

# 2018年制定コンクリート標準示方書〔維持管理編〕 におけるPC構造物の維持管理

長田 光司\*1・二井谷 教治\*2・小林 孝一\*3

土木学会コンクリート標準示方書〔維持管理編〕が5年ぶりに改訂され、2018年制定版が発刊された。2013年版で初めて設けられたプレストレストコンクリートの維持管理に関する章についても、最新の技術を取り入れたうえで読者に使いやすいものとなるよう、内容のさらなる充実が図られたのみならず、〔付属資料〕内にはプレストレストコンクリートの維持管理事例を示す編も新設された。本稿では〔維持管理編〕の改訂について概説したうえで、とくにプレストレストコンクリートに関する部分について紹介する。

キーワード：示方書〔維持管理編〕、プレストレストコンクリート、維持管理事例、グラウト充填不足

## 1. はじめに

土木学会コンクリート委員会は、示方書改訂小委員会（委員長：宮川豊章 京都大学特任教授）を設置し、土木学会コンクリート標準示方書（以下、示方書）の改訂作業を進めてきた。このうち〔設計編〕と〔施工編〕については2018年3月に2017年制定版として刊行されていたが、〔維持管理編〕については上記小委員会内の維持管理編部会（主査：河合研至 広島大学教授）を中心とした議論、検討を経て、この10月に5年ぶりの改訂を受けて2018年制定版として発刊された<sup>1)</sup>。

今回の改訂にあたっては、1) 基本的事項は2013年版を踏襲する、2) 〔設計編〕、〔施工編〕との連携を強化する、3) 2013年版での変更点のブラッシュアップを図る、の3点を基本方針として検討を重ねた。〔維持管理編〕が2001年に初めて制定されて以来、これまでの改訂を通じて、維持管理に対する基本的な考え方やその具体的な枠組みが明確にされ、今や〔維持管理編〕は、土木コンクリート構造物の維持管理を行ううえで“バイブル”としての重要な役割を果たしている。そのため上記1) の方針を掲げたのであるが、一方、現在の標準的な技術者が最先端と認めて理解でき、かつ、利用者にとって使いやすいものであり続けることは、示方書の使命である。そのため、必要と考えられる場所には大きな変更が加えられ、〔維持管理編〕全体の構成も大きな変更を受けた。プレストレストコンクリート（以下、PC）の維持管理に関する内容についても比較的大きな改訂、加筆を行ったため、その内容を本稿で紹介する。

表-1に示すのは、2018年版〔維持管理編〕の構成である。今回の改訂では〔標準附属書〕を新たに設け、その1編として2013年版の〔劣化現象・機構別〕のうちの劣化機構を取り扱う部分を置いた。なお、劣化現象に関する

内容については〔標準〕に取り込まれ、独立した章としては存在しなくなった。

表-1 2018年制定コンクリート標準示方書〔維持管理編〕の編、章の構成（抜粋、強調部分を本稿で解説）

〔維持管理編：本編〕 1章 総則 - 3章 維持管理の方法
〔維持管理編：標準〕 1章 総則 - 8章 記録
〔維持管理編：標準附属書〕 1編 劣化機構 1章 総則 2章 中性化 - 8章 すりへり 2編 構造物・部材 <u>1章 プレストレストコンクリート</u> 2章 道路橋床版 3編 要求性能レベルの変更
〔維持管理編：付属資料〕 1編 性能評価（試案） 2編 維持管理事例 ※疲労、中性化、塩害に対する維持管理事例 <u>3編 プレストレストコンクリートの維持管理事例</u> <u>1章 プレストレストコンクリートに特徴的なひび割れに着目した点検の例</u> <u>2章 PCグラウト充填不足への対応事例</u> 4編 鋼材埋込み定着部の維持管理事例

PCの維持管理について独立した章が設けられたのは2013年版が初めてであり、〔標準〕の10章としてPC特有の維持管理時の留意事項が取りまとめられていた<sup>2)</sup>が、今回の改訂では〔標準附属書〕内に新設された「2編 構造物・部材」のうちの1章として再配置した。なお、同編2章は「疲労」のうちの道路橋床版に関する内容を独立させて新設した章である。また〔標準附属書〕の「3編 要求性能レベルの変更」も2013年版では〔標準〕の9章であっ

\*1 Koji OSADA：中日本高速道路(株) 構造技術チームリーダー

\*2 Kyoji NIITANI：オリエンタル白石(株) 技術本部 技師長

\*3 Koichi KOBAYASHI：岐阜大学 工学部 教授

たものを、今回の改訂で「標準附属書」内の新しい編として独立させたものである。「プレストレストコンクリート」と「要求性能レベルの変更」の移動は、一般的な構造物に対する標準的な維持管理の内容を一連の流れとして記述、解説するという「標準」の本来の位置付けを、より明確にすることを意図したものである。

また、2013年版の「付属資料」に掲載されていたのは、2018年版で「付属資料」2編となった「維持管理事例」のみであったが、2018年版ではこれが4編構成となり、「3編 プレストレストコンクリートの維持管理事例」を新設した。

次章以降で、PCにかかわる改訂の内容を、より具体的に紹介する。

## 2. 【維持管理編：標準附属書】「2編 1章プレストレストコンクリート」の改訂概要

PC構造物が本格的に建設され始めて60年が経過するなかで、劣化が顕在化するPC構造物が増加し、その維持管理の標準的な方法を「維持管理編」で示すべきとのニーズが高まっていた。このような背景のもとで、2013年版で初めてPCに特化した章が設けられ、PC特有の留意点について、とくに(i)PC鋼材、定着部、偏向部に関する劣化、(ii)ポストテンション方式のPCグラウト充填不足などに伴うPC鋼材の腐食、破断、(iii)施工目地部を起点とした劣化、に着目した記述がなされた。

今回の改訂にあたっては、PC構造物で最近よく見られる劣化事例を踏まえて安全にPC構造物を維持管理するための課題について議論が行われた。その中でポストテンション方式では、PCグラウト充填不足箇所ではPC鋼材が腐食すると錆汁などの腐食生成物がシース内に蓄積してコンクリート表面に現れず、腐食ひび割れも発生しない場合があることが課題としてあげられた。このようなケースでは最悪の場合、外観変状がほとんど見られないまま構造物の安全性が失われ、危険な状態に至る可能性がある。

写真-1に撤去されたPC I桁橋の床版部分の断面の例を示す。この写真のように外観からPC鋼材の腐食状況の把握ができない場合、外観グレードにより構造物を診断す

ることが困難となる。2013年版では、グラウト充填不足は劣化因子を遮蔽する性能を低下させる原因として位置付けられてきたが、今回の改訂ではこれに加えて、外観変状の程度を根拠に構造物の状況を判定するためには、グラウトが充填されていることを前提条件とすることとした。また、維持管理計画の立案時に配慮すべき事項として、上縁定着などの劣化を誘発しやすい構造についての記述を充実している。

点検を説明する章では、必要な調査項目を選定するプロセスを考慮して、調査項目の一覧表における列の順番を、調査項目、得られる情報の例、調査方法、関連基準類、に並べ替えた。また、PC鋼材の破断の有無の確認や、グラウト充填状況の確認など、PC構造物特有の調査に必要となる新技術のうち実績のあるものを追加するとともに、すべての調査方法について原理別に再整理した。

## 3. PC鋼材の変状の発生に関わる技術の変遷

PC構造物の維持管理を行うにあたっては、まず、PC鋼材の状態を把握することが重要である。とくに、ポストテンション方式を用いた構造物におけるPCグラウトの充填状況、およびPC鋼材自体の状態については、構造物の現状の健全性と以降の維持管理計画の策定に大きく影響するため、できるだけ確実に把握することが望ましい。

一方、実際に維持管理を行う場合、膨大な構造物のなかで適切に優先順位を策定し、点検・調査から対策までの一連の流れを実施する必要がある。

PCグラウトの充填不足の発生は偶発的なものではなく、特定の理由が存在することが多い。これまでの調査では、PCグラウトの充填不足の発生は、PCグラウトに関連した技術の変遷に大きく関わることが明らかとなっている。そこで、今回の改訂においては、表-2により、PCグラウトの充填状態、およびPC鋼材の健全性に関わると考えられる基準類の変遷に基づき、鋼材に変状が発生する危険性を示すこととした。

以下、PCグラウトの充填状況、およびPC鋼材の腐食に影響を及ぼす要因ごとに、その技術および基準類の変遷について概説する。

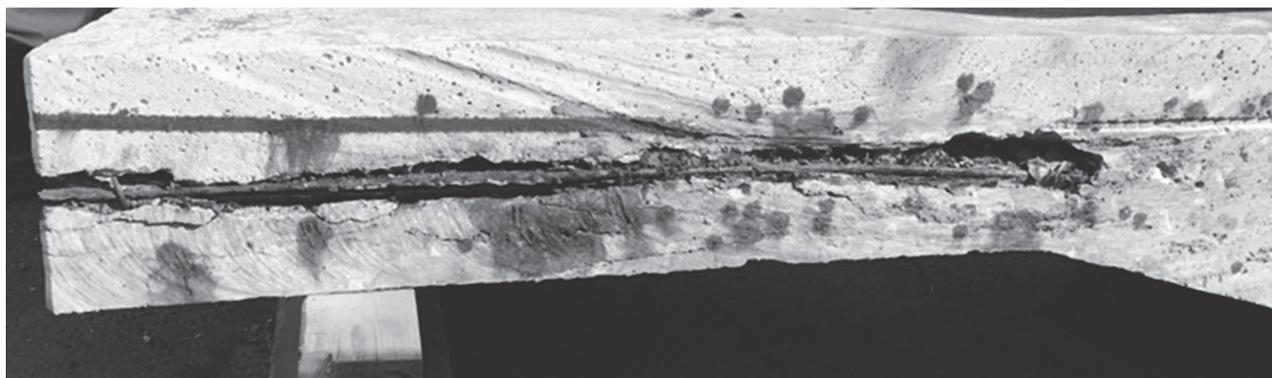


写真-1 撤去したPC I桁橋床版の断面状況の例

### 3.1 PC グラウトの品質管理に関する変遷

PC グラウトの施工時における品質管理の方法は、PC グラウトの充填状況に影響を及ぼす要因の一つとなる。1986年の「昭和61年制定コンクリート標準示方書〔施工編〕」において、PC グラウトの管理に関して記録を作成することが示された。その後、1996年にプレストレスト・コンクリート建設業協会から発行された「PC グラウト／施工マニュアル」により、流量計の使用によりPC グラウトの注入量を確認し、それを記録することが示され、注入忘れや注入不足といったヒューマンエラーの解消が図られた。また、同マニュアルでは、PC グラウト研修会の受講修了者が作業に立ち会う必要があることも示された。これらのことから、PC グラウトの管理方法に関する観点からは、1996年以前に建設されたPC 構造物では、主として人的な要因から、PC グラウトの充填不足が発生する可能性があるといえる。

### 3.2 PC グラウトの材料に関する変遷

PC グラウトの材料の品質および性能も、PC グラウトの充填状況に影響を及ぼす要因となる。1996年の「平成8年制定コンクリート標準示方書〔施工編〕」では、ブリーディングの発生が抑制されたノンブリーディングタイプの材料の使用が推奨されるようになった。それまでは、PC グラウトの材料は、標準的にブリーディングの発生が許容されており、排出側のグラウトホースに、発生するブリーディング量以上の量のPC グラウトを確保することで、十分な充填を担保する思想であった。その後、「2002年制定コンクリート標準示方書〔施工編〕」では、ノンブリーディングタイプの材料を使用することが必須となった。さらに、2005年にプレストレストコンクリート技術協会（現

プレストレストコンクリート工学会）から発行された「PC グラウトの設計施工指針」において、鉛直管を用いたブリーディング率に関する品質検査が導入され、確実な品質を有する材料を用いてPC グラウトの充填が行われるようになった。ブリーディング水は完全にはダクトから排出されない可能性があるため、ダクト内でブリーディング水が消失し、これによって形成される空隙の観点からは、2005年以前に建設された構造物では、充填不足が発生する可能性があるといえる。

1996年に発行されたプレストレスト・コンクリート建設業協会「PC グラウト／施工マニュアル」において、PC グラウトの粘性が高いものを使用すれば、ダクトが下り勾配となる区間での充填においても、先流れ現象が抑制され、残留空気が発生しにくいことが示された。その3年後の1999年に、プレストレスト・コンクリート建設業協会から「PC グラウト&プレグラウトPC 鋼材施工マニュアル(改定版)」が発行された。ノンブリーディングタイプのPC グラウトが低粘性型と高粘性型の2種類に分類され、PC 鋼材の配置形状やダクトの空隙率（ダクト断面積に対するPC 鋼材断面積を引いた空隙部分の断面積の割合）などによってこれらと使い分けることが示された。PC グラウトの粘性は、残留空気の発生の要因となる先流れ現象に影響し、この観点からは、1999年以前に建設された構造物では、充填不足が発生する可能性があるといえる。

表-2には示していないが、先流れを原因とする有害な残留空気の発生を防ぐため、PC グラウトの施工にあたって、実物大試験の結果に照らし合せて、確実な充填ができることを確認しておく仕組みが構築された。実物大試験により適切なPC グラウトを選定するのみならず、ダクト

表-2 適用基準類の変遷に基づく鋼材変状の発生の危険性

要 因	PC グラウト充填不足およびPC 鋼材腐食の発生危険性										背 景		
	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010					
充填不足	品質管理 (充填管理)		■										1986年 PC グラウト記録 1996年 流量計、講習会受講義務
	ブリーディング に起因する空隙		■										1996年 ノンブリーディング推奨 1999年 ノンブリーディング標準 2005年 鉛直管試験導入
	先流れ現象に 起因する空隙		■										1996年 粘性型 PC グラウトの記載 1999年 高粘性・低粘性型の使用
	シース径に 起因する 空隙	PC 鋼線	■										PC 鋼より線 12S12.7
PC 鋼より線		■										1973年 60 mm → 65 mm 1980年 65 mm → 70 mm	
PC 鋼棒		■										PC 鋼棒 φ32 mm 1994年 38 mm → 39.3 mm 1998年 39.3 mm → 45 mm	
鋼材腐食	床版防水層の設置 に起因する腐食		■										1973年 必要に応じて防水層を設置 2002年 防水層の設置を原則 2007年 高性能対応の試験項目追加
	グラウトホースの 処理に起因する腐食		■										1999年 深さ 1 cm 以上のエポキシ樹脂であと埋め 2005年 あと埋めに防水工を設置 2012年 グラウトホース間のあきを確保
	PC 鋼材の上縁定着 に起因する腐食		■										1980年 道路橋 T 桁支間 28 m 以上は 端部定着 1994年 道路橋 T 桁は全て端部定着

注) 発生危険性 ■ : 対象とする要因に対して規定がない、もしくは対策に不備があった。  
 ■ : 要因対策が実施されているが、途中経過的な対策であった。  
 □ : 要因対策が完了しており、PC グラウト充填不足やPC 鋼材腐食が発生する可能性が低い。

内に留まろうとする残留空気を排出するための排出口の適切な位置や注入流量なども定める。実物大試験による照査は、2005年発行のプレストレストコンクリート技術協会「PCグラウトの設計施工指針」において規定された。2012年発行のプレストレストコンクリート工学会「PCグラウトの設計施工指針-改訂版-」では、実物大試験と実施工の関連性を明確にし、どのような試験を実施するかについて示されている。

### 3.3 シース径の変遷

PCグラウトの粘性や注入する距離にもよるが、PC鋼材径に対してシースの内径が十分大きくないと、PCグラウトの充填時に注入圧が上昇して注入が困難になったり、閉塞を起こしたりする危険性が生じる。このため、PC鋼材径とシース径との関係も、PCグラウトの充填状況に影響を及ぼす要因の一つとなる。そこで、PCグラウトの充填をより容易にするため、各種PC鋼材に使用する標準のシース径は、時代を追って順次大きく変更されていった。まず、PC鋼より線を用いた代表的なPCケーブルについて紹介すると、1973年に発行された「フレシネー工法設計施工指針」では、PC鋼より線の12S12.4および12S12.7用のシースの内径が、それぞれ、60mmから62mm、および60mmから65mmに変更された。さらに、1980年には、FKK極東鋼弦コンクリート振興の「FKKフレシネー工法施工基準」が発行され、12S12.4、12S12.7および12S15.2用のシースの内径が、それぞれ62mmから70mm、65mmから70mm、および72mmから80mmに変更された。1994年に12S15.2用のシースの内径が微修正されたが、1980年以降は、ほぼ現状のシース径が標準となった。PC鋼より線のシース径の違いに起因するPCグラウトの充填のしやすさの観点からは、建設年が1980年以前で古い構造物ほど、確実な充填が困難になる可能性が高いといえる。一方、PC鋼棒に関しては、ディビダーク協会から「片持架設工法積算資料（ディビダーク工法）」が1994年に発行され、PC鋼棒のφ26mmおよびφ32mm用のシースの内径が、それぞれ32mmから35mmおよび38mmから39.3mmに変更された。さらに4年後の1998年には、「DW鋼棒システムの変更内容について」という文書がディビダーク協会から関係機関に配布され、φ26mmおよびφ32mm用のシースの内径が、それぞれ35mmから38mmおよび39.3mmから45mmに変更された。PC鋼棒のシース径の変遷がPCグラウトの充填性に与える影響の観点からは、1998年以前に建設された構造物で古いものほど、確実な充填が困難になる可能性が高いといえる。

### 3.4 道路橋床版防水に関する変遷

PC構造物のうち、道路橋に限定される事項ではあるが、床版防水は塩分を含む雨水が橋面から床版および主桁の内部へ浸入するのを防ぐ役目ももっていることから、PC鋼材の腐食抑制の鍵を握っているといえる。1973年に日本道路協会から「道路橋示方書・同解説、I共通編」が発行され、アスファルトコンクリート舗装には、必要に応じて防水層を設けることが規定された。この時点では、床版防

水の重要性の認識が高まったが、義務化には至っていない。その後、2002年に発行された日本道路協会「道路橋示方書・同解説、I共通編」では、防水層を設けることが原則とされた。さらに、日本道路協会から「道路橋床版防水便覧」が2007年に発行され、耐久性や施工性に関してより高い性能を要求することが必要と認められる場合には、6種類の追加照査試験による適用の目安が規定され、高機能化が図られた。これらの床版防水に関する規定の変遷から、2007年以降では、床版防水に起因するPC鋼材の腐食発生の可能性は低いといえる。

### 3.5 グラウトホースの処理方法に関する変遷

PCグラウトの注入口、排出口および排気口として、一般にグラウトホースが用いられ、PCグラウトの充填後には、コンクリート内部からの出口となるコンクリート表面部において切断される。このグラウトホースの切断端部において適切な処理が行われないと、コンクリートとグラウトホースとの界面を伝って塩分を含む雨水が浸入し、PC鋼材の腐食の原因になる可能性がある。1999年にプレストレスト・コンクリート建設業協会から「PCグラウト&プレグラウトPC鋼材施工マニュアル（改訂版）」が発行され、グラウトホース端部を深さ1cm以上のエポキシ樹脂で埋めすることが規定された。2005年にはプレストレストコンクリート技術協会から「PCグラウトの設計施工指針」が発行され、グラウトホースのあと処理は、密実な材料による深さ3cm程度のあと埋めに加えて、防水工を施すことが標準とされた。さらに、2012年にプレストレストコンクリート工学会から「PCグラウトの設計施工指針-改訂版-」が発行され、多数のグラウトホースを設置しなければならない箇所においては、グラウトホースを束ねて配置することは避け、ホース間のあきを確保する規定が追加された。これらの変遷から、2012年以降では、グラウトホースの処理に起因するPC鋼材の腐食発生の可能性は低いといえる。

### 3.6 PC鋼材の定着位置に関する変遷

PC鋼材の腐食に影響する要因の一つとして、PC鋼材の定着位置があげられる。PC構造物のうち、道路橋について、ポストテンション方式PC単純T桁の規定に関する変遷をたどってみる。1969年に建設省標準設計「ポストテンション方式PC単純T桁橋」が制定されて以来、1980年の改定まで、すべての支間長の桁で、配置するPC鋼材の約半数を主桁の上縁で定着することになっていた。また、それ以降1994年の改定まで、支間長27m以下の桁については、配置するPC鋼材の約半数を主桁の上縁で定着することとしていた。主桁の上縁定着部には、床版に切欠きが設けられ、橋面からの塩分を含む雨水が定着部から浸入しやすい構造となっていた。また、上縁定着部はダクトの上端であるため、PCグラウトのブリーディングなどによる空隙が発生しやすいことから、PC鋼材の腐食が発生しやすい状況にあるといえる。これらのことから、ポストテンション方式PC単純T桁橋については、適用支間長と建設された年代に着目してPC鋼材の腐食の可能性を考える必要がある。

## 4. [維持管理編：付属資料]「3編 プレストレストコンクリートの維持管理事例」の概要

### 4.1 作成の経緯と概要

2013年版[維持管理編]では初めてPCの維持管理の標準的方法が[標準]10章として示され、ここではPC特有の維持管理上の着目点をなるべくわかりやすく示したいとの意図から図を多用したが、今回の改訂では改めて[標準附属書]「2編1章 プレストレストコンクリート」の本文および解説に示すべき内容を精査し、2013年版で「プレストレストコンクリート」の章内に掲載されていた解説表「ひび割れに着目した点検の例」は[付属資料]に移動することとした。

また2章でも述べたように、今回の改訂では、ポストテンション方式のPCを外観変状から評価する際に、PCグラウトが充填されていることを前提条件として位置付けている。このため、PCグラウト充填不足が発生する可能性が高い年代に建設されたPC構造物に対しては、最優先でPCグラウトの充填状況を確認するように維持管理計画を立案する必要がある。このようにPCグラウト充填不足への対応は、PCの維持管理において重要な取組みであるため、今回の改訂では[付属資料]にPCグラウト充填不足への対応の事例を示すこととした。

### 4.2 プレストレストコンクリート特有のひび割れに着目した点検の例

今回の改訂で[付属資料]に「プレストレストコンクリートに特有のひび割れの例」を示すにあたって、橋梁以外の構造物の例も示すべきとの意見が出され、PCタンクの側壁コンクリートの乾燥収縮が底版のコンクリートに拘束されることによって発生する事例を示すこととなった。

この図に示されているひび割れはPC特有のひび割れのうちの一部の例であり、維持管理計画策定時に対象構造物の架設方法や定着位置、導入プレストレスレベルに応じて、着目を個別に設定する必要がある。

比較的大規模な構造物の建設にあたっては、施工ステップごとの部材に発生する応力を検討している例が多いので、維持管理計画立案にあたってはこの検討結果を参考にするとよい。定着部背面の引張応力の影響により、竣工後数か月が経過してからひび割れが発生することもある。これらのひび割れのなかには、構造物に要求される諸性能に悪影響を与えるものもあり、早期にその影響を評価し、適切な補修を実施する必要がある。また、発生したひび割れの位置や方向だけでは、発生原因を誤認する危険性もある。このため、PC特有のひび割れを把握することは適切な維持管理を行ううえできわめて重要である。

### 4.3 PCグラウト充填不足への対応事例

今回の改訂では、PC特有の劣化の一つとして、ポストテンション方式のPCグラウト充填不足などによるPC鋼材の腐食や破断を挙げている。これに対応して、グラウト充填不足への対応事例では、PC鋼材の変状発生の危険性に着目した維持管理計画の策定の流れの例を示している。

この事例では対象構造物の建設年からPCグラウトの材

料や施工管理の方法、シース径を推定し、PCグラウトの充填不足が発生する危険性を判定している。

PCグラウトの充填状況が橋梁の安全性を脅かす可能性がある事項として、PC鋼材の破断に起因する曲げ耐力やせん断耐力の低下により、永続作用および変動作用に対する構造物の耐力が損なわれること、および、PC鋼材の腐食および破断に伴うかぶりコンクリートの剥落やPC鋼材の路面への突出が生じること（いわゆる第三者影響度）をあげている。また、同じく耐久性に関する事項としては、路面に散布される凍結防止剤に対してシース内のPC鋼材の防食性能が損なわれること、および、PC鋼材の破断に伴う有効プレストレスの低下により発生したひび割れに起因する劣化が生じることなどをあげている。

以上を踏まえて、この事例では、残存予定供用期間が59年と長期となることから、まずPCグラウト充填状況の調査を実施し、充填不足箇所があれば、その箇所に対してPCグラウト再注入を実施することとしている。

写真-2に削孔作業状況の例を、写真-3にPCグラウト再注入作業状況の例をそれぞれ示す。

削孔調査を行う場合、削孔による構造物への影響を最小限とするため、削孔径は調査などが可能な範囲なるべく小さいものを選定するのが望ましい。今回の調査では削孔調査後、PCグラウト充填不足箇所を対象としてグラウト再注入を行う計画であり、充填不足が懸念されたすべてのシースに削孔する必要があったため、多数の削孔が見込まれた。このため、削孔径はグラウトホース径（内径φ19mm）より小さい径を選定することとしている。なお、削孔箇所はPCグラウトの充填不足が確認された際にグラウト再注入にも利用できる箇所を選定している。

削孔調査にあたっては削孔による鋼材損傷を確実に避ける必要がある。削孔時の鋼材損傷を避けるために自動的に削孔停止するシステムは複数実用化されているが、1系統のシステムだけでは誤操作などによる鋼材損傷の可能性を排除できない。このため、この事例では削孔時の回収水を循環させるホースに金属センサを配置し、金属粉が混入すると速やかに削孔停止するシステムと、削孔刃の先端が金属シースに接触した際のモーターの負荷の増大に伴う過電流発生時に自動的に停止するシステムの、2系統の削孔停止システムを同時に採用している。

削孔調査によりグラウト充填不足が確認された場合は、確実にグラウト再注入を行う必要がある。この事例では減圧容器を用いた空隙量推定方法により空隙量を把握し、グラウトホップ内のグラウト材の液面低下量の計測結果との比較により、グラウト再注入の確実性を確認する方法を採用している。なお、再注入量が空隙量より小さい場合は、閉塞などによりグラウト再注入ができていない可能性が高いため、再度削孔調査を行い、再注入を実施する必要がある。

この事例では削孔調査でPC鋼材の発錆は確認されていないが、冬季に凍結防止剤を散布する積雪寒冷地に建設されたPC構造物では、凍結防止剤に含まれる塩化物イオンが融雪水や雨水等と共にシース内に浸入し、PC鋼材が腐

食する事例も報告されている。シース内の PC 鋼材が塩化物イオンにより腐食している場合は PC 鋼材の腐食抑制対策を実施する必要がある。この事例では、PC グラウト再注入を行う前に、シース内に亜硝酸リチウム水溶液を注入して、PC 鋼材の腐食の進行を抑制する工法を紹介している。また、PC 鋼材の腐食抑制の効果確認として、亜硝酸リチウム水溶液注入後の PC 鋼材の自然電位を計測する方法を紹介している。写真 - 4 に亜硝酸リチウム水溶液注入状況の例を、写真 - 5 に PC 鋼材の自然電位の計測例をそれぞれ示す。

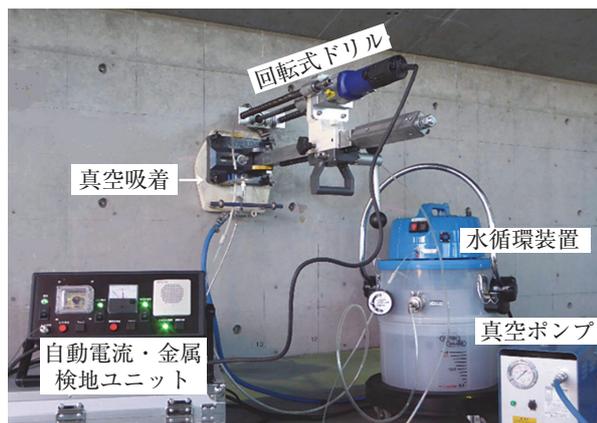


写真 - 2 削孔作業状況の例



写真 - 3 PC グラウト再注入作業状況の例

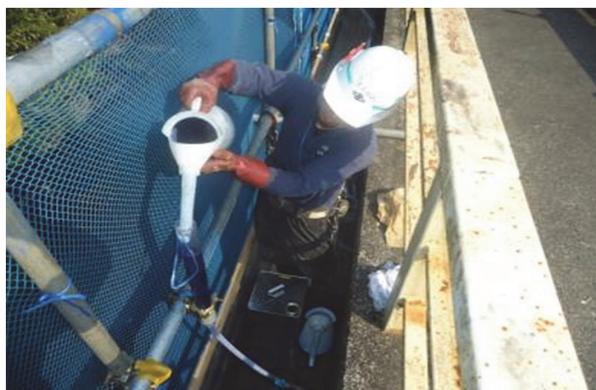


写真 - 4 亜硝酸リチウム水溶液注入状況の例



写真 - 5 PC 鋼材の自然電位の計測例

## 5. おわりに

PC は本来は高い耐久性をもつはずであり、また、そうあるべきである。ただし、使用している材料の物性を高いレベルまで引き出して使用しているため、それら構成材料、とくに PC 鋼線に変状が生じた場合には、性能低下に対する冗長性が鉄筋コンクリートと比較して低くなってしまいうも事実である。そのため、示方書〔維持管理編〕を有効に活用して PC 構造物を適切に維持管理してゆくことが望まれる。

〔維持管理編〕を改訂するにあたっては、本稿で紹介した内容以外にも、性能評価に関する記述の充実、中性化に対する評価方法の変更、道路橋床版に特化した章の新設、さらには風力発電施設基部など鋼材埋込み定着部の疲労に関する章の新設をはじめとして、最新の技術を反映し、技術者の役に立つ内容となるよう腐心した。ぜひ改訂資料<sup>3)</sup>ともども、実際に手に取って内容を一読されたい。

最後となったが、〔維持管理編〕の改訂にご尽力いただいた土木学会コンクリート委員会示方書改訂小委員会各位、および同維持管理編部会各位、とくに PC ワーキンググループの各位に対し、心よりの感謝を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 土木学会：2018 年制定コンクリート標準示方書〔維持管理編〕、2018。
- 2) 真鍋英規、長田光司：プレストレストコンクリートの維持管理 - 2013 年制定コンクリート標準示方書 維持管理編 -、プレストレストコンクリート、Vol.55, No.6, pp.14-17, 2013。
- 3) 土木学会：コンクリートライブラリー 153 2018 年制定コンクリート標準示方書改訂資料 - 維持管理編 規準編 -、2018。

【2018 年 11 月 28 日受付】