

京都大学	博士 (工 学)	氏名	神 原 浩
論文題目	地震被害データに基づく建築物非構造部材の地震被害予測法に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>本研究では、建物の機能維持・継続使用性・補修性の観点から地震対策を検討することを目的として、近年の被害地震における地震観測記録と被害データに基づき、内外装および各種設備を含む非構造部材を対象として信頼性の高い地震被害予測法を構築するとともに、被害予測事例を示してその有用性を例証している。以下に、各章の要約を示す。</p>			
<p>第1章は序論であり、まず、研究の背景として近年の地震被害の特徴と地震防災に関する取り組みの動向を整理し、建物の継続使用の観点から地震対策を検討する場合には非構造部材の耐震性能を確認する必要があることや、被害予測は地震動特性を考慮して行う必要があることを指摘し、本研究の目的を明確化した。そして、建物の地震被害予測法に関する既往の研究を概観することによって、本研究の位置付けを明らかにした後、論文の構成を示した。</p>			
<p>第2章の「地震時の建物応答予測式の構築」では、地震時の建物応答を簡便に表すために、建物や地震動の特性を変化させて地震応答解析を行い、その結果と対応するように地震動強さと建物応答（加速度、速度、層間変形）との関係式を構築した。その際、日本建築学会の荷重指針で提示されている方法を用いて、最大地動加速度と最大地動速度の2つの指標を用いて地震動の卓越周期や地震動の加速度応答スペクトルを表すことにより、地震動強さと建物応答との関係を表した。また、構築した関係式によって、建物の構造種別や階数、地震動の強さや卓越周期によって建物応答がどのように変化するかを実用的な精度で簡便に評価できることを示した。</p>			
<p>第3章の「アンケートによる非構造部材の地震被害調査」では、まず、近年に発生した6地震を対象としてアンケートによる被害調査を実施し、地震観測点近傍の一般建物や生産施設について、これまで十分に得られていなかった非構造部材の地震被害データを収集・整理した。次に、地震被害データと地震観測記録に基づき、非構造部材の補修の難易度に応じて新たに定めた被災度別の被害率や被害要因を地震動強さと関係づけて網羅的に整理した。そして、被害が発生しやすい非構造部材の種類や建物の継続使用性に及ぼす影響因子などについて分析し、下記のような新たな知見を得た。</p>			
<ol style="list-style-type: none"><li>1) 建物の非構造部材の被害率は、地震動の卓越周期、非構造部材の種類や建設年代によって異なる。</li><li>2) 一般建物では軽微な被害は震度4以上、使用者に危険を及ぼす可能性がある被害は震度5弱以上、補修が必要な被害は震度5強以上、設備など建物機能に影響する可能性がある被害は震度6強以上で発生する。</li></ol>			

3) 生産施設において、建物や設備の被害率および生産活動の停止時間は、同じ地震動レベルでも施設の用途や要求性能によって異なる。

第4章の「非構造部材の耐震性能評価法の構築」では、まず、非構造部材や設備の地震被害や耐震実験に関する文献調査を行い、非構造部材の部位別被害や損傷状況、層間変形角や最大加速度と損傷状況との関係などを網羅的に整理している。次に、第3章のアンケートによる地震被害調査結果を中心とした近年における地震被害データを用い、観測された地震動強さから建物の最大応答（最大応答加速度と最大層間変形角）を推定することによって、建物の最大応答と非構造部材の被害率との関係（脆弱性）について部位別・被災度別・建設年代別の回帰式を導出した。今回導出した回帰式と第2章で構築した建物の最大応答予測法を併せて用いることで、簡便に非構造部材の被害率予測を可能としている。

第5章の「非構造部材を考慮した地震被害予測」では、前章までに構築した非構造部材の被害予測法を適用し、建物の機能維持・継続使用性・補修性を脅かす地震被害を、被害の発生しやすさの観点から建物の地震危険度を評価した。その際、海溝型地震と内陸地殻内地震の2種類の地震タイプによって地震動特性が異なることに着目し、地震調査研究推進本部から発表されている地震ハザードに基づいて、地震動の卓越周期や所定の発生確率に対応した地震動強さ、建物の立地地点や建物規模による被害率の差を検討した。その結果、建物の規模や立地地点によって発生しやすい非構造部材の種類を明らかとしている。本結果は、地震対策に必要な建物の立地地点、建物規模や非構造部材の種類を明らかにしたものであり、提案した地震被害予測法の有用性を示している。

第6章は結論であり、本論文で得られた成果を要約している。

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、建物の機能維持・継続使用性・補修性の観点から地震対策を検討することを目的として、近年の地震被害データを収集し、内外装および各種設備を含む非構造部材の地震被害予測法を提案するとともに、地震対策上有用な情報を整理して提案被害予測法の有用性を示したものである。得られた主な成果は次の通りである。

1. 最大加速度と最大速度の 2 つの地震動強さに基づき、地震動の卓越周期と建物の非線形性を考慮した建物の最大応答（加速度、速度、変位）推定式を新たに構築した。これにより、建物の構造種別や階数、地震動強さや卓越周期によって最大応答がどのように変化するかを実用的な精度で簡便に予測可能とした。
2. 近年に発生した 6 地震を対象として、地震観測点近傍の一般建物や生産施設の被害を調査するアンケート調査を実施し、殆ど収集実績の無かった非構造部材の地震被害データを収集した。そして、非構造部材について被災度別・被害要因別に地震動強さとの関係を網羅的に整理し、発生しやすい被害モードや建物の継続使用性に及ぼす影響因子など、緻密な地震被害分析を行った。
3. 地震被害データに基づき、建物の最大応答と非構造部材の被害率との関係（フラジリティ）について部位別・被災度別・建設年代別の回帰式を導出した。これにより、建物の最大応答予測予測法を用いて、簡便に非構造部材の被害率予測を可能とした。
4. 本論文で構築した非構造部材の被害予測法を適用し、建物の機能維持・継続使用性・補修性を脅かす被害の発生しやすさの観点から建物の地震危険度を評価した。そして、地震のタイプ（海溝型地震か内陸地殻内地震か）によって地震動特性が異なることに着目し、被害の発生しやすい非構造部材の部位や地震対策の必要性が高い地域、建物規模などを明らかにした。

以上を要約すると、本論文は、内外装や各種設備などの建物非構造部材の地震被害予測法を地震被害経験に基づいて新たに構築したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 23 年 2 月 21 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。