

強震観測の歴史と現状

飛田 潤

名古屋大学災害対策室

1. はじめに

地震災害に対する建築・都市・社会の安全確保と機能継続にむけて、強震観測は必須の基礎データの一つと言える。現状で観測、通信、システム化の技術的な進展は著しく、それを受けて地盤における一元的な観測や防災面の利用は高度化しているが、一方で建物の挙動の把握やデータの有効活用には課題が残る状況となっている。被害地震が頻発し、南海トラフ地震や首都直下地震などの大規模地震災害への備えが求められるいま、今後のビジョンを定めることが必要と考えられる。そのために、これまでの経緯と成果を見直し、その延長上で現状を見ておくことも大切であろう。

ここでは、我が国のこれまでの強震観測の経緯や成果を既存資料[1~4 など]から概観するとともに、強震観測小委員会の活動をまとめ、最近の状況や将来に向けての課題を考えてみたい。

2. 日本における強震観測の経緯とその影響

2.1 地震計から強震計へ

古くからたびたび地震災害を受けてきた日本で、科学的なアプローチが始まったのは1880（明治 13）年横浜地震がきっかけで、イギリス人教師ジョン・ミルンによる地震学会の創設につながったといわれる。1891 年濃尾地震の甚大な被害から震災予防調査会が設置され、建物の耐震性、地震ハザードの地域性や地盤との関係、地震予知などが重点課題と認識されている。このころから地震計の開発が行われている。

1915 年に佐野利器が「家屋耐震構造論」で震度法を提示した。1923 年に関東地震が発生し、耐震壁を持つ RC 造の被害が相対的に軽微だったことが知られている。関東地震の際に東京帝国大学（本郷）で今村式 2 倍地震計の記録が得られ、振り切れていたが最大 300gal 程度と推定された。翌 1924 年に市街地建築物法が改正され、耐震規定が初めて定められ、地震力は水平震度 0.1 で許容応力度設計、安全率はコンクリートで 3 とされた。建物が剛に近い（建物上部での増幅が少ない）とすれば、0.3g の地動に対して水平震度 $0.1 \times \text{安全率 } 3$ でほぼ対応する。有名な柔剛論争についても、入力地震動と構造物の応答に関する強震観測記録が得られるまで決着がついていない。

当時の地震計は周期が 10 秒程度と長く、強震動の観測には適していなかった。末広恭二東京帝大地震研究所長は 1931 年に米国で強震観測の重要性を述べ、米国は直ちに強震計（SMA）を製作して観測を開始した。1933 年ロングビーチ地震、1940 年インペリアルバレイ地震などの記録が得られ、後者は観測場所の名称でエルセントロ地震動と呼ばれている。日本ではエルセントロ 1940 やタフト 1952 が動的解析の標準波として使用されてきたが、

観測場所や当時の地震計の特性を踏まえれば、個々の記録に対する応答を重視すること（卓越周期を外して設計する等）は適切でなく、多様な入力波の1つと考えるべきであろう。

戦後、1948年福井地震で強い揺れにより甚大な被害となり、震度7が定められた。気象台でも地震観測記録が得られず、大地震の強震動を観測しうる機器の重要性が高まった。1951年より東大地震研、建研、明石製作所などにより試作が始まり、1953年7月から東大地震研で観測を開始した。これがSMAC-Aであり、石本の短周期の振り子（周期0.1秒）による加速度計で、地震時にスタータで起動し、頑丈な筐体により保護されていた。機能を絞った安価なDC型や、SMACの改良型も作られた。1955年に科学技術庁資源調査会から内閣総理大臣へ「強震測定計画に関する勧告」が出され、強震測定計画（設置数の増）と強震測定機構（連絡組織）が検討され、1963年までに設置85か所、200台弱になったとされている。

2.2 1960～1970年代（強震観測の整備、耐震設計に関する重要記録）[5]

1964年の新潟地震では液状化による被害が発生し、転倒した川岸町アパートの隣の棟に設置された建研の地震計による記録が得られて、特異な被害とともに強震観測も注目された。液状化は直前のアラスカ地震と合わせて初めて注目され、研究が進むことになる。

1968年十勝沖地震では、特にRC造柱のせん断破壊による被害が多数発生し、1971年の建築基準法施行令の改正でせん断補強筋の規定が強化された。この地震で強震記録が多数得られ、特に被害の多かった八戸市の八戸港の地表面でSMAC-Bにより得られた記録は、やや長周期の成分を含む標準波として設計や研究に使われている。

この時点で港湾技術研究所（現在の港湾空港技術研究所）の港湾の観測が整備されつつあり、各地の港湾の地表で観測された記録は構造物の影響が比較的少なく、一方で海岸の地盤条件の影響を受ける場合も考えられる。日本電信電話公社では、全国の主要な電話局建物の最下階と最上階に強震計（SMAC-B）を設置し、重要機能を持つ中低層建物の観測記録を蓄積した。電力中央研究所では、電力重要構造物の入力地震動策定のため、露頭岩盤上を中心とした全国観測網を1970年代から整備した。

1963年に31mの高さ制限が撤廃され、超高層建物の検討が進んだ（霞が関ビルの着工は1965年）。耐震設計に用いる地震動には当初エルセントロ1940やタフト1952が使われたが、日本でSMACにより観測された記録も使われるようになった。一方、構造評定において強震観測を行うことが求められたため、強震計設置数が増加した。強震観測は超高層建物の実現に大きく寄与し、この実績が強震観測の一層の普及につながったといえる。

設置数や記録が増加すると観測状況や観測記録の整理・保管・分析・公表などの作業は重要であり、強震観測事業推進連絡会議として、国立防災科学技術センター（現在の防災科研）と東大地震研が担当するようになった。1972年には同会議で全国の強震計配置計画が作られ、全国均一50kmメッシュで分散配置（各県20カ所程度）、都市域や地震活動度の高い地域ではさらに高密度で観測を強化することなどが示された。これは現在の基盤観測網よりやや粗く、M6.5程度の被害地震で震度5程度の記録を得るための密度と解釈される。

1970年代にはいと、強震計の紙の記録をデジタル化する方法の進展（自動化）や、電磁記録式で性能が向上した強震計SMAC-Mが使われた。固有周期は0.05秒と短周期になり、短周期の感度が上がって、最大加速度が大きめに出るようになったと考えられる。1978年宮城県沖地震で、仙台市の東北大学工学部建設系研究棟（SRC造9階）に設置された建研のSMAC-Mにより、最上階で1000galを超える最大加速度が記録された。この建物は連層耐震壁などにかかなり損傷を受けたものの、その後の何度かの補修・耐震補強を受け、2011

年の東日本大震災で大破となるまで30年以上使用された。このとき1階では260gal程度で、建物の応答増幅を考えれば $C_0=1.0$ よりやや小さい入力にあたり、建物の設計時点の性能や被災状況と観測記録がおおむね整合する。当時検討が進んでいた新耐震設計法に対しても有効な情報を与えたと考えられる。

2.3 1980年代～1995年頃（多様な観測体制、対象建物、現象）

1985年メキシコ地震では、湖を埋めたメキシコシティの盆地状の軟弱地盤のため長周期地震動が卓越し、高層建物の共振による倒壊が多数発生した。この20年以上前の1960年代に、メキシコシティに設置された日本の強震計（メキシコ大学のSMAC-Bと考えられる）で小地震の記録が得られ、応答スペクトルの周期3～4秒に明瞭なピークがあった。当時は長周期地震動について認識されておらず、機器の問題か分析の誤りとみなされたが、1985年の地震で同様の地震動特性が観測され、中高層ビルの大被害となった。1960年代に記録を詳細に検討していれば、いち早く不整形地盤による地震動特性の把握につながり、20年後の大災害を減らすことができたかもしれない、観測記録の評価の重要性を示している[6]。

1980年代後半以降、SMAC-MDや気象庁87型強震計など、デジタルデータをメモリ等に記録する方式になり、電話回線による遠隔操作・データ回収も一般化した。1993年釧路沖地震では、釧路気象台で87型強震計により震度6、3成分合成で1gを超える最大加速度が観測されたが、気象台周辺の建物被害は少なかった。1962年広尾沖地震でも同様の傾向があり、気象台が立地する丘陵地の地盤の影響や、地震動特性と被害の関係、さらに北海道の住宅の耐震性などが検討された。その後、ESG（表層地質が地震動に及ぼす影響）に関する研究として、釧路市内での20数点で多くの機関が地震計を持ち寄って共同観測を実施し、北海道東方沖地震の記録などが得られている。北海道・東北では続いて1993年北海道南西沖地震、1994年北海道東方沖地震、1994年三陸はるか沖地震などが続いた。

新たな強震観測対象としては、70年代の超高層に続き、原子力施設と免震・制振建物の技術開発があげられる。免震建物の理論的な扱いは、1965年にニュージーランドの第3回世界地震工学会議（WCEE）で発表されている[6]。海外ではニュージーランド、フランス、ユーゴなどで免震建物が実現したが、日本では評定を受けて免震建物が最初に建設されたのは1983年であり、1995年兵庫県南部地震までは毎年10件前後であった。免震建物では、研究開発・性能確認とアピールの両面で実地震時の応答低減効果を明らかにするため、多くの免震建物で強震観測が行われ、観測結果が公開された。

1978年に科学技術庁資源調査会は科学技術庁長官あてに「地震危険度推定に必要な強震観測に関する勧告」を出し、強震動特性の把握に向けた観測と体制の整備を強調した。このころの大規模なプロジェクトによる観測の例として、電力共通研究による「アレー観測による岩盤の共振地動に関する研究」がある。アレー観測とは地中・地表に複数の地震計を並べた観測体制であり、これにより深部・広域の地震動伝搬特性を明らかにした。建研による仙台高密度強震観測事業（1983-1999）では、仙台市周辺に11地点の観測点を整備して一元管理し、表層地盤の影響など耐震設計や有効な知見の蓄積を行った。このような観測成果の有効な共同利用を目指して、震災予防協会は強震動アレー観測記録データベースを作成した（1992-1998）。記録整理と継続のための技術上・運用上の基盤構築に加えて、地震工学にかかわる建築、土木、地盤、地震、機械などの分野の連携が重要であった。なお震災予防協会の地震防災に関する分野横断的な活動は、2001年発足の地震工学会へ引き継がれている。

2.4 兵庫県南部地震とその後の地盤観測体制の飛躍的発展

1995年兵庫県南部地震では主に建物の倒壊により多数の被害を出した。大都市直下の活断層の地震で、初めて震度7が記録された（1996年の震度階級改定前で、震度計ではなく現地調査によって）。被害の分析に加えて、「震災の帯」と呼ばれる建物被害の集中地域が生じたことで、その原因について多くの検討がなされ、強震動地震学に大きな影響をあたえた。この地震で神戸海洋気象台（JMA神戸）の87型強震計による記録があり、最大加速度818galである。一方、「震災の帯」の中に位置するJR鷹取で観測された記録は、最大加速度は650gal強でJMA神戸より低い、震度は同程度で、やや長い周期1~2秒の卓越成分を持ち、建物への破壊力はJMA神戸より大きいことが知られている。波形の後半（10秒程度より後）には液状化の影響と考えられる特徴がある。

このように、最大震度7を地震後すぐに発表できなかったこと、「震災の帯」の中の地震記録がほとんどなく、地震動入力の検討が十分できなかったこと、さらには地震防災や地震学・地震工学研究における高密度の強震動・震度観測の重要性が認識されたことにより、その後の地盤の強震観測はトップダウンで全国一律に整備されることになった。気象庁はデジタル強震観測波形の収録と震度計測の機能を備えた95型震度計を全国に設置した（約600地点）。消防庁は全国の全市区町村に計測震度計を設置して「震度情報ネットワーク」を構築し、自治体の初動対応の迅速化と、震度情報の速報による広域応援体制確立を図った（約2900地点）。防災科学技術研究所は強震観測網としてK-NETを整備し、1996年6月から稼働した（約1000地点）。また1995年に地震調査研究推進本部が設置され、防災科研による地震に関する基盤的調査観測網の一部として、各観測点に地表と地中（岩盤）を備えた基盤強震観測網KiK-netが整備された（約700地点）。K-NETとKiK-netでは、観測記録が速やかにウェブで公開されるようになっており、観測の質・量と合わせて速報性・公開性も実現した。

これらはいずれも兵庫県南部地震のすぐ後に整備されており、それ以降の防災体制整備や研究に不可欠の基盤となっている。一方で、当初は機関相互のデータ共有は一部にとどまり、自治体震度計は震度のみ記録して強震波形記録は利用しない（一部には波形記録が保存されない震度計もあった）など、目的の異なる観測システムの共有の難しさも明らかになった。その後は観測機器やシステムのリプレースや改良が進み、リアルタイム性も加えながら活用が進んでいる。気象庁の震度情報の発表に使われる観測点は、気象庁、地方公共団体、防災科研などを合わせて約4200か所、緊急地震速報では気象庁と防災科研を合わせて約800か所が使用されている。

兵庫県南部地震を受けて、防災体制強化のための地震観測体制やそれを用いたリアルタイム被害推定などのシステムを整備・強化した組織も多い。例として大規模自治体（東京都、横浜市、名古屋市など）、ライフライン事業者（東京ガスなど）などがあげられる。

また地域の観測機関・研究者の連携の例もある。兵庫県南部地震前からの活動として関西地震観測研究協議会（関震協：1991~）があり、大学研究者、行政機関、独立行政法人、公共機関、建設、コンサルタントなどの参加により、地域内の強震観測網を整備・維持し、記録の有効活用を図ることを目的としている。1994年の観測開始直後に兵庫県南部地震が発生したことも重要である。

2000年には、全国6大都市圏で「大都市圏強震動総合観測ネットワークシステム」が整備された。これは拠点国立大学が中心となり、地域の各機関で設置している観測網の波形データを整理し、共同利用するための枠組みである。特に、各自治体に整備された震度計

の波形データの回収が大きな目的となった。東大地震研による首都圏強震動総合ネットワーク SK-net は周辺自治体の 700 地点以上のデータを回収している。中京圏では名古屋大学が中心となって、ライフライン事業者や建物系の記録も含めて 600 地点以上を一元化した。これらの枠組みは、強震データ共有にとどまらず、防災に関する研究機関、自治体、ライフライン事業者等の担当者の連絡会に発展した点が重要である。

2011 年東北地方太平洋沖地震は、上記のように全国を覆う高密度の地震観測体制が整備されてから初めての巨大地震災害であり、東北から関東を中心に全国で多数の記録が得られた。最大震度 7 (宮城県栗原市築館)、宮城・福島・茨城・栃木の 30 地点以上で震度 6 強、東北から関東に到る広い範囲で震度 6 弱、さらに北海道から九州まで全国で震度 1 以上の有感となった。この地震の前後の 2000 年代、2010 年代にも、重要な知見を含む地震災害とそれに関連した強震記録が得られている。

最も特徴的なのは震度・最大加速度が大きな記録であろう。2004 年新潟県中越地震の川口 (計測震度 6.5、以下同じ)、2011 年東北地方太平洋沖地震の築館 (6.7)、熊本地震の益城 (前震 6.6、本震 6.7)、同地震本震の西原 (6.6)、2018 年北海道胆振東部地震の厚真 (6.5) があげられる。地表面最大加速度で 1g を超える記録もいくつかある (上記 2011 年の築館で 2.9g、ただし局所的な地形の影響を受けたと考えられている)。これらはいずれも設計レベルを大きく上回っており、一方で建物被害は大きくない場合もある。つまり入力地震動レベルと被害程度の不整合があり、建物の実際の性能を評価する難しさを理解できる。

2.5 建物の強震観測記録

建物については、地盤観測網のような全国統一的な観測体制は、兵庫県南部地震以降も整備されていない。建研などの研究機関などでは比較的広域の一貫した建物観測体制を保有・維持しており、記録の公開もなされる場合がある。一方、建設関連やライフライン関係などの民間では、それぞれの目的で観測を行っているが、建物所有者や観測目的などにより結果が公開されないことが多く、観測事実も明らかではない場合もある。

強震観測小委員会では、2002 年の第 3 回強震データの活用に関するシンポジウムで、全国建物強震観測網の提案を行っている。これは観測密度も含めて K-NET などの基盤的強震観測を意識した一元的・統一的な計画案となっている。一方で、2000 年の第 2 回シンポジウムでは、2000 年の建築基準法の改正に対応して、建物の動的挙動の不明点を明らかにするための観測を検討している。同様の観測体制の整備は、例えば国総研プロジェクト「地震動情報の高度化に対応した建築物の耐震性能評価技術の開発」(2010-2012) などがあるが、いずれも多く建物の展開するには困難がある。

2003 年十勝沖地震では、苫小牧の石油タンクのスロッシング被害を生じ、長周期地震動による大規模構造物の被害が注目された。日本建築学会構造委員会では、2007～2010 年度に内閣府から「長周期地震動対策に関する検討業務」を受託し、長周期地震動に対する超高層建物等の対応を検討した。

そのような状況で、2011 年東北地方太平洋沖地震により、広域で多数の建物の強震観測記録が得られた。建物の挙動や被害への関心の高さから、何らかの形で公表されるケースが増え、学協会や研究グループ等が特定の目的の下に統一的に観測状況の把握や観測記録の収集を行う例もあった。これらについては、2012 年度の大会 PD で議論された。[7]

この地震では、観測対象建物の多い関東で震度 5 強～6 強となり、多数の観測記録が得られているが、超高層や免震などが多いため顕著な構造損傷を生じた観測例はほとんどない。

なかでは、建研が強震計を設置して間もなく観測された大阪咲洲庁舎の強震記録は、重

要な意味がある。1階で振幅 30gal、8cm 程度の揺れが、最上階では 120gal、130cm 以上まで増幅し、大振幅部分だけでも数分にわたって継続している。1階の応答スペクトルと 52階/1階スペクトル比にはいずれも 6~7秒のピークがあり、地盤入力と上部構造と共振が明確である。もちろん、設計時には建物が深部地盤の周期と共振しないよう計画されたはずで、今回の地震における地盤卓越周期は必ずしも事前に把握できていない。この建物では構造躯体には顕著な損傷はなかったものの、内装材や防火戸などに 360箇所もの被害を生じ、直後の継続使用や今後の耐震補強に課題を残した。震源から 700km 以上遠方で、地震動、地盤条件や建物特性の偶然の一致によりこれほど大きな応答を生じたことは、将来の耐震設計にあたってきわめて重要であり、客観的な強震観測記録があったからこそ問題点の明確化と適切な対応につながったといえる。このような超高層建物の応答などの知見から、気象庁は 2013 年に長周期地震動階級の発表を開始している。

免震については、日本免震構造協会が東日本大震災における免震・制振建物の状況と課題についてまとめている。免震建物 20 棟、制振建物 18 棟などについて、強震観測記録の分析も含む詳細な分析がなされた。多くの建物で免震層に 5~40cm の変形が生じたこと、長周期地震動に対しても免震効果は発揮されたこと、継続時間の長い繰返し振動を受けて免震装置に変状が発生した例があること、免震エキスパンションジョイントの不作動に伴う損傷の例があったこと、などがまとめられている。

構造ヘルスマニタリングについては、かなり以前から多くの研究開発が行われていたが、実際に運用している例は少数であった。東北地方太平洋沖地震では、首都圏の高層建物が大きく応答し、外見上の被害がなくても継続使用に不安を感じるケースが多かったと考えられる。このときモニタリングを備えた建物では、地震後直ちに安全性を確認でき、その後の建物運用に差を生じた。これらの背景と、センサや通信、データ処理技術の向上で、構造ヘルスマニタリングの例は増加している。もちろん、類似の観測機器や分析手法を用いるとしても、強震観測とモニタリングでは目的や意味が異なる面がある。しかし、建物ユーザーにとっての直接的なメリット（被災時に適切な情報を提供）を考慮することで、観測のハードルを下げる効果に期待することも、普及が進まない建物強震観測の将来のために必要と考えられる。

3. 強震観測小委員会の活動

3.1 強震データの活用に関するシンポジウム[4]

ここでは、これまでに 5 回開催された「共振データの活用に関するシンポジウム」の概要をまとめ、その背景となった地震災害や強震観測状況などとの関係を考察する。なお、シンポジウム資料は本小委員会のウェブページ (http://wiki.arch.ues.tmu.ac.jp/smo_ajj/) で公開している。

第 1 回 強震データベースの現状と共同利用の試み

1995 年 4 月 20 日開催（当初の 1 月 20 日から延期）。内容は、兵庫県南部地震以前の地盤と建物の強震観測体制とデータベース利用状況をまとめ、それらを前提とした強震観測とデータ活用について、課題と将来像を論じている。当初計画の日程からわかるように、まさしく「阪神・淡路大震災以前」の強震観測や関連分野の状況を明確に示している。

第 2 回 建物の耐震性能設計を目指した強震観測

2000 年 12 月 1 日開催。当時導入された性能設計や限界耐力計算法について、実建物の多様な動的挙動を強震観測により明確にすることの重要性を議論している。そのためにはさ

らなる観測事例の拡大(特に建物)、自由なデータ活用を担保するデータベース・公開方式、そして構造ヘルスマニタリングとの関係などが課題とされている。

第3回 建物の強震観測に関する将来像

2002年12月18日開催。兵庫県南部地震をうけた学会の提言に「強震観測体制の強化によるデータの充実と公開を推進すべき」があり、それを受けて小委員会で検討した結果を以下の6項目にまとめている。

- A. 日本全土をカバーする建物の地震時挙動観測の実施とデータの公開
- B. 高密度建物振動観測の実施とデータの公開
- C. 観測記録、建物構造、地盤情報の共通書式の提案と電子化の推進
- D. 観測記録の権利関係の指針作成と広報
- E. 建物の強震観測指針の策定
- F. 強震観測の推進、観測記録の収集整理と公開のための組織の創設と予算措置

またこれらの方針に従って、具体的な観測計画の案として全国建物強震観測網 T-Net を提示している。これは建築物における強震観測の量の絶対的な拡大と質の改善のために、「必要最小限の観測体制を備えた建物の全国展開」と、対象建物の数や種類を限定した上で「高密度、高精度観測の集中実施」を基本方針としている。

第4回 最近の地震に建築物はどう応答したか

2005年3月11日開催。2003年十勝沖地震、2004年紀伊半島沖地震、2004年中越地震などの観測記録の分析から、新たな知見や将来に向けての課題を議論している。

第5回 社会に役立つ強震観測

2008年12月15日開催。建物の強震観測が建物の所有者や利用者、そして社会に認知されることを目指し、社会にとって役立つ強震観測とは何か、またどのような方針やアイデアで実現するか、モニタリングや防災などの機能を付加することの可能性などの議論がなされた。

3.2 将来に向けた課題

第5回から10年が経過し、東北地方太平洋沖地震や熊本地震の経験を経て、現状と将来を議論するのが今回のシンポジウムの課題となろう。2016年1月に開催された振動運営委員会主催のシンポジウム「東日本大震災から5年—建築振動工学の到達点と残された課題—」では、強震観測に求められる役割の現状と課題について、以下の様にまとめられている[8]。

東日本大震災において強震観測が果たした役割として、①膨大な観測結果の利活用と成果の公開と、②構造モニタリングへの関心の高まりがある。①については、兵庫県南部地震以降に整備された地盤強震観測体制により大量かつ質の高い記録が得られ、巨大地震に関する多様な研究が進んでいる。建物の強震観測では多数かつ多様な建物で記録が得られ、その結果の多くが公表されたことは重要な成果だが、一方で耐震設計への応用などは必ずしも十分ではない。むしろ②のモニタリングの関心が高まっており、地震直後に建物の健全度を速やかに判定する機能への期待が高い。強震観測とモニタリングの差も意識しつつ、普及につなげることが期待される。このような観点から、2016年度の大会のPDでは、構造モニタリング小委員会と合同で「将来の大地震に備える強震観測とモニタリング」と題して討論を行った[9]。

将来展望としては、来るべき巨大地震に備えて、地盤・建物ともに課題を整理し、そのための観測体制の整備と持続的な維持管理を行う必要がある。また、観測された膨大なデ

一々の活用法についての検討も必要である。強震観測小委員会では、現状の知見をまとめ、将来につなげるための資料として「強震観測の手引き」と、個別に実施されている多数の建物の強震観測についてまとめた「強震観測建物台帳」[10]の整備を進めている。地震工学や防災における基盤としての強震観測の発展と普及のための活動を継続する予定である。

4. まとめ

今年には1968年十勝沖地震から50年、1978年宮城県沖地震から40年、あと5年で関東大震災から100年になる。我が国の地震観測・強震観測の歴史は長く見積もっても約100年であり、その間に得られた知見の大きさとともに、一方で巨大な自然災害に関する経験の短さを常に意識すべきと思われる。次の100年に向けて、近い将来に発生が予測される南海トラフ地震などを確実に観測し、災害軽減に活かすとともに、いかに将来の財産とするかは現在の取り組みにかかっていると見える。今回のシンポジウムも含めて活発な議論が行われ、強震観測の発展につながることを期待したい。

謝辞

本稿を作成するにあたり、多くの資料を参考にさせていただき、また小委員会等で貴重なご意見をいただきました。ここに記して感謝いたします。筆者の力不足で誤りや不適切な点もあろうかと思しますので、忌憚のないご指摘をいただければ幸いです。

参考文献

- [1] 防災科学技術研究所：記念シンポジウム「日本の強震観測50年」—歴史と展望—講演集、防災科学技術研究所資料、第264号、2005年3月
- [2] 日本地震学会：強震観測の最新情報（連載23回）、日本地震学会ニューズレター、Vol.9, No.5, 1998年1月～Vol.14, No.1, 2002年3月、地震学会ウェブページで公開：<http://www.zisin.jp/publications/document03.html>, 2018年11月15日閲覧
- [3] 小林啓美：日本の強震観測の歩み、強震観測事業推進連絡会議ウェブページ、<http://www.k-net.bosai.go.jp/KYOUKAN/ayumi/ayumitopnew.html>, 2018年11月15日閲覧
- [4] 強震観測小委員会：強震データの活用に関するシンポジウム（第1回～第5回）、小委員会ウェブページで公開：http://wiki.arch.ues.tmu.ac.jp/smo_ajj/, 2018年11月15日閲覧
- [5] 北川良和：1968年十勝沖地震・1978年宮城県沖地震を振り返って—両地震がその後の建築耐震設計などにどのような影響を与えたか—、地震ジャーナル、65, pp.28-33, 2018年6月
- [6] 和泉正哲：建研から大学・ジェネコンと、官学民の3界を経験し、今、後期高齢者の自由の身となって（その1）、建築の研究、No.243
- [7] 日本建築学会構造委員会振動運営委員会：強震観測とモニタリング技術が災害時に果たすべき役割、2012年度日本建築学会大会パネルディスカッション資料、2012年9月
- [8] 日本建築学会構造委員会振動運営委員会：シンポジウム 東日本大震災から5年—建築振動工学の到達点と残された課題—、2016年1月
- [9] 日本建築学会構造委員会振動運営委員会：将来の大地震に備える強震観測とモニタリング、2016年度日本建築学会大会パネルディスカッション資料、2016年8月
- [10] 飛田潤ほか：国内の強震観測建物台帳の作成、日本建築学会技術報告集、第20巻第46号、pp.901-904, 2014年10月