

大阪大学工学部 正員 松井繁之 鴻池組輔 正員○佐々木洋  
 大阪大学工学部 正員 福本嘯士 川田工業(株) 正員 渡辺 滉

**1. まえがき** 筆者らはずれ止めにスタッドを利用した鋼板とコンクリートとの合成床版の疲労挙動を調べるため、輪荷重走行試験機による疲労実験を行ってきた<sup>1-2)</sup>。そして、走行荷重を受けるこの種合成床版の疲労破壊特性はスタッドがシャアオフされる疲労現象であることを検証した。そこで、今回の疲労破壊に対して疲労強度あるいは疲労寿命を向上させるために、2、3の改良を計った。それらの改良を加えた供試体の疲労実験を行い実験的に効果を評価するとともに、解析的な評価も行った。

**2. 改良床版の疲労実験** スタッドに作用するせん断力を低減することが改良の方策である。これには、①スタッド間隔を小さくする、②縞鋼板を用いて縞の突起にせん断力を分担させる、③床版厚を大きくして発生せん断力を小さくする、等が考えられ、今回は縞鋼板を用いた供試体2体（2C-1, 2: スタッド間隔20cm）とコンクリート厚を30mm増やして150mmにしたもの（2T）、および、基準のもの（2A-2）の計4体について実験した。試験方法は前報<sup>1)</sup>と同じである。載荷荷重と走行回数を表1にまとめた。

表1 各供試体の荷重と走行回数

| 供試体  | 特 徴                          | 走行回数と荷重                                              |
|------|------------------------------|------------------------------------------------------|
| 2A-2 | 平鋼板、12cm厚<br>スタッド20cm間隔      | 5万回(10t), 15万回(15t)                                  |
| 2C-1 | 縞鋼板、 <u>15cm</u> 間隔          | 50万回(10t), 30万回(15t)                                 |
| 2C-2 | 12cm厚、20cm間隔                 | 18.5万回(18t)                                          |
| 2T   | 平鋼板、 <u>15cm</u> 厚<br>20cm間隔 | 5万回(10t), 5万回(12t), 5万回(15t)<br>25万回(18t), 10万回(21t) |

### 3. 試験結果、解析結果および改良効果の考察

#### 3.1 スタッドの疲労破壊箇所

図1は試験後、コンクリートをはつりスタッドの破断箇所を調べた結果である。黒丸は完全に破断していたスタッド位置で、三角は溶接部に亀裂が発生しており、パイプなどで曲げを加えると簡単に折れた箇所である。各供試体とも横リブ上のスタッドが破断していたのはスタッドの固定度が大きいためである。結果を比較すると、2C-2>2T>2A-2>2C-1の順に本数が多く、載荷荷重の大きさ、載荷回数を勘案すると、2Tおよび2Cは大幅にスタッドの疲労寿命は大きくなったと言え、上記改良の効果は大きいと認められる。

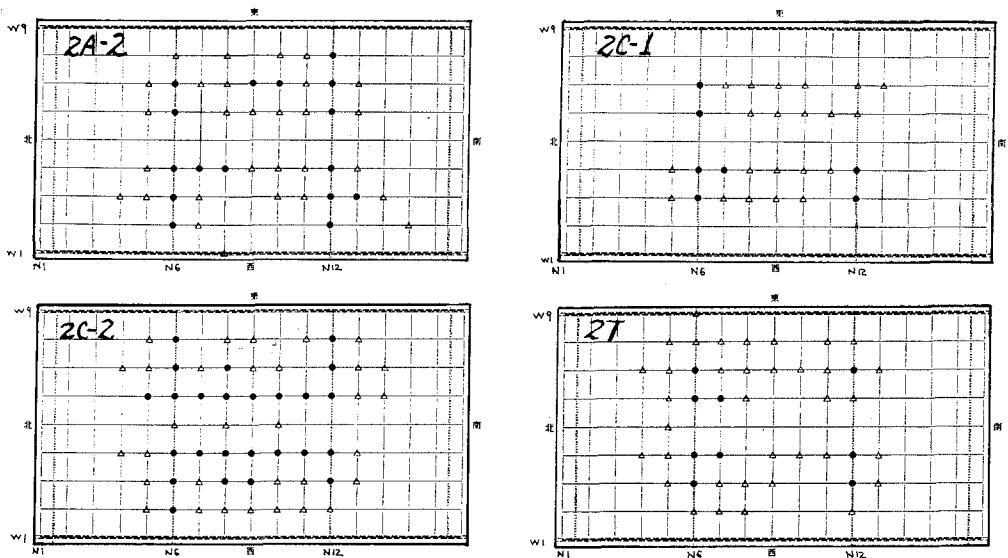


図1 各供試体のスタッドの疲労破壊位置

### 3.2 たわみとずれの結果

図2に床版中央横断面の版端における鋼板とコンクリート間のずれ変化状況を、図3に床版中央点の活荷重たわみの載荷回数の増加に伴う変化状況を示す。2Tおよび2C-1とも荷重15tから変化が現れ、それまではコンクリートが全断面有効で、かつ、完全合成で挙動していた。15t以降の変化量および変化速度は2Aより小さいことが認められる。2C-2の18t時の変化状況と2A-2の15t時の変化状況が類似しており、これから縞鋼板の効果は荷重換算で約3tと考えられる。一方、2Tは両結果から荷重換算で約5t程度の効果があると思われる。しかし、これらから直接効果を評価するのは困難であるので、活荷重たわみについて変化が現れた時点からの変化状況を、荷重および版剛性を2A-2のものに換算して比較することにした。その比較図を図4に示す。これより、荷重15tまでの縞鋼板を用いた場合とコンクリート厚を3cm増加したものは非常に効果があることが認められるであろう。2A-2の最終たわみに達する回数を図から推定すると約4倍の疲労寿命の延びが期待できそうである。ただし、縞鋼板では載荷荷重が大きくなると効果は低減すると考えられる。

### 3.3 解析によるスタッドに作用するせん断力

表2は合成床版を鋼板とコンクリート版とが層状をなし、その間を3自由度のバネで結合するモデルに置き換え、不完全合成板理論を用いたスタッドせん断力の解析結果である。スタッドのバネ定数として実験から評価した $3 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$ を与えた。縞鋼板の縞の影響を $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ の範囲に1つのバネで置き換え、バネ定数を実験的に評価した。すなわち、このバネ定数を種々に変化させ、解析たわみと実測たわみが一致する時のものを模索し、上記のものを得た。各供試体のせん断力を基本の2A-2の結果と比較した比率で表わした。この比率が各改良点に対応するせん断力低減効果である。縞鋼板を用いること、および、コンクリート版の厚さを増加させるとスタッドせん断力は大幅に低下することが理解できる。スタッド間隔を1/2にするとせん断力は1/4ではなく約1/2に低下する。なお、最後の行にはコンクリートのヤング係数が若干大きくなった時の結果も記したが、この結果に見られるように、よいコンクリートを打設するとスタッドの疲労寿命が向上することが理解できよう。

4. まとめ 今回および前報の実験結果をふまえて、走行する輪荷重下における合成床版の疲労強度向上に関して次のようなことが言える。①道路橋床版に本床版を適用する場合、スタッドの設計には疲労設計法を導入すべきである。②平鋼板を用いて設計してスタッドの疲労寿命を延ばす必要がある場合には、鋼板に縞鋼板を用いるか、コンクリート版の厚さを増加させるとよい。③しかし、死荷重を増加させることは合成床版を用いる利点が相殺されるので、注意を要する。

「参考文献」 1)佐々木・福本・松井：走行荷重下における合成床版の疲労特性、第42回年講1-164、昭和62年9月。 2)松井・佐々木・福本・梶川：走行荷重下における鋼板・コンクリート合成床版の疲労特性に関する研究、構造工学論文集 Vol.34A、1988年3月。

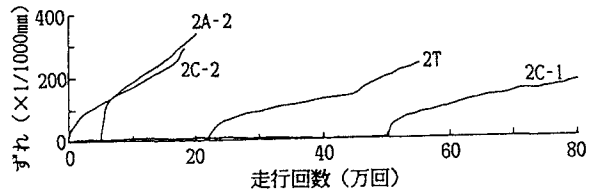


図2 ずれの変化状況

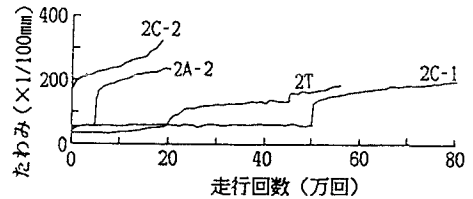


図3 床版中央点の活荷重たわみ変化状況

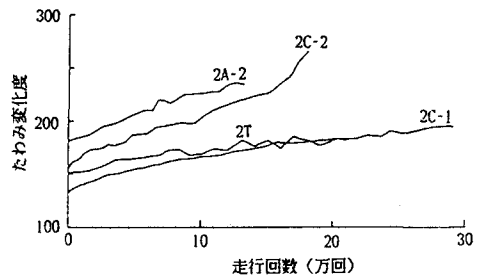


図4 たわみ変化率の比較

表2 解析によるせん断力の低減率

| 比較項目     | 変化内容                  | せん断力低減率   |
|----------|-----------------------|-----------|
| スタッド間隔   | 10cm/20cm             | 0.58~0.41 |
| コンクリート版厚 | 15cm/12cm             | 0.82~0.77 |
| 縞鋼板      | 縞/平                   | 0.65~0.54 |
| コンクリートEc | $2.8/2.6 \times 10^5$ | 0.91~0.85 |