

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 崔 炳賢

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「確率論的余震ハザード評価手法の構築と工学的応用(Methodology Development and Engineering Applications of Probabilistic Aftershock Hazard Analysis)」に対し、本論文内容と論文審査会（口頭による最終試験）を通して審査を行った。以下にその審査の結果の要旨をまとめる。

本論文は、2011年に起きた東北地方太平洋沖地震後の多数の余震発生の経験が発端となり、本震対策に加えて余震対策のための有効な評価手法を提案したものである。重要な点は、従来、余震による影響は本震による影響を考慮することで十分包含されていると考えられてきたが、巨大地震後の多数の余震は本震直後の緊急時対応、避難対応、復旧対応、事業継続等には極めて大きな影響を与えるものであるとの認識に基づき、本研究が位置づけられていることである。そして、本論文では海溝型巨大地震の余震を対象とする確率論的余震ハザード評価の枠組み構築とその活用法が提案されている。

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。余震に関する研究は、2004年新潟県中越地震以降、余震の発生モデル、余震による地震ハザード評価手法に関して注目されるようになった。ここでは、これらの既往研究成果を踏まえて、余震発生は時空間的な発生モデル化が必要であること、発生に係わる不確定性を考慮すること、本震後の余震による影響を適切に評価することが必要であることを指摘している。

第2章では、過去に発生した海溝型巨大地震の余震記録の分析を行い、余震発生のモデル化を提案している。余震の発生は時空間領域でのモデル化が必要であり、空間的発生は「拡大断層面」という概念を新たに提案している。余震の時空間的発生はゲーテンベルグ・リヒター式と修正大森式に従うとしている。ただし、式を支配するパラメータ a , b 値は本震のマグニチュードや本震発生からの経過時間に依存しており、それらを適切にモデル化することが試みられている。また、これらの式に含まれるパラメータの不確定性について過去の巨大地震記録を分析して確率的なモデル化が提案されている。

第3章では、前章で提案された確率論的余震発生モデルを用いた余震ハザード

ド評価手法の定式化がなされている。余震による地震動評価の部分であり、通常の経験的な地震動距離減衰式を利用して地震動の確率分布の推定が行われている。従来の本震による地震動ハザード評価との違いは、本震が発生したという条件下で余震による地震動評価がなされる点であり、余震ハザード結果は本震の発生位置や大きさに依存したものとなっている。本章では、提案手法の有効性を示すため、東北地方太平洋沖地震後の余震記録を用いた感度解析結果が提示されている。

第4、5章では、提案した余震ハザード評価手法の工学的な活用方法が示されている。今まで、余震ハザード評価に係わる既往研究はいくつかあるが、具体的な活用方法まで明示した研究は少ない。第4章では、活用方法の一つとして、本震による被害を受けた地域の復旧活動を対象に、本震時に経験した地震動強さを超える余震数に関するマップを新たに提案している。本マップは本震発生直後の避難区域設定や復旧活動の優先順位設定などの意思決定及び余震による停電予測、鉄道網の運休などによる被害予測に活用することができる。これらのことは全て2011年の東日本大震災時に関東地域で経験したことに他ならない。

第5章では、本提案手法のユニークな工学的応用例を示している。海岸沿いに位置する津波避難ビル、防潮堤や原子力発電所施設の耐津波設計のための海溝型巨大地震直後の余震と津波の合理的荷重組み合わせ手法に関する新たな提案である。このような構造物の耐津波設計を考える上での余震の影響の考慮方法として確率的な荷重組み合わせ理論と構造信頼性理論に基づいて、実用的な設計方法を荷重耐力係数設計の形で提示しており、今後の耐津波設計には大きな意義がある。

最後に、第6章では、本研究で得られた知見についてまとめ、今後の課題について述べている。本論文では、新しい確率論的余震ハザード評価手法が提案されたが、手法の高度化として余震発生領域のより現実的な設定、余震発生モデルの精緻化などが必要であること、また、確率論的余震ハザード評価手法の復旧計画への応用、事業継続性の検討など、多様な応用研究に関する課題などに触れている。

以上をまとめると、本論文では、確率論的な余震ハザード評価手法を提案し、その多様な応用例や有効性を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。