うことでログイン画面へ遷移する。なお、別のユーザー IDでログインする場合を除き「ログアウト」を実行する必要はなく、終了時はWeb画面を閉じるだけでよい。

2.2.3　建物一覧画面

建物一覧画面を図４に示す。本画面にはIDに紐づけられた建物が一覧表示される。本画面には地震後、数分以内に計測結果が反映され、各建物で計測された過去29日間の最大の地震および最新の地震について計

図２　ログイン画面

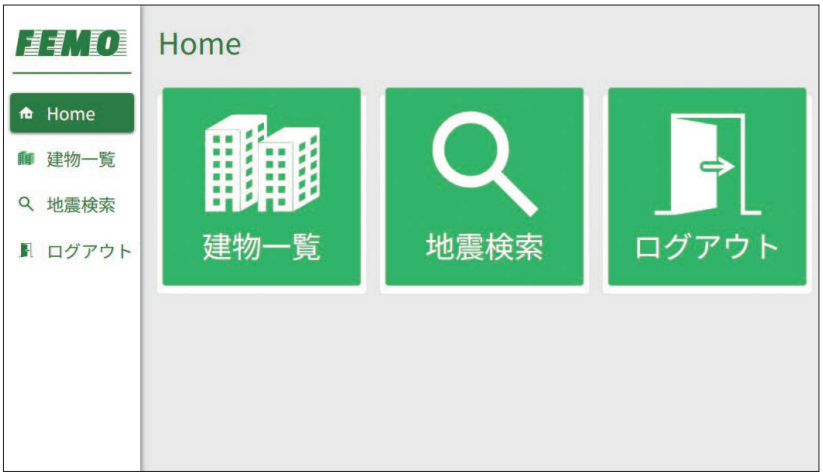

図３　ホーム画面

測日時、震度、ならびに被災度に基づく点検優先度を表示する。

地震後に本画面を確認することで、一括で建物の状況を確認できるほか、例えば、被害の少ない建物に機能を移し業務を継続するなど、迅速な初動体制の構築に活用できる。

計測日時をクリックすると、当該計測結果の建物別地震計測情報画面へ遷移し、被災度を含む詳細な結果を確認できる。

2.2.4 建物別地震計測情報画面

建物別地震計測情報画面を図５に示す。図は2026年６月26日にフジタ技術センターで計測された結果を表示したものである。本画面は建物情報、建物見取り図、震度相当、建物被災度、非構造部材被災度、被災度判定結果、ならびに地震の震源と建物位置の情報で構成される。本システムでは、気象庁の手法に基づき、加速度センサーで計測した記録から算出した震度を「震度相当」と定義している。

建物情報には、建物名や構造種別、階数の他、設置センサー数や当該建物が技術評価の要件を満たすかどうかが表示される。

建物見取り図には、図面が提供されている場合、図面とセンサー設置位置が表示される。

震度相当には、１階床面で計測された加速度から算出した震度相当が表示される。震度相当が設定値以上の場合に被災度判定を行う。震度相当の設定は、標準で３とする。被災度判定は各階について行われ、各階の最大絶対加速度および最大層間変形角をあらかじめ設定した閾値と比較することで、「安全」「要注意」「危険」の３段階で判定する。閾値は文献[7]などから設置した値を標準としている。なお、加速度センサーの設置されていない階については、設置階で記録した加速度に高さを変数としてスプライン補間を行い、加速度を推定している。詳しくは文献[8]を参考にされたい。

被災度の判定は、建物の躯体および非構造部材である配管、天井、外壁材を対象として行う。判定結果は直感的に把握できるように、「安全（緑）」「要注意（黄）」「危険（赤）」の３色で表示する。また、色覚の多様性に配慮し、図形や線種を変化させたデザインを採用している。被災度判定において３色すべてが表示された例を図６に示す。建物被災度には、躯体の判定結果のうち最も危険度の高い結果を表示し、非構造部材被災度には、配管、天井、外壁材の判定結果のうち最も危険度の高い結果を表示する。

また、技術評価の要件を満たす建物については、建

図４　建物一覧画面

図５　建物別地震計測情報

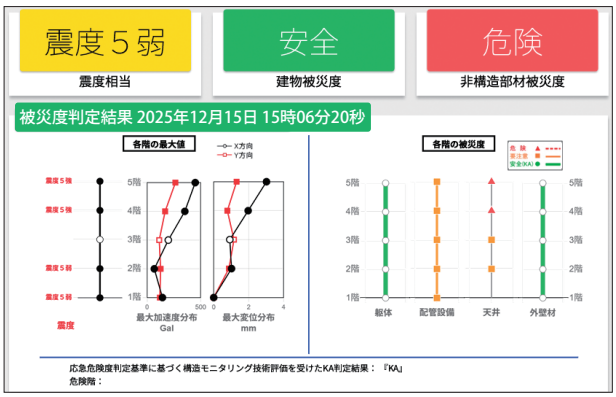

図６　被災度判定結果（３色）

物被災度が「安全」と判定された場合、建物の躯体に関する評価を、応急危険度判定マニュアル[9]に基づく評価区分「KA」と同等の意味を持つものとして扱うことができる。

被災度判定結果の左側には、最大絶対加速度の分布と最大相対変位の分布を表示する。

地震の震源と建物位置には、地図上に建物と震源の位置関係および震源情報を表示する。震源情報は、国立研究開発法人防災科学技術研究所[10]の情報を取得し表示するが、震度が小さい地震については、表示されない場合がある。

図中の「古い計測」および「新しい計測」をクリックすることで、それぞれ前後の建物別地震計測情報画面へ遷移するほか、「詳細」をクリックすることで詳細情報画面へ遷移する。

さらに、オプションのカメラを設置した場合には、本画面に撮影画像が併せて表示される。

2.2.5　詳細情報画面

詳細情報画面を図７に示す。本画面では加速度センサーで記録されたデータの詳細情報を確認できる。上３つのグラフは加速度センサーが計測した加速度の時刻歴波形を示しており、プルダウンメニューで階を選択することで、他の階のグラフを表示できる。

左下のグラフは１階床面と、屋上または最上階天井付近に設置した加速度センサーで記録した加速度から算出した変位の差を示しており、地震時における建物の変形方向および変形量を確認できる。

右下のグラフは１階床面で計測した加速度から算出した疑似速度応答スペクトルを表示している。

「ダウンロード」をクリックすることで、加速度データのCSVファイルをダウンロードでき、専門的なユーザーが分析に用いることも可能である。

2.2.6　地震検索画面

地震検索画面を図８に示す。本画面ではIDに紐づけられた建物で計測された地震が一覧で表示される。上部の検索条件指定で、日付と震度で絞り込めるほか、検索窓に登録名を入力することで特定の建物だけを表示できる。計測日時をクリックすると、建物一覧画面と同様、当該計測結果の建物別地震計測情報画面へ遷移する。

また、クラウドマークをクリックすることで、本画面からもCSVファイルをダウンロードできる。

§3.　スマートフォン対応

近年、地震や豪雨災害などの大規模災害発生時には、情報収集や安否確認にSNSを用いることが一般的となっている。これに伴い、スマートフォンは災害時における主要な情報端末として広く利用されている。

本システムにおいても、クラウド対応に伴いスマートフォンからWeb画面を閲覧可能となったが、パソコン向けに設計されたユーザーインターフェースを利用していたため、画面サイズの違いからレイアウトや操作性に問題があった。

そこで、スマートフォンでの利用を前提とした専用のユーザーインターフェースを開発した。本章ではスマートフォン版ユーザーインターフェースの各画面について紹介する。なお、スマートフォン版は機能を厳選した構成としており、詳細情報画面を除いた下記の５画面で構成される。

① ログイン画面
② ホーム画面
③ 建物一覧画面
④ 建物別地震計測情報画面
⑤ 地震検索画面

図７　詳細情報画面

図８　地震検索画面

3.1 ログイン画面

ログイン画面を図９に示す。本画面はパソコン版のデザインを踏襲し､統一感のあるデザインとしている。

3.2 ホーム画面

ホーム画面を図10に示す。本画面は片手操作を考慮してアイコン配置を調整し、操作性の優れたデザインとしている。左上の「≡」をタップすることで、サイドメニューを展開することができる。

3.3 建物一覧画面

建物一覧画面を図11に示す。本画面はパソコン版では表形式で表示していた項目を、スマートフォンの画面幅に収まるよう、レイアウトを変更して表示している。各建物で計測された過去29日間の最大の地震および最新の地震はトグルスイッチで切り替えができる。日付または詳細表示をタップすることで、建物別地震計測情報画面に遷移できる。

3.4 建物別地震計測情報画面

建物別地震計測情報画面を図12に示す。本画面はパソコン版の情報構成を維持しつつ、スマートフォンで閲覧しやすい縦方向中心のレイアウトとした。

3.5 地震検索画面

地震検索画面を図13に示す。本画面も建物一覧画面と同様､パソコン版では表形式で表示していた項目を、スマートフォンの画面幅に収まるよう、レイアウトを変更して表示している。

図９　ログイン画面（スマホ）

図 10　ホーム画面（スマホ）

図 13　地震検索画面（スマホ）

図 11　建物一覧画面（スマホ）

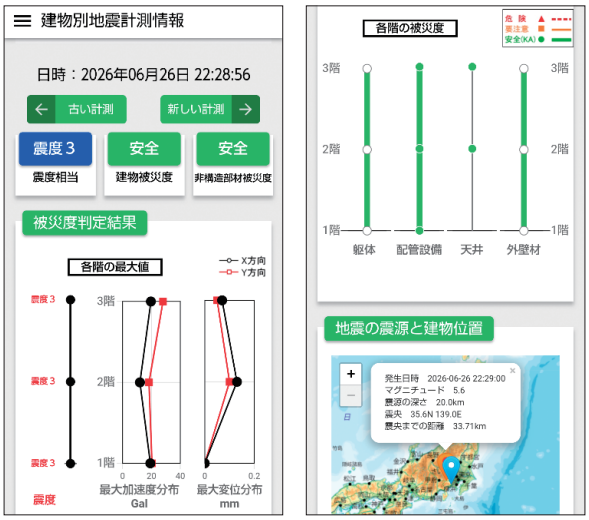

図 12　建物別地震計測情報画面（スマホ）

§4. おわりに

本報では、フジタ建物地震被災度判定システム「FEMOシステム」の概要と機能を紹介した。

本システムを含む構造ヘルスモニタリングシステムは、耐震改修や制振・免震技術のように地震による建物被害を未然に防止するものではない。その主な役割は、地震発生後の意思決定に必要な建物の情報を提供することにあり、本システムを導入するだけでは十分な災害対策とは言えない。システムの導入にとどまらず、システムから提供される情報を平常時から防災計画やBCPに組み込み、災害時の意思決定プロセスへ適切に反映させることで、その効果を最大限に発揮することができる。

このような運用を通じて、「FEMOシステム」が、建物利用者の安全確保と事業継続に寄与するとともに、災害対応力向上に貢献することを期待する。

謝辞

本システムは株式会社地層科学研究所との共同開発により実現いたしました。また、運用に関しても多くのご助力をいただいております。関係者の皆様には深く感謝申し上げます。

小松原　知将

ひとこと

構造ヘルスモニタリングシステムは防災に役立つだけでなく、蓄積されたデータは今後の設計の発展にも繋がります。多くの建物に導入できるよう活動を続けます。最後に、FEMOシステムの読み方はフィーモシステムです。

参 考 文 献

1) 東京都：『東京都帰宅困難者対策ハンドブック』、2023.3.
2) 東京都：『東京都帰宅困難者対策条例』、東京都条例第17号、2012年3月30日公布. https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/kitaku_portal/1000050/1000536.html（参照 2026.7.9）.
3) 首都直下地震帰宅困難者等対策連絡調整会議：『一時滞在施設の確保及び運営のガイドライン』、2024.7.
4) 内閣府（防災担当）：『大規模地震発生直後における施設管理者等による建物の緊急点検に係る指針』、2015.2.
5) 国土交通省住宅局：『防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン（新築版）』、2018.5（令和元年6月一部改定）.
6) 一般財団法人日本建築防災協会：『応急危険度判定基準に基づく構造モニタリングシステム技術評価』、https://www.kenchiku-bosai.or.jp/（参照 2026.7.9）.
7) 東京都建築構造行政連絡会：『建築構造設計指針2019（改訂8版）』、一般社団法人東京都建築士事務所協会、2019.
8) 小松原知将、馮徳民、中川太郎：2種の3次スプライン補間を用いた建物応答推定手法、フジタ技術研究報告、第58号、pp.31-36、2022.
9) 被災建築物応急危険度判定研究会：『被災建築物応急危険度判定マニュアル』、日本建築防災協会・全国被災建築物応急危険度判定協議会、2026.
10) 防災科学技術研究所.『強震観測網（K-NET、KiK-net）』. https://www.kyoshin.bosai.go.jp/ja/（参照 2026.7.9）.