

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 藤原 寅士良

既存の社会基盤施設の耐震性向上は、国民の生命財産の保護と社会経済活動の維持、ひいては地域や国の国際競争力の維持に直結する重大な課題であることは、巨大都市を襲った過去の地震災害の教訓が教えるところである。特に物資や人の輸送の多くを担う陸上交通基盤施設の耐震性確保は、地震直後の都市機能の応急復旧と人命救急、二次災害拡大の防止に欠くことのできない最優先課題である。都市機能の高度化と時代の変化に併せた再生構築においても、耐震性確保は設計・施工上の懸案事項でありつづけている。

都市部においては、人口と経済活動の高密度化によって建設や補強補修、持続再生事業を、一層困難なものにしている。限定された空間と期間と資本のなかで基盤施設の機能再生と向上を図るには、既存構造部の当初設計とは異なる構造システムを能動的に選択できる柔軟性を技術的に保有することが、益々重要な技術課題となっている。このような背景から、本論文は地上部に小規模な付加的構造部材を建設し、これを既設構造システムと杭に連結させることにより、地震荷重に対する抵抗性を根本から転換を可能ならしめる耐震補強工法を開発したものである。特に、地下に埋設されている構造システムの損傷リスクを大幅に軽減することが可能となり、狭隘な空間と施工期間においても都市機能の再生に高いコストパフォーマンスが追求できるのである。これらの発展性と新規性が高く評価された。本論文は以下の章から構成されている。

第1章は本論文の目的について述べ、既往の研究と耐震補強技術の整理を行っている。大規模地震で被災した地下構造部に関する原因の整理と復旧および補強工法技術の現状を分析しており、いずれも被災後は当初設計で想定した構造システムに戻すことを基本としていることを明確にしている。そのため、過度に復旧や補修補強工事が困難を極める結果となっている事例を挙げ、構造系転換による耐震性能向上の可能性とその工学的利点について議論し、本論文の意義を明確にしている。

第2章は、基礎スラブを地表面に設置した場合の既設基礎杭に対する耐震補強効果に着目したものである。新設の基礎スラブの付与によってもたらされる構造システムの転換が、高い耐震性能の付与を可能とすることを実証することに成功した。既設杭と地盤を模擬した縮小模型を遠心力加速試験機に設置し、重力加速度の50倍を作用させることで寸法効果を解消し、地震時水平慣性力下での杭の復元力特性を実験的に求めた。その結果、地表部に設置した床を小規模鋼管杭と既設構造物とに直結させることで、水平復元力特性が大幅に改善され、杭に導入される損傷が極めて小さく制御された。その結果、陸上にある構造部材に大きなせん断力が導入される結果にもなるが、陸上部のせん断補強は地中部よりも簡易で安価に施工することができるため、構造展開による耐震性能向上は経済性を追求できることも示すことができた。

第3章では第2章の考察を受けて、地下フーチング部材と基礎スラブ杭との相互干渉効果を実験的に検討している。地盤との相互作用によって、地震時水平力に対しても、杭のみならずフーチングも復元力特性に大きく寄与していることが判明し、あわせて杭自体が真に支持している地震時水平力も明らかにすることができた。既設構造－地盤－既設杭－新設構造部材間での、力学的相互作用の機構解明がなされた点が高く評価される。

第4章は第2～3章の基礎研究の成果をもとにして、既設鉄道系構造の耐震補強設計法を具現化し、所定の耐震性を確保する設計方法を提示している。杭やフーチングのような地下埋設型の部材を補強あるいは診断には大きな空間的制約があり、時間的にも経済的にも大きな事業者や施工者の負担となる。構造系転換を図り、巨大地震時のエネルギー吸収部位を陸上部材に誘導し、耐震性に劣ると判定された地下埋設部材を損傷から遠ざけることができる。構造システム全体を強化する設計は、都市持続再生に資する設計施工技術と位置づけることができる。

第5章で本研究の結論をまとめ、今後の課題について概括している。

既往の耐震補強設計の基本は弱点部の強化であった。本論文の眼目はシステム転換による弱点部の負担軽減で全体を強化するというものである。そのためには、高度非線形領域での応答予測技術と地盤を見方に見入れる要素技術が必要となる。その両者を提供することにより、従来の設計思想を発展させた耐震補強法を提示した独創性を高く評価した。また、この設計法により、東京一大宮間の新幹線輸送容量の大幅な拡大を目的とする拡張事業の設計に取り入れられ、2009年から本設計による社会基盤施設が実現する予定である。本論文の実用性の高さ、優れた基本構想の両者から、その工学上の貢献は大である。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。