

審査の結果の要旨

氏名 田中 浩平

審査委員会は、上記論文提出者が提出した博士学位請求論文「地震波形データベースを基盤とした地震ハザード評価手法の構築に関する研究」に対し、提出約 1 年前の予備審査、本論文と提出者が審査委員に対し個別に行った説明およびその時の応答、論文発表会（口頭による最終試験）とその時の応答および各審査委員が指摘した事項に対する提出者の対応、発表会後に開催した審査委員会での審議を通して、当該論文の審査を行った。以下にその審査結果の要旨をまとめる。

本論文は、わが国で 1995 年の阪神大震災以降、全国に整備された地震観測網で観測され蓄積される多くの地震観測記録（地震波形データベース）と、強震動波形シミュレーション技術の進歩により各種構造物の耐震設計や地震防災対策に利用される目的で作成されてきた地震動波形を基盤として、それらを波形データベースとして構築した上で、それらの効果的な利活用方法について提案したものである。

第 1 章では、研究の背景や目的、既往研究を調査した後、本研究の位置づけを明確にしている。研究の背景や動機としては、1) 過去地震が起きるたびに日本全国の約 2300 箇所 (K-NET, KiK-net) で観測される観測記録は年々膨大な量のデータが蓄積されつつあるものの、それらが耐震工学において十分に活用されていない事実があること、2) 強震動シミュレーションにより作成された各地の地震波形データについても特定の地域の構造物の設計や防災には活用されているものの、それ以上の利用がなされていないこと、3) 近年、工学システムのより高度な耐震設計や評価において、簡易な地震動指標や応答スペクトルよりも時刻歴波形が多用されることから、設計や評価の目的に応じた条件に合う地震動時刻歴波形が必要とされる場合が多くなってきたこと、が指摘されている。これらの指摘は適切なものであると考える。

第 2 章では、本論文で基盤的な役割を果たす地震波形データベースの作成について記載されている。対象とする地震観測記録は、我が国の防災科学技術研究所と気象庁、米国の太平洋地震工学研究センター (PEER) のデータセットを対象としている。さらに、大地震、近距離の地震観測記録は通常十分でないことから、強震動予測手法により計算された波形も貴重なデータベースとして補充

されている。これにより、地震マグニチュード、震源と観測地の距離、地震種別において広範な領域をカバーしたデータベースを構築している。

第3章では、地震波形データセットから目的の地震動を選定するための仕組みとして、波形インベントリーが提案されている。「インベントリー」という呼び名は各地震波形に目録を付したデータベースであることを意味している。地震マグニチュード、震源からの距離の他に、観測地の地盤条件などにより分類整理され、それらが目録のような役割を果たし、指定した目録に合う地震動波形を複数選定することが可能となる。論文では、このような選定方法の利点を従来から多用されてきた経験的地震動距離減衰式と対比している。本提案手法の利点としては、時刻歴波形が直接選定されること、データベースの更新容易性、等が指摘されている。

第4章では波形インベントリーの具体的な活用例を提案している。指定した条件に応じて地震動波形が選定できるという特徴を活かせば、いろいろな活用例が考えられる。従来の距離減衰式に基づく地震動予測手法に比較して、複数の時刻歴波形群を選定することができ、それらの平均特性やバラツキ特性も選定された波形群から直接求めることが可能となる。次に、波形インベントリーが地震動特性を時刻歴波形という最も情報量の完備した状態で構築されている利点を利用して、シナリオ型地震による地震動評価に容易に適用できるほか、地震動予測手法による地震動波形の検証にも利用することが可能である。この章では、活用方法のひとつとして、超高層建物の既往耐震設計で用いられてきた設計用地震波形を、本インベントリーによる結果により検証しており、既往動的設計が要求する耐震裕度について興味ある結果を報告している。

第5章では、波形インベントリーを用いた確率論的地震ハザード評価手法の構築を試みている。決定論的には震源の条件を設定すればほしい波形を選定することができるが、それを確率論的な問題に拡張している。ここでは、震源の情報を観測地の地震動に変換する方法として従来の地震動距離減衰式を用いていた部分を、波形インベントリーに置き換えることによって、容易に波形インベントリーによる確率論的地震ハザード評価手法を構築することができることが示されている。

第6章では、波形インベントリーの応用例として、時刻歴波形を用いた構造物性能検証手法が提案されている。性能設計の考え方にに基づき、時刻歴波形を用いた動的解析による構造物性能検証方法が提案されており、従来の性能設計に比べて一歩進んだ耐震設計手法の構築を目指している。

第7章では、得られた成果をまとめるとともに、今後の課題と、耐震設計・評価の今後の方向性についても言及している。また、最後に、審査委員からのコメントがあり、既往のデータ範囲を超えるような事象、例えば、2011年3月

11日のマグニチュード9.0の連動型地震による地震動評価についてどのように対応すべきかという問いに対しても、将来の事象の不確定性と関連付けながら、本データベースの有効性と限界についても適切に記述している。

以上をまとめると、本論文では、地震波形データベースを基盤とした地震ハザード評価の新たな枠組みを構築し、その地震波形データベースの有用性を提示していることから、今後のさらなる発展が期待できる研究提案と評価できる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。