デジタルツインを用いたＰＣ橋の補修･部分更新･撤去技術に関する研究

【プレストレストコンクリート道路橋維持管理手引き(案)】



令和５年６月

新都市社会技術融合創造研究会

■参考資料（研究成果）の位置づけ

新都市社会技術融合創造研究会では、社会資本の整備、維持・管理に関わる産・学・官の連携・協力による新しい技術の研究、普及等に関する事業を行い、もって都市再生と地域連携による経済活力の回復に貢献し、国民生活の質の向上、安全で安心できる暮らしの確保、環境の保全・創造に寄与することを目的とし、研究をしています。

そのなかで、技術基準に定められた図書等を補完するものとして、本研究会での調査・研究活動を通じて得られた成果の一部を取りまとめ、公開しております。

現地条件や各管理者のご判断により、参考資料として、ご活用頂けると幸いです。

新都市社会技術融合創造研究会

■研究概要

①研究プロジェクト名

デジタルツインを用いたＰＣ橋の補修・部分更新・撤去技術に関する研究

②研究期間

令和 2 年 7 月～令和 5 年 3 月

③プロジェクトリーダー（所属･役職は研究当時）

三木 朋広（神戸大学大学院　工学研究科　准教授）

④プロジェクトの概要

PC 橋は予防保全的な措置を行うことが肝要であるが、損傷要因の不確さや供用環境が様々であることから、合理性を欠いた非効率な対応となっている現状がある。

本研究では、できる限り不確実性を排除した上で、起こり得る劣化・損傷の影響を再現し、さらに PC 橋の点検、調査、診断、補修といった一連のメンテナンスループでのスムーズな「情報」の伝達が可能なツールの構築を目指し、デジタルツイン（デジタル上に対象構造物をモデル化して、力学挙動の再現、分析、ならびに現実空間とのデータ関連付けを行う技術手法の総称）を用いた PC 橋の維持管理における補修・部分更新・撤去技術に関する調査研究を行う。

プレストレストコンクリート道路橋維持管理手引き（案）

【 目　次 】

１．はじめに　…… 1

２．適用の範囲　…… 2

３．基本用語の説明　…… 3

４．橋を構成する要素および部材　…… 6
　４．１　基本的な要素　…… 6
　４．２　主な部材　…… 6
　４．３　主な橋梁付属物　…… 8

５．ＰＣ橋の概要および変遷と着眼点　…… 9
　５．１　　プレストレストコンクリート（ＰＣ）とは　…… 9
　５．２　　プレストレスの導入　…… 11
　５．３　　ＰＣ橋の構造形式　…… 12
　　５．３．１　　プレテンション方式Ｔ桁橋について　…… 12
　　５．３．２　　ポストテンション方式Ｔ桁橋について　…… 13
　　５．３．３　　プレテンション方式スラブ桁橋について　…… 14
　　５．３．４　　ポストテンション方式中空床版橋について　…… 15
　　５．３．５　　ポストテンション方式箱桁橋について　…… 16
　５．４　　ＰＣ橋の変遷と着眼点　…… 17
　　５．４．１　　設計関連基準の変遷一覧　…… 17
　　５．４．２　　プレテンション方式桁橋の変遷と着眼点　…… 18
　　５．４．３　　ポストテンション方式Ｔ桁橋の変遷と着眼点　…… 22
　　５．４．４　　場所打ちＰＣ橋の変遷と着眼点　…… 28

６．変状の発生原因と事例 ・・・

１．はじめに

本手引きは、道路における橋、高架の道路等の道路橋の維持管理に携わる技術者に向けたものであるが、道路橋の上部構造の主要材料がコンクリートであるコンクリート橋のうち、特に、プレストレストコンクリート（以下、PC と称す）部材で構成された PC 橋について解説したものである。

PC 橋を含め、道路橋の維持管理を適切に行うためには、点検・診断・対策・記録という一連の維持管理にかかる PDCA サイクルを確実に、効率的に回し続けることが極めて重要となる。このサイクルの中で、様々な判断を行うときに参考となる情報を得るため、橋梁を点検することが求められる。

道路橋の定期点検を法令に従って行う場合、その目的を、①道路利用者や第三者への被害の回避、②落橋など長期にわたる機能不全の回避、ならびに③長寿命化への時宜を得た対応など、橋梁に係る維持管理を適切に行うために必要な情報を得ることとしている。この定期点検は、「道路橋定期点検要領」（平成 31 年 2 月、国土交通省道路局）、ならびに「橋梁定期点検要領」（平成 31 年 3 月、国土交通省道路局国道・技術課）に基づき実施される。また、橋梁に係る各種点検やその記録等は、「橋梁の維持管理の体系と橋梁管理カルテ作成要領（案）」（平成 16 年 3 月）に従って行うことになる。

定期点検は、5 年に 1 回の頻度で行うことを基本とし、その中では、近接目視を基本とした状態の把握、ならびに次回定期点検を実施するまでの参考とするための対策区分の判定を行うことが含まれる。また、定期点検では、法令で求められる「道路橋毎の健全性の診断」、ならびにその参考にする「部材単位の健全性の診断」、さらに、将来の維持管理の参考となり、かつ将来に向けた維持管理計画の作成や見直しに用いるために、「損傷程度の評価」と「外観性状の記録」を行うことが求められる。

定期点検を行う体制としては、道路管理者は、定期点検における対策区分の判定や健全性の診断を実施し、措置の意思決定、最終判断を行う。それらの判断は、橋梁に関する知識と技能を有する橋梁診断員によって提示される対策区分の判定、健全性の診断や関連する所見が参考にされる。損傷程度の評価等の変状の記録、外観性状の記録、その他必要な作業や安全管理について、橋梁診断員以外の人が行う方が効率的な場合があり、これらの記録作業を行う者を別に設定することがある。このように、一つの橋梁であっても複数のひとが定期点検に携わることになるが、複数の橋梁等の構造物で構成されるインフラシステムのような複数、多数の橋梁群を対象とする場合は、維持管理に携わる道路管理者や技術者間で、これらの情報をスムーズに、かつ確実に伝達することが肝要となる。

本手引きの作成背景としては、維持管理（保全）業務に携わる者は、対策区分の判定や健全性の診断を適切に行うために必要な「橋梁に関する知識や技能を有する者」であること求められているものの、コンクリート橋のうち、PC 構造に関する専門知識を十分に有しているわけではないといった事情を考慮して、コンクリートに関する知識はあるが、PC 構造に関する専門知識を持たない読者を想定して編集した。つまり、若手技術者からある程度の経験がある方までが活用できる「現場で使える手引き」、「現場で役立つ手引き」となるようなハンドブックを目指し、新都市社会技術融合創造研究会「デジタルツインを用いた PC 橋の補修･部分更新･撤去技術に関する研究」においてとりまとめたものである。

なお、本手引きの他、国土交通省各地方整備局等が道路管理者を対象として実施している研修のテキスト（一例を９．**参考文献**にて紹介している）や試験問題例など、公表された資料や情報を合わせて活用してもらうことも想定している。

対象が PC 橋の場合でも他の道路橋と同様に、道路管理者が遵守すべき事項等については、上記の「道路橋定期点検要領」や「橋梁定期点検要領」に従う必要がある。その中でも、様々な場面で本手引きを参考にして、PC 橋の健全性の判定に必要な情報の「概要」をもれなく、効率的に得ることができるようになれば幸いである。本手引きが、PC 橋の維持管理技術に関する自己研鑽に利用されるとともに、維持管理サイクル履行上の様々な場面で参照されることを心から期待するものである。

２．適用の範囲

本手引きは、PC 橋を対象に、点検・診断・対策・記録という一連の維持管理サイクルを回す上で必要な情報や留意事項を示すものである。橋梁の定期点検では、道路管理者、橋梁診断員、ならびに記録作業を行う者は、「道路橋定期点検要領」や「橋梁定期点検要領」に従う必要がある。本手引きは、維持管理に携わる方々が、これらの点検要領に加えて、定期点検等を行うときに参考となる情報を示したものである。ただし、定期点検の結果を踏まえて必要な措置を施すことになるが、定期点検要領と同様に、措置の内容を検討することは本手引きの適用の範囲外である。

本手引きでは、PC 橋の健全性に必要な情報の「概要」をできるだけ簡易に、効率的に把握することを目的とした内容を解説している。特に、主要部材*（損傷を放置しておくと橋の架替えも必要となる部材）に着目し、かつ変状発生の頻度が高い箇所や同じ部材の中でも劣化や損傷が先行的に生じる可能性がある箇所に着目して、PC 橋の健全性を判断するときに参考となる情報や、点検時の着眼点、記録のポイントについて解説している。ただし、PC 橋では、部材に導入したプレストレスが橋としての性能や健全性に大きく影響することから、主桁の主ケーブル定着部、横桁や床版横締めケーブル定着部などの「定着部の変状」については、PC 鋼材の損傷を早期発見できる可能性があるため、本手引きを参考にして、該当の全箇所を対象に点検し、外観性状を把握することが必要となる。

本手引きは、以下のような内容で構成される。まず、第 1 章において本手引き作成の背景、目的、想定する使い方の例を示し、第 2 章において手引きの適用の範囲を示した。また、第 3 章では手引きの内容を理解するために必要な基本用語をまとめた。第 4 章では、道路橋の上部構造を構成する部材や橋梁付属物について解説図を用いて説明した。また、第 5 章では、PC 橋の主な構成部材や設計・施工の歴史変遷と PC 橋の点検における着眼点を解説した。PC 橋には多種多様な橋梁形式があるが、本手引きでは、施工実績が多い以下の構造形式の橋梁を代表として解説した。

・プレテンション方式：　T 桁橋、スラブ桁橋
・ポストテンション方式：T 桁橋、中空床版橋、箱桁橋

第 6 章では、変状の発生原因と事例を紹介した。また、第 7 章には、「点検ガイド」を部位や発生した損傷毎にまとめた。ここでは、本来高耐久である PC 構造の機能が十分に発揮できなくなる「PC 構造のウィークポイントとなる要因」、変状を早期に発見するための「点検・調査での着目点」、予防保全に取り組むための「変状種別と原因推定」「損傷程度の判定」「必要な対応（措置）の方向性」、ならびに「記録のポイント」を一覧できることが本手引きの特徴である。第 8 章では、点検時の留意事項として、橋梁に設置された橋歴板，刻印等の情報、設計基準、かぶりの規定、PC 橋上部構造の主要材料や PC 鋼材、PC グラウト、塩害、ASR 等の劣化に対する材料規定、防水層の基準などの変遷をまとめた。

本手引きは、国土交通省近畿地方整備局管内のみならず、各自治体の技術系職員の PC 橋に関する維持管理技術の向上を図るために活用され、その結果として、PC 橋の状態を適切に把握し、変状や損傷を早期に発見して、効率的に補修を施すといった予防保全に取り組むことによって、橋梁の安全性の確保が確実に、効率的に行われることを期待するものである。

＊参考：「道路橋定期点検要領」（平成 31 年 2 月、国土交通省道路局）の付録では、「主要な部材」を構造物の安全性や定期点検の目的に照らして橋の性能に直接的に影響を与える部材としている。一方、橋梁定期点検要領」（平成 31 年 3 月、国土交通省道路局国道・技術課）における「主要部材」は、これと異なる定義であり、損傷を放置しておくと橋の架替えも必要となる部材のことを指している。

３．基本用語の説明

〔ＰＣ橋の構造や部材〕

ウェブ：

部材を構成する部分のひとつ。鋼桁の場合は、「腹板」ともいう。

下記に示す「フランジ」に垂直またはほぼ垂直に配置される部材をウェブという。

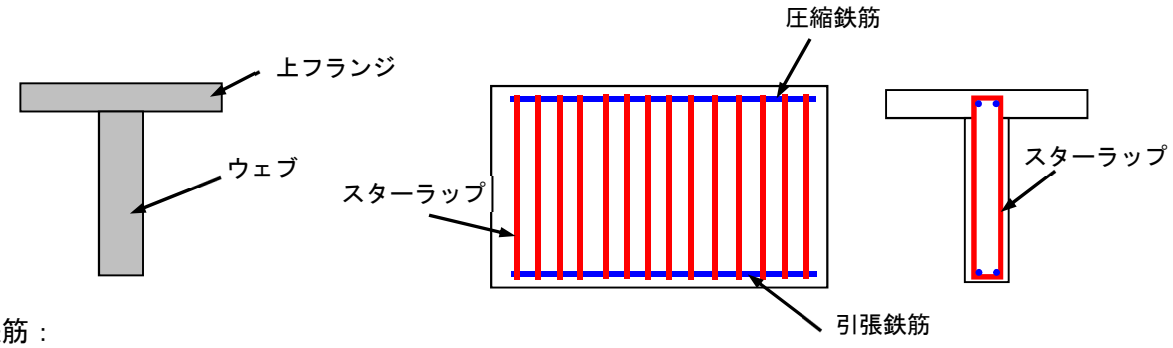
フランジ：

「ウェブ」と同じく、部材を構成する部分のひとつ。

T 形や I 形の桁の場合、部材の上面や下面に配置された部分を上フランジ、下フランジという。

スターラップ：

部材の圧縮鉄筋または引張鉄筋を取り囲み、これに直角または直角に近い角度で配置した鉄筋。腹鉄筋ともいう。スターラップは、梁部材などに生じる斜引張力に抵抗させる鉄筋として配置する（このため斜引張鉄筋ともいう）ほか、組立筋としての役割を併せ持つ。



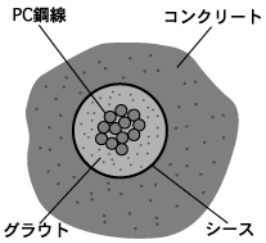
軸方向鉄筋：

部材の軸方向に配置された鉄筋。例えば、上図の圧縮鉄筋や引張鉄筋も軸方向鉄筋である。

シース：

英語で“鞘(さや)”を意味する。ここでは、PC 鋼材を配置するための薄肉管のことであり、コンクリート中に設置して PC 鋼材を挿入し、PC 鋼材の緊張後にグラウトを注入する。主にポストテンション方式の工法で用いる。

薄い帯鉄板をらせんに巻いたものや、ポリエチレン製のものがある。



グラウト：

PC 鋼材を緊張した後にシース内に充填するもので、セメントを主材料とする注入材（セメントミルク）のことである。PC 鋼材の腐食防止と PC 鋼材とコンクリートを一体化させることを目的とする。

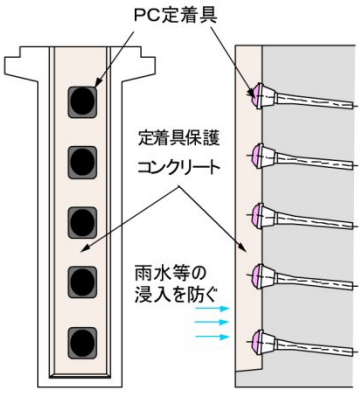
定着具保護コンクリート：

PC 鋼材を緊張した後に、定着具付近に打設するコンクリートのことで、定着具や PC 鋼材の腐食防止を目的とする。

後埋めコンクリート：

部材コンクリートの切欠きや開口部等を埋めて、部材コンクリートと一体化させるコンクリートのこと。

上記の定着具保護コンクリートも“後埋めコンクリート”である（右図）。



オーバーレイ：

アスファルト舗装やコンクリート舗装において亀裂等が生じた場合、既設の舗装の上に直接舗装の層を積み重ねて修繕すること。

ＰＣ鋼材：

PC 鋼材は、プレストレスを与えるために使用する“はがね”でできた高張力材料を使用した緊張材のことである。PC 鋼材には、PC 鋼線（直径 8mm 以下の高強度鋼）、PC 鋼棒（直径 10mm 以上の高強度鋼）および PC 鋼より線（PC 鋼線をより合わせたもの）などがある。

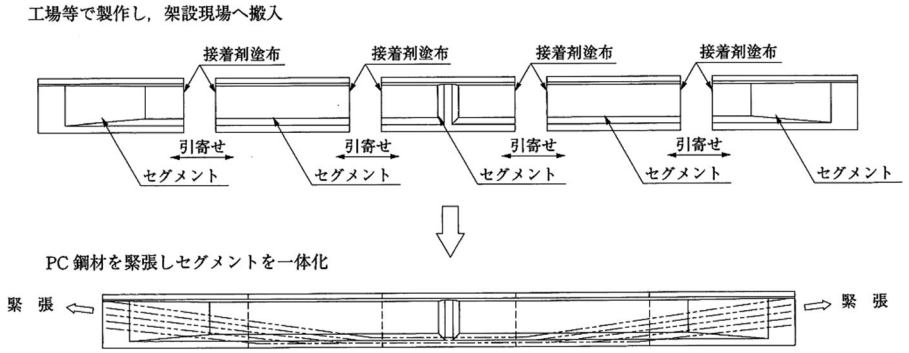
活荷重：

活荷重（かつかじゅう）は、力学における荷重の一つで、“動く”荷重のことを指す。橋などの構造物においては、自動車や列車のように構造物上を移動する車両重量がこれに相当する。また、歩行者などの群集荷重も活荷重に含まれる。

これらの活荷重については、道路や鉄道それぞれに適合した設計上の標準的な荷重が定められている。

セグメント工法：

セグメント工法とは、あらかじめ橋げたを工場で運搬可能な大きさの“セグメント”に分割して製作したものを架設地点に運搬し、セグメント接合面に接着剤であるエポキシ樹脂を塗布し引き寄せたのちにプレストレスを与えて一体の橋げたを製作する工法である。



間詰め：

主桁と主桁の間を現地にて打設するコンクリート範囲のこと。T 桁間においては間詰め床版部、ホロー桁間においては間詰めと呼ぶ場合もある。（4. 橋を構成する要素および部材　を参照）

縦締め、横締め：

橋軸方向（主桁方向）に設置した PC 鋼材を緊張する行為を縦締め、主桁間を一体化するために、橋軸直角方向（主桁直角方向）に設置した PC 鋼材を緊張する行為を横締めと言う。

ボンドコントロール：

プレテンション方式にてプレストレスを導入する際に、PC 鋼材にシースをかぶせたり、アスファルトを塗布することで付着をなくし、部分的にプレストレスを与えないなどの、プレストレスの導入量を調整すること。主に曲げモーメントの小さい桁端部で行われる。

〔ＰＣ桁の損傷や劣化〕

遊離石灰：

セメントの原料を焼成した時に、ほかの物質と結合せずに単体でセメント中に残った酸化カルシウムのこと。コンクリート表面に遊離石灰が見られる（析出している）場合、ひび割れの発生や水の供給があることが考えられ、コンクリート内部に損傷が生じている可能性がある。

なお、遊離石灰が析出している現象を、エフロレッセンス（白華現象）と呼び、析出物は一般的に炭酸カルシウムである。

アルカリ骨材反応（ASR）:

コンクリート中のセメントや混和剤等に含まれるアルカリ分とアルカリ反応性をもつ骨材との間に起こる化学反応で、コンクリートに異常膨張やひび割れを生じさせる。

これまで、アルカリシリカ反応（ASR)、アルカリ炭酸塩反応、アルカリシリケート反応の 3 つに分類されてきたが、アルカリ炭酸塩反応およびアルカリシリケート反応は、アルカリシリカ反応の一種であることが判明し、現在ではアルカリシリカ反応のみとなっている。

中性化：

空気中の二酸化炭素の作用により、セメントの水和物である水酸化カルシウムが炭酸カルシウムに変化し、硬化コンクリートが次第にアルカリ性を失う（pH が低下する）現象のことで、pH の低下により、コンクリート中の鉄筋が腐食しやすくなる。

塩害：

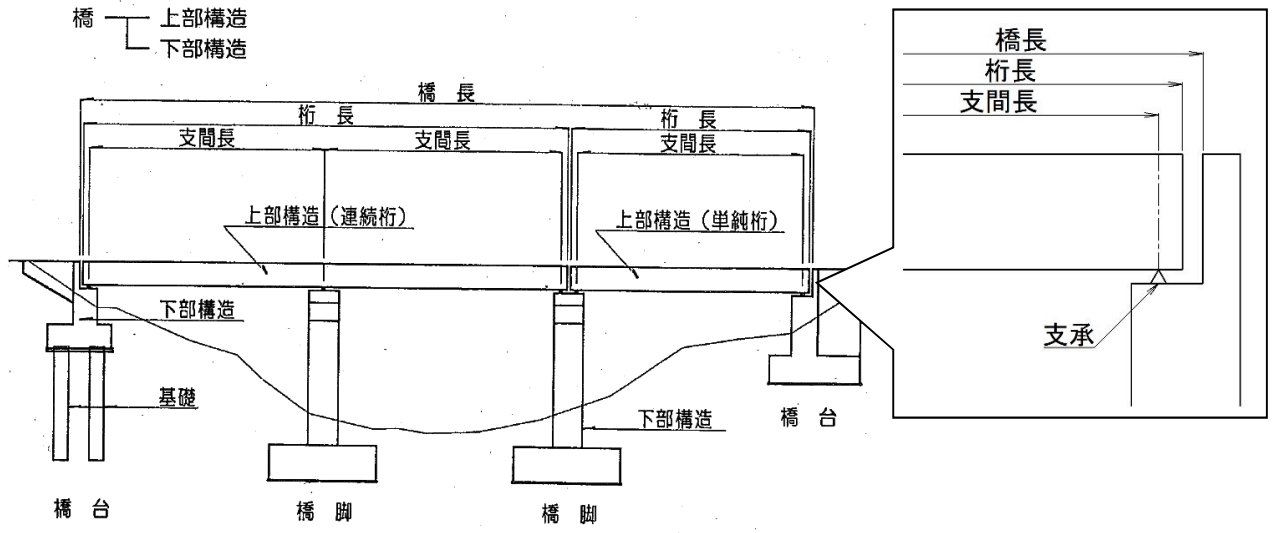
塩分（塩化物イオン）によりコンクリート中の鋼材の腐食が促進され、腐食生成物の体積膨張がコンクリートのひび割れや剥離、鋼材の断面減少を引き起こし、構造物の耐荷性能や耐久性が損なわれる現象のこと。

塩化物イオンが外部環境（海岸線近くや凍結防止剤を散布する地域など）から供給され、コンクリート表面から浸透することによって鉄筋等が腐食劣化する場合と、コンクリート製造時の材料から塩化物イオンが供給される内部環境による場合がある。特に、昭和 61 年以前は塩化物イオン量に対する規制値がなかったため、十分に除塩されていない骨材が使用されていた可能性があり、構造物の完成年度によっては注意が必要である。

４．橋を構成する要素および部材

４．１　基本的な要素

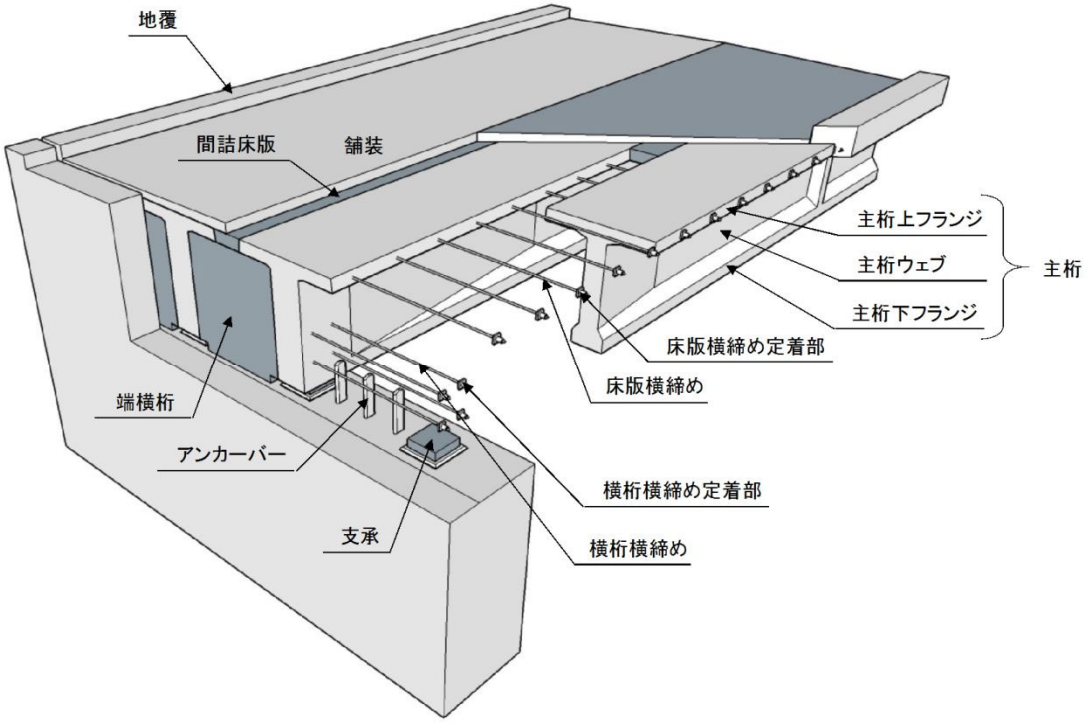
橋を構成する主な要素（名称）を下図に示す。



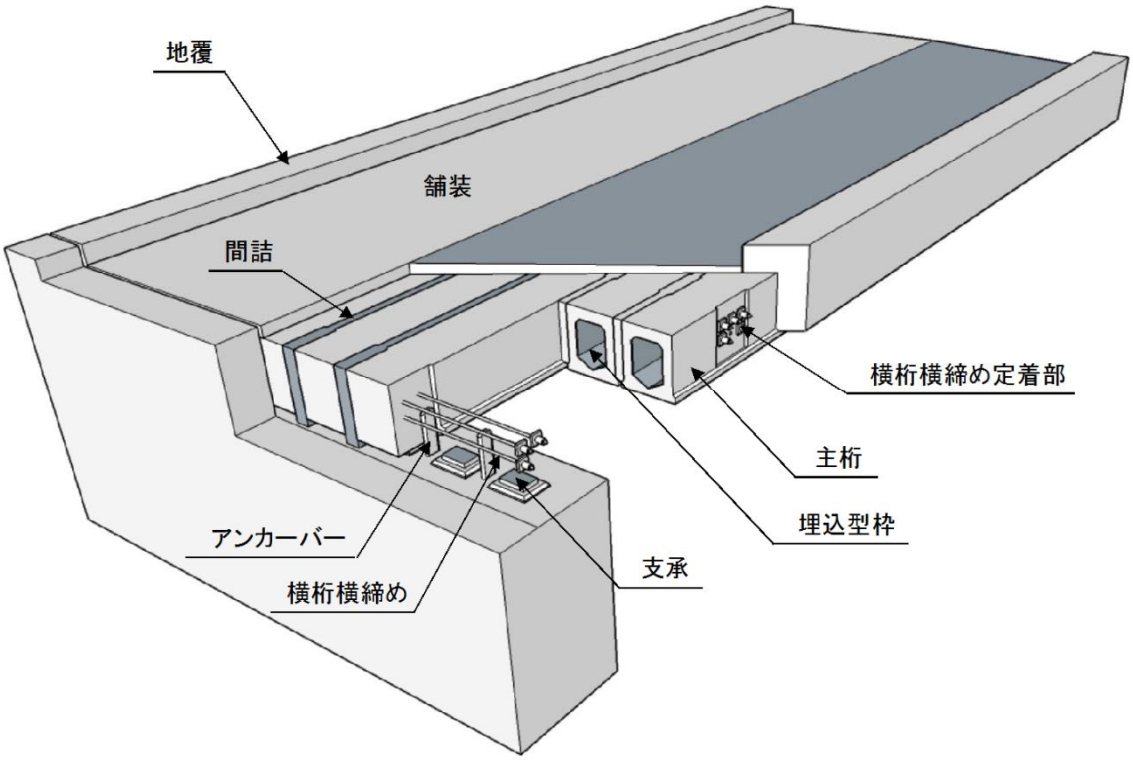
４．２　主な部材

ここではＴ桁橋、スラブ桁橋、中空床版橋、箱桁橋を参考例として、橋梁を構成する代表的な部材名称を下図に示す。

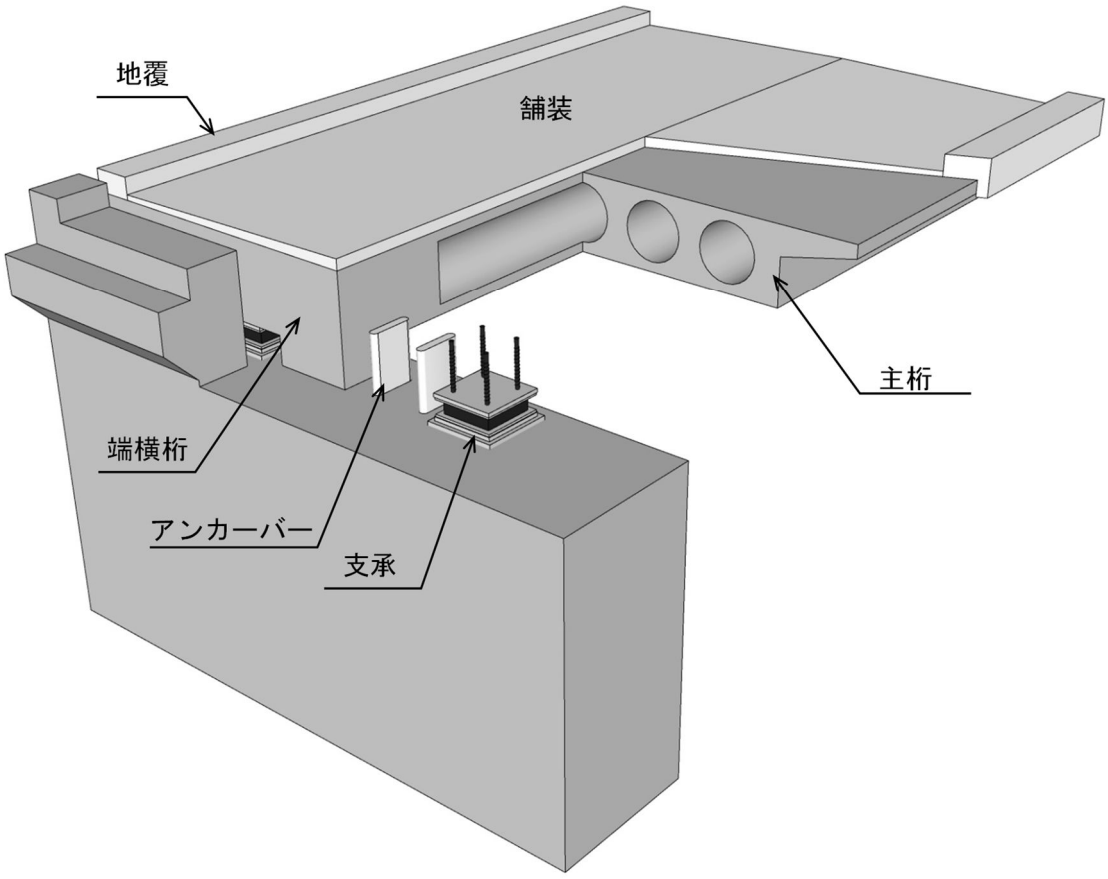
（例）Ｔ桁橋



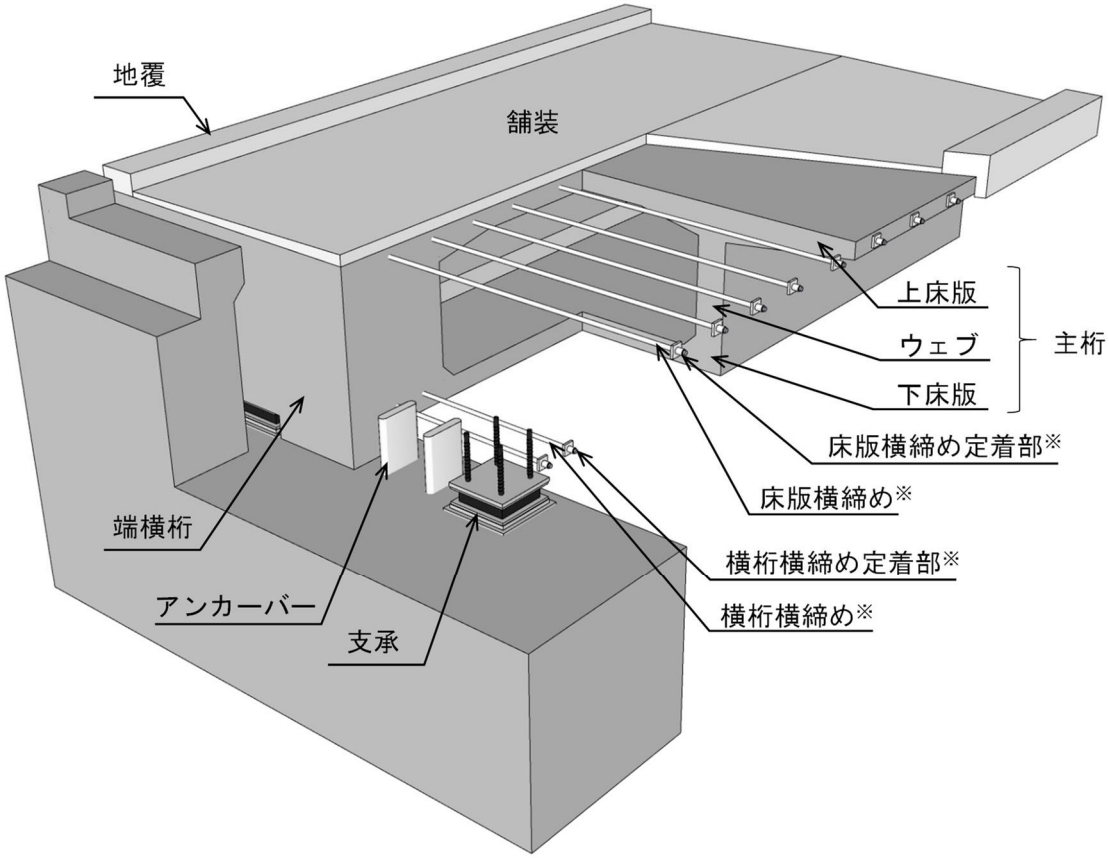
（例）スラブ桁橋



（例）中空床版橋



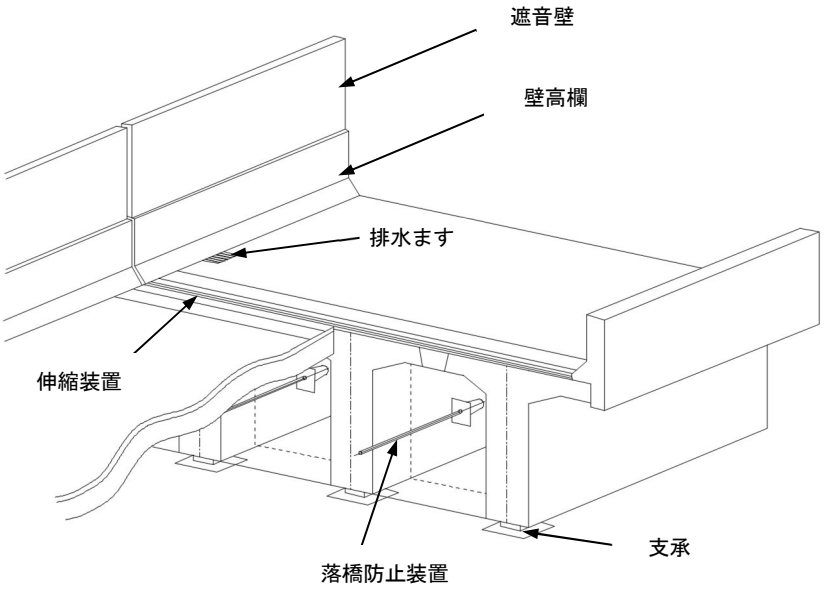
（例）箱桁橋



※横桁および床版が RC 構造の場合には配置されない。

４．３　主な橋梁付属物

橋梁に設置される主な付属物を示す。



５．ＰＣ橋の概要および変遷と着眼点

５．１　プレストレストコンクリート（PC）とは

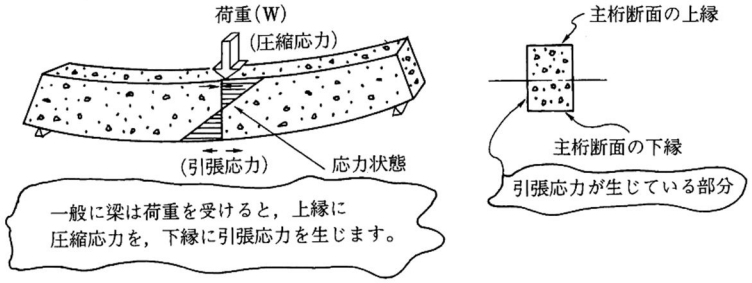
コンクリートは圧縮に強く引張力に対して極めて弱い材料である。

したがって、曲げ部材として使用するには、コンクリート断面の引張側を補強しなければ有効利用することができない。

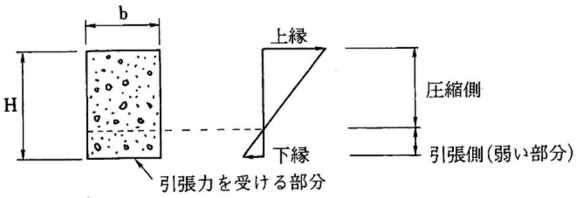


補強方法のひとつは、引張側に鉄筋または鉄骨を配置するもので、これは RC、または SRC 構造という。

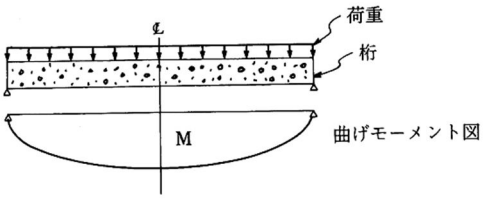
他の方法として、コンクリート断面に発生する引張応力を予測し、これに見合う圧縮応力をあらかじめ計画的に与えておくという考えがある。この圧縮応力（プレストレス）を与える方法として最も一般的なものが PC 鋼材を使用したプレストレストコンクリートである。



したがって、プレストレストコンクリートとは、「荷重によってコンクリートに生ずる引張応力を打ち消すために、プレストレスを与えたコンクリート部材のこと」である。

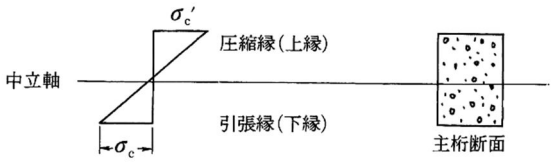


右図のように、コンクリートの桁に荷重が作用した状態を考える。このような荷重が作用すると、コンクリートの桁には曲げる力（曲げモーメント）が発生する。

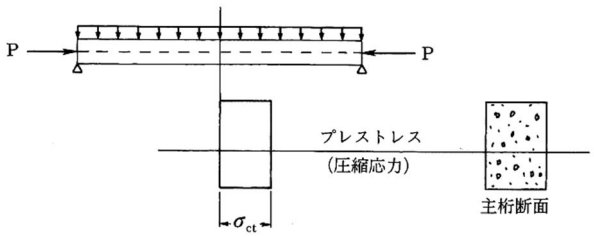


今、荷重を受けた桁の支間中央部では断面の下縁側に引張応力 σ_c が生じる。

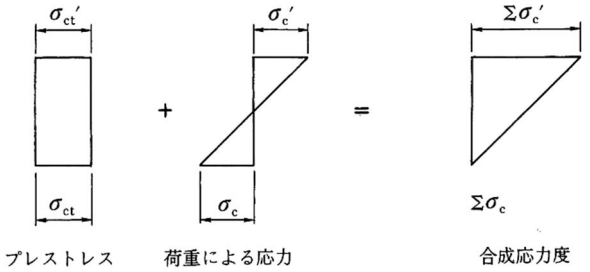
これは引張力に弱いコンクリートにとっては好ましい状態ではない。



そこで、この引張応力σcを打ち消すために、あらかじめ計画的に圧縮応力を導入する。



このプレストレスによる圧縮応力度を加えると次のようになる。



したがって、適切なプレストレスを導入する事により、設計断面に全く引張応力が生じない状態にすることが出来る。

このように、将来、荷重によって発生する応力を計算により算出し、前もって桁にプレストレスを導入するという工夫をしたものがプレストレストコンクリートである。

５．２　プレストレスの導入

プレストレスを与える方法は、以下に記すプレテンション方式とポストテンション方式の２つがある。

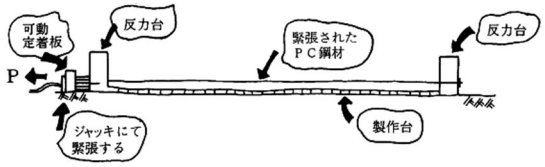
（１）プレテンション方式

プレテンション方式とは、あらかじめ PC 鋼材に緊張力を与え所定の位置に配置しておき、この状態でコンクリートを打込み、コンクリートが硬化した後に緊張力を開放し、PC 鋼材とコンクリートの付着を介して、プレストレスを与える方法である。通常は設備のある PC 工場でのみ製作が可能である。

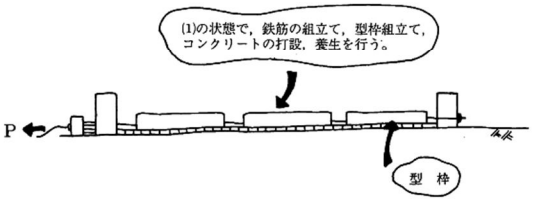
（２）ポストテンション方式

ポストテンション方式は、コンクリート部材が硬化した後に、その内部に設けられたシース（ダクト）内に配置した PC 鋼材を緊張することで、プレストレスを与える方法である。緊張力を確保するためには、主として PC 定着具を使用して行う。現場にてプレストレスの導入が可能である。

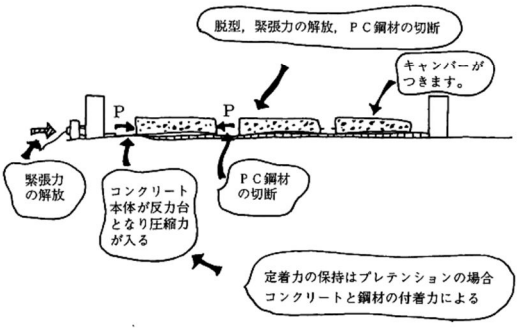
プレテンション方式での桁製作手順



(1)　ＰＣ鋼材の緊張

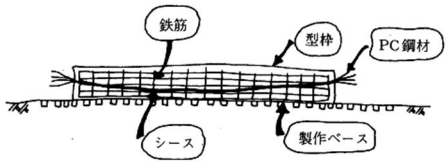


(2)　コンクリートの打設，養生

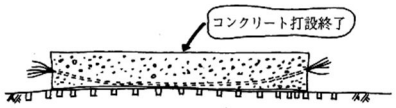


(3)　緊張力の解放

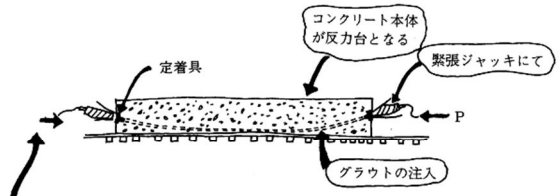
ポストテンション方式での桁製作手順



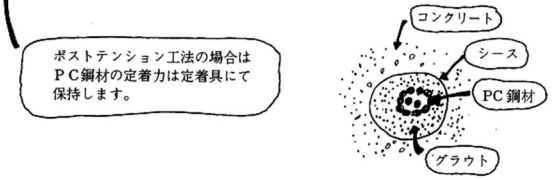
(1)　製作ベース上にて，鉄筋，ＰＣ鋼材，型枠の組立て。



(2)　コンクリート打設，養生，脱型。



(3)　所定の強度の発現，ＰＣ鋼材の緊張，グラウトの充填。



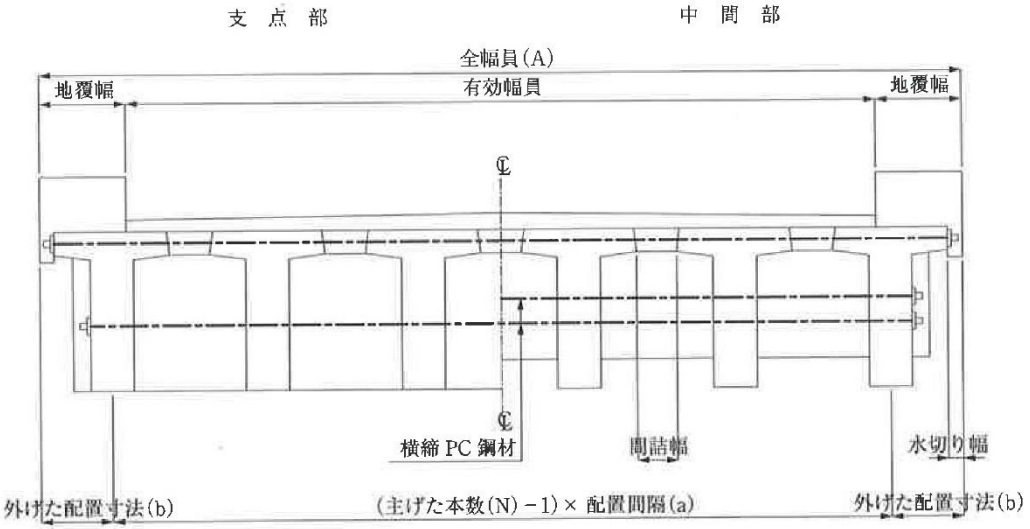
５．３　ＰＣ橋の構造形式

５．３．１　プレテンション方式Ｔ桁橋について

プレテンション方式T桁橋は、PC 工場で製作したプレキャストプレストレストコンクリート製品（T げた）を現地に搬入・架設した後、各桁間の隙間（間詰め部）に場所打ちコンクリートを打設した後で、横締め PC 鋼材により一体化した構造である。T 桁橋の、一般的な支間は 18～24m である。

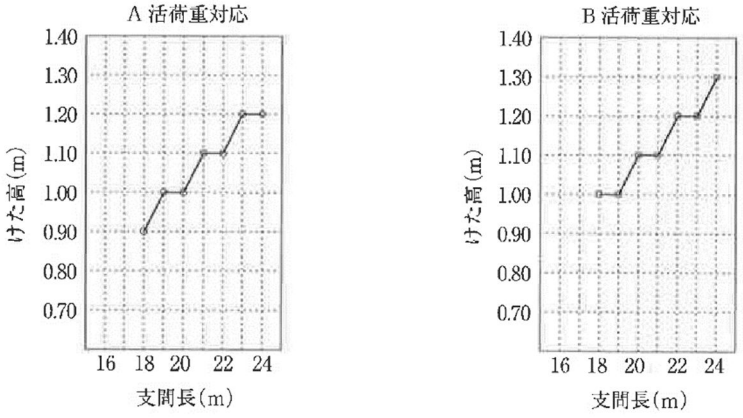
プレテンション方式 T 桁橋の一般的な断面図および支間長と桁高との関係を下図に示す。基本的な施工順序は次の様になる。

(1) 主桁（PCT 桁）の製作
(2) 主桁の運搬・架設
(3) 桁間コンクリート（間詰め床版、支点横桁、中間横桁）の打設
(4) 支点横桁、中間横桁、床版の横締め PC 鋼材の緊張
(5) 橋面工の施工



項　　目	プレテンション方式Ｔげた橋
活　荷　重	A 活荷重　B 活荷重
標 準 支 間*1)	18 ～ 24m
斜　　角	90° ≧ θ ≧70° の範囲

*1) 上記推奨仕様2-1の規定では，支間は標準支間に対して＋0.2m～－1.0m の範囲において使用してよい。



５．３．２　ポストテンション方式Ｔ桁橋について

ポストテンション方式 T 桁橋は、現場付近に確保した作業ヤードで桁を製作・架設、または PC 工場にて桁を分割して製作（セグメント工法）し、それを所定の位置まで運搬した後、プレストレスにより接合・架設を行うもので、プレストレストコンクリート橋で最も代表的な形式である。主桁形状は名称の通り、T の字の形状をしている。

ポストテンション方式の T 桁橋もプレテンション方式と同様に、主桁（PCT 桁）、間詰め床版、横桁の各部材で構成されており、個々に PC 鋼材でプレストレスを与え、一体化することにより、各部材に作用する荷重に抵抗する。

基本的な施工手順もプレテンション方式 T 桁橋と同様である。




現場製作の T 桁



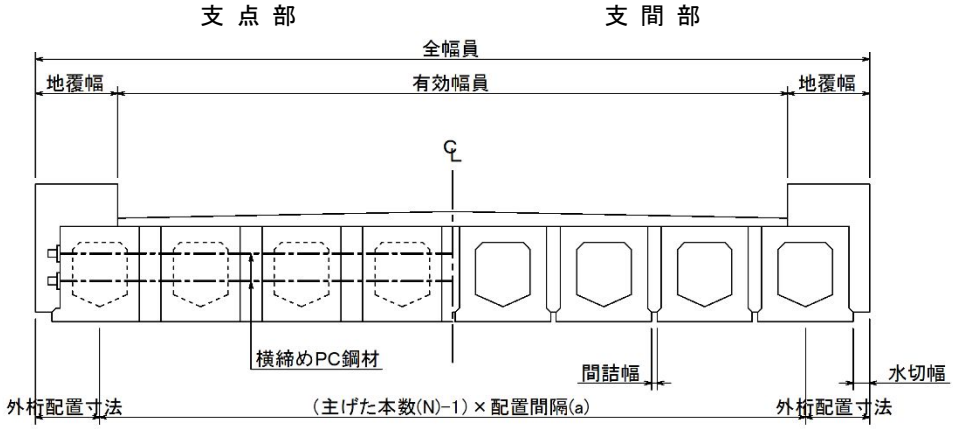

工場製作のセグメント桁

５．３．３　プレテンション方式スラブ桁橋について

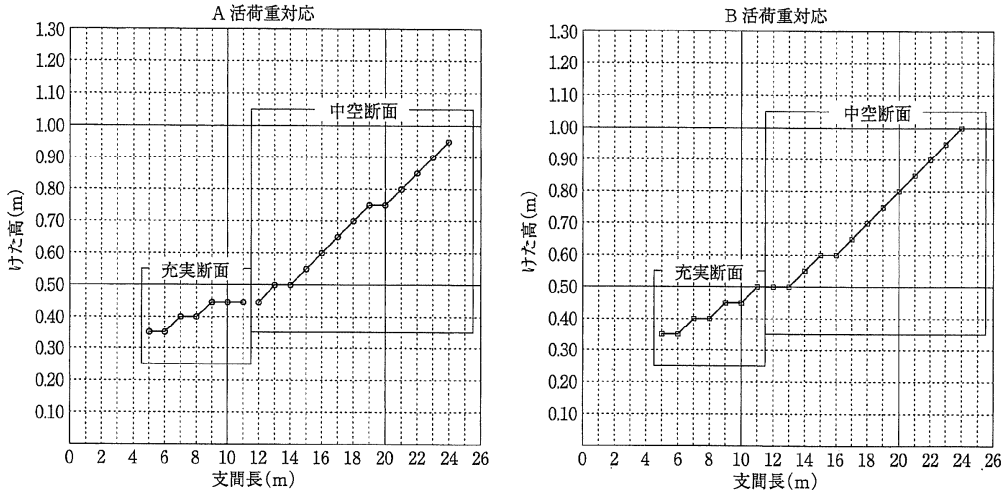
プレテンション方式スラブ桁橋は、PC 工場製のプレキャストプレストレストコンクリート製品（スラブ橋桁）を現地に搬入・架設した後、各桁間の隙間（間詰め部）に場所打ちコンクリートを打設した後で、横締め PC 鋼材により一体化した構造である。

スラブ桁橋は、一般的に支間 5～24m であり、短支間桁は断面内が全てコンクリートで埋まっており（充実断面）、長支間桁は、けたの自重を軽くするために内部を中空にしている（中空断面）ものが採用されている。

プレテンション方式スラブ桁橋の一般的な断面図および支間長と桁高との関係を下図に示す。なお基本的な施工手順はプレテンション方式 T 桁橋と同様である。



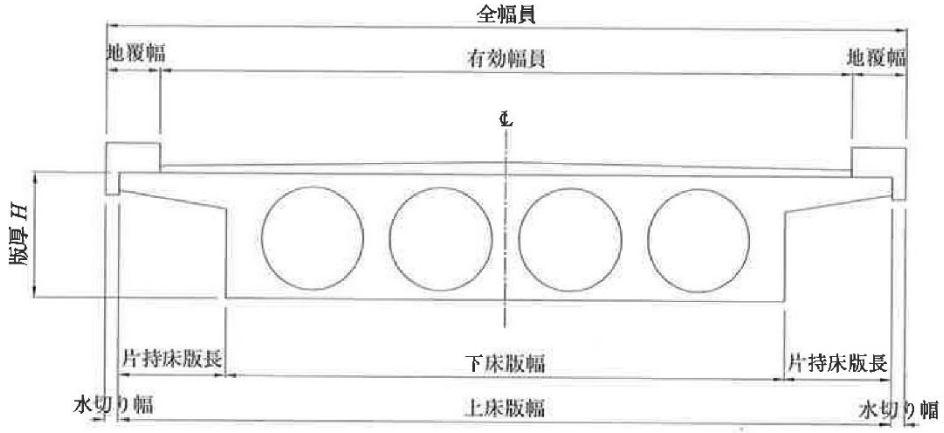
橋梁の種類	プレテンション方式スラブげた橋
主げた配置間隔(a)	0.770m以下
間 詰 め 幅	0.020～0.070m
水 切 り 幅	0.070m～



５．３．４　ポストテンション方式中空床版橋について

ポストテンション方式中空床版橋は、自重低減とプレストレスの導入効率を高める目的などから円筒型枠を埋設した構造である。下図に中空床版橋の断面形状および標準支間を示す。

適用支間は 20m～30m と比較的小さいため、等けた高としている場合が多い。構造形式（単純けた橋、連続げた橋、）および架設工法（固定支保工、移動支保工）の違いによる支間の差は顕著ではない。



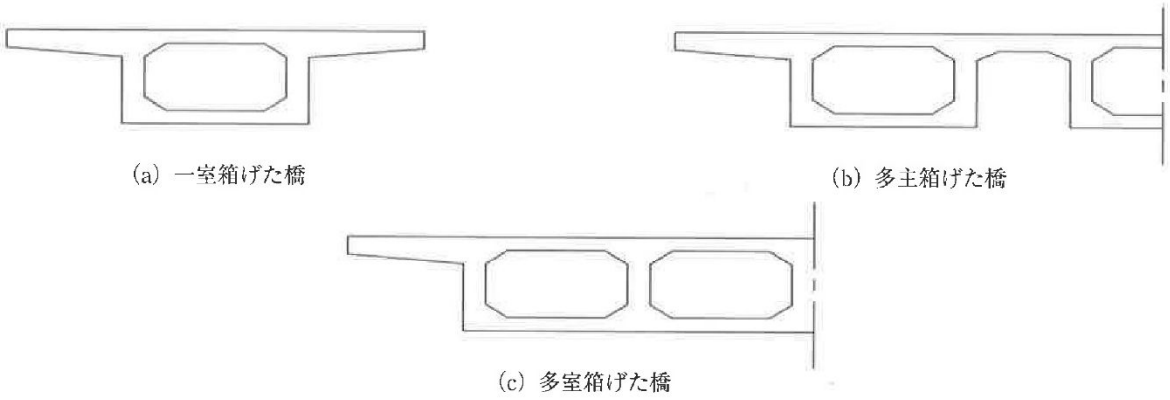
形　　式	支　　間　（m）				けた高支間比の目安
	20	40	60	80	
単純中空床版橋					1/22
連続中空床版橋					1/22
連続ラーメン中空床版橋					1/22

５．３．５　ポストテンション方式箱桁橋について

ポストテンション方式箱桁橋は、曲げモーメントによる大きな圧縮力に抵抗できることやPC鋼材を有効に配置しやすい断面の特性から、連続げた橋およびラーメン橋などの長大橋に多く用いられている。また、ねじり剛性が大きく活荷重に対する荷重分配が良好となる断面の特性から、幅員が大きい場合や斜角が小さい場合および曲線橋などにも用いられる。

断面形状は幅員などの要因により決定され、一室箱げた橋や多主箱げた橋および多室箱げた橋に分類される。下図に箱桁橋の断面形状を示す。

架設方法には、固定式支保工架設工法・片持架設工法・移動支保工架設工法・押出し架設工法などがあり、現場条件によって決定される。適用支間は架設工法によって様々である。下図に各架設方法の適用支間を示す。



(a) 一室箱げた橋　　(b) 多主箱げた橋

(c) 多室箱げた橋

固定支保工架設工法

形　式	支　間 (m) 20 40 60 80 100	けた高支間比の目安
単純箱げた橋		1/17～1/20
連続箱げた橋		1/17～1/20
連続ラーメン箱げた橋		1/17～1/20

片持ち架設工法

形　式	支　間 (m) 50 100 150	実績最大支間 (m)	けた高支間*1) 比の目安
連続箱げた橋		170.0	1/15
Tラーメン箱げた橋		121.2	1/10
連続ラーメン箱げた橋		175.0	1/15
有ヒンジラーメン箱げた橋		250.0	1/15

*1) 中間支点上のけた高

移動支保工架設工法

形　式	支　間 (m) 50 100 150	けた高支間比の目安
移動支保工架設工法		1/17～1/20

押出し架設工法

形　式	支　間 (m) 50 100 150	けた高支間比の目安
押出し架設工法		1/15～1/18

５．４　ＰＣ橋の変遷と着眼点

５．４．１　設計関連基準の変遷一覧

西暦	年号	設計荷重	関連示方書					プレテン桁(JIS)				ポステン桁	PC鋼材・鉄筋規格	PCグラウト、シース	コンクリート	その他
			土木学会			日本道路協会		5313	5316	5319	建設省	建設省標準設計	PC鋼線、PC鋼より線、PC鋼棒、鉄筋			
			RC示	無筋示	PC示	RC道示	PC道示	プレI	プレT	軽荷重	PRH					
1931	昭和 6		制定													
1932	7		｜													
1933	8		｜													
1934	9		｜													
1935	10		｜													
1936	11		改定													
1937	12		｜													
1938	13	1等橋：13t	｜													
1939	14	2等橋： 9t	｜													
1940	15		改定													
1941	16		｜													
1942	17		｜													
1943	18		｜	制定												
1944	19		｜	｜												
1945	20		｜	｜												
1946	21		｜	｜												
1947	22		｜	｜												
1948	23		｜	｜												
1949	24		改定	改定												
1950	25		｜	｜										鋼製シースの適用		
1951	26		｜	｜										｜		
1952	27		｜	｜										｜		
1953	28		｜	｜									異形丸鋼をJIS制定	｜		
1954	29		｜	｜										｜		
1955	30		｜	｜	制定								PC設計施工指針に規格値が定められた	｜		
1956	31	1等橋：20t	｜	｜	｜									｜		
1957	32	2等橋：14t	｜	｜	｜									｜		
1958	33		｜	｜	｜									｜		
1959	34		｜	｜	｜			制定						｜		
1960	35		｜	｜	｜			｜	制定				PC鋼線、PC鋼より線、異形棒鋼JIS規格制定	鋼製スパイラルシースの開発		
1961	36		｜	｜	改定			｜	｜				PC鋼より線、PC鋼棒追加（PC設計施工指針）	水セメント比：35～45%（土木学会）		
1962	37		｜	｜	｜			｜	｜					ブリーディング：0～5%		
1963	38		｜	｜	｜			｜	｜	制定				膨張率：0～5%		
1964	39		｜	｜	｜	制定		｜	｜	｜				｜		
1965	40		｜	｜	｜	｜		｜	｜	｜			異形丸鋼のJIS廃止	｜		
1966	41		コンクリート標準示方書					｜	｜	｜						
1967	42		改定					｜	｜	｜						
1968	43		｜				制定	改定	｜	｜			PC道示に規定			
1969	44		｜				｜	｜	｜	｜		制定				間詰形状が逆台形に変更（ポスT）
1970	45		｜				｜	｜	｜	｜		｜				
1971	46		｜				｜	｜	改定	｜		｜	PC鋼棒がJISに規定			間詰形状が逆台形に変更（プレT）
1972	47		｜				｜	｜	｜	｜		｜		水セメント比：45%以下（PC施工便覧）		
1973	48		｜				｜	｜	｜	｜		｜		ブリーディング：24h後に0%		
1974	49		改定				｜	｜	｜	｜		｜		膨張率：0～5%	塩化物イオン：NaClに換算して0.1%とする。	
1975	50		｜				｜	｜	改定	｜	制定	｜	アンボンドPC鋼より線使用開始	｜	｜	
1976	51		｜				｜	｜	｜	改定	｜	｜		｜		
1977	52		プレストレストコンクリート示方書			Ⅲコンクリート橋編	｜	｜	｜	｜	｜	｜		｜		
1978	53		｜		改定	｜	改定	｜	｜	｜	｜	｜	12.7mm、15.2mmなど追加（道示）	水セメント比：45%以下、シース試験の規定（土木学会）		
1979	54		｜		｜	｜	｜	｜	｜	｜	｜	｜		ブリーディング：24h後に0%		
1980	55		｜		｜	｜	｜	改定	改定	改定	改定	改定		膨張率：10%以下		
1981	56		｜		｜	｜	｜	｜	｜	｜	｜	｜				
1982	57		｜		｜	｜	｜	｜	｜	｜	｜	｜				
1983	58		｜		｜	｜	｜	｜	｜	｜	｜	｜				
1984	59		｜		｜	｜	｜	｜	｜	｜	｜	｜			水セメント比規定	
1985	60		コンクリート標準示方書					｜	｜	｜	｜	｜	プレグラウトPC鋼材が開発される			
1986	61		改定					｜	｜	｜	｜	｜	15.2mmをプレテン用として使用開始	水セメント比：45%以下（土木学会ほか）	塩化物量(CL⁻)：RCで0.6kg/m3、PCで0.3kg/m3	
1987	62		｜					｜	｜	｜	｜	｜		ブリーディング：3%以下	ASR：暫定対策の通達（建設省）	
1988	63		｜					｜	｜	｜	｜	｜		膨張率：10%以下		
1989	平成 1		｜					｜	｜	｜	｜	｜			ASR：化学法・モルタルバー法の試験方法小改訂	
1990	2		｜			改定		改定	改定	改定	廃止	｜	17.8mm、19.3mm、21.8mm追加（道示）	｜	｜	
1991	3		改定			｜		改定	改定	｜	｜	｜		｜	塩化物量：0.3kg/m3	
1992	4		｜			｜		｜	｜	改定	｜	｜		｜	ASR：反応性試験方法が規定（JIS）	
1993	5	B活荷重	｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜		プレミックスタイプ明記（PCグラウトマニュアル）		
1994	6	A活荷重	｜			改定		｜	｜	｜	｜	改定	低リラク品のJIS規定	PEシースの開発		ポスTの上縁定着廃止
1995	7		｜			｜		改定	｜	改定	｜	｜		PEシース設計施工マニュアル案（PC建協）		
1996	8		改定			改定		｜	｜	｜	｜	｜	低リラク品および20.3mm追加（道示）	｜		
1997	9		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜		｜		
1998	10		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜		PEシース普及		
1999	11		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜		ノンブリーディング明記（PCグラウトマニュアル）		
2000	12		｜			｜		JIS A 5373に統合				｜		｜		
2001	13		構造性能照査型			｜		｜	｜	｜	｜	｜		｜		
2002	14		改定			改定		｜	｜	｜	｜	｜	28.6mm追加（道示）	コン示でPEシースの記述	ASR：抑制対策の通達（国交省）	
2003	15		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜		｜	ASR：維持管理要領（国交省）	
2004	16		｜			｜		｜	改定	｜	｜	｜		｜		
2005	17		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜	高強度PC鋼材の開発	塩害対策でPEシース推奨（PC建協）		
2006	18		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜		塩害対策でPEシースを原則とする（コン示）		
2007	19		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜		｜		
2008	20		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜	ステンレス鉄筋（土木学会）	｜	ASR：補修・補強ガイドライン（国交省）	
2009	21		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜		｜		
2010	22		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜	エポ高強度鋼材の設計施工指針（土木学会）	｜		
2011	23		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜	高強度PC鋼材の設計施工指針（PC技術協会）	｜		
2012	24		改定			改定		｜	｜	｜	｜	｜	高強度鉄筋が規定（道示）	PEシースを推奨（コン示、PCグラウト設計施工指針）		
2013	25		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜		ブリーディング：0.3%以下（PCグラウトマニュアル）		
2014	26		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜		体積変化率：-0.5%～0.5%		
2015	27		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜		｜		
2016	28		｜			｜		｜	改定	｜	｜	｜				
2017	29		改定			改定		｜	｜	｜	｜	｜				
2018	30		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜				
2019	31		｜			｜		｜	｜	｜	｜	｜				

５．４．２　プレテンション方式桁橋の変遷と着眼点

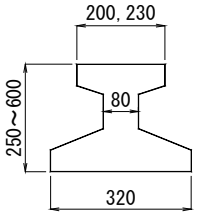
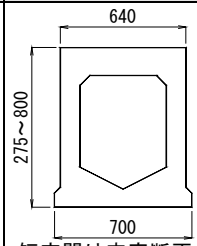
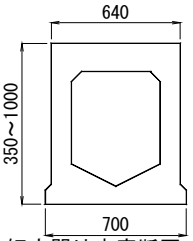
・変遷

（１）初期のプレテンションげた橋

昭和 26 年（1951）に国内で初めて建設された PC 橋は、プレテンション方式のプレキャスト単純桁橋であり、現在は記念公園に移設されている。プレテンション方式の PC 桁は耐荷力が大きく耐久性に優れ、工場製品として品質管理され、現場での省力化や工期短縮など多くの利点を有している。

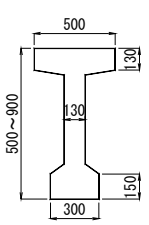
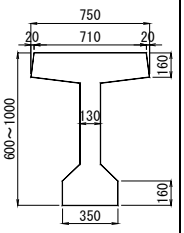
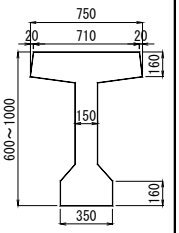
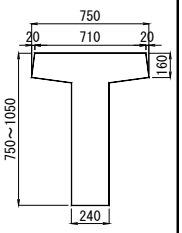
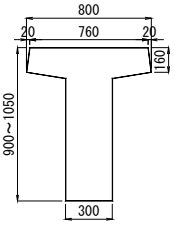
（２）プレテンション方式スラブ桁橋

橋げたの JIS 規格は、昭和 34 年（1959）に JIS A 5313（スラブ橋用プレストレストコンクリート橋げた）が制定されており、当時は I 形断面を有していた。昭和 40 年前半頃からは、PC 専業者各社において JIS A 5313 の型枠を利用した各社独自の中空断面を有する桁が開発されるようになり、その際、適用支間の延長や、桁高を低くするためのボンドコントロール工法が採用されるようになった。昭和 50 年（1975）には建設省標準（プレテンション方式 PC 単純中空げた）が制定され、中空断面を有する桁が標準化され、その後、平成 3 年（1991）には I 形断面の旧 JIS 桁と建設省標準桁が JIS A 5313（スラブ橋用プレストレストコンクリート橋げた）として統合された。その後、道路橋示方書の改定にあわせる等の軽微な改定がなされ、現在に至っている。

年度	1959年 昭和34年制定	1980年 昭和55年制定	1991年 平成3年制定	1995年 平成7年制定	2000年 平成12年制定
規格	JIS A 5313	JIS A 5313	JIS A 5313	JIS A 5313	JIS A 5313
断面		同左	 短支間は充実断面 長支間は中空断面	 短支間は充実断面 長支間は中空断面	同左
活荷重	T-20、T-14	T-20、T-14	T-20、T-14	A、B活荷重	A、B活荷重
適用支間	5～13m	5～13m	5～21m	5～24m	5～24m
主桁コンクリート強度	500kg/cm^{2}以上	500kg/cm^{2}以上	500kg/cm^{2}以上	49.1N/mm^{2}以上	50N/mm^{2}以上
中埋コンクリート強度	200kg/cm^{2}以上	240kg/cm^{2}以上	240kg/cm^{2}以上	29.4N/mm^{2}以上	30N/mm^{2}以上
PC鋼材	2.9mm	SWPR7A 9.3mmおよび 10.8mm	SWPR7B 12.7mmおよび 15.2mm ボンドコントロールを採用	SWPR7BN 12.7mmおよび 15.2mm	SWPR7BN 12.7mmおよび 15.2mm
改正の経緯		「道路橋示方書」昭和53年制定に適合させるため。	「道路橋示方書」平成2年改訂に適合させるため。	平成5年の「道路構造令」一部改訂と「道路橋示方書」平成6年改訂に適合させるため。	製品群規格への統合、JISマーク品目の統合および性能規定化のため。

（3）プレテンション方式Ｔ桁橋

プレテンション方式Ｔ桁は、昭和 35 年（1960）に JIS A 5316（けた橋用プレストレストコンクリート橋げた）が制定された。スラブ桁と同様に平成 3 年（1991）にはボンドコントロール工法が採用されるようになった。その後、平成 7 年（1995）に JIS A 5313 と JIS A 5316 が統合し、この改正で現行の断面寸法となった。

年度	1960年 昭和35年制定	1971年 昭和46年制定	1980年 昭和55年制定	1991年 平成3年制定	1995年 平成7年制定	2000年 平成12年制定
規格	JIS A 5316	JIS A 5316	JIS A 5316	JIS A 5316	JIS A 5313	JIS A 5373
断面						同左
活荷重	T-20、T-14	T-20、T-14	T-20、T-14	T-20、T-14	A、B活荷重	A、B活荷重
適用支間	8～15m	10～21m	10～21m	14～21m	18～24m	18～24m
主桁コンクリート強度	500kg/cm^{2}以上	500kg/cm^{2}以上	500kg/cm^{2}以上	500kg/cm^{2}以上	49.1N/mm^{2}以上	50N/mm^{2}以上
中埋コンクリート強度	200kg/cm^{2}以上	240kg/cm^{2}以上	240kg/cm^{2}以上	240kg/cm^{2}以上	29.4N/mm^{2}以上	30N/mm^{2}以上
PC鋼材	5mmのPC鋼線またはSWPC7 9.3mm	SWPR7A 12.4mm	SWPR7A 12.4mm	SWPR7B 15.2mm ボンドコントロールを採用	SWPR7BN 12.7mmおよび 15.2mm	SWPR7BN 12.7mmおよび 15.2mm
改正の経緯		「PC道示」昭和43年制定に適合させるため。	「道路橋示方書」昭和53年改訂に適合させるため。	「道路橋示方書」平成2年改訂に適合させるため。	平成5年の「道路構造令」一部改訂と「道路橋示方書」平成6年改訂に適合させるため。	製品群規格への統合、JISマーク品目の統合および性能規定化のため。

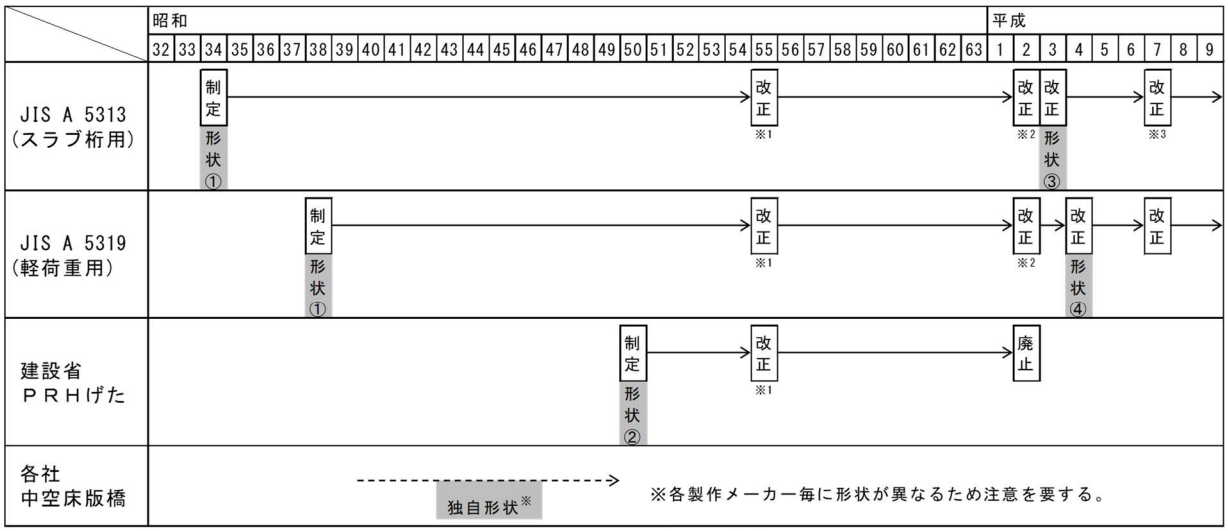
・着眼点

（1）プレテンション方式スラブ桁橋

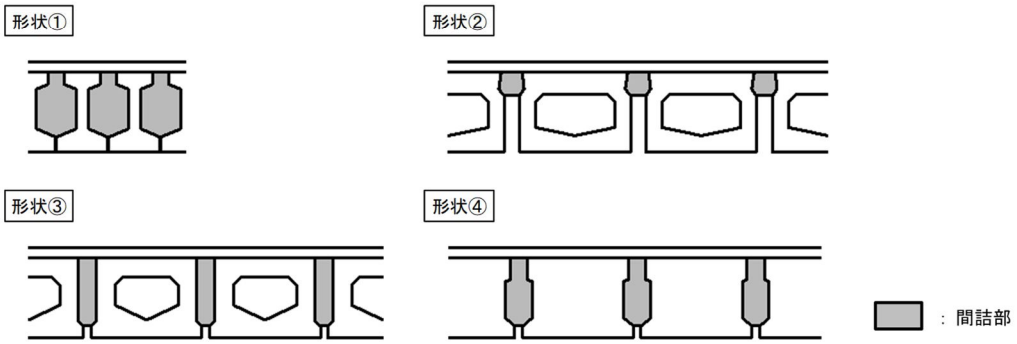
プレテンション方式スラブ桁（床版）橋の間詰め部から漏水が生じている場合、一般的には間詰め部が無筋コンクリートであることから、鉄筋腐食に対する配慮は不要であるが、横締め PC 鋼材の腐食には注意が必要である。間詰め部は、底面を鋼製や合成樹脂製の埋設型枠で覆われており、内部の劣化状況を確認できないことから、状況に応じて埋設型枠を撤去して調査する必要も考えられる。また、施工時期、橋長（支間長）、活荷重条件等により、主桁や間詰め部の形状がそれぞれ異なるため、点検に際し、施工図面や橋梁の事前調査等の情報を精査して、橋梁の構造形式を確定させることが重要となる。

なお、昭和 40 年前半頃から、PC 専業各社は、JIS A 5313 の型枠を利用して、独自の中空桁を開発してきたため、注意を要する。詳細は、プレストレスト・コンクリート建設業協会発刊の「PC 技術の変遷」に記載されている。

以下に、プレテンション方式スラブ桁（床版）橋の変遷と標準的な断面形状を示す。



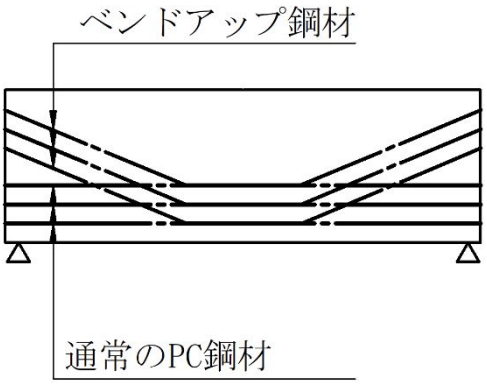
※1：道路橋示方書改定(S53)に対応した改正
2：塩化物量規制及びアルカリシリカ反応抑制に関する改正
3：道路構造令一部改定(H6)及び道路橋示方書改定(H6)に対応した改正



（2）プレテンション方式T桁橋

平成 16 年以前に設計・施工されたプレテンション方式 T 桁橋は、ベンドアップ跡埋めモルタルが剥落する可能性が高いため、特に第三者被害の可能性のある箇所に剥落対策がなされていない跡埋めモルタルが存在していないか着眼する必要がある。

また、第三者被害の可能性がある箇所に無対策の跡埋めモルタルが発見された場合には、速やかに対策する必要がある。下図にベンドアップ鋼材の配置イメージを、下写真にベンドアップ跡埋め部損傷例およびベンドアップ跡埋め部補修例を示す。





ベンドアップ跡埋め部損傷例



ベンドアップ跡埋め補修例

５．４．３　ポストテンション方式Ｔ桁橋の変遷と着眼点

・変遷

（１）初期のポストテンション桁橋

ポストテンション方式のプレストレストコンクリート桁を使った我が国初の現場工事は、東京駅6番、7番ホームである。昭和28年4月にマニエル定着工法により施工された。

本格的なPC鉄道橋の我が国最初のものは、昭和29年に架けられた国鉄信楽線第一大戸川橋梁で、スパン30mを有するこの橋の完成は後の橋梁長大化に期待を抱かせる技術的成果であった。

昭和30年代に入ると、いよいよ橋梁長大化の幕は切って落とされる。この時期の特筆すべき工事に桁長36.6mの札内橋（昭和34年、北海道）がある。

（２）ポストテンション標準桁橋

建設省標準設計は、昭和44年（1969）に「ポストテンション方式PC単純Tげた橋」が制定され、その後、昭和55年（1980）及び平成6年（1994）に改訂されている。ポストテンションけた橋の標準設計における断面形状や適用支間などの変遷を次ページの表および図に示す。

昭和44年（1969）の標準設計では、曲げモーメントに対して合理的にPC鋼材を配置するために主桁上縁部に箱抜きを設け、PC鋼材の約半分を定着していた。しかし、上縁の定着用箱抜き部の後埋めコンクリート部分からの浸水により、主桁やPC鋼材に損傷が生じることがあるため、平成6年（1994）の改訂では、PC鋼材をすべて桁端部に定着するよう変更された。また、型枠の転用を図ることを主たる目的に、ウェブと下フランジの幅が同じ寸胴タイプとなった。

昭和44年（1969）制定の適用支間としては14～40mであったが、現在では45mまで拡大されている。この理由としては、大容量のPC鋼材が利用可能となったことが挙げられる。制定当時は、1本のPC鋼線（12φ7）の引張荷重は75tf程度であったが、改訂されるたびに大容量のPC鋼材が用いられ、現在のPC鋼より線（12T15.2）では約4倍の320tfとなっている。

（３）プレキャストブロック工法

プレキャストブロック化は、桁製作のためのヤードの確保が困難な場合や、現場での工期短縮を要求される場合に採用されてきた工法であるが、技術労働者不足等の労働事情や合板型枠の削減要望の背景も加わって、昭和63年ごろから増加傾向である。

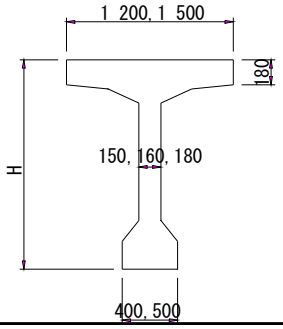
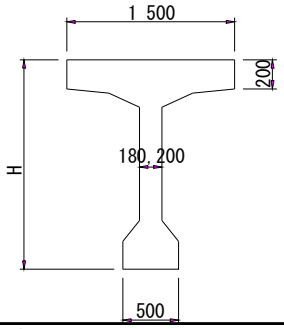
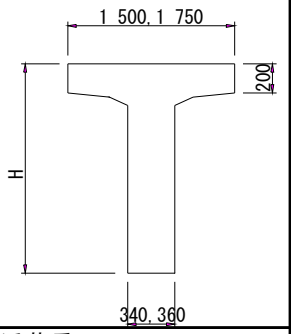
ブロック継目に関する細目についての規定は、道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編にあるが、主に箱桁を対象としており、T桁に対して十分に規定されていなかった。平成4年10月に（社）日本道路協会より「プレキャストブロック工法によるプレストレストコンクリート T げた道路橋設計施工指針」が発行された。

（４）横締め鋼材について

横締めPC鋼材は、昭和50年代中頃まではPC鋼棒あるいは12φ5mmなどの単線のPC鋼線が使用されていた。当時は、PC鋼棒は橋体幅が8mを下回る場合に適用することが多く、PC鋼線は橋体幅がこれより広い場合に用いられていた。これはPC鋼棒の場合、運搬や取り扱い上の制約から定尺長が8m以下であることと、ネジ式定着のため緊張時の定着ロス（減少量）も少なく、設計上有利となるからである。一方、PC鋼線の場合、定着ロスが大きい反面、運搬上の制約がないという利点があった。横締めPC鋼材の選定に関しては、特に設計上の規定はなく、設計者がそれぞれの特徴や経済性を考慮のうえで判断されていた。

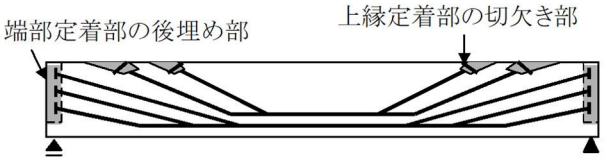
昭和46年にPC鋼より線がJIS化されたが、本格的に使用され始めたのは、昭和54年の「建設省制定土木構造物標準設計」改訂以降と思われる。なお、最近のPC道路橋ではPC鋼より線が使用されている場合が多く、PC鋼棒やPC鋼線はほとんど使用されていない。

ポストテンション方式標準桁（建設省標準設計）の変遷

	1969年制定 昭和44年制定	1980年改訂 昭和55年改訂	1994年改訂 平成6年改訂
断面寸法			
活荷重	TL-20, TL-14	同左	B活荷重
適用支間	14～40m	20～40m	20～45m
ｺﾝｸﾘｰﾄ強度	400kg/cm^2	同左	同左
ＰＣ鋼材	・支間L≦20の場合 PCｹｰﾌﾞﾙ(12φ5) ・支間L≧21の場合 PCｹｰﾌﾞﾙ(12φ7)	・支間L≦27の場合 PCｹｰﾌﾞﾙ(12φ7) ・支間L≧28の場合 PCｹｰﾌﾞﾙ(12T12.4)で 桁端部定着	・支間L≦25の場合 PCｹｰﾌﾞﾙ(7S12.7B) ・支間25m＜L≦38の場合 PCｹｰﾌﾞﾙ(12S12.7B) ・L＞38の場合 PCｹｰﾌﾞﾙ(12S15.2B) 全桁端部定着
間詰め床版幅	60cm以下	65cm以下	73cm以下
横締PC鋼材	PCｹｰﾌﾞﾙ(12φ5)を基本	PCｹｰﾌﾞﾙ(12φ5)および(12φ7)を基本。 PC鋼より線(1S17.8, 1S19.3, 1S21.8)も可	PC鋼より線(1S17.8, 1S19.3, 1S21.8) PCｹｰﾌﾞﾙ(12W5, 12W7)
場所打ちｺﾝｸﾘｰﾄ強度	300kg/cm2	同左	同左
改正の経緯		昭和50年の道路構造に関する基準に整合させるためと「道路橋示方書ｺﾝｸﾘｰﾄ編」（昭和53年）に適合させるため。	「道路橋示方書ｺﾝｸﾘｰﾄ橋編」（平成6年）に適合させるためと施工合理化を図るため。

主桁定着部

<u>1993年以前</u>
（平成５年以前）



マルチワイヤーケーブルを使用（12φ5,12φ7など）

<u>現　在</u>



マルチストランドケーブルを使用（12S12.7,12S15.2など）

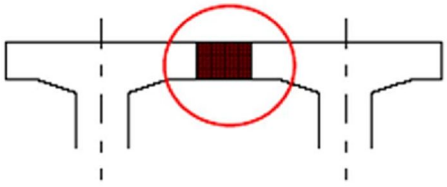
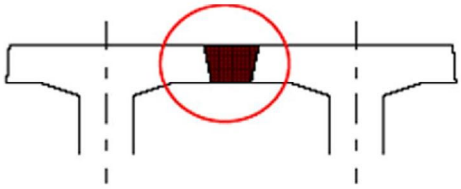
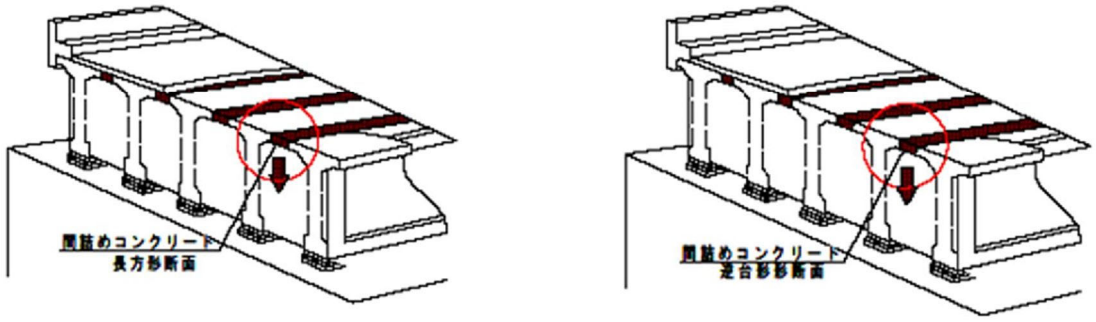
・着眼点

プレストレストコンクリート橋に適用されている PC 技術は、その時代に要求される性能と技術水準、使用材料などにより、時代の推移とともに変遷している。特にポストテンション方式 T 桁橋は、「建設省標準設計」を元に設計・施工されてきたため、その改訂年度による違いを知ることは、点検や維持管理を行ううえで重要である。以下にその事例を示す。

（1）床版間詰め部のコンクリート

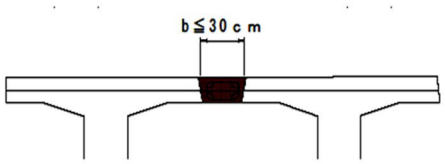
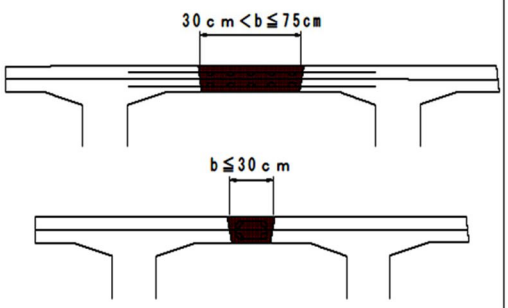
1）間詰めコンクリートの形状

下記の表のように、標準設計が発刊される前の昭和 45 年以前のプレテン T 桁や昭和 43 年以前のポステン T 桁は、間詰め部の断面形状が長方形となっているため、コンクリート落下に注意する必要がある。なお、現在は逆台形（クサビ形）に改良されている。

<table>
<tr><th colspan="2">ポスT</th><th colspan="2">プレT</th><th>間詰めコンクリートの形状</th></tr>
<tr><td>1968年以前</td><td>昭和43年以前</td><td>1970年以前</td><td>昭和45年以前</td><td>間詰めの形状が長方形であり、落下しやすい形状となっていた。
</td></tr>
<tr><td>1969年以後</td><td>昭和44年以後</td><td>1971年以後</td><td>昭和46年以後</td><td>間詰めの形状が逆台形（クサビ形状）であり、落下しにく形状である。
</td></tr>
<tr><td colspan="5">
</td></tr>
</table>

２）床版から間詰め部への鉄筋定着

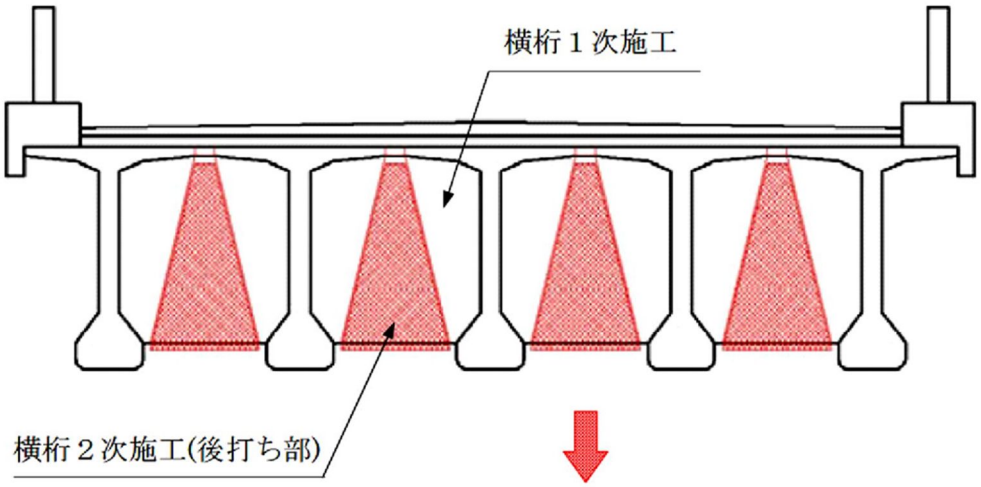
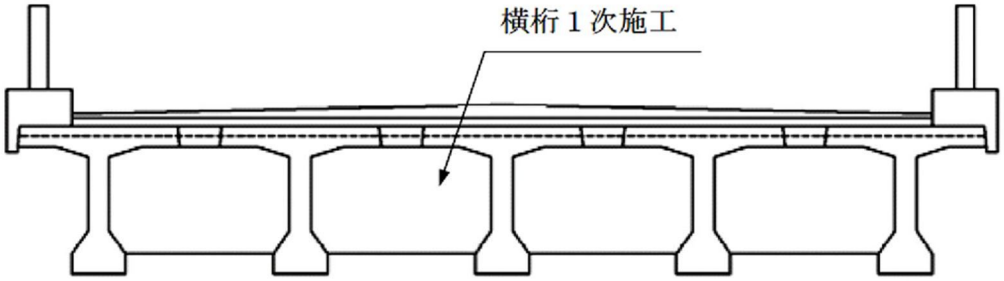
下記の表のように、プレテンT桁全般や、間詰め部の幅が30cm以下のポステンT桁は、主桁からの差し筋が間詰め床版に設置されていないため、間詰め部のコンクリート落下に注意する必要がある。

	間詰め部への鉄筋定着
プレテン桁	間詰めの幅が 30ｃｍ以下であることおよび、フルプレストレス状態で引張応力が生じない事より、床版から間詰め部への鉄筋は、年代を問わず設置されていない。 
ポステン桁	最初に制定された標準設計（昭和 44 年）は、床版から間詰め部への鉄筋が設置されていた。 右図に示すように間詰めコンクリート幅が 30ｃｍ以下の場合は現在でも鉄筋は設置されていない。 

（2）ポステン横桁の形状

施工が古いポステン桁の横桁は、後打ち部を斜めに施工していた場合がある（下表参照）。これは当時、主桁製作時に中間横桁の一部を主桁フランジ幅に合わせて打設していたためである。昭和 44 年に制定した標準設計では、現在と同様の横桁形状となっている。

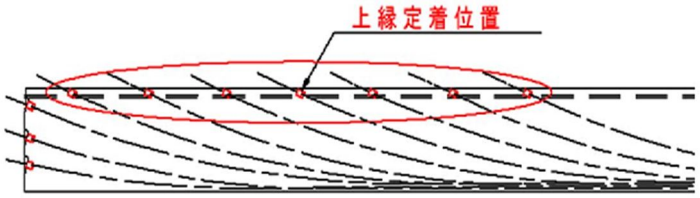
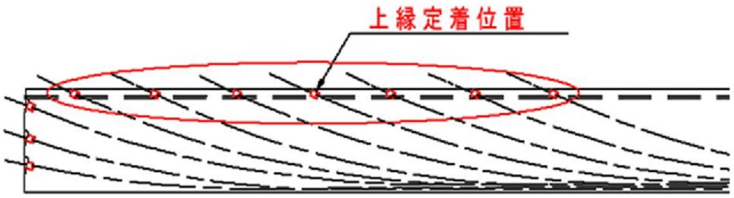
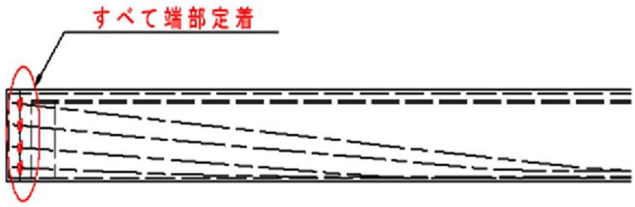
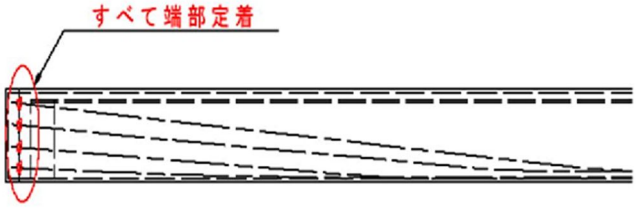
横桁が斜めに施工されているポステン桁の場合は、横桁の打ち継ぎ目から損傷が発生することがあるため、昭和 43 年以前の橋梁については注意する必要がある。

		横桁形状
1968年以前	昭和43年以前	
1969年以後	昭和44年以後	

（3）ポステン桁の床版上縁でのＰＣ主ケーブルの定着

ポステン桁の場合は、下表に示す年代別で PC ケーブルの定着位置が変更になっている。上縁定着となっている橋梁は、活荷重により定着部が損傷し舗装に異常が発生することが考えられる。

よって、昭和 54 年以前の設計および昭和 55 年～平成 5 年の設計で桁長 27m 以下のポステン桁は、舗装に異常があった場合定着部の損傷が考えられるため、注意する必要がある。

		PCケーブル定着工法
1979年以前	昭和54年以前	PCケーブルの一部を主桁上縁（床版上面）で定着している。 
1980年～1993年	昭和55年～平成5年	桁長が27m以下の場合は、PCケーブル(12φ7)を使用。 ケーブル本数が多いため、従来通り一部を主桁上縁（床版上面）で定着している。  桁長が28m以上の場合は、大容量のPCケーブル(12T12.4)を使用。 ケーブル本数が減り、主桁端部で全てのPCケーブルを定着している。 
1994年以後	平成6年以後	桁長に関係なく、主桁端部でPCケーブルを定着している。 

主桁上縁に PC ケーブルの定着装置が設置されている場合には、大型車両荷重の繰返し載荷の影響により（定着装置を埋設している）後埋めコンクリート部が損傷したり、舗装面からの雨水が浸入したりしやすい。

これに起因して定着装置の腐食が生じたり、さらに雨水がシースを伝って内部の PC ケーブルを腐食させたりする場合があるため、橋面上の舗装の異常の有無だけでなく、主桁にケーブルに沿ったひび割れや漏水・遊離石灰が生じていないか注意する必要がある。

５．４．４　場所打ちＰＣ橋の変遷と着眼点

（１）中空床版橋

中空床版橋に用いられる円筒型枠（ボイド管）については、それまでに確認された不具合を踏まえ、主に施工に関する改善が 2 度行われている。平成 12 年（2000 年）以前に設計・施工された中空床版橋は、特に円筒型枠の浮き上がりに伴う路面の異常がないか、円筒型枠に水抜き孔が設置されているか着眼して点検するとよい。水抜き孔がない場合、または水抜き孔が機能していないと思われる場合など、円筒型枠内に滞水が生じていないか確認する必要がある。

・平成 12 年（2000 年）

中空床版の不具合事例を踏まえた施工・管理の留意事項

① コンクリート打設時に円筒型枠の浮き上がり防止対策を十分に行うこと
② 円筒型枠上で所要の床版厚が確保されているか確認できる方法をとること
③ 水抜き孔を確実に設置すること
④ 水抜き孔を利用し、供用後もファイバースコープなど円筒型枠内部の点検を適宜実施すること

・平成 20 年（2008 年）

平成 19 年 11 月頃に発覚した強度偽装を踏まえた、円筒型枠性能の確認方法。

① 円筒型枠について、これまで確認してきた口径、割付寸法図に加え、板厚について検測した資料の提出。
② 口径毎にコンクリート打設時の浮力に対して十分な耐力が確認できる資料の提出。

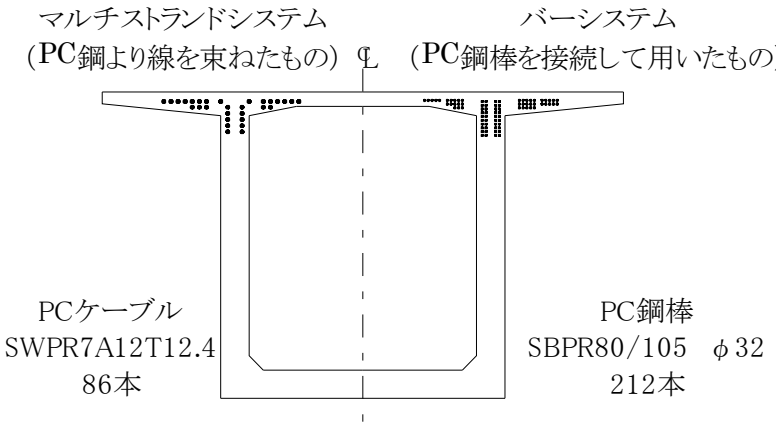
（２）箱桁橋

１）張出架設工法の PC 鋼材

張出し架設工法の PC 箱桁橋では、1959 年建設の嵐山橋で初めて採用された DW 鋼棒工法（φ32 など）が 1990 年代後半まで主流であった。

現在主流となっているマルチストランドシステム（12S12.7mm、12S15.2mm など）を用いた張出架設工法が採用され始めたのは 1980 年代後半からである。

DW 鋼棒工法（バーシステム）は、PC 鋼より線を用いたマルチストランドシステムと比較すると、PC 鋼材の配置本数が多い。また、DW 鋼棒工法ではグラウト注入・排出のためのホースの数も多くなるため、グラウトホースを束ねて配置されることもあった。



張出架設箱桁橋の PC 鋼材配置

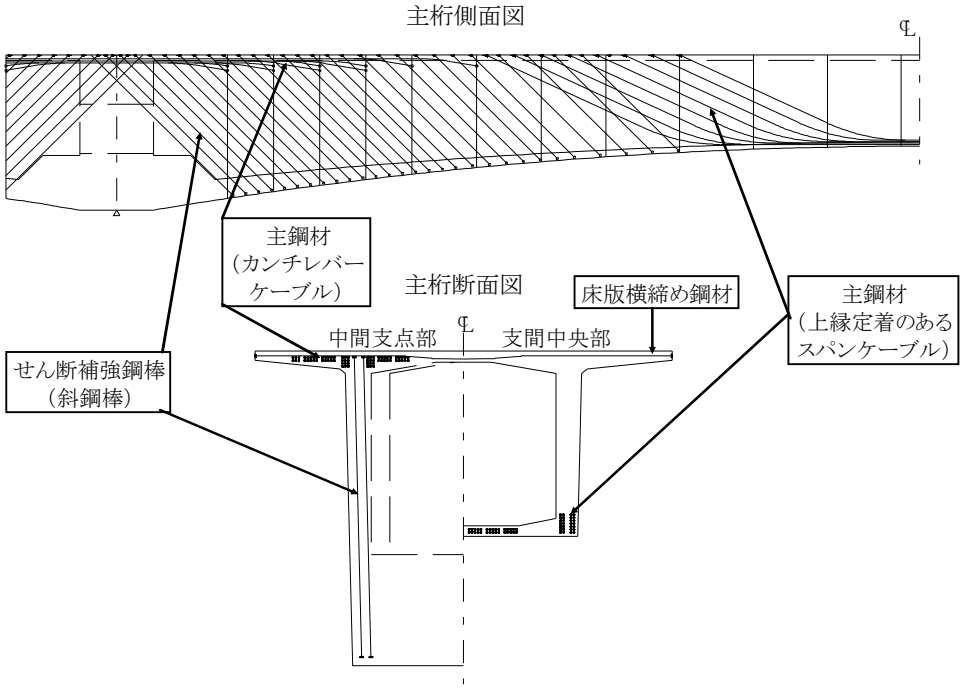
2）横締め PC 鋼材

1980 年頃までは、横締め PC 鋼材として PC 鋼棒や PC 鋼線 12φ5mm が使用されていた。PC 鋼棒は橋体幅が 8m を下回る場合に適用されることが多く、PC 鋼線は橋体幅がこれより広い場合に用いられていた。これは PC 鋼棒の場合、運搬や取り扱い上の制約から定尺長が 8m 以下であること、およびネジ式定着のためセットロスも少なく設計上有利となるからであった。一方 PC 鋼線の場合、比較的セットロスが大きい反面、運搬上の長さの制約がないという利点があった。横締め PC 鋼材の選定に関しては、特に設計上の規定はなく、設計者がそれぞれの特徴を考慮のうえで判断されていた。今日では横締め PC 鋼材として主にシングルストランド（PC 鋼より線 1S17.8mm、1S19.3mm、1S21.8mm など）が利用されている。

なお、箱桁の内空幅が 4m 以下および張出床版長が 1.5m 以下の場合は、RC 床版の可能性が高いため、横締め PC 鋼材は配置されていない。

3）せん断鋼棒

箱桁橋のようにウェブの少ない橋梁形式では、かつては、ウェブのせん断補強にせん断鋼棒（PC 鋼棒を斜めに配置した場合を斜鋼棒、鉛直に配置した場合を鉛直鋼棒とも呼ぶ）が使用されていた。鋼棒径は、配置の関係からφ26mm のものが多かったようである。また、鋼材のコストが高かった 1980 年代頃までは、補強効率を考慮して斜鋼棒の使用が多かったようである。それ以降では、コンクリートの打設性や斜鋼棒の場合 2 ブロックにまたがって配置されるため施工性を重視して鉛直鋼棒の使用が増えていった。その後、鉛直鋼棒のグラウト不良による突出事故により、1996 年あたりからウェブを多少厚くして PC 鋼棒を配置しない設計法が採用されるようになり、現在に至る。



1980 年代頃までの張出工法を用いた箱桁橋の PC 鋼材配置例

（3）セグメント目地

セグメント目地部は、1950 年代後半から 70 年代前半まで接着剤接合ではなく、数十ミリほどの厚さのモルタル目地構造であり、せん断キーは配置していない。この構造は、シースの接続が確実ではない場合にグラウト充填不足が生じやすいため、目地部からの錆汁や漏水が生じることがある。

接合目地の種類と特徴

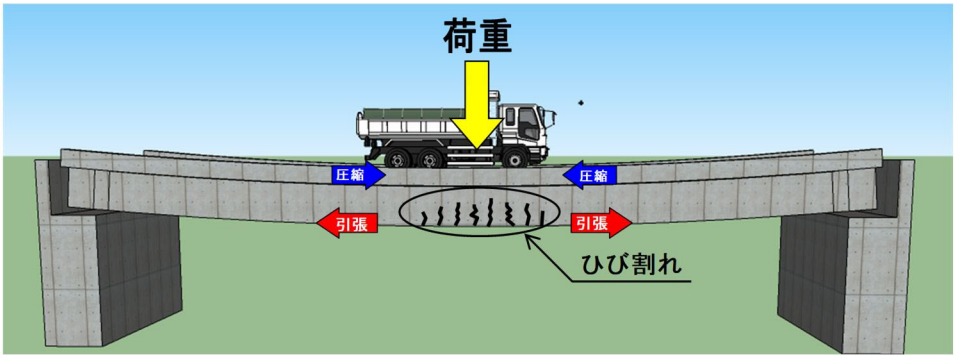
接着剤目地	・目地厚　0.2～0.3mm ・目地は接合面が完全に一致するようにする。 ・接着剤の塗布後、可使時間内にプレストレスの導入を行う。
樹脂注入目地	・目地厚　2～5mm ・樹脂が漏れないように型枠を設置するため、熟練と手間がかかる。 ・複雑な構造で、急速施工を要する場合に有利である。
ドライ目地	・目地に何も入れないでブロック同士を密着させる方法。 ・上フランジには水の浸透を防止するために、中央にネオプレンの帯を設置する。
ドライパッキング目地	・目地厚　2～3cm ・ドライモルタルの状態でプレストレス導入が可能である。 ・圧密による変形があるために精度を必要とする構造物に適さない。
コンクリート目地	・目地厚　30～60cm ・ブロックと同じ強度のコンクリートを打設する。 ・主桁と同程度の配筋が必要。
モルタル目地	・目地厚　5～10mm ・ブロックと同程度の強度なモルタルを打ち込む。

６．変状の発生原因と事例

６．１　曲げ（曲げる力のこと）による変状

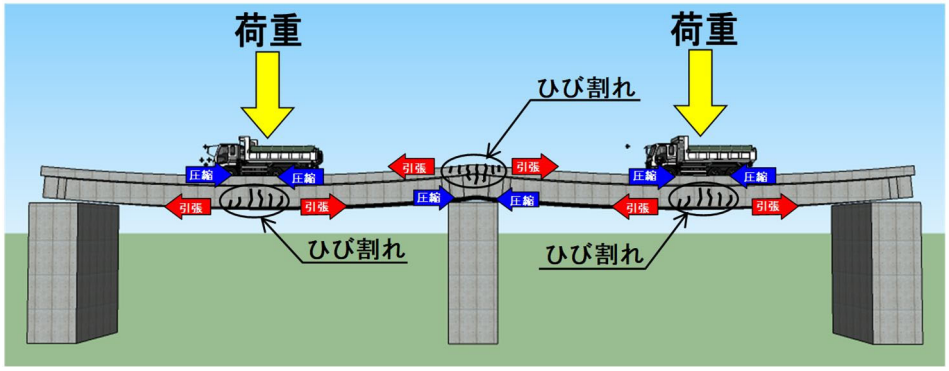
（１）単純桁橋の場合

単純桁は、死荷重や活荷重など鉛直方向下向きの力を受けて、弓形の変形（曲げ変形）を起こし、部材の下側に引張力、上側に圧縮力が発生する。変形の影響は支間中央部で最も顕著となり、作用する引張力が最大となる支間中央部下側付近でひび割れ等の変状が生じやすくなる。



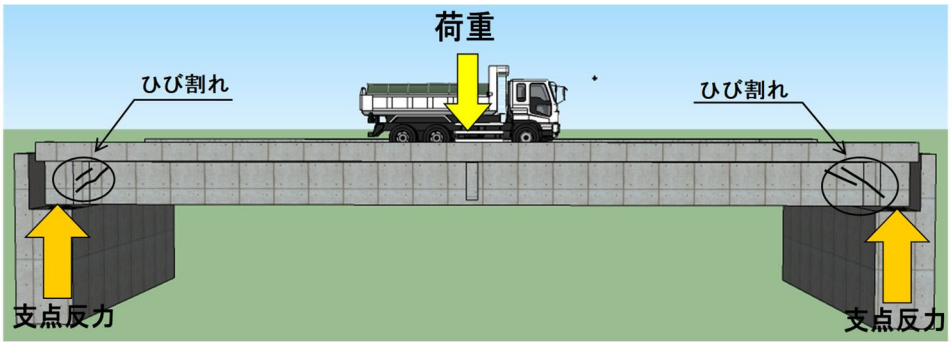
（２）連続桁橋の場合

連続桁の中間支点上は、荷重により支間中央部と逆方向（上向き）に変形を起こすため、部材の下側に圧縮力、上側に引張力が発生する。したがって、支間中央部に加え中間支点上の変状についても注意が必要である。



６．２　せん断力による変状

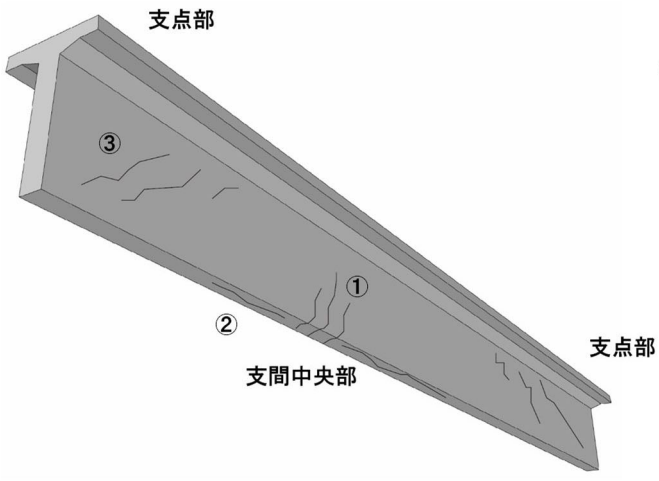
上部工には上記の曲げ以外に、力の作用面に沿って部材を切断しようとする力（せん断力）が発生する。特に支点部付近は、大きな支承反力が作用し発生するせん断力も大きくなるため、斜め方向にひび割れが発生することがある。

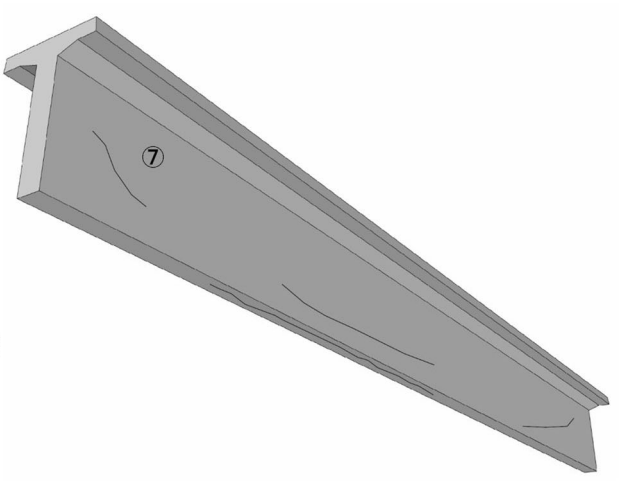


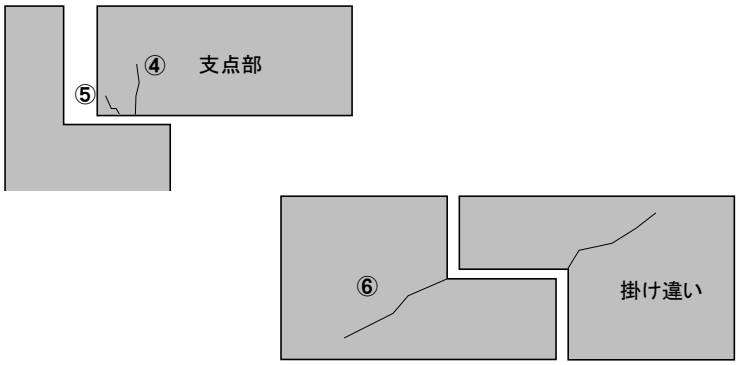
６．３　変状部位の事例

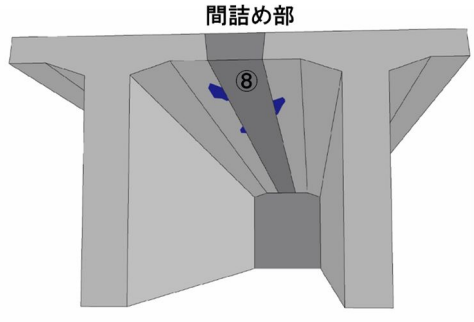
ポストテンション方式Ｔ桁橋、プレテンション方式スラブ桁橋、ポストテンション方式中空床版橋および箱桁橋において考えられる変状部位の事例を以下の図に示す。

・ポストテンション方式Ｔ桁橋

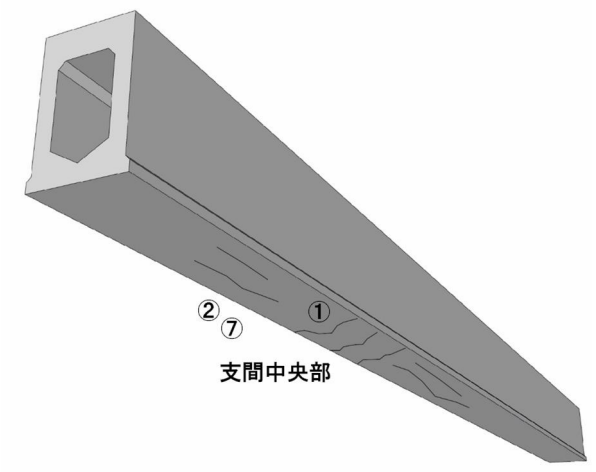


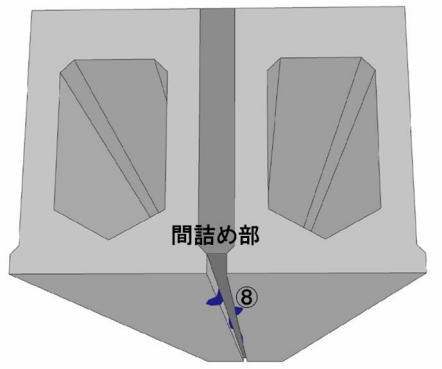




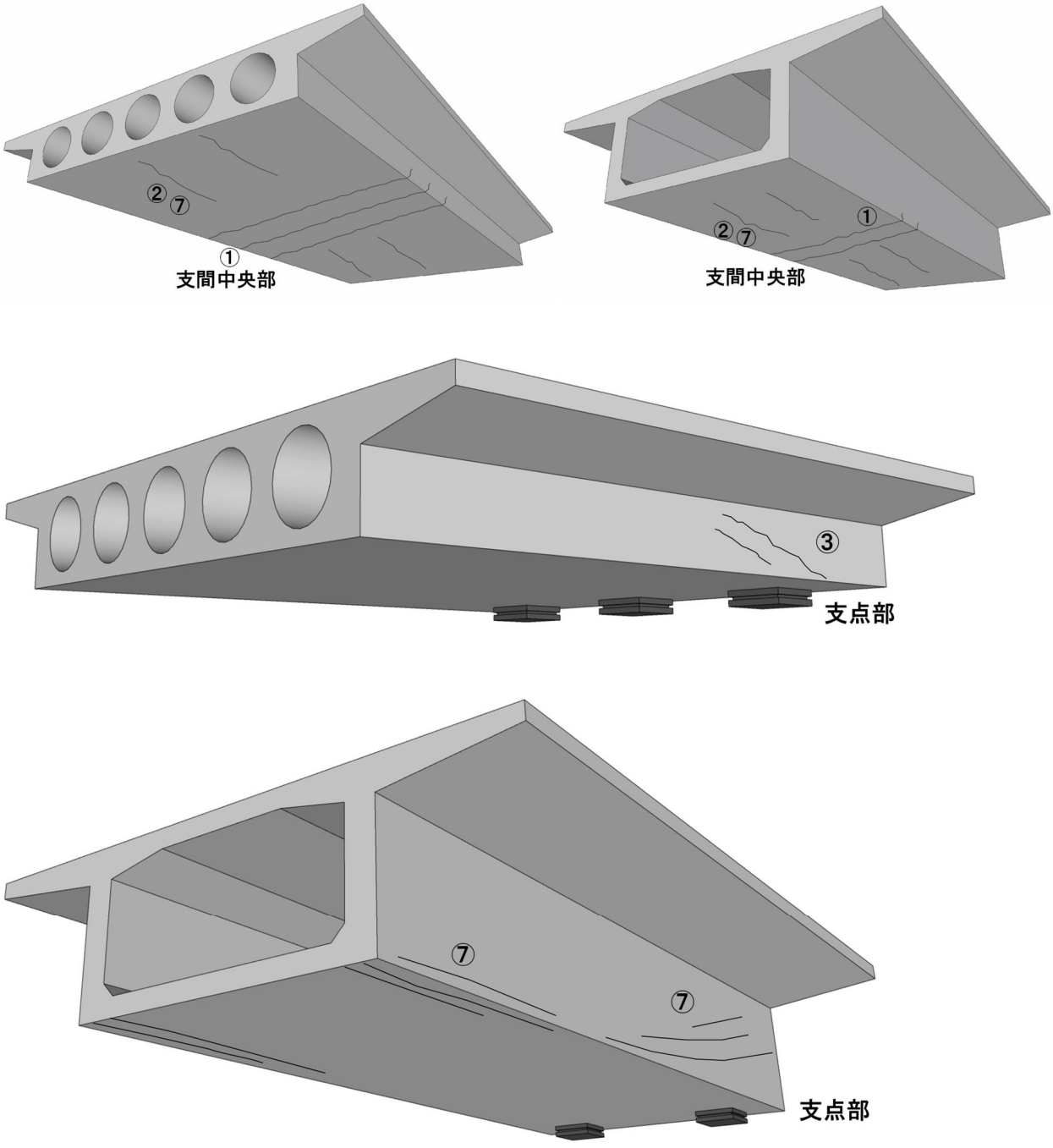


・プレテンション方式スラブ桁橋





・ポストテンション方式中空床版橋および箱桁橋



① 支間中央の桁下面での桁直角方向のひび割れ
② 桁下面における橋軸方向のひび割れ
③ 支点付近～支間 1/4 付近の側面のひび割れ
④ 支点（支承部）周辺のひび割れ
⑤ 桁端部周辺のひび割れ
⑥ 掛け違い部や断面急変部のひび割れ
⑦ PC 鋼材に沿った橋軸方向のひび割れ
⑧ 間詰め部からの漏水

６．４　ＰＣ橋の調査項目

プレストレストコンクリート道路橋の変状を把握する調査項目は、下記の項目とする。

① ひび割れ・遊離石灰
② コンクリートのうき・剥離
③ 鉄筋露出
④ 床版ひび割れ、抜け落ち
⑤ PC 鋼材定着部の異常（主桁・横桁・床版）
⑥ 漏水・滞水

これらの項目は、近畿地整のＰＣ橋に関する一巡目の定期点検結果を踏まえても、変状事例としての事例が多く、点検・調査における着眼点として重要である。

なお、PC 橋は変状が表面化した時には劣化がかなり進行し深刻な状況である場合もあるため、微細なひび割れや変状であっても、「橋梁定期点検要領」に則り、**損傷原因や進行可能性が不明な場合は、対策区分の判定において詳細調査や追跡調査の判定を下すことが重要**である。

次ページ以降の点検ガイドにおいては、主に上記の調査項目に着目した事例および対策区分判定のポイントを示す。

７．ＰＣ橋の点検

７．１　点検ガイドの説明（概要、利用方法）

本マニュアルの調査時における利用方法

劣化・損傷が発見された部位、この例では桁の下面における橋軸方向ひび割れに着目。

着目部位に発生している変状の状況を示す。

点検ガイドの No

着目部位が主桁のどの箇所を示しているか図で表記している。

当該部位に発生した変状に対し、どこに注意すべきかを記述している。

過去の調査事例での変状写真を元にして現状と照合し、部位や損傷状況を判断する。

着目部位や変状の種類によって、推察できる発生原因を列記している。実際には環境条件も加味して推定することが必要である。

発生している変状の程度をおおまかに分類し、損傷の程度を推察するための指標としている。

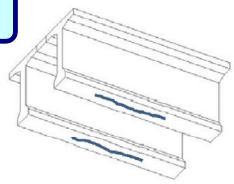
発生原因と発見された損傷程度により、どのような判定区分が考えられるかを示している。

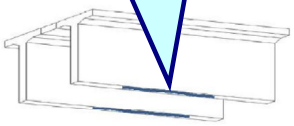
本手引きは、構造物に生じた変状の発生原因や劣化・損傷などの程度から対策区分の判定の一助となるよう作成したものである。
よって、詳細調査や緊急対策が必要と判断した場合には、早急に専門家に調査を依頼し、以降の対策を策定すべきである。

No2-1　桁下面　橋軸方向のひび割れ（Ｔ桁橋）

着目部位	②桁下面　橋軸方向	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図





点検時の着目点と記録のポイント

・支間中央付近は PC 鋼材が桁下縁付近に集中的に配置されているので、その変状に着目する。
・PC 鋼材が配置されている部位に水染みがないか。
・ひび割れから漏水や遊離石灰、が生じていないか。

事例写真







主な発生原因

①PC 鋼材またはシースの腐食（グラウト充填不良）
②かぶり不足等による橋軸方向鉄筋の腐食
③ASR（アルカリ骨材反応）
④初期ひび割れ

損傷程度

最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れ幅が小さい	ひび割れ幅が中位	ひび割れ幅が
PC 構造 0.1mm 未満	PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	PC 構造 0.2mm 以上

最小ひび割れ間隔に着目
ひび割れ間隔：小さい→最小ひび割れ間隔 0.5m 未満
ひび割れ間隔：大きい→最小ひび割れ間隔 0.5m 以上

ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい		
【b】 / 【c】	【c】 / 【d】	【d】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

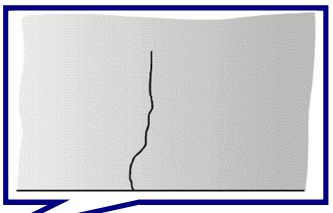
対策区分判定のポイント

原因が①または③と想定される場合、構造の安全性に関わる可能性があるため、速やかに詳細調査を実施し、原因を特定する必要がある。漏水や遊離石灰が生じている場合は特に注意が必要。	S1
原因が①と特定されており、かつ錆汁が確認される場合、PC 鋼材の破断の恐れがあるため，早急に補修・補強等の対応を行う必要がある。PC 鋼材の健全性が確認されている場合は予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	C1,C2 E1
原因が②または④の場合、ただちに構造の安全性に影響を与えるものではないため、損傷の程度や周辺環境を考慮したうえで総合的に判定すれば良い。	A,B, C1
原因が③と特定されており、かつポステン桁の場合、プレストレスが維持されていれば、ただちに構造物の安全性に影響を与える物ではない。ただし、桁端部の定着具周辺の損傷状況を確認する必要がある。	A,B, C1,S2
原因が③と特定されており、かつプレテン桁の場合、PC 鋼材に沿った過大なひび割れの発生により PC 鋼材の付着が切れると構造の安全性に大きく影響するため留意する必要がある。	A,B, C1,C2, E1

「損傷程度」と「判定区分」について

コンクリート桁に現れる損傷は、発生箇所とその程度により、橋に与える影響を推察することが可能な場合がある。表中の「損傷程度」は、その判断の指標を表現している。

また、下表では「対応策」の用語を説明する。

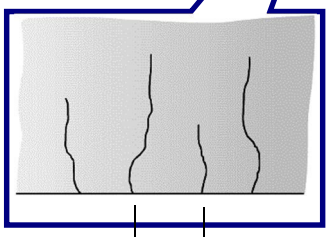


ひび割れの幅が
0.2mm 以上か未満

0.2mm 以上だと、
損傷程度が大きい

損傷程度	最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）		
	ひび割れ幅が小さい PC 構造 0.1mm 未満	ひび割れ幅が中位 PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	ひび割れ幅が大きい PC 構造 0.2mm 以上
	ひび割れ最小間隔に着目 ひび割れ間隔：小さい→ひび割れ最小間隔 0.5m 未満 ひび割れ間隔：大きい→ひび割れ最小間隔 0.5m 以上		
	ひび割れ間隔 小さい【b】ひび割れ間隔 大きい	ひび割れ間隔 小さい【c】ひび割れ間隔 大きい	ひび割れ間隔 小さい【d】ひび割れ間隔 大きい
	小さい ← 損傷の程度 → 大きい		

アルファベットは橋梁定期点検要領に準拠



ひび割れ間隔

ひび割れの最小間隔が
0.5m 未満か以上か

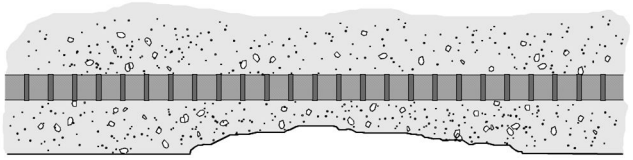
ひび割れ間隔が狭いほうが損傷度が大きい（ひび割れが密に生じている）

〔その他の判定基準〕

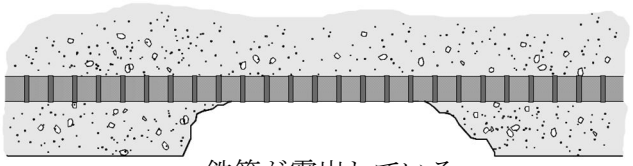
- 漏水の有無
- 遊離石灰の有無
- 錆汁の有無

損傷程度

【コンクリートの剥落・鉄筋露出の状況】



剥離のみで鉄筋露出はない



鉄筋が露出している

「対策区分の判定区分」についての説明※1

判定区分	判定の内容
A	損傷が認められないか、損傷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、速やかに補修等を行う必要がある。
C2	橋梁構造の安全性の観点から、速やかに補修等を行う必要がある。
E1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある。
E2	その他、緊急対応の必要がある。
M	維持工事で対応する必要がある。
S1	詳細調査の必要がある。
S2	追跡調査の必要がある。

※1 橋梁定期点検要領　平成 31 年 3 月　国土交通省「6.対策区分の判定」

７．２　橋梁形式に対応する点検ガイド

以下に，橋梁形式とその形式に対応する点検票を示す。

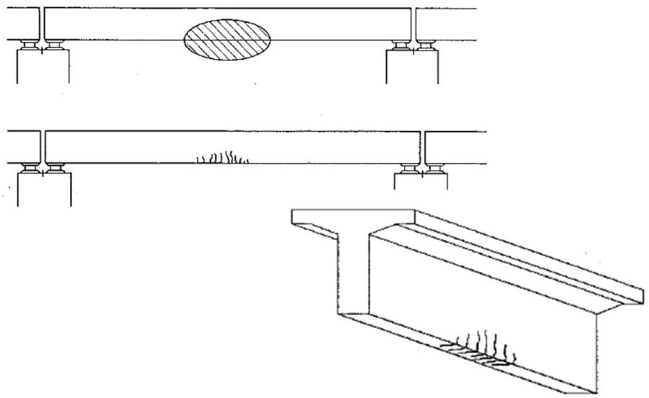
ガイドNo	着目部位	対象となる変状	橋梁形式				
			ﾎﾟｽﾄﾃﾝｼｮﾝ方式T桁橋	ﾌﾟﾚﾃﾝｼｮﾝ方式T桁橋	ﾌﾟﾚﾃﾝｼｮﾝ方式スラブ桁橋	ﾎﾟｽﾄﾃﾝｼｮﾝ方式中空床版橋	ﾎﾟｽﾄﾃﾝｼｮﾝ方式箱桁橋
1-1	①支間中央部 （T桁橋）	ひび割れ・漏水 ・遊離石灰	○	○	―	―	―
1-2	①支間中央部 （床版橋・箱桁橋）	ひび割れ・漏水 ・遊離石灰	―	―	○	○	○
2-1	②桁下面　橋軸方向 （T桁橋）	ひび割れ・漏水 ・遊離石灰	○	○	―	―	―
2-2	②桁下面　橋軸方向 （床版橋・箱桁橋）	ひび割れ・漏水 ・遊離石灰	―	―	○	○	○
3	③支点～支間1/4桁側面	ひび割れ・漏水 ・遊離石灰	○	○	○	○	○
4	④支点周辺 ⑤桁端部周辺	ひび割れ・漏水 ・遊離石灰	○	○	○	○	○
5	⑥掛け違い部 断面急変部	ひび割れ・漏水 ・遊離石灰	○	○	○	○	○
6	⑦ウェブ側面 （PC鋼材に沿う）	ひび割れ・漏水 ・遊離石灰	○	○	○	○	○
7-1	PC定着部(縦締め)	ひび割れ・漏水 ・遊離石灰	○	―	―	○	○
7-2	PC定着部(横締め)	ひび割れ・漏水 ・遊離石灰	○	○	○	○	○
8-1	セグメント目地	漏水・遊離石灰	○	―	―	○	○
8-2	打継目地	ひび割れ・漏水 ・遊離石灰	○	―	―	○	○
9	下フランジ部	剥離・鉄筋露出	○	○	○	○	○
10	ウェブ側面	剥離・鉄筋露出	○	○	―	○	○
11	上フランジ部(外桁)	剥離・鉄筋露出	○	○	―	○	○
12	④支点周辺 ⑤桁端部周辺	剥離・鉄筋露出	○	○	○	○	○
13-1	⑧床版間詰め部	ひび割れ・漏水・遊離石灰・抜け落ち・剥離・鉄筋露出	○	○	―	―	―
13-2	⑧床版間詰め部	漏水・遊離石灰	―	―	○	―	―

７．３　点検ガイド

No1-1　支間中央　橋軸直角方向のひび割れ（Ｔ桁橋）

着目部位	①支間中央部	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図

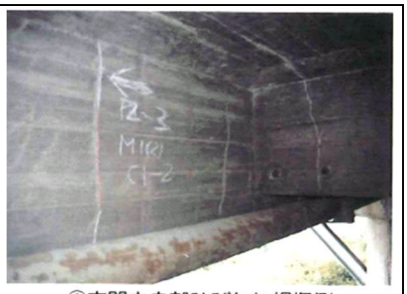


点検時の着目点と記録のポイント

・載荷荷重による曲げモーメントが大きい支間中央部付近の変状に着目する。

・PC 鋼材が桁下縁付近に集中的に配置されているので、その変状に着目する。

事例写真



①支間中央部ひびわれ損傷例





主な発生原因

①活荷重の増大。過積載車両の通行
②プレストレスの想定外の低下（鋼材腐食等）
③舗装のオーバーレイ等による死荷重の増大
④かぶり不足等によるスターラップ等の鉄筋の腐食

損傷程度

最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れ幅が小さい	ひび割れ幅が中位	ひび割れ幅が大きい
PC 構造 0.1mm 未満	PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	PC 構造 0.2mm 以上

最小ひび割れ間隔に着目

ひび割れ間隔：小さい→最小ひび割れ間隔 0.5m 未満

ひび割れ間隔：大きい→最小ひび割れ間隔 0.5m 以上

ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい		
【b】 / 【c】	【c】 / 【d】	【d】 / 【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

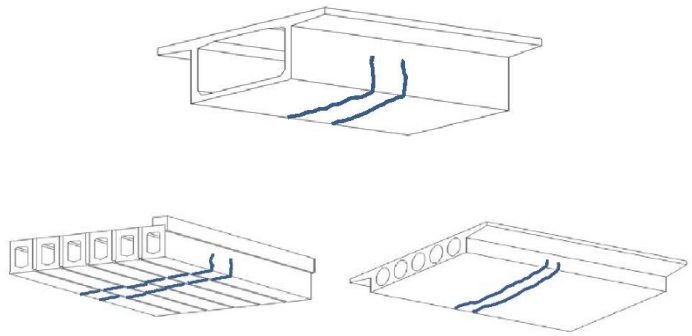
対策区分判定のポイント

原因が①～③の何れかと想定される場合、構造物の安全性に関わるため(PC 構造は設計上曲げひび割れの発生を許容していない)、詳細調査を実施し、原因を特定する必要がある。	S1
原因が①～③の何れかに特定されている場合、PC 構造の曲げひび割れは構造物の安全性の低下が疑われる。	C1,C2, E1
原因が④の場合、ひび割れの発生が構造物の安全性に大きく影響を与えるものではないことを考慮し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	A,B, C1,S2

No1-2　支間中央　橋軸直角方向のひび割れ（床版橋・箱桁橋）

着目部位	①支間中央部	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・載荷荷重による曲げモーメントが大きい支間中央部付近の変状に着目する。

・PC 鋼材が桁下縁付近に集中的に配置されているので、その変状に着目する。

事例写真

主な発生原因

①活荷重の増大。過積載車両の通行
②プレストレスの想定外の低下（鋼材腐食等）
③舗装のオーバーレイ等による死荷重の増大
④かぶり不足等によるスターラップ等の鉄筋の腐食

損傷程度

最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れ幅が小さい	ひび割れ幅が中位	ひび割れ幅が大きい
PC 構造 0.1mm 未満	PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	PC 構造 0.2mm 以上

最小ひび割れ間隔に着目

ひび割れ間隔：小さい→最小ひび割れ間隔 0.5m 未満

ひび割れ間隔：大きい→最小ひび割れ間隔 0.5m 以上

ひび割れ間隔 小さい 【b】 ひび割れ間隔 大きい 【c】	ひび割れ間隔 小さい 【c】 ひび割れ間隔 大きい 【d】	ひび割れ間隔 小さい 【d】 ひび割れ間隔 大きい 【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

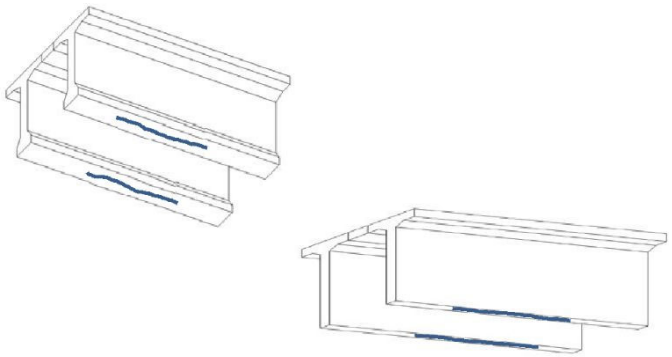
対策区分判定のポイント

原因が①～③の何れかと想定される場合、構造物の安全性に関わるため(PC 構造は設計上曲げひび割れの発生を許容していない)、詳細調査を実施し、原因を特定する必要がある。	S1
原因が①～③の何れかに特定されている場合、PC 構造の曲げひび割れは構造物の安全性の低下が疑われる。	C1,C2, E1
原因が④の場合、ひび割れの発生が構造物の安全性にただちに影響を与えるものではないことを考慮し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	A,B, C1,S2

No2-1　桁下面　橋軸方向のひび割れ（Ｔ桁橋）

着目部位	②桁下面　橋軸方向	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・支間中央付近は PC 鋼材が桁下縁付近に集中的に配置されているので、その変状に着目する。
・PC 鋼材が配置されている部位に水染みがないか。
・ひび割れから漏水や遊離石灰、錆汁が生じていないか。

事例写真





主な発生原因

①PC 鋼材またはシースの腐食（グラウト充填不良）
②かぶり不足等による橋軸方向鉄筋の腐食
③ASR（アルカリ骨材反応）
④初期ひび割れ

損傷程度

最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れ幅が小さい	ひび割れ幅が中位	ひび割れ幅が大きい
PC 構造 0.1mm 未満	PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	PC 構造 0.2mm 以上

最小ひび割れ間隔に着目

ひび割れ間隔：小さい→最小ひび割れ間隔 0.5m 未満
ひび割れ間隔：大きい→最小ひび割れ間隔 0.5m 以上

ひび割れ間隔　小さい【b】 ひび割れ間隔　大きい【c】	ひび割れ間隔　小さい【c】 ひび割れ間隔　大きい【d】	ひび割れ間隔　小さい【d】 ひび割れ間隔　大きい【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

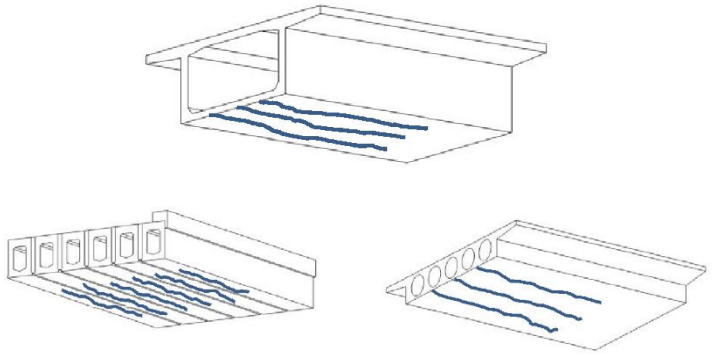
対策区分判定のポイント

原因が①または③と想定される場合、構造の安全性に関わる可能性があるため、速やかに詳細調査を実施し、原因を特定する必要がある。漏水や遊離石灰が生じている場合は特に注意が必要。	S1
原因が①と特定されており、かつ錆汁が確認される場合、PC 鋼材の破断の恐れがあるため，早急に補修・補強等の対応を行う必要がある。PC 鋼材の健全性が確認されている場合は予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	C1,C2 E1
原因が②または④の場合、ただちに構造の安全性に影響を与えるものではないため、損傷の程度や周辺環境を考慮したうえで総合的に判定すれば良い。	A,B, C1
原因が③と特定されており、かつポステン桁の場合、プレストレスが維持されていれば、ただちに構造物の安全性に影響を与える物ではない。ただし、桁端部の定着具周辺の損傷状況を確認する必要がある。	A,B, C1,S2
原因が③と特定されており、かつプレテン桁の場合、PC 鋼材に沿った過大なひび割れの発生により PC 鋼材の付着が切れると構造の安全性に大きく影響するため留意する必要がある。	A,B, C1,C2, E1

No2-2　桁下面　橋軸方向のひび割れ（床版橋・箱桁橋）

着目部位	②桁下面　橋軸方向	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・支間中央付近は PC 鋼材が桁下縁付近に集中的に配置されているので、その変状に着目する。
・PC 鋼材が配置されている部位に水染みがないか。
・ひび割れから漏水や遊離石灰、錆汁が生じていないか。

事例写真





主な発生原因

①PC 鋼材またはシースの腐食（グラウト充填不良）
②かぶり不足等による橋軸方向鉄筋の腐食
③ASR（アルカリ骨材反応）
④初期ひび割れ

損傷程度

最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れ幅が小さい	ひび割れ幅が中位	ひび割れ幅が大きい
PC 構造 0.1mm 未満	PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	PC 構造 0.2mm 以上

最小ひび割れ間隔に着目

ひび割れ間隔：小さい→最小ひび割れ間隔 0.5m 未満
ひび割れ間隔：大きい→最小ひび割れ間隔 0.5m 以上

ひび割れ間隔　小さい → 【b】 ひび割れ間隔　大きい → 【c】	ひび割れ間隔　小さい → 【c】 ひび割れ間隔　大きい → 【d】	ひび割れ間隔　小さい → 【d】 ひび割れ間隔　大きい → 【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

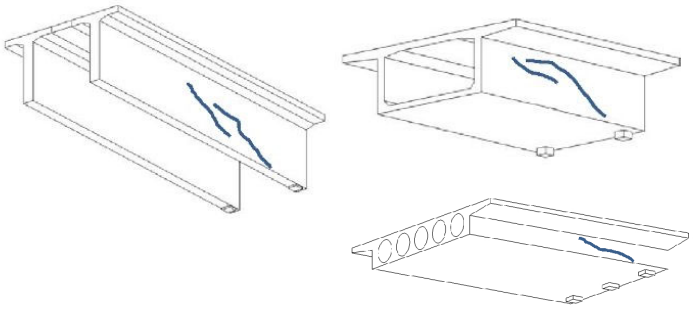
対策区分判定のポイント

原因が①または③の何れかと想定される場合、構造の安全性に関わる可能性があるため、速やかに詳細調査を実施し、原因を特定する必要がある。漏水や遊離石灰が生じている場合は特に注意が必要。	S1
原因が①と特定されており、かつ錆汁が確認される場合は、PC 鋼材の破断の恐れがあるため，早急に補修・補強等の対応を行う必要がある。PC 鋼材の健全性が確認されている場合は予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	C1,C2 E1
原因が②または④の場合、ただちに構造物の安全性に影響を与えるものではないため、損傷の程度や周辺環境を考慮したうえで総合的に判定すれば良い。	A,B, C1,S2
原因が③と特定されており、かつポステン桁の場合、ただちに構造の安全性に影響を与える物ではない。ただし、桁端部の定着具周辺の損傷状況を確認する必要がある。	A,B, C1
原因が③と特定されており、かつプレテン桁の場合、PC 鋼材に沿った過大なひび割れの発生により PC 鋼材の付着が切れると構造の安全性に大きく影響するため留意する必要がある。	A,B, C1,C2, E1

No3　支点～支間 1/4 桁側面

着目部位	③支点～支間 1/4 桁側面	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・せん断力の影響が大きい桁端部のウェブの変状に着目する。
・ひび割れの方向が支点部からの斜め方向であり、構造安全性に影響を与えるせん断ひび割れの可能性が考えられる。

事例写真





主な発生原因

①活荷重の増大。過積載車両の通行
②プレストレスの想定外の低下（鋼材腐食等）
③舗装のオーバーレイ等による死荷重の増大
④ウェブ厚や斜引張鉄筋量の不足

損傷程度

最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れ幅が小さい	ひび割れ幅が中位	ひび割れ幅が大きい
PC 構造 0.1mm 未満	PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	PC 構造 0.2mm 以上

最小ひび割れ間隔に着目
ひび割れ間隔：小さい→最小ひび割れ間隔 0.5m 未満
ひび割れ間隔：大きい→最小ひび割れ間隔 0.5m 以上

ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい	ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい	ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい
【b】 / 【c】	【c】 / 【d】	【d】 / 【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

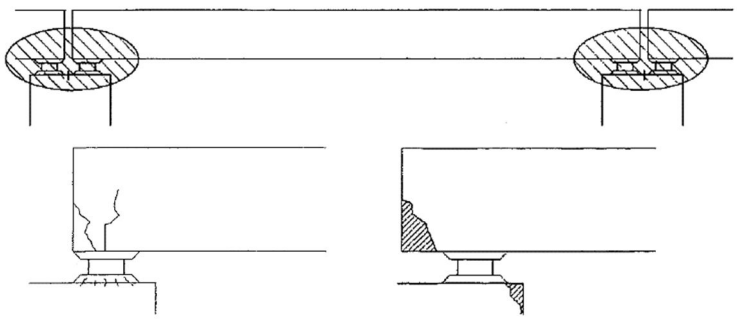
対策区分判定のポイント

原因が①～④の何れかと想定される場合、構造の安全性に関わるため、詳細調査を実施し、原因を特定する必要がある。	S1
原因が①～④の何れかに特定されている場合、構造物の安全性の低下が疑われる。	C2,E1

No4　支点周辺・桁端部周辺

着目部位	④支点周辺 ⑤桁端部周辺	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・支承部は上部工の反力が集中する箇所で、桁下面の変状に着目する。
・鋼製支承の機能不全による拘束が生じていないか。ゴム支承の劣化や異常な変形が生じていないか。
・伸縮部からの漏水などで、水や泥が溜まっていないか。
・ひび割れからの遊離石灰や漏水が生じていないか。

事例写真







主な発生原因

①地震や温度変化等による桁端部の衝突
②支承の損傷による、桁の移動拘束
③伸縮装置部からの漏水による桁端部の劣化

損傷程度

最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れ幅が小さい PC 構造 0.1mm 未満	ひび割れ幅が中位 PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	ひび割れ幅が大きい PC 構造 0.2mm 以上

最小ひび割れ間隔に着目

ひび割れ間隔：小さい→最小ひび割れ間隔 0.5m 未満
ひび割れ間隔：大きい→最小ひび割れ間隔 0.5m 以上

ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい	ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい	ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい
【b】 / 【c】	【c】 / 【d】	【d】 / 【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

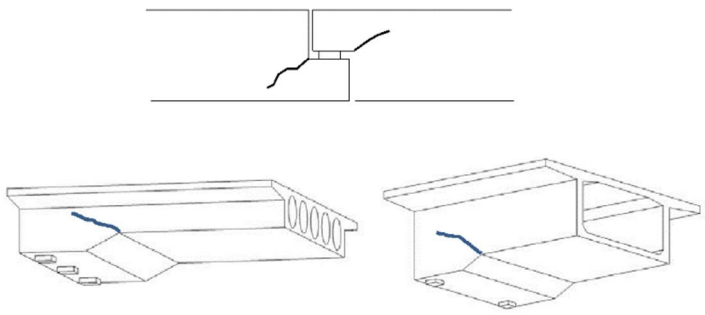
対策区分判定のポイント

原因が③と想定され、ポステン桁であり PC 鋼材の定着部が損傷している場合、プレストレスの減少による構造物の安全性の低下が懸念される。	C2,E1
原因が③と想定され、プレテン桁の場合、ただちに構造の安全性に影響を与えるものではない。 ただし、支承部分の損傷状況を確認する必要がある。	B,C1,M
原因が①と想定され、段差や支承の損傷が確認されない場合、現状で構造的に安定していることから、ただちに補修等を行う必要はない。	A,B,M,S2
原因が②と想定され、連続桁で移動量が大きい場合、構造物の安全性に影響を与える可能性があるため、速やかに補修等を行う必要がある。	C1,C2,E1
原因が②と想定され、単純桁で移動量が小さい場合、構造物の安全性にただちに影響を与えるものではないことを考慮し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	A,B,C1
原因が①または②の何れかと想定され、主桁の損傷程度が大きい場合は、速やかに補修等を行う必要がある。	C2,E1,S1

No5　掛け違い部・断面急変部

着目部位	⑥掛け違い部 断面急変部	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・構造的に局部的な力が作用しやすい箇所のため隅角部の変状に着目する。
・断面の急変部の応力集中による変状に着目する。
・ひび割れから遊離石灰や漏水が生じていないか。

事例写真







主な発生原因

①活荷重の増大。過積載車両の通行
②断面の急変による応力集中
③伸縮装置部からの漏水による掛け違い部の劣化

損傷程度

最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れ幅が小さい PC 構造 0.1mm 未満	ひび割れ幅が中位 PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	ひび割れ幅が大きい PC 構造 0.2mm 以上

最小ひび割れ間隔に着目
ひび割れ間隔：小さい→最小ひび割れ間隔 0.5m 未満
ひび割れ間隔：大きい→最小ひび割れ間隔 0.5m 以上

ひび割れ間隔　小さい → 【b】 ひび割れ間隔　大きい → 【c】	ひび割れ間隔　小さい → 【c】 ひび割れ間隔　大きい → 【d】	ひび割れ間隔　小さい → 【d】 ひび割れ間隔　大きい → 【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

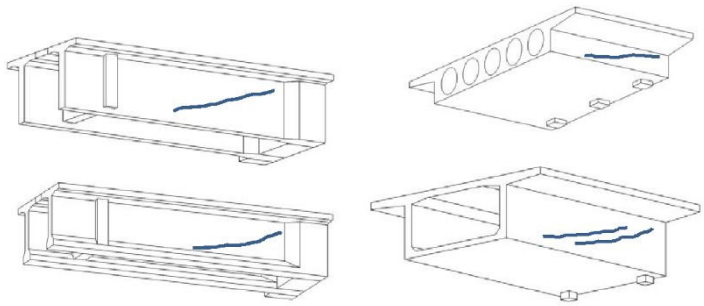
対策区分判定のポイント

原因が①～③の何れかと想定され、損傷個所がメナーゼヒンジ部である場合、構造の安全性に関わる可能性があるため、速やかに詳細調査を実施し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	S1,C2,E1
原因が②と想定され、損傷個所が断面変化部の場合、ひび割れの発生が構造物の安全性にただちに影響を与えるものではないことを考慮し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	A,B,C1,S2

No6　ウェブ側面

着目部位	⑦ウェブ側面 (PC 鋼材に沿う)	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・支間中央では桁下縁付近に配置されている PC 鋼材が定着のため桁端部付近は曲げ上がっていく。その形状に沿った変状が生じていないか。(ウェブ側面や桁下面)

・ひび割れからの遊離石灰や漏水が生じていないか。

・ポステン PC 桁では、鋼製シースのみの腐食によりひび割れる場合もある。

事例写真







主な発生原因

①PC 鋼材またはシースの腐食（グラウト充填不良）
②ASR（アルカリ骨材反応）

損傷程度

最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れ幅が小さい PC 構造 0.1mm 未満	ひび割れ幅が中位 PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	ひび割れ幅が大きい PC 構造 0.2mm 以上

最小ひび割れ間隔に着目

ひび割れ間隔：小さい→最小ひび割れ間隔 0.5m 未満

ひび割れ間隔：大きい→最小ひび割れ間隔 0.5m 以上

ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい	ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい	ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい
【b】 / 【c】	【c】 / 【d】	【d】 / 【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

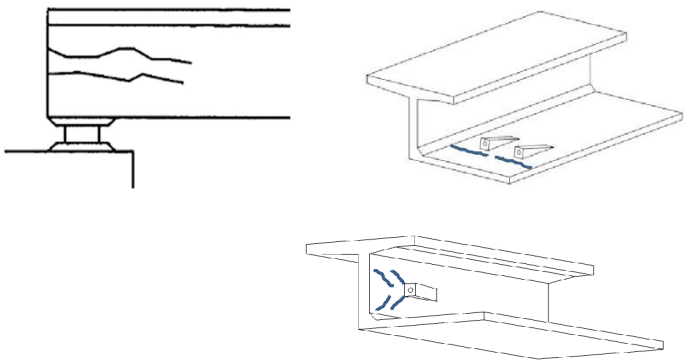
対策区分判定のポイント

原因が①と特定されており、かつ錆汁が確認される場合は、PC 鋼材の腐食や破断の恐れがあるため、早急に補修・補強等の対応を行う必要がある。PC 鋼材の健全性が確認されている場合は、予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	C1,C2,E1
原因が②と特定されており、かつ桁端部で PC 鋼材の定着および付着が確保されている場合は、ただちに構造の安全性に影響を与えるものではない。	A,B,C1,S2
原因が①と想定される場合、構造の安全性に関わる可能性があるため、速やかに詳細調査を実施し、原因を特定する必要がある。漏水や遊離石灰が生じている場合は特に注意が必要。	S1

No7-1　PC 定着部（縦締め）

着目部位	PC 定着部(縦締め)	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・縦締めと横締めでは判定が異なる。
・PC 橋の主ケーブルが定着される主桁端部や定着突起部は大きな応力が集中する部位であるため、定着部付近のひび割れや PC 鋼材形状に沿った変状に着目する。
・桁端部は伸縮部からの漏水などで劣化しやすいため、定着部保護コンクリート付近の変状に着目する。

事例写真



主な発生原因

①伸縮装置部からの漏水による桁端部の劣化
②橋面防水の未施工または損傷による上面定着部の劣化
③定着突起周辺の応力集中

損傷程度

最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れ幅が小さい PC 構造 0.1mm 未満	ひび割れ幅が中位 PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	ひび割れ幅が大きい PC 構造 0.2mm 以上

最小ひび割れ間隔に着目
ひび割れ間隔：小さい→最小ひび割れ間隔 0.5m 未満
ひび割れ間隔：大きい→最小ひび割れ間隔 0.5m 以上

ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい		
【b】 / 【c】	【c】 / 【d】	【d】 / 【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

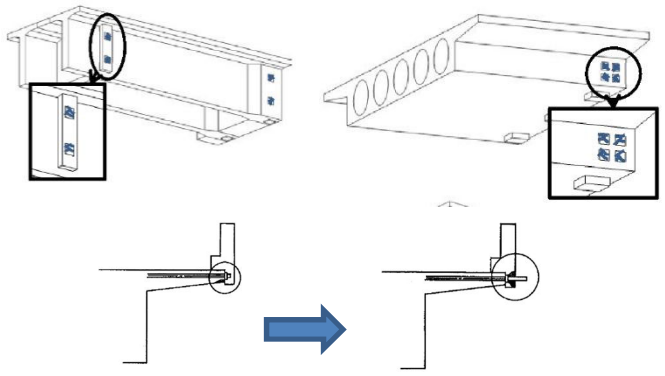
対策区分判定のポイント

原因が①または②と想定され、ポステン桁の場合、定着具の腐食が進行すると、PC 鋼材の滑りによるプレストレスの減少が懸念されるため、詳細調査を実施し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	S1,C1, E1,B
原因が③の場合、ただちに構造の安全性に影響を与えるものではないため、損傷の程度や周辺環境を考慮したうえで判定すればよい。ただし、損傷程度が大きい場合は、プレストレスの減少により構造の安全性に大きく影響を与えるため、留意が必要。	A,B, C1,C2, E1,S2

No7-2　PC 定着部（横締め）

着目部位	PC 定着部(横締め)	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図



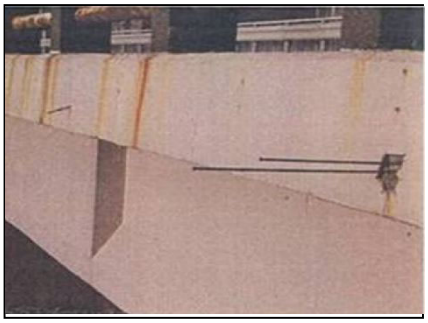
点検時の着目点と記録のポイント

・縦締めと横締めでは判定が異なる。
・横桁や床版の横締め定着部保護コンクリート付近の変状に着目する。

事例写真







主な発生原因

①定着部保護コンクリートの収縮ひび割れ
②グラウト不良による横締め鋼棒の突出

損傷程度

最大ひび割れ幅に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れ幅が小さい PC 構造 0.1mm 未満	ひび割れ幅が中位 PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	ひび割れ幅が大きい PC 構造 0.2mm 以上

最小ひび割れ間隔に着目

ひび割れ間隔：小さい→最小ひび割れ間隔 0.5m 未満
ひび割れ間隔：大きい→最小ひび割れ間隔 0.5m 以上

ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい	ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい	ひび割れ間隔 小さい / ひび割れ間隔 大きい
【b】 / 【c】	【c】 / 【d】	【d】 / 【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

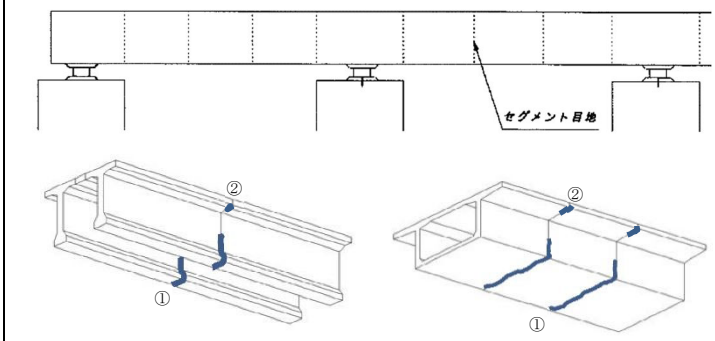
対策区分判定のポイント

原因が①の場合、ただちに構造の安全性に影響を与えるものではないため、損傷の程度や周辺環境を考慮したうえで判定すれば良い。	A,B,C1,S2,E2
原因が②の場合、数本であれば、ただちに構造の安全性に影響を与えるものではない。ただし、第 3 者被害の発生が懸念されるため、損傷程度と周辺環境を考慮したうえで判定すればよい。	A,B,C1,E2

No8-1　セグメント目地

着目部位	ｾｸﾞﾒﾝﾄ目地	発生した変状	漏水・遊離石灰

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・セグメント工法の場合、目地部の変状に着目する。
・目地部から、遊離石灰や漏水が生じていないか。

事例写真



主な発生原因

①プレストレスの想定外の低下（鋼材腐食等）
②ウェブへの PC 鋼材配置の偏り
③施工不良による目地部のすき

損傷程度

漏水や遊離石灰に着目（表中の【c～e】は損傷程度の区分）

ひび割れから漏水が生じている。錆汁や遊離石灰はほとんど見られない。【c】	ひび割れから遊離石灰が生じている。錆汁はほとんど見られない。【d】	ひび割れから著しい漏水や遊離石灰が生じている、又は漏水に著しい泥や錆汁の混入が認められる。【e】

小さい ← 損傷の程度 → 大きい

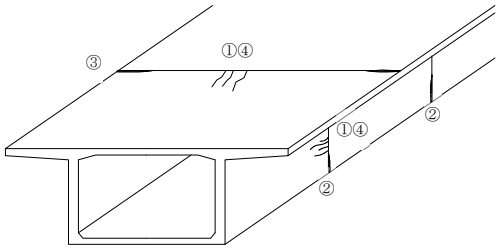
対策区分判定のポイント

目地部から錆汁が発生している場合、PC 鋼材の腐食が懸念されるため、早急に補修・補強等の対応を行う必要がある。ただし、PC 鋼材の安全性が確認されている場合は、予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	C1,C2 S1,E1
原因が③と想定され、錆汁が発生していない場合は、ひび割れの発生が構造物の安全性にただちに影響を与えるものではないことを考慮し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	A,B,C1, S2
原因が①と想定される場合は、構造上の安全性に関わるため(PC 構造は設計上曲げひび割れの発生を許容していない)、詳細調査を実施し、原因を特定する必要がある。	S1
原因が②と想定され、張出し床版先端部の目地部に橋軸直角方向のひび割れが生じている場合、張り出し床版部へのプレストレス不足であると考えられるため、詳細調査を実施し、原因を特定する必要がある。	S1

No8-2　打継目地

着目部位	打継目地	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・打継目地から、遊離石灰や漏水が生じていないか。
・ひび割れが目地を起点に発生しているか。

事例写真





主な発生原因

①施工目地の打継ぎ不良
②プレストレスの想定外の低下（鋼材腐食等）
③ウェブへの PC 鋼材配置の偏り
④乾燥収縮

損傷程度

ひび割れや錆汁に着目（表中の【d～e】は損傷程度の区分）

錆汁無			錆汁有
ひび割れ幅が小さい PC 構造 0.1mm 未満	ひび割れ幅が中位 PC 構造 0.1mm 以上 0.2mm 未満	ひび割れ幅が大きい PC 構造 0.2mm 以上 ひび割れ最小間隔 【d】 0.5m 以上　0.5m 未満 【e】	【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

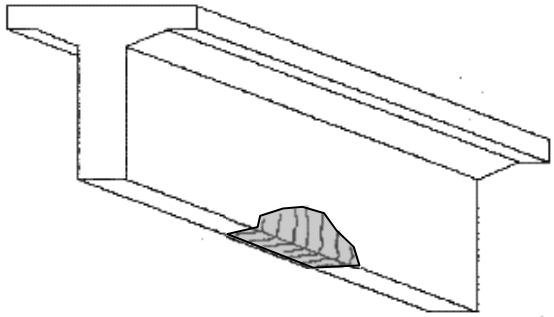
対策区分判定のポイント

目地部から錆汁が発生している場合、PC 鋼材の腐食が懸念されるため、早急に補修・補強等の対応を行う必要がある。ただし、PC 鋼材の安全性が確認されている場合は、予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	C1,C2 S1,E1
原因が①または④と想定され、錆汁が発生していない場合は、ひび割れの発生が構造物の安全性にただちに影響を与えるものではないことを考慮し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	A,B, C1,S2
原因が②と想定され、錆汁が発生していない場合、構造上の安全性に関わるため(PC 構造は設計上曲げひび割れの発生を許容していない)、詳細調査を実施し、原因を特定する必要がある。	S1
原因が③と想定され、張出し床版先端部の目地部に橋軸直角方向のひび割れが生じている場合、張り出し床版部へのプレストレス不足であると考えられるため、詳細調査を実施し、原因を特定する必要がある。	S1

No9　下フランジ部

着目部位	下フランジ部	発生した変状	剥離・鉄筋露出

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・隅角部やフランジ下面の剥離(PC 鋼材配置部近傍の場合、PC 鋼材の腐食による体積膨張も考えられる)
・下面中央部でのうろこ状のコンクリートの剥離や錆汁の発生(かぶり不足)
・海側の外桁下面や隅角部の剥離
・寒冷地の凍結防止剤を散布する橋梁
・ﾎﾟｽﾃﾝ PC 桁では、鋼製ｼｰｽのみの腐食により剥離する場合もある。

事例写真







主な発生原因

①PC 鋼材またはシースの腐食（グラウト充填不良）
②かぶり不足による軸方向鉄筋またはスターラップ等の腐食
③PC 鋼材またはシースの腐食（塩害）
④塩害による軸方向鉄筋またはスターラップ等の腐食

損傷程度

鉄筋の露出や腐食に着目（表中の【c～e】は損傷程度の区分）

剥離のみが生じている【c】	鉄筋が露出しており、鉄筋の腐食は軽微である。【d】	鉄筋が露出しており、鉄筋が著しく腐食又は破断している。【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

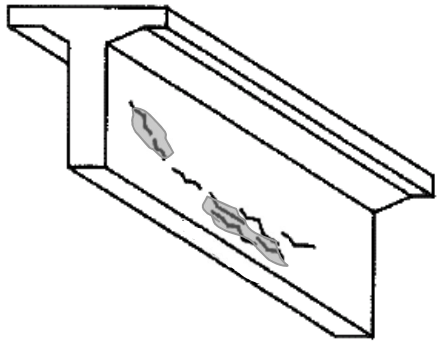
対策区分判定のポイント

原因が①または③と想定される場合、構造の安全性に関わる可能性があるため、速やかに詳細調査を実施し、原因を推定する必要がある。	S1
原因が①または③と想定され、PC 鋼材の健全性が確認されている場合、予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	C1,C2, E1
原因が③または④と想定される場合、今後も塩害劣化の進行が予測されるため、予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	B,M, C1,C2,
原因が②または④の場合、ただちに構造物の安全性に影響を与えるものではないため、損傷の程度や周辺環境を考慮したうえで判定すれば良い。	A,B, C1,S2
PC 鋼材の腐食破断が生じている場合は、早急に補修・補強等の対策を行う必要がある。構造物の安全性が確認されている場合であっても、予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	C1,C2, E1

No10　ウェブ側面

着目部位	ウェブ側面	発生した変状	剥離・鉄筋露出

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・ウェブ側面や隅角部の剥離(PC 鋼材配置部近傍の場合、PC 鋼材の腐食による体積膨張も考えられる)
・ウェブ側面や隅角部のうろこ状のコンクリートの剥離や錆汁の発生(かぶり不足)
・海側外桁におけるウェブ側面や隅角部の剥離(塩害)
・寒冷地で凍結防止剤を散布する橋梁
・ﾎﾟｽﾃﾝ PC 桁では、鋼製ｼｰｽのみの腐食により剥離する場合もある。

事例写真







主な発生原因

①PC 鋼材またはシースの腐食（グラウト充填不良）
②かぶり不足による軸方向鉄筋またはスターラップ等の腐食
③PC 鋼材またはシースの腐食（塩害による）
④塩害による軸方向鉄筋またはスターラップ等の腐食

損傷程度

鉄筋の露出や腐食に着目（表中の【c～e】は損傷程度の区分）

剥離のみが生じている 【c】	鉄筋が露出しており、鉄筋の腐食は軽微である。 【d】	鉄筋が露出しており、鉄筋が著しく腐食又は破断している。 【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

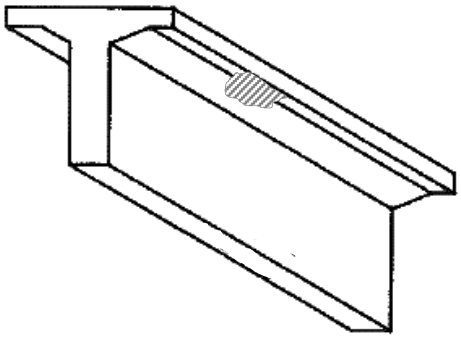
対策区分判定のポイント

原因が①または③と想定される場合、構造の安全性に関わる可能性があるため、速やかに詳細調査を実施し、原因を推定する必要がある。	S1
原因が①または③と想定され、PC 鋼材の健全性が確認されている場合、予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	C1,C2, E1
原因が③または④と想定される場合、今後も塩害劣化の進行が予測されるため、予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	B,M, C1,C2,
原因が②または④の場合、ただちに構造の安全性に影響を与えるものではないため、損傷の程度や周辺環境を考慮したうえで判定すれば良い。	A,B, C1,S2
PC 鋼材の腐食破断が生じている場合は、早急に補修・補強等の対策を行う必要がある。構造物の安全性が確認されている場合であっても、予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	C1,C2, E1

No11　上フランジ部（外桁）

着目部位	上フランジ部(外桁)	発生した変状	剥離・鉄筋露出

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・外桁の上フランジ下面の剥離や鉄筋露出(塩害)
・漏水や遊離石灰を伴う剥離(橋面からの水の侵入が劣化を促進している恐れ)
・横断勾配の低い側は橋面に滞水しやすいので着目する。
・地覆部に水切りが無い場合は、上フランジ下面に水が回り込みやすいので着目する。

事例写真







主な発生原因

①水の浸入による鉄筋の腐食
②かぶり不足による鉄筋の腐食
③塩害による鉄筋の腐食
④中性化

損傷程度

鉄筋の露出や腐食に着目（表中の【c～e】は損傷程度の区分）

剥離のみが生じている【c】	鉄筋が露出しており、鉄筋の腐食は軽微である。【d】	鉄筋が露出しており、鉄筋が著しく腐食又は破断している。【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

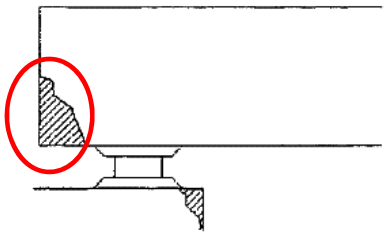
対策区分判定のポイント

原因が①または②と想定される場合、ただちに構造の安全性に影響を与える物ではないため、損傷の程度や周辺環境を考慮したうえで判定すれば良い。	A,B,C1,S2
原因が③または④と想定される場合、今後も塩害または中性化による劣化の進行が予測されるため、予防保全の観点から速やかに補修を行う必要がある。	B,C1,M

No12　支点周辺、桁端部周辺

着目部位	④支点(支承部)周辺 ⑤桁端部周辺	発生した変状	剥離・鉄筋露出

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・支承部は反力が集中する箇所であり、その付近の損傷に着目する。
・鋼製支承の機能不全による拘束や、ゴム支承の劣化や異常な変形が生じていないか。
・PC 鋼材の定着部近傍の損傷
・桁端部からの漏水

事例写真







主な発生原因

①伸縮装置部からの漏水による桁端部の劣化
②鋼製支承の機能不全、ゴム支承の劣化や異常変形

損傷程度

鉄筋の露出や腐食に着目（表中の【c～e】は損傷程度の区分）

剥離のみが生じている【c】	鉄筋が露出しており、鉄筋の腐食は軽微である。【d】	鉄筋が露出しており、鉄筋が著しく腐食又は破断している。【e】

小さい　←　損傷の程度　→　大きい

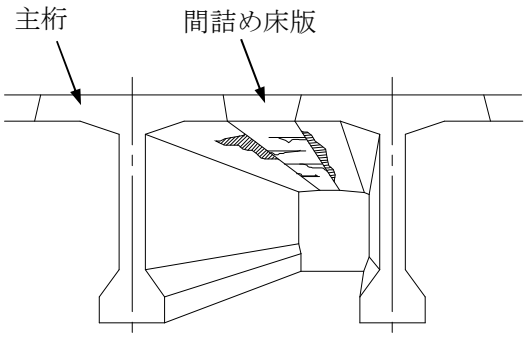
対策区分判定のポイント

原因が①と想定され、ポステン桁であり PC 鋼材の定着部が損傷している場合、プレストレスの減少による構造物の安全性の低下が疑われる。	C2,E1
原因が①と想定され、プレテン桁の場合、ただちに構造の安全性に影響を与えるものではない。ただし、支承部分の損傷状況を確認する必要がある。	B,M,C1
原因が②と想定され、損傷が支点部まで及ぶ場合、構造の安全性に関わる可能性があるため、速やかに詳細調査を実施し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	B,C1,E1,S1

No13-1　主桁間の間詰め床版（Ｔ桁橋）

着目部位	⑧床版間詰め部	発生した変状	ひび割れ・漏水・遊離石灰・抜け落ち・剥離・鉄筋露出

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

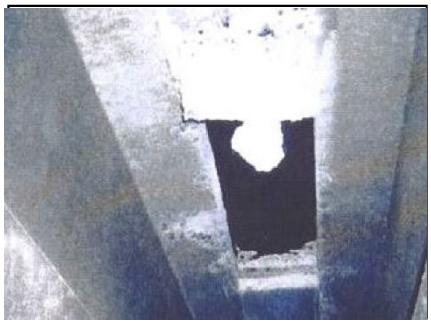
・間詰め床版の橋軸直角方向ひび割れ。

・漏水や遊離石灰を伴うひび割れ。(橋面からの水の浸入が劣化を促進している恐れ)

・床版コンクリートが剥離・抜け落ちしていないか。

事例写真







主な発生原因

①活荷重による疲労損傷
②初期欠陥（かぶり不足、ジャンカ、充填不足、乾燥収縮）
③プレストレス不足
④構造的要因（主桁上フランジとの打ち継ぎ面が鉛直で間詰め床版に主桁からの差し筋が無い）
⑤床版防水の未施工・損傷による水の浸入

損傷程度

ひび割れ幅と間隔に着目（表中の【b～e】は損傷程度の区分）

ひび割れパターン：1 方向			
ひび割れ間隔は概ね 1m 以上。最大ひび割れ幅は 0.05mm 以下 【b】	最大ひび割れ幅は 0.1mm 以下が主 【c】	最大ひび割れ幅は 0.2mm 以下が主 【d】	最大ひび割れ幅は 0.2mm 以上が目立ち、部分的な角落ちも見られる。 【e】
ひび割れパターン：2 方向			
－	格子の大きさは 0.5m 程度。最大ひび割れ幅は 0.1mm 以下が主 【c】	最大ひび割れ幅は 0.2mm 以下が主。格子の大きさは 0.5m～0.2m で漏水なしまたは、格子の大きさによらず漏水あり 【d】	最大ひび割れ幅は 0.2mm 以上が目立ち、部分的な角落ちも見られる。格子の大きさは 0.2m 以下で漏水なしまたは、格子の大きさによらず漏水あり 【e】
小さい ← 損傷の程度 → 大きい			

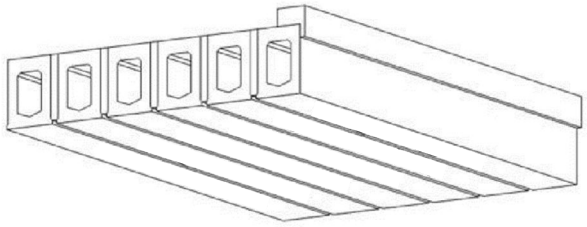
対策区分判定のポイント

間詰め床版の一部が抜け落ちしている場合、第三者への被害予防を図るため、緊急対応の必要がある。	E2
原因が①であると想定される場合、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要（橋梁定期点検要領における床版の判定に準拠）。	A,B,C1,C2,M
原因が②、④、または⑤であると想定される場合、損傷が構造物の安全性にただちに影響を与える物ではないことを考慮し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	A,B,C1,S2
原因が③であると想定される場合、構造の安全性に関わるため、詳細調査を実施し、構造安全性を確認したうえで、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	S1

No13-2　主桁間の間詰め（スラブ桁橋）

着目部位	⑧床版間詰め部	発生した変状	漏水・遊離石灰

概要図



点検時の着目点と記録のポイント

・間詰め部から漏水や遊離石灰が生じていないか。また、錆汁は生じていないか。

事例写真







主な発生原因

①主桁と間詰めコンクリートの打継ぎ不良
②床版防水の未施工・損傷による水の浸入

損傷程度

漏水や遊離石灰に着目（表中の【c～e】は損傷程度の区分）

ひび割れから漏水が生じている。錆汁や遊離石灰はほとんど見られない。【c】	ひび割れから遊離石灰が生じている。錆汁はほとんど見られない。【d】	ひび割れから著しい漏水や遊離石灰が生じている、又は漏水に著しい泥や錆汁の混入が認められる。【e】
小さい ← 損傷の程度 → 大きい		

対策区分判定のポイント

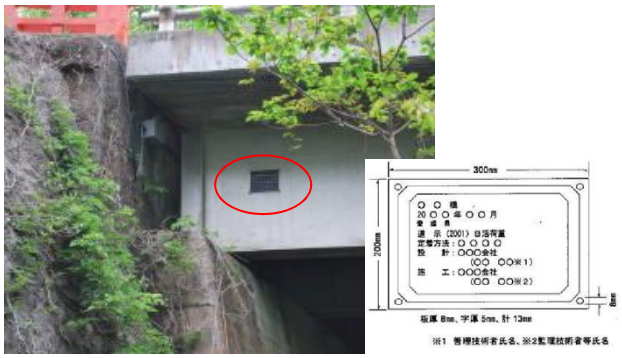
錆汁が発生している場合、横締め PC 鋼材の腐食が懸念されるため、詳細調査を実施し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	C1,C2,E1,S1
錆汁が発生していない場合、漏水・遊離石灰の発生が構造物の安全性にただちに影響を与えるものではないことを考慮し、損傷程度を踏まえた総合的な判定が必要。	A,B,C1

８．参考資料

８．１　共通　点検時の留意事項

（１）橋歴板・刻印

橋梁には橋歴板，プレキャスト部材には製作会社名が刻印されている場合がある。このような場合は，製作および施工会社に連絡することで，当時の図面等を入手できる場合がある。構造図および配筋図等は劣化原因を推定する重要な資料となる。



橋歴板



刻印

（２）荷重種類および活荷重の変遷

１）荷重種類の変遷

	1964 年（昭和 39 年） 鋼道路橋設計示方書	1964 年（昭和 39 年） 鉄筋コンクリート道路橋示方書	1968 年（昭和 43 年） プレストレストコンクリート道路橋示方書	1978 年（昭和 53 年） 道路橋示方書 Ⅰ共通編
主　荷　重	死荷重 活荷重 衝　撃	死荷重 活荷重 衝　撃	死荷重 活荷重 衝　撃 プレストレスの影響 乾燥収縮の影響 クリープの影響	死荷重 活荷重 衝　撃 プレストレス力 クリープの影響 乾燥収縮の影響 土　圧 水　圧 浮力または揚圧力
従　荷　重	風荷重 温度変化の影響 地震の影響	風荷重 温度変化の影響 地震の影響 乾燥収縮の影響 土　圧	風荷重 温度変化の影響 地震の影響	風荷重 温度変化の影響 地震の影響
主荷重に相当する特殊荷重				雪荷重 地盤変動の影響 支点移動の影響 波　圧 遠心荷重
特 殊 荷 重	雪荷重 遠心荷重 支点移動の影響 制動荷重 架設荷重 衝突荷重 その他	雪荷重 支点移動の影響 架設荷重 衝突荷重 その他	雪荷重 土　圧 支点移動の影響 架設荷重 衝突荷重 その他	制動荷重 施工時荷重 衝突荷重 その他

２）活荷重の変遷

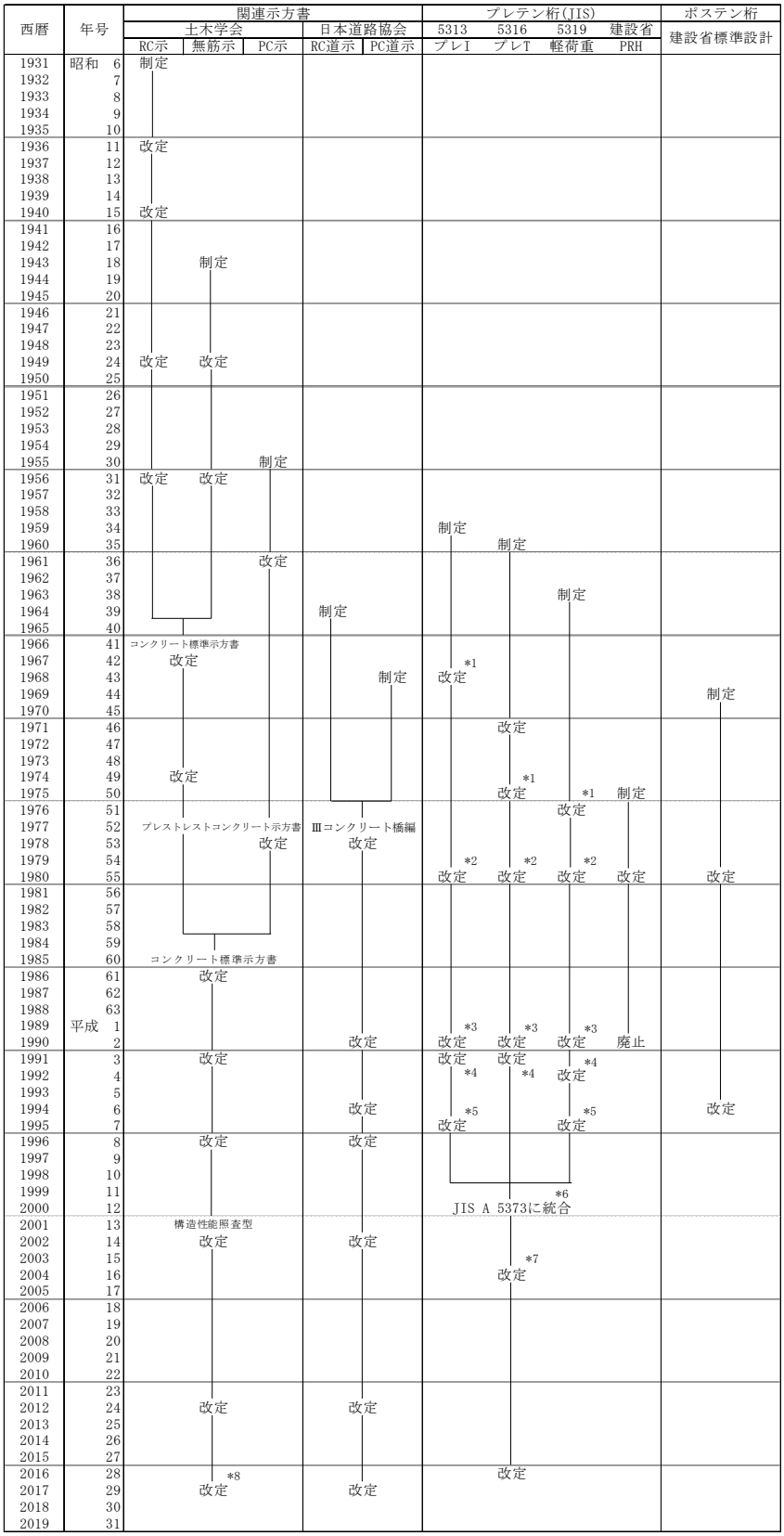
・ 1939年（昭和14年）　「鋼道路橋設計示方書」
　一等橋（車両荷重：13tf）
　二等橋（車両荷重：　9tf）

・ 1956年（昭和31年）　「鋼道路橋設計示方書」
　一等橋　TL-20（車両荷重：20tf）
　二等橋　TL-14（車両荷重：14tf）

・ 1980年（昭和55年）　「道路橋示方書　Ⅰ共通編」
　一等橋　TL-20（車両荷重：20tf）
　二等橋　TL-14（車両荷重：14tf）
　トレーラー荷重　TT-43（車両荷重：43t）制定

・ 1993年（平成5年）　「道路橋示方書　Ⅰ共通編」
　B活荷重　（車両荷重：25tf）
　A活荷重
　　橋の等級が廃止され、大型車の走行頻度が高いB活荷重と、低い状況を想定してA活荷重が設定。

（3） 設計基準類の変遷



RC示　：鉄筋コンクリート標準示方書
無筋示：無筋コンクリート標準示方書
PC示　：プレストレストコンクリート設計施工指針
RC道示：鉄筋コンクリート道路橋示方書
PC道示：プレストレストコンクリート道路橋示方書

*1：国際単位(SI)併記のみ改定
*2：道路橋示方書改定に対応した改定
*3：塩化物量規制およびアルカリシリカ反応抑制に関する改定
*4：断面形状、鋼材種別、適用支間長の変更、ボンドコントロール工法採用
*5：A5316をA5313に統合、設計自動車荷重の変更
*6：基本規格（グループⅠ A5361～A5365）、製造別製品群規格（グループⅡ A5373）用途別性能・推進仕様規格（グループⅢ）に改定
*7：性能規定化に対応
*8：2013年版維持管理編に「プレストレストコンクリート」の章が新設

（4）耐震設計の変遷

年	基準
1926 年 大正 15 年	道路構造に関する細則案（内務省）［関東大震災（大正 12 年）の後］
	地震荷重が規定される。
1931 年 昭和 6 年	鉄筋コンクリート標準示方書（土木学会）
	地震の加速度は，水平 0.2G，鉛直 0.1G を標準とする。
1939 年 昭和 14 年	鋼道路橋設計示方書（日本道路協会）
	地震の加速度は，水平 0.2G，鉛直 0.1G を標準とする。
1956 年 昭和 31 年	鋼道路橋設計示方書（日本道路協会）
	地域および地盤種類に応じて水平震度を 0.1～0.35 の範囲で示し，鉛直震度は 0.1 とする。
1964 年 昭和 39 年	鉄筋コンクリート道路橋示方書（日本道路協会）
	「死荷重＋温度変化＋乾燥収縮＋地震の影響」に対して許容応力度の割り増しが規定された。
1972 年 昭和 47 年	道路橋耐震設計指針（日本道路協会）［新潟地震（昭和 39 年）の後］
	落橋防止対策や支承部の耐震設計，地盤の流動化対策などの規定が設けられる。また，水平震度を地震や地域などにより補正する方法が規定され水平震度を 0.1～0.30 の範囲に改訂された。
1980 年 昭和 55 年	道路橋示方書・V 耐震設計編（日本道路協会）［宮城県沖地震（昭和 53 年）の後］
	鉄筋コンクリート橋脚の地震時の変形性能の照査が一部に導入された。
1990 年 平成 2 年	道路橋示方書・V 耐震設計編（日本道路協会）
	比較的生じる可能性の高い中規模程度の地震に対しては構造物としての健全度が損なわれず，関東地震のようなまれに起こる大きな地震に対して落橋などがおきないことを目標とされた。震度法と修正震度法を統合し，新たに震度法（地域別，地盤別，重要度別，固有周期補正係数を考慮）による耐震計算を行うこととなった。RC 橋脚に関しては地震時保有水平耐力法による照査が望ましいことが記述された。また，動的解析による安全性の照査方法が規定された。
1995 年 平成 7 年	兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に関る仕様（日本道路協会）
	兵庫県南部地震（平成 7 年）により被災した道路橋の復旧のために策定した。この仕様は「道路橋示方書改訂までの当面の処置」として，新設橋梁および既設橋梁の補強にも適用された。内陸直下型地震動を考慮し，強度を向上させるとともに変形性能を高めて橋全体系として地震に耐える構造を目指すこと，地震の影響の大きい部材に対する地震時保有水平耐力の照査を実施すること，免震設計の採用，複数個の落橋防止装置を設けること，液状化の判定範囲をれき質土等へ拡大することなどの規定が設けられた。
1996 年 平成 8 年	道路橋示方書・V 耐震設計編（日本道路協会）［兵庫県南部地震（平成 7 年）の後］
	橋の重要度を道路種別や橋の構造などに応じて，2 種類に分類された。また，「発生確率は低いが大規模な地震」としてプレート境界型の大規模な地震を想定した従来の地震動（タイプⅠ地震動）に加えて，新たに内陸直下型を想定したタイプⅡ地震動が規定された。さらに，RC 橋脚，鋼製橋脚の設計法の高度化（せん断応力度の寸法効果の考慮，コンクリートを充填しない場合の鋼製橋脚の設計法）が図られた。
2002 年 平成 14 年	道路橋示方書・V 耐震設計編（日本道路協会）
	耐震性能を 1～3 までの 3 ランクに区分して目標を明記し，レベル 1，レベル 2 それぞれの地震動に対して耐震性能を確保することとなった。また，耐震性能の照査方法を「静的照査法（従来の震度法と地震時保有水平耐力法）」と「動的照査法」に再編成し，橋梁の構造特性に応じた照査選定の方法が示された。地震時に液状化の生じる恐れがある地盤上の橋台基礎のレベル 2 地震動における耐力照査方法が新たに規定された。コンクリート充填鋼製橋脚について，従来の静的照査法（地震時保有水平耐力法）から動的照査法に変更された。タイプ B の支承についてレベル 2 地震動に対する照査で用いる許容応力度の割り増し係数を従来の 1.5 から 1.7 に引き上げられた。

（５）かぶり規定の変遷

<table>
<tr><th>年</th><th>道路橋示方書・Ⅲコンクリート橋編</th></tr>
<tr><td>1968 年
昭和 43 年

当時は「プレストレストコンクリート道路橋示方書」</td><td>プレテンション方式の場合の PC 鋼材のかぶりは，一般に下表の値以上，もしくは，PC 鋼材直径の 2.5 倍以上でなければならない。

PC 鋼材のかぶり
<table><tr><td>一　般　の　場　合</td><td>2.5cm</td></tr><tr><td>ばい煙，酸，油，塩類などの有害な化学作用を受けるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合，または，土に接する場合</td><td>3.5cm</td></tr></table>
ポストテンション方式の場合，シースのかぶりは 4cm 以上としなければならない。その他の場合におけるかぶりは，土木学会“鉄筋コンクリート標準示方書”128 条によらなければならない。</td></tr>
<tr><td>1978 年
昭和 53 年</td><td>鋼材のかぶりは，下表の値以上とし，かつ，鉄筋のかぶりは，鉄筋の直径以上としなければならない。ただし，プレキャスト部材の PC 鋼材の最小かぶりは 2.5cm とする。

最小かぶり（cm）
<table><tr><td>部材の種類
環境の条件</td><td>床　版</td><td>け　た</td><td>柱</td></tr><tr><td>一般の場合</td><td>3</td><td>3.5</td><td>4</td></tr><tr><td>水中の場合（注）</td><td>－</td><td>－</td><td>7</td></tr></table>（注）コンクリートを水中で打込む構造物は除く。

※プレキャスト部材は，工場で製作したもの。</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>年</th><th>道路橋示方書・Ⅲコンクリート橋編</th></tr>
<tr><td>1990 年
平成 2 年

1994 年
平成 6 年

1996 年
平成 8 年</td><td>(1) 鋼材のかぶりは，下表の値以上とする。
(2) 鉄筋のかぶりは(1)項の規定によるほか，鉄筋の直径以上としなければならない。

最小かぶり（cm）
<table><tr><th rowspan="2">部材の種類
環境の条件</th><th rowspan="2">床版,地覆,高欄,支間10m以下の床版橋</th><th colspan="2">け　　た</th><th rowspan="2">柱</th></tr><tr><th>工場で製作されるプレキャスト部材</th><th>左記以外のけた及び支間が10mをこえる床版橋</th></tr><tr><td>一般の場合</td><td>3</td><td>2.5</td><td>3.5</td><td>4</td></tr><tr><td>水中・土中の場合(注)</td><td>―</td><td>―</td><td>―</td><td>7</td></tr></table>（注）コンクリートを水中または土中で直接打込む構造物は除く。

※1996 年：環境の条件がなくなり，部材の種類のみになった。</td></tr>
<tr><td>2002 年
平成 14 年

2012 年
平成 24 年</td><td>(1) コンクリートと鋼材との付着を確保し，鋼材の腐食を防ぎ，火災に対して鋼材を保護するために必要なかぶりを確保するものとする。
(2) かぶりは，鉄筋の直径以上かつ下表の値以上とする場合には，(1)を満足するとみなしてよい。

最小かぶり（mm）
<table><tr><th rowspan="2">部材の種類</th><th rowspan="2">床版,地覆,高欄,支間10m以下の床版橋</th><th colspan="2">け　　た</th></tr><tr><th>工場で製作されるプレストレストコンクリート構造</th><th>左記以外のけた及び支間が10mをこえる床版橋</th></tr><tr><td>最小かぶり</td><td>30</td><td>25</td><td>35</td></tr></table></td></tr>
</table>

８．２　ＰＣ橋の使用材料に関する変遷

（１）コンクリート材料

１）コンクリート，混和材料の変遷

年次	コンクリート	混和材料	
		混和材	混和剤
1940 年 昭和 15 年	1875 日本でセメントの製造開始 1949 生コン工場の誕生		1948 AE 剤の導入
1950 年 昭和 25 年	1950 JIS R 5210（ポルトランドセメント），JIS R 5211（高炉セメント），JIS R 5212（シリカセメント）の制定 1951 国産アジテータトラックの開発 1953 JIS A 5308（レディーミクストコンクリート），JIS R 5210（中庸熱ポルトランドセメント）の制定 1957 砕石使用生コン実用化	1958 JIS A 6201（コンクリート用フライアッシュ）の制定	1950 減水剤の導入
1960 年 昭和 35 年	1960 JIS R 5213（フライアッシュセメント）の制定 1961 JIS A 5005（コンクリート砕石及び砕砂）の制定 1965 レディーミクストコンクリート JIS マーク指定品目		
1970 年 昭和 45 年	1970 セメントの生コン転化率 50%突破 1973 JIS R 5210（超早強ポルトランドセメント）の制定 1974 海砂問題発生 1978 過積載規制強化 1978 JIS 呼び強度の概念導入，JIS R 5210（耐硫酸塩ポルトランドセメント）の制定		1978 JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）改正による AE コンクリート標準化
1980 年 昭和 55 年	1981 2段式強制練りミキサ導入 1986 JIS R 5210（ポルトランドセメント低アルカリ形）の制定 1986 塩化物総量規制・アルカリ骨材反応抑制対策	1980 年 JIS A 6202（コンクリート用膨張材）の制定	1982 JIS A 6204（コンクリート用化学混和剤）の制定（AE 剤，減水剤，AE 減水剤の 3 種）
1990 年 平成 2 年	1994 再生骨材品質基準（建設省通達） 1997 JIS R 5210（低熱ポルトランドセメント）の制定	1995 JIS A 6206（コンクリート用高炉スラグ微粉末）の制定 1999 年 JIS A 6201（コンクリート用フライアッシュ）の改正にてフライアッシュの品質見直し（等級数を 1 から 4 にする）	1995 JIS A 6204（コンクリート用化学混和剤）の改正（高性能 AE 減水剤の追加）
2000 年 平成 12 年	2002 JIS R 5214（エコセメント）の制定 2008 「高強度コンクリートを用いた PC 構造物の設計施工規準」発刊（PC 技協）	2000 JIS A 6207（コンクリート用シリカフューム）の制定	2006 JIS A 6204（コンクリート用化学混和剤）の改正（高性能減水剤，硬化促進剤，流動化剤の追加）2007 収縮低減型高性能 AE 減水剤の導入
2010 年 平成 22 年			

2）スランプに関する変遷

年	スランプ※ (cm)	ポンプ能力 (m^3/h)	関連技術
1940 年 昭和 15 年			コンクリートの打込み　槌（つち）・竹竿（たけざお）等 1935 空気式バイブレータの出現 タワーカート式打込み（1940 年代中頃より）
1950 年 昭和 25 年	0～5		レディーミクストコンクリート工場の誕生，電気式バイブレータの普及（1950 年頃） 1953 レディーミクストコンクリート
1960 年 昭和 35 年	3～8	約 10	1961 コンクリートポンプによる打込み 1968 コンクリートの品質検査項目を強度，スランプ，空気量とする。
1970 年 昭和 45 年	5～8	約 50	1970 ブーム付ポンプ車による打込み 1974 全日本コンクリート圧送事業団体連合が設立される。
1980 年 昭和 55 年	8～12	約 90	1985 コンクリートポンプ施工指針（案）（土木学会） 1989 高性能 AE 減水剤の登場
1990 年 平成 5 年	8～12 高性能 AE 減水剤使用 12～18		1993 呼び強度とスランプの組み合わせの見直し。
2000 年 平成 12 年	8～12 高性能 AE 減水剤使用 12～18 高流動スランプフロー50～60cm		2000 コンクリートポンプ施工指針［平成 12 年版］（土木学会） 2002 道路橋示方書改訂の解説中に「高流動コンクリート」に関する記述が追加される。 2007 施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針（案）（土木学会） 2007 コンクリート標準示方書[施工編]（土木学会）
2010 年 平成 22 年	8～12 高性能 AE 減水剤使用 12～18 高流動スランプフロー50～60cm		2012 道路橋示方書改訂の中で「スランプ 80mm を標準とする」の条文が削除され，解説に，高性能 AE 減水剤を使用した場合は，スランプをこれよりも大きく設定してよいとの記述がなされる。

※スランプは，雑誌「プレストレストコンクリート」に紹介された PC 橋施工記録の一般的な値。

3）空気量に関する変遷

年次	基準・通達等	関連トピック
1940 年 昭和 25 年	1949　コンクリート標準示方書：ＡＥコンクリートが初めて規定される。	1948　AE 剤が海外より導入される。
1950 年 昭和 25 年	1956　コンクリート標準示方書：気象作用が厳しい場合や凍結融解作用がしばしば繰り返される場合などにはＡＥコンクリートの使用を推奨	1950　AE 剤の製造が国内で開始される。 1953　レディーミクストコンクリート JIS の制定（生産者が責任を持つ場合の検査項目は強度，スランプ。
1960 年 昭和 35 年	1967　コンクリート標準示方書：気象作用が厳しい場合やダムコンクリートではＡＥコンクリートを原則使用	1968　JISA5308（レディーミクストコンクリート）改正：品質検査項目を強度，スランプ，空気量とする。
1970 年 昭和 45 年	1978　道路橋示方書：コンクリートは AE コンクリートとするのを原則とする（空気量 4%を標準）	1978　JISA5308（レディーミクストコンクリート）改正による AE コンクリート標準化（空気量 4±1.0%を標準）
1980 年 昭和 55 年		1982　JISA6204（コンクリート用化学混和剤）の制定，ＡＥ剤が規格化される。
1990 年 平成 2 年	1996　道路橋示方書：空気量 4.5%を標準に変更	1993　JISA5308（レディーミクストコンクリート）改正による AE コンクリートの空気量 4.5±1.5%に変更 1995　JISA6204（コンクリート用化学混和剤）の改正（高性能 AE 減水剤の追加）
2000 年 平成 12 年		2006　JISA6204（コンクリート用化学混和剤）の改正
2010 年 平成 22 年		

4）水セメント比に関する変遷

<table>
<tr><th>年</th><th>道路橋示方書・Ⅲコンクリート橋編</th></tr>
<tr><td>1968 年
昭和 43 年

当時は「プレストレストコンクリート道路橋示方書」</td><td>目標とする圧縮強度に応じて水セメント比を定める。
なお，参考として下表のコンクリートの配合例が示されている。

コンクリートの配合例
<table><tr><th></th><th>設計基準強度 (kg/cm²)</th><th>粗骨材最大寸法 (mm)</th><th>スランプ (cm)</th><th>単位水量 (kg)</th><th>単位セメント量 (kg)</th><th>単位細骨材量 (kg)</th><th>単位粗骨材量 (kg)</th><th>水セメント比 (%)</th><th>細骨材率 (%)</th><th>混和材</th><th>実績強度 (平均値) (kg/cm²)</th></tr><tr><td>A 橋</td><td>400</td><td>25</td><td>3~5</td><td>145</td><td>380</td><td>647</td><td>1,297</td><td>38</td><td>33</td><td>減水剤使用</td><td>465</td></tr><tr><td>B 橋</td><td>400</td><td>25</td><td>3~6</td><td>165</td><td>440</td><td>601</td><td>1,220</td><td>37</td><td>33</td><td>減水剤使用</td><td>485</td></tr><tr><td>C 橋</td><td>350</td><td>25</td><td>3~6</td><td>164</td><td>397</td><td>645</td><td>1,215</td><td>41</td><td>35</td><td>遅延剤使用</td><td>440</td></tr><tr><td>D 橋</td><td>300</td><td>25</td><td>5~8</td><td>129</td><td>328</td><td>727</td><td>1,187</td><td>39</td><td>38</td><td>減水剤使用</td><td>380</td></tr></table>注1. A 橋は施工管理の良い場合であり，B 橋は施工上安全をみた配合例である。
2. セメントの種類は，A 橋，B 橋，C 橋が早強セメント，D 橋は普通セメントを使用している。</td></tr>
<tr><td>1978 年
昭和 53 年</td><td>コンクリートの配合強度および耐久性を考慮して定めるものとする。
水セメント比と強度との関係は，実績あるいは，試し練り試験結果により定める。</td></tr>
<tr><td>1990 年
平成 2 年
1994 年
平成 6 年
1996 年
平成 8 年</td><td>コンクリートの配合強度および耐久性を考慮して定めるものとする。
水セメント比と強度との関係は，実績あるいは，試し練りの試験結果により定めるものとする。一般に，コンクリートの耐久性確保の観点からは，水セメント比は 55%以下とすることが望ましい。</td></tr>
<tr><td>2002 年
平成 14 年
2012 年
平成 24 年</td><td>コンクリートの配合強度および耐久性を考慮して定めるものとする。
一般に，コンクリートの耐久性確保の観点からは，水セメント比を 50%以下とすることが望ましい。ただし，塩害の厳しい環境において，かぶりコンクリートの遮塩性に期待して耐久性を確保する場合は，コンクリートの遮塩性能と水セメント比の関係を考慮して，水セメント比を定める。</td></tr>
</table>

5）塩化物イオン量の規制の変遷

年	基準・通達等
1974 年 昭和 49 年	コンクリート標準示方書（土木学会）
	・一般の鉄筋コンクリート構造物に用いるコンクリートで，海砂に含まれる塩化物の許容限度の標準は海砂の絶乾重量に対し，NaCl に換算して 0.1%とする。
1978 年 昭和 53 年	プレストレストコンクリート標準示方書（土木学会）
	・プレテンション部材あるいはポストテンション部材の PC グラウトには，砂の絶乾重量に対して 0.03%以下（NaCl 換算），その他の場合には，セメント量の 0.1%に相当する量以下としている。
	土木工事に係るコンクリート用細骨材としての海砂の使用について（建設省）
	・シース内のグラウト及びプレテンション方式の部材の細骨材に含まれる塩分の許容限度は，原則として細骨材の絶乾重量に対して NaCl に換算して 0.03%とすること。
	JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）
	・土木用骨材に対する細骨材に含まれる塩化物の許容限度は，原則として細骨材の絶乾重量に対して NaCl に換算して 0.1%以下としている。
1986 年 昭和 61 年	コンクリート中の塩化物総量規制について（建設省）
	・鉄筋コンクリート部材，ポストテンション方式のプレストレスコンクリート部材（シース内の PC グラウトを除く）および用心鉄筋を有する無筋コンクリート部材における許容塩化物量は 0.60kg/m^3（Cl$^-$重量）とする。 ・プレテンション方式のプレストレスコンクリート部材，シース内の PC グラウトおよびオートクレーブ養生を行う製品における許容塩化物は 0.30kg/m^3（Cl$^-$重量）とする。 ・アルミナセメントを用いる場合，電食のおそれのある場合等は，試験結果等から適宜定めるものとし，特に資料がない場合は 0.30kg/m^3（Cl$^-$重量）とする。
	コンクリート標準示方書　施工編（土木学会）
	・コンクリート中の塩化物含有量が規定され，解説中に建設省通達および JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）とほぼ同様の内容が記述された。
	JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）
	・コンクリートに含まれる塩化物量は，荷卸し時点で，塩素イオンとして 0.30 kg/m^3 以下でなければならない。ただし，購入者の承認を受ける場合は，0.60kg/m^3 以下とすることができる。
1991 年 平成 3 年	コンクリート標準示方書 施工編（土木学会）
	・コンクリート中の塩化物含有量の限度が条文中に規定される。「練り混ぜ時におけるコンクリート中の全塩化物イオン量は，原則として 0.30kg/m^3 以下とする。」とし，解説中では，場合によってはその値を 0.60kg/m^3 としてよいとした。
1996 年 平成 8 年	JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）
	・「塩素イオン」の用語が「塩化物イオン」と改訂される。

6）アルカリ骨材反応に関する規制の変遷

年	基準・通達等
1984 年 昭和 59 年	土木工事に係るコンクリート用骨材の取扱いについて（建設省）
	・アルカリ骨材反応でひび割れを生じた構造物に対しては遮水処置をとること，過去にアルカリ骨材反応を生じたと思われる骨材に対して ASTM の試験をして確認すること等が示された。
1986 年 昭和 61 年	アルカリ骨材反応暫定対策について（建設省）
	・骨材の選定，低アルカリ形セメント，抑制効果のある混合セメント等の使用，コンクリート中のアルカリ総量の抑制 4 つの対策が示された。同時に，骨材の試験法として化学法とモルタルバー法の建設省暫定案が示された。
	JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）
	・本文に，アルカリ骨材反応の抑制方法を購入者に報告することが義務づけられた。 附属書 1「レディーミクストコンクリート用骨材」に附属書 7 の化学法は附属書 8 のモルタルバー法で試験し，無害と判断された骨材でなければならないとした。ただし，附属書 6「セメントの選定等によるアルカリ骨材反応の抑制対策の方法」に示された低アルカリ形セメント，抑制効果のある混合セメント等の使用，コンクリート中のアルカリ総量の抑制の 3 つの対策を講じた場合には，無害と判定されない骨材を使用可能であるとした。
	JIS R 5210（ポルトランドセメント）
	・低アルカリ形セメントが規定される。
1989 年 平成元年	アルカリ骨材反応抑制対策について（建設省）
	・「アルカリ骨材反応暫定対策について」の通達の内，抑制効果のある混合セメント等の使用に関する記述と，化学法およびモルタルバー法の試験方法が小改訂された。
	JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）
	・アルカリ骨材反応対策関係の記述が修正された。
1992 年 平成 4 年	JIS A 1804（コンクリートの生産工程管理用試験方法―骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（迅速法））
	・JIS A 1804（コンクリートの生産工程管理用試験方法－骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（迅速法））が規定された。
2002 年 平成 14 年	アルカリ骨材反応抑制対策について（国土交通省）
	・「コンクリート中のアルカリ総量の抑制」，「抑制効果がある混合セメント等の使用」，「安全と認められる骨材の使用」のいずれかの対策を行うこと，土木構造物においてはこのうち「アルカリ総量の抑制」，「抑制対策のある混合セメント等の使用」を優先することとされた。
2003 年 平成 15 年	道路橋のアルカリ骨材反応に対する維持管理要領（案）（国土交通省）
	・鉄筋破断の事例報告を受けて，アルカリ骨材反応に対する予防保全的な補修方法，鉄筋の破断のおそれのある場合の見分け方や対処方法，調査方法などが示された。
2008 年 平成 20 年	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）（国土交通省の ASR に関する対策検討委員会）
	・本ガイドラインによって，2003 年の「道路橋のアルカリ骨材反応に対する維持管理要領（案）」を補足する資料として，最新の知見によるアルカリ骨材反応の進行状況に応じた補修方法・補強方法などが示された。

（2）鉄筋・ＰＣ鋼材の変遷

年次	鉄 筋	PC 鋼材
1950 年 昭和 25 年	1952 JIS G 3101（一般構造用圧延鋼材）の制定 1953 JIS G 3110（異形丸鋼）の制定 1953 異形鉄筋を使用した鉄筋コンクリートについて（建設省通達）	1955 「プレストレストコンクリート設計施工指針」発刊（土木学会）（PC 鋼材の規格値が初めて規定）
1960 年 昭和 35 年	1960 異形棒鋼の認定（建設省告示） 1964 JIS G 3112（鉄筋コンクリート用棒鋼）の制定 1965 JIS G 3110（異形丸鋼）の廃止 1969 JIS G 3117（鉄筋コンクリート用再生棒鋼）の制定	1960 JIS G 3536（PC 鋼線及び PC 鋼より線）の制定 1968 「プレストレストコンクリート道路橋示方書」発刊（日本道路協会）（JIS G 3536 に規定されていない PC 鋼線 φ5mm，φ6mm，φ8mm の規定）
1970 年 昭和 45 年	1975 JIS G 3112（鉄筋コンクリート用棒鋼）の改正（SDC の削除，D51 の追加）	1971 JIS G 3109（PC 鋼棒），JIS G 3538（PC 硬鋼線）の制定
1980 年 昭和 55 年	1985 JIS G 3112（鉄筋コンクリート用棒鋼）の改正（SD24 を削除） 1987 JIS G 3112（鉄筋コンクリート用棒鋼）の改正（SI 単位への移行）	1981 JIS G 3536（PC 鋼線及び PC 鋼より線）の改正（19 本より線の規定）
1990 年 平成 2 年		1994 JIS G 3109（PC 鋼棒）の改正 1994 JIS G 3137（細径異形 PC 鋼棒）の制定 1994 JIS G 3536（PC 鋼線及び PC 鋼より線）の改正（低リラクゼーション品の規定）
2000 年 平成 12 年	2008 「ステンレス鉄筋を用いるコンクリート構造物の設計施工指針（案）」発刊（土木学会）	2005 高強度 PC 鋼材の開発
2010 年 平成 22 年	2012 道路橋示方書の改訂に合わせ，高強度鉄筋（SD390，SD490）が規定（日本道路協会）*1	2011 「高強度PC 鋼材を用いたPC 構造物の設計施工指針」発刊（PC 技術協会）

*1：コンクリート上部構造の曲げモーメントまたは軸方向力に対して抵抗することを期待し，主桁等の軸方向への配置する鉄筋を想定した規定である。斜め引張鉄やねじりに抵抗する鉄筋として用いた場合は，従来の SD345 と同じ値が規定されている。

1） ＰＣ鋼線



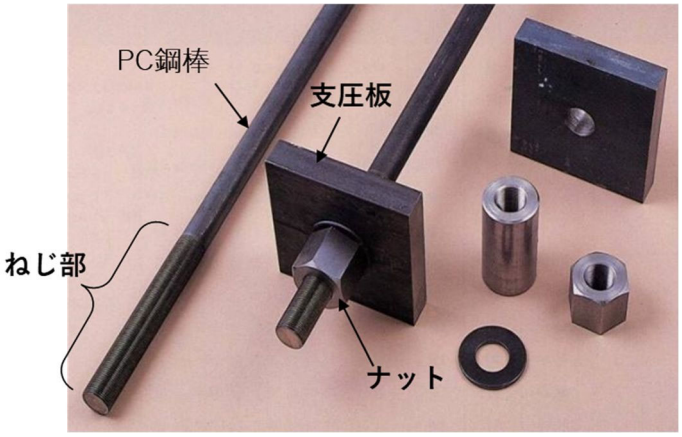


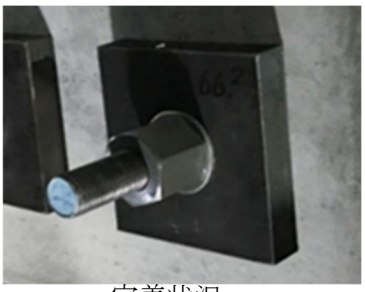
定着具：マルチワイヤーシステム

2） ＰＣ鋼棒



写真提供：住友電気工業（株）



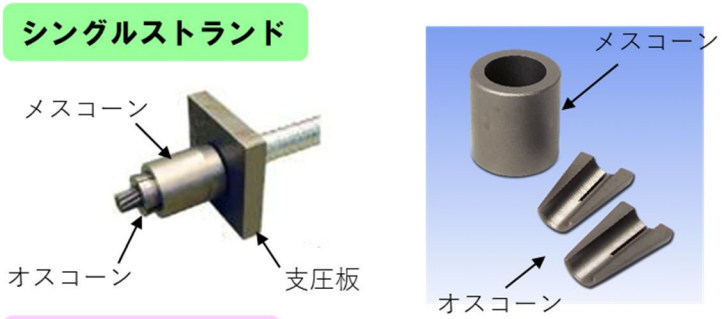


定着状況

3） ＰＣ鋼より線



写真提供：住友電気工業（株）





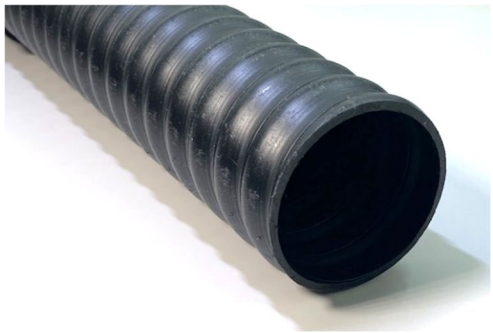
定着状況（余長切断後）

（3）シースの変遷

年次	鋼製シース	PEシース
1950 年 昭和 25 年	薄鉄板製の単純な鋼製シースなどの適用	
1960 年 昭和 35 年	鋼製のスパイラルシースが開発され，急速に普及	
1970 年 昭和 45 年	鋼製のスパイラルシースが広く使われる 1978　土木学会「プレストレストコンクリート標準示方書」シースの試験方法が規定される。	
1980 年 昭和 55 年	鋼製のスパイラルシースが広く使われる	
1990 年 平成 2 年	鋼製のスパイラルシースが広く使われる	1994 PC 鋼材保護専用管としてポリエチレン製シース（PE シース）が開発される。 1995 PC 建協「ポリエチレン製シース実用化試験報告書」にポリエチレン製シースの品質・設計・施工マニュアル（案）が提示される。 1998 ポリエチレン製シース（PE シース）が普及し始める。
2000 年 平成 12 年	鋼製のスパイラルシースが広く使われる	2002　土木学会「コンクリート標準示方書」にて塩害対策等でのPEシース使用の記述がなされる 2005　PC 建協「塩害に対するプレキャストPCげたの設計・施工資料」に対策区分SでのPEシース採用が推奨される。 2007　土木学会「コンクリート標準示方書（施工編）」にて、「塩害対策等、特に耐久性が要求される場合には、プラスティック製シースを用いることを原則とする．」と記載される。
2010 年 平成 22 年	鋼製のスパイラルシースが広く使われる 2012　土木学会「コンクリート標準示方書（施工編）」にて、金属製シース、とポリエチレン製シース（PE シース）の検査値が個別に規定される。	2010　土木学会「コンクリート標準示方書（規準編）」にて、金属製シース、とポリエチレン製シース（PE シース）の試験方法が個別に規定される。 2012　土木学会「コンクリート標準示方書（施工編）」にて、「シースの材質はプラスティック製のものが推奨される」と記載される。 2012 PC 工学会「PC グラウトの設計施工指針」にて、「シースは、プラスティック製シースを使用するのがよい」と推奨される。



鋼製スパイラルシース



ポリエチレン製シース

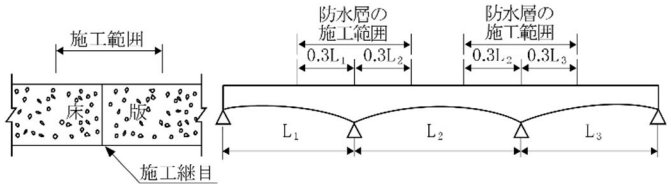
（4）ＰＣグラウトの変遷

年	主な出来事	基準類	PC グラウトに関する記述内容
1960 年 昭和 35 年		1961 プレストレストコンクリート設計施工指針(土木学会)	膨張率 0～5%を標準とする。
		1962 プレストレストコンクリートマニュアル(極東鋼弦コンクリート振興)	
		1966 ディビダーク工法設計施工指針(案)(土木学会)	ブリーディング率 3%以下 膨張率 10%以下
1970 年 昭和 45 年		1973 PC 施工の手引き (国鉄構造設計事務所)	
1980 年 昭和 55 年	1985 年 英国 Ynys-y-Gwas 橋の内ケーブルが腐食破断により落橋	1984 PC 施工の手引き (国鉄構造設計事務所)	ブリーディング率 2%以下 膨張率 5～10% ブリーディングのほとんどない配合では，膨張率 5%以下でもよい。
		1986 PC グラウト施工マニュアル (PC 建協)	
1990 年 平成 2 年	1992 年 英国「グラウトを用いる PC 橋を禁止」	1991 コンクリート標準示方書 施工編 (土木学会)	ブリーディング率 3%以下，膨張率 10%以下 ブリーディング率が 0 であれば，膨張率 0%の配合でもよい。
		1993 PC グラウト施工マニュアル改訂 (PC 建協)	
		1995 PC 施工の手引き(JR 東日本)	ブリーディング率 0%，膨張率-0.5～0%以下
	1996 年 英国「グラウトを用いる PC 橋禁止令を解除」	1996 コンクリート標準示方書 施工編 (土木学会)	高性能 AE 減水剤や増粘剤を用いたノンブリーディングタイプの PC グラウトが望ましい。
		1996 PC グラウト施工マニュアル改訂 (PC 建協)	ノンブリーディングタイプを使用する(ブリーディングが生じる旧タイプとノンブリーディングタイプのグラウト施工について併記)
		1999 PC グラウト&プレグラウト PC 鋼材施工マニュアル(PC 建協)	ノンブリーディングタイプグラウトを低粘性型と高粘性型に分類。
2000 年 平成 12 年		2002 コンクリート標準示方書 施工編 (土木学会)	PC グラウトに用いる混和剤はノンブリーディングタイプの使用を標準とする。
		2002 PC グラウト&プレグラウト PC 鋼材施工マニュアル改訂(PC 建協)	コンクリート標準示方書 施工編(土木学会)に準拠
		2005 PC グラウトの設計施工指針 (PC 技協)	普通ポルトランドセメントを使用した場合の塩化物イオン量は，セメント重量比の 0.08%以下とする。 超低粘性タイプの PC グラウトが追加される
		2006 PC グラウト&プレグラウト PC 鋼材施工マニュアル改訂(PC 建協)	2006 年版 PC グラウトの設計施工指針(PC 技協)を踏襲
2010 年 平成 22 年		2012 「PC グラウトの設計施工指針」改訂(PC 工学会)	実物大注入確認試験の明記 プラスチックシースの推奨
		2012 「コンクリート標準示方書」改訂(土木学会)	グラウト施工管理手法の改訂(施工編) グラウト試験方法の改訂(規準編)
		2013 PC グラウト&プレグラウト PC 鋼材施工マニュアル改訂(PC 建協)	2012 年版 PC グラウトの設計施工指針(PC 工学)を踏襲

８．３　その他

（１） 防水層の設置基準の変遷

橋面の防水層に関する規定は、1972 年の「道路橋示方書・Ⅰ共通編」や、1978 年の「道路橋鉄筋コンクリート床版の設計・施工指針」に示されている。内容は防水層の適用範囲や施工箇所等についてである。防水層の材料選定をはじめとする設計・施工について定められたのは、1987 年の「道路橋鉄筋コンクリート床版　防水層設計・施工資料」からである。また、床版防水に関する材料や施工技術の進展を踏まえ、2007 年には「道路橋床版防水便覧」が発刊されている。

年	防水層
1979 年 昭和 54 年 以前	橋梁の床版には下記の場合，原則として防水工を施工する。防水工は，床版との付着ならびに舗装との付着のよいものでなくてはならない。 ・RC 床版 (1) 連続桁の中間支点付近および施工継目付近 (2) 合成桁床版は全面 (3) 寒冷地で凍結融解に対する配慮を特に必要とする場合 (4) 橋面に波しぶきがかかる場合は全面 
1994 年 平成 6 年	・橋梁の床版面には原則として防水工を施工するものとする。 なお，施工範囲は，原則として全面防水とする。 (1) RC 床版 全面防水とする。 (2) 歩道部 マウンドアップされた歩道部の充填材はコンクリート打設とするのが望ましいが，コンクリートを打設した場合は防水工の施工は原則として行わないものとする。 ・防水層の選択については，「道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工資料（日本道路協会，1987 年)」等によるものとし，床版との付着ならびに舗装との付着のよいものでなければならない。
2002 年 平成 14 年	・平成 8 年（1996 年）までの道路橋示方書 I アスファルト舗装には必要に応じて防水層を設けるものとする。 ・平成 14 年（2002 年）道路橋示方書 I アスファルト舗装とする場合は、橋面より浸入した雨水等が床版内部に浸透しないように防水層等を設けるものとする。

９．参考文献

・「道路橋定期点検要領」　（平成 31 年 2 月）国土交通省　道路局
・「橋梁定期点検要領」　（平成 31 年 3 月）国土交通省　道路局　国道・技術課
・「橋梁の維持管理の体系と橋梁管理カルテ作成要領（案）」（平成 16 年 3 月）国土交通省　道路局
・「国土技術政策総合研究所資料　道路構造物管理実務者研修（橋梁初級Ⅰ）道路橋の定期点検に関するテキスト」　（平成 27 年 3 月）国土交通省　国土技術政策総合研究所
・「道路橋示方書」　（各年代）日本道路協会
・「JIS　けた橋用プレストレストコンクリート橋げた」（各年代）日本規格協会
・「建設省制定　ポストテンション方式 PC 単純 T 桁橋」（各年代）全日本建設技術協会
・「PC 技術の変遷」　（2003 年 11 月）プレストレスト・コンクリート建設業協会
・「PC 構造物の維持保全」（2015 年版）プレストレスト・コンクリート建設業協会

１０．デジタルツインを用いたＰＣ橋の補修・部分更新・撤去技術に関する研究（新都市社会技術融合創造研究会）関係者名簿

三木 朋広　神戸大学　大学院工学研究科市民工学専攻　准教授【ＰＪリーダー】
宮川 豊章　京都大学　名誉教授【顧問】
山本 貴士　京都大学　経営管理大学院　教授
三方 康弘　大阪工業大学　工学部都市デザイン工学科　教授
上田 尚史　関西大学　環境都市工学部都市システム工学科　准教授
寺澤 広基　大阪大学大学院　工学研究科地球総合工学専攻　助教
橋本 勝文　北海道大学大学院　工学研究院土木工学部門　准教授
高谷 哲　京都大学大学院　工学研究科都市社会工学専攻　助教

（一社）建設コンサルタンツ協会　近畿支部
（一社）プレストレスト・コンクリート建設業協会　関西支部
近畿地方整備局