

接着剤を併用した鋼・コンクリート合成床版の疲労特性

山口大学大学院 学生会員 ○藤本 悠二
山口大学大学院 学生会員 尾上 枝里

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
宇部興産機械株式会社 正会員 和多田康男

1. はじめに

鋼・コンクリート合成床版（以下、合成床版と略記）には機械的ずれ止めが多用されている．しかし，このような合成床版では重量の増加，施工の煩雑性等をもたらす．そこで，本研究は機械的ずれ止めの一部代替材として接着機能を有する防錆剤（以下，接着剤と略記）を採用した新形式の合成床版を考案し，結合構造の簡素化を目指している．既往の研究において，接着剤を併用した合成はりの基礎実験から実用可能性がうかがえたが，合成はり試験体に漸増载荷した場合には残留ひずみと強度低下を示す結果となった．このことから接着剤を用いた合成部材は，静的荷重下では十分な耐力を有するものの，繰返し荷重が作用する際の疲労耐久性が懸念される．そこで本研究では，この接着剤を併用した合成床版の疲労耐久性を調べる目的で，合成はり試験体による曲げ疲労試験，1/2 スケールの合成床版による輪荷重走行試験を実施した．

2. 合成はり試験体による曲げ疲労試験

2.1. 実験方法

本研究では基礎実験として，図-1 に示す合成はり試験体を 6 体作製した．底鋼板の幅を 325mm としたが，これは，実床版における横リブの間隔 650mm の 1/2 にあたり，横リブが中央に配置されるように設計したものである．さらに横リブには，125mm 間隔で半径 17.5mm の半円を設けている．この半円は，鋼板の剥離を防止し，既存のパーフォボンド型ずれ止めより施工性に優れ，コンクリート中に浸透した水が抜けやすい等の利点が考えられる．変位計をスパン中央に 1 箇所設置し，ひずみゲージは図-1 のように貼付した．なお，コンクリートの材齢 28 日における強度試験の結果，圧縮強度 34.0MPa，圧縮ヤング係数 34.6GPa であった．

疲労試験に先立ち，同試験体 2 体について静的载荷試験を行い，両者の最大荷重の平均値より静的耐荷力 (S_{max}) を求めた．なお载荷速度は 3.0kN/min で，試験体が破壊に至るまで単調载荷を行った．疲労試験は S_{max} の 93%，85%，75%，60%を上限荷重とし，それぞれ 0，1，10，100，1000，10000 回時，以降 1 万回増加毎に载荷・除荷時のたわみとひずみを計測し，試験体が破壊するまで载荷を行った．この疲労試験における载荷速度は 1Hz（回／秒）とした．

2.2. 結果および考察

静的载荷試験では，鋼板とコンクリートの間でずれが生じ，载荷スパンの外側でひび割れが発生・進展する破壊状況であったが，試験体中央付近にはひび割れが発生しなかった．試験体 2 体の最大荷重の平均値より， S_{max} を 47.0kN と定めた．

疲労試験では，静的载荷試験と同様に両者間のずれによる 1 本の斜めせん断ひび割れが発生したが，60%の試験体のみ複数のひび割れが生じ，载荷スパン内のひび割れによる曲げ破壊となった．それぞれの上限荷重における疲労試験の結果を示したものが表-1 である．また，図-2 は S_U/S_{max}

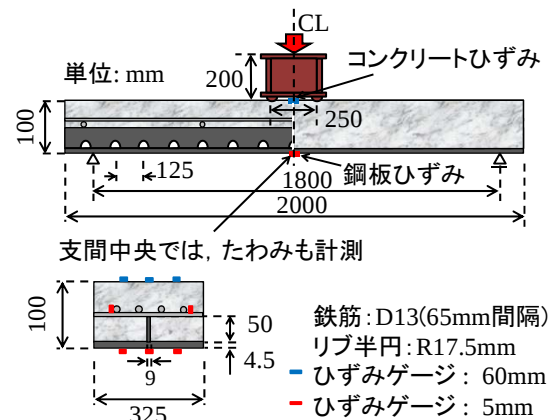


図-1 合成はりの概略図

表-1 上限荷重と繰返し回数

上限荷重		S_U/S_{max}	N
設定値	実験値 S_U		
$0.93 \times S_{max}$	42.4kN	0.90	451
$0.85 \times S_{max}$	39.3kN	0.84	904
$0.75 \times S_{max}$	36.4kN	0.77	2160
$0.60 \times S_{max}$	28.9kN	0.61	20100

と繰返し回数 N の対数の関係を示しており、橋梁床版に適用するため松井により提案された RC 床版の輪荷重疲労強度式と比較している。合成はりの疲労強度は算定値より小さくなった。これは、合成はりにわずかなねじり荷重が加わったことで、鋼板とコンクリートの剥離を誘発し、破壊に至ったためと推察している。

3. 輪荷重走行試験

3.1. 実験方法

実寸大の合成床版の一般的な合成床版は支間 6000mm 程度、床版厚 270mm 程度であるため、それを 1/2 に縮小した 2 辺単純支持の試験体を作製した。この試験の概略図を図-3 に示す。用いた輪荷重走行試験機の走行範囲は試験体中央から $\pm 1800\text{mm}$ 、幅 500mm である。なお、材齢 28 日における強度試験の結果、標準養生したコンクリートの圧縮強度 26.7MPa、圧縮ヤング係数 32.5GPa、試験した床版と同じ養生を施したコンクリートでは圧縮強度 28.6MPa、圧縮ヤング係数 33.5GPa となった。載荷条件は 49.0kN から始め、4 万回毎に 6.6kN ずつ漸増させた。ただし、16 万回から 40 万回までは 75.3kN として、40 万回から 52 万回までは 4 万回毎に 6.6kN ずつ漸増させ、52 万回から 60 万回までは 101.5kN とした。なお、各計測を行うために、0, 1, 10, 100, 1000, 10000 回時、それ以降では走行回数 1 万回増加ごとに輪荷重を静的載荷した。

3.2. 結果および考察

走行回数 60 万回に到達したが、コンクリート表面に顕著なひび割れは確認されていない。合成はり試験体の疲労試験では、せん断ひび割れが生じる前に鋼板とコンクリートの間でずれが生じたが、本合成床版では、底鋼板とコンクリート間で打音検査による浮き・剥離はみられなかった。また、走行回数と計測したたわみの変化を図-4 に示す。載荷荷重と走行回数の増加に応じて、たわみ量も増加しているが、走行回数 60 万回までに破壊に至るような大きな変化はみられていない。道路橋示方書が示す実寸大の合成床版における設計活荷重は 100kN であり、これを本研究で用いた部材の曲げ剛性を勘案して 1/2 スケールに換算すると 29.4kN に相当する。そこで、松井が提案する S-N 関係式とマイナー則を用いて、29.4kN を基本荷重とした換算回数を求めると、載荷回数は約 8268 億回となる。この結果より、本研究で提案する合成床版は十分な疲労耐久性が期待できるものと判断される。

4. おわりに

- (1) 合成はり疲労試験では上限荷重 60% の試験のみスパン中央のひび割れによる曲げ破壊となり、その他はせん断破壊を示した。それらの疲労強度は、輪荷重疲労強度と比べて低いものであった。
- (2) 1/2 スケール合成床版における走行回数 60 万回は、実床版で 100kN に相当する輪荷重（設計活荷重）に換算すると約 8268 億回に相当することから、本研究で提案する合成床版は、十分な疲労耐久性を有することが明らかとなった。

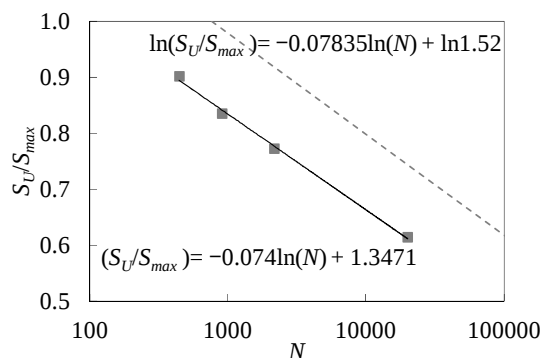


図-2 $S_U/S_{max} - N$ 図

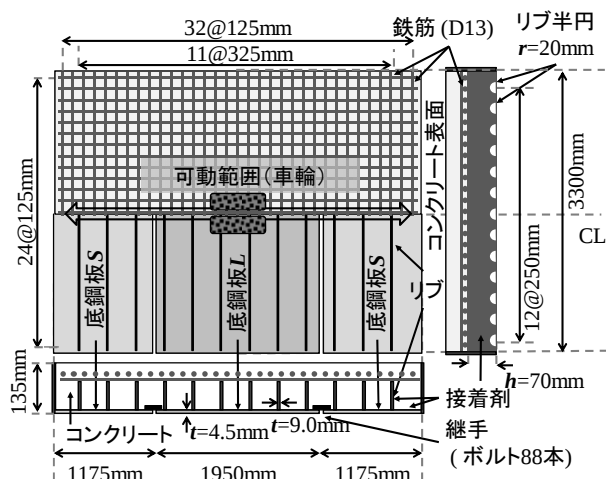


図-3 合成床版の概略図

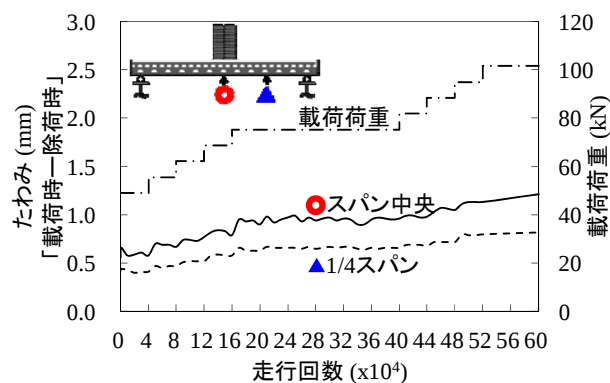


図-4 走行回数とたわみ関係