

各種ずれ止めを用いた合成 2 主桁橋の床版と鋼桁接合部に関する実験研究

川崎重工業 正会員 大垣賀津雄 済藤英明 吉川倫弘
 日本道路公団 安川義行 稲葉尚文

1. はじめに

近年、合理化橋梁として建設が進められている PC 床版 2 主桁橋のように、床版支間が従来形式より広がる場合や張出しが大きい場合には、橋軸直角方向の曲げ引抜き力が作用することが懸念される。したがって、橋軸方向せん断力のみならず、この曲げ引抜き力に対しても効率的なずれ止め配置方法を検討する必要があると考えられる。このような状況を踏まえ、国内外で幅広く一般的に使用されている頭付きスタッドを対象に、その配置をパラメータとした実物大の部分模型供試体を製作し、床版支間中央側載荷による曲げ引抜きに着目した静的載荷実験を実施し、接合部の力学的挙動を明らかにするとともにスタッドの軸方向引抜き力を算出できるような簡易解析モデルの構築を行ってきた¹⁾。一方、頭付きスタッド以外のずれ止めの研究がわが国においても関係各所で進められており、その一つとして孔あき鋼板ジベルが挙げられる²⁾。またヨーロッパにおいては、アングル形あるいはアングル形+輪形筋を用いたずれ止めの使用が見られる。本研究は、これら頭付きスタッド以外のずれ止めに対して床版支間中央側載荷と張出し側載荷による両方向への曲げ引抜きに着目した静的載荷実験を実施し、変形性能や床版と鋼桁界面の剥離性状から、頭付きスタッドを用いた供試体との性能比較を行うものである。

2. 実験概要

実験供試体は、活荷重の床版支間側載荷を想定した内曲げ供試体と、活荷重および壁高欄などによる張出し側載荷を想定した外曲げ供試体の 2 タイプとし、それぞれ、ずれ止めの形状を変化させた 5 種類、合計 10 体を製作した。図 - 1 に示すように、内曲げ供試体鋼桁部では載荷点側に垂直補剛材を取付け、外曲げ供試体は腹板を挟んで載荷点とは逆側に垂直補剛材を取付けている。また、ずれ止め形状は図 - 2 に示すとおり、孔あき鋼板ジベルとアングル形ジベルとし、比較のため頭付きスタッド供試体も製作した。孔あき鋼板ジベル供試体は、板厚 16mm 孔径 60mm の孔あき鋼板ジベルを 1 枚配置した PB-1 と 2 枚配置した PB-2 であり、両供試体とも孔に鉄筋を貫通させた。一方、アングル形ジベル供試体は、高さ、幅とも 150mm のアングルを千鳥に配置した CB-1 と、同形状のアングルに輪形筋を取付けた CB-2 とした。CB-1 については、アングルに鉄筋を貫通させている。頭付きスタッド供試体については、径 22mm、高さ 200mm を橋軸直角方向 3 本、橋軸方向間隔 300mm に配置した。また実験で安全側の評価を得るために、フランジ表面に MS スーパーフィルムを敷いて、床版と鋼桁の界面の付着をなくすことにより、スタッドのみで合成される構造とした。載荷方法は、図 - 1 に示したとおり、コンクリート打設後供試体を反転させ、供試体鋼桁部に同図に示すような載荷治具を取付け、その治具を介して腹板から 2.2m の位置に鉛直荷重を載荷することにより、接合部に曲げ引抜きを発生させるような方法とした。

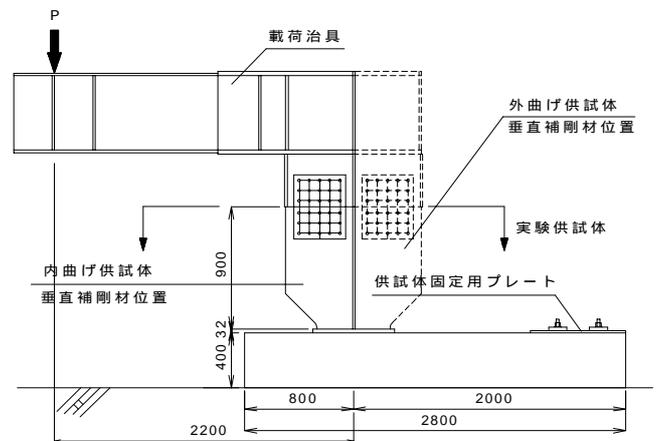


図 - 1 実験供試体

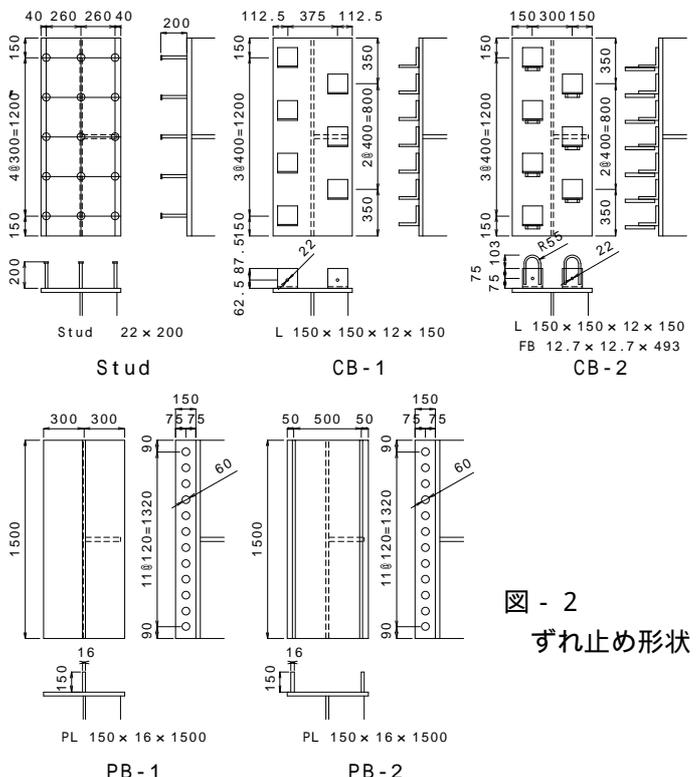


図 - 2 ずれ止め形状

キーワード：曲げ引抜き、孔あき鋼板ジベル、アングル形ジベル
 連絡先：〒278-8585 千葉県野田市二つ塚 118 Tel.0471-24-5482 Fax.0471-24-5762

3. 鉛直変位

(1)内曲げ載荷 内曲げ載荷における載荷荷重と供試体鉛直変位の関係と比較したものを図 - 3 に示す. 鉛直変位は載荷治具直下の鉛直変位計測値である. また同図中, 設計荷重は別途実施した実橋モデルのFEM解析より求めた値である. 同図より, いずれの供試体も耐荷性能および変形性能が Stud に比べて劣っていることがわかるが, 最大荷重が 50~160kN で設計荷重に対して約 4~13 の安全率を有することがわかる. また PB-2I については, 破壊形態は脆性的なものであった.

(2)外曲げ載荷 外曲げ載荷における載荷荷重と供試体鉛直変位の関係と比較したものを図 - 4 に示す. 同図より, CB-2O が Stud とほぼ同じ挙動を示し, 最大荷重が約 100kN となっている. また輪形筋を取り付けていないアングル型ジベルの CB-1O は, その約 80%の最大荷重となっていることがわかる. また PB-2O は, CB-1O とほぼ同じ挙動を示していた. 腹板直上のみ孔あき鋼板ジベルを配置した PB-1O は最大荷重が 60kN で他の供試体に比べ小さいものであり, また低い荷重段階から変位が大きくなっていることがわかる.

4. 床版と鋼桁界面の剥離量

(1)内曲げ載荷 供試体上面のフランジ端部における, 床版と鋼桁間の界面剥離量を図 - 5 に示す. 同図より, Stud 供試体はほぼ設計荷重レベルで剥離が発生しているが, CB-II, 2I は, 設計荷重の約 3 倍の 40kN あたりから剥離し始めていた. また PB-2I については, 載荷初期段階より界面が閉じるような挙動を示し, PB-1I については, フランジ端部にずれ止めが配置されていないため荷重の増加とともに開く挙動を示していることがわかる.

(2)外曲げ載荷 内曲げ載荷と同様, 床版と鋼桁間の界面剥離量を図 - 6 に示す. 実験終了後の供試体状況より, 外曲げ載荷においては垂直補剛材取付け位置付近のフランジが, 床版より引き剥がされるような挙動を示していた. したがって, 外曲げ載荷に対しては垂直補剛材直上付近のずれ止めが効くと考えられる. 各供試体とも, 載荷初期段階より剥離するような挙動を示しているが, フランジ端部付近に連続的にずれ止めが配置されている PB-2O の剥離量が設計荷重において 0.2mm 程度となり, 他の供試体より小さいことがわかる. 一方, 垂直補剛材直上にずれ止めの無い PB-1O は, 設計荷重において 2.5mm と剥離量が大きくなっていた. また, アングルを使用した CB シリーズは, 頭付きスタッドより伸び剛性が大きいため, Stud よりも小さい剥離量となっているが設計荷重において 0.6mm~0.7mm となっている.

5. まとめ

曲げ引抜き力に対する孔あき鋼板ジベルおよびアングル形ジベルの基本特性について述べた.

[参考文献] 1) 済藤, 八部他: 合成 2 主桁橋のずれ止め引抜き実験と設計法に関する一考察, 第 4 回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, 1999.11 2) Leonhardt: Neues, vorteilhaftes Verbundmittel für Stahlverbund-Tragwerke mit hoher Dauerfestigkeit, Beton- und Stahlbetonbau, Heft 12/1987

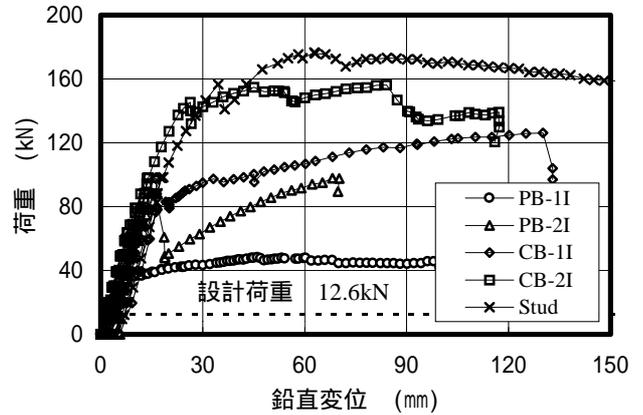


図 - 3 荷重 - 鉛直変位(内曲げ)

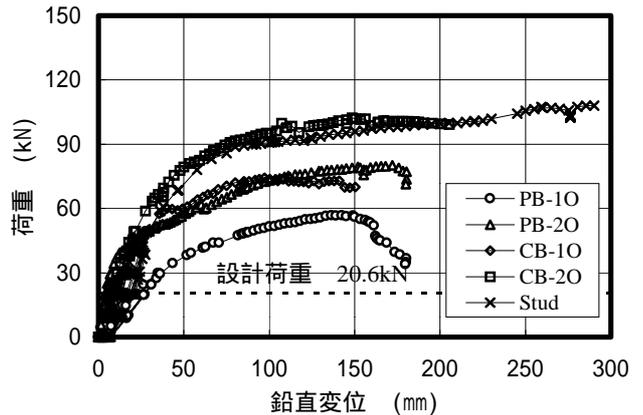


図 - 4 荷重 - 鉛直変位(外曲げ)

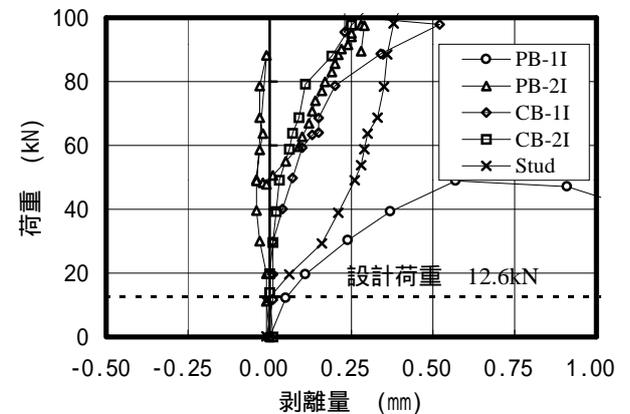


図 - 5 床版と鋼桁界面の剥離(内曲げ)

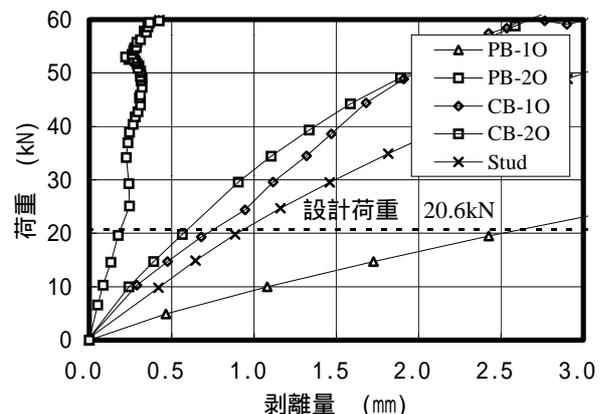


図 - 6 床版と鋼桁界面の剥離(外曲げ)