

第5編 調査・設計

1. 概要

定期点検を実施した結果、放置できない劣化や損傷がある場合に、補修工事を実施することを目的として調査・設計を実施する。

調査では、個々の問題に対して、損傷や劣化の程度、材料特性、構造特性などを調べるために、「書類調査、現場調査、現場計測、材料試験」を実施し、そこで得られた情報をもとに、設計では、「現状評価、工法検討、補修・補強設計」を実施する。

1-1. 調査

本マニュアルでは、4つの調査に大別する。

(1)書類調査

対象となる構造物の設計計算書や完成図などを調査し、適用基準、設計活荷重、配筋状態、応力状態、など設計の内容を確認する。また、施工時の設計図書、施工記録、点検の記録、補修履歴、補修時の設計図書、補修工事記録、などを調査し、対象橋梁のこれまでの維持管理の経緯を明らかにする。

(2)現場調査

調査の目的を明確にして、橋梁に近接して劣化の状況を詳細に把握する。調査項目は、外観目視調査、非破壊調査、試験片の採取、などが挙げられる。また、補強部材の詳細寸法の決定に際しての部材の形状計測や橋梁の測量等を行う。

非破壊調査には、RCレーダ、超音波厚さ計などの機器を利用した、配筋状態、床版厚さ、鋼材の減肉量などの定量的な把握や、PCポストテンション桁のグラウト充填状況をX線で調査する方法などがある。

目的を明確にして、計測の限界(精度)を理解した上で使用することが必要である。

(3)現場計測

補強のグレードを決定するために、実際の活荷重や損傷部位に発生している応力等を把握する。鋼桁に歪ゲージを貼り付けて72時間連続でひずみを計測し、現行荷重に対して鋼桁に発生する応力度を求める試験や、荷重が既知のダンブトラックを橋梁に直接載荷し、たわみや歪を計測する方法がある。

注意すべき点は、設計の仮定条件と実際の構造物の挙動が必ずしも一致しないため、計測位置を決定する際には、過去の事例等を参考にして、設計(仮定)と現実の比較ができるように計画することである。

(4)材料試験

劣化したコンクリートや鋼材の物理的な性質の把握と、劣化の原因を特定するために実施する。一般的な試験としては、コンクリートコアを採取して実施する、圧縮強度試験、静弾性係数試験、中性化量測定、塩分含有量測定、有害な骨材の有無確認などがあり、設計の目的や劣化の状況に応じて、試験項目を適宜決定する。

注意すべき点は、構造物全体の劣化状況を把握するために、どの位置から試験片を採取するのか慎重に計画することである。劣化部のみではなく、比較検討のために、健全部から試料を採取する必要もある。

1-2. 設 計

本マニュアルでは、3つの設計に大別する。

(1)現状評価

既往構造物の現時点における耐荷力や耐久性を評価する。一般には、設計当時と同じ考え方で復元設計した上で、断面欠損や材料劣化の程度を設計に反映させ、現在の実荷重に近いモデルで載荷荷重を設定し、主桁の応力状態等を照査する。

注意すべき点は、新しい構造物の設計では、明確な基準が定められているが、補修・補強の設計では、解析手法や荷重の設定方法に、明確な基準が無いことである。

調査の結果をよく吟味して、構造物の特性に応じた適切な評価方法を選定する必要がある。

(2)工法検討

構造物の重要度や利用状況から、機能回復の要求性能を定め、調査結果(書類調査、現場調査、現場計測、材料試験)と現状評価の結果をもとに、補修または補強の対策工法について比較検討する。

工法検討では、「原因を除去する」「劣化速度を遅延する」「効果的な補強をする」といった観点から、実施すべき対策メニューを決定する。特に内部欠陥がある構造物の場合には、補強によって耐力向上を図る投資コストが大きくなる反面、目標とする補強レベルまで達しないといった問題が発生する。

注意すべき点は、損傷・劣化の要因が、技術が未熟な古い時代の材料、設計、施工にある場合には、投資コストと補強効果を検討した上で、場合によっては部材の取替えが合理的となることも考慮することである。

(3)補修・補強設計

工法検討により決定した対策工について、補修・補強工事に必要な設計図書を作成する。

補修工事では、必ずしも専門の業者が工事を担当するとは限らないため、新設構造物に比べて、施工手順や作業の注意点について、分かり易く記述する細かな配慮が必要である。

注意すべき点は、設計の仮定条件を明確にして、工事の際に現場で確認すべき事項と対処の方法について、考え方を示すことである。

2. 参考図書一覧

調査・設計で参考となる図書の一部について示す。(必要に応じて、各自が参考図書を追加する。)

○ 大いに参考となる
△ 参考となる

図 書 名	調 査 ・ 設 計				概 要	備 考
	総 論	コンクリートの劣化	鋼の劣化	支 承		
2007制定 コンクリート標準示方書 維持管理編	○	○	-	-	コンクリート構造物の維持管理に関する一般的な基本原則を示している。5章劣化機構の推定および劣化予測、6章評価および判定...など	(社)土木学会
コンクリートのひび割れ調査・補修・補強指針 -2013-	-	△	-	-	コンクリートに発生するひび割れについて、調査方法から対策までの考え方が示されている。	(社)日本コンクリート工学協会
コンクリート診断技術'19 [基礎編] ※コンクリート診断士テキスト	-	○	-	-	最新の研究・技術の集大成として、本格的なコンクリート診断技術が示されている。	(社)日本コンクリート工学協会
コンクリート診断技術'19 [応用編] ※コンクリート診断士テキスト	-	○	-	-	上段の図書と同じであるが、具体的な事例を想定して診断の方法を示している。	(社)日本コンクリート工学協会
土木鋼構造物の点検・診断・対策技術 ※土木鋼構造診断士テキスト	○	-	○	-	最新の研究・技術の集大成として、本格的な土木鋼構造物診断技術が示されている。	(社)日本鋼構造協会
道路橋支承便覧 H30.12	-	-	-	△	道路橋示方書を補完する支承部全般に関する手引書である。第6章支承の維持管理が参考となる。	(社)日本道路橋会
道路橋支承部の改善と維持管理技術 H20.5	-	-	-	○	支承部の基本事項、変遷、損傷などを、事例写真や図解によって示した、支承の専門書である。	(社)土木学会
鋼道路橋塗装・防食便覧 H18.2	-	-	○	-	鋼橋の防食技術についての専門書である。塗装編、耐候性鋼材編、溶融亜鉛メッキ編、金属溶射編など。	(社)日本道路橋会
鋼橋の疲労 H9.5	-	-	○	-	鋼道路橋における疲労について、点検手法、補修補強の基本的な考え方を示している。	(社)日本道路橋会
アルカリ骨材反応による劣化を受けた道路橋の橋脚・橋台躯体に関する補修・補強ガイドライン(案) H20.3	-	○	-	-	アルカリ骨材反応により劣化した構造物の調査方法について示している。	ASRIに関する対策検討委員会
塩害橋梁維持管理マニュアル(案) H20.4	-	△	-	-	塩害により劣化した構造物の調査方法について示している。	橋梁塩害対策検討委員会
コンクリート構造診断技術 2019.1 ※コンクリート構造診断士テキスト	-	○	-	-	PC構造物における、維持管理の理念、診断技術の基本、変状と評価、補修・補強対策について示されている。	(社)プレストレストコンクリート技術協会