

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

東日本旅客鉄道(株) (元 (公財)鉄道総合技術研究所) 正会員 ○青木 千里
(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 福本 守 正会員 小林 裕介
パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 松尾 仁

1. はじめに

鋼鉄道橋で用いられているI型鋼を主桁とするIビーム橋りょうでは、支点上の主桁首部において疲労き裂が数多く報告されている(図1)．主な原因は腐食による端補剛材下端の隙間や沓座の損傷による主桁首部の面外変形(図2)である．疲労き裂の対策として、当板の施工が困難であることや支点部が腐食していることも多いことから、現状では桁自体を架け替えることが多いが、状況によっては多大な労力やコストがかかる場合も多い．そこで本研究では、疲労き裂対策として桁端部をコンクリートで巻き立てる工法(以下、本工法)により支点部を補強することを考案し、構造としての成立の可否について検討した．



図1 Iビーム橋りょう 疲労き裂の例

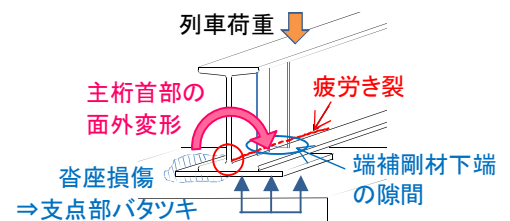


図2 疲労き裂発生原因 概念図

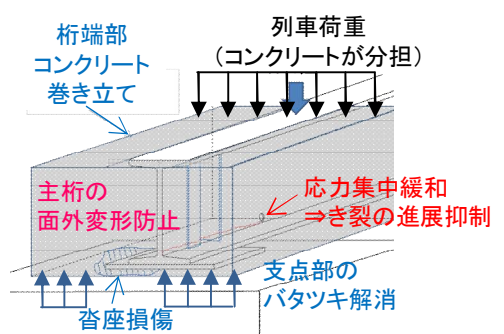


図3 補強工法 概要図

2. 本工法の概要

図3に本工法の概要を示す．本工法の利点として、①主桁首部の面外変形の拘束および荷重分担によるき裂先端の応力集中緩和、②沓座損傷の補修が不要、③支点部の腐食進行の抑制、が挙げられる．

一方、当該構造では、橋台との打ち継ぎ面が鋼桁の変位により損傷する可能性が考えられるため、鋼桁と橋台をアンカーにより一体化することとした．このため、隅角部(桁端部の鋼桁および橋台の一体化部分)に作用する断面力が大きくなることが想定される．そこで、試設計による検討を実施した．

3. 試設計の実施

3. 1 概要

図4に構造概要を、表1に検討ケース一覧を示す．試設計は、支間と橋台高さをパラメータとして4ケース実施した．本構造は、隅角部に作用する断面力を、孔あき鋼板ジベルによって鋼桁からコンクリートへ伝達し、鉛直アンカーによって橋台へ伝達することを想定している．試設計は、隅角部を剛域とし、全体のフレーム解析により隅角部に作用する断面力を算出し、隅角部の各断面において照査することによって行った．検討は常

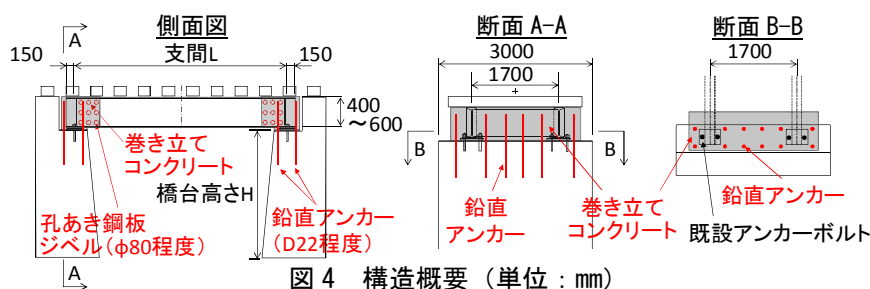


図4 構造概要(単位: mm)

表1 検討ケース

検討ケース	支間L	橋台高さH	L/H	備考
①	1.9m	2.5m	0.76	支間小
②	4.15m	2.5m	1.66	支間中
③	4.15m	7.5m	0.55	橋台高
④	6.0m	2.5m	2.4	支間大

キーワード: Iビーム橋りょう, 鋼桁, 橋台, 一体化, 隅角部

連絡先: 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 TEL042-573-7280

時と地震時について行い、荷重は、常時は死荷重、列車荷重 (EA-17)、衝撃荷重、温度変化の影響 ($\pm 40^{\circ}\text{C}$) を、地震時は L2 地震動を考慮し、死荷重、列車荷重 (EA-17)、地震時慣性力を作用させた。

3. 2 断面力の算定

隅角部に作用する最大断面力を図 5 に示す。いずれの検討ケースにおいても、隅角部には負の曲げモーメントと圧縮軸力が作用することがわかった (図 6)。

図 5 を見ると、支間が大きくなるほど常時における曲げモーメントおよび軸力は大きくなり、それは温度降下時よりも温度上昇時の方が大きいことがわかる。また、検討ケース②、④においては、曲げモーメントは常時の温度上昇時が卓越し、軸力は地震時が卓越するが、検討ケース①、③においては、曲げモーメントおよび軸力ともに地震時の断面力が卓越することがわかった。これは、表 1 に示すように、検討ケース①および③は支間に対して橋台が高いために地震時の作用断面力が大きくなるためと考えられ、特に L/H の小さい検討ケース③はその傾向が顕著に表れていると考えられる。

3. 3 隅角部の検討

隅角部の照査は、前項で算出した断面力に対して、図 6 に示す断面で行った。照査断面 A では、曲げモーメントおよび軸力による水平作用力とせん断力、およびそれらの合成応力に対して孔あき鋼板ジベルのずれ止めの照査を行った。照査断面 B では、桁座面を RC 断面と仮定し、コンクリートで圧縮に、鉛直アンカーで引張に抵抗するとして、曲げおよびせん断の照査を行った。

表 2 に、照査結果の例として、検討ケース②の常時の温度上昇時および地震時について各照査断面で最も厳しくなった照査値と照査項目を示す。いずれの照査断面においても常時の温度上昇時が決定ケースとなっていることがわかる。これは、検討ケース④についても同様の傾向であり、支間に対して橋台が低い構造の場合、常時の温度上昇時の断面力によって構造が決定するといえる。一方、検討ケース①、③は、照査断面 A については地震時が、照査断面 B については常時の温度上昇時が決定ケースとなった。照査断面 B については、地震時のせん断で照査値 1.0 を上回る結果となったが、既設の支承部のアンカーボルトを考慮することでせん断に対する照査を満足している。支間に対して橋台が高い構造の場合は、前項で述べた通り地震時の作用断面力が卓越するため、このような結果になったと考えられる。

図 7 に隅角部の例として検討ケース②の構造を示す。支間や橋台高さによる作用断面力の大きさにより孔あき鋼板ジベルや鉛直アンカーの数に違いはあるが、いずれの検討ケースにおいても配置が困難になるほどの構造とはならず、本工法が構造として成立することが確認できた。

4. まとめ

I ビーム橋りょう支点部の補強工法として桁端部をコンクリートで巻き立てた時に隅角部に作用する断面力に対し、試設計による検討を行った。今回の検討範囲においては本構造が成立することが確認でき、支間に対して橋台が高い構造の場合は地震時の断面力が決定ケースとなり、検討ケース②、④のように支間に対し橋台が低い構造の場合は常時の温度上昇時の断面力が決定ケースとなることがわかった。今後は、本工法における疲労き裂先端の応力集中緩和効果や隅角部の耐久性の確認等を行い、実用化に向けた検討を進めていく。

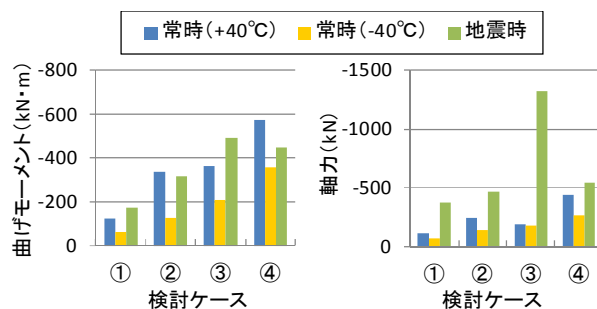


図 5 隅角部に作用する最大断面力
(左：曲げモーメント 右：軸力)

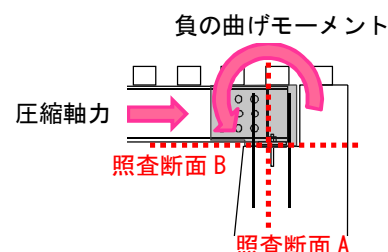


図 6 作用断面力イメージ

表 2 照査結果の例
(検討ケース②)

照査断面	常時 (+40°C)	地震時
A	0.99 【水平】	0.80 【水平】
B	0.99 【曲げ】	0.66 【せん断】

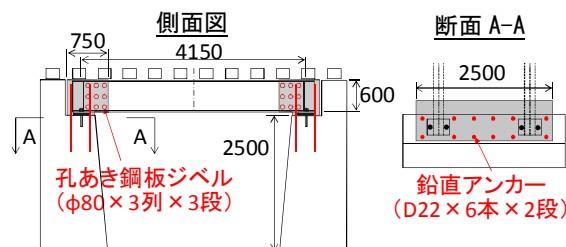


図 7 検討ケース②の隅角部詳細