

京都大学	博士 (工学)	氏名	木田 秀人
論文題目	漸増動的解析 (IDA) に基づく既設長大橋の耐震性能評価に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、長大橋の損傷制御設計の信頼性向上を目標として、橋梁全体系での損傷過程と終局限界に対する安全余裕度を考慮した耐震性能照査法を確立するため、入力地震波の振幅を徐々に増加させながら非線形時刻歴応答解析を繰り返し行ない構造物の耐震性能を評価する手法として漸増動的解析 (Incremental Dynamic Analysis、以下 IDA 解析) を取り上げ、異なる構造形式を有する仮想的な既設長大橋に対してその適用性をとりまとめたものであって、7章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、研究の背景と目的について述べ、わが国の橋梁の耐震設計法の変遷、および長大橋の耐震性能評価に関する研究の動向を示している。</p> <p>第2章では、IDA 解析の概要と適用例、および IDA 解析に用いる非線形時刻歴動的解析の基礎理論について示すとともに、耐震性能評価の検討項目を述べている。IDA 解析は、基準となる入力地震波に振幅倍率 (Scale Factor) を乗じることで強度を調整した入力を用いて、入力地震波の振幅を徐々に増加させながら非線形時刻歴動的解析を繰り返し行った結果に基づき、構造物の耐震性能を評価する手法であり、その有用性を示している。</p> <p>第3章では、鋼斜張橋において、破断する可能性のある部材としてケーブルダンパー、ペンデル支承を例として取り上げ、損傷時の入力波の振幅倍率以上では、最初からこれらの部材を削除した橋梁での IDA 解析を別途行うことにより部材損傷後の挙動を把握し、弱点部材の抽出に有用であることを示した。その結果、主塔部のケーブルダンパーが最弱点部材であることがわかった。また、ペンデル支承が損傷しアップリフトが発生する場合は、主桁の鉛直方向加速度が極めて大きくなり、車両の走行安全性に重大な影響を及ぼすことを示している。</p> <p>第4章では、中路的鋼アーチ橋において、現況照査と耐震補強検討での IDA 解析の有用性を検討している。提案手法により、当て板補強前後での損傷順序と弱点部材を確認でき、補強前後での得失を評価することで最適な耐震補強の選択が可能であることを示している。また、当て板による補強では、当て板補強部位の発生ひずみは改善されるが、未補強部に応力集中を生じ、固定支承の橋軸方向水平力が大きくなるなど、支承損傷を早める可能性があることを示している。</p> <p>第5章では、3径間連続上路式鋼トラス橋において、現況照査と既設支承を免震支承へと取替える補強ケースの耐震性能評価を IDA 解析により実施している。提案手法により、補強前後での損傷順序と弱点部材の変化を特定でき、例えば、固定支承近傍の重要部材である主構 (上弦材、下弦材、垂直材、斜材) において局所的に著しい</p>			

京都大学	博士 (工学)	氏名	木田 秀人
<p>塑性化が生じることを示している。また、振幅倍率 1.0 においても、トラス上弦材の鉛直加速度は極めて大きく、車両が安全に停止できない可能性が高いことを示している。</p> <p>第 6 章では、鋼 V レッグラーメン橋に対して、道路橋示方書標準波 3 波、サイト波 3 波を用いて IDA 解析を行い、IDA 曲線および損傷順序の変動を検証している。サイト波を用いた方が限界状態を超過する振動倍率の変動が大きいものの、これらの入力波形による損傷順序の変動のばらつきは小さく、耐震性能を評価する上では許容できる程度であることを示している。</p> <p>第 7 章は結論であり、本論文で得られた成果について要約し、時刻歴応答解析において部材が破損した判定される段階で、該当部材を取り除き、その後の損傷過程を追跡する解析手法の展望について述べている。</p>			

氏名	木田 秀人
----	-------

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、長大橋の損傷制御設計の信頼性向上を目標として、橋梁全体系での損傷過程と終局限界に対する安全余裕度を考慮した耐震性能照査法を確立するため、入力地震波の振幅を徐々に増加させながら非線形時刻歴応答解析を繰り返し行なう漸増動的解析 (Incremental Dynamic Analysis、以下 IDA) を取り上げ、異なる構造形式を有する仮想的な既設長大橋に対してその適用性をとりまとめたものである。

第1章では、研究の背景と目的について述べ、わが国の橋梁の耐震設計法の変遷、および長大橋の耐震性能評価に関する既往の研究について示している。第2章では、IDAの概要と適用例、および IDA における非線形時刻歴動的解析の基礎理論について示している。第3章では、鋼斜張橋において、破断する可能性のある部材としてケーブルダンパー、ペンデル支承を例として取り上げ、損傷時の入力波の振幅倍率以上では、これらの部材を最初から削除した橋梁での IDA を行い、部材損傷後の挙動を把握することが、弱点部材の抽出に有用であることを示している。主塔部のケーブルダンパーが最弱点部材であり、ペンデル支承が損傷しアップリフトが発生する場合は、主桁の鉛直方向加速度が極めて大きく、車両の走行安全性に重大な影響を及ぼすことを示している。第4章では、中路的鋼アーチ橋において、現況照査と耐震補強検討での IDA の有用性を検討し、当て板補強前後での損傷順序と弱点部材を確認し、補強前後での得失を評価することで最適な耐震補強の選択が可能であることを示している。特に、当て板による補強では、当て板補強部位の発生ひずみは改善されるが、未補強部に応力集中を生じ、固定支承の橋軸方向水平力が大きくなるなど、支承損傷を早める可能性があることを示している。第5章では、3径間連続上路式鋼トラス橋において、現況照査と既設支承を免震支承へと取替える補強ケースの耐震性能評価を IDA により実施し、補強前後での損傷順序と弱点部材の変化を特定でき、固定支承近傍の重要部材である主構 (上弦材、下弦材、垂直材、斜材) において局所的に著しい塑性化が生じること、振幅倍率 1.0 において、トラス上弦材の鉛直加速度は極めて大きく、車両が安全に停止できない可能性が高いことを示している。第6章で、鋼Vレグラーメン橋に対して、道路橋示方書標準波3波、サイト波3波を用いて IDA を行い、IDA 曲線および損傷順序の変動を検証している。サイト波を用いた方が限界状態を超過する振動倍率の変動が大きいものの、これらの入力波形による損傷順序の変動のばらつきは小さく、耐震性能を評価する上では許容できる程度であることを示している。第7章では、本研究で得られた成果をまとめ、今度の耐震性能照査時に用いる時刻歴応答解析法の展望について述べている。

以上、本論文は、長大橋の損傷制御設計の信頼性向上を目標として、橋梁全体系での損傷過程と終局限界に対する安全余裕度を考慮した耐震性能照査法を確立することにより、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 26 年 10 月 29 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、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。