

## I-A 278

## 第二東名神における少数主桁橋のスタッドと垂直補剛材上端部の応力性状に関する検討

日本道路公団 角 昌隆 日本道路公団 檜作正登  
 川田工業 正員 街道 浩 三菱重工業 正員 熊谷洋司  
 ビー・エス 正員 西垣義彦 東京工業大学 フェロー 三木千壽

**1. まえがき** 第二東名神の高架橋において、設計・製作・架設の合理化、省力化を目指した少数主桁橋の建設が進められている。床版にはその施工性、経済性および耐久性からPCプレキャスト床版が採用されている。これらの橋梁の基本的な設計計算は非合成桁として実施しているが、PCプレキャスト床版の断面欠損を極力抑えるために鋼桁と床版とのずれ止めにはスラブアンカーの代わりにスタッドジベル（以下、スタッド）を1m程度の間隔で配置している。また、鋼桁と床版との間には無収縮モルタルを打設して間詰めを行っている。

一般に、非合成桁の荷重試験を実施すると、その応力性状は合成桁と同様の性状を示す。これは鋼桁と床版とを接合するずれ止めの効果だけではなく、両者の間に働く付着力が寄与しているものと考えられる。非合成桁の設計を進めるに際して、付着力が存在しない場合（設計に忠実な挙動）および付着力が存在する場合（実際の挙動）のスタッドの発生応力をはじめとする橋梁への影響を把握することは重要である。また、横桁近傍に関しては、スタッドの応力性状と横桁を取り付けた垂直補剛材上端の応力性状とが密接に関連しているとの研究<sup>1)</sup>もあることから、疲労損傷事例の報告が多い当該部位の検討にも有効であると考えられる。

そこで、本報告では実橋の1/2スケールの試験体による静的荷重試験を実施し、鋼桁と床版との付着力の有無によるスタッドおよび垂直補剛材上端部の応力性状を調べた結果について述べるものである。

**2. 試験方法** 試験体は、3主桁橋である実橋の1/2スケール模型であり、その一般図および構造諸元を図-1、表-1に示す。床版は実橋と同様にPCプレキャスト床版とし、その版厚は床版の回転角が実橋と対応するように設定した。なお、床版にはハンチを設けず、無収縮モルタル部分を利用して床版の回転中心を調整した。また、スタッドについては実橋の床版の施工上の理由から特殊なねじスタッドを使用するとともに、その応力性状を比較検討するために通常の頭付きスタッドも併せて使用した。

静的荷重試験は、図-2に示す荷重位置に実橋のT荷重<sup>2)</sup>に相当する荷重10tfを荷重した。鋼桁と床版との付着力の縁切りは、図-2に示す主桁G1の上フランジ上面にビニールシートを貼り付けて行った。

**3. 試験結果** 各主桁の横桁直上およびそれに隣接するスタッド（以下、隣接スタッド）の応力測定結果を表-2～3に示す。主桁上に荷重した場合、荷重直下のスタッドは縁切りの有無に関わらず軸応力が卓越するが、発生応力は縁切りを行った主桁G1の方が3倍強の値となる。また、横桁の有無による軸応力の差異は少ないことが分かる。なお、縁切りを行った主桁G1の隣接スタッドでは、軸応力の発生とともに橋軸方向の曲げ応力（以下、橋軸曲げ応力）が発生する。

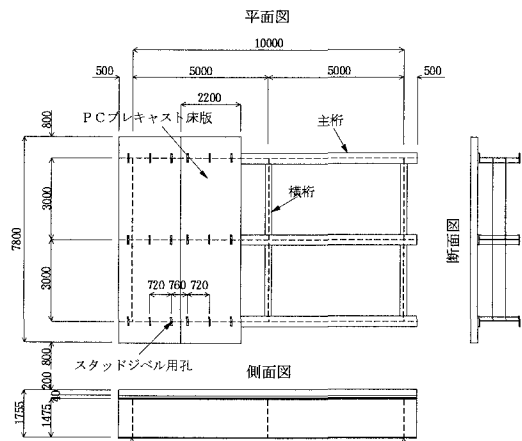


図-1 試験体一般図

表-1 試験体構造諸元

|     | 単位      | 実 橋             | 2分の1模型     |
|-----|---------|-----------------|------------|
| 主 桁 | 主 桁 支 間 | m               | 71.0       |
|     | 上下フランジ  | mm              | 700×49     |
|     | ウエブ     | #               | 2900×16    |
| 桁   | 垂直補剛材   | #               | 320×25     |
|     | 床 版 支 間 | m               | 6.0        |
| 床 版 | 床 版 厚   | cm              | 27.0       |
|     | ハンチ     | #               | 10.0       |
| 横 桁 | サイ ズ    | mm              | 900×300×16 |
|     | 剛 性     | cm <sup>4</sup> | 404000     |
| 桁   | フランジ    | mm              | 200×12     |
|     | ウエブ     | mm              | 426×9      |
| 剛 性 | 剛 性     | cm <sup>4</sup> | 28825      |
|     | 剛 性     | cm <sup>4</sup> | 28825      |

横桁位置の床版支間部に載荷した場合、縁切りを行わない主桁G 2、G 3では横桁直上のスタッドのみに比較的大きな橋軸直角方向の曲げ応力（以下、橋直曲げ応力）が発生するが、縁切りを行った主桁G 1ではこれに加え隣接スタッドに橋軸曲げ応力が発生する。外主桁の比較を行うと、軸応力および橋直曲げ応力ともに縁切りを行わない主桁G 3の応力大きい。また、縁切りを行わなかった主桁のうち、内主桁では載荷点の反対側のスタッドに大きな軸応力および橋直曲げ応力が発生するのに対し、外主桁では逆に載荷点側が同様の応力状態となる。

垂直補剛材上端部の応力測定結果を表-4に示す。垂直補剛材の応力が最大となる横桁位置の床版支間中央に載荷した場合において、縁切りを行った主桁G 1での鉛直方向応力は50 kgf/cm<sup>2</sup>程度であり、縁切りを行わなかった主桁G 2、G 3での発生応力に比較し30%程度の小さい値となる。縁切りを行わなかった主桁の応力度は最大で150 kgf/cm<sup>2</sup>程度であり、内主桁、外主桁ともに載荷点側に発生している。

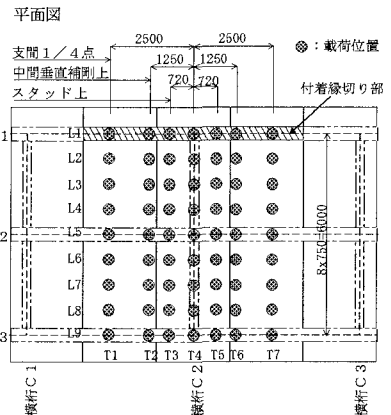


図-2 荷重載荷位置

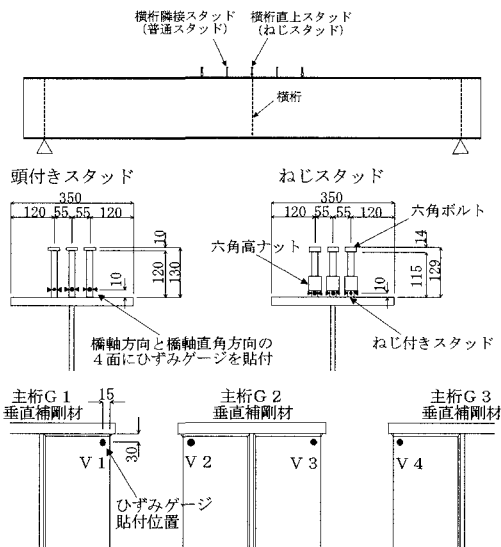


図-3 ひずみゲージ貼付位置

4. まとめ 本実験により、スタッドおよび垂直補剛材上端の応力性状として以下の項目が明らかになった。①主桁上に載荷した場合、横桁の有無による応力の差異は少ない。また、縁切りを行った主桁のスタッドの発生応力は、行わない主桁の3倍程度となる。②床版支間部に載荷した場合、横桁直上のスタッドに応力が集中し、縁切りを行った主桁の方が発生応力は小さい。③垂直補剛材上端部の最大応力は150 kgf/cm<sup>2</sup>程度であり、縁切りにより30%程度に減少する。④以上より、鋼桁と床版との付着力がスタッド、垂直補剛材上端部の応力性状に及ぼす影響は大きい。なお、静的載荷試験に引き続き疲労試験を行ったが、200万回の繰返し載荷に対してスタッドおよび垂直補剛材に損傷は認められなかった。

【参考文献】1) 大倉・塩崎・福本・南荘：垂直補剛材上端の疲労亀裂を低減させるスタッド配置，土木学会論文集，

No. 525/1-33, pp. 97-108, 1995-10. 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅰ共通編，丸善，pp. 10-26, 1994-2.

表-2 スタッドの軸応力（主桁直上載荷）

|            |       | 横桁に隣接   |                     | 横桁の直上   |                     |
|------------|-------|---------|---------------------|---------|---------------------|
|            |       | 普通スタッド  |                     | ねじスタッド  |                     |
|            |       | 荷重ケース   | kgf/cm <sup>2</sup> | 荷重ケース   | kgf/cm <sup>2</sup> |
| 主桁G 1上スタッド | 縁切りあり | L 1-T 3 | -211.1              | L 1-T 4 | -246.2              |
| 主桁G 2上スタッド | 縁切りなし | L 5-T 3 | -70.9               | L 5-T 4 | -67.9               |
| 主桁G 3上スタッド | #     | L 9-T 3 | -70.4               | L 9-T 4 | -88.7               |

表-3 スタッドの橋直曲げ応力（床版支間部載荷）

|            | 横桁に隣接  |                     | 横桁の直上  |                     |       |
|------------|--------|---------------------|--------|---------------------|-------|
|            | 普通スタッド |                     | ねじスタッド |                     |       |
|            | 荷重ケース  | kgf/cm <sup>2</sup> | 荷重ケース  | kgf/cm <sup>2</sup> |       |
| 主桁G 1上スタッド | 縁切りあり  | L 3-T 3             | 12.6   | L 3-T 4             | 203.7 |
| 主桁G 2上スタッド | 縁切りなし  | L 3-T 3             | 10.5   | L 3-T 4             | 120.8 |
| 主桁G 3上スタッド | 〃      | L 7-T 3             | 7.4    | L 7-T 4             | 255.2 |

表-4 垂直補剛材の鉛直方向応力

| 荷重載荷位置  | V 1                 | V 2                 | V 3                 | V 4                 |
|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|         | 縁切りあり               | 縁切りなし               | 縁切りあり               | 縁切りなし               |
|         | kgf/cm <sup>2</sup> | kgf/cm <sup>2</sup> | kgf/cm <sup>2</sup> | kgf/cm <sup>2</sup> |
| L 1-T 4 | 14.7                | 4.2                 | -4.2                | 18.9                |
| L 2-T 4 | -56.7               | -79.8               | 29.4                | 18.9                |
| L 3-T 4 | -54.6               | -132.3              | 37.8                | 2.1                 |
| L 4-T 4 | -44.1               | -136.5              | 33.6                | -2.1                |
| L 5-T 4 | -18.9               | -33.6               | -50.4               | -29.4               |
| L 6-T 4 | 2.1                 | 54.6                | -144.9              | -90.3               |
| L 7-T 4 | 2.1                 | 56.7                | -138.6              | -147.0              |
| L 8-T 4 | 8.4                 | 35.7                | -81.9               | -102.9              |
| L 9-T 4 | 10.5                | -2.1                | 2.1                 | 4.2                 |