

(54) アラミドFRPプレテン橋の設計と施工

住友建設(株) 土木部 正会員 則武 邦具
 住友建設(株) 土木部 正会員 板井 栄次
 住友建設(株) 土木部 正会員 新井 英雄
 住友建設(株) 土木部 正会員 ○益子 博志

1. はじめに

アラミドFRP (AFRP) は、プレストレストコンクリート構造物及びその他の構造物への適用が期待されている新しい材料である。筆者らは、実用化するための設計・施工上の確認試験(本研究発表会に別途掲載)をもとにして、AFRP緊張材を用いたプレテン型式及びポステン型式のPC橋を計画し、現在プレテン橋が完成している。

道路橋としてのプレテン橋は、図-1, 2に示す断面を有する合成床版橋で、その設計と施工にあたっては、PC鋼材との特性の差異を考慮した方法により行う必要があった。

本報告は、プレテン橋の概要について述べるとともに、プレテン桁の設計と施工について、その施工結果をまじえながら紹介するものである。

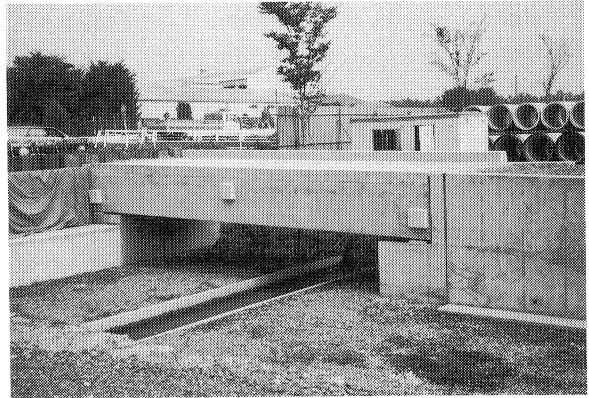


写真-1 完成したプレテン橋

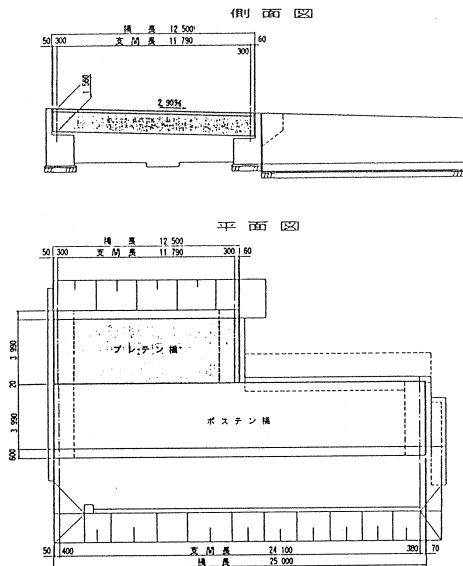


図-1 プレテン桁一般図

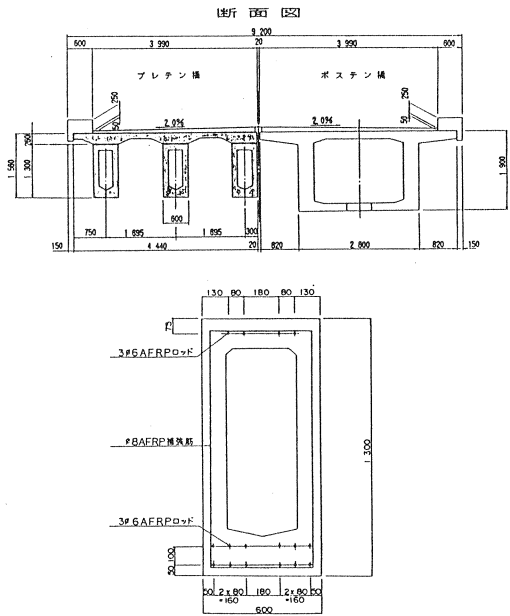


図-2 プレテン桁断面図

2. プレテン橋の概要

本橋の設計条件を表-1に、主要使用材料を表-2に示す。プレテン桁の緊張材及び床版横締めにはAFRP 3φ6、主桁スターラップ及び補強筋にAFRP φ8を用いていることに特長がある。

表-2 使用材料

材 料 名	示 様	ヤング率(kg/cm ²)	線膨張係数
中空フルテン橋コンクリート	$\sigma_{ck}=500\text{kg/cm}^2$ 早強	3.3×10^5	1.0×10^{-5}
床版コンクリート	$\sigma_{ck}=300\text{kg/cm}^2$ 普通	2.8×10^5	"
地覆コンクリート	$\sigma_{ck}=240\text{kg/cm}^2$ 普通	2.5×10^5	"
主桁補強筋	φ8mm AFRPロッド	5.4×10^5	-3.0×10^{-6}
主桁及び床版緊張材	3φ6mm AFRPロッド, $P_u=15.3\text{t}$	5.4×10^5	-3.0×10^{-6}

表-1 設計条件

橋 種	プレストレストコンクリート道路橋
構造形式	AFRP 中空プレテン単純合成桁
橋 格	1等橋
橋 長	12,500m
桁 長	12,390m
支間長	11,790m
幅 員	0.6m+3.99m
縦断勾配	2.90%直線
横断勾配	2.0 %
活 荷 重	① TL-20
衝 撃	① $i = \frac{10}{25+L}, \frac{20}{50+L}$
設計水平震度	$K_h = 0.16$

3. プレテン橋の設計と施工

3.1 緊張力の設定

AFRP緊張材の緊張力は、これまでの実験室レベルでの試験結果を参考にし、緊張時からプレテン桁へのプレストレス導入時期、及び使用状態に至るまでのリラクセーションを考慮し決定している。

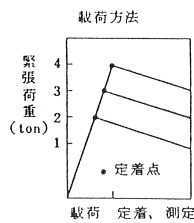
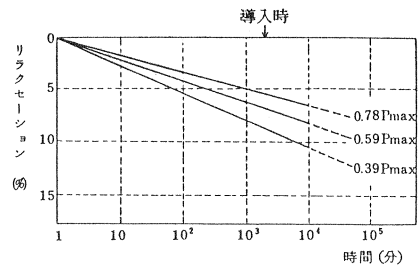


図-2 AFRPロッドの純リラクセーション



すなわち、AFRP緊張材には、降伏点が見られず、保証引張強度が180kgf/mm²であることより、これを σ_{pu} とし、土木学会で定められているプレストレス直後の許容引張応力度 $0.70\sigma_{pu}$ をプレテン桁への導入時の許容値とした。そして、図-2より、コンクリート硬化までの時間に対応したリラクセーションを考慮し、緊張時応力度として $0.75\sigma_{pu}$ を設定した。

PC鋼材の許容引張応力度 (σ_{pa})		
プレストレス中	プレストレス直後	使用状態
$\sigma_{pa} \leq 0.8\sigma_{pu}$ $\leq 0.90\sigma_{py}$ の内小さい方の値	$\sigma_{pa} \leq 0.7\sigma_{pu}$ $\leq 0.85\sigma_{py}$ の内小さい方の値	$\sigma_{pa} \leq 0.60\sigma_{pu}$ $\leq 0.75\sigma_{py}$ の内小さい方の値
(土木学会)		

図-3 PC鋼材の許容引張応力度

3.2 プレテン桁の製作

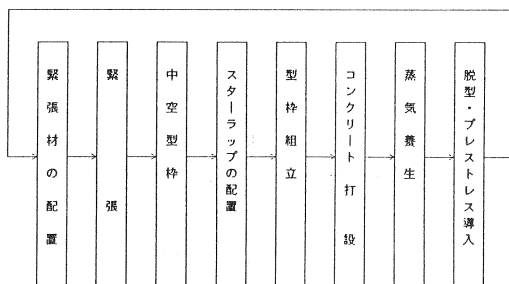


図-4 プレテン桁製作フロー

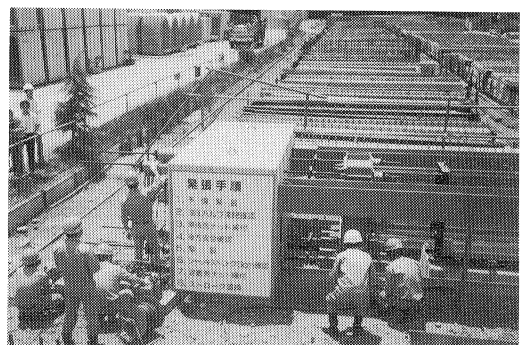
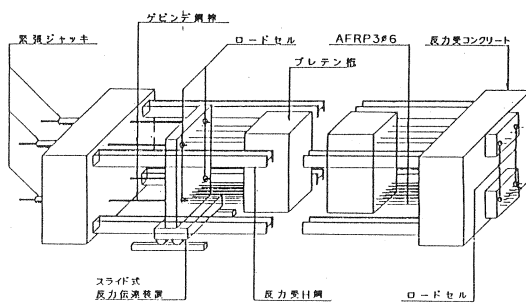


写真-2 緊張状況

プレテン桁の製作は、PC鋼線を使用した従来の製作方法と同様な図-4のフローにて行った。緊張作業は、図-5に示す様な製作台を設置し、反力受コンクリートの4隅に配置したゲビンデ鋼棒を同時に緊張する事により、スライド式反力伝達装置を介し、AFRP緊張材3φ6を16本同時に行った(写真-2)。

写真-3にAFRPφ8を用いた配筋の状況を示す。



(緊張側)

(固定側)

3.3 AFRP緊張材の緊張管理

プレストレスの管理手法として、従来から用いられている手法は以下の2つに分類される。

- ① 摩擦係数により管理する方法
- ② 緊張力と伸びの両方によって管理する方法

プレテン桁においては、摩擦がない事により、②の方法にて管理を行った。以下に、管理手法と管理の結果について述べる。

緊張管理を緊張力と伸びによって行う際、荷重計の誤差、緊張材の断面積・弾性係数のばらつき、測定値の読み取り誤差、緊張装置の摩擦による誤差などにより、計算値と実測値の差が生じる可能性がある。このため、あらかじめ緊張力に対しての伸びの誤差の許容値を±5%に設定し、緊張管理を行った。

緊張管理は、図-6に示す様に縦軸に緊張力、横軸に伸びをとった緊張管理表を用いて、緊張力を主とし、伸びを従として行ったが、製作した4本の桁において際立った差異は認められなかった。

これにより、AFRP緊張材の緊張管理は、従来の緊張管理方法にて可能であることが確認できた。

3.4 緊張力の計測

総緊張力は、4本のゲビンデ鋼棒に取りつけたロードセルにより計測し、個々のケーブルの緊張力は4本のAFRP3φ6に取りつけたロードセルにより計測した。

個々のケーブルの計測結果を表-2に示す。これ

図-5 プレテン桁製作台

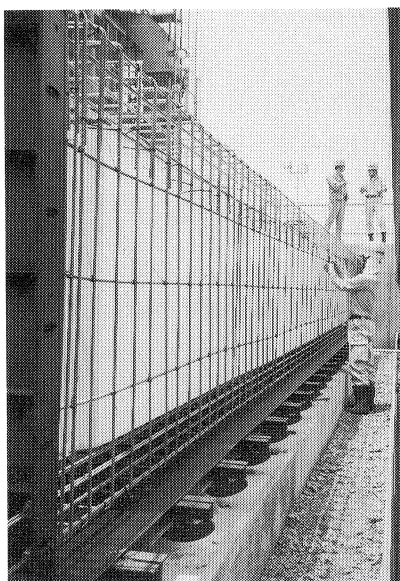


写真-3 AFRPφ8の組立

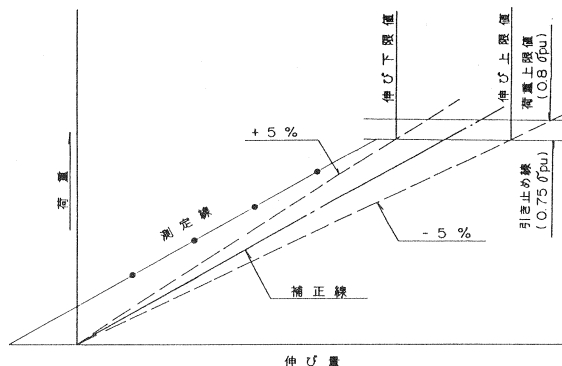


図-6 緊張管理表

より明らかな様に、各ケーブルの緊張力のばらつきは±1.5%程度以内におさまっており、比較的高い精度で緊張力が導入されている事がわかる。これは、AFRPロッドの弾性係数が低いためである。同じ理由から、AFRP 3φ6の個々のφ6ケーブルも緊張力の差は非常に少ないものと考えられる。

図-7にNo.3桁の緊張力の経時変化と、雰囲気温度、コンクリート温度の関係を示す。AFRP緊張材は線膨張係数が低いため、コンクリート打設前(0~45h)においては、温度変化に対する緊張力の変化はあまり見られず、リラクゼーションによる緊張力の低下のみが認められた。また、コンクリート桁が硬化し蒸気養生によって膨張する際(50~75h)には見かけの緊張力低下が認められたが、この緊張力の低下分は硬化した桁にプレストレスとして導入されるものである。

実際のプレテン桁へのプレストレス導入は、桁温度が雰囲気温度となった時に行っており、この時の緊張力は $0.70\sigma_{pu}$ 程度で、ほぼ所定の値を導入する事ができた。

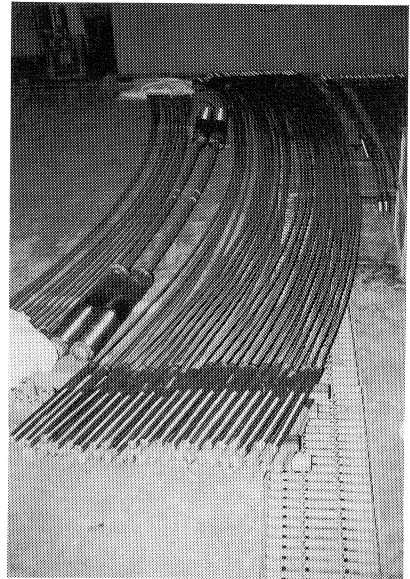


写真-4 AFRP 3φ6 緊張力

4. あとがき

国道への取付道路として供用する本橋は、載荷試験を終えたのち、長期計測を予定している。

本橋で得られた貴重なデータが、今後のAFRPの一般的な実用化に向けての一助となれば幸いである。

(参考文献)

- 1) 則武, 本間, 迎
AFRPロッドのPC構造物への応用
プレレストレストコンクリート Vol.30 No.5, 1988
- 2) 小林, 越, 西村, 中井
アラミド繊維を用いたFRPロッド緊張材のリラクゼーション特性
東京大学生産技術研究所 生産研究 Vol.40 No.8, 1988
- 3) 迎, 他
FRPロッドを用いたPC構造物に関する研究 (f03)
住友建設(株)技術研究所所報 No.16, 1989

表-2 ケーブル1本毎の張力

桁 No.	ロードセル値 (t)				平均 (t)	範囲 (%)
	1	2	3	4		
1	11.58	11.77	11.69	11.69	11.685	-0.8 ~ +0.9
2	11.57	11.64	11.56	11.32	11.52	-1.8 ~ +1.0
3	11.55	11.55	11.06	11.04	11.60	-0.4 ~ +0.5
試験 桁	11.59	11.52	11.54	11.34	11.50	-1.4 ~ +0.8

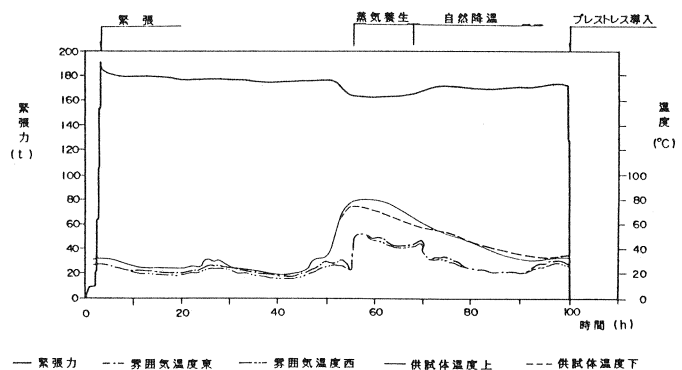


図-7 緊張力の経時変化 (No.3桁)