

既存不適格の主桁切欠き構造を有する鋼橋の変状対策の検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○鈴木 翔太  
東日本旅客鉄道株式会社 吉松 直貴

1. はじめに

経年の古い鋼橋の中には、主桁桁端の切欠部の曲げ半径が小さく、かつ割り込みフランジを有さない既存不適格構造の桁が存在する。この構造は、コーナー部に発生したき裂が溶接ビードから腹板にまで進展する傾向があることから、優先順位をつけて対策を進めている。優先順位の考え方としては、①曲げ半径が小さい、②溶接脚長が小さい、③桁高差が大きい等を基準としている。

本論文で報告する橋りょうは優先順位が高く、図-1のように主桁切欠き部と中間補剛材が一体となった構造となっていたことから、補剛材による疲労への影響を検証し、対策の要否の検討を行った。

2. 構造物概要

表-1 に諸元を示す。当該橋りょうは主桁切欠き部が 16 箇所あり、全てが既存不適格箇所である。そのうち起終点の 4 箇所が主桁切欠き部と中間補剛材が一体化している構造である。詳細な位置関係及び現地写真については図-1 および図-2 に示す。

表-1 橋りょう諸元

構造形式	スルーガーター	設計荷重	KS-18
図面番号	WTGC864(4)-1	切欠き半径	50mm
支間長	16.25m×4連	溶接脚長	8mm
架設年月	1968年5月	桁高(一般部)	1500mm
支点構造	線支承	桁高(切欠き部)	843mm



図-1 主桁切欠き詳細

3. 調査概要

当該橋りょうの中間補剛材の有無による疲労への影響を検証するため、応力測定を実施した。測定箇所は図-2 および表-2 に示す外軌側主桁の測点A～Cの 3 箇所を対象とした。測点AとBは中間補剛材の影響を把握するために計測し、測点Cは支点部の固定・可動による影響を把握するために計測した。

表-2 測点詳細

測点A	外軌側主桁	中間補剛材あり	固定沓
測点B	外軌側主桁	中間補剛材なし	固定沓
測点C	外軌側主桁	中間補剛材なし	可動沓

図-3 及び図 4 に示す通り、各コーナー部には 3 軸ひずみゲージを用いた。また、測点 A では、中間補剛材を挟んで桁端側に鉛直方向と水平方向の応力を計測した応力測定箇所の計測機器の設置状況を示す。

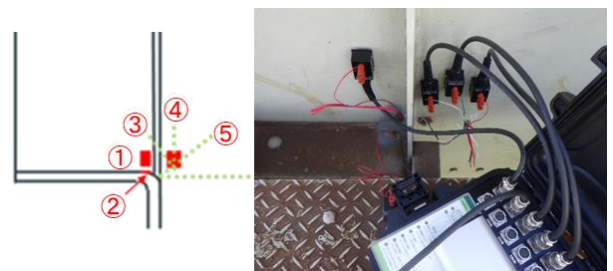


図-3 測点A 設置状況



図-4 測点B・C 設置状況

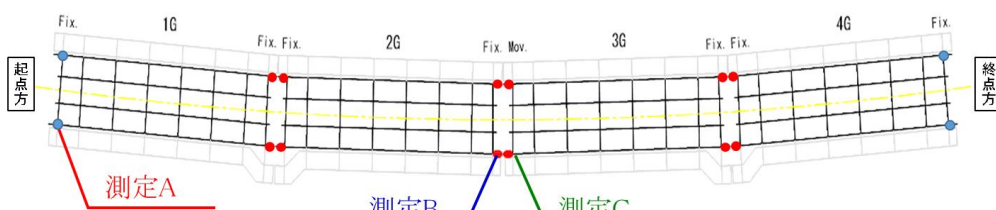


図-2 測定位置

キーワード 主桁切欠き, 当て板補強, 中間補剛材

連絡先 〒101-0041 東京都千代田区神田須田町 2-10-1 東日本旅客鉄道(株) TEL : 03-3257-1694 E-mail : syouta-suzuki@jreast.co.jp

4. 調査結果

4.1 応力測定結果

応力測定の結果を図-6 及び表-3 に示す。測点 B・C について、接線方向・鉛直方向ともに、引張が主となっているのに対し、法線方向は圧縮・引張が均等に発生している。応力波形にはほとんど差異が無く、支点部の固定・可動の影響は殆どないものと考えられる。一方、測点 A はすべての方向で引張が主となっており、中間補剛材の有無により挙動が異なる事が確認された。3 軸ひずみゲージの値より、主応力・主応力角度を算出した結果を表-3 に示す。主応力角度を確認すると、測点 B・C は法線方向に向いているのに対し、測点 A は水平方向となっているため、き裂の発生方向が異なると考えられる。

さらに、最大主応力角度から主応力波形を算出し、主応力差をとると、測点 B が 18.8MPa、C では 25.7MPa 以上、測点 A では 15.5MPa となっている。主応力の波形については図-7 に示す。

表-3 測定結果

測定箇所	支承条件	普通 (Mpa)			主応力 (Mpa)	角度
		Max	Min	R		
① 1G 起点 腹板下端 (法線)	固定	19.5	-1.0	20.5	—	—
② 1G 起点 下フランジ (接線)	固定	1.1	-0.9	2.0	—	—
③ 1G 起点 腹板 (接線)	固定	9.9	-1.1	11.0	15.5	132.6
④ 1G 起点 腹板 (斜辺)	固定	7.3	-1.1	8.4		
⑤ 1G 起点 腹板 (法線)	固定	10.1	-1.4	11.5		
⑥ 2G 終点 切欠き部 (接線)	固定	9.1	-5.6	14.7	18.8	98.3
⑦ 2G 終点 切欠き部 (斜辺)	固定	13.6	-2.3	15.9		
⑧ 2G 終点 切欠き部 (法線)	固定	18.1	-17.9	36.0		
⑨ 3G 終点 切欠き部 (接線)	可動	14.7	-1.0	15.7	25.7	71.6
⑩ 3G 終点 切欠き部 (斜辺)	可動	20.5	-3.9	24.4		
⑪ 3G 終点 切欠き部 (法線)	可動	19.8	-23.2	43.0		

※主応力角度は③、⑥、⑨を基準とした角度

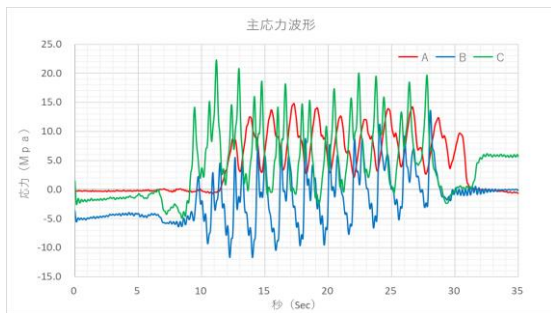


図-7 主応力波形

4.2 疲労損傷度解析

疲労損傷度の解析を行った結果を表-4 に示す。継手

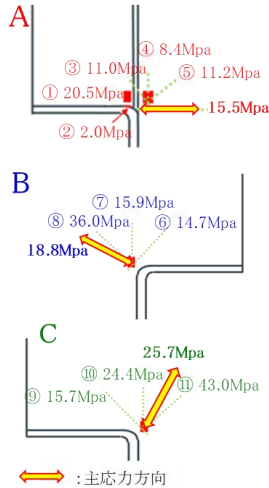


図-6 応力詳細

等級について、測点 B・C は荷重伝達型の完全溶け込み溶接のため E 等級とした。測点 A は最大主応力角度が概ね水平であったことから、中間補剛材と腹板の溶接部から亀裂が発生する可能性を考慮し、荷重非伝達型のすみ肉溶接のため E 等級とした。なお、解析波形は最大主応力角度方向の主応力波形を用いた。

中間補剛材と一体化した測点 A では疲労損傷は発生しない結果となった。

表-4 解析結果

測定箇所	継手等級	疲労損傷度	疲労寿命
A ⑤ 1G 起点 腹板 (法線)	(法線) E	0.00	797年
B ⑧ 2G 終点 切欠き部 (法線)	(法線) E	0.040*10 <sup>-6</sup>	106年
C ⑪ 3G 起点 切欠き部 (法線)	(法線) E	0.232*10 <sup>-6</sup>	91年

5. 対策の検討

測定結果を踏まえ、主桁切欠き部と中間補剛材が一体化している 4 箇所については、当て板等による対策は不要と判断した。これにより対策箇所を 16 箇所から 12 箇所へ減らすことができた。

残る 12 箇所については、図-8 に示す通り十字当て板補強を実施する予定である。なお、対策範囲はき裂の発生寿命と中間補剛材の位置を考慮し、中間補剛材までとした。

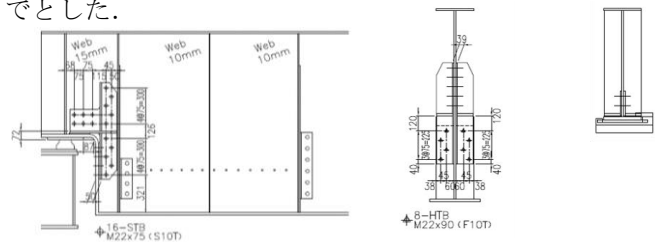


図-8 十字当て板補強図

6. おわりに

本論文では、主桁切欠き構造を有する鋼橋において、中間補剛材の有無による影響の検証を行った。中間補剛材が一体化された箇所では主応力方向がコーナー部法線方向から水平方向に変化し、発生応力も低減される事が確認できた。

東京土木技術センター管内には、主桁切欠き構造を有する桁が 43 連存在することから、今後とも詳細な調査・検討を行い、効果的な対策を実施していく予定である。

7. 参考資料

- 1) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同開設指針・解説/設計例/資料編 4.疲労強度と継手分類 PP9 4.4
- 2) 坂井、内藤、阿部：桁端切欠構造部における変状調査に関する一考察 平成 6 年 9 月