

氏 名	かじ た ゆき ひで 梶 田 幸 秀
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3568 号
学位授与の日付	平 成 13 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	FUNDAMENTAL STUDY ON ASEISNIC EVALUATION OF BRIDGE SYSTEMS WITH CONSIDERATION OF POUNDING OF GIRDERS (桁間衝突を考慮した高架橋システムの耐震性評価に関する基礎的研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 渡 邊 英 一 教 授 小 野 紘 一 教 授 家 村 浩 和

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は高架橋をシステムとして捉えたモデル化を行い、その地震応答解析手法、特に桁間の衝突のメカニズムに着目し、これがひいては落橋に及ぶ可能性について述べ、さらにはその防止策について研究した成果を述べたものであり、以下のよう
に8章からなっている。

第1章は序論であり、1923年の関東大震災、1995年の兵庫県南部地震の震害より得られた教訓について述べるとともに、これらの教訓が道路橋の設計へどのように取り込まれてきたかを記述している。さらに、高架橋の研究成果についても歴史的発展の経過を説明し、最近の研究の発展を記述している。最後に地震に強い高架橋の設計に向けて研究の重要性を述べている。

第2章では、大地震時における高架橋群の応答特性を実験により確認すべく、その基本的構造である3連の単径間からなる高架橋システムの振動台実験を行い、同時に桁間に配置した衝突バネのモデル化を含むバネー質点—ダッシュポット系のモデルを考えた。その結果、同一周期の高架橋が隣接する場合は、それぞれの桁が同位相で振動するため衝突は起こりにくいが、異周期の高架橋が混在する場合は、それぞれの桁が位相差をもって応答するので桁間の衝突が実現する可能性があることを明らかにした。

第3章では、実際に1995年兵庫県南部地震で被災した実高架橋を取り上げ、その被災状況、損傷のシナリオを詳細に考慮することにより、前述のように提案されたシミュレーション法が有効で、高架橋の各構成要素の非線形履歴特性を考慮することにより、実際の損傷状況を的確に説明できることがパラメトリック解析の結果明らかにされた。

第4章では、緩衝材は衝撃を緩和するため効果的なものと考えられるので衝突の可能性のあるところに配置すれば効果的であり、高架橋の主要部材を保護できるものと考えられる。そこで、天然ゴム、ならびに積層繊維補強ゴムを供試体として、静的試験ならびに高速圧縮試験を実施した。その結果、これらの材料の荷重—変形特性に関して静的試験と高速試験を比較することにより、荷重速度の与える影響を明らかにした。すなわち、積層繊維補強ゴムは天然ゴムに比べ初期剛性が大きく、また、エネルギー吸収力が大きく、かつ、繊維が破断する点が明確であること等を明らかにした。

第5章では、桁同士の衝突現象のより詳細で厳密な解明を目的として、H形鋼および充実矩形断面棒を用いて衝突実験を行った結果について記述している。ついで、天然ゴム、ならびに積層繊維補強ゴムを主要部材の保護を目的として、緩衝材として桁間に挟みこみ、設置したとき、衝撃力をどの程度低減し、かつ衝撃エネルギーをどの程度効果的に吸収できるかを論じた。

第6章ではH形鋼を対象としてとりあげ、バネー質点—ダッシュポット系モデルならびに有限要素法モデルによる桁間衝突のシミュレーション解析を行い、衝突実験における衝突の構成式について考察し、両手法間の精度の違いなどについて考察した。ここでは衝突バネのモデル化が1つの焦点となり、衝撃力の評価ならびに衝撃エネルギーの損失を論議した。その結果、実験においても運動量保存則が成立すること、桁間衝突時には衝突前の運動エネルギーの約30%が損失することな

どが明らかとなった。

第7章では高架橋の落橋防止を課題として、桁間連結装置、桁一橋脚間の連結装置の効果について兵庫県南部地震で記録された実地震波を利用してバネ一質点一ダッシュポット系モデルを用い数値シミュレーションを行った。その結果、これらの落橋防止装置のパルス状の動的応答特性が明らかになり、設計上注意すべき点も明らかになった。

最後の第8章は結論であり、本研究で得られた成果について要約し、また、今後行うべき研究の方向について提言を行っている。

論文審査の結果の要旨

本論文は高架橋システムの耐震性評価のために、高架橋を構成する主要な構造要素の破壊に至る過程を解明し、桁間衝突時の挙動や耐震補強のための落橋防止装置等を用いて高架橋の耐震性向上の手法を確立することを目的になされた研究をまとめたものであり、得られた成果は以下のとおりである。

(1) 上部工(桁)の質量が異なるなど、高架橋が長さ方向に、部分的に相異なる固有周期を持つように構成されているときには、桁間衝突が生じる可能性があることを高架橋モデルの振動台実験を行うことにより明らかにした。また、バネ一質点一ダッシュポット系モデルを用いることにより、振動台実験の結果をシミュレートし、精度良く再現できることを示した。

(2) 1995年兵庫県南部地震で実際に被災した実高架橋を取り上げ、バネ一質点一ダッシュポット系モデルによるシミュレーション解析を実施した。その結果、隣接する高架橋の上部構造の重量が大きく異なっていたことにより桁間衝突が誘導され、この衝撃的応答によって桁間に著しい相対的変位が強制され、支承部分に破壊が生じ落橋に至った可能性があることを示した。

(3) 緩衝材として天然ゴムと、本研究で開発した、天然ゴムの内部に繊維を埋設したもの、すなわち、積層繊維補強ゴム、を2本の鋼棒供試体間に挿入して衝突実験を行いその緩衝効果を明らかにし、解析結果と比較した。その結果、桁間衝突時の損失エネルギー量についてはゴムの種類による違いは見られないが、積層繊維補強ゴムの方が天然ゴムよりも衝突力を低減する効果があることを明らかにした。

(4) 落橋防止装置として、桁一桁間の連結板や桁一橋脚間の連結ケーブルなどを取り付けた高架橋の耐震性向上のための方策の評価解析を行った。その結果落橋防止装置は、確かに上部構造の移動量を抑制する効果はあるが、その反力により、他の部材の損傷が生じないように注意すべきことも明らかにされた。

以上のように本論文は高架橋の耐震性向上を目的として、高架橋を構成する主要な構造要素の破壊過程の実用的なモデル化を進め、桁間衝突時の挙動や耐震補強のための落橋防止法を確立することを目的になされた研究をまとめたものであり、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13年1月19日に論文内容とそれに関する試問を行った結果、合格と認めた。