

「建物の強震観測とその利用技術」（平成24年度～平成26年度）評価書（事後）

平成27年 5月11日（月）

建築研究所研究評価委員会

委員長 深尾 精一

1. 研究課題の概要

（1）背景及び目的・必要性

建物を対象とした強震観測は、建物の地震時の挙動を実際に観測することにより、建物の動的な特性や耐震性能に関する知見を収集し、耐震設計技術の向上に資することを目的としている。建築研究所は1957年から建物を対象とした強震観測を行っており、これまで多くの記録を蓄積し、我が国の耐震建築基準の基礎となっている貴重な研究成果を挙げている。

2011年東北地方太平洋沖地震では、多くの建物で極めて貴重な強震記録を得ることができた。建築研究所では地震から2日後の3月13日に強震観測速報の第1報と強震記録をウェブ上に公開した。これは被災地の強震記録としては最も早く公開されたものとして、多くの注目を集めた。強震記録が得られた観測地点は60か所に及び、4棟の振動被害を受けた建物、9棟の超高層建物、6棟の免震建物が含まれている。例えば、東北大学の人間環境系研究棟では地震の揺れによって大きな損傷を受けている状況が明瞭に分かる強震記録が得られ、その損傷過程を詳細に検討することができた。また、震源から770kmと遠く離れた大阪府咲洲庁舎では、地震動レベルは小さかったものの超高層建物が共振して大きく長く揺すられる現象を克明に記録した。さらに津波被害を受けた岩手県の宮古市庁舎では、津波で強震計が壊れるまでの貴重な記録が得られている。

これらの成果は、建物の健全性評価の実用化や耐震安全性評価の精度向上に重要な役割を果たし、また長周期構造物の安全対策など今後の地震防災対策の面からも極めて有用なものである。東北地方太平洋沖地震の強震記録は、巨大地震による長周期地震動の生成やそれを受ける長周期構造物の応答の解明、超高層建物や免震建物での非構造部材や設備機器の被害の防止など、対策が急がれる課題の解明に大いに資するものである。また、大加速度や高震度を観測した地域で振動被害は少ないと報告されており、建物への入力地震動の評価も重要な課題である。

このような課題を解決するためには更に地震時の建物の実挙動の把握を進める必要があり、耐震建築基準の研究の基礎となる建物を対象とした強震観測の重要性は一層高まっている。さらに、強震観測で得られた成果を建物の管理者が利用したり、建物の利用者に提供したりするなど、より広く活用するための利用技術の研究も必要である。このような背景から、本研究課題を実施した。

（2）研究開発の概要

建築研究所が全国に展開している強震観測網の維持管理及び効率化を図り、強震記録の収集と整理、および分析を行う。また、長周期構造物など社会的要請に応えた観測体制の強化を行う。得られた観測成果は、インターネットや出版物、研究発表を通じて迅速に公開する。更に、強震観測自体および強震観測で得られた記録の利用技術の整理と開発を行い、強震観測の普及に資する。

（3）達成すべき目標

- 1) 強震観測装置の安定した稼動と、観測網の充実・効率化及び信頼性の向上
- 2) 強震観測記録や分析結果から構成される公開されたデータベース
- 3) 強震観測の利用技術に関するフォローアップと新たな提案

(4) 達成状況

1) 強震観測装置の安定した稼働と、観測網の充実・効率化及び信頼性の向上

古く不調であった横浜第二合同庁舎及び都営南砂住宅の強震計は迅速に更新し、また庁舎が取り壊された新宮市庁舎の強震計は直ぐに代替の観測対象(新宮市保健センター)に移設した。また、課題となっている長周期(長時間)地震動の影響を把握するため、超高層建物(名古屋市金山南ビル、千葉県庁本庁舎及び地盤、中央合同庁舎7号館、トリトンスクエアZ棟及び地盤、都営東雲2丁目住宅、名古屋市UR星ヶ丘住宅)及び免震建物(東雲公務員宿舎及び大阪合同庁舎1号館)の計8か所(10台)の観測地点を新設した。このように観測網の安定化と信頼性の向上、充実を図ることができた。

2) 強震観測記録や分析結果から構成される公開されたデータベース

観測記録データベースの更新と公開については平均月2度の頻度で更新し、得られた強震記録を公開した。3年間に公開した記録数は844地震3,235記録に及ぶ。また、3年間で12地震について速報を発行した。

強震記録の分析結果については、多くの論文や報告で公表し、また強震記録は、国際地震工学研修生の修士レポートにも活用された。また、2014年10月からは、建物の強震記録の公開の手続きを簡素化し、広く研究者や技術者の要望に応じている。

3) 強震観測の利用技術に関するフォローアップと新たな提案

強震記録が得られた場合迅速に分析を行い、その結果を示すことのできるように主な建物について解析モデルの構築とキャリブレーションを行い、レポートの雛形を作成した。2011年東北地方太平洋沖地震以降、建物の健全性評価に関する関心が高まっている。建築研究所の長期にわたる建物の強震記録は、観測記録から建物の健全性を評価する基礎資料を与えるものであり、振動特性の経年変化や振幅依存性、さらに被災による変動など多くの資料を提供し利用技術の促進を図った。また、ネットワーク型のセンサーを用いた連続記録システムは、加速度計型の強震計では扱いにくい長時間継続する地震動も確実に収録することができ、記録の新たな利用方法の可能性を広げるものである。連続記録システムを用いたモニタリングシステムを千葉県庁舎に導入し、今後ユーザーのニーズに合わせた改良を行う予定である。

2. 研究評価委員会(分科会)の所見(担当分科会名:地震工学分科会)

(1) 所見

- ① 公開を前提として建物基部と上部での強震観測を行っているのは建築研究所だけであり、本研究課題は、建物の健全性と耐震基準の検討に向けての世界的にも非常に貴重な基礎資料を提供する研究かつ事業である。
 - ② 本研究課題の中心である記録の収集とその公開については十分行われている。
 - ③ サブテーマ1(観測網の維持管理)では、当研究期間において適宜更新と新設がなされた。
 - ④ サブテーマ2(成果の普及)では、取得された強震データの公開がなされ、公開されたデータが広く有効に利用され学術的分野に貢献したことが発表成果などを通じて認められる。
 - ⑤ サブテーマ3(利用技術の検討)では、経年変化に注目した調査やユーザー利用環境の改善の試みなどがなされ、調査・開発に進展が認められる。
 - ⑥ 特に2011年東北地方太平洋沖地震において、これまで整備をおこなってきた建築物の地震計によって非常に貴重な記録が得られ、それらが建築物の研究に大いに寄与したものと認められる。また、得られた強震データは、基本的に公開され共同研究が実施され、広く有効に利用されるための環境整備に尽力しているものと認められる。以上により、本研究課題は建物の地震時の挙動に関する知見収集と設計技術向上への寄与という目的を達成したものと認められる。
- ・継続課題、さらにその先へ向けて、以下のようなコメントがあった。

- ⑦ 限られた予算内において効率的な観測の実施の為の研究活動を今後も継続して欲しい。
- ⑧ 強震記録の有効活用について、いままで以上に外部機関との連携などによる貴重な強震データの有効利用を進めてほしい。
- ⑨ 強震計設置機関・建物の管理者が建物データを公開する気になる仕掛けを考えてもらいたい。
- ⑩ 利用者相互の研究情報交換や、今後の観測研究のありかたを検討するためにも、利用者からの成果報告と成果を本研究にフィードバックしてもらえそうな仕組み作りもぜひ考えていただきたい。
- ⑪ 建物の振動特性は個体差が大きく、今後観測点を増やしたとしてもすべてのタイプの建物を網羅することはできない。超高層ビルや免震ビル、或は新旧の建築工法の影響の比較観測、など、観測対象を特化することも必要であろう。また、観測点のいくつかを「重点観測点」として位置づけ、地盤の調査や建物の設計図に基づく建物の詳細なモデル化を進め、観測データ解析に加えて建物振動のシミュレーション・実験等に基づいた多面的な研究を進めることも検討してほしい。
- ⑫ 後継者の育成も意識してほしい。

(2) 対応内容

所見⑦⑧⑩への対応

建築研究所の強震データは、東京理科大、名古屋大、東京大などの研究教育機関、内閣府など行政機関、さらには民間企業でも多くの方に利用して頂いている。どのように利活用されているかの情報の効率的な収集について検討していく。

所見⑨⑩⑫への対応

データ利用を促進するための建物の所有者と外部利用者との間の調整、観測対象の重点化、UR との連携、後継者の育成などを、強震観測課題の将来像を、所内 WG を作って議論している。

所見⑪への対応

建物振動のシミュレーション・実験等に基づいた研究は、強震観測データを利用して、上部構造の研究者と連携して実施している。所内での協力体制をさらに強化し、成果が見える形を検討する。

3. 全体委員会における所見

外部への公開を前提として、建物基部と上部で強震観測を行っているのは建築研究所のみであるため、本研究課題は非常に重要な課題である。研究の中心となる記録の収集や公開は十分に行われているため、分科会の評価を支持し、全体委員会の評価としたい。

なお、この成果を生かした論文を多く発表して、より利活用を進めてもらいたい。また、今後の観測網の整備については、超高層ビルや免震ビルなど特徴的なものにとらえて、集中的に行ってほしいという意見があった。

4. 評価結果

- A 本研究で目指した目標を達成できた。
- B 本研究で目指した目標を概ね達成できた。
- C 本研究で目指した目標を達成できなかった。