

高靱性セメント複合材料で上面増厚した鋼床版の輪荷重走行試験

北海道開発土木研究所 正会員 ○三田村 浩 正会員 今野 久志

大阪大学大学院 フェロー 松井 繁之

鹿島建設 フェロー 須田久美子 正会員 福田 一郎

1. はじめに

近年における鋼床版の疲労損傷対策として、FRP製のプレート型ジベル（以下、PLジベル）をずれ止めとして、高靱性セメント複合材料（以下、ECC）を上面増厚してECC合成鋼床版とする工法（以下、本工法）を考案し、その疲労特性について検討した。図-1および図-2にPLジベルの形状・寸法および本工法の概要図を示す。ECCは、鋼材の降伏ひずみの10倍程度の引張ひずみが作用しても引張力を保持できる材料であり、輪荷重により発生する局所的な引張力や、ECC自体の乾燥収縮および鋼床版とECCとの温度差により発生する温度応力に対しても、ひび割れ幅抑制効果と合成鋼床版としての補強効果が期待できるため、鋼床版のひずみ（応力）を低減し、疲労耐久性の向上が期待できる。

ここでは、実物大の試験体を用いた輪荷重走行試験を行い、本工法の合成鋼床版としての一体化性能および疲労特性について検討した。

2. 実験概要

試験体の形状・寸法および载荷概要を図-3に示す。横リブ支間3.1m、橋軸直角方向2.96mの実物大とし、鋼床板厚さ12mm、ECC厚さ40mmとした。防水層の膜厚は2mm、PLジベルと鋼床版は樹脂による接着接合とした。試験体は、鋼床版のブラスト処理、PLジベルの接着、防水層の吹付け、ECCの打設、の順序で製作した。

载荷要領を図-4に示す。走行ラインは局所応力が卓越するUリブ上2ラインとした。通常、活荷重は、後タンデムタイヤ2本を一体として設計されるが、鋼床版は剛性が小さいため、タイヤ2本を個別に作用させるのが妥当であると考え、2タイヤ方式で载荷荷重を設定した。载荷荷重は、法定軸重100kNの半分である50kNに衝撃を考慮して1.4を掛けた70kNを基本とし、基本荷重の1倍、1.2倍および1.4倍でそれぞれ20万回ずつ繰り返し载荷を行った。

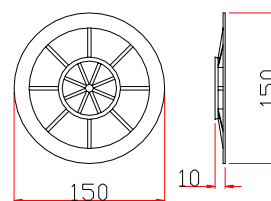


図-1 PL ジベルの形状・寸法

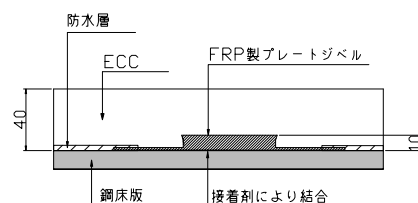


図-2 補強工法の概要図

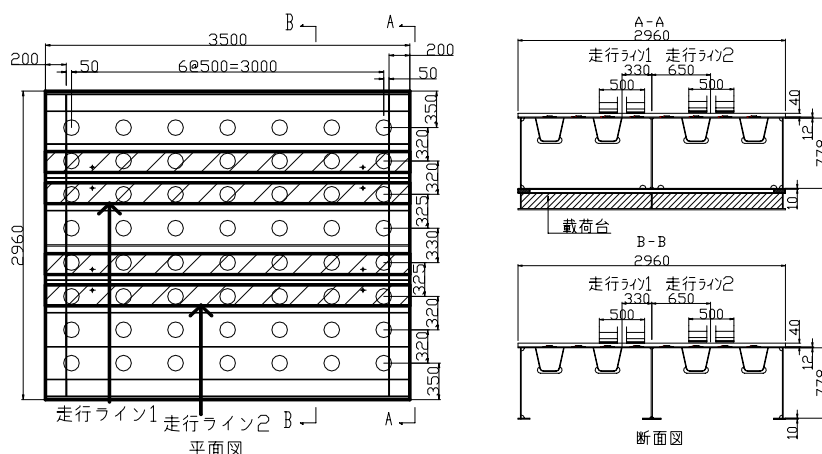


図-3 試験体の形状・寸法および载荷概要

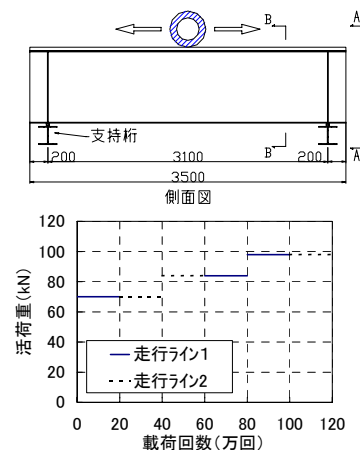


図-4 载荷要領

キーワード 合成構造, 高靱性セメント複合材料, 鋼床版, 上面増厚, 輪荷重走行試験

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 (独)北海道開発土木研究所 TEL011-841-1698

3. 実験結果

図-5および図-6に、載荷回数と活荷重たわみおよび活荷重ひずみの関係を示す。図中の縦軸は、計測値に最大載荷荷重 98kN を載荷荷重で除した値を乗じた値（換算活荷重たわみおよび換算活荷重ひずみ）として示した。

図-5および図-6から、活荷重たわみはほとんど増加せず、活荷重ひずみの増加割合もわずかであった。試験終了時で鋼床版に疲労き裂等の損傷は見られなかった。図-7に、試験終了後のひび割れ状況を示す。試験後における残留の最大ひび割れ幅は 0.1mm 以下であった。

図-8に支間中央橋軸直角方向のデッキプレートひずみ分布の例として走行ライン1の結果を示す。図中には実験値と3次元非線形FEM解析値を併記した。解析値は鋼床版のみの場合（図中、解析値（鋼床版））と、ECCと鋼床版を一体とした場合（図中、解析値（ECC合成））の2ケースを示した。図-8から、輪荷重走行載荷前のひずみ分布の実験値は解析値と概ね整合しており、応力低減効果は、鋼床版とECCを一体とした解析モデルによって照査できると考えられる。輪荷重走行載荷により鋼床版のひずみが増加したが、これは、載荷の初期段階では繊維の架橋効果によりECCが引張力を負担するのに対し、繰返し荷重下で繊維とECCとの付着劣化や繊維の破断等が生じ、ECCの負担していた引張力が徐々に鋼床版に移行したためと考えられる。ひずみの増加割合は最大で48%程度であるが、鋼床版のみの場合の解析値と比べて輪荷重走行後も40%程度に抑制されている。したがって、ECC合成鋼床版とすることにより、鋼床版のひずみを低減できることが確認できた。

4. おわりに

本実験から得られた知見を以下にまとめる。

- (1) ECC合成鋼床版とすることで、輪荷重走行の繰返し後も、鋼床版のひずみが低減し、Uリブ上の局所応力が卓越する箇所においても、ECCのひび割れ分散性およびひび割れ幅の抑制効果が確認された。
- (2) 輪荷重走行試験における鋼床版のひずみは、繰返し前では鋼床版とECCを一体化した3次元非線形FEM解析の解析値とよく整合し、輪荷重走行後も鋼床版のみの解析値より低減することが確認された。所定の供用期間における疲労耐久性照査は、ECCと鋼床版を一体とした解析値に輪荷重走行の繰返しによる増分を見込むことで行えるものと思われる。

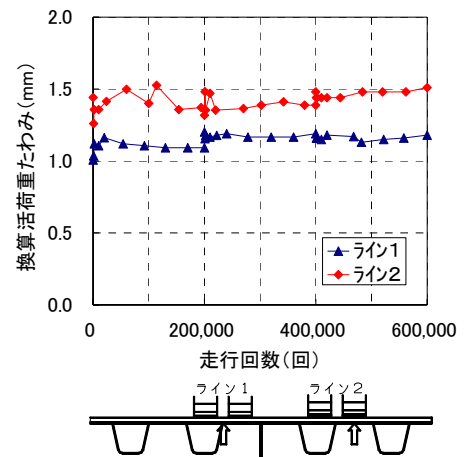


図-5 走行回数と換算活荷重たわみの関係

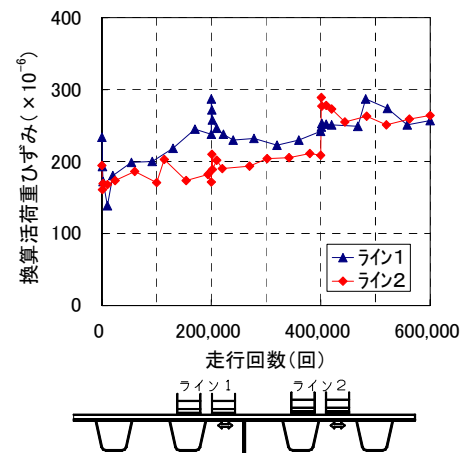


図-6 走行回数と換算活荷重ひずみの関係

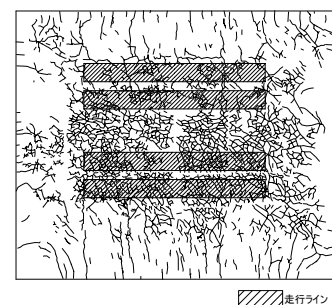


図-7 試験終了後のひび割れ状況

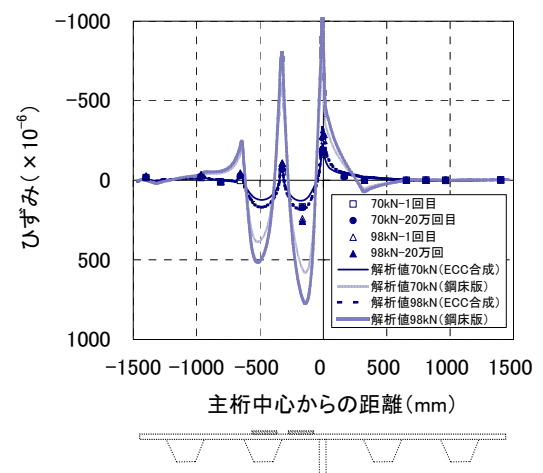


図-8 橋軸直角方向のひずみ分布