

Ⅲ. 「管理技術部門」の平成 21 年度研究計画

Ⅲ— 1. 研究実施方針

1. 研究実施方針

「管理技術部門」においては、長期利用する住宅スケルトンの構造特性を診断・把握する診断・評価手法の高度化に向けて、技術者の目視等に基づく点検・診断を代替又は補完する新たな診断技術として、情報通信技術および信号処理技術を利用したヘルスマニタリング技術に着目し、住宅の構造・規模に適したヘルスマニタリングシステム及び維持管理・流通における技術利活用に関する研究開発を行う。

① 実大建物の加振実験による構造ヘルスマニタリングの技術検証

住宅スケルトンの構造特性の変化（建物全体系・層レベル・部材レベル）について、実大建物加振実験において計測・記録されたデータを用いて、現象の把握と損傷の有無・箇所の推定に関する構造ヘルスマニタリング技術の適用性を実験検証する。

② 住宅に適したヘルスマニタリングシステムの開発

一般的な住宅への技術適用に向けて、標準的な RC 造共同住宅の構造モデルを設定し、住宅の構造・規模に適したヘルスマニタリングシステムの構成と診断サービスの運用に関する技術的課題について検討する。

③ 住宅の維持管理・流通における技術の利活用手法の提案

住宅スケルトンの状態把握に基づいた維持管理の実施や、住宅の流通における健全性評価・表示など、新たな診断・情報提供サービスとしてヘルスマニタリング技術を利活用する手法と社会システム構築に係る課題を検討する。

なお、本研究では、「ヘルスマニタリング技術」は、「構造ヘルスマニタリング（SHM：Structural Health Monitoring）技術」の意味で用いる。また、モニタリングの目的、対象建物の構造・規模と計測する項目に対応するようにセンサ・通信・信号処理を具体的に構成する技術システムを「モニタリングシステム」と呼ぶこととする。

2. 研究年次計画

具体の検討は、他部門の研究開発との整合を図りつつ、構造ヘルスマニタリング技術と活用・運用に係る課題に対応した検討テーマを設定して実施することとするが、予定している 3 カ年の研究年次計画及び研究テーマの関連は次のとおりである。

Ⅲ— 2. 平成 20 年度の研究成果（概要）

平成 20 年度は、主として次のような内容について成果を得た。

【基礎的な調査検討】

①建物管理の高度化に向けた新たな技術適用に関する調査

建設された建物の振動特性等を直接計測し耐震性能を診断する構造ヘルスマニタリング技術及び設備等のモニタリング技術に関して、学会、産業界での調査、研究、技術開発の現状と動向について、既往文献調査、学識経験者へのヒアリング等により把握し、住宅における建物管理への適用の観点から、技術的課題を整理した。

【住宅用ヘルスマニタリング技術（技術開発）】

②実大建物の加振実験データを用いたモニタリング技術の検討

要素技術としてのセンサ技術や逆解析手法は既に充実してきているが、実構造物で構造ヘルスマニタリング技術の有効性を示した例は極めて少なく、実用化に向けての技術開発課題となっている。そこで、兵庫耐震工学研究センター（E-ディフェンス）で実施された中層 RC 造の実大規模建築構造物の振動台加振実験において計測・記録された波形データ等を利用して、複数の方法による逆解析手法の適用性を検証した。一定レベルの診断精度を確保できることを確認するとともに、推定結果をどのように解釈するかにおいて、先験情報の活用、長期のデータ収集が不可欠であることが示された。

③過去に行われた実大規模の加振実験に関する資料情報整備

実構造物の観測事例や、過去に行われた実大規模加振実験等に関する文献調査を行い、対象構造物、加振条件、計測物理量等の観点から分類整理した。整備した資料情報リストにより、技術の適用性を検証するためのデータの種類や所在が明らかとなるため、今後、中層 RC 造以外も含めて検討対象を広げていく際の基礎資料として活用する。

④簡易かつ一定の精度を有するモニタリングシステムの技術要件の検討

住宅のスケルトン（構造・共用設備）の健全性評価へのヘルスマニタリング技術の適用・普及に向けて、データの取得、伝送、蓄積・管理、逆解析・情報提供における技術の現状を整理し、必要となる要素についてハード・ソフト両面から検討した。住宅の標準的な形態に応じて提供するサービスレベルとそれに対応する基本要件を整理する、という今後の検討の方向性を確認した。

【住宅用ヘルスマニタリング技術の運用システム】

⑤住宅分野への技術適用・普及に必要な情報基盤等の課題検討整理

住宅の流通段階における構造安全性能及び使用期間内での老朽化や損傷の評価に関して、既往研究・調査の情報収集、及び学識経験者、有識者等へのヒアリングを行い、既存住宅評価にヘルスマニタリング技術を適用する上での診断精度や運用方法等に関する技術ニーズと課題を抽出整理した。特に住宅の流通を考える場合、公正で客観性のある情報提供が可能な診断・評価法としてヘルスマニタリング技術が適用される仕組みづくりが必要との課題が示された。

Ⅲ—3 平成21年度の研究実施計画

1. 実大建物の加振実験データを用いたヘルスマonitoring技術の検討

参照：資料1—5—1

(1) 詳細なデータ等を用いたヘルスマonitoring技術の適用性検証

構造設計等の先見情報や、変位計やビデオ映像等、加速度センサ等による継続的なデータ計測・診断を行う場合、どこまでの状態把握と損傷推定ができるかについて技術資料を得ることを目的として、平成20年度に検討対象とした加振実験について、構造設計の詳細に関する情報や、加速度センサ以外の計測データを用いて、逆解析手法（フルスペックの逆解析）の検討、診断精度の検証を行う。

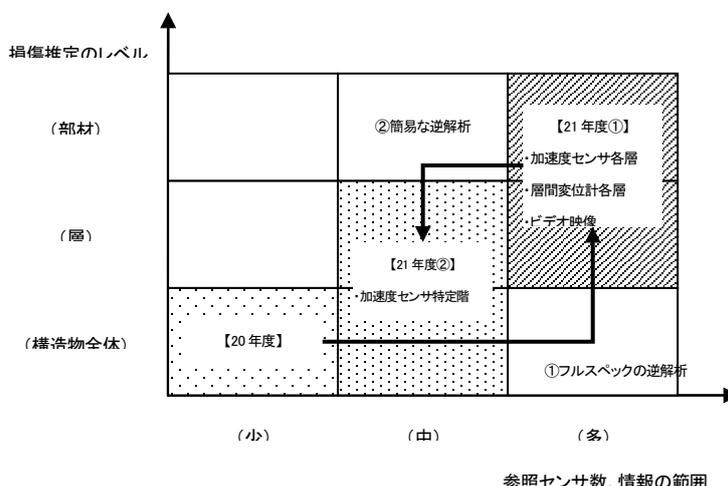
具体的には、実大建物加振実験で計測・記録されたデータ及び設計情報を用いて逆解析を行い、計算結果と実際の損傷状態とを比較対照し損傷推定精度の実証データを作成する。逆解析計算及び比較対照は、国土技術政策総合研究所と独立行政法人防災科学技術研究所との共同研究に基づき、平成20年度、独立行政法人防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センター(E-ディフェンス)で行われたRC造4階建て実大建物加振実験とする。

(2) センサ・データの数を限定した逆解析結果や損傷推定精度等の検討

詳細な加振実験データを用いた検討を踏まえ、センサ・データの数を限定した逆解析結果や損傷推定精度等に関する技術検討を行い、簡易ながら一定の精度を有するシステムの開発を行う。今年度は、許容誤差の範囲内で損傷を正しく推定するために必要なセンサ個数や、限られた数のセンサで推定精度が最も向上するセンサ設置位置等について検討する。

(3) 簡易かつ一定の精度を有するモニタリングシステムの試設計

住戸に適したヘルスマonitoringシステムを想定しつつ、状態把握の対象（建物全体系・層レベル・部材レベル）と目的（損傷の有無・箇所推定など）に対応するヘルスマonitoringシステムを複数タイプ試設計する。ここで試設計したシステムを、平成22年度に実施予定の実大建物加振実験（平成20年度に行われた実験と同じ試験体を用いる加振実験）において、試験体に実装し、状態把握、診断に係る技術適用の実証実験を行う。



2. 住宅に適したヘルスマニタリング技術に関する検討

(1) 標準的な RC 造共同住宅を想定したヘルスマニタリング技術の検討

標準的な RC 共同住宅を想定した場合のケーススタディを行い、ヘルスマニタリング技術による診断・情報提供のサービレベルを設定し、それを実現するために必要なセンサの種類・数・設置箇所や逆解析手法等に係る適切な考え方を整理する。

標準的な RC 造共同住宅モデルとして、A：高層塔状、B：高層板状、C：中層板状の3つの実在建物を設定する。各モデルの設計図等の情報を参照し、延床面積、階数、高さ、構造設計形式等の基本情報に加え、固有周期等のパラメータを設定する。また、各モデルの振動特性を踏まえたセンサ計測上の留意事項等について整理する。

参照：資料1—5—1 後半

3. 住宅の維持管理・流通におけるヘルスマニタリング技術の利活用手法に関する検討

(1) ヘルスマニタリング技術の適用とサービス運用に関する検討

住宅スケルトンの状態把握に基づいた維持管理の実施や、住宅の流通における健全性評価・表示など、新たな診断・情報提供サービスとしてヘルスマニタリング技術を利活用する手法と社会システム構築に係る課題を整理・検討する。

検討にあたっては、ヘルスマニタリング技術の本来の利用目的（住宅のスケルトンの健全性評価）に限定せず、住宅向けの既存の常時監視システム・サービス等との融合の可能性を含めて幅広く検討するため、住宅履歴書、設計図/CADデータの保管等に係る仕組み・サービス、エレベータ等の共用設備モニタリングシステムや防犯システム等、住宅の維持管理における調査・診断、情報管理の仕組みとの対応を考慮する。

参照：資料1—5—2

(2) 構造ヘルスマニタリング技術の解説資料（原案）の検討

建物管理への技術普及に向けて、構造の専門家以外に対して技術をわかりやすく伝える解説資料（パンフレット）の作成に向けて、解説資料の構成案の検討、及び関連技術用語に関する解説文案を作成する。

参照：資料1—5—3
<参考>

Ⅲ—4 平成21年度の研究実施体制

WG（ワーキンググループ）を設置し、検討を行う。

※平成20年度の委員に加え、技術の利用側である診断・評価、住宅管理の専門家に参画いただく

■WG委員構成（敬称略）

1. 外部委員

主査	三田 彰	慶應義塾大学 理工学部システムデザイン工学科 教授
委員	濱本 卓司	東京都市大学工学部建築学科 教授
	小松 幸夫	早稲田大学理工学術院 教授（新任）
	齊籐 広子	明海大学不動産学部 教授（新任）
	薛 松濤	近畿大学理工学部建築学科 准教授
	梶原 浩一	（独）防災科学技術研究所プロジェクトディレクター
	有川 智	（独）建築研究所 住宅・都市研究グループ 上席研究員
	森田 高一	（独）建築研究所 構造研究グループ 主任研究員

<SHM技術検討SWG>

下記のメンバーによるSWGを設置してSHM技術について構造工学の見地から検討する。

薛 松濤	近畿大学理工学部建築学科 准教授
梶原 浩一	（独）防災科学技術研究所 プロジェクトディレクター
有川 智	（独）建築研究所 住宅・都市研究グループ 上席研究員
森田 高一	（独）建築研究所 構造研究グループ 主任研究員
佐藤 栄児	（独）防災科学技術研究所 研究員

2. 国土交通省

住宅局住宅生産課

3. 研究担当者

高橋 暁 国土技術政策総合研究所 住宅研究部住宅瑕疵研究官

4. コンサルタント・事務局

（株）三菱総合研究所

■WG開催

（3回の開催を予定）

第1回 平成21年 9月18日（金）

第2回 平成21年12月18日（金）10:00～12:30