

## アラミド繊維シート格子貼りによる道路橋コンクリート床版の補強

三井住友建設(株) 正会員 ○永井 宏朗  
 三井住友建設(株) 正会員 安藤 直文  
 三井住友建設(株) 工修 中島 規道  
 首都高速道路(株) 金山 将人

### 1. はじめに

劣化したコンクリート床版の補強工法として、連続繊維シートを床版下面に接着する工法の有効性が確認され実施工に供されている。この工法は補強による死荷重の増加が無いいため既設構造への負担増が無く、また交通の供用制限も必要とせず、さらに材料の取扱いが容易で作業性が良好なため都市内の高架橋の補強工法として適用性が高いと考えられる。本稿では、床版補強としてアラミド繊維シートを格子状に接着した工事について報告する。



写真-1 周辺状況

### 2. 工事概要

上部工の構造は、3径間連続PC合成桁と3径間連続RC箱桁等である。建設後約40年間にわたり重交通下で供用されてきた。本橋は昭和39年の道路橋示方書に基づいて設計されており、耐荷性、耐久性の不足が懸念された。施工区間の周辺状況を写真-1、工事概要を表-1、上部工断面(3径間連続PC合成桁)を図-1に示す。

表-1 工事概要

発注者	首都高速道路株式会社
工事名	床組構造改築工事 1-81
路線名	高速5号池袋線 (東京都文京区)
床版補強	面積約 14,000m <sup>2</sup> 延長約 1,200m
主な既設構造	3径間連続PC合成桁 RC床版 3径間連続RC箱桁 RC床版

### 3. 既設構造物の劣化

床版の点検結果を図-2、写真-2に示す。床版の薄肉部には格子状のひび割れが見られた。ひび割れ幅は0.2mm未満で漏水は認められなかった。また内部鉄筋配置、床版部材厚、中性化、塩化物イオン含有量、コンクリート圧縮強度などの測定値も問題の無い範囲であり、理論値とも整合した結果が得られた。以上より、首都高速の点検要領のBランクに相当し、床版耐力の低下が生じる前

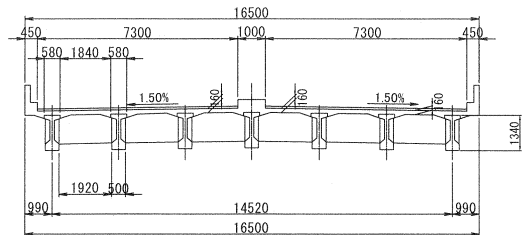


図-1 上部工断面図 (3径間連続PC合成桁)

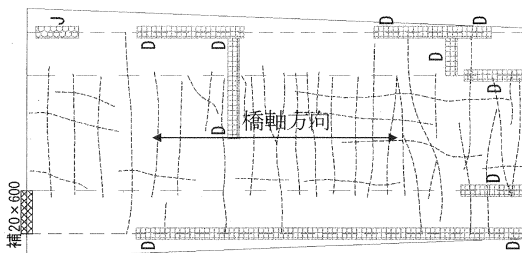


図-2 補強前床版のひび割れ

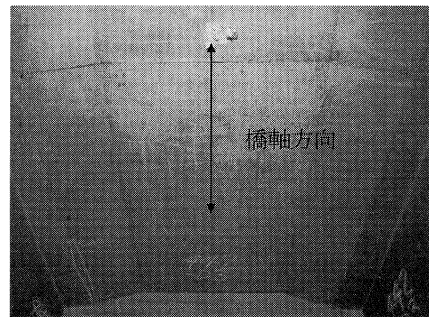


写真-2 補強前床版のひび割れ

の段階と推定した。

連続繊維シートの補強効果は、ひび割れの動きを抑制し、ひび割れ面の磨耗による劣化を防止することによって、既設床版の疲労耐久性を向上させることである。したがって、現段階では連続繊維シートによる補強が可能で、補強効果も高いと考えた。

4. アラミド繊維シートによる補強効果の確認<sup>1)2)3)4)5)</sup>

床版を炭素繊維シートやアラミド繊維シートにて全面貼り補強した効果は輪荷重走行試験によって検証されている。今回、アラミド繊維シートを格子状補強したものについても同様の試験を実施した。旧基準で設計された床版をモデル化した試験体(図-3)にアラミド繊維シート補強(表-2)を施し検証を行い、補強仕様を決定した。

補強効果は、アラミド繊維シートで補強した試験体と無補強試験体の疲労破壊回数との比で表し延命率として評価した。試験よりアラミド繊維シートによる床版下面の曲げ引張や面外せん断、面内せん断など様々なモードのひび割れの抑制効果が明らかになった。炭素繊維シートでの既往の知見では、延命率10程度の補強効果が報告されているが、アラミド繊維シートで格子状補強した場合、同等の補強効果があることが確認された(表-3)。

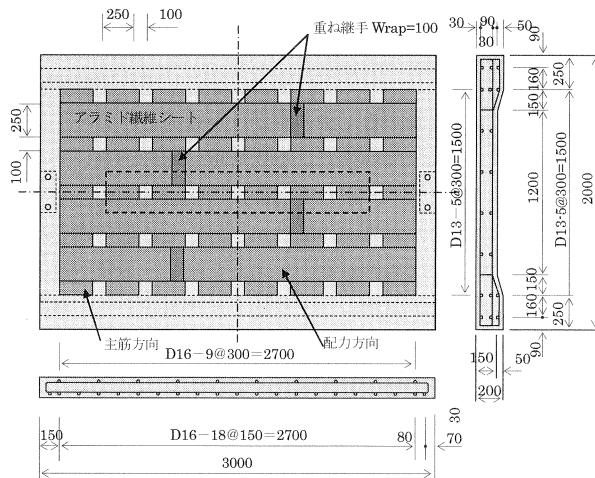


図-3 試験体

表-2 試験体諸元

試験体	コンクリート床版			補強シート耐力 kN/m
	版厚 cm	主鉄筋 上段/下段	配力筋 上段/下段	
A1	15	D16@150	D13@300	1176
		D16@300	D13@300	
A2	16	D16@150	D13@125	1176
		D16@300	D13@250	
B1	16	D16@100	D13@250	588
		D16@200	D13@250	
B2	16	D16@100	D13@250	882
		D16@200	D13@250	

表-3 アラミド繊維シートの補強効果

試験体	無補強床版計算値		補強後 試験値	試験値に 基づく 延命率 R1
	$P_{sxo}$ kN	$N_{eq}$ $\times 10^3$	$N_{eq}$ $\times 10^3$	
A1	197	6.84	77.6	11.4
A2	241	91.2	2,582	28.3
B1	260	229	1,480	6.4
B2	257	201	1,594	7.9

$P_{sxo}$  : 押抜きせん断耐力

$N_{eq}$  : 等価疲労破壊回数

5. 施工

本工事で用いたアラミド繊維シートは炭素繊維シートに比べて柔軟性が高く、断面への追従性に優れていることから、シート自体の分割や重ね貼りを行わずシートの変形で形状変化に対応できるため、桁や梁のハ

ンチや突起部などの複雑な凹凸部にも対応しやすい特徴がある。またコスト的にも炭素繊維シートと同等で、補強対象に応じた使い分けが考えられる。表-4 に使用したアラミド繊維シートの特性を示す。

表-4 アラミド繊維シートの特性

分類	中弾性
引張強度	2.06kN/mm <sup>2</sup>
弾性係数	118kN/mm <sup>2</sup>
繊維目付け	830g/m <sup>2</sup>

施工は、幅 250mm のシートを橋軸方向、橋軸直角方向それぞれ 1 層を 100mm の隙間を確保し格子状に接着した。格子貼りの目的は、将来の劣化観察と浸透水対策であり、シート施工量を軽減する効果もある。施工手順は一般の繊維シート補強と同様である。図-3 に施工手順、図-4 にシート積層詳細図を示す。

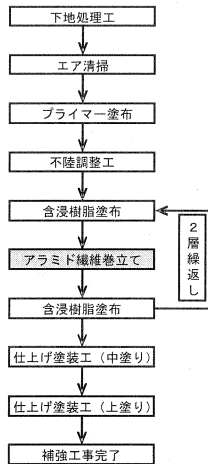


図-3 施工手順

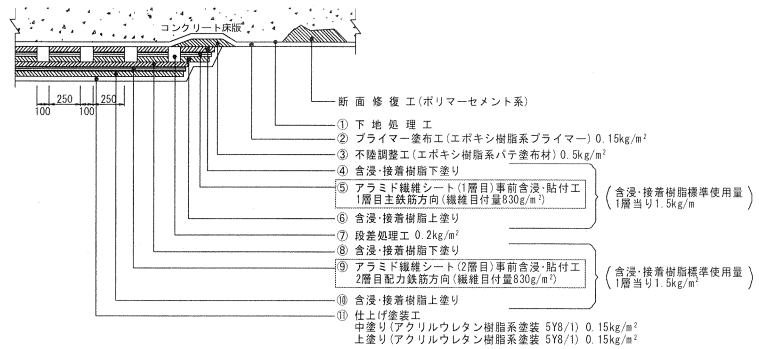


図-4 シート積層詳細

写真-3, 4, 5, 6 に施工状況を示す。アラミド繊維シートはシート厚さと重量が比較的大きいが、予めシートに樹脂を含浸させてから床版に貼り付けることで上向き作業の軽減、樹脂垂れ抑制が図れた。

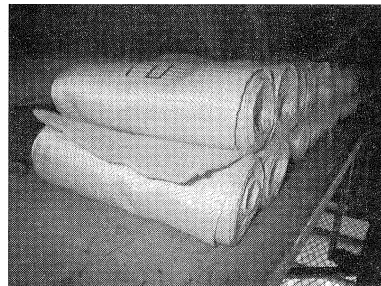


写真-3 アラミド繊維シート

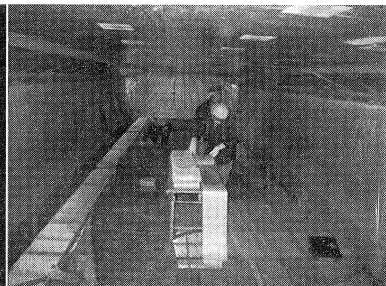


写真-4 事前樹脂含浸

写真-7, 8, 9, 10 に施工完了状況を示す。主桁と床版が接するハンチ部、曲線桁、さらに床版の PC 鋼材の定着突起部など複雑な形状にも巧く対応できた。



写真-5 シート貼り付け



写真-6 シート端部処理

このような補強工事では架設部の作業が主となるため、作業効率や作業環境の低下が懸念される。本工事では、写真-11 に示すような装置を用

いて機械化施工を行った。架台には様々な工種に必要な機器の取り付けが可能であり、縦横移動と昇降が可能な構造となっている。さらに粉塵吸引装置を備えている。本工事では架台にディスクサンダーを取り付けて下地処理を行った。人力施工の場合の上方向への不安定な作業が解消し、品質の安定と共に作業効率と作業環境を向上することが出来た。今後はさらに改良を重ね、接着樹脂塗布、繊維シート接着など他工種への展開を図りたい。

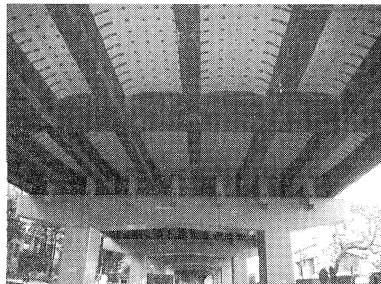


写真-7 PC合成桁

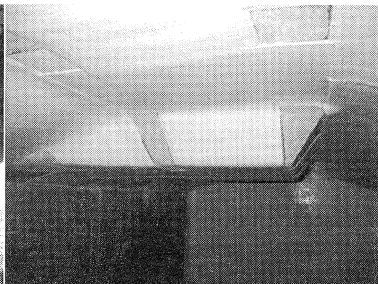


写真-8 PC定着突起部

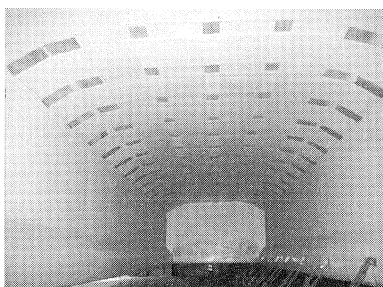


写真-9 PC合成桁中間床版

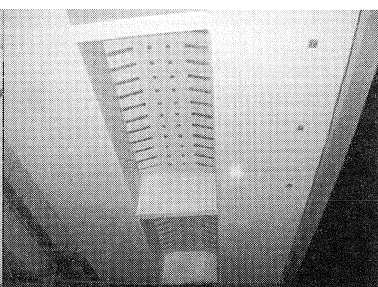


写真-10 RC箱桁中間床版

## 6. 品質管理

本工事における繊維シート関係の品質管理は、基本的に炭素繊維シートのもを準用した。ただし、シートの浮き、膨れについては輪荷重走行試験から得られた知見を基に補強性能上影響が無い値を定めた。

## 7. 最後に

建設後40年経過した高速道路橋床版の補強について、施工性、経済性、構造的、耐久性などに特徴のある新材料、新工法を適用した。狭隘な吊足場上の作業空間、樹脂の硬化時間など多くの制約条件下の工事であったが、関係各位の熱意と創意工夫で安全かつ確実に工事を完了したことを報告します。

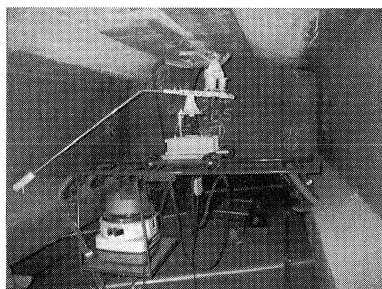


写真-11 機械化施工

## 参考文献

- 1) 三上他, 2方向アラミド繊維シート接着補強床版の疲労耐久性評価の一手法, 第3回床版シンポジウム講演論文集, 2003
- 2) 岡田他, 格子配置された炭素繊維シートによる床版補強効果, 第3回床版シンポジウム講演論文集, 2003
- 3) 中島他, 2方向AFRPシートで補強したRC床版の移動荷重による疲労性状, 日本コンクリート工学協会年次論文集26, 2004
- 4) 小林他, 道路橋RC床版のAFRPシート補強による疲労耐久性の検討および施工, 土木学会年次学術講演会, 2006
- 5) 中島他, アラミド繊維シートで下面補強した道路橋RC床版の疲労耐久性, 第5回床版シンポジウム講演論文集, 2006