

「建物を対象とした強震観測」（平成21年度～平成23年度）評価書（事後）

平成24年7月13日（金）
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、貴重な研究成果を挙げている。例えば1964年新潟地震の川岸町アパートの強震記録は、日本で得られた最初の被害地震の強震記録であり、地盤の液状化の様子を克明に捉え、その後の対策の契機となる役割を果たした。また1978年宮城県沖地震の東北大学の校舎でとれた記録は、仙台地域を代表する強震記録として、その後の設計用の地震動として用いられてきている。最近では、名古屋合同庁舎で得られた強震記録を用いて、その地域の長周期建造物の設計に対応できる設計用地震動（名古屋三の丸波）の作成が行われた。

一方で、近年の観測機器の高精度化や地盤上の観測網の充実、解析技術の高度化は、建物の耐震設計に新たな課題をもたらしている。例えば、最近の被害地震の観測事例を見ると、大きな加速度記録が得られることも多いが、その周辺の被害状況との不整合が散見される。また、中小の強震記録の蓄積と分析からは、遠地の地震でも都市部で長周期地震動が増幅し、長周期建造物の応答に大きな影響を与えることが明らかになりつつある。このような建物への入力地震動の問題や長周期地震動と長周期建造物の応答の問題など、社会から新たに提起されている課題に対しては建物の実際の挙動を観測することにより、現象の解明から取り組む必要がある。また、建築基準法の性能規定化と限界耐力計算法の導入など新たな設計概念の登場により、実建物の振動特性や耐震性能の把握が更に重要となっている。建物の強震観測はこれらの課題の解決に不可欠のものであり、継続的に取り組む必要がある。

（2）研究開発の概要

サブテーマ（1）強震観測網の維持管理と充実

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充実を行い、そこから得られる強震記録の収集、整理、分析を行う。また、関連する建物や地盤の情報の収集と更新を続ける。

サブテーマ（2）強震観測成果の普及

強震観測で得られた観測記録や観測記録の分析結果を、インターネットなどを通じて速やかに公開する。また、日本における強震観測の普及に資する情報や技術を収集整理し、社会に発信する。

サブテーマ（3）新たな強震観測体制の具体化

「建築物の強震観測の推進方策に関する検討委員会」（平成18年度～20年度）の提言を受け、取り組むべき観測計画の具体化と試験観測、及び強震観測の普及のための技術開発を行う。

（3）達成すべき目標

- ・ 強震観測装置の安定した稼動と、観測網の効率化及び信頼性の向上
- ・ 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
- ・ 強震観測の充実を目指した具体的観測網の提案と防災対策に利用できる技術の提案

(4) 達成状況

サブテーマ (1) 強震観測網の維持管理と充実

1) 強震観測機器の維持管理と充実

①強震観測網の維持管理はおおむね良好であった。東北地方太平洋沖地震をはじめとして多数の強震記録が得られた。特に東北地方太平洋沖地震では、多くの観測地点で観測開始以来最大の地震動を観測し、観測した建物の破壊過程を捉えた強震記録や都市域での長周期地震動と長周期構造物の応答を明らかにする強震記録など、耐震工学上極めて貴重な記録が得られた。なお、東北地方太平洋沖地震と前後して、一部不具合や欠測が生じた。不具合については順次解消している。東北地方太平洋沖地震本震の欠測と不具合の一覧を以下に示す。

- ・ 電源喪失による欠測(仙台市鶴巻小学校、折立小学校、東京大学地震研究所筑波地震観測所、上尾市庁舎)
- ・ 津波による観測機器流失(仙台市中野小学校)
- ・ メモリカード不具合による欠測(南砂住宅)
- ・ 上書きによるデータ喪失(さいたま法務局越谷支局)
- ・ 電源喪失による記録の途中終了(仙台市宮城野小学校、塩竈市玉川中学校)
- ・ 設定不具合による一部データ欠損(横浜第2合同庁舎)

記録が得られた観測地点は 61 地点(宮城野小学校、玉川中学校、横浜第 2 合同庁舎を含む)であるのに対し、欠測地点は 7 地点であり、捕捉率は 90%であった。ちなみに、岩手、宮城、福島、茨城、千葉県の K-NET 及び KiK-net では、206 地点中 191 地点で記録が得られており、捕捉率は 93%となる。

②新設観測地点として以下の 7 地点に強震計を設置した。なお、他の研究課題で設置し、本研究課題で観測を実施しているものを含む。

- ・ 国立国会図書館本館(書庫棟 1 層及び 17 層)
- ・ 国立国会図書館新館(地下 8 階、地下 4 階、1 階 4 階)
- ・ 国立国会図書館地盤(GL、GL-24m、GL-35m)
- ・ つくば市庁舎(免震、地下 1 階、1 階、6 階)
- ・ さいたま新都心合同庁舎 2 号館(超高層、B3F、10 階 2 台、27 階 2 台)
- ・ さいたま新都心合同庁舎厚生棟(1 階)
- ・ 大阪府咲洲庁舎(超高層、1 階、18 階、38 階、52 階 2 台)

③以下の観測地点を廃止または休止した。

- ・ 上越社会教育会館(施設廃止)
- ・ 仙台市中野小学校(東北地方太平洋沖地震の津波により流失)
- ・ 石川県広坂庁舎(施設廃止)
- ・ 長野県庁(耐震改修工事のため一時的に撤去)
- ・ 東北大学人間環境系研究棟(東北地方太平洋沖地震で被災、施設廃止)

④この結果、2012 年 3 月末現在の観測地点数は 75 となっている。

2) 観測記録の収集、整理、データベース化

①2009 年 4 月から 2012 年 3 月までの間に、1,509 地震 5,050 強震記録を収集し、データベース化を行った。ちなみに、このうち 1,200 地震 4,179 強震記録は 2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震以降のものである。

3) 建物や地盤の情報の収集、整理

- ①建物の地震応答や入力地震動の詳細な検討を行うため、八戸市庁舎、国立国会図書館、つくば市庁舎、さいたま新都心合同庁舎、大阪府咲洲庁舎などの建物や地盤の資料を収集整理した。

サブテーマ（２）強震観測成果の普及

1) 観測記録データベースの更新と公開

観測されたすべての強震記録を外部サーバーのデータベースに登録し、一般に公開した。2012年3月末現在登録された強震記録の総数は9,776記録である。強震記録のダウンロード件数は、公開を開始した2009年4月から2012年3月末までの間に、1,902,618件(月平均約52,851件)であった。月毎のウェブサイトへの訪問者数は、東北地方太平洋沖地震の発生した2011年3月に急激な増加を示し、以降7月にかけて減少するが、最近の平均的な訪問者数は東北地方太平洋沖地震以前より若干増えている。

2) 大きな地震発生時の速報の発行

以下の13の地震について速報を編集し、WEB上に公開した。特に2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の速報は、地震発生の2日後に掲載し、地震動に関する情報がほとんどない中で国内外から高い評価を得た。

- ・ 2012年3月27日 岩手県沖の地震 (M=6.6, h=21 km)
- ・ 2012年3月14日 千葉県東方沖の地震 (M=6.1, h=15 km)
- ・ 2012年3月14日 三陸沖の地震 (M=6.9, h=64 km)
- ・ 2011年8月19日 福島県沖の地震 (M=6.5, h=51 km)
- ・ 2011年7月15日 茨城県南部の地震 (M=5.4, h=66 km)
- ・ 2011年7月10日 三陸沖の地震 (M=7.3, h=34 km)
- ・ 2011年4月11日 福島県浜通りの地震 (M=7, h=6 km)
- ・ 2011年4月7日 宮城沖の地震 (M=7.1, h=66 km)
- ・ 2011年3月11日 茨城県沖の地震 (M=7.7, h=43 km)
- ・ 2011年3月11日 東北地方太平洋沖地震 (M=9.0, h=24 km)
- ・ 2011年3月9日 三陸沖の地震 (M=7.3, h=8 km)
- ・ 2009年8月11日 駿河湾の地震 (M=6.5, h=23 km)
- ・ 2009年8月9日 東海道南方沖の地震 (M=6.8, h=333 km)

サブテーマ（３）新たな強震観測体制の具体化

1) 強震観測に関わる新しい技術の調査と導入

強震計の設置や構成の変更を容易に行えるシステムとして LAN(ローカルエリアネットワーク)を利用した強震計(ここでは LAN 型強震計と呼ぶ)を試用し、その性能を確認した。この強震計を、国立国会図書館の本館及び新館、つくば市庁舎、さいたま新都心合同庁舎及び大阪府咲洲庁舎に設置した。これらの観測地点の機器は、携帯データ通信を用いてインターネットに接続されており、強震計の管理や記録の回収に利用している。

2) 入力地震動検討用観測網の試験観測

当初、建築研究所敷地内の実験棟を対象に入力地震動検討用の試験観測を行う予定であったが、東北地方太平洋沖地震の発生を受けて計画を変更し、LAN 型強震計を用いた余震観測による試験観測を行った。余震観測の対象は、建築研究所実大構造物実験棟、いわき市庁舎、及び鉾田総合公園体育館である。成果の一部は学会発表などで報告している。

3) 防災情報提供型強震計の検討

つくば市庁舎における観測システムを利用し、即時に観測成果を表示するシステムを提案し、設

(建物を対象とした強震観測)

置した。これは地震による震度や建物の揺れ、市庁舎に付けた免震装置の挙動などを即座に一般向けに表示するシステムで、市民の地震防災への意識の向上や理解の深化に役立つものである。また同様に、建物の揺れを常時モニタできるシステムを大阪府咲洲庁舎に設置した。

2. 研究評価委員会（分科会）の所見とその対応（担当分科会名：地震工学分科会）

（1）所見

- ① 地震観測は、日頃のメンテをしっかりとしていないといざという時に記録に失敗することが多い。補足率 90%は大いに評価できる。東北地方太平洋沖地震の貴重な記録が数多く得られており、補足率も高いことを考えると、得られた成果は高く評価できる。
- ② 成果の発表も迅速になされていると判断される。他の研究機関との研究上の連携も評価できる。設置場所も様々な建築物に設置し、記録の多様性に配慮していると認められる。ただ、地震観測を行っている他機関との役割分担は分かるが、（観測の観点からの）連携がなされているかがやや曖昧である。
- ③ 貴重な建物強震観測のデータを公的機関、民間企業に広く公開し、データ解析を共同研究により進め、多くの研究発表・論文が出版されている。観測で得られた記録はインターネットから参照可能としていることは高く評価される。継続研究において、データの完全公開とデータの積極的利用を進めてもらいたい。建物所有者との折衝を粘り強く進めることにより、建物上部での記録の（デジタル量としての）公開を進めてもらいたい。
- ④ 建物強震観測データの利用者、利用目的、成果の公表等の情報を収集するために、データ利用者のユーザ登録と必要情報の登録が必要となるデータ公開システムについても検討してもらえたらと思う。
- ⑤ 建物強震観測データを活用した、建築研究所独自の新たな研究開発も今後一層進めていただけたらと思う。

（2）対応

所見①に対する回答

今後も継続して建物の強震観測を継続して参りたい。

所見②に対する回答

過去の別事業による強震観測事業を引き継いだ（関東や宮城県）観測地点もあり、今後新規に設置する場合には、他機関との連携も考慮したい。

所見③に対する回答

建物でとれたデジタルデータの公開には、その所有者及び管理者の理解が必要であり、引き続き、公開に向けた理解が得られるよう努力してゆく。

所見④に対する回答

平成24年度からの新規課題の中で、システムの改良を検討する。

所見⑤に対する回答

本研究の範囲はデータの分析までであるが、得られた観測データをより有効に活用した研究が出来るよう、研究所内の他部門との情報交換に努めたい。

3. 全体委員会における所見

本研究は、建築研究所が長年にわたり行ってきた建物強震観測を継続実施したものであり、研究期間中に発生した東北地方太平洋沖地震等に関する極めて多く観測データが得られている。本研究で目指した目標を達成できたという分科会の評価を支持し、全体委員会の評価としたい。

なお、強震観測のデジタルデータの公開に向けた取組みを検討してもらいたい。

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。