

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 岡本 大

予測と制御が困難な巨大自然災害から速やかに交通機能を復旧・回復させることは、相互に強く関連している現代の都市と国土の維持・保全において喫緊の課題である。直下型及び海溝型巨大地震に対する鉄道施設の耐震設計基準類も、過去 15 年にわたって継続的に改定され、構造物の機能は格段に向上してきた。

一方、これを実現するために、鉄筋量が大幅に増える結果となっている。特に部材接合部分近傍の配筋と施工が困難となっており、施工品質の低下すら招きかねない状況にある。コンクリートと鉄筋の高強度化は、設計における要求性能を満足させつつ構造部材の体積と重量の軽減を図ることが期待でき、施工品質の向上と構造機能の確保を同時に満たす手段として有効である。この際に、高強度材料を用いた部材と構造の安全性、使用性、対疲労抵抗性、地震後の復旧・修復性を定量的に数値化することが不可欠となる。本研究は鉄道高架橋を主たる対象とし、実験的手法に基づいて既往の性能と品質の評価技術の適用範囲を拡張し、コンクリート及び異形鉄筋の高強度化に対応可能な、鉄道構造性能照査法を与えたものである。

第一章は序論であり、本研究の背景と目的を述べている。今日、問題となっている施工現場における過密配筋と施工品質、早期劣化に対する対策と維持管理コストの増加について概括している。80MPa までの高強度コンクリートと 1200MPa に至る異形鉄筋を有効活用する方策と、それを実現するための設計施工基準類の改訂のポイントについて論じている。

第二章では、高強度材料を使用した鉄筋コンクリート部材の曲げ及びせん断耐力の算定方法を定式化している。高強度鉄筋をせん断補強鋼材として使用すると、鋼材降伏に至る前に早期に部材がせん断破壊に至るため、既往の設計方法では耐力を危険側に評価する。これに対して、コンクリートも同時に高強度化することで、高強度鉄筋を鋼材降伏強度まで有効利用できることを実験的に示した。さらに全降伏を確保するための両材料の強度要件を導いている。これらの系統的な実験をもとに、鉄道高架構造を形成する耐震部材の諸元に対して、せん断耐力評価式を導いている。

第三章では、柱部材の地震時変形性能の評価方法を高度化する目的で、高強度鉄筋をせん断補強に適用した部材の交番載荷実験を系統的に実施している。地震時の多数回繰り返しを念頭に置き、交番繰り返しによる履歴劣化を考慮している。大歪領域に至った後に現れる曲げモーメント軟化を考慮したテトラリニアモデルを採用し、従来の変形性能算定方法を高強度材料が適用可能なように、再構築している。実大の構造部材を用いて変形性能の検証を行っており、寸法効果も取り入れた上での照査が機能することを検証している。

第四章では、鉄道高架構造の梁部材の主鉄筋量の決定要因であるひび割れ幅算定方法について、総合的な検討を行っている。部材断面が比較的大きな鉄筋コンクリート鉄道部材

の配筋詳細を考慮した部材実験を実施し、ひび割れ間隔とひび割れ幅を詳細に計測している。この結果から、土木学会コンクリート標準示方書によるひび割れ幅算定式が鉄道構造にも、十分適用可能であることを示している。

第五章では、鉄道高架構造の上部梁及びスラブ部材の主鉄筋量に関連する、高強度異形鉄筋の疲労特性を検討している。普通強度の異形鉄筋の疲労強度と比較して、ほぼ同程度の強度特性を保持していることを示し、200万回以上の疲労繰り返し作用に対しては、従来の設計強度式よりも高い疲労強度を設定できることを示している。

第六章は結論であって、本研究で得られた高強度部材の性能照査法によって実際に設計施工された構造を取りまとめ、実社会において経済性と施工性の向上が追求できたことを提示している。

本研究は、既往の鉄筋コンクリート性能照査設計法の適用範囲を拡張したものであり、成果の一部は現行の鉄道構造設計標準にも取り入れられている。2011年の東北大震災では、新たな設計基準によって設計施工された鉄道高架橋の被害は極めて軽微であり、鉄道構造システムの早期復旧の核となった。安全性、使用性、耐久性、耐震性のそれぞれに関わる技術項目全てを評価検証して既往の設計技術を統合的に進展させたものであり、実務における貢献度が高い。

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。