

二方向アラミド繊維シートで補強した 道路橋 RC 床版の余寿命推定



三井住友建設(株) 技術研究所
三上 浩

1. はじめに

竣工後 50 年を迎えた鉄筋コンクリート (RC) 製の道路橋床版は大型車の交通量増加や材料の劣化によって著しく損傷し、道路橋床版の維持管理はきわめて重要な社会問題の一つとなっている。床版劣化の主たる要因は大型車の通行に伴う疲労劣化といわれているが、これを考慮した設計法はいまだ確立されておらず、床版補強工法による延命化効果は輪荷重走行実験によって検証されるのが一般的である。

著者らの研究グループでは二方向アラミド繊維シートを用いて床版下面を補強する工法を提案し、土木研究所にて輪荷重走行実験を実施して補強効果を検証した。また、輪荷重走行実験の結果や現床版の劣化度 (ひび割れ密度) および過積載車の年間交通量を基に、現床版や二方向アラミド繊維シート 1 層および 2 層補強時の余寿命が推定可能なプログラムを作成した。本プログラムを用いて現床版およびシート補強後の余寿命 (年数換算) が推定できることから、RC 床版の補強時期、補強層数、補強予算など一連の維持管理計画作成に資する有用な情報を得ることができる。

本稿は著者らが作成した余寿命推定プログラムの概要と計算結果の一例を報告するものである。

2. 二方向アラミド繊維シート補強工法の概要

道路橋 RC 床版の補強工法には、上面増厚工法、縦桁増設工法および鋼板接着工法や連続繊維シート接着工法などがある。鋼板接着工法や連続繊維シート接着工法は床版下面から施工が可能な補強工法であり、交通規制が必要ないなどの利点がある。

二方向アラミド繊維シートは縦横 2 方向にアラミド繊維を織り上げて製作したシートで、1 回の接着で縦横 2 方向の同時補強が可能となる工期短縮、工費縮減に資する工法である。種々の二方向アラミド繊維シートがあるが、道路橋 RC 床版補強用として採用実績の多いシートの諸元を表 - 1 に示す。

表 - 1 二方向アラミド繊維シートの諸元

シート の名称	目付量 (g/m ²)	保証 耐力 (kN/m)	設計厚 (mm)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング 係数 (kN/mm ²)
AK-50/50	870	490	0.24	2 060	118

3. 余寿命推定プログラムの概要

余寿命推定プログラムは、松井¹⁾によって提案されているたわみ劣化度が 1.0 になる状態を床版の使用限界状態として道路管理上の寿命とするもので、現床版および全断面有効時と引張無視時の床版たわみやシート補強後のたわみは厚板理論²⁾によって算出している。また、床版の劣化勾配 (たわみの増加量 (mm) を走行回数 (年) で除した値) は現床版およびシート 1 層、2 層補強時ともに輪荷重走行実験の結果を参考に定めている。

厚板理論によって各種たわみ量を算出する際、重要な定数は現床版の劣化度である。本プログラムでは土木学会の委員会資料³⁾を参考にして図 - 1 に示すひび割れ密度とたわみ劣化度の関係を用いた。また、床版のたわみを理論計算で算出するためには劣化した床版の弾性係数を定める必要がある。ここでは、図 - 2 に示す床版の劣化度とヤング係数比 n (鉄筋とコンクリートのヤング係数の比) の関係を基に床版の等価弾性係数を定めることとした。

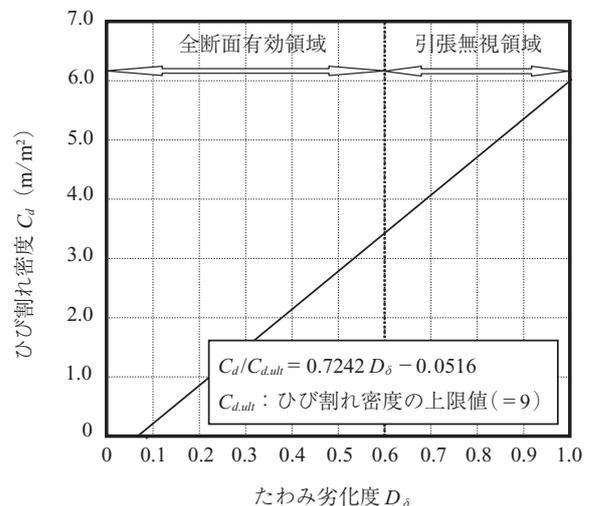


図 - 1 ひび割れ密度とたわみ劣化度の関係

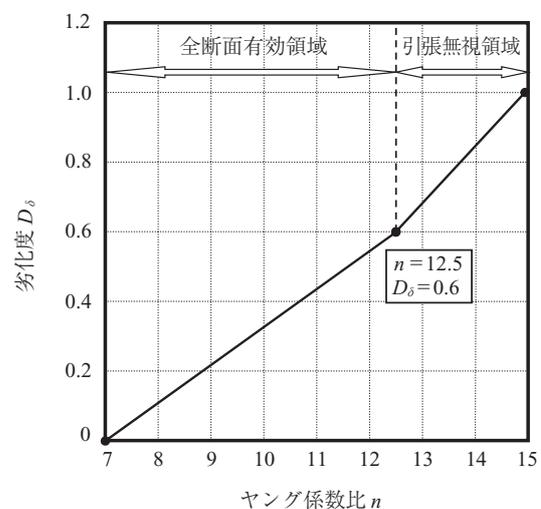


図 - 2 床版の劣化度とヤング係数比 n の関係

一方、現床版やシート補強後の劣化勾配は既往の輪荷重走行実験の結果を参考に定めた。補強前における床版の劣化勾配 $\tan \alpha = 1.6 \times 10^{-6}$ 、1層貼り補強時 $\tan \beta_1 = 7.2 \times 10^{-7}$ 、2層貼り補強時 $\tan \beta_2 = 3.2 \times 10^{-7}$ とした。上記の劣化勾配は載荷荷重が 160～190 kN における輪荷重走行実験時の勾配であり、前記の荷重レベルは過去に計測された輪荷重の最大値とほぼ同程度である。また、劣化勾配は大阪工業大学の堀川研究室における上面増厚補強試験体の実験結果なども参考にして安全側になるように定めている。

なお、余寿命推定プログラムでは、現床版のたわみを厚板理論によって求める方法または計測した実測たわみを直接入力する方法が選択できるようになっている。

4. 余寿命計算結果の一例

図 - 3 に余寿命計算結果の一例を示す。ここでは、床版スパン 2 700 mm、版厚 190 mm、下側主鉄筋 D16 @ 125、上側主鉄筋 D16 @ 250 とし、かぶりはともに 40 mm とした。アスファルト舗装厚は 50 mm とし、床版のひび割れ密度は 2.0 m²、過積載車の年間交通量を 50 000 (台/年) と仮定して計算している。計算の結果、現床版の余寿命は

18.5 年、1層補強時および2層補強時の余寿命はおのおの 62.5 年および 141.9 年となった。

なお、1層補強後ある程度の期間が経過した後に2層目を再補強した場合の余寿命計算も可能であり、一度に2層補強した場合よりも延命化の効果は低下する。

今後は縦桁増設済み床版を二方向シートで補強した場合および上面増厚工法と二方向シート工法1層補強を併用するサンドイッチ工法における余寿命計算など、補強界面における剥離問題も含めて多岐にわたる状況下でも適用可能なプログラムに拡張する予定である。

参考文献

- 1) 松井 繁之編書：道路橋床版 設計・施工と維持管理，森北出版，2007年10月
- 2) 三上 浩，高島 輝雄，廣瀬 清泰，堀川 都志雄：二方向アラミド繊維シート補強床版の界面剥離に関する数値解析，構造工学論文集，Vol.59A，pp.1065-1074，2013年3月
- 3) 土木学会鋼構造委員会，道路橋床版の合理化検討小委員会：道路橋床版の要求性能と維持管理技術，pp.53，2008年

【2016年4月27日受付】

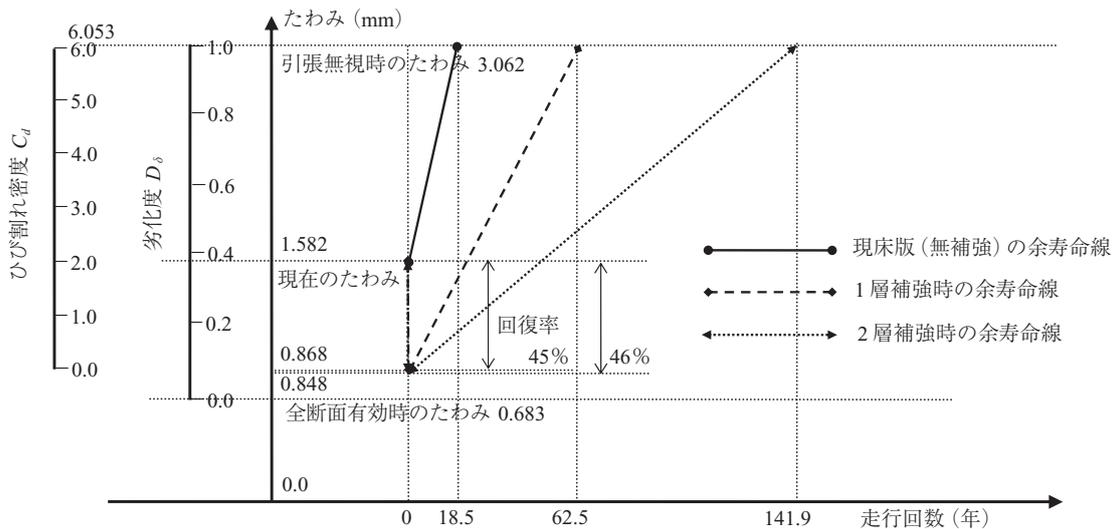


図 - 3 余寿命計算結果の一例



新刊案内

コンクリート構造診断技術

コンクリート構造診断技術講習テキスト

2017年1月 (1月末発売予定)

定 価 7,500 円 / 送料 300 円

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会