

合成 2 主桁橋の中間横桁部における頭付きスタッド配置に関する実験研究

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

1. はじめに

従来、合成桁橋のずれ止め設計においては、現行の道路橋示方書¹⁾に規定されているように橋軸方向せん断力のみを考慮していた。しかしながら、近年、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くなる場合や張出しが大きい場合には、橋軸直角方向の曲げモーメントの影響が無視できなくなる。この力は、横桁位置の主桁上フランジが垂直補剛材により局所的に拘束されることによって生じ、ずれ止めには引抜き力が作用することが考えられる²⁾。今後、この種の橋梁の建設が増加することを考慮すると、橋軸方向せん断力のみならず、この引抜き力に対して効率的なずれ止め配置方法を検討する必要がある。このような状況を踏まえ、施工性の良さや水平せん断力の方向性に依存しないことから、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、広幅員 2 主桁橋のずれ止め設計法に資するために、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た。

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、それぞれにつき頭付きスタッドの橋軸方向間隔および配置、橋軸直角方向の本数をパラメータとした 4 種類、合計 8 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。また頭付きスタッドの配置は図 - 2 に示すとおりであり、垂直補剛材直上にスタッドを配置した場合、垂直補剛材がフランジの首振り変形を拘束し、スタッド応力が大きくなることが懸念されることから基本的には垂直補剛材直上を避けた配置としている (SD シリーズ)。また比較のため、垂直補剛材直上にスタッドを配置した SC-2 供試体も製作した。さらに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切る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。

3. 実験結果 (スタッド発生ひずみ)

(1)内曲げ載荷 内曲げ載荷において、設計荷重相当の 12.6kN 載荷時の頭付きスタッド発生ひずみを図 - 3 に示す。ここで、設計荷重は別途実施した床版支間 6m の 2 主桁橋実橋モデルによる FEM 解析から求めた値である。同図 a) は軸方向ひずみを、同図 b) は曲げひずみを示している。また、In は載荷側を示している。同図 a) より、SD-2I と SC-2I において、垂直補剛材直上またはその近傍のスタッドのみが圧縮ひずみを受けており、その他全てのスタッドでは引張ひずみが生じていることがわかる。また各供試体の最大引張ひずみは

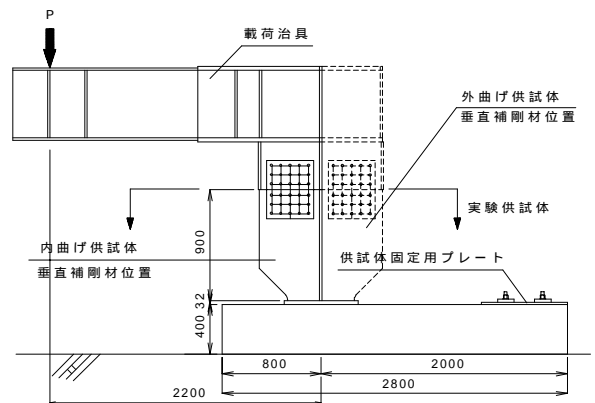


図 - 1 実験供試体

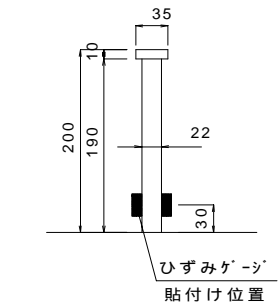
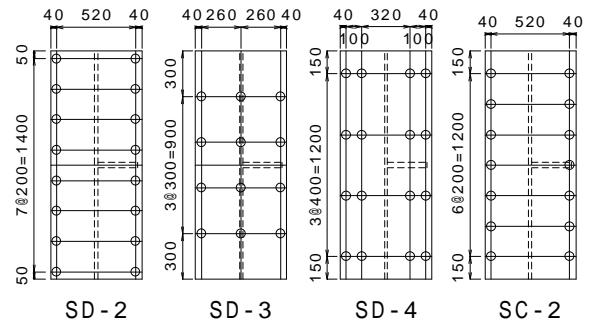


図 - 2 スタッド配置

キーワード：ずれ止め(頭付きスタッド)、曲げ引抜き力、合成桁橋
 連絡先：〒278-8585 千葉県野田市二つ塚 118 Tel.0471-24-5482 Fax.0471-24-5762

スタッド本数の少ないSD-3Iで145 μ となっているが、その他の供試体においても98~122 μ 程度となっており、スタッド配置の差異によってその軸方向発生ひずみには目立った差は見られなかった。一方、同図b)の曲げひずみ分布より、全ての供試体において腹板直上より外の列では外方向(载荷側とは逆方向)へ、腹板直上を含んだ内の列では内方向(载荷点側)への曲げ変形が生じていることが確認できる。また、フランジ端部にスタッドを2本配置したSD-2I, SC-2Iのひずみが、SD-3IやSD-4Iのひずみと比べて全体的に大きくなっていることがわかる。これは、腹板直上にスタッドを配置せず、また腹板から離れた位置に配置するほどフランジの板曲げ変形が大きくなるため、コンクリートで固定された頭付きスタッドの軸部に局所的な曲げひずみが発生するためである。

(2)外曲げ载荷 外曲げ载荷において、設計荷重相当の20.6kN 载荷時の頭付きスタッド発生ひずみを図-4に示す。内曲げ载荷と同様、同図a)は軸方向ひずみを、同図b)は曲げひずみを示している。また、Inは载荷側を示している。同図a)より、垂直補剛材直上にスタッドが配置されたSC-20や垂直補剛材に比較的近い位置にスタッドが配置されたSD-20において、1000 μ を越える大きな軸方向ひずみが発生しているが、垂直補剛材位置から150~200mm離れた位置にスタッドが配置されたSC-30とSC-40においては、SD-20, SC-20の約44~66%に低減されていることがわかる。一方、同図b)の曲げひずみ分布より、垂直補剛材を避けて配置することにより曲げひずみが低減されており、SD-40においては、比較的垂直補剛材近傍のスタッド本数が多くなることから、SC-20の約26%となっていることがわかる。また全ての供試体において腹板直上を含んだ外の列では内方向(载荷点方向)へ、腹板直上より内の列では外方向(载荷点とは逆方向)への曲げ変形が生じており、内曲げ载荷の場合と逆の挙動を示していることがわかる。

4.まとめ

以上より、特に外曲げ载荷において、垂直補剛材近傍のスタッドに大きなひずみが発生することがわかった。本実験結果等から垂直補剛材直上付近のスタッド配置における留意点をまとめると図-5のとおりである。

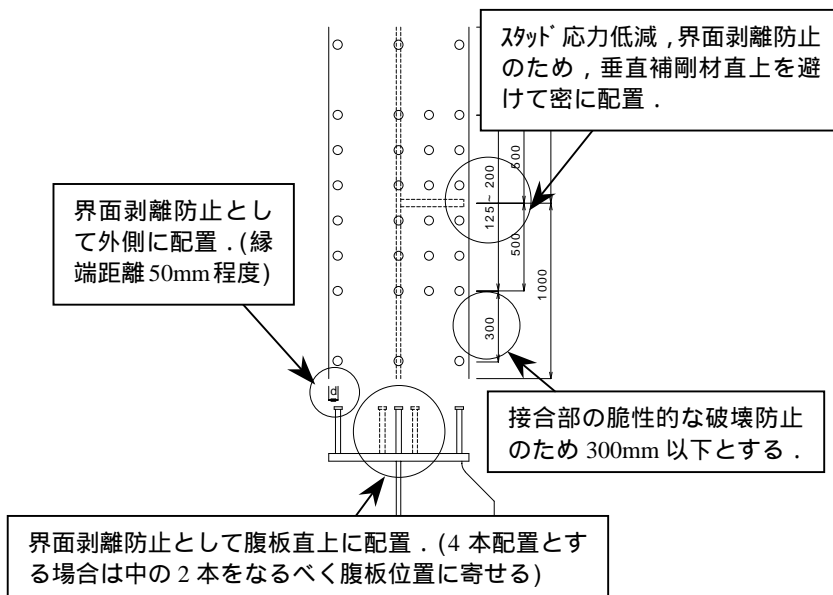
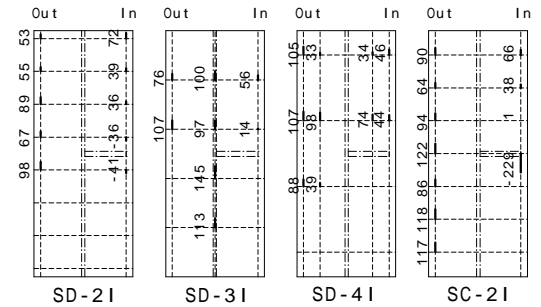
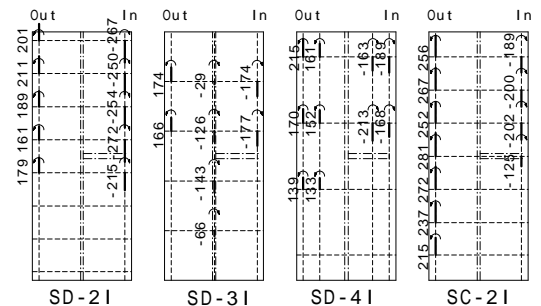


図-5 スタッド配置における留意点

[参考文献]1) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 鋼橋編, 1996.12 2)坂井, 八部他: 合成2主桁橋の立体挙動特性に関する研究, 構造工学論文集 Vol.41A, 1995.3

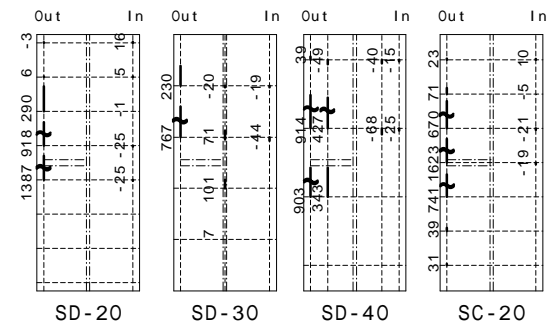


a)軸方向ひずみ

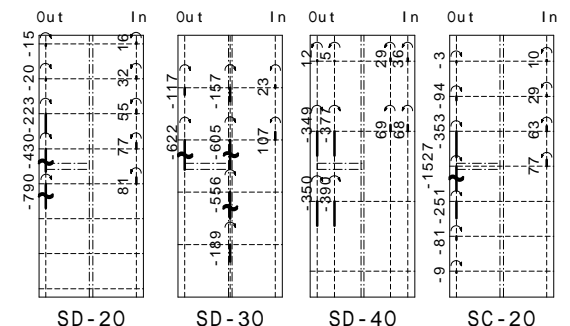


b)曲げひずみ

図-3 内曲げ载荷(12.6kN 载荷時)



a)軸方向ひずみ



b)曲げひずみ

図-4 外曲げ载荷(20.6kN 载荷時)