

I ビーム支点部疲労き裂に対するコンクリート巻立て工法の疲労耐久性の検討

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 小林 裕介
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 福本 守
 鹿島建設(株) 正会員 ○平 陽兵 正会員 玉野 慶吾

1. はじめに

支間 10m 以下の短スパン橋梁に利用される I ビーム橋梁は、I 形鋼を主桁に用いた構造形式である (図-1)。I ビームの支点には、ソールプレートとベッドプレートで構成される平面支承が用いられており、この支承直上に疲労き裂が発生する事例が多く見られる。疲労き裂の対策として、いくつかの方法が提案されているが^{例えば 1)}、支承部を含めた支点部の I ビームをコンクリートで巻き立てる「コンクリート巻立て工法」を考案した²⁾。この工法では、スタッドを溶植した鋼板を鋼桁腹板の両面にボルト接合した後、橋台と巻立てコンクリートを一体化するための鉛直鉄筋と巻立て部の補強筋を配筋し、橋台上から疲労き裂が覆われるようにコンクリートを巻き立てる。これにより、橋梁の構造を単純支持から門型ラーメン構造とするものである。

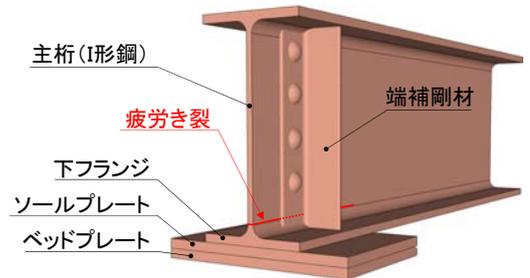


図-1 I ビーム支点部の疲労き裂

ここでは、コンクリート巻立て工法の疲労耐久性を検討するために実施した疲労試験、およびその結果について述べる。

2. 実験概要

対象橋梁は、国鉄標準設計に基づく支間長 6.7m の 2 主桁単純橋であり、試験体は、1 主桁分の片側支点部から約 2m を模擬した実物大である。図-2 にコンクリート巻立て後の試験体形状を示す。鋼桁は、I-600×190×13×25 の JIS 規格品であり、支点直上に端補剛材をボルト接合した。疲労き裂はプラズマ切断で模擬して、下フランジの下縁から 53mm の位置に設けた。き裂の先端には φ10mm のストップホール (以下、SH) を設け、桁端部から SH 中心までの長さはこれまでの事例をもとに 425mm とした。頭付きスタッド (以下、スタッド) は軸径 22mm、長さ 150mm を片側の腹板に 28 本、合計 56 本を配置した。なお、鋼桁の設置に際し、疲労き裂は沓座モルタルの損傷や端補剛材下端の隙が起因となっていると言われていたことから³⁾、図-3 に示すベッドプレート下面の一部にはモルタルを充填せず空隙を設けた。表-1 に使用した材料の強度試験結果を示す。また、鋼桁は SS400 材、鉛直鉄筋は SD345 (D25) を用いた。表-2 に载荷試験における加力パ

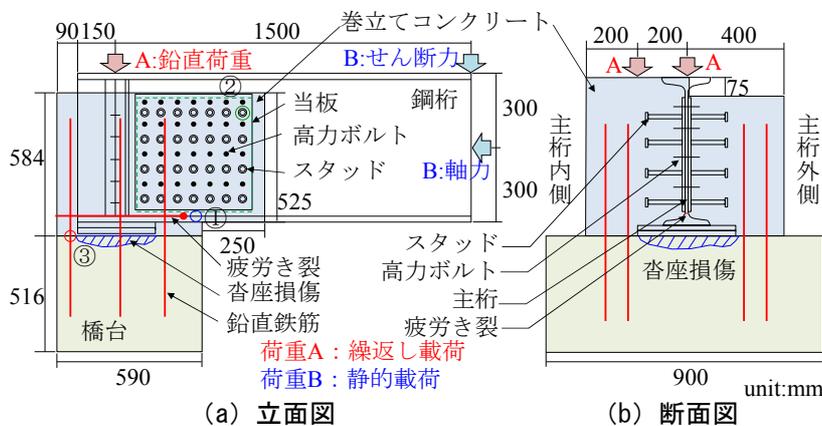


図-2 試験体形状

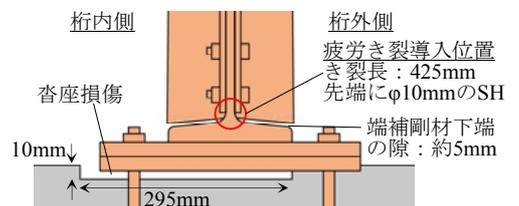


図-3 模擬した損傷の詳細

表-1 材料試験結果 (疲労試験開始時)

項目	圧縮強度(N/mm ²)
橋台コンクリート	26.4
巻立てコンクリート	37.9
沓座モルタル	78.8

キーワード 鋼桁, 疲労き裂, I ビーム, コンクリート巻立て

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株)土木管理本部土木技術部 TEL03-5544-0531

ターンを示す。荷重は、試験体の橋台部の底面を反力床に固定して行った。列車荷重は鋼桁の上フランジに作用するだけでなく、2主桁の間でまくらぎを介して巻立てコンクリートにも作用する。そのため、コンクリートが鋼桁から剥がれるような挙動が懸念された。そこで、疲労試験は図-2および表-2に示す桁端の2か所にそれぞれ200万回の列車相当荷重を繰返し作用させた。静的荷重試験は、図-2に示す位置への加力とし、これを疲労試験の前後に実施した。

3. 実験結果と考察

疲労試験の前の設計荷重相当の静的荷重では、いずれの計測値も弾性範囲内であった。桁端上に140kN(活荷重(EA-17)+衝撃荷重相当)で200万回の繰返し荷重を作用させたときの上端側スタッドの根本に生じたひずみの変化を表-3に、その計測位置を図-4に示す。step2では巻立てコンクリートに下側の力が作用するため、スタッド根本の上側が引張となる曲げが生じた。一方、step3では鋼桁が沈み込む方向の力が作用するため、スタッド根本の下側が引張となる曲げが生じた。ただし、その値は非常に小さく、繰返し荷重による変化はなかった。

本構造形式で、隅角部が閉じる方向の曲げモーメントが作用した場合には、SH前縁の応力、支間中央側スタッド、および橋台背面側の鉛直鉄筋が耐力上の弱点となりうる²⁾(図-2参照)。そこで、この位置における疲労試験前後の発生応力を比較した。結果を図-5に示す。疲労試験前後で同様の応力状態となっており、コンクリート巻立て工法が十分な疲労耐久性を有していることを確認した。さらに、本構造の終局状況を確認するため、隅角部が閉じる方向の曲げモーメントを加力装置の上限まで荷重した。その時のひび割れ発生状況を図-6に示す。巻立てコンクリート部にひび割れは発生したが、鋼桁と巻立てコンクリートがずれる挙動は確認されず、一体性が確保されていることを確認した。

4. まとめ

下フランジ首部に疲労き裂が発生したIビーム橋梁において、コンクリート巻立て工法を適用した構造の桁端上を400万回繰返し荷重した結果、SH前縁および隅角部の弱点となる箇所の発生応力は変化せず、十分な疲労耐久性を有していることを確認した。

参考文献

- 1)池頭, 丹羽, 松本: 鉄道橋Iビーム桁支点首部の疲労き裂対策, 土木学会年次学術講演会, Vol.70, I-532, 2015.9
- 2)青木, 福本, 小林, 松尾: Iビーム橋りょう支点部の疲労き裂対策工法の構造に関する検討, 土木学会年次学術講演会, Vol.69, I-563, 2014.9
- 3)和泉, 栗林: 鉄道鋼橋の支点部における異常検知指標の検討, 土木学会年次学術講演会, Vol.69, VI-465, 2014.9

表-2 加力パターン

step	実施項目	加力点	備考
1	静的荷重	B	せん断力と軸力の組合せ
2	疲労試験	A	主桁ウェブから橋軸直角方向の2主桁内側に200mmの位置に200万回の繰返し荷重
3	疲労試験	A	主桁直上に200万回の繰返し荷重
4	静的荷重	B	せん断力と軸力の組合せ

表-3 荷重回数によるひずみの変化

step	荷重回数	EU ×10 ⁻⁶	EL ×10 ⁻⁶	WU ×10 ⁻⁶	WL ×10 ⁻⁶
2	0回	0	0	3	-6
	200万回	0	0	4	-6
3	0回	-15	6	-22	8
	200万回	-17	6	-22	10

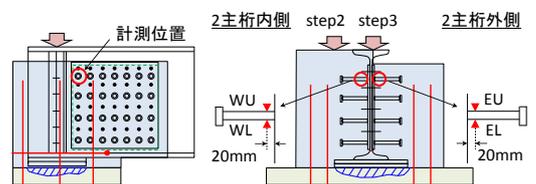


図-4 スタッドひずみ計測位置

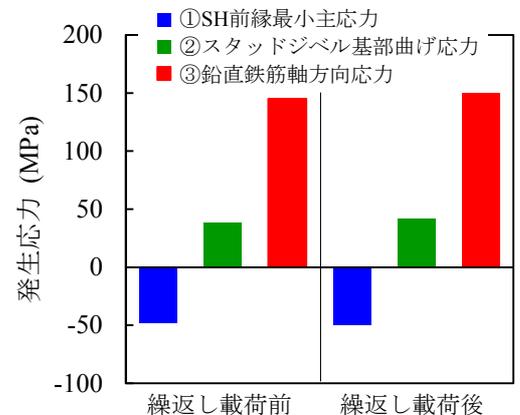


図-5 疲労試験前後の発生応力比較

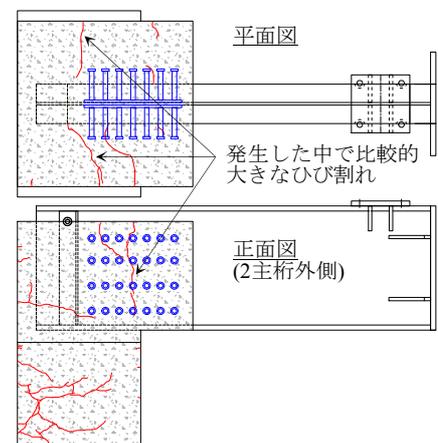


図-6 試験終了時のひび割れ発生状況