



Title	免震デバイスを用いた鋼鉄桁橋の耐震性向上に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	姫野, 岳彦
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	乙第6943号
Issue Date	2014-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57725
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Takehiko_Himeno_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 姫野 岳彦

学 位 論 文 題 名

免震デバイスを用いた鋼鈑桁橋の耐震性向上に関する研究

(Study on improvement of seismic performance of steel plate girder bridges using isolation devices)

日本の国土は地震発生リスクが高い場所に位置しており、阪神淡路大震災や東日本大震災などによる甚大な被害は記憶に新しいところである。今後も、東海・東南海・南海地震の発生確率の高まりが指摘されている中で、橋梁などの重要な社会資本の耐震性を確保し、かつ向上を図ることは喫緊の課題である。

そこで本研究では、鋼桁橋の耐震性向上策を考える上で、特に支承部に免震デバイスを適用する構造形式に着目し、従来の支承構造が抱える問題点を整理しながら、新しいデバイスの提案を行い、その性能評価を行うための必要な載荷実験の実施、設計モデルの構築、耐久性や耐荷力の評価法の検討および橋梁構造物への適用性検討等を行った。

第1章では、橋梁用支承部が担っている役割、要求性能などを整理し、橋梁の耐震性に影響を与える重要な要素であることを示した。ここでは、既往の各支承デバイスの特徴や性能評価手法およびそれらの知見を例示し、現存する課題点などを明確にすることに力点を置いた。

また、支承部は橋梁の固有周期を決定する役割もあることから、本研究で対象とする範囲として、積極的な長周期化を行う免震設計のみではなく、擬似的な固定支点を有する地震時慣性力分散設計についても対象として、それぞれの特徴を示すこととした。

第2章では、従来の1点固定方式などにより、地震時荷重が特定の下部構造に集中する構造ではなく、複数の支承部を擬似的に固定とすることで、それぞれの下部構造に慣性力を分散させる設計法に着目し、その際に有効となる支承形式の提案を行った。

具体的には、2つの支承構造を検討対象とした。

ひとつは、疑似固定支点となる点に着目して、諸外国では古くから採用されていたが、日本国内では検討事例がない状態であったウレタンゴム材料を支承部に用いることで、耐震性のみならず、常時の耐候性の向上などが期待できる Disk Bearing 構造。ふたつ目は、従来の天然ゴムを用いた大型の積層ゴム支承が抱える橋桁の回転たわみ追随性の課題点を改善するために、ゴム支承と BPB 支承の機能を一体化した支承構造である。

これらの支承の特徴を精査し、また、支承部の性能検証実験を実施することで、その有効性を示した。さらに、構造の妥当性評価を行うために必要な FEM と実験を組み合わせた性能評価法の検討や、多積層のゴム支承の圧縮特性を精度良く評価するための設計式の導出などを実施した。さらに、橋梁構造物への適用を想定した試設計を行うことで、その有効性に関する知見を得た。

第3章では、耐震性向上のために重要な長周期化および高減衰化を同時に実現させるための支承構造の検討として、従来の免震支承よりも減衰性能の向上を目指したデバイスの性能評価や設計モデルの構築を行った。

具体的には、これまでは鉛プラグ入り積層ゴム支承および高減衰ゴム支承として採用されてきた2種類の免震支承に対して、両者がもつエネルギー吸収部材（鉛プラグ、高減衰ゴム）をひとつの支承

に組み込むことで高機能化を図った構造を対象とし、その性能検証実験による比較検討によって優位性を示した。また、支承の復元力履歴特性を橋梁の地震時挙動を評価するための非線形時刻歴応答解析に取り込むためのモデル化を行い、実橋梁構造物に対するケーススタディにより、その適用性を明らかにした。

第4章では、免震化の更なる発展系として、理想的な地震力遮断（長周期化）構造を目指して、オールフリー構造を含めたすべり支承の活用検討を行った。すべり支承は、かねてより多くの採用実績を有しており、設置環境や維持管理の状態が良い箇所では長期の供用性は確認できているものの、摩擦特性に関する詳細な評価モデルやばらつきの評価、さらには経年変化による材料の劣化等の影響など十分な評価ができていない部分も多い。

そこで、これらの課題に対して、クーロン摩擦により表現されていた従来の摩擦係数の設計法ではなく、ヘルツの接触理論により面圧依存性を考慮できる力学的モデルを提案した。さらに、ユーロコードなどの諸外国におけるすべり摩擦性能の評価法を参考に、長期摺動試験を行い、その耐久性の検証なども実施し、加えて、実橋梁におけるケーススタディにより地震力遮断デバイスを用いた橋梁の地震時応答特性などの検討を行った。

以上の研究により、橋梁の耐震性向上を図るために、その架設地点の地盤条件や橋梁形式によって、選択すべき支承形式や目標とすべき固有周期帯には違いがあり、それぞれの支承の特徴・性能を適切に評価することで、大地震時においても構造物を安全に維持できる設計が可能であることなどを明らかにした。