

## 論文の内容の要旨

論文題目 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)

氏 名 崔 炳賢

2011年3月11日14時46分頃に三陸沖を震源とした日本での観測史上最大となるマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震が発生した。その余震は本震の規模を反映して非常に多数発生し、余震域は岩手県沖から茨城県沖までの広範囲に渡った。気象庁によると本震発生から三ヶ月間で発生した余震数はマグニチュード5以上のものだけで500回を超え、マグニチュード7を超える余震も5回発生し死者も発生した。余震は本震被害の発生後に断続的に発生するため、本震による被害を前提とし、緊急時対応や復旧活動の計画には余震の発生を考慮すべきである。以上のように、本震に対する防災・減災対策に加えて、余震に対する対策を行う必要がある。近年、事業継続の観点から復旧の重要性が認識されており、これらの対応の基本的な方針については、本震発生前に計画されることが望ましい。東北地方太平洋沖地震においても余震により、すでに本震によって損傷を受けた建物の倒壊や水道施設の被害による断水、通行止めなどのライフラインの被害による復旧の遅れ、救援活動の遅れなどが報告された。一方、中央防災会議等による防災対策では余震の影響を考慮していないため改善の余地がある。余震はその発生位置、規模、頻度が不確定であるため確率的に考えることが効果的であり、余震の確率論的地震ハザード評価はこのような余震特有の課題に対して合理的な意思決定のための有効な手段と考えられる。具体的には本震発生直後10日程度の初動及び応急活動期の余震ハザード評価を行い、救助活動のため必要な避難区域、避難期間設定などの避難に関する計画策定や電気、水道、ガス、道路などのライフライン復旧作業の開始時期の目安設定などに使われることが考えられる。また本震発生後10日から30日程度の復旧活動期のハザード評価結果は、建築土木構造物の復旧作業の実施時期などの計画

策定に用いられることが考えられる。

実際、余震ハザード評価手法や建築物の余震リスク評価手法に関する研究は余震が多かった 2004 年の新潟県中越地震以降、検討されており、余震ハザード評価手法については地震調査研究推進本部により標準的な評価手法が提案されている。しかしマグニチュード 9 規模の地震によるマグニチュード 7 を超える規模の余震、特に海溝型地震に着目した検討はあまりされていない。また従来では本震発生直後に余震リスクの評価を行うことに重点が置かれてきたが、一方では地震発生直後に余震ハザードを精度よく評価することは難しいことが指摘されている。例えば、2011 年東北地方太平洋沖地震後の気象庁による余震発生確率では予測最大余震の発生確率のみが発表され、場所や頻度の情報がないため、防災に活用することが難しかった。本震発生前に対策を検討するためには、これらの不確実性も踏まえた包括的なモデルが必要である。

そこで、本論文では以上の課題を解決するため、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を提案する。特に余震ハザード評価におけるパラメータの予測誤差も含めたモデルを提案し、将来の海溝型巨大地震に対する余震の確率論的発生モデルによって、余震ハザード評価を行う枠組みを提案することを目的とする。なお、本手法を巨大地震直後の復旧活動への活用法として余震ハザードマップを提案する。余震ハザード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、電車の運休などの被害予測への活用が考えられる。また、海溝型巨大地震が発生すると高い確率で津波も発生することが知られている。そのため、海岸沿いに位置する津波避難ビルや防潮堤や原子力発電所建屋のような施設的设计に対しては、海溝型巨大地震直後に余震と津波を同時に考慮する必要がある。本研究では海溝型巨大地震直後の余震と津波が同時に作用する場合の荷重組み合わせを評価するため、AFOSM による信頼性解析を行い、耐津波設計における余震と津波の荷重組み合わせの合理的な評価手法について提案する。