

GRS 一体橋梁の列車通行時の桁たわみ挙動について

公財) 鉄道総合技術研究所 正○小林 克哉, 西岡 英俊, 佐々木徹也
 上半 文昭, 箕浦慎太郎
 三陸鉄道株式会社 正 小田 文夫, 野田 軍治

1. はじめに 橋梁と補強土を一体化した GRS 一体橋梁¹⁾では、橋台が前面側へ変位する際は補強材（ジオテキスタイル）が抵抗し、背面側へ変位する際は背面地盤が抵抗する。長スパン化された場合など、桁の温度伸縮が大きい場合は、伸長時と収縮時で橋台壁体背面の地盤の拘束状態に若干の差が生じる。これにより、壁体が背面側へ変位する際の抵抗性が変わり、列車通行時の桁のたわみ挙動に違いが生じると考えられる。本稿では、橋長 60m の GRS 一体橋梁（ハイペ沢橋梁）において、温度伸縮差が大きい夏と冬の列車通行時のたわみ計測結果と、背面ばね値に着目した解析結果を比較し、温度伸縮によるたわみ挙動の違いを検証した。

2. ハイペ沢橋梁の概要 本橋は、岩手県沿岸北部を縦走する三陸鉄道北リアス線の島越・田野畑間に位置し、東北地方太平洋沖地震による津波で流失した橋梁を復旧したものである²⁾。橋梁一般図を図-1 に示す。

橋長 : 60m (32.16m+27.84m)
 構造形式 : 2 径間連続 GRS 一体橋梁
 上部構造 : SRC 下路連続桁, 単線
 基礎構造 : 直接基礎形式
 地層構成 : 基盤(チャート)の上位に N 値 10 以下の沖積砂・砂礫層

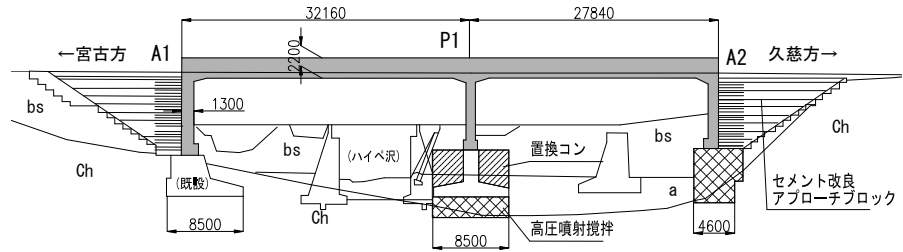


図-1 橋梁一般図 (ハイペ沢橋梁)

3. 桁たわみ挙動の計測

列車通行時の桁たわみ量の計測を径間中央で行った。第1径間は、桁下面にターゲットを貼付け、道路脇から非接触振動測定システム（U ドップラー³⁾）により計測を行った（写真-1）。第2径間は、桁下空間を利用できることから、ワイヤー式沈下計（接触式変位計とピアノ線で構成）を地表面に設置し、桁下面にマグネットで固定した治具とをピアノ線で結び計測した（写真-2）。

計測は夏（8月下旬, 桁内平均温度 23.0℃（計測値））と冬（12月中旬, 桁内平均温度 1.5℃（計測値））に実施した。図-2 に第2径間中央での計測結果の一例を示す。また、全計測結果（たわみ振幅）を表-1 に示す。いずれも夏より冬のたわみ量が10～20%大きい傾向が確認された。

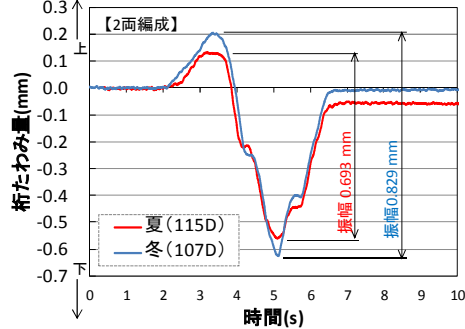


図-2 計測結果の一例 (第2径間)

表-1 桁たわみ振幅の計測結果

第1径間 A1～P1 支間長 32.16m				第2径間 P1～A2 支間長 27.84m			
車両編成	計測時期	計測本数	たわみ振幅の平均 mm	車両編成	計測時期	計測本数	たわみ振幅の平均 mm
1両	夏	2本[上1下1]	0.755 (1.00)	1両	夏	3本[上2下1]	0.473 (1.00)
	冬	5本[上2下3]	0.836 (1.11)		冬	10本[上5下5]	0.549 (1.16)
2両	夏	1本[上1下0]	0.958 (1.00)	2両	夏	4本[上1下3]	0.647 (1.00)
	冬	1本[上0下1]	1.133 (1.18)		冬	1本[上0下1]	0.786 (1.21)

※ () 内は夏の計測値を1.00とした場合の比率



写真-1 Uドップラー計測状況



写真-2 ワイヤー式計測状況

キーワード GRS 一体橋梁, 補強土, たわみ計測, U ドップラー, ワイヤー式沈下計

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 基礎・土構造

4. 解析検討

橋台背面のばね定数の違いが桁のたわみ挙動に与える影響を検討するため、骨組み計算により、橋台背面の水平方向ばねをパラメータとした静的線形解析を行った。解析モデル概要を図-3に示す。桁剛性は設計値（床版も含めた全断面剛性）を1.2倍した値を実剛性の推定値として用いた。節点ばねは、基礎底面については、水平・鉛直方向ばねを設定し、鉛直方向ばねは2箇所設置することで簡易的な分布ばねとした。橋台背面については、水平方向ばねを設定した。通常は引張側に補強材ばね、圧縮側に地盤ばねを設定するが、本検討では簡易的に引張・圧縮ともに圧縮側の地盤ばねを設定した。列車荷重（2軸×2台車）は旧型車両の空車時軸重80.5kNを4mごとに連行して載荷した。

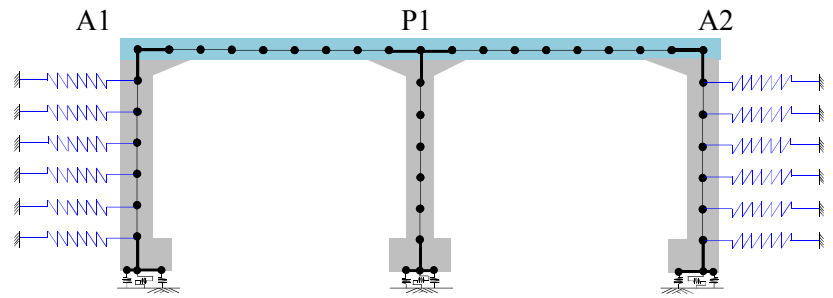


図-3 解析モデル概要

夏と冬のたわみ振幅の違いに与える要因は、桁剛性や乗車率など様々な要因があるが、背面ばね定数の違いが支配的であるとした場合、計測値の差は、第1径間では約35倍、第2径間では約28倍のばね定数の違いに相当するものであったと考えられる。

5. 解析結果と計測結果の比較

たわみ量が多い2両編成の場合の解析結果と計測結果の比較（左：第1径間、右：第2径間）を図-4に示す。横軸は、解析に用いた背面ばね定数の設計値に対する比であり、縦軸は、背面ばねを考慮しないケースのたわみ振幅で除して正規化した振幅である。また、夏と冬の計測結果（平均値）を併せて図中に示す。なお、ここに示す計測結果は、旧型車両の空車重量相当に換算するため、以下の補正を加えたものである。

補正1（車両形式の補正）：新型車両の計測結果に $32.2\text{t}(\text{旧型})/32.8\text{t}(\text{新型})=0.98$ を乗じる

補正2（乗車率の補正）：乗車率を夏50%、冬20%と仮定し、計測結果に夏0.92、冬0.97を乗じる

夏と冬のたわみ振幅の違いに与える要因は、桁剛性や乗車率など様々な要因があるが、背面ばね定数の違いが支配的であるとした場合、計測値の差は、第1径間では約35倍、第2径間では約28倍のばね定数の違いに相当するものであったと考えられる。

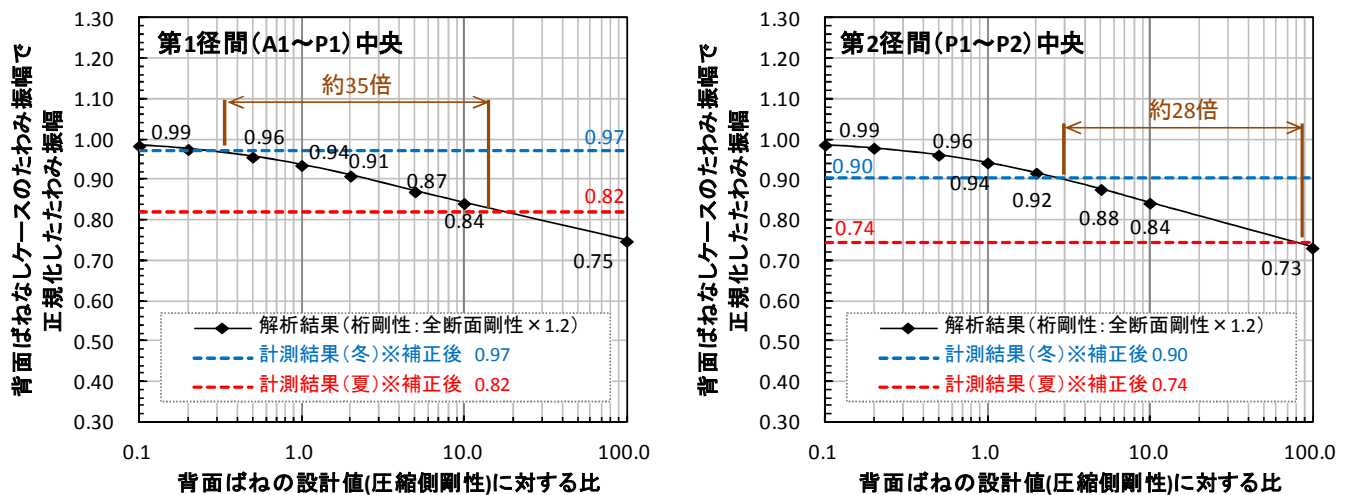


図-4 解析結果と計測値の比較（2両編成）

6. おわりに

本橋では約20℃の桁内温度差で、概ね30倍程度の背面ばね定数の違いに相当するたわみ挙動の違いが確認された。なお、既往の実物大補強盛土壁正負交番載荷試験⁴⁾において、桁長60mを想定したケースでの圧縮側剛性と引張側剛性の差は15倍程度である。今後は、本計測で得られた知見を取り入れ、長スパンGRS一体橋梁の設計・施工マニュアルの整備を適切に進めていく予定である。

参考文献

- 1) 例えば、龍岡ら：GRS一体橋梁の特徴と開発経緯，ジオシンセティックス論文集 vol.24(2009)
- 2) 小田ら：三陸鉄道北リアス線ハイペ沢橋梁の施工，橋梁と基礎(2014.6)
- 3) 上半：構造物診断用非接触振動測定システム「Uドブラー」の開発，鉄道総研報告 vol.21(2007)
- 4) 加藤ら：GRS一体橋梁の長スパン化を想定した補強盛土壁の正負交番載荷試験，第48回地盤工学研究発表会(2013.7)