

## 学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	山本 泰幹		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	都市博乙第428号		
学位授与年月日	2017年9月15日		
学位授与の根拠	学位規則（昭和28年4月1日 文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第2項		
学府・専攻名	都市イノベーション学府 都市イノベーション専攻		
学位論文題目	長大吊形式橋梁の耐震補強設計における鋼上部構造の性能照査に関する研究		
論文審査委員	主査	横浜国立大学	教授 勝地 弘
		横浜国立大学	教授 椿 龍哉
		横浜国立大学	教授 山田 均
		横浜国立大学	准教授 西尾 真由子
		横浜国立大学	教授 藤野 陽三
		長岡技術科学大学	名誉教授 長井 正嗣

## 論文及び審査結果の要旨

本論文は、大規模地震時における長大吊形式橋梁の鋼上部構造の損傷を解析で精度良く推定し、目標とする耐震性能を照査する手法を提案したものである。

まず、第1章では、長大吊形式橋梁の耐震設計の変遷を概観した上で、耐震性能照査の課題を整理し、本研究の意義と構成およびその概要を示した。第2章では、大規模地震時の目標とする耐震性能と鋼上部構造の限界状態を設定した。目標とする耐震性能に対して、橋全体系のはりモデルの複合非線形動的解析と鋼上部構造を3次元シェル要素でモデル化したプッシュオーバー解析の非線形解析結果を統一的に取り扱い、解析でレベル2地震時の橋の挙動を精度良く推定し、鋼上部構造の損傷を評価する性能照査手法を示した。大規模地震時の性能を実大模型を用いた実験によって検証することが難しい橋梁構造に対して、地震時挙動を解析で精度良く再現して耐震性能を照査する鋼上部構造の性能照査手法を提案し、性能設計の一つの方向性を示した。

第3章では、首都圏において地震動の長周期成分が強く生成された多点観測記録を用いて、横浜ベイブリッジ、レインボーブリッジおよび鶴見つばさ橋の3つの橋梁の固有振動特性、橋梁の各部で観測された加速度応答、および減衰特性等が耐震補強設計に用いる動的解析モデルによって、どの程度再現できるかを検証した。また、あわせて異なる複合非線形解析コードを用いて得られた解が実用上十分な精度で近似していることを確認することも有効な手段であることも示した。

第4章では、3橋梁について、実橋の多点観測記録を用いて再現性を検証した動的解析モデルによってどの部位に損傷が生じるか推定した。各構造部位に生じる損傷の連鎖現象を整理し、目標とする耐震性能を確保するために、許容できる損傷と許容できない損傷を分類し、より詳細な耐震性能評価が必要な構造部位を抽出した。

第5章では、より詳細な耐震性能評価が必要な主桁の塑性化する部位に着目して、3次元シェル要素でモデル化したプッシュオーバー解析で、その損傷形態と損傷程度を目に見える形で表して、大規模地震時に目標とする耐震性能が達成できるかどうか詳細に検討した。地震時の挙動が複雑な構造部位を対象としたプッシュオーバー解析の地震荷重の正負交番載荷の作用方法、プッシュオーバー解析より得られた損傷形態と損傷程度、および地震後の復旧作業等を加味した対策箇所の選定と対策方法立案に至るまで、耐震補強設計における鋼上部構造の耐震性能照査手法の有効性を具体的に検証した。

第6章では、本研究により得られた結論および知見をまとめるとともに、今後の研究の課題について整理した。

以上のように、本論文は、大規模地震時における長大吊形式橋梁の鋼上部構造の損傷を解析で精度良く推定し、目標とする耐震性能を照査する手法を提案した。他のトラス橋や吊橋の検討例と比べて塑性化した部材の損傷程度が大きい鋼上部構造の耐震性能照査を扱

うことが特徴の1つであり、本研究の性能照査手法は、今後発生が想定される巨大地震の耐震補強設計でも活用できるものであり、橋梁工学、耐震工学の分野に有用な知見を与えるものである。

さらに、提出された論文に対して、iThenticateにより剽窃、盗用の不正行為を確認したが、専門用語や短い一般的な現象の定義表現、本研究がおもに実施された以降の報告書等での引用箇所を除き、剽窃や盗用に該当するものは無いことを確認した。

平成29年7月31日（月）午後3時30分より環境情報1号棟315号室において、全審査委員が出席のもとに約1時間にわたり山本泰幹氏の学位論文の公聴会を開催し、学位論文の内容の発表と質疑応答を行った。その後引き続き午後4時30分より、同室において学位論文の審査を行った。その結果、本論文は学位論文に相応しい内容を有しており、質疑にも的確に対応していると判断された。また各審査員により、関連する土木工学の科目について口頭試問を行うとともに、別途設定した課題「縦リブ複合床版の設計法」の内容を確認し、博士（工学）にふさわしい十分な学力を有することを確認した。

外国語については、論文概要の英訳と口頭発表によって、十分な英語力を有していると判定した。

対外発表論文については、以下に示す論文を含め12編の査読付き論文、その他の多くの国内外論文集、シンポジウム等での発表があり、内規を十分に満たしている。

- 1) 山本泰幹，藤野陽三，矢部正明：地震観測された長大吊構造系橋梁の動的特性と動的解析モデルによる再現性，土木学会論文集A, Vol. 65, No. 3, pp. 738・757, 2009. 8.
- 2) 山本泰幹，半野久光，藤野陽三，矢部正明：横浜ベイブリッジの耐震補強設計に用いた非線形地震応答値の設計検証，土木学会論文集A, Vol. 66, No. 1, pp. 31・36, 2010. 1.
- 3) 山本泰幹，半野久光，藤野陽三，矢部正明：横浜ベイブリッジの耐震補強設計における鋼上部構造を対象とした性能照査，土木学会論文集A, Vol. 66, No. 1, pp. 13・20, 2010. 1.

以上より、本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められ、山本泰幹氏は土木工学の分野において博士の学位を得るにふさわしい学識を有するものと認められる。よって審査委員会として最終試験に合格であると判定した。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。