

開床式PRC下路桁の応力測定

東日本旅客鉄道 東北工事事務所 正会員 ○西條 信行
 東日本旅客鉄道 東北工事事務所 正会員 齋藤 啓一
 東日本旅客鉄道 東北工事事務所 正会員 大庭 光尚

1. はじめに

五能線十川橋りょうは、当該箇所の気象条件、保守作業の省力化などを考慮して、日本で初めて3径間連続開床式PRC下路桁を採用した。本橋りょうの床版はレール受桁と横桁で構成される格子構造となっており、列車荷重をまずレール受桁で受け、さらに横桁によってその荷重が主桁に伝えられる構造となっている。乾燥収縮やクリープなどの構造物の長期挙動を把握する為、コンクリート打設時より応力測定を始め、現在もなお測定を続けている。本稿では、平成7年11月のレール受桁のコンクリート打設から供用開始後一年余を経た平成9年9月までの応力測定結果から、十川橋りょうの乾燥収縮およびクリープについて報告する。

2. 設計条件および計測器の配置

表-1 に設計条件を示す。乾燥収縮およびクリープは表-1 に示す値を設計に用いている。応力測定はプレストレス導入時の応力確認、クリープおよび乾燥収縮の確認を行うことができるよう有効応力計、無応力計、ひずみ計などを図-1 のように配置した。これらの測定は自動計測とし、現在では一日2回(4:00 と 16:00)、年間を通じて計測を行っている。

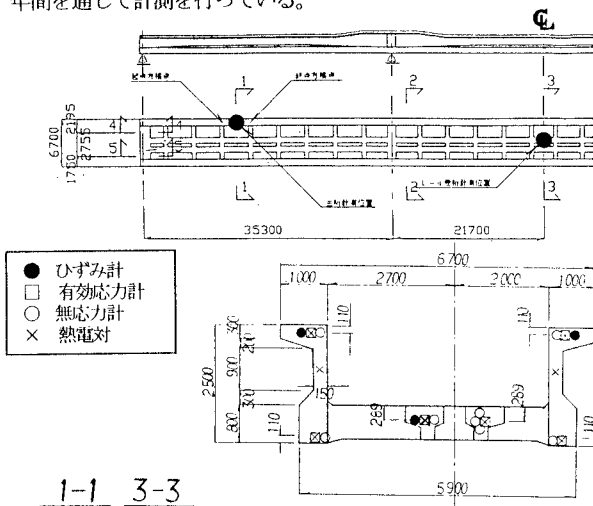


図-1 計測機器配置図

表-1 設計条件

一般条件	橋長	114m850 (仮設 114m800)		
	スパン	35.3+43.4+35.3m 列車荷重 EA-15		
コンクリート	橋脚係数	主桁・受桁 $i=0.254$ 横桁 $i=0.520$		
	軌道構造	直結軌道 線形 直線		
	設計水平曲率	$Kb=0.25$ 輪軌方向 直角方向とも		
	設計基礎強度(kg/cm ²)	主桁	400	受桁・横桁 450
		日縮 (kg/cm ²)	永久荷重時 160	180
	曲り剛度 (kg/cm ²)	設計荷重時	—	180
		施工時	235	265
	曲り引張 (kg/cm ²)	永久荷重時	-19	0
		設計荷重時	-19	曲り引張強度※
	斜め引張 (kg/cm ²)	ねじり考慮	-21	20.5
ねじり無視		-21	20.5	
PRC鋼材	クリープ係数 ϕ	3.0	2.1	
	乾燥収縮係数(×10 ⁴)	350	170	
	引張強度(kg/cm ²)	190	110	
	降伏強度(kg/cm ²)	160	95	
応力度制限値	プレストレス中	144	85	
	プレストレス直後	133	77	
鉄筋	設計荷重時	133	77	
	レラクゼーション率(%)	5	5	
材料	材質	SD345		
	引張強度(kg/cm ²)	5000		
	降伏強度(kg/cm ²)	3500		

※部材1本の影響を考慮した値であり、異なる

3. 計測値

表-2 に各計測機器の計測目的と算出方法を、表-3 に工程を示す。

表-2 計測目的と算出方法

計測目的	計測機器
全ひずみ量	ひずみ計①
荷重による応力、温度変化・クリープによる二次応力	有効応力計②
乾燥収縮ひずみ量	無応力計③
クリープひずみ量	①-②-③

表-3 工程

年月日	作業内容
1995.11.21	レール受桁 コンクリート打設
1996.3.16	レール受桁緊張
1996.4.12	主桁1-1断面 コンクリート打設
1996.4.25	主桁緊張
1996.5.10	支保工解体
1996.6.30	初列車通過

コンクリート打設直後は水和熱の影響が非常に大きい。特にコンクリート打設量が大きく発熱量が大きい主桁 1-1 断面については、内部温度の挙動が外気温に近い傾向を示し始めた打設後 6 日間経過した値を初期値とすることとした。レール受桁 3-3 断面および主桁 1-1 断面における各計測機器の計測結果とこれらから得られたクリープひずみ量をそれぞれ図-2、図-3 に示す。

レール受桁、主桁ともひずみ計測定値と有効応力計測定値は緊張と支保工解体の際に大きく変化を生じており、これらの影響を受けている。

レール受桁はコンクリート打設後、シートをかけて 4 ヶ月近く養生期間をおいたため、初期の乾燥収縮量は小さい。レール受桁 3-3 断面および主桁 1-1 断面の乾燥収縮はほぼ一定した値（それぞれ、150 μ 、105 μ 程度）を示し、乾燥収縮は収束しつつある。

主桁緊張直後、主桁 1-1 断面の有効応力計測定値は 183 μ を示している。これに材齢を考慮した弾性係数 $2.98 \times 10^5(\text{kgf/cm}^2)$ を乗じることによりコンクリートの応力度 $54.5(\text{kgf/cm}^2)$ が得られる。一方、設計に用いた格子モデルでは、プレストレス導入時の主桁 1-1 断面上縁の起点方格点は $60.7(\text{kgf/cm}^2)$ 、終点方格点は $59.3(\text{kgf/cm}^2)$ となっており、測定値は設計値に対応する値となっていることが確認された。

有効応力計の測定値を用いて、次式によりクリープ係数を示すことができる。レール受桁のクリープは主桁緊張時に顕著な伸びを示しているが、最近 6 ヶ月間のクリープ係数 ϕ はレール受桁では 1.2~1.7 程度、主桁では 0.7~1.2 程度で推移している。

$$\begin{aligned} \phi &= \epsilon_{cc} E_c / \sigma_{tp} \\ &= \epsilon_{cc} / \text{有効応力計測定値} \end{aligned}$$

ϵ_{cc} : クリープひずみ
 ϕ : クリープ係数
 σ_{tp} : 作用応力
 E_c : 弾性係数

4. 考察

コンクリート打設後 1 年余を経た開床式 PRC 下路桁について計測を行った結果、乾燥収縮ひずみはレール受桁では 150 μ 程度、主桁では 105 μ 程度に収束しつつある。また、プレストレスの導入応力を埋設計器により確認した。なお、乾燥収縮度およびクリープ係数のより適正な設計値については今後とも検討の余地があるところであり、今後の研究に委ねたい。

参考文献

1. 十川橋梁上部工の設計 津吉 毅 小岩 祐記 大庭 光尚 SED 平成 6 年
2. 開床式 3 径間連続 PRC 下路桁の設計・施工 佐藤 拓也 日本鉄道施設協会誌 平成 10 年 1 月
3. 鉄道建造物設計標準解説 p.51~61 東日本旅客鉄道 平成 7 年

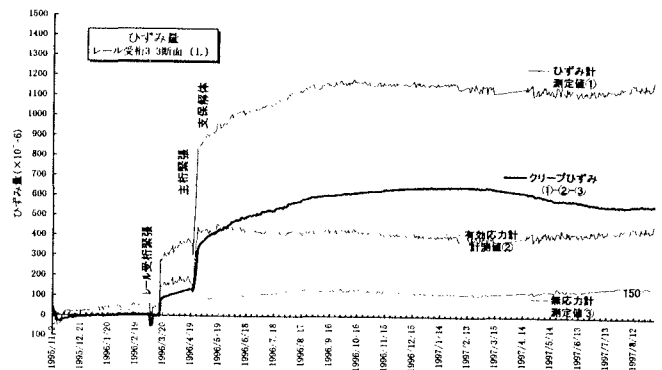


図-2 レール受桁 3-3 断面 経時変化

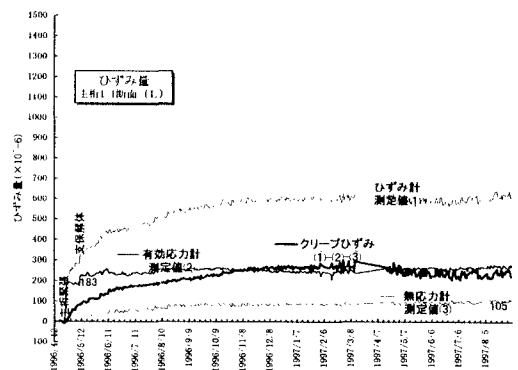


図-3 主桁 1-1 断面 経時変化