

槽状桁端支材切欠部の疲労き裂対策

西日本旅客鉄道(株)	正会員	○藤野 隼揮
(株)広成建設	正会員	空 信介
(株)レールテック	正会員	福岡 孝典

1. はじめに

溶接構造の槽状桁においては端支材切欠部に、疲労き裂が発生し問題となっている。この状況を放置すると腹板にき裂が進展する恐れがあるため早急な対策が望まれる。溶接構造の槽状桁は構造上、活荷重載荷時に左右の主桁に支点変位差が生じることにより支材切欠部に応力が集中し、き裂の発生が懸念される¹⁾。特に斜角桁においては、この傾向が大きい。この変状対策として、構造的欠陥となっている端支材切欠部をなくすために、図-1に示すように端支材切欠部から上方に向かって切り込みを入れる方法（以下、旧工法という）を試行したが、端補剛材下端溶接部には大きな応力が発生しており、溶接補修を行ったき裂部よりき裂が再発し、恒久対策とするには課題を有しているのが現状である。

また、旧工法の改善工法として、端支材の一部を切り欠いたり、端支材および左右主桁間の張板を撤去し、左右主桁の拘束度をより緩和する方法を試みたが、期待する対策効果が得られない場合もあり、汎用的な対策工法に辿り着いていない。なお、いずれの工法においても、支点変位をなくすることが重要で沓座修繕を併せて行っている。しかし、槽状桁のように比較的小規模な橋梁の沓座修繕においては、狭隘な施工環境による施工精度の低下や、死荷重が小さいことによるジャッキダウン後の桁と桁座のなじみが十分に得られないことなどが影響し、完全に支点変位をなくすることが困難な事例がしばしば見受けられ、端支材疲労き裂対策の課題となっている。

本研究では、従来工法に代わる新たな修繕工法（以下、新工法）を提案することを目的に、新しい補修方法の可能性を実橋において検証した。

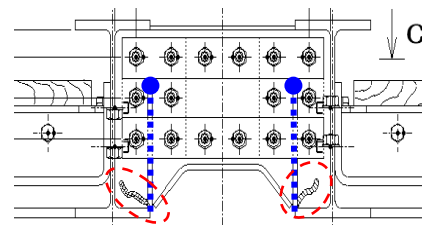


図-1 旧工法

2. 新工法概要

新工法の略図を図-2に示す。本工法は、従来工法において応力集中が残った端補剛材下端溶接部も含め主桁に溶接されている端支材を溶接部から全て撤去し、応力集中が生じき裂発生の起点となる溶接部位をなくすことを主眼に置いた工法である。撤去した端支材と端補剛材の機能は、CT形鋼とL形鋼を高力ボルト接合で取り付けることで補完している。これは、これまでき裂が殆ど見られないリベット構造の槽状桁に近い構造であり、多少の支点変位が生じた場合においても、弱点箇所となる疲労強度の低い溶接部位をなくしているため、き裂再発の可能性を低くできるものと考えられる。

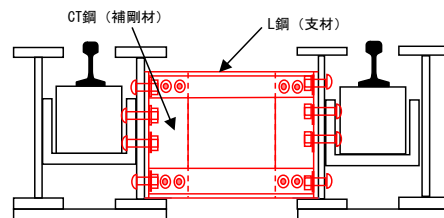


図-2 新工法略図

3. 実橋を用いた効果検証

(1) 測定対象橋りょう

旧工法を適用したものの、補剛材下端部にき裂が再発生した桁（桁A）、およびき裂の発生した斜角桁（桁B）に新工法（写真-1）を適用し、対策効果の検証を行った。なお、両橋りょうの概要は以下の通りである。

桁A：支間 5.05m 直線 しゅん功年 S.53.9

補修歴 H17, 旧工法（併せて沓座修繕）

桁B：支間 6.00m 斜 80 度 しゅん功年 S.57.10

補修歴 H20 以前, 沓座修繕



写真-1 新工法施工後

(2) 測定方法

新工法による補強後の効果を検証するために、ひずみゲージおよび変位計を取付け、補強前後の性状を測定した。ゲージおよび変位計の取付け状況を図-3に示す。

キーワード 槽状桁, 疲労き裂, 支点変位, 局部応力

連絡先 〒700-0024 岡山県岡山市北区駅元町 1-3 TEL 086-223-0180 FAX 086-223-2078

支点変位を計測するために、左右主桁支点部（①，②）に変位計を取付けた。また補剛材下端の下フランジ端接触部（③，④）とウェブ下端部（⑤～⑧）にひずみゲージを貼付けた。施工前の測点③は切欠き部，施工前の測点④はき裂先端部。施工後は測点③，④とも補剛材下端部であるが，桁 A は下フランジ端部，桁 B は下フランジ縁部から 10 mm ウェブ寄りの位置である。

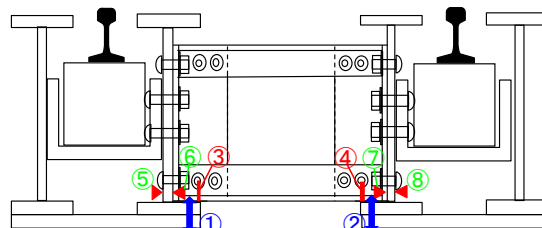


図-3 変位計・ひずみゲージ取付状況

（３）測定結果

測定結果を表-1に示す。支点変位（①，②）について桁Aの施工後を見ると，全体的に支点変位が小さくなっていることがわかる。これは，桁を連結していた支材を一度撤去したことで，主桁と支点部の馴染がよくなったものと考えられる。桁Aの端補剛材下端（③，④）については，施工前に引張応力が発生していたが，施工後圧縮応力に変化していることがわかる。

また，④の圧縮応力（-3.8MPa）と比較し，③では高い圧縮応力（-95.5MPa）となっている。支点変位の①-②の

表-1 支点変位・応力測定結果

測定箇所		種類	支点変位(mm)		局部応力(MPa)		主桁首部応力(MPa)			
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
桁 A	施工前	Max	0.39	0.50	48.1	43.8	3.0	36.5	93.2	5.9
		Min	-1.42	-1.84	-3.3	-3.2	-79.9	-2.6	-4.9	-84.4
		Σ	1.81	2.34	51.4	47.0	82.9	39.1	98.1	90.3
	施工後	Max	0.26	0.40	3.6	6.6	4.9	21.5	45.1	12.7
		Min	-0.43	-0.58	-95.5	-3.8	-47.2	-12.6	-10.6	-65.1
		Σ	0.69	0.98	99.1	10.4	52.1	34.1	55.7	77.8
桁 B	施工前	Max	—	—	66.3	137.2	—	—	—	—
		Min	—	—	-6.8	-22.9	—	—	—	—
		Σ	—	—	73.1	160.1	—	—	—	—
	施工後	Max	0.56	0.71	2.8	2.3	2.4	3.9	2.8	2.8
		Min	-2.02	-1.14	-7.1	-14.0	-7.0	-10.6	-32.4	-34.4
		Σ	2.58	1.85	9.9	16.3	9.4	14.5	35.2	37.2

※1 測定車両は施工前 EF64(速度 76km/h)，施工後 EF210(速度 82km/h)

相対変位を確認すると，②の支点変位の方が大きく，①の桁では端補剛材下端が接触し，②の桁では下端が離れる挙動をするため，③の応力では圧縮応力が④に比べて卓越したと考えられる。

また，桁 B についても，施工前の端補剛材下端溶接部には，桁 A と同様大きな引張応力が発生していたが，施工後は端補剛材下端が主桁下フランジに溶接されていないため，引張応力は卓越しなくなった。

支点部の主桁首部応力（⑤～⑧）をみると，桁 A において，施工前後ともにウェブ表裏で圧縮と引張（面外曲げ）が発生しており，施工前の引張応力の最大値は 93.2MPa となっているが，施工後は若干の応力低減がみられ，引張応力の最大値は 45.1MPa となり，累積疲労は大きく低減されたものと考えられる。

桁Bにおいても，施工後は疲労き裂の発生原因となるような高い引張応力の発生は避けられている。しかし，端補剛材下端（④）よりも支点部の主桁首部応力（⑦⑧）の方が大きくなっていることや，左右主桁の首部応力（⑤⑥と⑦⑧の対比）が均等でないことから，設計で想定した通りに端補剛材下端を密着させることや，沓座補修における支点反力調整が難しいことをあらためて示唆する結果となった。

4. まとめ

槽状桁の端支材切欠部における疲労き裂に対して，現状汎用性のある工法が確立されていないことから，本研究では新しい修繕方法の検討を行った。得られた成果を以下に示す。

- 1) 新工法は，疲労強度の低い部材を撤去することから，疲労強度の向上が可能であり，適切な施工によって今後疲労によるき裂発生の可能性は低いと考えられる。
- 2) 新工法は，斜角桁においても対応可能である。
- 3) 新工法は，下フランジと補剛材下端に大きな圧縮応力が発生する。繰り返し力が作用することで，接触面が損耗する可能性がある。損耗に伴う影響については今後調査する必要がある。

今後は，施工箇所の継続的な効果確認，補修設計手法の確立等を行い，適切な維持管理に努めていきたい。

参考文献

- 1) 徳永直ら：槽状桁端支材のき裂の発生原因と対策，新線路，H22.9
- 2) 細井幹生ら：槽状桁端支材の疲労損傷に対する補修方法の提案と適用（その①），土木学会第 68 回年次学術講演会，IV-461，2013.4.