

鉄筋の疲労を考慮したプレキャスト RC 版舗装の構造設計

石川工業高等専門学校 学生会員 ○北口 航

石川工業高等専門学校 正会員 西澤辰男

プレキャスト RC 版舗装協会 正会員 水倉一夫

1. まえがき

プレキャスト RC 版舗装 (PRCP) は、工場で製作された RC 舗装版を路盤の上に敷き並べて構築する舗装の一種である¹⁾。プレキャスト RC 版は良好な条件で養生されるため、高い強度を有し、かつ鉄筋で補強されている。PRCP には便宜上通常のコンクリート舗装の設計法が準用されていることから、このような PRCP の特徴が十分に考慮されていない。本論文では、PRCP の構造的な特徴を活かした構造設計法の考え方を提案し、それを明かり部の舗装に適用した場合の設計例を示す。

2. 構造設計法

2.1. 基本的な考え方

舗装の要求性能としては、設計期間内に疲労による RC 版の表面横ひび割れが生じないこととする。したがって構造解析の基本的な考え方としては、交通荷重による縦自由縁部の曲げ応力を用いた疲労解析を行う。また、コンクリート版の下面が疲労破壊を起こし底面にひび割れが発生しても、そのあとは鉄筋が疲労するまで舗装は供用できるものとする²⁾。本研究で提案する PRCP 構造設計法の最大の特徴は、コンクリート版下面の疲労と、その疲労破壊が生じた後の鉄筋の疲労の 2 段階を考えることにある。すなわち、図-2 のように RC 版底面にひび割れが発生するまでの期間を T1 (ステージ 1)、RC 版底面にひび割れが発生した後、鉄筋が疲労破断するまでの期間を T2 (ステージ 2) とすれば、PRCP の全設計期間 T は $T = T1 + T2$ となる。

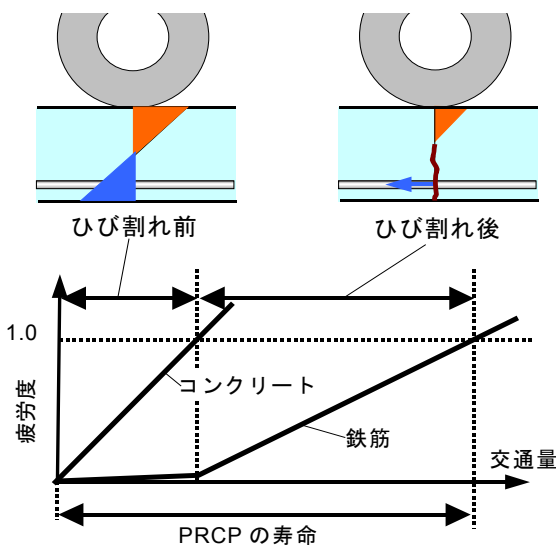


図-2 PRCP の設計寿命

2.2. 疲労解析法

2.2.1. RC 版

RC 版の疲労解析は通常のコンクリート舗装の場合と同様である³⁾。ただし、応力解析には 3DFEM を用いる。その際、RC 版の鉄筋は無視する。温度応力は岩間の式を用いる。

2.2.2. 鉄筋

ひび割れ後においては、引張側のコンクリート部分の剛性は無視し、引張力は鉄筋が受け持つとする。その場合、中立軸から圧縮縁までの距離 x および、版厚からかぶりを除いた有効高さ d から、等価断面 2 次モーメント I_e は(1)式となる⁴⁾。 b はコンクリート版の幅(=150cm)である。この等価断面 2 次モーメントと等しくなるようなコンクリート版の等価断面厚 h' (圧縮側のコンクリートと引張側の鉄筋による曲げ剛性を、コンクリート単体に置き換えた厚さ) は(2)式によって計算できる。 h' を用いて 3DFEM 構造解析を行ない、交通荷重による断面モーメント M を求める。求めた断面モーメントから(3)式によって鉄筋応力 σ_{sp} を計算する。 p は鉄筋比、 $j = (1 - k/3)$ 、 k は中立軸比である。次に、RC 版上下面の温度差による温度モーメント M_t を求め(3)式から温度による鉄筋の応力 σ_{st} を計算する。以下の式をまとめると次のようになる。

キーワード プレキャスト RC 舗装 構造設計法 疲労解析 FEM 解析

連絡先 〒929-0329 石川県河北郡津幡町北中条タ 1 石川工業高等専門学校 西澤辰男 TEL・FAX076-288-8167

$$I_e = \frac{b}{3}x^3 + (d-x)\frac{b}{2}x^2 \quad (1) \quad h' = \sqrt[3]{\frac{12I_e}{b}} \quad (2) \quad \sigma_{sp} = \frac{M}{pjb d^2} \quad (3)$$

合成応力 $\sigma_{sc} = \sigma_{sp} + \sigma_{st}$ を鉄筋の疲労曲線⁵⁾に適用して許容繰返し数求め、疲労度を計算する。

3. 疲労解析結果

RC 舗装版は厚さ 20cm, 23cm, 25cm. 主鉄筋は $\phi 13\text{mm}$ を 6 本, $\phi 10\text{mm}$ を 2 本長手方向に上下に配筋するものを最大とし、鉄筋量を減らす方向で変化させた。目地にはダウエルバーを配し、ある程度の荷重伝達を確保する。長期間の供用で目地付近にコンクリート版と路盤との間に厚さ 4cm のアスファルト中間層を設ける。路床は CBR6% の材料で路床を構築する。解析期間は 20 年と仮定した。

図-3 は RC 版の疲労度と版厚の関係を示したものである。疲労度と版厚の関係は片対数でほぼ直線の関係があることがわかる。交通量が大きいほど、曲げ強度が小さいほど疲労度は大きくなる。

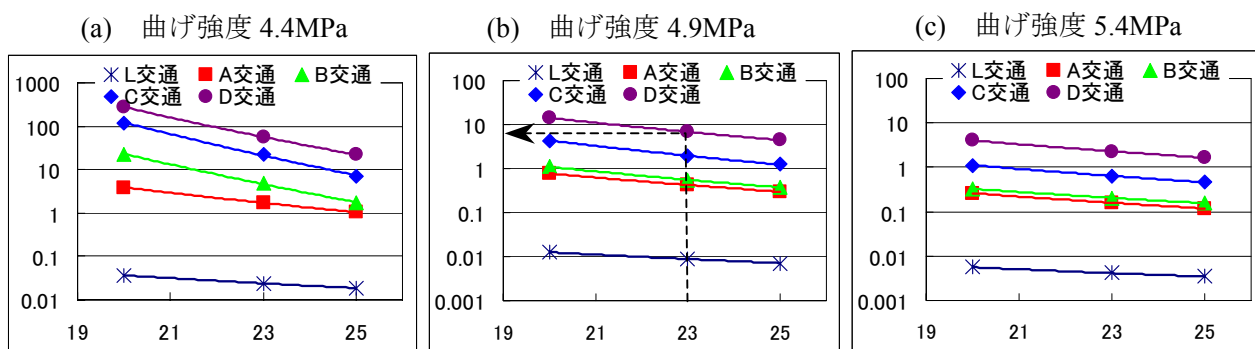


図-3 RC 版の疲労度と版厚の関係

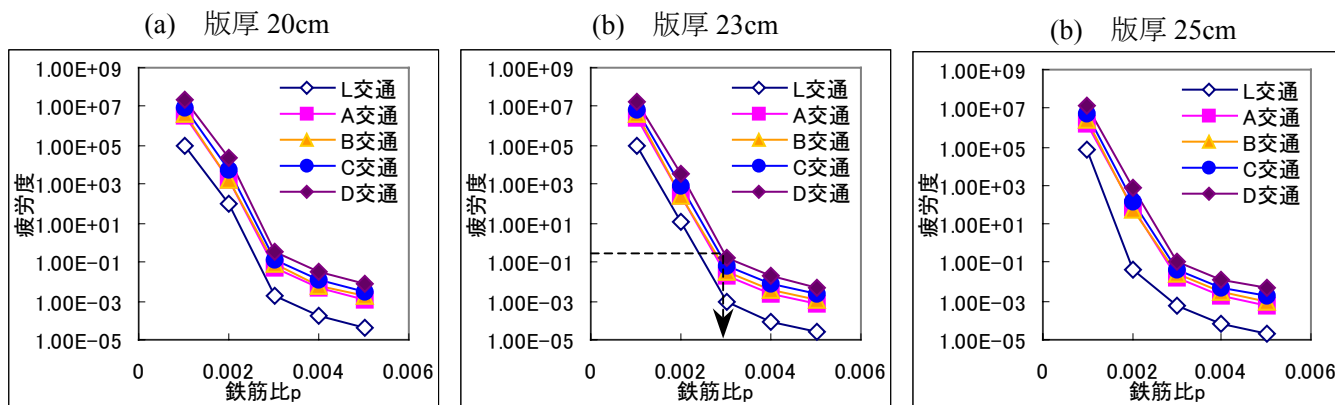


図-4 鉄筋の疲労度と鉄筋比の関係

図-4 は鉄筋の 20 年間の疲労度と鉄筋比の関係である。鉄筋比が大きいほど疲労度は小さくなる。鉄筋比が 0.003 より小さいと疲労度は急激に増加することから、この値が 1 つの目安といえる。

3.1. 構造設計例

これらの図を用いて、PRCP の構造設計例を示す。設計条件として、D 交通で RC 版の曲げ強度を 4.9MPa とし、RC 版厚を 23cm とする。設計期間 40 年として必要な鉄筋比を求める。図-3 より 23cm の RC 版の疲労度は 6.8 となる。すなわち、 $20/6.8=2.9$ 年でひび割れが発生する。設計期間は 40 年であるから、 $40-2.9=37.1$ 年は鉄筋で持たせなければならない。そのための疲労度は $20/37.1=0.53$ 以下である。図-4(b)より疲労度 0.53 となる D 交通に対応する鉄筋比は約 0.0029 である。したがってこれ以上の鉄筋比となるような配筋を行えばよい。ただし、この鉄筋量は下側のみの鉄筋比であることに注意する。

参考文献

- 1) プレキャスト RC 舗装版協会：リバーシブル型プレキャスト RC 版舗装製作・施工要領，2001.
- 2) 山田英雄，西澤辰男，池田孝司：プレキャスト RC 版舗装の構造設計法，第 9 回北陸道路舗装会議技術法文集 pp.27-32，2003.
- 3) 日本道路協会：舗装設計施工指針，丸善，2002.
- 4) 大塚浩司，庄谷征美，外門正直，原忠勝：鉄筋コンクリート工学，技報堂出版，1989.
- 5) 土木学会：コンクリート標準示方書，舗装編，2002.