

氏 名	たか はし よし かず 高 橋 良 和
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3658 号
学位授与の日付	平成 14 年 3 月 25 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	Development of High Seismic Performance RC Piers with Object-Oriented Structural Analysis (オブジェクト指向構造解析を用いた高耐震性能 RC 橋脚の開発)
論文調査委員	(主 査) 教授 家 村 浩 和 教授 渡 邊 英 一 教授 宮 川 豊 章

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、RC 橋脚の高耐震化に関する新構造を提案するとともに、その性能評価法を開発したものである。また新構造の開発に際してオブジェクト指向型構造解析システムを新たに構築し、実験的研究と併用して、新構造の変形特性と地震時性能評価法に関する研究成果を取りまとめたものであり、6 章からなっている。

第 1 章は序論であり、オブジェクト指向技術、中空断面 RC 高橋脚および高耐震性能コンクリート橋脚に関する知見を整理し、新たな構造の開発に際しては、実験と解析を両輪とした柔軟な対応が必要であるとともに、特に新たな機能や研究成果を容易に取り込むことのできる、拡張性に富んだ構造解析システム開発の重要性について指摘した。

第 2 章では、構造解析システムを構造物・応答解析・荷重の 3 つのサブシステムに分離し、これらを核としたオブジェクト指向型解析システムを提案した。構造物サブシステムにおいてはモデリング手法を構造形状から、応答解析サブシステムにおいては解析手法を方程式オブジェクトから分離することにより、新手法の追加に対して影響を受けにくい柔軟なシステムを実現した。本システムを用いることにより、プログラム中に構造物や方程式といったオブジェクトが直接現れるため各々の機能等を理解しやすく、研究分野のみならず教育分野においても有用なシステムであるといえる。また本システムは UML を用いて記述していることにより、他分野の技術者とも知識の共有を行うことができる。

第 3 章では、中空断面 RC 高橋脚について、特にせん断挙動に着目した変形性能および地震時挙動について検討した。ウェブ幅の薄い中空断面では、曲げひび割れがフランジ部からウェブ部へと進行する際に急激に曲げせん断ひび割れへと変化する事、また同一振幅による繰返し载荷によってもせん断変形が進むことなどにより、適切なせん断補強が重要であることを定量的に示した。ただし適切にせん断補強された橋脚ではレベル II 地震に対しても十分安全なことを、ハイブリッド地震応答実験により確認した。また第 2 章で開発した構造物サブシステムを用いて RC 構造物の正負交番載荷解析プログラムを構築し、オブジェクト再利用による開発の有用性等について示した。

第 4 章では、アンボンド芯材補強 RC 構造 (UBRC 構造) を開発し、その基本的特性について検討した。本構造は RC 構造の荷重-変位関係における二次剛性を容易に変化させることができる構造であり、まずその基本的概念と期待する効果についてまとめている。そして正負交番載荷実験によりその性能を確認した。また解析に際しては、まず第 2 章で開発した構造物サブシステムを拡張することにより解析モデルを構築し、これを用いて UBRC 構造特性を決定づける芯材パラメータである、芯材断面積・芯材断面内配置位置・芯材長さおよび定着部間隙量について、これらが二次剛性、終局変位および芯材ひずみに及ぼす影響について解析的検討を行い、本構造を設計するにあたっての基礎資料を作成した。

第 5 章では、UBRC 構造を実際の橋梁構造物に適用し、その有用性について検討した。鉄筋量の多い鉄道ラーメン構造橋脚に適用した結果、UBRC 構造は二段階耐震設計法を合理的に適用することができ、主鉄筋量を減らしながらもレベル II 地震に対する性能を確保できる橋脚構造を実現できることを示した。また道路橋橋脚を対象にハイブリッド地震応答実験により地震時応答を検討し、本構造は安定した地震応答を示すこと、また地震後残留変形は二次剛性による最大応答変位低減効果と芯材弾性復元力効果の組み合わせにより低減できることなどを明らかにした。

第6章では、本論文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ている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、RC橋脚に関する新たな高耐震性能構造を開発するとともに、新構造の開発に際してオブジェクト指向型構造解析システムを構築し、実験的研究と併用して、新構造の変形特性と、地震時の性能評価法に関する研究成果を取りまとめたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. オブジェクト指向技術を用いて構造解析問題を構造物・荷重・応答解析の3つのサブシステムに分離し、メッセージ通信することにより解析が進行するシステムを提案した。構造物サブシステムにおいてはモデリング手法を構造形状から、応答解析サブシステムにおいては解析手法を方程式オブジェクトから分離することにより、新手法の追加に対して影響を受けにくい柔軟なシステムを開発した。
2. 中空断面RC高橋脚の複合応力下での変形性能を、特にせん断挙動に着目して明らかにした。またその性能をハイブリッド地震応答実験により評価し、適切なせん断補強がなされている場合には、兵庫県南部地震時の強震動に対しても十分な耐震性能を有していることを立証した。
3. アンボンド芯材補強RC構造(UBRC構造)を提案し、RC構造の骨格曲線における二次剛性を容易に制御できる構造を開発した。実験によりその基本的特性を確認するとともに、前述の構造物サブシステムを拡張することにより解析モデルを構築し、このモデルを用いてUBRC構造特性を決定する芯材パラメータ(芯材面積・断面内配置・長さ・定着部間隙量)に対して、その影響を解析的に検討し、本構造を最適に設計する上での基礎的手法を示した。
4. UBRC構造を橋梁構造物に適用し、本構造が弾性限界および極限限界の両者を考慮した二段階耐震設計法を合理的に満足する橋脚構造と成り得ること、また巨大地震に対しても安定した弾塑性地震応答を示し、地震後残留変形についても低減できることを確認した。
5. 最後に本論文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。

以上要するに、本論文は、アンボンド芯材を用いてRC橋脚の高耐震化を図る新構造を提案するものであるが、実験的検討と並んで新構造の開発に不可欠な、構造解析システムについてオブジェクト指向技術により分析し、柔軟なシステムモデルの構築も行っている。これらは、将来の新構造開発においても適用できる重要な知見を得たもので、その成果は、学術上、実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14年2月22日、論文内容とそれに関する事項について試問を行った結果、合格と認めた。