

北陸新幹線合成桁ソールプレート溶接部の疲労に対する維持管理方針の検討

○西日本旅客鉄道(株) 正会員 坪川 俊行
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 米山 義広
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 丹羽 雄一郎

1. 目的

鋼鉄道橋において規模の大きい橋梁では銅合金支承板支承（以下、BP-A 支承という）が用いられるケースが多く、ソールプレートと主桁下フランジ間の水平耐力確保のため、ソールプレートの取付に溶接を採用するケースが多い。北陸新幹線(上越妙高・金沢間)の合成桁においても、BP-A 支承が用いられソールプレートが溶接されているものが多い。懸案事項として、BP-A 支承を用いた橋梁において、支承の可動不良等に起因して、ソールプレート溶接部にき裂が発生した事例がある¹⁾。本研究では、合成桁の供用開始初期のソールプレート溶接部の応力性状および支承の挙動に関して、現状把握と今後の維持管理方針を検討するため、実橋において支承の挙動およびソールプレート溶接部周辺の応力の計測を行った。

2. 調査内容

北陸新幹線の合成桁の支承形式は、BP-A 支承、ピボット支承、ゴム支承のいずれかであり、今回の計測は BP-A 支承 13 連 17 基、ピボット支承 3 連 4 基で行った。なお、ゴム支承についても 1 連 1 基で計測を行ったが、過去からいくつかの研究²⁾により、ゴム支承ではソールプレート溶接部の応力集中が小さいことが確かめられていることから、今回は BP-A 支承、ピボット支承との比較として計測した。計測位置を図-1 に示す。ここでは BP-A 支承の計測位置例を示すが、ピボット支承、ゴム支承についても同様の計測位置としている。

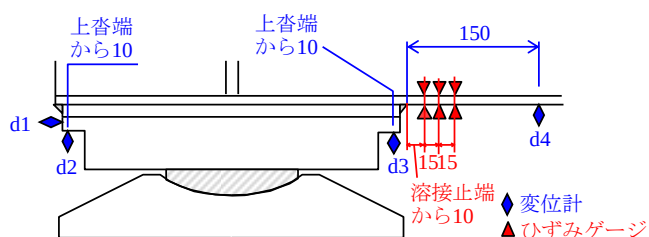


図-1 計測位置詳細図

3. 調査結果

図-2 に支承および下フランジの鉛直変位から求めた下フランジの面外曲げによる折れ角（支承前端を折れ点と仮定し、直線 d2-d3 と直線 d3-d4 の交差角）と、ソールプレート溶接部前縁止端から 10mm 位置の最大応力範囲の関係を示す。支承前端での下フランジの面外曲げは、支承の可動不良により発生する¹⁾。今回の調査ではデータ数が十分ではないものの BP-A 支承における下フランジの折れ角とソールプレート溶接部の応力範囲について一定の相関がみられ、最も大きい応力範囲となっている箇所では下フランジの折れ角も比較的大きくなっていることから、支承が可動不良となっている可能性が高いと考えられる。

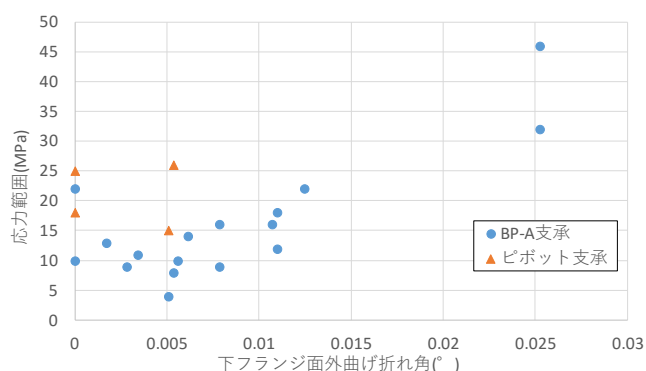


図-2 ソールプレート溶接部前縁付近の応力範囲と下フランジ折れ角 (BP-A・ピボット支承)

次に、計測結果の代表例として、図-3 および図-4 に、応力範囲が最も小さかった箇所（ゴム支承）と、最も大きかった箇所（BP-A 支承）の橋軸方向の応力分布を示す。横軸はソールプレート溶接部前縁止端からの橋軸方向距離を示す。なお、このゴム支承では下フランジ上面にコンクリートが打設されているため、下フランジ上面側の応力は計測していない。図-3 のゴム支承ではソールプレートからの距離によらず応力がほぼ一定で値も小さいが、図-4 の BP-A 支

キーワード : 鋼・合成鉄道橋, ソールプレート溶接部, 疲労き裂, 予防保全

連絡先 : 〒920-0036 石川県金沢市元菊町 68-2 西日本旅客鉄道(株) 金沢土木技術センター TEL : 076-223-3206

承ではソールプレートに近付くにつれ、下フランジ上面と下面の応力差が大きくなっており、下フランジ下面側では -41MPa の比較的大きな圧縮応力が発生している。これよりソールプレートに近い位置において局所的に面外曲げが発生していることが分かる。また、このBP-A 支承の応力ピーク時の鉛直変位計測結果を図-5に示す。各測点の値を結んだ線が測点d3(支承前端)において折れていることから、支承前端において下フランジの局所的な面外曲げが発生していることが分かる。

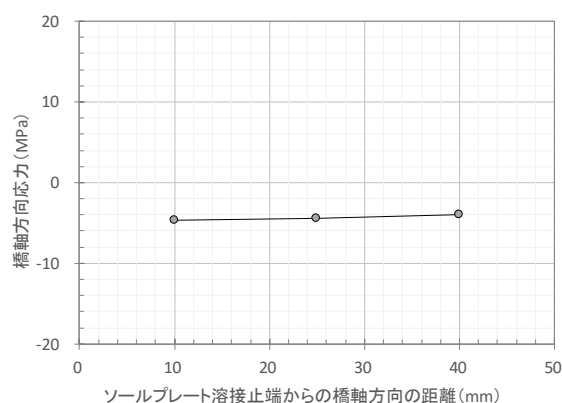


図-3 ゴム支承の応力計測結果

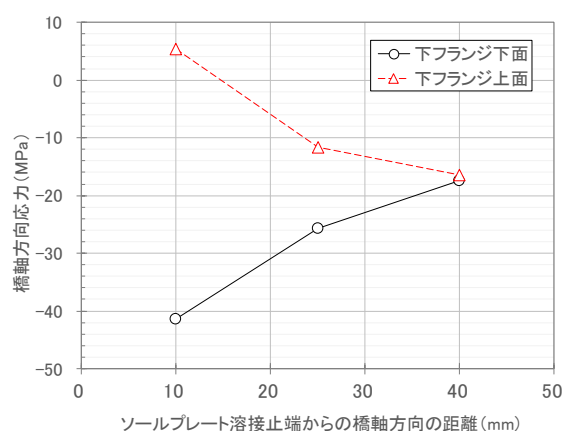


図-4 BP-A 支承の応力計測結果

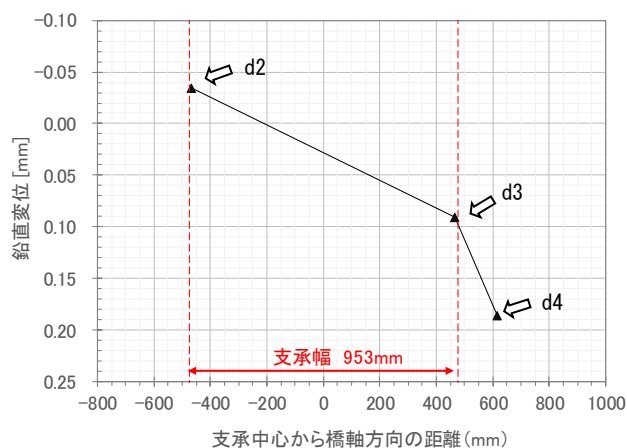


図-5 BP-A 支承応力最大時の支承変位グラフ

4. 考察

ソールプレート溶接部の継手種類を、「カバープレートすみ肉溶接で取り付けた継手(非仕上げ)G等級」相当と考えると、BP-A 支承2基において疲労限 32MPa を上回る応力範囲が発生している。通常、支承が良好に可動していれば、単純桁の支承部近傍の下フランジにはほとんど応力が発生しないが、今回の調査では下フランジの折れ点で高い応力が発生していることから、桁の曲げに対して支承の回転が追従しなかったことで、ソールプレート前端溶接部近傍に下フランジの局所的な面外曲げによる応力集中が生じており、将来的に疲労き裂が発生する可能性があることが分かった。

5. まとめと今後の方針

本研究では、北陸新幹線の供用開始初期橋梁において、BP-A 支承を用いた橋梁ではソールプレート溶接部前縁付近に応力集中が発生しており、早期疲労き裂発生可能性があることがわかった。対策として、当板による補強、BP-B 支承への交換等も考えられるが、多大な費用が見込まれることから簡易な予防保全対策を行うことを基本方針とし、溶接ビードのグラインダー仕上げやピーニングの実施を検討している³⁾。これら対策により、疲労等級を向上させることで打ち切り限界応力が大きくなり⁴⁾、疲労損傷度が低くなることで疲労き裂発生の可能性を低減することができると考えられ、順次施工する計画である。また支承の可動不良の程度が進行することで発生応力が高まる恐れもあることから、継続的に応力レベルの確認を行いながら維持管理していく。

参考文献

- 1) 丹羽他：鉄道合成桁ソールプレート溶接部の疲労対策，構造工学論文集，Vol.58A，pp.611-621，2012.3
- 2) 例えば，徳田他：支承の活荷重挙動に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol.41A，pp.935-944，1995.3
- 3) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説-鋼・合成構造物，丸善，2009.7
- 4) 溝上他：簡易なエアーツールを用いたピーニング工法の重ねプレートすみ肉溶接部の疲労試験，土木学会第 67 回年次学術講演会，I-264，pp.527-528，2012.9