

京都大学	博士（工学）	氏名	中村 敏晴
論文題目	鉄道 RC 高架橋等の耐震対策としての補修・補強・合理化に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、鉄道鉄筋コンクリート（RC）高架橋に着目し、維持管理上の課題として指摘されている耐震補強、地震後の再使用および構造の合理化について、部材の地震時変形性能に着目して実用化研究を行っている。</p> <p>耐震補強では、既に開発済みの地震時の損傷状況を容易に把握できる維持管理に配慮した RC 柱の耐震補強工法の適用範囲拡大を目的とした改良を行っている。地震後の再使用では、地震で損傷した RC 柱の補修後の変形性能を把握し、その評価方法を示している。構造の合理化では、杭頭と柱・地中梁の接合部の構造を提案し、その耐荷機構を明らかにし変形性能評価方法を示している。</p> <p>本論文は、序論と結論を含めて全6章で構成されている。各章での研究成果の概要は以下の通りである。</p> <p>第1章は、序論であり、研究の背景と目的ならびに論文構成を示している。</p> <p>第2章では、鉄道 RC 高架橋等の耐震対策としての補修・補強・合理化について検討するための資料として、鉄道 RC ラーメン高架橋に着目し、耐震設計法の変遷、各種耐震補強方法および杭頭接合部の耐震設計上の構造合理化についてまとめている。</p> <p>第3章では、既に開発済みの柱の耐震補強工法、すなわち矩形断面の RC 柱側面に、ポリマーセメントモルタルを介して、かまぼこ状のプレキャストコンクリートブロック（セグメント）を張り付け、その外周にスパイラル状に加工した垂鉛めっき鋼より線（鋼より線）を巻立て補強する工法（本工法）について検討している。</p> <p>本工法を、部材断面積の増加を抑えることが要求される駅部や高架下利用箇所の RC 柱および壁式橋脚の耐震補強等に適用するにはセグメントの厚さを薄くする必要がある。そこで、地震時のセグメントの状況を模擬したセグメントの載荷試験と有限要素解析に基づきセグメントの厚さを半減した薄型セグメントを提案している。このセグメントを用いた本工法の優れた変形性能を RC 柱の縮小模型による水平交番載荷試験で確認し、既に提案している、本工法のセグメントや鋼より線によ</p>			

る外部拘束効果を見込んだ、変形性能評価式の適用が可能であることを明らかにしている。さらに、本工法を用いた RC 柱の実大試験体による水平交番載荷試験より、変形性能の寸法効果とその評価方法について論じている。

また、本工法で耐震補強した RC 柱を水平交番載荷試験で曲げ破壊させた試験体（補強試験体）に補修を加え、再度本工法により補強した試験体（再補強試験体）を水平交番載荷することで補修・再補強後の挙動や変形性能について実験的検討を行っている。その結果、軸方向鉄筋が座屈した状態でも補修・再補強により再補強試験体は、耐力低下もなく、補強試験体と同様優れた変形性能を示すことを確認するとともに、再補強試験体の変形性能評価には、当初の水平交番載荷試験の影響でベース内の軸方向鉄筋の付着が弱くなった状態、およびく体のひび割れによるく体曲げ変位の増加の影響、軸方向鉄筋の座屈と応力履歴の影響等を考慮することが必要であることを明らかにし、その評価方法を示している。また、地震後に軸方向鉄筋再使用の目安となる軸方向鉄筋の残留ひずみ量を、軸方向鉄筋が大きく座屈する曲げ破壊の終局状態で、補強試験体および再補強試験体において確認している。

第4章では、上記本工法を用いて耐震補強した RC 壁式橋脚の縮小模型による水平交番載荷試験により、優れた変形性能を確認し、3章同様に既に提案している本工法の変形性能評価式の適用が可能であることを明らかにしている。

第5章では、耐震対策により鉄筋量が増加している鉄道 RC ラーメン高架橋の1柱1杭式の接合部について、輻輳する鉄筋を簡素化するため杭の鉄筋を接合部に定着せず、代わりに杭頭部に埋め込んだ角形鋼管（鋼管）を接合部に定着する構造（本構造）を提案している。本構造の縮小試験体を用い水平交番載荷試験による実験的検討を行っている。その結果、本構造は、鋼管の埋込長が不足するもしくは鋼管周囲の帯鉄筋量が不足すると変形性能の乏しい割裂破壊形式となり、埋込長もしくは帯鉄筋量を適切な値とすれば変形性能の優れた曲げ破壊形式となることを明らかにしている。また、本構造が曲げ破壊する場合の耐荷機構を示し、耐荷機構が成立するための必要帯鉄筋量算定式を示すとともに埋込長と帯鉄筋量を見込んだ変形性能評価式を示している。

第6章では、各章で得られた結果を総括して述べるとともに、今後の展望として、コンクリート構造物を安心感のあるものとするためのシナリオについて論じ、結論としている。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、鉄道鉄筋コンクリート (RC) 高架橋の維持管理上の課題として指摘されている耐震補強、地震後の再使用および構造の合理化について、部材の地震時変形性能に着目して実用化研究を行ったものである。

1) 既開発の維持管理に配慮した柱の耐震補強工法を部材断面積の増加を抑えることが要求される駅部や高架下利用箇所の RC 柱および RC 壁式橋脚に用いるための検討を行った。補強部材の載荷試験と有限要素解析に基づき補強部材の厚さを半減した。この補強部材を用いた耐震補強工法の優れた変形性能を柱および壁式橋脚の縮小模型の水平交番載荷試験で確認し、既に提案している変形性能評価式の適用が可能であることを明らかにした。さらに、柱の実大試験体による水平交番載荷試験より、耐震補強柱の変形性能の寸法効果とその評価方法を論じた。

2) RC 柱の地震後の再使用に関して、縮小耐震補強柱の水平交番載荷試験による実験的検討で、軸方向鉄筋が座屈した状態でも補修・再補強により柱は、耐力低下もなく、優れた変形性能を示すことを確認した。この変形性能評価には、当初の水平交番載荷試験の影響によるベース内の軸方向鉄筋の付着状態、く体のひび割れ、軸方向鉄筋の座屈と応力履歴の影響等を考慮することが必要であることを明らかにし、その評価方法を示した。

3) 耐震対策により鉄筋量が増加している鉄道 RC ラーメン高架橋の 1 柱 1 杭式の接合部について、角形鋼管を用いる構造を提案した。縮小試験体を用いた水平交番載荷試験による実験的検討を行った。変形性能と破壊形式に対する角形鋼管の埋込長と帯鉄筋量の影響を把握し、埋込長もしくは帯鉄筋量を適切な値とすれば変形性能の優れた曲げ破壊形式となることを確認した。曲げ破壊する場合の耐荷機構を示し、耐荷機構が成立するための必要帯鉄筋量算定式を示すとともに埋込長と帯鉄筋量を見込んだ変形性能評価式を示した。

以上、本論文は、コンクリート構造物の補修・補強・合理化に関する広範な検討を行い、RC 構造技術における一つのブレークスルーを果たしたものと考えられ、今後の社会資本への建設投資の効率化をはじめとして学術上、実際上への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られる。また、平成 22 年 1 月 26 日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。