

## 実物大高架橋を活用した内部温度等の挙動に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○土屋 和弘, 栗林 健一, 秋山 保行

### 1. はじめに

将来にわたる安定輸送確保のため、2031年度から10年間で新幹線大規模改修を行う計画である。大規模改修には、図1に示すとおり高架橋表面改修工計画がある。改修材料の開発等の研究開発を行うため、2021年1月に東北・上越新幹線を再現した実物大高架橋を構築しており、今後は、改修材料の効果の検証を行う予定である。写真1に示すとおり実物大高架橋の内部に予め埋設したセンサ等を活用して、改修材料を設置する前の高架橋コンクリート内部の温度等の変化の把握を行い、2022年度以降に設置する改修材料の効果(敷設位置、材料種別等)の検証につなげることを目的とする。高架橋の構築時にセンサ等を埋設して計測した事例がないことから、実物大高架橋の初期挙動を把握できる貴重なデータであり、計測結果を以下に述べる。

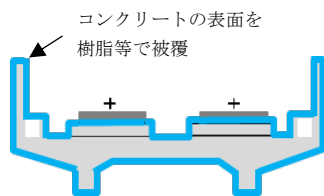


図1 高架橋表面改修工計画(案)



写真1 実物大高架橋 埋設センサ設置状況

### 2. 実物大高架橋の計測概要

計測は、高架橋コンクリート内部に埋設した熱電対、セラミックセンサ、収縮計により実施した。センサ等の配置位置は、図2に示すとおりR1の3断面、R2の3断面の計6断面である。図3にR1詳細断面におけるセンサ等の配置断面図を示すが、表面から15mm,30mm,60mmまたは断面中央位置となるように配置した。表1に示すとおり計測対象はスラブ、防音壁、路盤コンクリートであり、それぞれ各部材の温度、含水率、コンクリートの硬化時のひずみを計測した。表2にセンサ等の特徴を示し、計測は10分間隔で記録を行った。

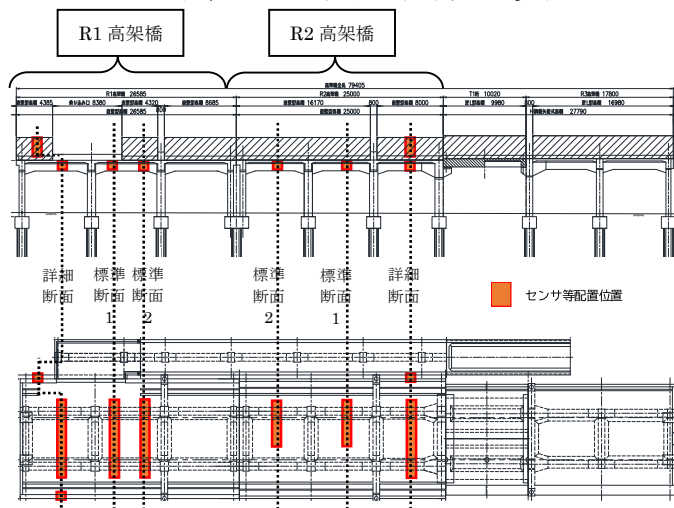


図2 高架橋センサ等の配置位置

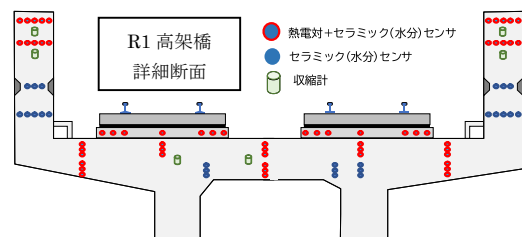


図3 高架橋センサ等の配置断面図

表1 センサ等の概要

計測対象	物性値	計測機器
高架橋:スラブ, 防音壁,路盤コ ンクリート	温度	熱電対(154個)
	含水率	セラミックセンサ N=3(483個)
	ひずみ	収縮計(17個)
周辺環境データ	温湿度	雰囲気温湿度計
	降雨量	雨量計

表2 センサ等の特徴

装置名称	細目	特徴
熱電対[T型]	T型熱電対(測定範囲: $-250\sim 400^{\circ}\text{C}$ ), $L=70\text{m}$	データロガー[TDS-540], スイッチボックス[SSW-50D], 静的計測ソフトウェア [TDS-7130v2]を用いて高架橋 コンクリート打設時から10 分間隔で記録を実施。
セラミックセンサ	セラミックセンサ基板を基に本研究のため新たに製作, $L=50\text{m}$	
収縮計[KM-100BT]	熱電対内蔵埋込型ひずみ計(容量: $\pm 5000 \times 10^{-6}$ ), $L=70\text{m}$	
雰囲気温湿度 [TAM-H1]	湿度-電圧変換モジュール(測定温度範囲: $-25\sim 80^{\circ}\text{C}$ , 湿度測定範囲: $0\sim 100\%\text{RH}$ )	
雨量計[34-HT-BP]	転倒ます型雨量計(測定範囲: $0.5\text{mm}$ 用最大降雨強度: $150\text{mm/h}$ 以下)	

キーワード コンクリート橋, 温度, 含水率, ひずみ, 計測

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479 JR東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 TEL048-651-2552

### 3. 熱電対(温度)の計測結果

スラブは2021年7月31日、防音壁は2021年9月2日にコンクリートを打設を行った。打設後から2022年1月までの約1年半の期間における計測結果を以下に示す。本研究においては、高架橋コンクリート内部の熱電対による温度結果についてまとめたものである。高架橋構築時におけるセンサケーブルの移設等の影響で一部データの欠損があるものの、現在までデータを取得できている。図4に示すとおりR1高架橋詳細断面における防音壁の深さ方向の比較及びスラブの部位ごとの深さ方向の比較を行った。いずれの部位においてもコンクリート打設直後において水和反応の影響により温度上昇が見られた。また、冬場は温度が低下し夏場は温度が上昇しており、季節変動を捉えている。図5に防音壁の深さ方向の温度比較を示すが、部材厚が薄い防音壁については、日ごとの温度変化量が一番大きい傾向であり、日射による影響も大きく外気温よりも温度が上昇する箇所が多く見られた。図6にスラブ(水路下)の深さ方向の温度比較を示すが、防音壁ほどではないが、外気の影響を受けることから日ごとの温度変化が見られた。また日射による影響により外気温よりも温度が上昇するケースが一部見られた。図7にスラブ(路盤Co下)の深さ方向の温度比較を示すが、路盤コンクリートや軌道スラブが直上にあるため、外気の影響を受けにくく、日ごとの温度変化量が最も小さい傾向であった。

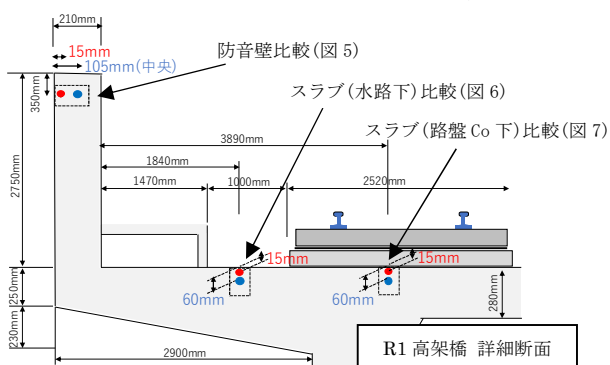


図4 防音壁及びスラブの温度比較箇所

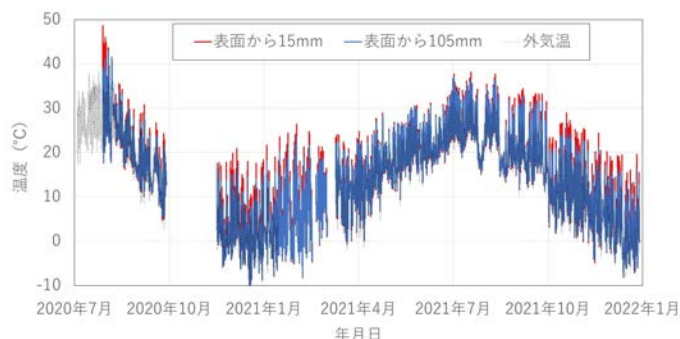


図5 防音壁の熱電対温度の比較

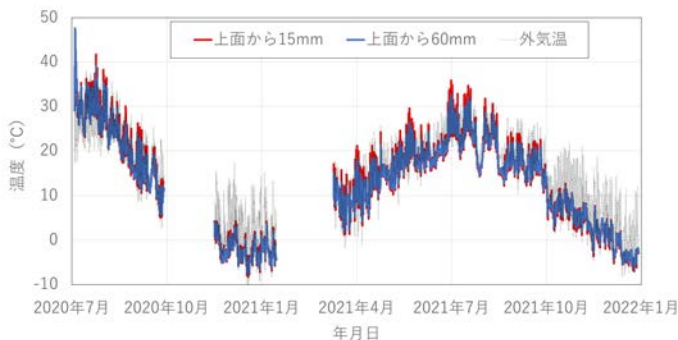


図6 スラブ(水路下)の熱電対温度比較

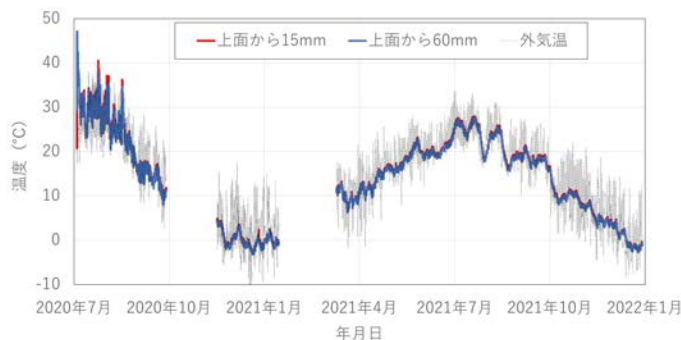


図7 スラブ(路盤Co下)熱電対温度比較

### 4. まとめ

高架橋コンクリート内部の深さ方向による熱電対の温度結果より、季節ごとの外気の温度変化に追随し、コンクリート内部の温度が変化していることが確認できた。また、熱電対位置が表面に近い方や部材厚が薄い方が、外気や日射の影響を受けるため、日ごとの温度変化量が大きくなることが確認できた。

### 5. おわりに

本研究においては、温度変化による高架橋コンクリート内部の挙動を明らかにした。今後は、水分量の変化や収縮計によるひずみ変化について考察や評価を行う。高架橋の劣化要因の一つに水の侵入や凍結融解の繰り返しが見られることから、防水や凍害対策における改修材料の効果を確認する必要がある。今後は、実物大高架橋においてオープンイノベーション(公募)にて開発中の材料を設置し、高架橋コンクリート内部に埋設しているセンサ等によりその対策効果の検証を行う。また、営業線ではできない水をためる試験等、明確な境界条件下での試験を実施する計画である。