

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 玉井 真一

阪神淡路大震災以降、地盤・構造工学分野で基礎構造と橋梁上部構造のそれぞれにおいて技術革新が生まれ、過去数回の直下型及び海溝型地震に対しても成果をあげてきた。さらに、地盤・基礎と社会基盤施設の相互作用を有効に制御することで、両者の機能と安全性・復旧性を格段に向上させる挑戦が、交通基盤やエネルギー貯蔵施設の設計・施工の現場で進められてきた。これらは耐震性能のみならず、経済性と復旧性においても、従来にない新たな価値の創造が続いている。補強盛土一体橋梁は上述の複合概念に基づく成功例の一つであり、試験施工を含めて鉄道構造に応用されつつある。また、東北大震災後の復旧復興においても採用され、鉄道の早期復旧に多大な貢献を果たしている。一方、この新複合橋梁をより広く社会に実装する上で、長スパン化が必要となってきた。特に、道路—鉄道—エネルギー輸送施設などの線状のインフラの交差部では、50メートルを超える橋長が求められるのである。

補強地盤の自立性は巨大地震時においても橋梁の桁と脚を支えるに十分であり、長スパン化への展開は、比較的容易である。しかし、長期にわたり日本の自然環境に暴露される場合、橋長の増加に連動して加速的に増える長期持続変形は、常時の機能維持において無視できない壁となる。本研究では、補強盛土と橋梁桁と脚を一体化した複合橋梁システムを長スパン構造に展開し、かつ走行性能に厳しい要件が求められる高速鉄道に対して、使用限界状態設計法を確立することを目指したものである。

第一章は序論であり、本研究の前身をなすインテグラル橋梁の系譜をまとめるとともに、第二章ではそれを補強盛土と一体化することによって、高い耐震性能が確保される機構を概括している。実施工で乗り越えなければならない課題を整理し、既往の研究と短スパン橋梁の試験施工から得られたデータ分析から、長スパン化に向けた課題を、漏れなく抽出している。

第三章では、北海道新幹線架道橋における設計と実構造の中期挙動を克明に比較検討しており、補強地盤との一体化によってもたらされる高次不静定断面力の評価は、現在の技術を発展させることで、厳しい設計要件を満たすことが可能であることを確認している。

第四章では、三陸鉄道北リアス線ハイペ沢橋梁における補強盛土とコンクリート構造との接合境界部に注目している。桁に作用する不静定力とその影響、並びに四季を通じての桁伸縮挙動と補強材の局所挙動から、設計時の特性値に対する安全余裕度を評価することに成功している。

第五章では、長スパン化を達成するための必須要素である、プレストレストコンクリート桁を複合システムに組み入れるための課題を抽出し、高速鉄道に求められる性能と、設計における使用限界状態を明確化した。コンクリートの中長期にわたるクリープと乾燥収縮の

影響度をリスク評価し、かつ施工において T 型断面を有する PC 桁と橋台との接合構造を提案している。せん断力の伝達強度の照査方法を提案し、これをもとに配筋詳細を設計し、実施工に耐える諸元を見出すことに成功した。第六章においては九州新幹線架道橋への適用を図り、基礎研究から実用化までの道筋をつけた。

第七章では、雨水と大気への暴露条件をもとに、構造体中の水分移動解析からコンクリート中の水分状態を克明に解析し、長期にわたるコンクリートの乾燥過程とクリープによる応力緩和と付加たわみを求めることができた。併せてこれまでの現地計測結果との検証を通じて精度を確認し、以後 100 年にわたる長期変形とたわみの予測値を提示している。長スパン化した構造においても、十分に自然環境下での安定性を有していることを明示している。

第八章では、上記の基礎研究と実務設計・施工の経験をもとにして、設計施工指針を作成するに至っている。長スパン化した補強土一体型複合構造が満たすべき使用限界状態を照査する性能設計法は、以後の社会実装を担う指針の形で取りまとめられた。

第九章は結論であって、複合構造の高性能化と生産性の向上の観点に基づいて、今後の課題がまとめられている。本研究は長スパン化の実現に不可欠な地盤補強材とコンクリート躯体との接合部の挙動解明と、長期疲労挙動の実態把握と設計による制御を通じて、一般性の高い使用限界状態設計法を構築したものであり、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。