

支点の位置ずれが鋼桁各部の発生応力に及ぼす影響

四国旅客鉄道株式会社 正会員 ○増田 雄輔
四国旅客鉄道株式会社 非会員 加藤 聖 並木 克哉 坂本 良太

1. はじめに

支点の位置ずれ(図 1)は、端補剛材位置が支承直上からずれる変状であり、四国島内の橋りょうで複数発生している。支点の位置ずれは、鋼桁の耐荷性状に与える影響が大きい¹⁾²⁾ため重大な変状の 1 つといえる一方で、応力測定等によって供用中の鋼桁の応答性状を確認した事例は少なく、位置ずれ橋りょうに対する健全度判定結果には不明瞭な点がある。

本研究では、支点の位置ずれが発生している上路 PG を対象に列車通過時の応力測定を実施し、位置ずれが鋼桁各部の発生応力に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。

2. 位置ずれ発生状況

四国島内の複数の線区について、支点の位置ずれが発生しているリベット上路 PG の位置ずれやその方向(図 2)について調査した。調査結果を図 3 に示す。図より、位置ずれはリベット上路 PG を有する橋りょうの約 3 割に発生しており、支間側移動が 63 連、桁端側移動が 42 連であった。単連の橋りょうにおいて、支間側移動は桁端側移動の 3 倍であるのに対し、複数連を有する橋りょうにおいては約 1.3 倍であった。単連の橋りょうは鋼桁の前後に橋台を有しており、橋台が背面盛土の主動土圧や前面の洗堀等により支間側に傾斜しやすいことが原因の 1 つと考えられる。

3. 位置ずれが鋼桁各部の発生応力に及ぼす影響

(1) 検討方法

位置ずれが生じた営業線の複数の鋼桁に対して応力測定を実施した。対象橋りょうは支点の位置ずれ量やその方向が異なる支間 12.9m のリベット上路 PG (表 1) とし、3 橋 4 連の可動側支点部で測定を実施した。測定における着目部位は、位置ずれが生じた支点近傍の腹板下端と端補剛材下端で、部材の応力分布がわかるようにひずみゲージを貼付(図 4)した。

(2) 鋼桁各部の発生応力

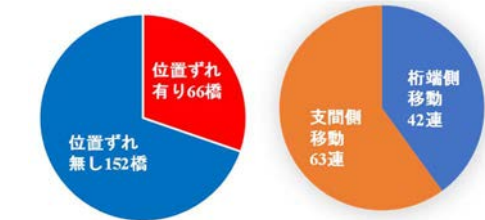
特急列車通過時の腹板下端・端補剛材下端の発生応力分布を図 5、6 にそれぞれ示す。発生応力は、それぞれのケースにおいて支点反力が最大となるタイミングで抽出している。また、位置ずれ量は支間側移動を＋、桁端側移動を－で表記している。



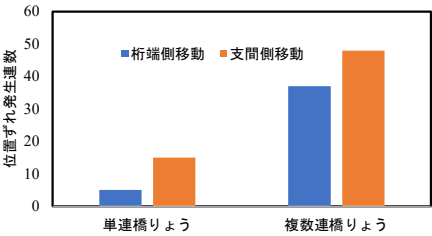
図 1 支点の位置ずれ



図 2 位置ずれ方向



(a) 位置ずれ発生数 (b) 移動方向



(c) 単連・複数連別の移動方向

図 3 リベット上路 PG 位置ずれ分析結果
表 1 測定ケース一覧

対象橋梁	設計荷重	位置ずれ量	斜角度	直/曲
A橋	E-33 (≒KS-15)	140mm	60°	直
B橋	KS-15	65mm	90°	直
		0mm	90°	直
C橋	KS-12	-75mm	90°	直

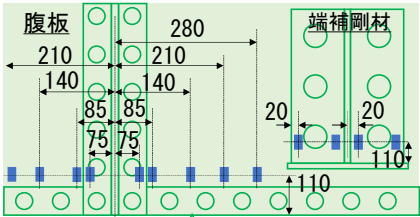


図 4 ひずみゲージ貼付位置

キーワード 支点の位置ずれ, リベット桁, 支点部, 鉄道鋼橋りょう, 斜角
連絡先 〒760-0011 香川県高松市浜ノ町 8 番 24 号 四国旅客鉄道株式会社 土木技術センター TEL 087-825-1690

図より、腹板下端発生応力は位置ずれ量の増加に伴って増加していることがわかる。また、最大応力発生位置は、支点直上付近で最大となることから、位置ずれは支点直上付近の腹板下端の応力を増加させることがわかる。支点直上付近で応力が増加する一方で、端補剛材を挟んで反対側の腹板で応力が比較的小さい。したがって、支点において位置ずれが生じると、その方向の違いによらず、支点が移動した方向の腹板応力は増加し、端補剛材を挟んで反対側の腹板の応力は低下すると言える。

端補剛材下端の応力についても、位置ずれによって変化しており、支間側移動の場合、支間側・桁端側の両方の端補剛材で位置ずれ量の増加とともに端補剛材の発生応力が低下していることがわかる。支間側移動の場合における端補剛材の面内・面外応力を図7に示す。図より、面内応力は、位置ずれ量の増加によって低下している。面外応力は、位置ずれ量の増加によって増加しているものの、増加量は数 N/mm^2 であり、位置ずれが端補剛材の面外応力に及ぼす影響は面内応力と比較して小さいことがわかる。面内応力は支点反力に依存する可能性が高いことから、支間側への位置ずれは、支点反力によって生じる端補剛材の応力を減少させると考えられる。

腹板と端補剛材の荷重分担割合を図8に示す。荷重分担割合は、測定した軸方向応力を幅方向に積分することで、端補剛材と腹板が負担する軸力の割合を示したものである。図より、位置ずれ量が増加するほど端補剛材が負担する荷重が減少し、その減少分を腹板が補うことで腹板の分担荷重が増加しているものと考えられる。

4. おわりに

支点の位置ずれが発生した上路PGを対象に、列車通過時の応力測定を実施し支点の位置ずれが鋼桁各部の発生応力に及ぼす影響を検証した。以下に、本研究の結論をまとめる。

- ・支点の位置ずれは、支点直上の腹板応力を増加させ、支点と反対側の腹板応力を低下させる可能性がある。
- ・端補剛材発生応力は、支点の位置ずれによって低下する。また、低下した応力は面内応力成分である。
- ・位置ずれ量が増加するほど端補剛材が負担する荷重が減少し、その減少分を腹板が補うことで腹板の分担荷重が増加しており、位置ずれ量の増加によって腹板の負担が増加する可能性がある。

参考文献 1) 井上太郎, 戸崎隆之, 中田裕喜, 小林裕介, 勝山真規: 線支承の支点移動がリベット桁端部の耐荷性状に及ぼす影響, 構造工学論文集 Vol.66A PP.114~126, 2020年3月。 2) 戸崎隆之, 吉田善紀, 中田裕喜, 小林裕介: 線支承の支持状態が変化した鋼桁端部の耐荷力評価, 構造工学論文集 Vol.64A PP.38~50, 2018年3月。

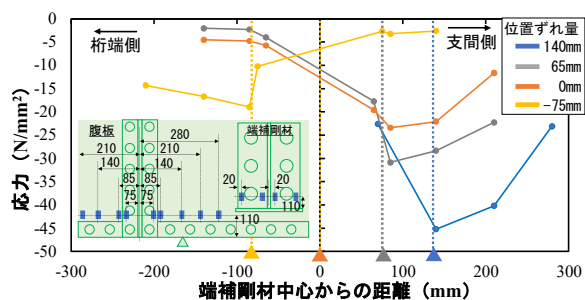


図5 腹板下端の発生応力分布

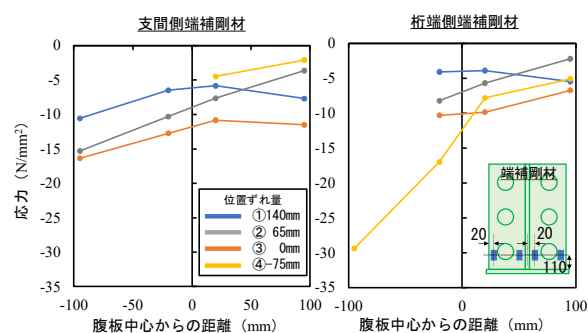


図6 端補剛材下端の発生応力分布

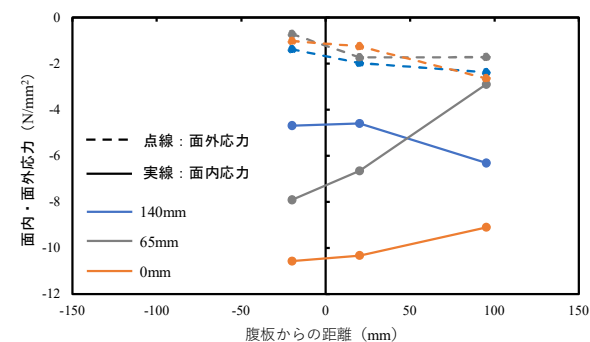


図7 端補剛材の面内・面外応力

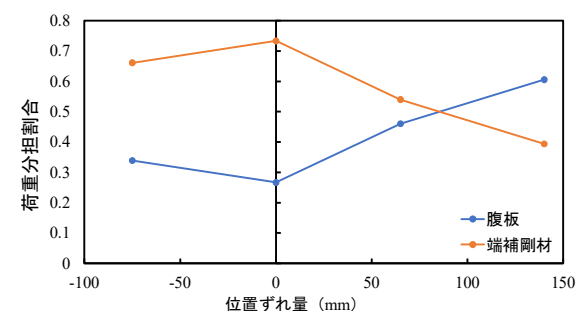


図8 荷重分担割合