

氏 名	おお たく たけし 大 滝 健
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2029 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 1 項該当
研究科・専攻	工学研究科土木システム工学専攻
学位論文題目	SIZE EFFECTS IN SHEAR FAILURE OF REINFORCED CON- CRETE BRIDGE COLUMNS - FULL SCALE TEST AND ANALYTICAL EVALUATION - (鉄筋コンクリート橋脚のせん断破壊に及ぼす寸法効果の影響に関する研究 —実大実験とその解析的評価—)
論文調査委員	(主 査) 教授 家村 浩 和 教授 小野 紘 一 教授 宮川 豊 章

### 論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、地震荷重を受ける鉄筋コンクリート橋脚のせん断耐力に及ぼす寸法効果の影響を明らかにすることを目的として、鉄筋コンクリート橋脚の実大せん断破壊実験を行うとともに、各種設計式の検討、解析的検討を行ったものである。以下に各章の概要を示す。

まず第 1 章および第 2 章では、鉄筋コンクリート部材のせん断耐力式および鉄筋コンクリート部材に及ぼす寸法効果の影響についてその背景を調べ、既往のせん断耐力式を寸法効果の視点から整理した。その結果、実験的、あるいは解析的に求められたせん断耐力式における、寸法効果のための耐力低減係数は、橋脚断面の大きな範囲でその差が大きくなる傾向が認められ、寸法効果の適切な評価が必要であることを認めた。現状のせん断設計式には、寸法効果を考慮したものとそうでないものが存在するが、それぞれについて、阪神大震災においてせん断破壊した大断面を有する鉄筋コンクリート橋脚の耐力評価を行なった。その結果、せん断補強筋比が小さくなる傾向にある大断面鉄筋コンクリート橋脚のような部材に関しては、寸法効果を適切に評価しなければ、せん断耐力が想定した曲げ耐力を下回り、せん断破壊する可能性のあることを示した。

第 3 章では、地震荷重を受ける実大鉄筋コンクリート橋脚のせん断耐力に及ぼす寸法効果の影響を調べるために、実大規模の試験体とその縮小試験体を作製し、正負交番載荷実験を行なった。その結果、最終ひび割れ状況、破壊形態、荷重変形関係等には特に寸法による違いは認められず、また、曲げおよびせん断変形成分の推移にも寸法効果は認められなかった。しかしながら、曲げひび割れから曲げせん断ひび割れに移行する荷重は、試験体寸法が大きいほど低下し、それはせん断補強筋のひずみ、すなわち帯筋のせん断抵抗成分に反映されるものとなった。一方、コンクリート負担分せん断耐力に関しては、最大骨材寸法も含め忠実に縮尺された試験体の場合には、最大耐力時のせん断抵抗成分に寸法効果は認められないが、骨材寸法が一定の場合には、有効高さの約 1/8 乗に反比例してせん断抵抗が低下することが分かった。ただし、せん断ひび割れ荷重に関しては、既往の研究に示される通り、有効高さの約 1/4 乗に反比例して低下することが分かった。また、各種せん断耐力式と実験結果の比較より、ややばらつきは大きいものの、寸法効果を考慮した耐力式の方が、それ以外より適切にせん断耐力を評価し得るということを示した。

次に第 4 章では、現状の解析手法において、鉄筋コンクリート橋脚のせん断耐力に及ぼす寸法効果がどのように評価されるかを調べるために、FEM および修正圧縮場理論を用いた解析を行い、実験結果と比較検討した。その結果、FEM 解析の場合には、実験結果と比較的良好な対応を示したが、骨材寸法の影響は殆ど反映されない結果となった。一方、修正圧縮場理論の場合には、寸法効果による耐力低下および骨材寸法の影響は実験結果とよく対応したが、実験結果より 30% 程度大きいせん断応力度を与える結果となった。この違いは、FEM においては破壊エネルギーの評価によって、修正圧縮場理論においてはひび割れ間隔の違いによって寸法効果を反映することによるものであり、せん断耐力に及ぼす寸法効果の評価法の違いが現れた結果となった。いずれの場合も実験結果との差は、これらの評価法が実際の破壊モードを適切に反映していな

いことに起因している。

第5章では、実験結果および解析的検討に基づき、大断面を有する鉄筋コンクリート橋脚のせん断設計に適用すべき寸法効果の影響を検討した。大断面を有する鉄筋コンクリート橋脚のせん断破壊は、せん断補強鉄筋が降伏した後、コンクリートのせん断ひび割れが開き、せん断伝達が困難になることによって低下すると考えられる。ただし、せん断補強筋がひび割れ幅の拡大を抑制するため、この場合の寸法効果は、せん断補強筋のない梁部材のように、有効高さの1/4乗に反比例するのではなく、設計上考慮すべき寸法効果としては、有効高さの1/8乗程度が適切であると判断される。また、せん断ひび割れ荷重と、最大せん断耐力に対する寸法効果の影響度合いが異なるため、設計上は耐力と耐久性の観点からこれらを確認する必要がある。さらに、試験体等を用いた実験によって鉄筋コンクリート橋脚のせん断耐力を調べる場合には、骨材寸法に関しても、縮尺率を考慮した方が良いとの結論となった。

最後に、本論文により得られた結論を第6章にとりまとめた。

### 論文審査の結果の要旨

本研究は、地震荷重を受ける鉄筋コンクリート橋脚のせん断耐力に及ぼす寸法効果を明らかにすることを目的として、鉄筋コンクリート橋脚のせん断破壊実験を行うとともに、各種設計式の検討および解析的検討を行ったものである。

まず最初に、世界でも最大規模の実大試験体とその縮小試験体を作製し、正負交番載荷実験を行った。その結果、1)最終ひび割れ状況、破壊形態、荷重変形関係等には特に寸法による違いは認められないこと、2)曲げひび割れから曲げせん断ひび割れに移行する荷重は、試験体寸法が大きいほど低下し、それはせん断補強筋のひずみ、すなわち帯筋のせん断抵抗成分に反映されること、3)コンクリート負担分せん断力に関しては、最大骨材寸法も含め忠実に縮尺された試験体の場合には、最大耐力時のせん断抵抗成分に寸法効果は認められないが、骨材寸法が一定の場合には、有効高さの約1/8乗に反比例してせん断抵抗が低下することなどの新しい意見を得た。さらに各種せん断耐力式と実験結果の比較より、ややばらつきは大きいものの、寸法効果を考慮した耐力式の方が、それ以外より、より適切にせん断耐力を評価し得るという結果を得た。

さらに、分散ひび割れモデルによるFEM解析および修正圧縮場理論を用いた解析を行い、実験結果と比較検討した。その結果、1)同FEM解析の場合には、実験結果と比較的良好な対応を示したが、骨材寸法の影響は殆ど反映されないこと、一方、2)修正圧縮場理論の場合には、寸法効果による耐力低下および骨材寸法の影響は実験結果とよく対応したが、実験結果より、30%程度大きいせん断応力度を与えることなどの結論を得た。

以上要するに、本論文は、鉄筋コンクリート橋脚のせん断破壊に及ぼす寸法効果を実験的かつ解析的手法を用いて基本的に検討し、同橋脚の耐震設計法の進展に貢献する研究であって、学術上、実際上寄与することが少なく無い。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2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。