

# 第1章 研究の概要

## 1.1 研究の背景

鋼、コンクリート材料においても、高強度材料の開発は進んでおり、その活用が期待されている。たとえば、道路橋の高橋脚や主塔の設計においては、高強度鉄筋を活用した鉄筋コンクリート柱の活用が期待され、様々な検討が進められている<sup>1)~4)</sup>。本研究では、道路橋について、高強度鉄筋を用いた部材設計方法を検討するにあたって必要と考えられる試験等を体系的に整理し実施することを目的としている。

ここでいう体系的な試験とは、道路橋示方書<sup>5)</sup>の性能規定化の体系に沿っているという意味である。現在でも、橋毎に実地に即した寸法、施工条件、載荷条件などを考慮して個別に実験を行い、当該橋への適用を限定した検証は行われているが、試験結果を蓄積し、一般にその新材料を用いることができるように設計法を検討することも考えるならば、少なくとも実施すべき試験方法や条件設定の考え方については統一されることが望ましい。

道路橋示方書は、主としてⅠ編にて橋の性能に関わる共通の事項が規定され、上部構造、下部構造及び上下部接続部での構造レベルで性能を満足させるための要求事項が示されている。また、これらの構造レベルの性能は、部材を適切に設計し、組み合わせることでも達成できるとされている。そのうえで、Ⅱ編からⅣ編では上部構造、下部構造といった構造レベルの性能が、また、部材単位の性能はⅡ編、Ⅲ編に、基礎の安定はⅣ編に規定されている。これに加えて、耐震設計について部材等の塑性化を考慮して構造レベルの性能を満足させる場合に構造や部材に求める性能がⅤ編に規定されている。

また、道路橋示方書の条文構成では、部材単位での耐荷性能や耐久性能の検証は、次の3つの過程から構成される。1つめは、材料の性質や品質が明らかな範囲が明確であることを確認する過程である。2つめは、それを棒部材や版部材の一部として設計するときに限界状態が設定でき、かつ、その再現性が明らかな設計、施工管理方法を明らかにする過程である。3つめは、そのうえで、桁、柱、床板など部材種別ごとに求められる特有の性能を検証する過程である。さらには、部材一般だけでなく、部材どうしを接合する接合部についても近年規定が充実され、その限界状態を明らかにしたうえで設計を行うようにされている。そして、鋼、コンクリートの中でも一般的と目される材料を用いる場合については、部材種別毎かつ部材一般としての耐荷、耐久性能を満足させることができる設計方法が示されており、これにより設計することで通常の場合であれば性能に過不足無く、かつ経済的にも合理的な部材にすることができるとみなされている。例えば、上部構造や下部構造を構成する鋼材の一般的な性能はⅡ編に、コンクリート部材一般の性能はⅢ編に規定されており、Ⅱ編及びⅢ編の部材設計一般を満足する部材でⅡ～Ⅳ編を満足するように上部構造や下部構造を設計することでⅠ編において求められる橋の性能を満足すると見なすことができる。

以上のような規定の体系を取ることで、特に定めのない材料を用いるときにも、部材単位で性能を満足させるときの信頼性の定量的な目標が明確になり、また、部材等の性能が明らかな範囲で、さらに構造レベルの信頼性が達成できるように用いることができるようになっていく。

そこで、新しい材料の提案や開発を特定の道路橋にて用いるにあたっては、材料の品質だけが明らかであることは必要十分条件でなく、部材、部材種別、構造、そして最終的には橋としての

性能が満足できるような一連の検証が伴っている必要があることが規定されている。特定の橋への適用性を検討するにあたって、以下のような注意点が考えられる。

- 使用実績の有無や多寡が問題なのではなく、材料としての品質が確保され、かつ、その材料を用いた部材等の載荷試験や施工試験等により、部材等としての性能について一定の確認がされている必要があること
- 信頼性も含めた性能の検証を理論的、統計的に行うための知見が乏しい場合は、当該橋梁の架橋条件、応力状態や施工条件を考慮し、また、寸法や強度など実施工との違いも考慮した実験を行い、確認する必要があること

さらに、知見を一般化し、様々な道路橋で用いることを提案するためには、以下のような注意が必要であると考えられる。

- 材料単体の品質、特に応力-ひずみ関係の保証される程度においては、鋼材等の JIS 等の規格と同等の程度で確保されるべきであること
- 残留応力や部材としてのじん性なども考慮して設計法が検討できるように、ある程度の数や力学的パラメータの範囲を考慮した実験の蓄積が必要であること

そして、高強度鉄筋や鉄筋以外の棒鋼については、単に、部材一般部としての挙動の可逆性や耐力についての観点のみならず、損傷過程やその制御を行う観点から、以下の点についても注意することが考えられる。

- 鉄筋からの応力に対して定着部のコンクリートの健全性を保ち、確実に鉄筋の性能を発揮させるための構造の詳細や材料の仕様
- 耐荷力式の理論的背景又は過去の実験等の背景に基づき、コンクリートと鉄筋の応力の分担について何らかの制限を設ける必要性の有無やその達成方法
- 耐久性の観点からの構造の詳細やコンクリートや鉄筋に発生する応力等の制限の必要性の有無やその方法

以上から、本研究では、高強度鉄筋（SD345 SD490 USD685）を対象に、これを用いた部材一般並びに橋脚としての設計法を提案するために、下記の一連の実験、検討を行った結果を報告する。

- 2章では、高強度鉄筋を塑性化させるような部材設計法を提案するための知見を得るため、鉄筋単体の低サイクル疲労試験を行った結果を報告する。
- 3章では、高強度鉄筋の定着方法を提案するための知見を得るため、定着部の引き抜き試験を行った結果を報告する。
- 4章では、既存の RC 部材一般及び RC 橋脚の設計法の適用性の検討など、部材としての設計法の提案に必要な知見を得るため、橋脚を模擬した供試体を用いて正負交番載荷実験を行った結果を報告する。

#### 【参考文献】

- 1) 秋山, 洪, 鈴木, 佐々木, 前田, 鈴木: 普通強度から高強度までの構成材料を用いた RC 柱の一軸圧縮実験と圧縮破壊エネルギーを介したコンファインドコンクリートの平均化応力-ひずみ関係, 土木学会論文集, No.788, V-67, pp81-98, 2005.
- 2) 土木研究所資料 共同研究報告書 第96号, 高強度コンクリート PC はり部材の終局曲げ

強度変形性能に関する調査，1994.3

3) 土木研究所資料 共同研究報告書 第122号，高強度コンクリートPCはり部材の曲げせん断強度に関する調査，1995.3

4) 土木研究所資料 第3445号，高強度プレストレストコンクリート杭の変形性能とその評価法，1996.6

5) 日本道路協会，道路橋示方書・同解説 I 共通編，平成29年11月