

プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

プロジェクト:「PC 橋の健全性に関する評価手法の総合的研究および維持管理における有効性の提案」

プロジェクトリーダー

- ・氏名(ふりがな):杉浦邦征(すぎうらくにとも)
- ・所属、役職:京都大学大学院地球環境学堂、客員教授

研究期間:令和5年7月～令和8年3月

プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ)

京都大学、岐阜大学、(株)日本構造分析舎、NEXCO 西日本インノベーションズ(株)、(財)阪神高速先進技術研究所、高田機工(株)、(株)HRC 研究所、(株)日本ピーエス、パシフィックコンサルタンツ(株)、
オブザーバー:長岡技術科学大学

プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等)

コンクリートは、耐久性に優れ、安価であるために多くの構造物で採用されている。しかし、劣化因子の侵入などの損傷により耐久性能・耐荷性能が低下し、その機能を失ってしまうことが知られている。ひび割れや剥落のように構造物表面に損傷が顕在化する場合は、点検などにより発見することが可能であるが、コンクリート躯体内部の損傷、特に PC 橋における PC 鋼材の破断などの場合、コンクリート表面に損傷が見えずに損傷の発見が遅れ著しく危険性が増すことがある。また、橋梁の点検において、点検員による近接目視、打音検査などは、専門家の経験値や感覚に頼った定性的評価であり、橋梁の損傷などによる機能低下を評価した結果とはなっていない。そのためにはモニタリングを利用した新しい管理方法の適用が必要であるが、その適用が進んでいない。

【研究の目標】

研究Ⅰ:PC 橋が発する振動、支間たわみや支点回転角、支点反力などに基づき、橋の健全性を総合的に評価する手法を提案する。特に、構造物の劣化判断に対して振動性状の変化をとらえた「SAFE 技術」により、見えない損傷の「見える化」を行い、合理的な維持管理に資する指標を示すことを提案する。

研究Ⅱ:定量的で再現性のあるモニタリングを用いた評価方法を導入していく場合の考え方の一つを提案する。

プロジェクトの研究目標内容(研究の方法・項目等)

- 目標①:PC 橋において PC 鋼材の損傷等、コンクリート内部損傷に対して振動性状を用いた評価手法の提案と確認
 ・RC 桁実験、PC 桁実験を通じた PC 鋼材破断等の見えない損傷への SAFE 技術の評価方法の提示
 ・現場環境の変化に伴う物理量の変動状況の把握
- 目標②:コンクリート内部の損傷を汎用解析ソフトにより評価する方法の検討
- 目標③:モニタリングで取得できるデジタルデータを活用する場合の課題と対策方法の提案
 ・社会実装に関する有効性の提案(マニュアルの作成)

プロジェクトの研究成果の概要

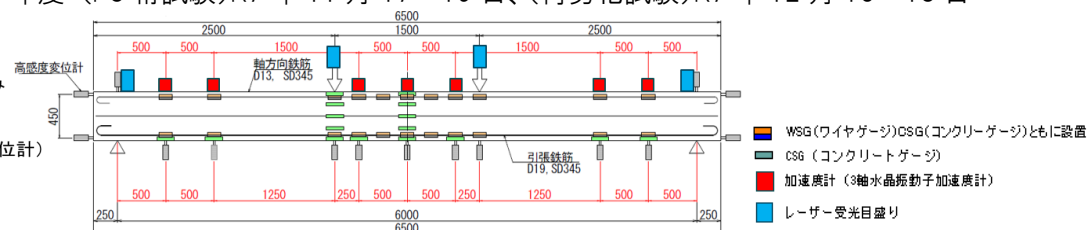
目標① 令和 5～7 年度に実施した実証実験の評価結果

実験場所:株式会社日本ピーエス 敦賀工場実験棟

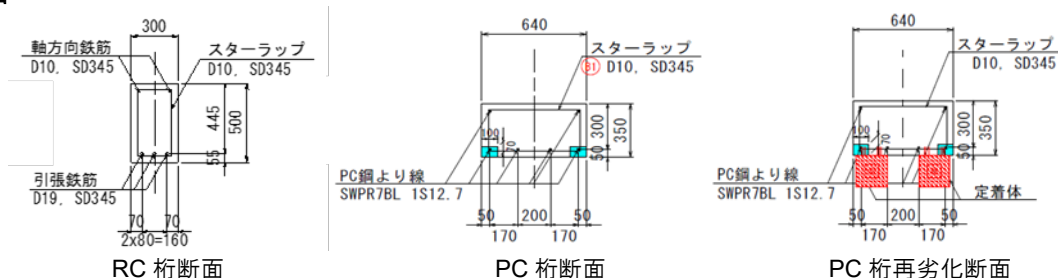
実験日程:令和 5 年度:(RC 桁実験)R6 年 1 月 19～25 日、(PC 桁実験)令和 6 年度:R6 年 12 月 2～6 日
 令和 7 年度:(PC 桁試験)R7 年 11 月 17～19 日、(再劣化試験)R7 年 12 月 15～18 日

計測項目

- ・ 載荷荷重
- ・ たわみ
- ・ コンクリートひずみ
- ・ 鉄筋ひずみ
- ・ 加速度
- ・ ひび割れ幅(π型変位計)
- ・ 画像相関法(DIC)
- ・ ひび割れ発生形状



実験耐断面



プロジェクト・研究成果の概要(2/2)

実験の評価結果

1. RC 桁実験結果(令和 5 年度)

図-1 に荷重-変位曲線と提案している評価法(SAFE 値)による異常判定結果を示す。コンクリートがひび割れた 25kN 以降、50kN と荷重が大きくなった時点で、徐々に状態の「異常」を示している。鉄筋降伏は 130kN 付近で発生したが、鉄筋降伏する前の 90kN 付近から明確な異常値を示した。

2. PC 桁実験結果(令和 7 年度)

図-2,3 に荷重-変位曲線と提案している評価法(SAFE 値)による異常判定結果を示す。図-2 は PC 鋼材の素線を 1 本ずつ切断した場合、図-3 は図-2 の素線を切断した後の試験体において、ひび割れ部分にグラウト注入を行い、欠損したプレストレスを外ケーブルにより再導入した試験体で、再劣化を模擬して導入プレストレスを減少させた場合の結果である。

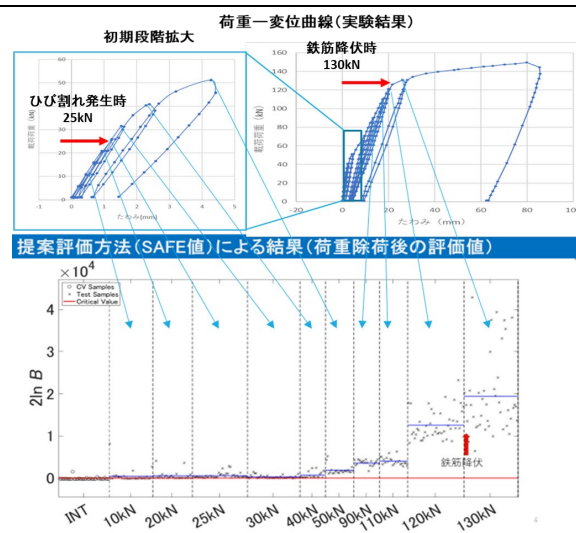


図-1 RC 桁計測結果と提案評価結果

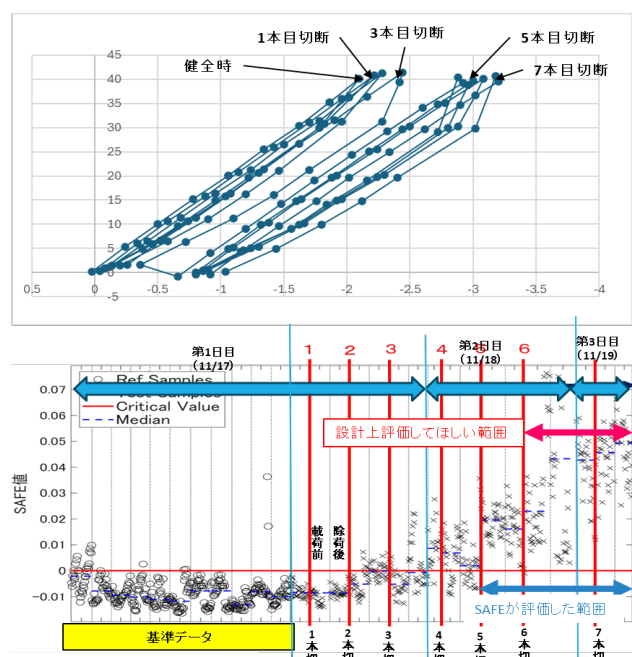


図-2 PC 桁劣化試験結果

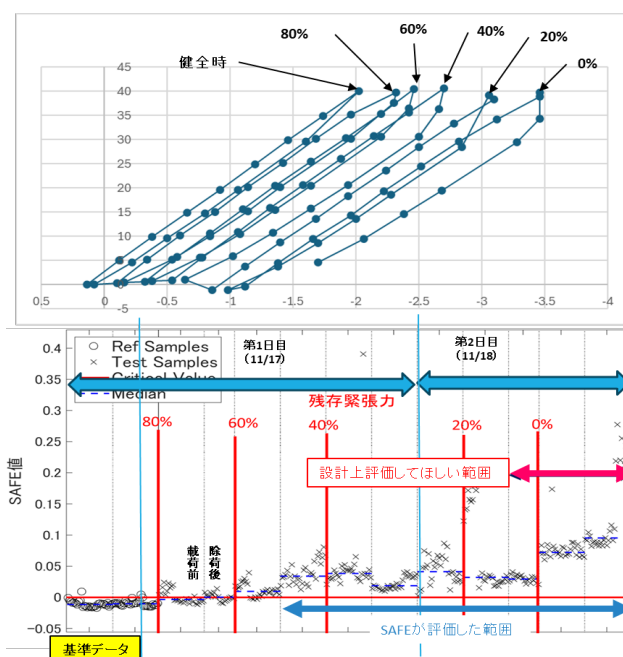


図-3 PC 桁再劣化試験結果

図-2 では、SAFE 値評価は、片側素線 5 本切断時点から明らかに異常と判断をされている。これは、設計上評価してほしいと設定した死荷重状態において下側コンクリート面のプレストレスがなくなる状態を示している。

図-3 では、SAFE 値評価は、導入軸力が 60%時点から異常と判断をされている。これも、死荷重状態において下側コンクリート面のプレストレスがなくなる状態より早く異常を示していると考えられる。

目標②:コンクリート内部の損傷を汎用解析ソフトにより評価する方法の検討

・実験の事前解析は、コンクリート専用ソフト COM3 を用いて実施した。(R5,6 年度)

・計測データに対し、汎用解析ソフトを利用して解析的検証を行った(R6,7 年度)。その中で、汎用解析における桁剛性などの課題を明確にし、汎用解析を用いて劣化評価を行うために検討する場合の対応方法を示した。

目標③:モニタリングを活用する場合の課題の整理と対策案の提案

・モニタリングを活用または運用する場合の課題等について、近畿地整、西日本高速道路、阪神高速道路、民間企業、大学関係者にて意見交換会を開催した。その中でモニタリングの活用課題点を明確にし、さらにそこに潜む活用を阻害する要因などについて全員で共有の認識を確認した。(R6 年度)

・モニタリングの社会実装を目的として「PC 橋のモニタリングで取得したデジタルデータの活用マニュアル(案)」を提案した。内容は、モニタリング適用の考え方(従来の点検を補完すること)、モニタリングを用いた場合の優位性や経済性が生じるようなシナリオの設定。さらに、モニタリング活用のため事前の検討事項やセンサを取り扱いための留意点等も示した(R7年度)