

## 1 章 研究概要

### 1.1 研究の背景と目的

PC 橋は、プレストレスを導入することでコンクリートに発生する応力を、ある許容応力度以下に抑えるとともに、断面内に発生する引張応力に対して、鉄筋のみで負担できるだけの鉄筋を引張領域に配置することにより、ひび割れの発生の有無によらず、全断面を有効断面と仮定できる状態を作り出し、設計荷重に対してこの抵抗機構を確保することで、頻繁に生じる荷重に対して耐荷力を確保する設計が実施されてきた。PC 橋の設計計算において、全断面有効と仮定して設計が実施されてきたのは、ひび割れが発生しないことを想定しているのではなく、ひび割れ深さを制御すれば、全断面有効と仮定して設計計算を行った場合と、ひび割れを考慮して設計計算を行った場合の設計計算結果が、ほぼ同等とみなせることから、設計計算上の簡便さについて考慮された結果である<sup>1)</sup>。したがって、PC 橋においてもひび割れは発生するものであるが、当然ながら、そのひび割れの程度は、設計計算上の全断面有効の仮定が成立する程度のものでなければならない。その意味では、鉄筋コンクリート構造に比べて、PC 構造は、発生するひび割れの程度が厳しく制御されていることになるため、耐久性能の信頼性という点においては有利であると考えられる。

しかし、近年の橋梁定期点検結果等の分析を行った研究<sup>2)</sup>によると、供用年数が比較的新しい PC 橋においても、ひび割れや変形などの変状が報告されている。その中には、設計で想定した耐荷性能及び耐久性能の前提条件の実現について懸念される事例も散見される。こうした PC 橋の初期の変状は、設計や施工上の配慮が不足していなかったとすると、いくつかの好ましくない条件が重なり、複合的に作用した結果として生じたものと考えられる。このような複数の要因が複雑に関連して生じた変状の場合、その要因を一つに特定することは困難である。一方で、コンクリート橋のひび割れ等の変状については、これまでも課題が認識された都度、設計基準等の充実が図られ、変状を抑制するための努力が行われてきた。今後も、より高品質の PC 橋を構築していくためには、コンクリートにひび割れが生じることは宿命であることを理解しつつも、定期点検データの分析により抽出された供用後初期段階の PC 橋の変状に対して、抑制に努めていく必要がある。

高度経済成長期に集中的に整備されてきた道路構造物の老朽化に対して効率的な維持管理を実施していく必要があることから、平成 16 年には、橋梁定期点検要領（案）<sup>3)</sup>が定められ、近接目視による供用後 2 年以内での初回点検及びそれ以降 5 年毎の定期点検の実施が原則となった。これにより、専門技術者による橋梁の機能状態の診断以外に損傷状況の事実関係が記録されることとなり、同じ評価基準に基づく客観的かつ均質なデータの蓄積体制が構築された。橋梁定期点検要領（案）<sup>3)</sup>の運用実施から 8 年が経過し（研究開始時点）、初回点検結果のデータも蓄積されてきている。これまで、PC 橋の初期変状についての課題認識については、経験による部分も多かったが、初回点検結果を対象に分析を行うことで、データを基にした課題把握を可能とする状況も整ってきた。

そこで供用開始後 2 年以内に行われる定期点検（初回点検）までの間に生じる PC 橋のひび割れやたわみ等の変状を「初期変状」と定義し、初期変状の主要因の特定と変状発

生リスクを低減させる対策の確立を目的として、国立研究開発法人土木研究所、国土交通省国土技術政策総合研究所、一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会の3者で共同研究を実施した。本共同研究は、定期点検結果など初期変状事例の収集整理、設計及び施工の技術変遷調査、既往の初期変状防止対策事例の収集整理、実橋における施工時計測による検証を行い課題把握を行うとともに、初期変状として多いひび割れパターンについて実橋の施工時再現解析や想定される複数の要因の影響度把握のためパラメータ解析等を実施し、初期変状の抑制対策の検討を行ったものである。

## 1.2 研究の流れと体制

### 1.2.1 研究の流れ

本共同研究は、平成25年度～平成28年度の4ヶ年で計画された。

平成25年度～平成26年度の成果を取りまとめた報告書（その1）<sup>4)</sup>では、プレストレストコンクリート橋の初回点検結果を対象に集計的分析を行い、初期変状として比較的多く発生しているひび割れパターンを抽出した。さらに抽出したひび割れに対する対策等についての技術の変遷を調査し、初期変状発生リスクを合理的に低減するための検討の方向性について整理した。

本報告書は、平成27年度～平成28年度の成果として、報告書（その1）<sup>4)</sup>で抽出したひび割れパターンに対して、実橋における施工時計測、施工時の再現解析、また想定される複数の要因の影響度評価のためのパラメータ解析を実施し、初期変状発生リスクを低減するために有用と考えられる留意点や対策について提案した。

本共同研究の流れは以下のとおりである（表-1.2.1 参照）。

#### ■ 研究の流れ

- (1) 初期変状事例の収集整理
- (2) 初期変状の分析（要因分類、点検結果の分析等）
- (3) 初期変状の検証（実施工計測等）
- (4) 既往の初期変状防止対策の事例収集
- (5) 初期変状抑制対策の対象項目の検討（文献調査、他基準動向等）
- (6) 変状抑制のための対策案や留意事項の検討（パラメータ解析、再現解析等）

表-1.2.1 研究の全体計画

研究細目	研究分担			研究工程			
	土 研	国総研	PC 建協	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度
初期変状事例の収集整理	○	◎	○	↔			
初期変状の分析 (要因分類、点検結果の分析 等)	○	○	◎	←————→			
初期変状の検証 (実施工計測)	◎	○	◎	←————→			
既往の初期変状防止対策の 事例収集	○	○	◎	↔			
初期変状抑制対策の対象項 目の検討 (文献調査、他基準動向等)	◎	○	○	←————→			
変状抑制のための対策案や 留意事項の検討(パラメータ 解析、再現解析等)	○	○	◎	←————→			

※太枠(平成27~28年度)が、本報告書(その2)の対象範囲

## 1.2.2 研究体制

本共同研究の研究体制を表-1.2.2に示す。

表-1.2.2 共同研究体制

所属名	氏名	役職名
国立研究開発法人 土木研究所構造物 メンテナンス研究センター	石田 雅博	橋梁構造研究グループ 上席研究員
	和田 圭仙	橋梁構造研究グループ 主任研究員 (～平成 27 年 6 月)
	藤井 雄介	橋梁構造研究グループ 研究員 (平成 27 年 7 月～)
	林 克弘	橋梁構造研究グループ 交流研究員 (～平成 29 年 3 月)
	高瀬 弘	橋梁構造研究グループ 交流研究員 (平成 29 年 4 月～)
	栗原 勇樹	基礎材料チーム 交流研究員 (～平成 29 年 3 月)
	石井 豪	基礎材料チーム 交流研究員 (～平成 27 年 3 月)
	塩井 健太	基礎材料チーム 交流研究員 (平成 29 年 4 月～)
国土技術 政策総合研究所	玉越 隆史	道路構造物研究部 橋梁研究室 室長(～平成 28 年 7 月)
	星隈 順一	道路構造物研究部 橋梁研究室 室長(～平成 29 年 3 月)
	白戸 真大	道路構造物研究部 橋梁研究室 室長
	河野 晴彦	道路構造物研究部 橋梁研究室 研究官 (～平成 29 年 3 月)
	正木 守	道路構造物研究部 橋梁研究室 交流研究員 (～平成 29 年 3 月)
	狩野 武	道路構造物研究部 橋梁研究室 交流研究員 (～平成 27 年 3 月)
	横田 剛	道路構造物研究部 橋梁研究室 交流研究員 (平成 29 年 4 月～)
一般社団法人 プレストレスト・コンクリート 建設業協会	諸橋 明	協会 技術部会
	中山 良直	協会 技術部会
	左東 有次	協会 技術部会
	中村 定明	協会 技術部会
	安藤 健	協会 技術部会
	矢野 一正	協会 技術部会
	三本 竜彦	協会 技術部会
	佐藤 徹	協会 技術部会
	岡本 修一	協会 技術部会
	村井 弘恭	協会 技術部会
	小野塚豊昭	協会 技術部会
	河村 直彦	協会 技術部会
	月東 宏之	協会 技術部会 (～平成 27 年 5 月)
	秋月 敏政	協会 技術部会 (～平成 27 年 5 月)
	吉川 卓	協会 技術部会 (～平成 25 年 3 月)
	西垣 義彦	協会 技術部会 (～平成 26 年 3 月)
	齋藤 幸治	協会 技術部会 (平成 26 年 4 月～)
	鈴木 雅博	協会 技術部会 (平成 27 年 6 月～)
	青木 治子	協会 技術部会 (平成 27 年 6 月～)

### 1.3 用語の定義

- 1) 初期変状 供用開始後 2 年以内に行われる定期点検（初回点検）までの間に生じる PC 橋のひび割れやたわみ等の変状の総称であり、ジャンカやコールドジョイントなどの初期欠陥、並びに地震や衝突等による損傷を除いたものをいう。

### 1.4 報告書の構成

本報告書の構成は、以下のとおりである。

- 1 章 研究概要
- 2 章 PC 橋における初期変状の実態
- 3 章 初期変状として多いひび割れの要因と対策に関する検討
- 4 章 まとめ（初期変状抑制のための対策）

参考資料

1. 初回点検橋梁の詳細分析(腹圧力の影響)
2. パラメータ解析データ（PC 箱桁のウェブとフランジ打継目のひび割れ）
3. パラメータ解析データ（分割施工における新旧打継目のひび割れ）
4. 実橋における施工時挙動の再現解析データ

「1 章 研究概要」には、研究の背景と目的や研究体制について記述している。

「2 章 PC 橋における初期変状の実態」では、定期点検結果の分析等から明らかとなった初期変状の実態とその主要因の推定について主に記述している。なお、定期点検結果の分析の詳しい内容については、平成 25 年度～平成 26 年度の研究内容について、とりまとめられた報告書（その 1）<sup>4)</sup>にも記載されている。

「3 章 初期変状として多いひび割れの要因と対策に関する検討」は、2 章において推定されたひび割れ要因を踏まえて、定期点検結果の分析により明らかとなった初期変状として多い変状パターンに対して、その変状を抑制するための方策の検討について記述している。

「4 章 まとめ（初期変状抑制のための対策）」では、平成 25 年度～平成 28 年度の 4 ヶ年で実施した本共同研究の検討結果のまとめを示すとともに、初期変状の発生リスクを低減するために有用と考えられる留意点や対策について記述している。

【1章の参考文献】

- 1) 設計施工指針の改訂と PC 橋の現況（最近におけるプレストレストコンクリート）, 猪股俊司, 公益社団法人 土木学会, 1961
- 2) 全国規模の点検データに基づく道路橋のコンクリート部材の劣化の特徴, 玉越隆史, 横井芳輝, 石尾真理, コンクリート工学論文集 第 25 巻, pp167-180, 2014
- 3) 橋梁定期点検要領（案）, 国土交通省, 2004
- 4) 国土技術政策総合研究所資料 共同研究報告書 第 910 号, 土木研究所 共同研究報告書 第 468 号, プレストレストコンクリート橋における初期変状の影響評価と対策に関する共同研究報告書（その 1）, 2016