

# コンクリート橋・複合橋保全マニュアルについて

酒井 秀昭\*1・渋谷 智裕\*2

一般に、社会基盤として活用されている道路橋には、鉄筋コンクリート構造やプレストレストコンクリート構造、鋼構造およびコンクリートと鋼との複合構造が採用されている。これらの構造が採用されている橋梁は、設計供用期間内において供用目的に適合した所要の機能を確保できる性能を有していなければならない。

道路橋の保全にあたっては、2014年に改正された道路法施行規則第四条の五の二の規定にもとづく「道路橋定期点検要領」(国土交通省道路局)により、5年に1回の頻度で近接目視や必要に応じて触診や打音などの非破壊検査を併用して行う定期点検を実施することが規定された。法令で規定された道路橋の点検を含む保全を適正にかつ効率的に実施するためには、対象橋梁あるいは部位・部材の保全方法を具体的に示したマニュアルなどを作成する必要がある。これらのことから、公益社団法人プレストレストコンクリート工学会においては、PC技術規準委員会内に「PC橋維持管理マニュアル作成委員会」を設立して、主に国内のプレストレストコンクリート構造を採用したコンクリート橋およびコンクリートと鋼との複合構造を採用した複合橋の保全方法を明らかにした「コンクリート橋・複合橋保全マニュアル」を作成した。本文は、このマニュアルの概要について述べるものである。

キーワード：プレストレストコンクリート橋、複合橋、保全、診断、点検

## 1. はじめに

一般に、社会基盤として活用されている道路橋は、鉄筋コンクリート(以下、「RC」)構造やプレストレストコンクリート(以下、「PC」)構造であるコンクリート橋、鋼構造である鋼橋およびコンクリートと鋼との複合構造である複合橋が採用されている。これらの構造が採用されている橋梁は、設計供用期間内において供用目的に適合した所要の機能を確保できる性能を有していなければならない。このために、供用期間中は、診断の方法、対策の選定方法、記録の方法などを明らかにした保全計画にもとづき、点検、劣化機構の推定と予測、対象橋梁または部位・部材の性能の評価を行って対策の要否の判定を行う診断を実施し、必要に応じて補修や補強などの対策を実施する必要がある。

道路橋の保全にあたっては、2014年に改正された道路法施行規則第四条の五の二の規定にもとづく「道路橋定期点検要領」<sup>1)</sup>により、5年に1回の頻度で近接目視や必要に応じて触診や打音等の非破壊検査等を併用して行う定期点検を実施することが規定された。法令で規定された道路橋の点検を含む保全を適正かつ効率的に実施するためには、対象橋梁あるいは部位・部材の保全方法を具体的に示したマニュアルなどを作成する必要がある。これらのことから、公益社団法人プレストレストコンクリート工学会(以下、「PC工学会」)においては、PC技術規準委員会内に「PC橋維持管理マニュアル作成委員会」を設立して、主に国内で実施されているPC構造を採用したコンクリート橋およびコンクリート構造と鋼構造との複合構造を採用した複合

橋の保全方法を明らかにした「コンクリート橋・複合橋保全マニュアル」<sup>2)</sup>(以下、「マニュアル」)を作成した。

本マニュアルにおいては、設計供用期間中に行う対象橋梁の診断、対策、記録およびこれらの計画の行為を「保全」として定義することとした。これは、欧米の規準などで用いられている“Conservation”の日本語訳として対応する用語である。従来、国内においては、“Maintenance”に対応する「維持管理」が広く用いられてきたが、本マニュアルにおいては、「維持管理」の用語に代えて、社会環境や経済状況により対象構造物の目的や機能が変化した場合でも効率的な供用や機能の確保を図る意味をもつ「保全」(Conservation)を用いることとした。「保全」は、高速道路会社などの道路管理者においても、近年は広く用いられている。

対象としている形式は、プレテンション方式プレキャスト桁橋、ポストテンション方式プレキャスト桁橋、場所打ち桁橋、プレキャストウェブ橋、鋼橋のPC床版、混合桁橋、波形鋼板ウェブ橋、複合トラス橋、斜張橋・エクストラードード橋および吊床版橋であり、PC構造を使用している国内のほとんどの形式を網羅している。また、これらの形式の橋梁に採用されている支承、伸縮装置、落橋防止システム、排水装置および橋面防水工の保全方法についても対象としている。

本マニュアルにおいては、対象橋梁またはこれを構成する部位・部材の診断における健全性の診断の判定区分は、「道路橋定期点検要領」の判定区分を用いている。また、診断における対策の要否判定の対策区分の判定は、道路管

\*1 Hideaki SAKAI：中日本高速道路(株) 技術・建設本部

\*2 Tomohiro SHIBUYA：八千代エンジニアリング(株) 大阪支店

理者によって種々の判定区分を採用しているが、本マニュアルの利便性の向上を目的として、国土交通省および内閣府沖縄総合事務局が管理する道路橋の定期点検に適用している「橋梁定期点検要領」<sup>3)</sup>を参考に定めている。

本文は、このマニュアルの概要について述べるものである。

## 2. 委員会の構成

本委員会は、委員長1名、委員20名であり、表-1に示す構成となっている。なお、委員会のもとに幹事会を組織し、委員会で審議する資料の検討を行った。

表-1 委員会の構成

役職	氏名	所属
委員長	酒井 秀昭	中日本高速道路(株)
委員	長井 宏平	東京大学生産技術研究所准教授
委員	細田 暁	横浜国立大学大学院准教授
委員	藤山知加子	法政大学教授
委員	古賀 裕久	(国研)土木研究所上席研究員
委員	大城 壮司	西日本高速道路(株)
委員	渡辺 陽太	東日本高速道路(株)
委員兼幹事長	渋谷 智裕	八千代エンジニアリング(株)
委員兼幹事	萩原 直樹	中日本高速道路(株)
委員兼幹事	岡山 準也	中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株)
委員兼幹事	保坂 勲	(株)日本構造橋梁研究所
委員兼幹事	一宮 利通	鹿島建設(株)
委員兼幹事	細谷 学	大成建設(株)
委員兼幹事	早川 智浩	(株)大林組
委員兼幹事	志道 昭郎	(株)ピーエス三菱
委員兼幹事	玉置 一清	三井住友建設(株)
委員兼幹事	小林 俊秋	オリエンタル白石(株)
委員兼幹事	河邊 修作	(株)富士ピー・エス
委員兼幹事	大村 一馬	(株)安部日鋼工業
委員兼幹事	三浦 芳雄	(株)横河ブリッジ
委員兼幹事	橋本 幹司	エム・エムブリッジ(株)

旧委員兼幹事：妹川 寿秀 (株)富士ピー・エス

## 3. マニュアルの適用範囲と他規準との関係

本マニュアルは、以下の道路橋の保全に適用できる。

- 1) プレテンション方式プレキャスト桁橋（スラブ橋，T桁橋など）
- 2) ポストテンション方式プレキャスト桁橋（スラブ橋，T桁橋，合成桁橋など）
- 3) 場所打ち桁橋（中空床版橋，多主版桁橋，箱桁橋など）
- 4) プレキャストウェブ橋
- 5) 鋼橋のPC床版
- 6) 混合桁橋（PC桁と鋼桁との混合桁構造）
- 7) 複合構造（波形鋼板ウェブ橋，複合トラス橋）
- 8) 斜張橋・エクストラロード橋（複合構造を含む）
- 9) 吊床版橋
- 10) 橋梁付属物・付帯工（支承，伸縮装置，落橋防止システム，排水装置，橋面防水工）

PC工学会では、図-1に示すように、近年のPC技術

の急速な発展に対応して各種の構造物や構造形式の規準化を進めてきた。2011年に「コンクリート構造設計施工規準」<sup>4)</sup>（現在、改訂作業中）を発刊し、コンクリート構造物のライフサイクルと性能に関して包括する基本的な規準を定めた。また、2015年に「PC構造物高耐久化ガイドライン」<sup>5)</sup>にてPC構造物の高耐久化および標準的な保全を行うにあたっての指針を示した。

本マニュアルは、混合桁や複合構造を含む構造種別ごとに点検の着目点や診断方法を具体的に示すことによって、コンクリート橋および複合橋の保全の適正化や効率化を図り、長寿命化、高耐久化に繋がるように意図している。したがって、本マニュアルの位置づけとしては、「コンクリート構造物設計施工規準」，「PC構造物高耐久化ガイドライン」を上位に、各種指針などによって設計・施工されたPC構造物などの保全を行ううえでのハンドブックとなるべく作成した。

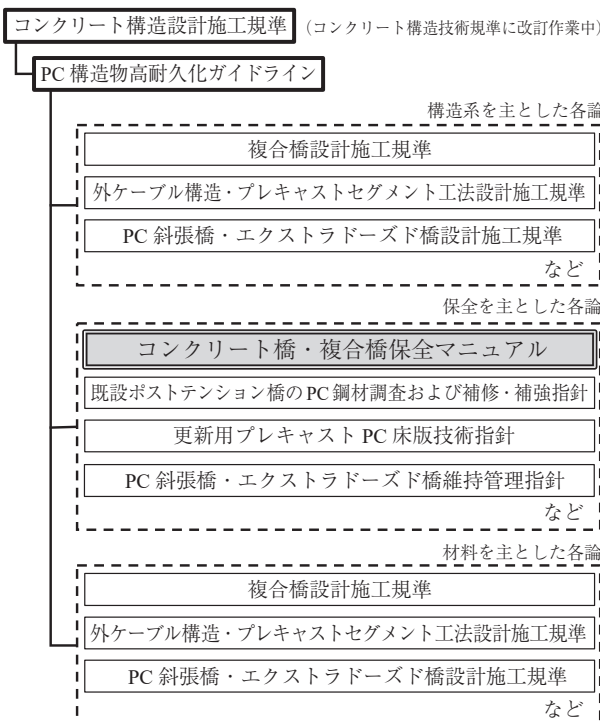


図-1 PC工学会発刊のおもな規準との関係

## 4. マニュアルの概要

### 4.1 マニュアルの構成

本マニュアルは、「Ⅰ編. 基本編」，「Ⅱ編. 共通編」，「Ⅲ編. 個別構造物編」，「Ⅳ編. 付属物・付帯工編」，「Ⅴ編. 参考資料編」から構成されている。「Ⅰ編. 基本編」においては、本マニュアルの適用の範囲や保全の基本的な方法を述べている。「Ⅱ編. 共通編」においては、コンクリート橋に共通する診断方法や対策の概要，複合橋に採用されている鋼桁および鋼部材に共通する診断方法や対策の概要について述べている。「Ⅲ編. 個別構造物編」においては、種々の形式の橋梁の特徴や変遷，個別の形式ごとの診断方法や対策の概要について述べている。「Ⅳ編. 付属

物・付帯工編」においては、支承や排水装置などの付属物・付帯工の診断方法や対策の概要について述べている。「V編 参考資料編」においては、コンクリート構造の初期欠陥や劣化機構、外ケーブルや斜材の腐食や疲労、鋼構造の腐食や疲労、既往の橋梁の診断事例およびコンクリート構造の規準や材料・施工技術の変遷について述べている。

#### 4.2 保全の方法

##### (1) 保全の基本

本マニュアルにおいては、保全の基本的な考え方を以下のとおりとしている。

- 1) 構造物の管理者は供用期間を通じて適切な保全を行い、構造物が発揮すべき性能をつねに維持しなければならない。
- 2) 構造物の管理者は、構造物が所定の機能を満足させるために構造物の診断、対策、記録の方法を示した保全計画を策定、更新しなければならない。
- 3) 構造物の保全では、定期的な点検と必要に応じて詳細調査を行い、その結果に基づいて、構造物の残存性能を評価・予測し、必要に応じて補修・補強などの対策を行うものとする。
- 4) 適切な保全のためには、設計と施工に関する情報のみならず、点検・調査、評価・予測、対策などの結果を記録・保存しなければならない。
- 5) 構造物の保全のうち、詳細調査、評価・予測のように高度な技術を要するものは、構造物の保全に関する高度な知識を有する技術者が行う。

既設構造物の保全は、保全計画、診断、対策、記録で構成され、本マニュアルにおいては、図 - 2 に示す手順で実施することを標準としている。

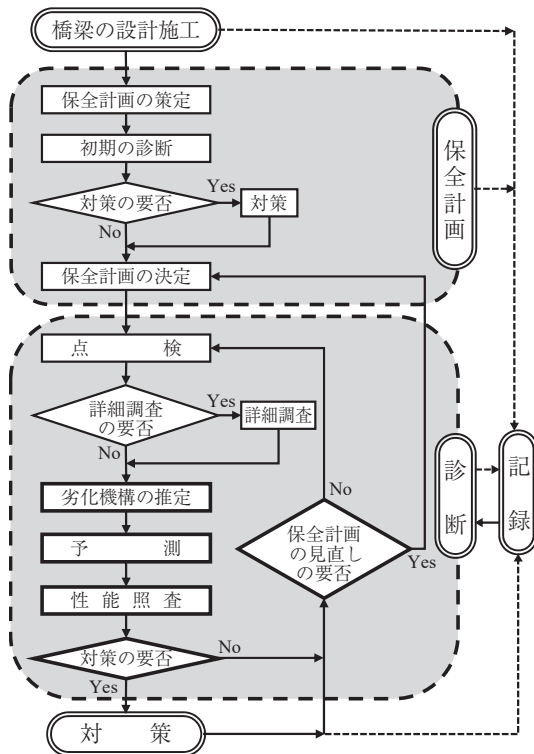


図 - 2 標準的な保全の手順

##### (2) 保全計画

保全計画では、構造物の保安全管理区分および推定される劣化機構などに応じて、対象構造物あるいは部位・部材ごとに、点検、予測、性能評価、対策の要否判定などからなる診断の方法、対策の選定方法、記録の方法などを示すことを基本とする。保全計画は、必要に応じて見直すものとする。

##### (3) 診断の概要

構造物の診断にあたっては、保全計画に基づいて点検を実施し、その結果から変状状態の確認、劣化機構の推定、劣化予測ならびに構造物の性能照査を行い、対策の要否を適切に判定しなければならない。

診断には初期の診断、定期的診断および臨時的診断があり、それぞれの目的に適した診断を保全計画の作成時に定めた診断の計画に基づき実施しなければならない。初期の診断は、構造物の初期状態を把握することを目的とし、初期点検結果を基に劣化機構の推定、劣化予測、構造物の性能評価および対策の要否判定を実施し、必要に応じて対策を適切に実施しなければならない。定期的診断は、供用中の構造物の性能を評価することを目的とし、日常点検あるいは定期点検結果を基に劣化機構の推定、劣化予測、構造物の性能評価および対策の要否判定を実施し、必要に応じて保全計画の見直しや対策を適切に実施しなければならない。臨時的診断は、偶発的な外力が構造物に作用した場合などに構造物の診断が必要な場合に実施し、臨時点検あるいは緊急点検を基に損傷や劣化などによる変状の程度を把握し、構造物の性能評価および対策の要否判定を実施し、必要に応じて応急処置を実施しなければならない。

##### (4) 点検

構造物の点検では、定められた保全計画に基づき、供用中の構造物の状態を可能なかぎり適切に把握することが必要であり、これは構造物の状態に応じたもっとも合理的な方法で実施する必要がある。日常点検や定期点検では、保全計画に基づいて項目、時期、頻度および方法を定めて調査を行う。また、より詳細な情報が必要となった場合には詳細調査を行うものとする。詳細調査を行うか否かはコンクリート構造診断士など高度な技術を有する技術者が判断するものとし、すべての変状に対して詳細調査を実施するのは非効率であるため、変状の要因が不明な場合、その変状が劣化によるもので、劣化機構が不明もしくはそれ以前の診断で推定されたものと異なる場合および進行が予測結果と大きく異なる場合に実施する。また、上記以外で、構造物の使用条件、荷重条件、環境作用などが著しく変化した場合で、かつ定期点検時の調査の結果だけでは構造物の劣化予測や性能評価ができない場合で保全計画に影響する場合にも詳細調査が必要となる場合がある。とくに波形鋼板ウェブ橋など比較的新しい構造形式の場合は、想定していない変状となる場合があるため、留意する必要がある。

##### (5) 劣化機構の推定・予測および性能照査

構造物の診断にあたっては、保全計画に基づいて点検を実施し、その結果から変状状態の確認、劣化機構を推定し、劣化機構に基づいた劣化予測および性能評価を行わなければ



ばならない。劣化機構の推定は、点検で検出された変状から劣化現象を抽出し、それら劣化現象に対して点検結果とともに設計図書、使用材料、施工管理および検査の記録、環境条件、使用条件を考慮し、劣化要因を明確化して行わなければならない。劣化予測は、劣化機構、劣化要因を総合的に判断して行わなければならない。性能照査は、変状が生じた構造物に対して、その性能低下の程度を適切に判断し評価しなければならない。

(6) 対策の要否

対策の要否は、点検結果に基づく構造物の特性を考慮した性能評価および将来の性能の予測結果が構造物の果たすべき機能を満足するかどうかの評価結果に加え、保全の難易度、構造物の重要度、残存設計供用期間、経済性などを考慮して表-2に示す判定区分にて判定することを原則とする。この判定区分は、本マニュアルの利便性の向上を目的として、国土交通省が管理する道路橋の定期点検に適用している「橋梁定期点検要領」<sup>2)</sup>を参考にしている。

また、対策の要否判定の結果を基に、「道路橋定期点検要領」<sup>1)</sup>により、表-3の区分により、部材単位での健全度の判定および道路橋単位での健全度の判定を行うこととしている。

表-2 対策区分の判定

判定区分	内 容
A	変状が認められないか、変状が軽微で補修を行う必要がない
B	状況に応じて補修を行う必要がある
C1	予防保全の観点から速やかに補修などを行う必要がある
C2	橋梁構造安全性の観点から速やかに補修などを行う必要がある
E1	橋梁構造安全性の観点から、緊急対応の必要がある
E2	そのほか緊急対応の必要がある
M	保全(工事)で対応する必要がある

表-3 健全度の判定

区 分	状 態
I 健全	構造物の機能に支障が生じていない状態
II 予防措置段階	構造物に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態
III 早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態
IV 緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている。または生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態

(7) 対 策

対策が必要と判定された場合には、構造物の特性を考慮し、構造物の重要度、保全管理区分、残存設計供用期間、劣化機構、構造物の性能低下の程度を考慮して供用期間中に構造物が果たすべき機能を満足するように目標とする性能を定め、対策後の保全の容易さや経済性、環境性を検討

したうえで、適切な種類の対策を選定し実施しなければならない。対策の実施にあたっては、その実施計画および対策後の保全計画を策定しなければならない。第三者影響の生じる可能性が高い場合など、直ちに問題となる変状が認められた場合には、適切な応急処置を速やかに実施しなければならない。

(8) 記 録

構造物の各種診断および対策の結果は、保全計画に基づいた適切な方法で記録、保管しなければならない。補修や補強などの対策を行った場合には、その要因や補修・補強の位置、範囲、使用材料および作業に携わった責任者や関係者についても記録として保管しなければならない。記録の保管期間は、原則として設計供用期間とし、記録は一元管理し、絶えず最新の記録が参照できるようにしておくのがよい。

4.3 鋼桁および鋼部材の保全の概要

波形鋼板ウェブ橋や複合トラス橋などの複合橋および混合桁橋などの鋼桁および鋼部材の保全方法については、PC工学会のほかの規準等ではあまり述べられていないが、これらの鋼構造もコンクリート構造と同様な保全が必要となる。本項においては、本マニュアルで述べられている鋼構造の保全方法についてその概要を紹介する。

(1) 鋼桁および鋼部材の種類

混合桁橋・複合橋における鋼桁および鋼部材としては、混合桁橋の鋼桁部、波形ウェブ橋の波形鋼板、複合トラス橋の鋼トラス材、斜張橋・エクストラードード橋の鋼製斜材定着部がある。また、落橋防止システムにおいても鋼部材が使用されている場合がある。対象とする構造の事例を、図-3～5に示す。

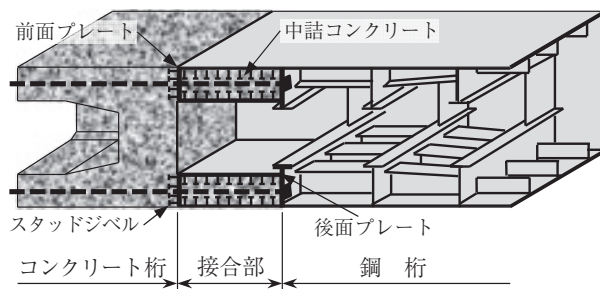


図-3 混合桁橋の接合部の例 (前後プレート方式)

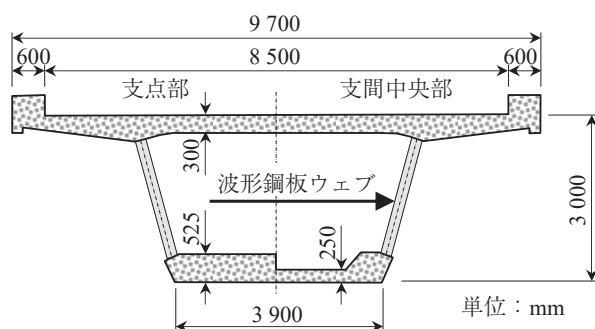


図-4 波形鋼板ウェブ橋の例 (銀山御幸橋)

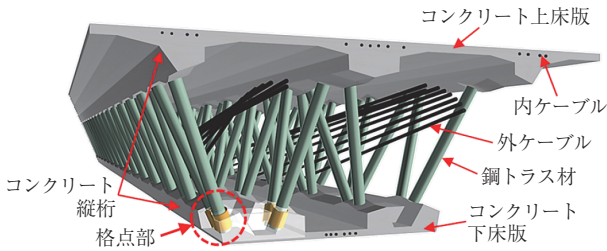


図 - 5 複合トラス橋の例 (猿田川橋)

(2) 鋼桁および鋼部材の点検の着目点

鋼桁および鋼部材の劣化要因としては、鋼材の腐食、変動応力による溶接部などの疲労およびボルトのゆるみや脱落などがある。鋼桁および鋼部材の点検にあたっては、とくに以下の点に着目して点検を行う。

- ① 鋼部材の腐食
- ② 鋼部材のき裂
- ③ ボルトなどのゆるみや脱落
- ④ 鋼部材やボルトの破断
- ⑤ 防食機能の劣化
- ⑥ 漏水や鋼部材内の滞水
- ⑦ 鋼部材の変形や欠損

前述の着目点のうち、「② 鋼部材のき裂」のうち変動応力による溶接部などの疲労に起因するき裂は、それが進行すると鋼部材の破断に進展し、対象構造物の安全性にきわめて大きな影響を与える。鋼部材のき裂は、応力集中の生じやすい部材の急変部、溶接部、部材端の回し溶接部などに多く現れる。塗装されている鋼材のき裂は、塗膜の割れから発見されることが多い。疲労によるき裂の例として、図 - 6 に直応力方向に平行な鋼板を溶接した構造として面外ガセットすみ肉溶接部の疲労き裂の例を、図 - 7 に混合桁橋の鋼桁部に多く採用されている鋼床版箱桁の疲労き裂の例を示す。

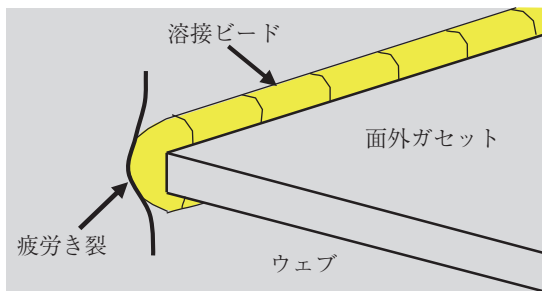


図 - 6 面外ガセットすみ肉溶接部の疲労き裂の例

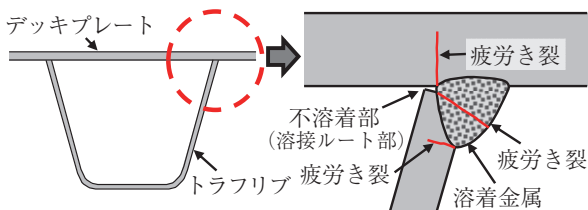


図 - 7 鋼床版トラフリブ溶接部の疲労き裂の例

(3) 鋼桁および鋼部材の着目点の点検方法

鋼桁および鋼部材の点検は、その目的や対象とする構造物に応じて適切かつ効率的な方法を選定して実施する。点検の方法は、近接目視により行うことを基本とし、必要に応じて触診や打音などの非破壊検査などを併用する。非破壊検査の手法を用いる場合、機器の性能や検査者の技量などのさまざまな条件が検査精度に影響を及ぼすため、事前に適用範囲や検査方法の詳細について検討しておくことが必要である。表 - 4 に標準的な点検方法を示す。橋梁の構造や架橋位置、表面性状など検査部位の条件などに応じて適切に選定しなければならない。

表 - 4 鋼部材に関する点検方法

変状の種類	標準的な方法	必要に応じて実施する方法例
① 腐食	目視, 打音	超音波板厚計による板厚計測
② き裂	目視	超音波探傷試験 磁粉探傷試験 浸透探傷試験 渦流探傷試験 フェイズドアレイ超音波探傷試験
③ ゆるみ・脱落	目視, 打音	超音波探傷試験 軸力計を使用した調査
④ 破断	目視, 打音	打音検査
⑤ 防食機能の劣化	目視	写真撮影 (画像解析調査) インピーダンス測定, 膜厚測定 付着性試験
⑥ 漏水・滞水	目視	赤外線調査
⑦ 変形・欠損	打音, 計測	

(4) 波形鋼板ウェブ橋特有の点検の着目点

波形鋼板ウェブ橋は、高速道路などに比較的多く採用されており、国内で 200 橋を超えるものと推定されるが、比較的新しい橋梁が多いため、変状の報告がきわめて少ない。そのため、本項においては、波形鋼板ウェブ橋特有の部材のうち以下に示す箇所を対象とし、設計の照査事項や既往の実験結果から発生が想定される変状について述べる。

- ① 支点近傍の波形鋼板の裏打ちコンクリート
- ② 波形鋼板ウェブ
- ③ 波形鋼板相互および床版との接合部

① の裏打ちコンクリートは、支点近傍の波形鋼板のせん断補強を目的に RC 部材が波形鋼板の箱桁内側に一体として配置されている。裏打ちコンクリートは、作用せん断力に対して部材厚や配筋量が設定される。一般に供用時にはひび割れの発生を許容しない設計が行われるため、斜引ひび割れの発生に着目する。また、裏打ちコンクリートは上下床版および支点横桁と三辺で接合され、一面は波形鋼板ウェブと一体化された部材であるため、小口部などにコンクリートの収縮に伴うひび割れの発生が懸念される。波形鋼板ウェブとの接合は、一般にスタッドジベルによる実績が多い。裏打ちコンクリートに想定されるひび割れの例を図 - 8 に示す。

② の波形鋼板ウェブは、軸方向剛性が小さいため、せん断降伏またはせん断座屈などのせん断破壊が先行する部材である。せん断座屈には、上下床版間の波形鋼板ウェブが全体的に座屈する全体座屈、折り曲げられたパネルが座屈

する局部座屈、これらが複合した連成座屈の3モードがある。せん断座屈が生じると、橋梁としての機能が損なわれるだけでなく、落橋などの重篤な損壊も想定されることに留意する必要がある。

③のうち、波形鋼板と床版との接合に鋼製のフランジを用いる場合の波形鋼板相互の接合部においては、図-9に示す波形鋼板ウェブとフランジ鋼板の溶接部に疲労によるき裂が発生するおそれがあるため、十分に留意して点検する必要がある。

③のうち、波形鋼板と上下床版との接合部においては、水平せん断力および首振りモーメントの作用に対して設計が行われる。これらの外力に伴って顕在化する変状としては、接合部近傍のコンクリートのひび割れが想定される。波形鋼板が直接コンクリートの下床版に埋め込まれている埋込みウェブジベル接合のコンクリートとの界面には、一般にシーリングが施されているが、これの定期的な点検もきわめて重要である。

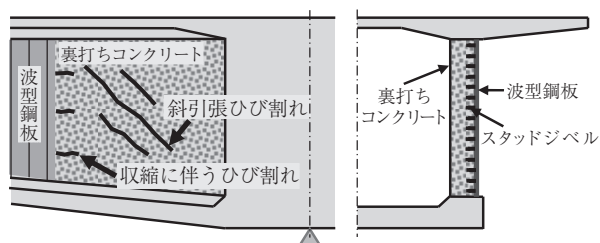


図-8 裏打ちコンクリートに想定されるひび割れ

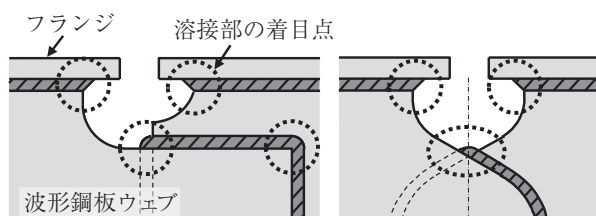


図-9 溶接部の疲労き裂の着目点

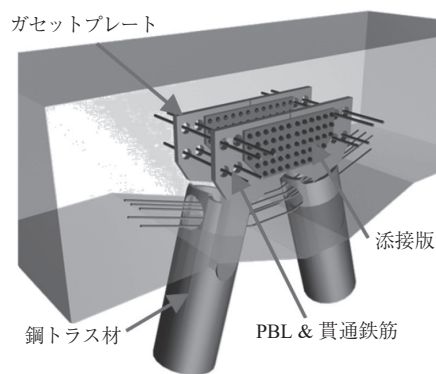
(5) 複合トラス橋特有の点検の着目点

複合トラス橋は、主桁の軽量化を目的に、ウェブに鋼トラス材を採用した橋梁であり、国内でもその採用事例があるが、比較的新しい橋梁が多いため、変状の報告がきわめて少ない。そのため、本項においては、複合トラス橋特有の部材のうち以下に示す箇所を対象とし、設計の照査事項や既往の実験結果から発生が想定される変状について述べる。

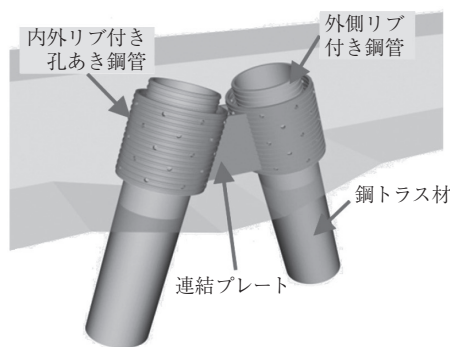
- ① 格点部
- ② 鋼トラス材

格点部は、複合トラス橋を構成する重要構造部位のひとつであり、コンクリート床版および縦桁と鋼トラス材の一体化により主桁として構造系が成立している。したがって、格点部の変状は、構造系全体の安全性、供用性が満足しなくなる可能性があるため留意が必要である。格点部の力の伝達は、鋼トラス部材相互の力の伝達（鋼材間の伝達、コ

ンクリートを介して伝達）、鋼トラス材と上下弦材としての床版との間での力の伝達、輪荷重などにより床版に作用する力の鋼トラス材への伝達など複雑な力のやりとりが行われており、格点部の床版および縦桁のコンクリートにはひび割れ発生が懸念される。また、鋼トラス材埋込みタイプでは、比較的小さな縦桁などのコンクリート部材に大型の鋼トラス材が埋め込まれるので、その近傍ではコンクリートのクリープ・収縮を拘束し、その周りのコンクリート部は、鉄筋などの補強鋼材が不連続になりやすく、構造的にもひび割れが発生しやすい部材である。したがって、点検時には、対象橋梁に適用された格点構造の力の伝達機構や補強鉄筋の配筋状況をよく理解したうえで点検を行う必要がある。新東名高速道路の猿田川橋における格点構造の例を図-10に示す。図-10に示した二面ガセット格点構造は、支点部付近の高軸力の格点に、二重管格点構造は、比較的軸力が小さい格点に採用している。



(a) 二面ガセット格点構造



(b) 二重管格点構造

図-10 格点構造の例（猿田川橋）

格点部の鋼トラス材とコンクリート縦桁との接合部は、トリプルコンタクトポイントと呼ばれるコンクリートと鋼、水の接点であり、もっとも腐食しやすい環境であるため、図-11に示すようなシール材、防水塗装および排水のための勾配などの処置が施されている。シール材や防水塗装は紫外線による劣化や温度変化による伸縮などを繰り返すことにより、接着性能や防水性能が徐々に低下していくと考えられる。したがって、劣化や剥がれが生じている箇所の環境条件やその発生範囲から、シール材や防水塗装に起因するものか、環境に起因するものかを判断し、原因



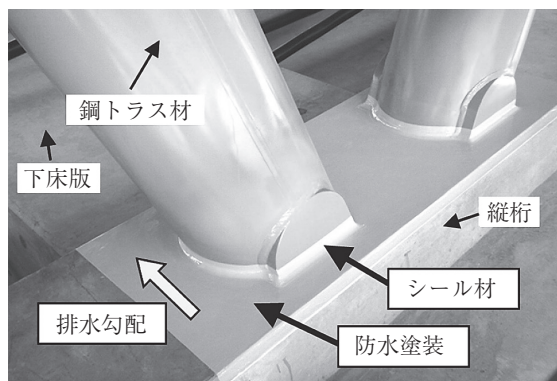


図 - 11 格点部の防錆対策 (猿田川橋)

を推定するのがよい。

鋼トラス材の主な変状としては、座屈、腐食などが考えられる。このうち座屈は不安定な破壊形式であるため、一般に有効座屈長や格点部の拘束度を安全側に設定し、座屈しないように設計されるため、生じにくい破壊である。しかしながら、レベル2地震時など、鋼トラス材が高圧縮軸力下で曲げ作用を受けた場合など、鋼トラス材と縦桁の接合部付近で局部座屈により鋼トラス材がはらむことや塗膜割れを生じることが懸念されるため、地震後に必要に応じて点検を実施する必要がある。

## 5. おわりに

国内のPC構造を採用した橋梁は、1951年に石川県七尾市に国内で初めてのPC橋である長生橋が完成してから67年経過している。とくに近年は、経済性や保水性などから、橋梁の上部工としてPC構造が広く採用されている。たとえば、2012年4月14日に開通した新東名高速道路の御殿場JCT～三ヶ日JCT間162kmは、30%以上が橋梁となっており、橋梁の形式別の長さの比率は、鋼桁橋が33%、PC桁橋が46%、混合桁橋や波形鋼板ウェブ橋・複合トラス橋などのコンクリートと鋼との複合橋が21%となっている。

その一方で、PC構造を採用したコンクリート橋におい

ては、PCグラウトの充填不良等に起因するPC鋼材や定着具の腐食、塩化物イオンの侵入による鉄筋やPC鋼材の腐食などが一部の橋梁で顕在化しており、落橋や通行規制を余儀なくされる変状が発生している。したがって、社会インフラとして活用されているPC構造を採用した橋梁を効率的に保全することが喫緊の課題となっている。また、コンクリートと鋼との複合橋は、国内における経過年数が比較的少ないため、変状の発生がほとんど報告されていないが、コンクリートと鋼との接合部の耐久性、変動荷重や偶発荷重作用時のコンクリート構造と鋼構造との剛性の相違による変状の発生などの懸念がある。

本マニュアルにおいては、既往の変状事例、設計時の解析結果や実験結果などをもとに、点検時の着目点や想定される変状および変状発生時の性能の評価方法などについて可能な限り述べている。しかし、既往データの不足などから、及第点は得られるものと考えているが、完全なものとするためには、最新の知見などにより定期的な改訂が必要であると考えている。本マニュアルが、今後の道路橋の効率的な保全や安全性・信頼性の向上に資することを期待するものである。

最後に、本マニュアルの策定にあたり、委員、幹事各位には貴重なご意見を賜るとともに多大なご努力を賜った。また、本学会の事務局の各位には会議室の確保や資料の作成などに多大なご協力を賜った。ここに深甚の謝意を表する次第である。

## 参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路橋定期点検要領，2014.6
- 2) 公益社団法人プレストレストコンクリート工学会：コンクリート橋・複合橋保全マニュアル，2018.3
- 3) 国土交通省道路局国道・防災課：橋梁定期点検要領，2014.6
- 4) 社団法人プレストレストコンクリート技術協会：コンクリート構造設計施工規準－性能創造型設計－，2011.3
- 5) 公益社団法人プレストレストコンクリート工学会：PC構造物高耐久化ガイドライン，2015.3

【2018年3月14日受付】



新刊図書案内

PC技術規準シリーズ

# コンクリート橋・複合橋 保全マニュアル

2018年7月

定価 7,344円/送料 500円

会員特価 6,200円/送料 500円

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会 編

技報堂出版