

I 梁支点部疲労き裂に対するコンクリート巻立て工法の効果の検証

(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 ○玉野 慶吾 正会員 平 陽兵

1. はじめに

鉄道に用いられる鋼橋の中で主桁に I 形鋼を用いた構造形式(以下, I 梁)のうち, 支間長が数メートルの橋梁支点部において疲労き裂がしばしば発生している(図-1). 主な発生原因は, 腐食による端補剛材下端の隙間や沓座モルタルの損傷(以下, 両方を合わせて支点部損傷)により, 列車通過時に片側の下フランジが落ち込み, それにより発生する主桁の面外変形であることが分かっている. 沓座補修を伴う対策工事では, 桁をこう上する必要がある. 夜間間合いの短い線区や橋上にロングレールが敷設されている場合は, 施工が困難となる場合がある. そこで, 個別に沓座等の補修を必要としない I 梁支点部疲労き裂の対策として「コンクリート巻立て工法」を考案した¹⁾. 本稿では, 実物大で模擬した I 梁試験体に対し, 工法の適用前後において静的載荷試験を行い, 対策工法の効果を検証した.

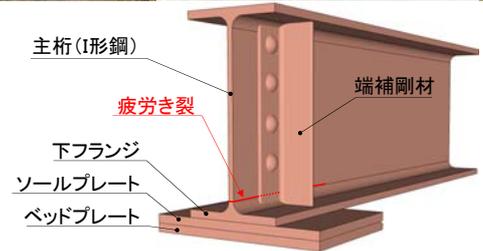


図-1 I 梁支点部の疲労き裂

2. コンクリート巻立て工法

コンクリート巻立て工法の概要および基本的な構造を図-2, 3に示す. この工法は, 鋼桁をコンクリートで巻き立てて, 橋台と一体化させる構造である. これにより, 列車荷重は鋼桁からコンクリートを介して広い面積で橋台に伝達されることから, 下フランジの落ち込みやき裂の開口変位を抑制することができる. 一方で, 鋼桁の構造形式が単純支持桁から門型のラーメン構造になるため, 列車荷重および温度変化の影響により隅角部に断面力が生じる. そこで, 鋼桁と巻立てコンクリートの一体性を確保するために, 頭付きスタッドを溶接した当板を鋼桁にボルト接合で取り付けている. さらに, 巻立てコンクリートと橋台の打継面は, 橋台に鉛直鉄筋を設置する. なお, 巻立てコンクリートの主桁外側上端は, フックボルトの取り外し等を阻害しないように上フランジに対して段差を設けている.

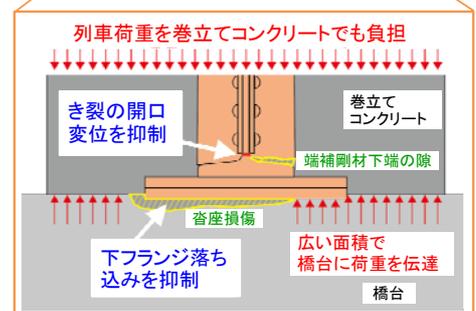
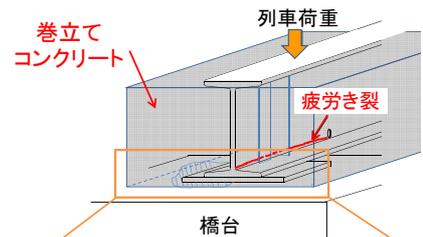


図-2 コンクリート巻立て工法の概要

3. 実験概要

実物大の 2 主桁 I 梁橋梁を対象に, 載荷試験を実施した. 試験体概要を図-4 に, 検討ケースを表-1 に示す. 試験体は, 支間長 4,150mm の単純支持桁であり, 軌道部材(まくらぎ, 50kgN レール)が I 梁橋梁の変形挙動や応力性状に寄与することが想定されたため同部材を含めて模擬した.

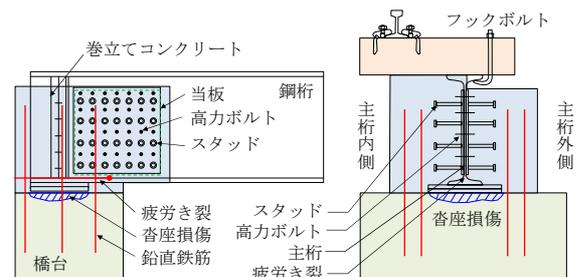


図-3 巻立て構造の概要

キーワード 鋼桁, 疲労き裂, I 梁, コンクリート巻立て

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所土木構造グループ TEL042-485-1111

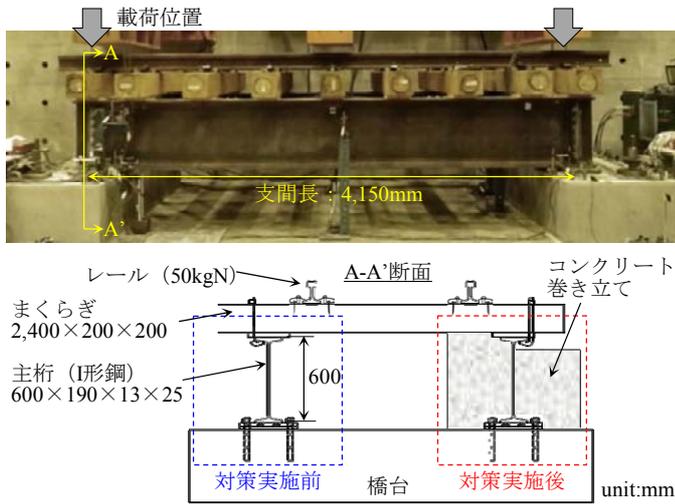


図-4 試験体概要

表-1 検討ケース

支点近傍の状態	支点部損傷		疲労き裂	対策
	沓座損傷	端補剛材の隙		
① 健全	—	—	—	—
② 支点部損傷	あり	あり	—	—
③ 疲労き裂発生後	あり	あり	あり	—
④ 対策後	あり	あり	あり	実施

試験は、支点部損傷の有無、および疲労き裂の有無をパラメータとした。模擬した支点部損傷の概要を図-5に示す。疲労き裂は下フランジ首首を400mm程度切断することで模擬し、その先端にφ10mmのストップホール（以下、SH）を設けた。支点近傍の状態が及ぼす影響を検証した後、コンクリートを巻き立てて再び載荷した。載荷は、EA-17荷重を想定し、桁端に170kNを載荷した。計測は支点部近傍の状態により点数が異なるが、変位約40点、ひずみ約50点とした。

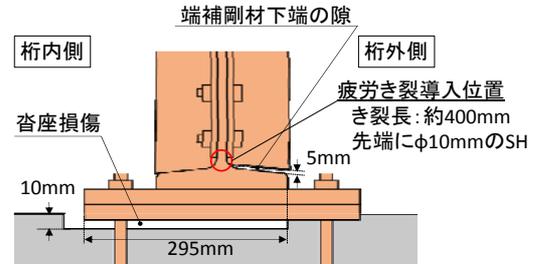


図-5 模擬した支点部損傷の概要

4. 実験結果と考察

支点部損傷に加え疲労き裂の発生した状態(③)において桁端上を70kNで載荷したときの桁内外のSH前縁応力および下フランジ鉛直変位を図-6に示す。これより、片側の下フランジが落ち込むことで、桁内側では引張応力、桁外側では圧縮応力となる高い面外曲げが生じていることが分かる。

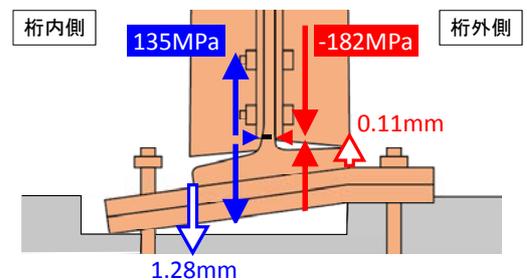


図-6 SH前縁応力および下フランジ鉛直変位

桁端上を載荷したときの各状態における主桁外側腹板の最小主応力を図-7に示す。疲労き裂を有する③、④はSH前縁部、①は発生応力の大きかった端補剛材付近の計測値を示している。工法適用前は70kNの載荷で-182.0N/mm²であったが、適用後の発生応力は-1.6N/mm²まで低下した。また、適用後において170kNまで載荷しても発生応力は-4.0N/mm²であり、健全時の発生応力よりも低い値となることが確認できた。以上より、コンクリート巻き立て工法は、高い応力低減効果を有していることを確認した。

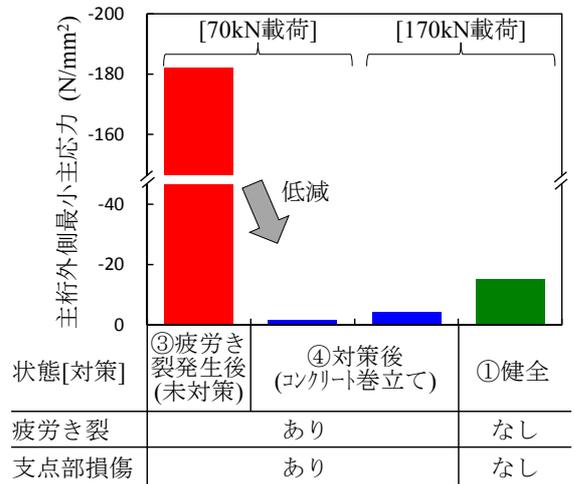


図-7 主桁外側最小主応力

5. まとめ

Iビーム橋梁に発生した疲労き裂の対策として「コンクリート巻き立て工法」を適用した実物大試験体により、静的載荷試験を実施した。その結果、疲労き裂先端におけるSH前縁の発生応力は健全時よりも低い値まで低減することが可能であり、本工法が疲労き裂の対策工法として有効であることを確認した。

参考文献

1) 小林裕介, 福本守, 山下健二: 既設鋼 I ビーム支点部疲労き裂の原因究明とコンクリート巻き立て工法, 鉄道総研報告, Vol.29, No.10, 2015.10