

高架橋遊間変位の挙動計測・評価

JR 東日本コンサルタンツ(株) 正会員 ○中原 美佳

JR 東日本コンサルタンツ(株) 正会員 逸見 研二

東日本旅客鉄道株式会社 テクニカルセンター 正会員 栗林 健一

1. はじめに

JR 東日本では、新幹線において大規模改修工事が計画されており、コンクリート高架橋においては、接合工の改修が予定されている。本研究では、高架橋遊間の接合工について、接合工の規格検討の基礎資料として実物大模型を用いて床版間や防音壁間の遊間変位の挙動把握を行った。

2. 計測概要

JR 東日本では、図 1 に示すような実物大模擬設備（EAStructure）（以下模型）を構築し、様々な実験的検証を行っている。今回はラーメン高架橋 R1-R2 間の遊間変位および防音壁間の遊間変位を計測した。平面図を図 2 に示す。高架橋延長は R1=26.5m, R2=25.0m である。変位測定に使用した変位計は差動トランス型の変位計である。計測期間は 2022/3～2023/2 とした。計測した遊間変位の推移を図 3 に示す。



図 1 実物大模擬設備(左)と変位計(右)

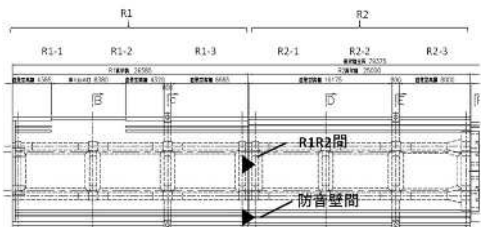


図 2 変位計設置平面図

3. 遊間変位の推移

図 3 より、年間の遊間変位は気温の上昇に伴い負の方向（遊間が狭まる方向）に推移することが確認された。これは気温の上昇に伴い構造物が暖められることによる熱膨張であると考えられる。高架橋 R1-R2 床版間の遊間変位は、最大 8mm 程度変位した。また、防音壁間の遊間変位は床版間の動きと概ね同等の動きをしていた。これは、防音壁が高架橋床版上にあるため、防音壁位置で計測した変位には高架橋床版間の動きが含まれているものと考えられる。詳細については後述する。

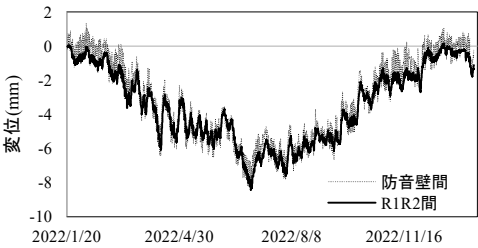


図 3 遊間変位の推移

4. 理論値との比較について

床版の遊間変位は温度変化量を Δt 、線膨張係数 ρ とすれば、下式で表すことができる。

$$\text{理論値 (mm)} = \{(\text{高架橋 A 延長} + \text{高架橋 B 延長}) / 2\} \times \Delta t \times \rho$$

Δt : 温度変化量, ρ : 線膨張係数 $1 \times 10^{-5} (1/^{\circ}\text{C})$

推定した遊間変位の理論値と実測値の比較を表 1 に示す。遊間変位は概ね理論値通りの変位量となっており、その差は 1mm 以内であることが確認できた。つまり、遊間変位は構造物の温度変化による膨張・収縮が支配的であり、その他の要因の影響は小さいものと推察される。

表 1 遊間変位の理論値と実測値

位置	温度変化量(℃)	理論値(mm)	測定値(mm)	差(mm)
床版 AB 間	30.8	7.9	8.5	-0.6

5. 推定変位の算出

高架橋コンクリートの内部温度を変化させる要因の 1 つとして、外気温の日変動や年変動、日射の影響等が
キーワード 高架橋, コンクリート, 遊間変位, 防音壁, 床版

連絡先 〒141-0033 東京都品川区西品川一丁目 1 番 1 号 JR 東日本コンサルタンツ(株) TEL 03-5435-7635

考えられる。高架橋床版間の遊間変位は、これらの外的影響を受け推移すると考えられるが、ここでは外気温による影響について検討した。熱の伝導については、コンクリート表面が外気温との熱の受け渡しを行い、さらにその熱を受け、コンクリート内部に熱を伝達する。表面における外気温との受け渡し温度は部材厚によって差はないものと考えられるが、表面から内部への熱伝導については、厚さのある部材は時間がかかり、板のような薄い部材の場合は短時間で伝わるなど、部材の厚さにより温度の伝わり方が異なる。そこで、外気温と高架橋床版間の遊間変位の関係を計算すると、遊間変位は 55 時間累積気温との相関が高くなり、決定係数 R^2 は $R^2=0.9029$ であった。これは、外気温の変化の影響で高架橋が全体的に温度変化するのに 55 時間程度の時間を要するということである。この累積気温と変位の関係(図 4)から変位の推定式を算出した。推定した変位の推移を図 5 に示す。推定値は概ね実測変位を捉えられており、推定残差は $\pm 2\text{mm}$ 程度となった。推定残差については、年変動に近い動きであり、緩やかに温度変化するもの、あるいはその他の成分によるものと考えられる。この推定式をもとに実際の構造物における遊間変位の推定を行った。高架橋延長を 35m、年間温度差は 38°C とし、上記で求めた推定式に模型との延長比を乗じることで実物の年間の遊間変位を推定した。実物の推定変位を図 6 に示す。実際の構造物の遊間変位は 10mm 程度になる予測結果となった。模型場所と実際の構造物の年間の気温差が同程度であるため、遊間変位にそれほど大きな差はなかったが、およそその遊間変位量を把握することができた。

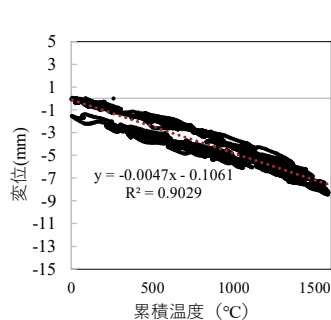


図 4 累積気温と変位の関係

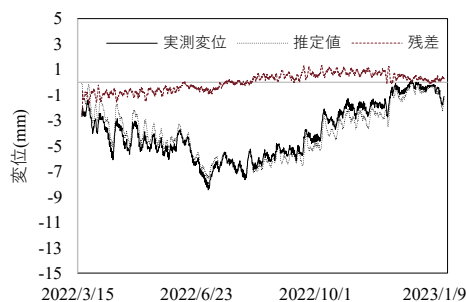


図 5 遊間変位の推移(模型)

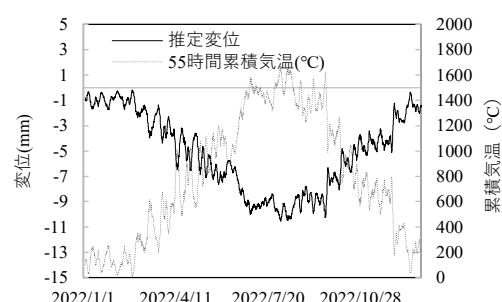


図 6 遊間変位の推移(実際の構造物)

6. 防音壁の挙動について

前述のとおり、高架橋と防音壁では部材厚が異なるため、熱伝導時間が異なる。そこで、比較的短時間で推移する防音壁の変位量を把握するため、計測した防音壁の変位から、55 時間程の外気温の累積の影響を受けて推移する中長期的な床版の変位を差し引くことで短期的な防音壁の変位を求めた。短期的な防音壁の変位、および別途測定した防音壁温度の推移を図 7 に示す。計測した期間(2022/7/22~2023/1/12)における防音壁の変位は、 $-0.5\text{mm} \sim 1.5\text{mm}$ の幅で日変動しながら推移していることを確認した。さらに、防音壁温度と防音壁変位の関係を図 8 に示す。夏季(青)から冬季(黄)にかけて、履歴をもって推移していることが確認できた。

7. まとめ

接合部の変位量を把握するため、高架橋床版および防音壁の遊間変位を計測した。遊間変位は、気温の上昇に伴い負の方向(遊間変位が小さくなる方向)に推移することを確認した。遊間変位は構造物の温度変化による膨張・収縮が支配的であり、その他の要因の影響は小さいものと推察される。今回の計測で確認できた事項については、接合工のみならず今後の表面被覆工の改修等にも役立てていきたい。

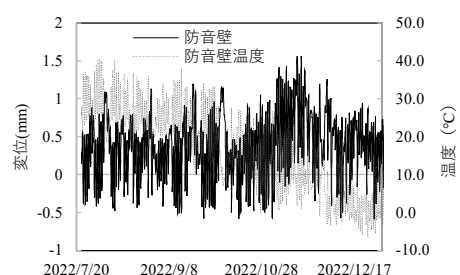


図 7 短期的な防音壁の推移

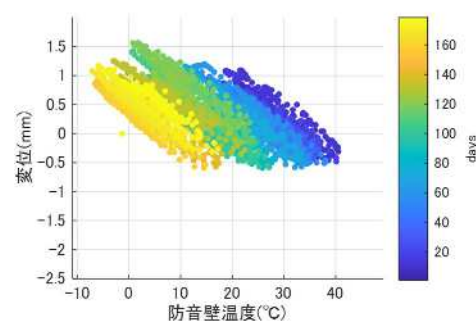


図 8 防音壁温度と変位