

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 小林 薫

既設鉄筋コンクリート構造物の耐震補強は、生命と財産の保護、安全で快適な経済社会空間の保持の観点から、緊急を要する都市および国土の基盤整備術課題の一つである。阪神淡路大震災以後、海洋型巨大地震のみならず、直下型地震に対して社会基盤施設の安全性を確保することは、国際経済社会の中核的存在である我が国の責務でもあり、今日、広く合意が形成されている。過去数年、重要交通基盤の耐震補強が精力的に進められ、実績が積み上がってきた。しかし、技術的に耐震補強を実施することに多くの困難を伴うケースについては、耐震補強に至っていない部分も相当に残されているのである。特に、耐震補強工事を実施する際に、空間的制約が強い場合がこれに相当する。本研究は、鉄筋コンクリート立体骨組み構造を対象とし、従来の補強工法を適用するが困難な施工環境に対して有効な一面耐震補強工法を開発、実用化したものである。

第1章は序論であり、既に商用空間等で使用されている領域を侵すことなく耐震補強を実施しなければならない社会的な制約条件と、既往の耐震補強工法を適用する際の得失について整理を行っている。さらに交通基盤施設に求められる耐震性能の要求レベルを明らかにして、補強設計の目標水準となる耐震性能を定義している。

第2章では、柱の一面から鉄筋を後挿入して補強したRC柱の変形性能の回復に関して、実験ならびに解析的側面から検討を行っている。後挿入された鉄筋が部材のせん断破壊を防止するとともに、新設構造の設計で要求される塑性まで、軸力保持能力を確保できることを示している。この補強システムは、曲げに抵抗する主鉄筋の変形を拘束しないため、極めて大きな変形領域で主鉄筋が課題することなく、さらに後補強鋼材の効果を、詳細な歪み計測から定量化しており、補強対象の諸元に応じて必要十分な鋼材量とその配置を事前設計することを可能にしている。

第3章では、柱一面だけに取り付けた鋼板で補強したRC柱の変形性能に関して、詳細な実験的検討を行っている。鋼板は第2章で検討した後挿入鉄筋によって固定され、主としてせん断補強として部材の塑性を向上させることを明らかにした。また、塑性率とエネルギー吸収能を鋼材補強量、コンクリートとの付着、鋼材分割の影響、ねじりの影響、作用軸力などを考慮の上、定量化することに成功している。さらに、補強効果の機構についても踏み込んで検討を行っている。鋼板に発生する歪みの詳細な計測から、鋼材が負担する2次元応力とせん断力を算出し、せん断補強の不足している本体部材を外部から有効に補強できていることを、非線形数値解析の結果を合わせて裏付けた。これらの成果をもとに、補強された部材の地震時動的応答特性を簡便に算定する方法を既往の耐震設計法に準拠して提案した。これによって、新設構造物と補強構造物を矛盾なく合理的に設計する体系の基礎を与えることができた。

第4章は、本研究で提案された補強工法の施工方法について検討を行ったものであり、後挿入鋼材のためのコンクリート躯体の穿孔方法、グラウトによる定着、ならびにそれらの品質と施工信頼性について検討を行っている。実構造物と設計図面とは配筋詳細が異なっている場合があり、当初予定していた補強設計を現地での施工過程で変更して設計し直す必要がある。本研究成果は、これらの実務の現実にも柔軟に対応できることを示している。

第5章では、本研究で提案された新工法を実構造物の耐震補強に適用した事例と効果、経済性等について報告している。いずれも従来工法では補強が困難、あるいは不可能な既設構造物に対して、本研究が実際に威力を発揮し、かつ耐震補強を実現できたことを、鉄道高架橋を例として明確に示している。

第6章は結論であり、本研究で得られた知見と技術を整理し、あわせて今後の技術展開の方向に関する考察をおこなっている。

本研究は、従来工法では不可能であった、施工空間が極めて限定される厳しい環境下の既設鉄筋コンクリート構造物の耐震補強技術を提供するとともに、補強対象の諸元に応じて合理的に必要な十分な鋼材の量と配置を与える補強設計法を確立したものである。これは、新設構造物の耐震設計とも連続性を担保したものであり、鉄筋コンクリート構造工学の発展にも大きな寄与を果たすものである。よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。