

PC橋の変状と点検・調査診断 における現状と課題



一般社団法人 プレストレスト・コンクリート建設業協会
保全補修部会 副部会長 徳光 卓

1

プレストレスト・コンクリート建設業協会 (PC建協)とは

- 目 的

本会は、プレストレスト・コンクリート技術の向上及びプレストレスト・コンクリート建設業の健全な進歩発展を図り、持続型社会の基盤整備に貢献し、もって公共の福祉の増進に寄与することを目的とする。

- 会 員

32社(賛助会員39社)

- 事 業

プレストレスト・コンクリート技術に関する, 調査研究及びその促進, 資料の収集・編集及び刊行, 啓発宣伝及び技術者の育成, 助言及び指導, 政府機関・公共団体等に対する建議及び意見の具申等

2

1. PC橋の変状に関する最近の事例

1.1 はじめに

- PC建協では、土木研究所、国総研、NEXCO総研等と共に、PC橋の劣化等に対する、現状調査や劣化対策、点検・診断に関する研究を実施（共同研究や受託研究等）
- PC橋の代表的な劣化
 - ①塩害（飛来塩分・凍結防止剤）
 - ②ASR
 - ③グラウト充填不良(PC鋼材腐食)
 - ④凍害(過去のPCはNon-AE)
- 最近目立つPC橋の劣化箇所
 - ①床版(凍結防止剤由来の塩害, ASR)
 - ②桁端部(伸縮継手からの漏水に由来する塩害とASR)
 - ③水回り(排水や防水の不良に由来する塩害とASR)

1.2 塩害(飛来塩分による塩害)



- 橋梁の各所で塩害による鋼材腐食が発生
- 対策: 塩害対策区分の設定 【対応済み】
かぶりの確保, 塗装鋼材の使用等

1.2 塩害(凍結防止剤による塩害)



- 床版下面や桁端部などで局部的な塩害が発生

1.3 ASR (アルカリ骨材反応)



- ASRは昭和60年以前に施工された橋で多発
(それまでの日本ではASRは無いと考えられていた)
- PC橋の場合, プレストレス作用方向に並行なひび割れが発生

1.3 ASR (アルカリ骨材反応)



橋面コンクリートの骨材化
(鉄筋の外側)

橋面での鉄筋破断
(段落し部)



2014.8.28 CAESAR講演会

7

1.4 グラウト充填不良



横締PC鋼棒の破断・突出



主ケーブルの破断

- グラウト充填不良は1990年中ば以前に施工された橋で多発
(グラウト材料・施工方法と施工管理の不備)
- 現在は大幅に改善されている

2014.8.28 CAESAR講演会

8

1.4 グラウト充填不良



- 主桁上縁にPC鋼材を定着した橋梁での事例
(橋面からの水の侵入, ブリーディングの発生)



9

2014.8.28 CAESAR講演会

1.4 グラウト充填不良

- グラウト充填度の検査方法は、種々の方法が開発されている
(超音波法・弾性波法・透過法等)

➡ 現状では手間が大きい

- グラウトが充填されていなくとも、必ずしもPC鋼材は腐食しない

➡ 水の存在により腐食
当面は防水工が重要



10

2014.8.28 CAESAR講演会

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.1 PC橋の診断における課題

- 残存プレストレスの把握(道路管理者等のご意見)
「PC橋は外観からだけではPC鋼材がどうなっているかわからない。グラウトが入っているかどうかわからない」
「プレストレスがどれだけ残っているのかわからない」
「耐荷性がどれだけ残っているのか？」
- PC橋に入ったひび割れの原因がわからない
「ひび割れが入らないはずのPC橋にひび割れが入っている」

PCの原理

将来発生する引張応力を打ち消すよう、あらかじめ圧縮応力を作用させておく
⇒力は見えない



RCの原理

引張応力に耐えるように、鋼材を配置する
⇒鉄筋の断面減少で評価できる

2014.8.28 CAESAR講演会

11

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.2 PC橋のひび割れ

- PC構造物におけるひび割れ

構造ひび割れ

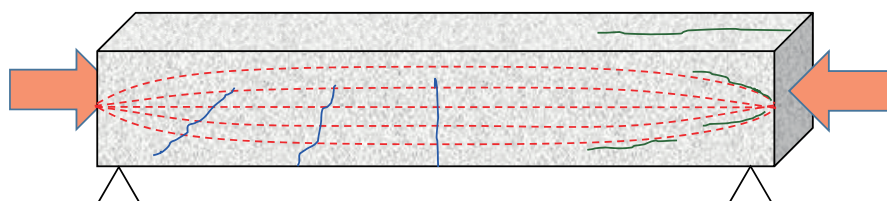
曲げ・せん断等の力学的作用によるひび割れ

➡ プレストレス不足の可能性

構造ひび割れでない

乾燥収縮・鉄筋の腐食膨張等によるひび割れ

非構造ひび割れ 乾燥収縮・ASR・鉄筋の腐食膨張に伴うひび割れ
(応力線と並行)



構造ひび割れの可能性
(応力線を横断)

ただし、応力線を横切るひび割れは全てが構造ひび割れとは限らない

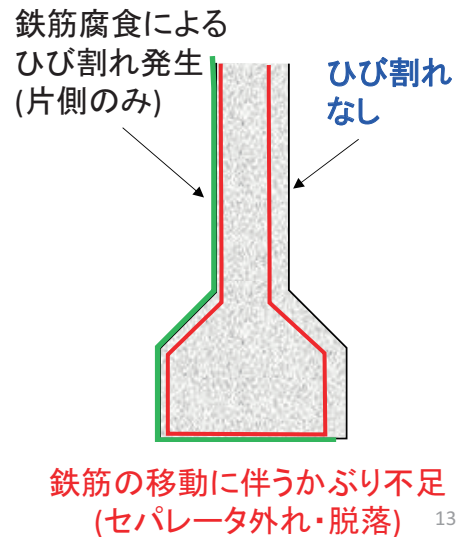
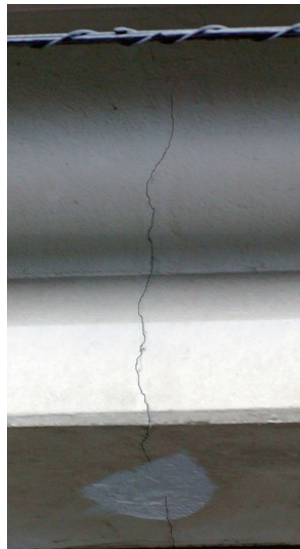
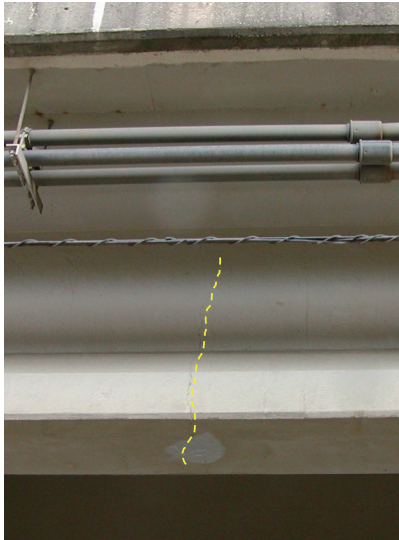
2014.8.28 CAESAR講演会

12

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.2 PC橋のひび割れ

- PC橋の下フランジからウェブにかけて鉛直ひび割れが発生した事例
⇒ひび割れ位置(鉄筋との関係)と桁の変形状態を確認



2014.8.28 CAESAR講演会

13

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.3 残存プレストレスの判断

- (死荷重状態で)曲げひび割れが入っている
⇒自重による応力以上のプレストレスが残っていない
- (死荷重状態で)曲げひび割れが入っていない
⇒自重による応力以上のプレストレスは残っている※
⇒プレストレスが減少していないとは限らない
- (荷重載荷状態で)曲げひび割れが入っていない
⇒載荷荷重による応力以上のプレストレスは残っている※
⇒プレストレスが減少していないとは限らない

※コンクリートの引張強度を無視した場合

- 残存プレストレスの判断には、**微破壊試験等**による詳細調査が必要
☞微破壊試験: 応力解放法など

2014.8.28 CAESAR講演会

14

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.4 PC建協とCAESARとの共同研究

- 「撤去橋梁を用いた既設PC橋の診断技術高度化に関する共同研究」
- 撤去橋梁を用いて、実橋で実際に生じている劣化・損傷の原因や影響を調査研究し、今後の設計や維持管理に役立てる



土研で保管中の撤去桁

2014.8.28 CAESAR講演会



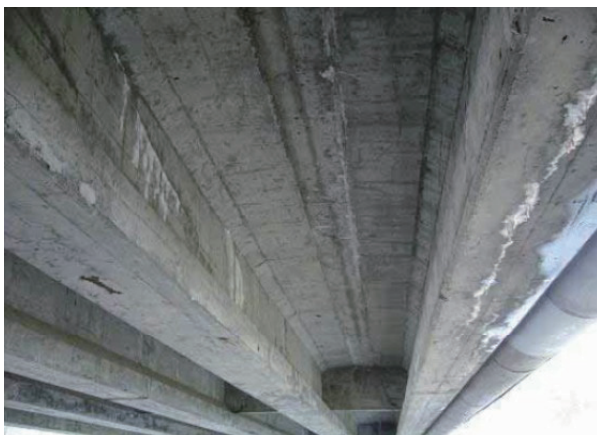
土研で保管中の撤去桁

15

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.4 PC建協とCAESARとの共同研究

- シースに沿うひび割れの発生事例



北海道に架設されていたポストテンションT桁橋であり、ウェブ側面や下フランジに、PC鋼材に沿ったひび割れが発生

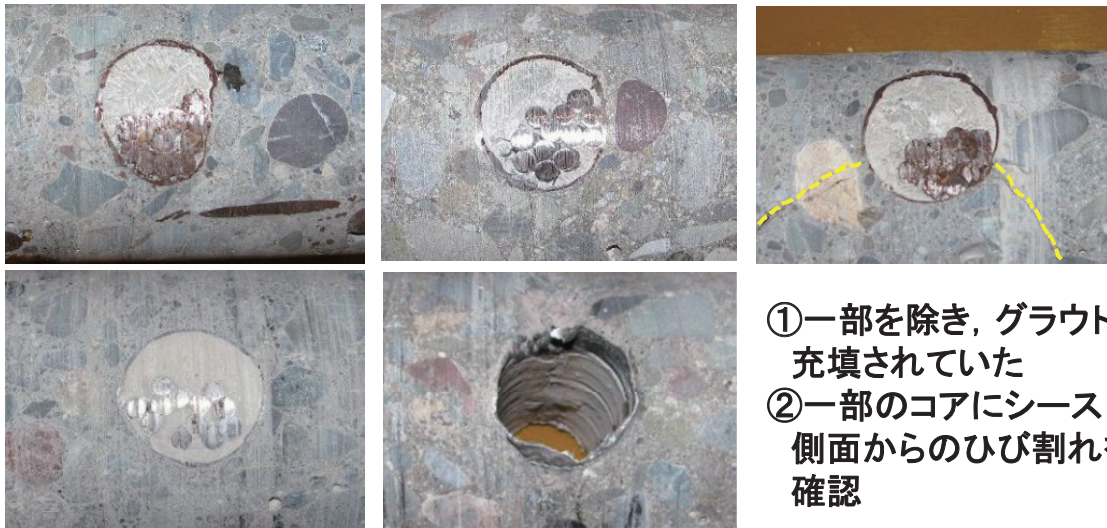
→ グラウト充填不良と推定していたが...

2014.8.28 CAESAR講演会

16

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.4 PC建協とCAESARとの共同研究



- ①一部を除き、グラウトは充填されていた
- ②一部のコアにシース 側面からのひび割れを確認

■推定される原因

- ①初期凍害(グラウト密度低下), ②膨張剤の過剰添加(アルミ粉末・グラウト密度低下), ③偏向部の応力(局部的な引張応力), など



現在、ひび割れの原因について調査中

17

2014.8.28 CAESAR講演会

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.4 PC建協とCAESARとの共同研究

- これまでに9橋の実橋・撤去桁の個有振動数測定を実施
- 目的: 非破壊かつ簡易な方法で橋梁の劣化度を把握する手法として、振動測定による評価手法の可能性を確認

損傷レベルと維持管理レベルの対応のイメージ※

損傷のレベル		維持管理のレベル
1	鋼材腐食の始まり ひび割れの始まり	予防保全 補修の判断
2	鋼材腐食による断面減少 コンクリートの断面欠損	事後保全 補修・補強の判断
3	鋼材が降伏 剛性の大幅な低下	安全管理 通行止・架替判断

※振動測定により評価したいレベルを概念的に示したものであり、実橋の維持管理とは整合しない

2014.8.28 CAESAR講演会

18

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.4 PC建協とCAESARとの共同研究

- 対象橋梁の例
津波により被災したPC橋, 塩害により劣化したPC橋,
ASRにより劣化したPC橋, など



2014.8.28 CAESAR講演会

19

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.4 PC建協とCAESARとの共同研究

- 現段階での主な知見
 - ①重錘加振が簡便で比較的振動特性がよい(特に高次の振動特性)
 - ②力学的損傷を受けたPC橋(損傷レベル3)では振動数の低下が明瞭に捉えられる。
 - ③断面欠損などの損傷を生じたPC橋(損傷レベル1・2)では, 高次モードの振動特性で損傷程度を評価できる可能性がある



2014.8.28 CAESAR講演会

20

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

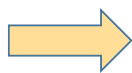
2.4 PC建協とCAESARとの共同研究

- 振動測定による判定の問題点
 - ①解析で個々の橋梁の固有振動数を割り出すのは非現実的
☞ 定期点検時に振動測定を実施。振動特性の推移を把握することで、耐荷特性の低下を把握。
 - ②測定に必要な機器の設置
☞ 現状では、動ひずみ計・加速度計などの多数の機器設置に時間とコストを要する
- 必要な機能
加速度計とA/D変換増幅器, FFT解析機能があればよい
↓ ひずみの絶対値の測定精度は高くなくてよい
- 加速度計とパソコンを一体化した計測器
地覆上に機械を置くだけで計測・解析可能な機器の開発を！

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.5 水回りの重要性と応急対応

- 排水管の脱落、破れ、継目のゆるみ
- 排水柵の詰まり
- 伸縮継手、継目からの漏水



点検時に気がついても放置される事例が多い



排水管の脱落と水がかり



排水柵の清掃不良に伴う水しみ

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.5 水回りの重要性と応急対応



排水の変状を放置すると、
深刻な劣化につながる
(特に、凍結防止剤散布地域)

→ 塩害・ASR等の促進



23

2014.8.28 CAESAR講演会

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.5 水回りの重要性と応急対応

伸縮継手等の漏水を放置
すると、深刻な劣化につな
がる
(特に、凍結防止剤散布地域)



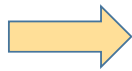
24

2014.8.28 CAESAR講演会

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.5 水回りの重要性と応急対応

- 点検のポイント
漏水や水しみ、水掛かりの存在



水の存在自体は劣化でないが深刻な劣化
(塩害・ASR・凍結融解等)の要因となる



箱桁内部に配置された排水管に不具合を生じた事例

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.5 水回りの重要性と応急対応

- 応急措置により当面の劣化進行を食い止める
(PC橋だけでなく鋼橋においても重要)



- ☞これらの材料は色々なものが市販されている
- ☞ホームセンター等に行けば、他にも使える材料がある

【応急補修の一例】

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.6 検査路の重要性と対応

- ・「定期点検は、近接目視により行うことを基本とする。」
(国交省 道路橋定期点検要領 H26.6)



近接目視には安全な足場の確保が重要

- ・検査路の設置と共に、検査路の維持管理も重要



検査路の損傷は人命に直結

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.6 検査路の重要性と対応

- ・欧州の事例
欧州(フランス・ドイツ等)では点検と補修が容易となる
よう、検査路に配慮されている

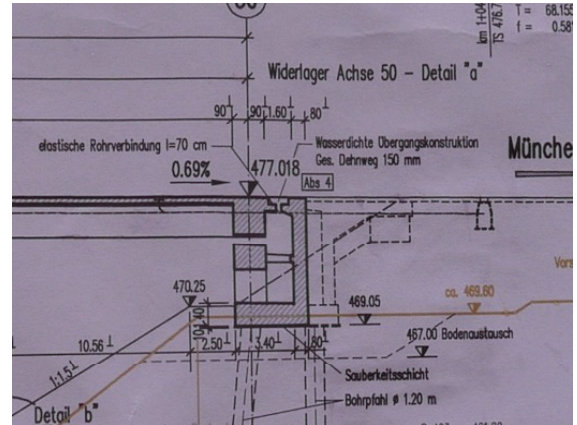


2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.6 検査路の重要性と対応

• ドイツの事例

- ① アバット内に直接人が立ち入れる構造
- ② 階段を利用して主桁背面から支承や箱桁内部の点検と維持が可能な構造



2014.8.28 CAESAR講演会

29

2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.6 検査路の重要性と対応

- #### • ドイツの事例(2)
- 小型トラックが進입可能な
橋台背面空間の設置



ドイツ橋 鋼橋部



2014.8.28 CAESAR講演会

30

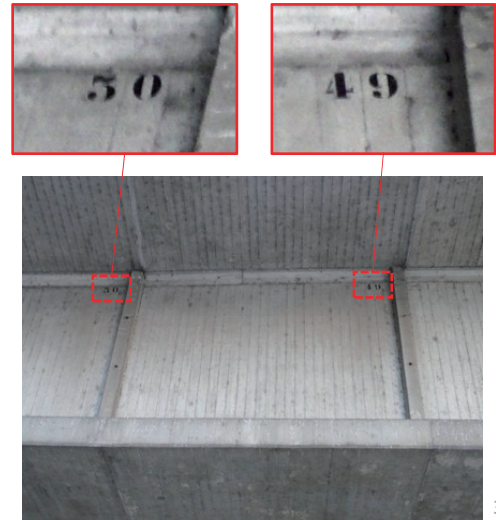
2. PC橋の点検・調査診断における課題と提案

2.7 検査と記録への配慮

- ドイツの事例(3)
ウェブに点検記録用の番号をマーキング
(気を付けて見ればわかる程度の大きさ)



2014.8.28 CAESAR講演会



31

3. まとめ

- 最近のPC橋の変状事例とPC建協の取組を紹介
- PC橋の長寿命化に向けて、国内外の事例を基に、いくつかの紹介と提案
 - ⇒ 低コストかつ簡便なものから適用を提案
 - ⇒ 同時に、研究や技術開発も必要
- 今後の橋梁の維持管理，維持管理が容易な新設構造物の建設に役立てば幸いである。

御清聴ありがとうございました