

鉄道橋支承部に発生したき裂の発生原因の推定とその対策

JR 四国 正会員 ○角野拓真 非会員 竹井和夫 非会員 山下 裕輔

1. はじめに

JR 四国の重要線区の一つである本四備讃線の海峡部は、吊橋や斜張橋等の長大橋から構成され、その規模や構造特性上の観点から構造物の維持管理は最重要課題である。特に、列車荷重を支持する鉄道縦桁の支承部は、端補剛材下端溶接ビード部や補強フランジ部にき裂の発生が確認され、変状の発生原因の推定や変状原因に応じた適切な対策工の策定とその実施が急務である。本稿では、応力測定等の結果から推定した支承部に発生したき裂の発生原因を述べるとともに、変状発生原因に応じた対策工の概要について述べる。

2. 変状概況

鉄道縦桁は、線支承を有する単純桁であり、図-1に示すように橋梁の構造毎に支間長が異なる。また、主桁より外側の端補剛材は、転倒に対する安全性を確保するため端補剛材の下方を線路直角方向に拡幅した末広がり上の構造である。

吊橋である下津井瀬戸大橋の格点 2 および格点 19 のき裂発生状況を図-2に示す。格点 2 は、端補剛材下端の溶接ビード部にき裂が発生しており、端補剛材の縁端面（以降、コバ面）を跨ぎ、き裂が発生していることが分かる（図-2（a）,（b））。格点 19 では、端補剛材の補強フランジ上端部の溶接ビード部に起点面から終点面に掛けて、き裂が発生している（図-2（a）,（c））。いずれの箇所も列車通過時には支承部にバタツキが発生している。

3. 変状発生原因の推定

（1）端補剛材下端

吊橋である南備讃瀬戸大橋の格点 39 および 43 を対象に、支承部の鉛直変位量及び端補剛材下端の応力測定を実施した。前者は右主桁の端補剛材下端にき裂が発生している箇所であり、後者は支承部のバタツキはあるものの、き裂は発生していない箇所である。図-3に測定位置を示す。なお、測定はEA-17 荷重¹⁾の約 60% の車両通過時に実施した。測定結果を表-1に示す。格点 39 のき裂先端である測点④の最小主応力は-60.2MPa であり、測点⑥の最小主応力は-8.3MPa であった。また、格点 43 の測点④の最小主応力は-151.4MPa が観測された。また、格点 39 における測点④の鉛直成分のみを用いて軸応力と曲げ応力を算出した結果、軸応力-48.2MPa に対し、曲げ応力は-14.6MPa であり、軸応力が卓越していることが分かった。調査結果より、き裂の発生原因は列車通過時の端補剛材下端への過大な圧縮応力の繰り返しによる疲労き裂と推定した。

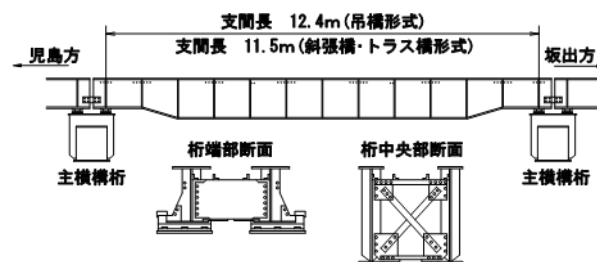
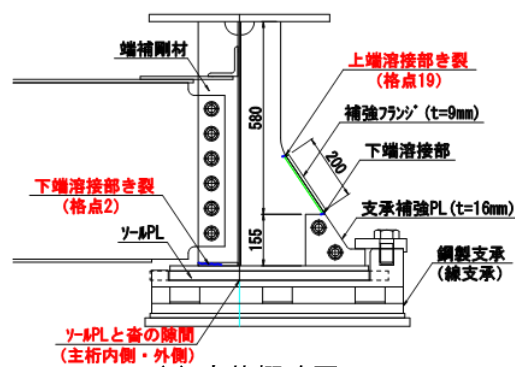
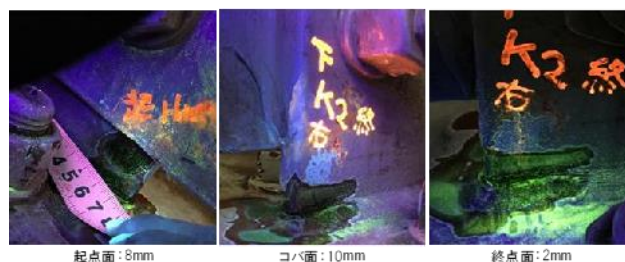


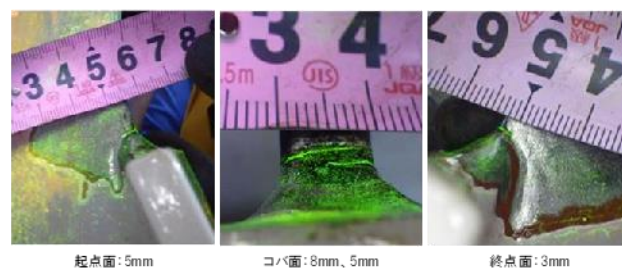
図-1 鉄道縦桁概要図



(a) 変状概略図



(b) 変状概況 (格点 2)



(c) 変状概況 (格点 19)

図-2 支承部のき裂発生状況

(2) 補強フランジ上端

吊橋である下津井瀬戸大橋の格点 15 および 18 を対象に、支承部の鉛直変位と補強フランジ上端の応力測定を実施した。表-2 に対象とした支承部の変状概要を示す。測定位置は図-3 に示す箇所とした。

図-4 に格点 15 および 18 における補強フランジ上端の最小主応力の測定結果を示す。最小主応力の最大値は格点 15 の測点②が-41.5MPa、格点 18 の測点⑤が-63.5MPa であり、主応力の方向は概ね鉛直方向であった。また、同列車における各支承部の鉛直変位の最大値は、格点 15 の測点 A が 0.21 mm、測点 B が 0.39 mm、格点 18 の測点 C が 0.41 mm、測点 D が 0.24 mm であり、き裂が発生した補強フランジ側の鉛直変位が小さいことが分かった。次に、同列車における格点 15 の補強フランジ上端と端補剛材下端の最小主応力の測定結果を図-5 に示す。測点①の最小主応力の最大値は-18.3MPa であり、格点 18 も-11.2MPa であったことから、鉛直変位が大きい端補剛材下端側には応力が集中していないことが分かった。これらの測定結果より、補強フランジ上端のき裂発生原因は、ソールプレートと線支承の間に生じた隙間によりあおりが発生し、補強フランジ側が先に支持されることによる疲労き裂と推定した。すなわち、疲労き裂は支承部の不均等変位による圧縮応力の集中により発生し、その発生箇所は鉛直変位の小さい側であると考えられる。

4. 対策工の提案

端補剛材下端に生じたき裂の対策工として、き裂先端のストップホルの施工による応力集中の軽減に加え、ソールプレートと線支承の隙間にライナープレートを挿入し、支承部の隙による列車通過時のあおりを解消することとした。また、端補剛材の機能回復を目的に、図-6 に示す当板補強工を実施する計画とした。

5. まとめ

鉄道縦桁の端補剛材下端あるいは補強フランジ上端には、支承部のあおりにより、鉛直変位が小さい側に応力が繰り返し作用することで疲労き裂が発生することが分かった。また、対策工として、列車通過時のあおりの解消を目的に、ソールプレートと線支承の隙間にライナープレートを挿入するとともに、端補剛材の機能回復を目的に当板補強工を実施する計画とした。

参考文献

1)財団法人鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造），pp.31-33，2004.4

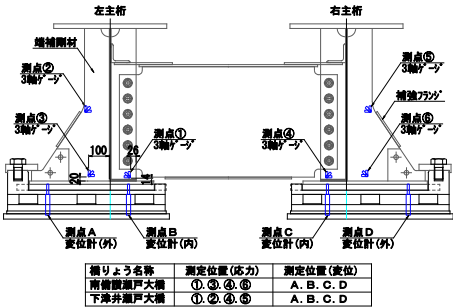


表-1 測定結果(格点 39, 格点 43)

格点番号	測点 (応力) (MPa)				測点 (変位) (mm)			
	①	③	④	⑥	A	B	C	D
K39 (上) 終点	-17.8	-17.1	-60.2	-8.3	0.50	0.52	1.06	0.24
K43 (下) 終点	-5.0	-6.9	-151.4	-24.9	1.93	1.06	0.01	0.08

表-2 支承部の変状概要

格点番号	左主桁				右主桁			
	隙間(mm)		バタツキ		隙間(mm)		バタツキ	
K15(上)終点	外	中	内	有	外	中	内	有
K18(上)終点	0	0	0	無	0.25	0.2	0	有

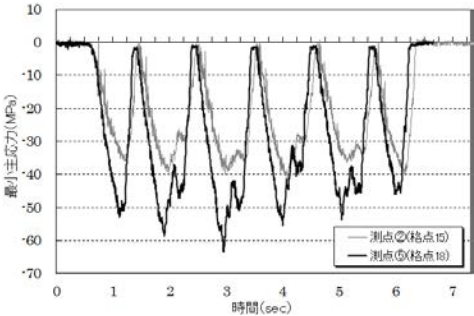


図-4 補強フランジ上端の最小主応力

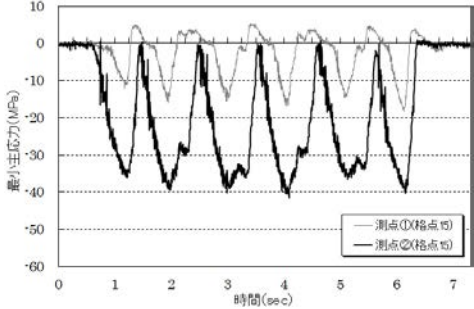


図-5 補強フランジ上端と端補剛材下端の最小主応力

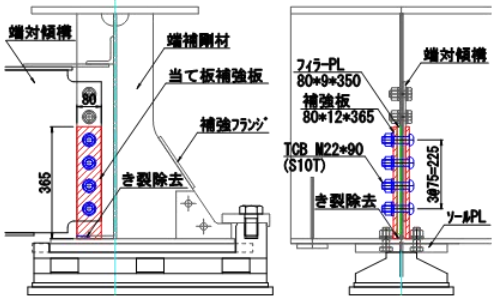


図-6 提案する対策工(当板補強工)