

## 論文内容の要旨

氏名 武田 健太

現在，日本海沿岸部や山間部で供用されるコンクリート橋において，冬季季節風による飛来塩分や凍結防止剤の散布による塩害劣化が生じている．また，その多くが高度経済成長期に建設されたものであり，劣化構造物に対する構造性能評価手法の確立が必要となっている．近年，鋼材腐食が生じたコンクリート構造物の構造性能の低下を定量的に評価する研究は，多数行われている．このうち，鉄筋コンクリート（以下，RC）部材については精力的に研究が行われ，その性能低下メカニズムはある程度解明されつつある．一方で，プレストレストコンクリート（以下，PC）部材を対象とした研究は少数であるのが現状である．劣化構造物の性能を定量的に評価するツールとして，有限要素解析を用いた数値解析が挙げられ，新設構造物の設計に関しても有用である．したがって，本研究では，有限要素解析を用いた数値解析により，塩害により劣化した実 PC 橋の構造性能評価手法の確立を研究目的とする．本論文は 6 章から構成されており，各章の概要を以下に示す．

第 1 章では，本研究の背景と目的，本論文の構成について述べている．

第 2 章では，本研究に密接に関連する既往の研究を紹介し，鋼材腐食の生じたコンクリート部材および実橋梁の耐荷性能に関する実験的・解析的研究，鉄筋および PC 鋼材の腐食による機械的性質の低下に関する研究について述べている．また，既往の研究の課題点について整理し，本研究を行う意義についても述べている．

第 3 章では，日本海沿岸部で約 35 年間供用され，塩害により劣化したプレテンション式 PC 桁の載荷試験結果を対象として，有限要素解析による耐力評価手法について検討した．その結果，解析上で PC 鋼材の腐食状況を精緻に表現し，かつ適切な材料モデルを適用すれば，有限要素解析により PC 桁の破壊状況や耐荷性能を精度良く再現可能なことを示した．一方，外観のひび割れ状況から PC 鋼材の腐食を推定した場合，性能評価の精度が低下することも示した．また，第 3 章で得られた知見は，径の小さな PC 鋼材を有するプレテンション式 PC 桁に適用範囲が限定され，径の大きな PC 鋼材を有するポストテンション式部材の場合は別途検討が必要であることを示した．

第 4 章では，日本海沿岸部で 34 年供用され，塩害により劣化の生じたポストテンション式 PC 桁の載荷試験結果を対象として，有限要素解析による耐力評価手法の検討を行った．また，外ケーブルや炭素繊維シート（以下，CFRP シート）等の補強材が，劣化 PC 桁の耐荷性状に与える影響についても検討した．その結果，載荷試験により破壊の生じた箇所付近の PC 鋼材の腐食状況を解析上で表現し，かつ適切な材料モデルを適用すれば，有限要素解析により耐荷性能や破壊状況を概ね再現可能であることを示した．また，CFRP シートにより補強が施されている PC 桁の性能評価を行うためには，コンクリートと CFRP シート界面に適切な付着モデルを導入する必要があることを示した．さらに，外ケーブルの張力をパラメータとした感度解析を行った結果，劣化が進行した PC 桁の場合，腐食した PC 鋼材の破断が生じる変形量で耐力が支配されることが明らかとなった．

第 5 章では、新潟県山間部で約 40 年間供用されている、鋼材破断の生じたポストテンション式 PC 橋を対象として、有限要素解析による構造性能評価手法の検討を行った。そのうえで、解析結果を利用して対象橋梁を安全に供用するための維持管理方法についても検討を行った。その結果、PC 鋼材の破断の影響を解析上で考慮し、かつ適切な材料モデルを適用すれば、架橋地点で行われている載荷試験結果（載荷によるたわみ分布）を有限要素解析により概ね再現可能であることを示した。PC 鋼材の腐食や付着劣化等の損傷状況を考慮したうえで、橋梁の性能評価を試みた結果、PC 鋼材の破断のみを考慮した場合の解析結果に比べて、耐力や変形性能が著しく低下した。すなわち、PC 鋼材の腐食や付着が橋梁の構造性能に大きく影響を与えることが明らかとなった。また、PC 鋼材の破断を進行させた場合の解析結果より、破断本数が全体の半分に達したときでも死荷重状態における PC 鋼材の破断により生じるたわみは直線的に増加することから、橋梁に曲げひび割れが生じることなく安全に供用可能であることを示した。一方、載荷試験時には、PC 鋼材の破断本数が全体の約 35%に達したときにひび割れが生じることが明らかとなった。したがって、曲げひび割れ発生時を管理限界と考えると、載荷試験時では、たわみの管理値には曲げひび割れ発生時のたわみを用いて維持管理を行えば良いことを示した。

第 6 章では、本研究で得られた知見を総括するとともに、本研究の適用範囲や今後の課題について述べた。