

ライナープレート挿入による簡易的な鋼橋長寿命化措置とその効果の検証

JR 東日本 正会員 ○木下 一孝
 JR 東日本 非会員 志子田 勝
 JR 東日本 正会員 阿部 嘉貴

1. はじめに

鉄道橋における鋼橋は、明治初期に架設された後、長い間維持管理をしながら使用してきたものが多く、当支社管内においても平均経年70年と我が国の社会資本施設の中でも経年が進行している。しかし、これら経年が進行した鋼橋であっても、定期的な検査で手入れを施すことによって十分に要求性能を満足することが可能であり、現在においても安全・安定輸送というサービスを提供するための重要な役割を果たしている。本稿では、定期的な検査中において実際に行っている鋼橋長寿命化のための「手入れ」について紹介を行い、その効果について検証した結果を示すこととする。

2. 経年により生じる変状

鋼橋の中で上路プレートガーダー（以下、GDとする）に着目した場合、その変状の多くが、沓に代表される支点部に見られている。沓は、下部工に対して上部工に作用する荷重を伝達するものであるが、現在、経年により沓座の劣化や沓とソールプレートとの間の磨耗・腐食が生じている。Photo.1 に桁交換に伴い撤去された橋梁の沓の磨耗状態を示す。この写真のようにソールプレートと沓との接触は一様でないことがある。また、沓は架設時において、桁架設の際の調整役となることが多く、経年によってそのしわ寄せが現れやすい箇所でもある。これら磨耗等の変状は、端補剛材下端の磨耗の促進や下部工への荷重の伝達と相反して主桁に対する反発力の発生につながり、Fig.1 のように下フランジの首振りを誘発するため下フランジ山型鋼隅角部にき裂を生じさせる場合がある。き裂が発生してしまうと、き裂の進展による桁の破断など列車の安全・安定輸送に支障を来す上、修繕も緊急性を要するため、き裂を生じさせない。または、き裂発生までの時間的猶予を作る措置が求められる。

3. ライナープレート挿入法

JR 東日本仙台土木技術センターでは、前述したような支点部の隙間に厚さ 1mm のライナープレートを挿入することを提案し、支点部のばたつきを抑制す



Photo.1 沓の接触面状況

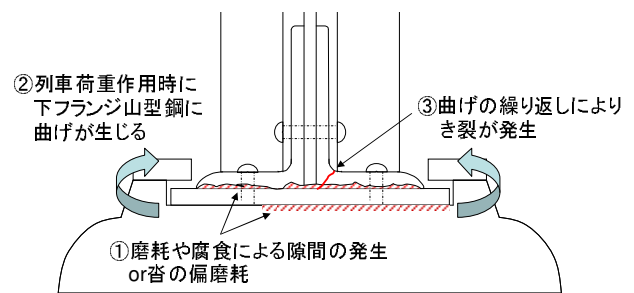


Fig.1 支点部き裂発生メカニズム

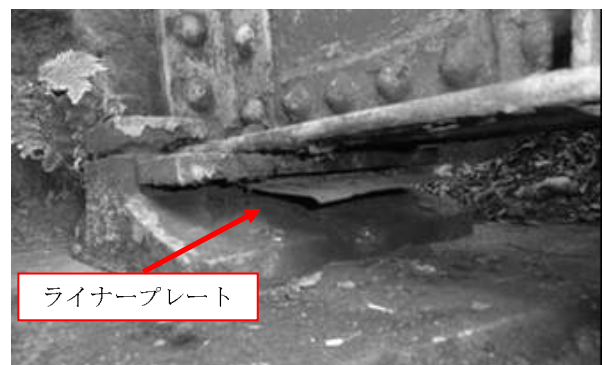


Photo.2 ライナープレート挿入状況

ることによって主桁への影響を軽減する措置を検査時に行っている。この手法は支点部のばたつきを完全に抑制することは不可能であるが、下フランジ山型鋼隅角部などのき裂が生じる箇所の応力を低減することができ、修繕工事までの簡易な長寿命化措置として期待して行っているものである。

4. 検査時の調査方法

支点部にばたつきのある桁を抽出するため検査時に列車通過の際、検査者が支点部の挙動を見ること

キーワード ライナープレート、鋼橋長寿命化

〒963-0853 仙台市宮城野区東六番丁 31-2 JR 東日本 仙台土木技術センター

としている。目視により隙間やばたつきの量を確認し、ライナープレートの挿入数を判断している状況である。また、常時は隙間がなく、列車が通過しているときでなければ隙間が広がらないような箇所もあり、このような場合は列車通過時に隙間が広がるタイミングを合わせて挿入している。Photo.2に、ライナープレート挿入後の支点部の写真を示す。

5. 効果の検証

ライナープレートによる応力の低減効果を確認するため、実橋による応力測定を行った。実橋測定を行った桁は、スパン 1.6m の槽状桁で、検査時に支点部のばたつきを確認したものである。槽状桁とは、I 型鋼桁を並列させ 1 レールを支持する構造となっている。I ビームの場合、首振りにより生じるき裂は Fig.2 に示すようにフランジの板厚がウェブに比べ大きいいため、ウェブの断面が最小となる箇所に生じる。このことからひずみの測定箇所をウェブ支点部の桁高方向とし、ライナープレート挿入前後における列車通過時のひずみを測定した。また、この計測時にばたつき量の変化についてもダイヤルゲージにより測定を行った。ライナープレート挿入前後における列車 (205 系 4 両編成) 通過時の応力波形を Fig.3 に示す。この結果より、ライナープレート 2 枚 (2mm) を挿入することにより、応力が約 50% 低減されていることがわかる。ばたつき量についても、ライナープレート挿入前の平均ばたつき量は 4.1mm だったものが、ライナー挿入後 1.9mm へと変化し、ライナープレートの板厚分だけばたつき量の低減が確認された。

鋼構造物の疲労設計指針¹⁾より、疲労限以上の応力範囲において疲労設計曲線は次式で与えられる

$$\Delta\sigma^3 \cdot N = C_0 \quad (1)$$

ここで、 $\Delta\sigma$: 応力範囲 [MPa], N : 繰返し回数, C_0 : 疲労強度等級により決まる定数

(1) 式より、応力を 50% 低減することにより、設計上繰返し回数 N を 8 倍に延長することができ、き裂発生までの時間を延長させることが可能となることがわかった。

以上の結果から、鋼橋へのき裂発生までの時間的猶予を確保するために行っているライナープレート挿入法の有用性を定量的に確認することができた。

6. 問題点と留意点

前述するとおり、検査時の手入れにより、橋梁の延命化を図ることが可能であることがわかった。しかし、実情として生じる問題点および留意点を以下に示す。

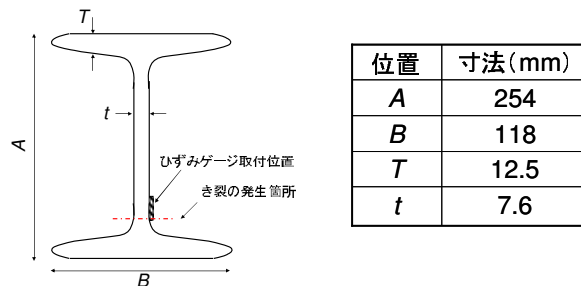


Fig.2 I ビーム断面とひずみ測定位置

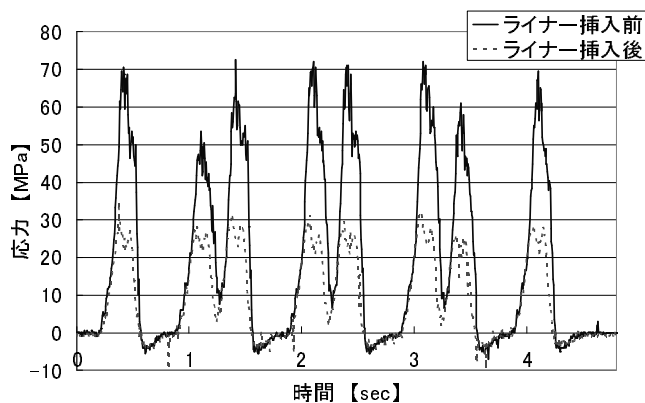


Fig.3 列車通過時の応力波形

- ① ローカル線では、列車本数が少なく、検査時に支点部のばたつきを必ず確認できるわけではない。また、ライナープレートの挿入についても列車通過時の隙間の拡大に合わせて行うため、挿入についてもローカル線では必ずしも措置できる手法ではない。
- ② ライナープレート挿入による延命効果は、確認されたが、あくまで簡易的な延命措置であり、計画的な修繕工事が必要であるため、その後の検査においても注意箇所として継続的な監視が必要である。
- ③ 本稿で行った計測結果 (応力低減 50%) が必ずしも全ての鋼橋に当てはまるわけではなく、その時間的猶予は橋梁毎に磨耗の様子・ばたつき量の程度等により異なる。

7. 結論

本稿で紹介したライナープレート挿入法を鋼橋の支点部に行うことにより、鋼橋支点部にき裂が発生するまでの耐久性を向上させることが可能であることを示し、その有用性を確認した。この簡易な措置を多くの鋼橋に適用するための技術開発を今後進めていく予定である。

参考文献

- 1) JSSC : 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 2001
- 謝辞: 本稿の執筆にあたり(株)ビーエムシーの浅岡様、相田様には多くのご助言・ご指導をいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。