

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 大庭 光商

都市機能の更新と再生には、既に存在する社会基盤ストックを維持管理しつつ、構造部材の再配列や性能向上策を、狭隘な環境においても進めることが必要となる。都市における自然災害からの急速な修復・復旧には、危機的状況においても確保可能な資材のみで緊急対応できる復旧性が必要である。これらの要件に対して、少量かつ安価な資材を最大限に利用して、高い構造性能を達成する設計施工技術が有効となる。

論文提出者は構造用鋼材に比較して安価、かつ入手が容易な鉄筋を主要材料として、軸力および水平力を負担可能な超高靱性部材を考案した。従来の鉄筋コンクリートの設計とは異なり、曲げ圧縮力の大半と部材せん断力も、主として鉄筋で負担するものである。鉄筋群周辺に施工されるモルタルは、並列に配置される多数の鉄筋を相互に束ね、鉄筋線材相互の摩擦を有効に維持することが役割となっている。この新たな設計概念を鉄道系社会基盤ストックの設計施工に適用し、新構造形式の実現を可能としたものである。論文は以下の章から構成されている。

第一章は序論であり、本研究の目的と超高靱性部材の開発に至る背景を述べている。鉄道駅近傍の再開発で採用されている人工地盤の建設では、鉄道事業を継続しつつ狭隘な空間と限定された時間内で、高靱性柱部材を建設することが不可欠となる。大スパン構造の吊材では、常時引張軸力下で大きな変位を許容できる高靱性部材が有効となる。変位角で10%を超える超高靱性軸部材がこれらの鉄道基盤ストックの形成に有利であることを示している。

第二章では、第一章で述べた対象構造の実現において、軸圧縮並びに軸引張部材に求められる水平変位靱性の開発目標を明確にしている。多径間連続PCアーチ橋を具体的な対象に選定して実地盤の特性を考慮し、構造系として求められる常時並びに地震時の許容変位を算出した。ストッパーを含む橋梁上部工に適用する際には、部材変位角にして10%におよぶ超高靱性部材の開発が必要であることが示されている。

第三章は本論文の中核をなすものであり、高密度軸方向鉄筋群とスパイラル帯鉄筋による超高靱性構造部材の開発について述べたものである。既往の設計概念を大幅に超過する軸方向鉄筋量を配置するため、損傷形態、変形性能、曲げ耐力等が不明である。そこで軸方向鉄筋比、せん断スパン比、曲げせん断耐力比、軸圧縮応力度、鉄筋径を実験変数とした静的正負交番載荷を、軸圧縮力を受ける柱部材に対して実施した。常時の軸引張力に対しては、第二章で算定された、使用状態に作用する吊材の角変化量に相当する最大水平変位を与えた載荷実験を行った。これらにより、高密度配筋RC円形柱の使用時の挙動と安全性が確認された。その結果、損傷が柱基部に集中する曲げ破壊（柱基部）、損傷がフーチング表面部に集中する曲げ破壊、および軸方向鉄筋間のモルタルが粉砕する付着破壊の三タイプに破壊モードを分類できることを示している。高密度配筋RC円形柱は、所要の曲げ耐力

が確保できると共に、最大荷重以降に耐力が急激に低下することはなく、部材の回転角 1/10 以上の、格段に大きな変形性能を確保できることが実証された。部材諸元から破壊モードを判定する設計方法も併せて提示し、橋梁橋脚及び橋梁上部工のストッパーも含めた標準的な設計方法を提示している。

第四章では、第三章で実現した超靱性部材を用いた新橋梁システムの開発について述べている。実施工で解決しなければならない構造詳細と、短時間かつ作業の容易な施工を実現するための課題（プレキャスト化、鋼材端部定着工法、鋼材建込法など）を整理して、それぞれに解決策を与えている。更に、長期使用性能の確認のために高サイクル疲労実験を行い、高い疲労寿命が期待できることを確認している。これらの成果を実橋梁設計に適用し、新構造タイプの 3 径間連続 PC アーチ橋を実現した。また、従来工法との経済性比較を行い、その有効性を述べている。

第五章は結論であって、本研究による一連の技術開発を取りまとめ、今後の実務設計施工への展開にあたっての課題を整理している。

以上のとおり、本研究の成果は大変位を受ける PC 吊材に適用され、新たな形式の三径間連続 PC アーチ橋に結びついた。高い耐震性を要求される柱部材にも適用され、鉄道駅構内の線路上空に人工地盤を構築することを、狭隘な施工環境においても可能としている。さらに、橋梁上部工の水平変位を地震時に制限する高靱性ストッパーにも適用されている。これらの部材を用いた建設では、従来設計に比較して、実に八割程のコスト減を可能としており（従来施工の二割程度のコストで実現）、工学的価値の高い優れた研究であると判定できる。資材確保で安価な鉄筋を主材料とするため、緊急復旧性能—レジリアンス—に優れた点も高く評価される。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。