

## セメント系接着剤を用いた鋼・コンクリート合成床版のはり要素の曲げ疲労実験

|            |      |         |
|------------|------|---------|
| 山口大学大学院    | 学生会員 | ○浅田 誉志大 |
| 山口大学大学院    | 学生会員 | 藤本 悠二   |
| 宇部興産機械株式会社 | 正会員  | 小川 淳史   |
| 山口大学大学院    | 正会員  | 吉武 勇    |

### 1. はじめに

近年、しばしば橋梁に用いられる鋼・コンクリート合成床版(以下、合成床版と略記)には、コンクリートと鋼板のずれ止めとしてスタッド等の機械式ずれ止めが多く用いられている。しかし、このような合成床版では、工費と重量の増加、施工の煩雑性等をもたらすことが考えられる。さらに、コンクリートの収縮を機械式ずれ止めが拘束することにより、それを起点としてひび割れが生じやすい傾向にある。そこで、本研究では鋼とコンクリート間の機械式ずれ止めの一部をセメント系接着剤(以下、接着剤と略記)で代替した新形式の合成床版を開発している。既往の研究では、1/2 スケールの合成床版による輪荷重走行試験を行い、十分な疲労耐久性を有することを確認したが、疲労破壊が生じなかったため、開発する合成床版の終局的な疲労強度の評価ができなかった。そこで本研究では、この接着剤を用いた合成はり要素の破壊性状と疲労強度の評価を目的として合成はり試験体による曲げ疲労試験を行った。

### 2. 実験条件

#### (1) 材料

日本橋梁建設協会では、初期ひび割れの発生を低減させるために合成床版への膨張コンクリートの使用を推奨している。そのため本研究では、膨張コンクリートを標準使用する合成床版への適用を念頭におき、配合設計を行った。その配合を表-1 に示す。

また、本研究で用いた接着剤は、セメント系粉末と液体を混和させたもので、もともと防錆剤として適用されている。この接着剤は鋼板に塗布し、2 週間程度十分に乾燥させた後、コンクリートを打設することで鋼とコンクリートの接着性の向上を促す機能を有することがわかってきたため、合成床版への応用が進められている。

#### (2) 合成はり試験体

本研究では合成はり試験体を静的曲げ載荷試験用に 2 体、曲げ疲労試験用に 6 体作製した。それらの概略図を図-1 に示す。試験体の寸法は 135 x 625 x 1850mm とし、その底面には横リブを 2 本設置した鋼板(4.5 x 625 x 1850mm : SM400A)を用いた。また横リブには半径 20mm の半円を 250mm 間隔で設けている。この半円は機械式ずれ止めの機能を有し、接着剤との剥離抵抗性の増加を期待して設けられている。D13(SD345)の鉄筋を主鉄筋とし、125mm 間隔で 5 本配筋した。

表-1 膨張コンクリートの配合条件

|                                             |                        |
|---------------------------------------------|------------------------|
| water-cementitious material ratio( $w/cm$ ) | 0.51                   |
| water                                       | 166 kg/m <sup>3</sup>  |
| ordinary portland cement                    | 326 kg/m <sup>3</sup>  |
| expansive additive                          | 20 kg/m <sup>3</sup>   |
| fine aggregate                              | 872 kg/m <sup>3</sup>  |
| coarse aggregate                            | 946 kg/m <sup>3</sup>  |
| water reducing admixture                    | 3.46 kg/m <sup>3</sup> |

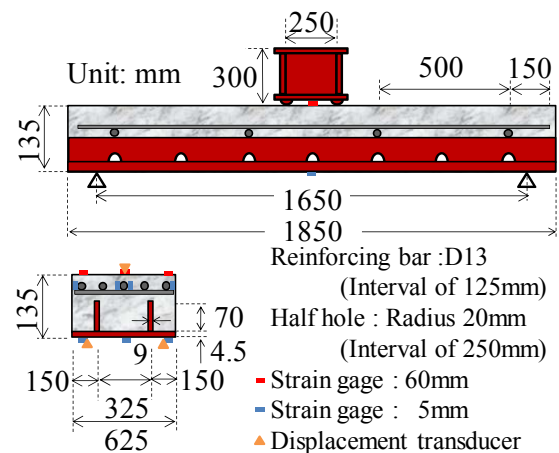


図-1 試験体の模式図

### 3. 実験結果および考察

#### (1) 静的曲げ載荷試験結果

静的耐力  $P_0$  を得るために、打設日の異なる 2 つの Group の各試験体で静的曲げ載荷試験を行った。その結果を表-2 に示す。静的耐力および曲げモーメントはそれぞれ 183.3kN, 123.6kNm と 126.4kN, 88.8kNm となった。また、それぞれ各 Group の破壊および剥離状況は図-2 に示す通りとなった。

#### (2) 曲げ疲労試験結果

疲労強度の評価を目的に曲げ疲労試験を行った。曲げ疲労試験により得られた各 Group につき 3 体の試験結果を表-3 に示す。同表には、上限荷重の設定値と実験値  $P_U$ 、上限荷重  $P_U$ /静的耐力  $P_0$ 、繰り返し回数  $N$  を示した。本研究で用いた合成はりにおいては、上限荷重を 75%および 60%に設定した際に、載荷回数 200 万回を達成した。

図-3 はスパン中央のたわみ変化について示している。上限荷重 80%以上の試験体においては、載荷回数が増加するにつれ徐々に大きくなった。また、破壊に至る前にたわみが大きく増加する特徴がみられた。一方、載荷回数 200 万回に達した上限荷重 75, 60%の試験体は、載荷初期のたわみが小さく、載荷回数が増加しても、たわみの増加はわずかであった。

本研究の曲げ疲労試験によって得られた  $S-N$  曲線を図-4 に示す。同図には比較対象として、松井が RC 床版の輪荷重疲労強度式として提案し、街道が鋼・コンクリート合成床版においても適用可能と判断した式を示している。接着剤を用いた本研究の合成構造は、疲労強度の低下が緩やかであることから、載荷回数が増加しても鋼とコンクリートの付着が切れにくく、疲労耐久性の高さが窺える。さらに、疲労実験の回帰式に基づき、近似直線上で載荷回数 200 万回に達する上限荷重 70%程度の値が本研究の合成はりの 200 万回疲労強度と判断することができる。これは、載荷条件が異なるため単純な比較はできないものの、街道らが用いた提案式(50%程度)より大きい値である。

#### 4. まとめ

- (1) 上限荷重 80%以上の試験体では、破壊前にスパン中央部におけるたわみが大きく増加する特徴がみられた。
- (2) 上限荷重 75%以下の試験体では、載荷回数が 200 万回に達しても破壊には至らなかった。また、スパン中央部におけるたわみ変化においても大きな変化はみられなかった。
- (3) 本曲げ疲労実験結果を基に  $S-N$  関係式を求めた。さらにこの  $S-N$  関係式を用いて 200 万回疲労強度を求める、静的耐力の 70%程度が疲労限界と推定された。

表-2 静的曲げ試験結果

|   | Max. load | Flexural strength | Max. deflection | Residual deflection |
|---|-----------|-------------------|-----------------|---------------------|
| 1 | 183.3 kN  | 123.6 kNm         | 5.9 mm          | 4.7 mm              |
| 2 | 126.4 kN  | 88.8 kNm          | 4.2 mm          | 3.0 mm              |

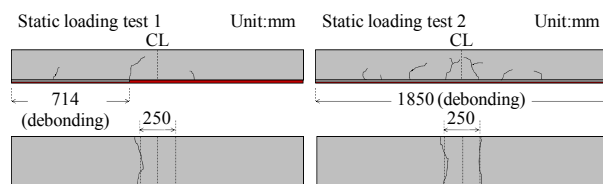


図-2 静的曲げ載荷試験の破壊および剥離状況

表-3 曲げ疲労試験結果

|         | load range (vs $P_0$ ) | $P_U$   | $P_U/P_0$ | $N$     |
|---------|------------------------|---------|-----------|---------|
| Group 1 | 90-10%                 | 166.6kN | 0.90      | 72      |
|         | 85-10%                 | 155.8kN | 0.85      | 17538   |
|         | 80-10%                 | 147.0kN | 0.80      | 1032    |
| Group 2 | 80-10%                 | 100.9kN | 0.80      | 23500   |
|         | 75-10%                 | 93.1kN  | 0.75      | 2000000 |
|         | 60-10%                 | 75.5kN  | 0.60      | 2000000 |

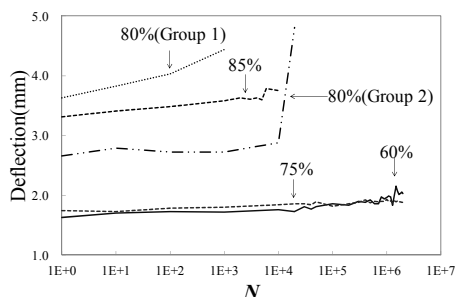


図-3 スパン中央のたわみ変化

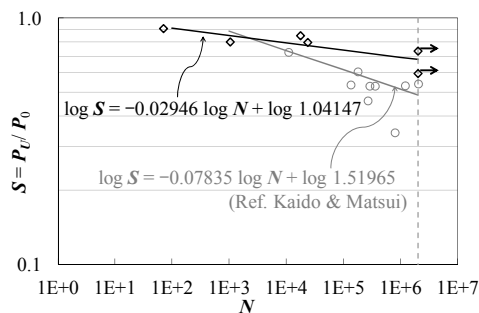


図-4  $S-N$  曲線