

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	様々な建物高さと減衰機構を有する免震構造における地震時性能の評価方法
Title(English)	Seismic Performance Evaluation Methodologies for Base-Isolated Buildings with Various Heights and Damping Mechanisms
著者(和文)	シムアンパン・サラン
Author(English)	Sarun Chimamphant
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9997号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:笠井 和彦,元結 正次郎,坂田 弘安,山田 哲,佐藤 大樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9997号, Conferred date:2015/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Sarun Chimamphant		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	笠井 和彦	教授	審査員	佐藤 大樹	准教授
	審査員	元結 正次郎	教授			
		山田 哲	教授			
		坂田 弘安	教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「Seismic Performance Evaluation Methodologies for Base-Isolated Buildings with Various Heights and Damping Mechanisms」（様々な建物高さと減衰機構を有する免震構造における地震時性能の評価方法）と題し、英文で書かれ、以下の 7 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」（序論）では、免震構造が従来の低層建物はもとより超高層建物にも多く適用されてきている一方で、その地震被害抑制効果を明確かつ簡易に表現できる性能評価法が未だ確立されていないことを指摘している。それを踏まえて、地震発生や建物・付帯物の損傷の可能性の確率に基づき損傷再現期間を評価する確率論的性能設計法、および、現行の 1 質点、2 質点モデルに建物高さを加味した改良モデルによる簡易評価法の提案が本論文の目的であることを述べている。

第 2 章「Seismic Responses of Base-Isolated Structures」（免震構造の地震応答）では、米国設計基準に則る 3, 9, 20 層の免震構造を、免震層に粘弾性減衰機構をもつ多質点系にモデル化し、それらの各振動モードの固有周期および減衰定数などの動的特性が、様々な地震波における各層の応答、および天井、間仕切り壁、機械設備など付帯物の応答性状に及ぼす影響について明らかにしている。また、弾塑性の減衰機構を等価線形化して粘弾性減衰機構に置換することの有効性についても言及している。

第 3 章「Response Comparison with Conventional Structures」（従来構造の地震応答との比較）では、上部構造を直接地盤に固定した耐震構造に言及し、米国設計基準に則る 3, 9, 20 層それぞれの建物モデルを免震構造と対比させ、建物や付帯物の動的特性と地震応答に現れる両者間の顕著な違いを具体的に示している。また、米国での設計における「入力が大きくなる耐震構造に比べ、免震構造の上部構造の方が高い耐力が要求される」という一見矛盾する思想は両構造の目指す性能の違いによることを論理的に説明可能であることを示している。

第 4 章「Probabilistic and Time-Based Performance Evaluation Methodology」（確率論と損傷再現期間に基づく性能評価手法）では、建物立地位置において、カリフォルニア大学 PEER (Pacific Earthquake Engineering Research Center) の手法が、設計で考慮した再現期間に該当する地震レベルでの建物・付帯物の損傷確率を評価するのと対照的に、建物・付帯物の損傷の再現期間を評価している。PEER の確立論を踏襲するが、性能設計の観点からは革新的な方法と言える。変形と加速度それぞれにより損傷し、地震後の事業継続性に影響する間仕切り壁、天井について、第 2 章の建物モデルの各層での損傷再現期間を算定している。他の付帯物も包括するために、その損傷確率データの中央値と分散値を様々な仮定した検討も行っている。部材構成モデルを用いる PEER 手法と対比し、格段に自由度の少ない多質点モデルを用い、演算の効率化ひいては確率論的手法の簡便化を行っている。

第 5 章「Simplified Performance Evaluation Methodology」（簡易性能評価手法）では、地震応答スペクトルを用いた簡便な最大応答予測のために、超高層までの長周期の上部構造の影響を加味した新たな 1 質点モデル作成法を提案している。その精度検証の後、制振構造の分野で確立された制振性能曲線のように、免震構造の上部・下部構造の周期比、減衰定数の連続関数として最大応答を予測し、それを図示する免震性能曲線を提案している。2 章の米国基準に則る 3, 9, 20 層建物に加え、同質量と高さを有するが日本基準に則るため約 0.5～0.7 倍の周期の建物も考慮し、様々な地震波により予測精度を実証している。粘弾性の減衰機構を弾塑性とした場合、および上部構造が高減衰の場合にも拡張している。

第 6 章「Application to an Existing Base-Isolated Building」（実存する免震構造への応用）では、多数のセンサーが設置された 20 層免震建物（東京工業大学すずかけ台キャンパス J2 棟）の部材構成モデル、多質点モデルを説明し、2011 年東北地方太平洋沖地震時の応答記録と両モデルの時刻歴解析結果を比べ、上層部が弾性に留まる入力レベルで、簡易な多質点モデルの全体応答の良好な再現精度を示している。このモデルを解析に用い、4 章、5 章の性能評価法それぞれを本建物に適用し、結果を日本の免震構造や付帯物の現状に言及しながら説明している。これらより両評価法が、性能設計に有用であることに加え、免震効果の分析、支配要因とその影響の把握も可能にすることを述べている。

第 7 章「Conclusions」（結論）では、各章で得られた知見を総括するとともに、今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、地震時の被害抑制効果が最も優れていると認識される免震構造に関し、様々な地震や構造特性の与える応答制御効果を包括的に表す基礎理論、簡易予測法、確率論的予測法を提示しており、これらの結果は工学上貢献するところが大きい。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として十分価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。