

(12) P R C 桁の実橋測定

J R 東日本 東北工事事務所 ○ 岩田 道敏
 " 東北工事事務所 齊藤 啓一
 " 東北工事事務所 佐々木光春
 " 東京工事事務所 正会員 石橋 忠良

1. はじめに

J R では、旧国鉄時代から鉄道橋の建設にあたって、P C 桁の経済設計およびR C のひび割れ制御の両面からP R C 構造の有効性に着目し、すでにP R C 桁の施工実績は50連以上を数えている。また、昭和62年には「P R C けた設計指針(案)」が作成されるにいたり、P R C 桁の適用は、今後ますます一般化するものと考えられる。

今回、山形新幹線福島駅取付部に施工したP R C 桁において、実橋における各種応力の測定を行ない、得られた結果に対して検討を加えたので以下に報告する。

2. 測定の概要

図-1にP R C 桁の建設場所を示す。実橋におけるコンクリートの応力を有効応力計により、また鉄筋ひずみは鉄筋計により測定を行っている。表-1に取り付けた計器の性能を示す。

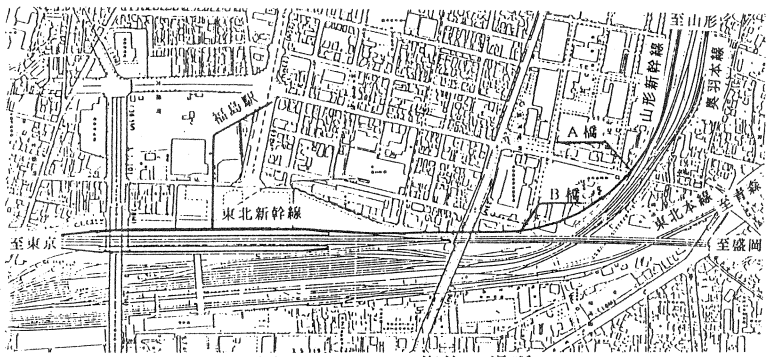


図-1 P R C 桁施工場所

A橋は、スパン39.0m、桁高2.9mの単純下路桁で、桁式支保工を用いた場所打ち工法により施工された。桁の諸元を図-2および図-3に示す。

コンクリートの設計基準強度は400kgf/cm²、鉄筋はSD345、P C 鋼材はSWPR7B 12T12.7を用いている。コンクリートの配合を表-2に示す。

桁の製作は、材令2日で脱型、材令4~6日でプレストレスの導入、材令40日で桁式支保工の撤去、材令160~180日で、2回に分けて下路桁の床版上に路盤コンクリートの打込みを行っている。

また、B橋は、スパン11.3m、桁高0.9mの単純2主T型桁で、製作ヤード上で製作し、クレーンにより架設された。桁の諸元を図-4および図-5に示す。

表-1 計器性能表

	鉄筋計	有効応力計
形式	B F - C	G K - 1 0 0
測定容量	3,000kgf/cm ²	100kgf/cm ²
定格出力	1.85mV/V以上	0.4mV/V以上
非直線性	1% R O	—
入出力抵抗	350Ω	350Ω
許容温度範囲	-30~+80℃	-10~+80℃

表-2 コンクリート配合

	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m ³)				
						W	C	S	G	混和材
A橋	25	8	4.5	36.0	37.6	171	475	607	1142	1.188
B橋	25	8	4.5	44.0	38.2	167	380	651	1113	0.950

コンクリートの設計基準強度は400 kgf/cm²
鉄筋はSD345、PC鋼材はSWPR1 12
Tφ8を用いている。コンクリートの配合を表
2に示す。

桁の製作は、材令2日で脱型、材令4日でプレ
ストレスの導入、材令8日で架設、材令60~8
0日で2回に分けてT型桁床版上に路盤コンク
リートの打込みを行った。

なお、この2橋は、建設中の単線の鉄道橋で、
測定期間中に列車荷重はまだ載荷していない。

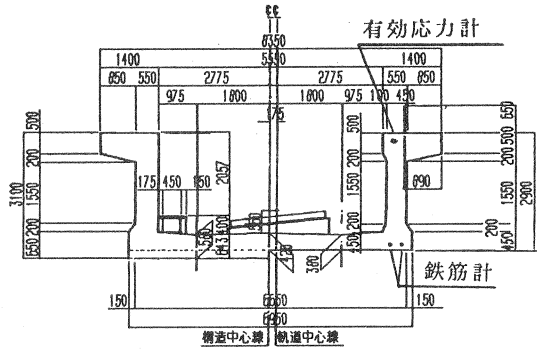


図-2 A橋断面

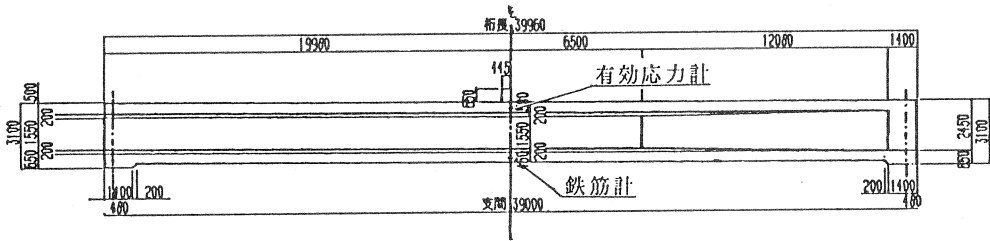


図-3 A橋側面

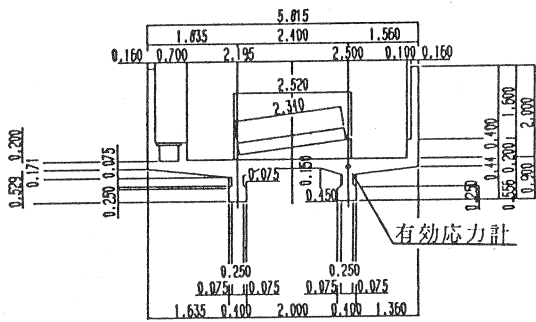


図-4 B橋断面

表-3 主な作業項目

記号	図-6~図-7	図-8
①	脱型	
②	プレストレス導入	
③	桁式支保工撤去	桁架設
④	路盤コンクリート打込み(前半)	
⑤	路盤コンクリート打込み(後半)	

3. 測定結果および考察

3.1 コンクリート応力ならびに鉄筋ひずみの計算手法

鉄筋位置のひずみの適合条件から導かれるコンクリートの乾燥収縮、プレストレスによるクリープ等の影響を考慮した算定式(1)¹⁾²⁾を用いて、材令ごとのコンクリートの応力および鉄筋ひずみの経時変化を計

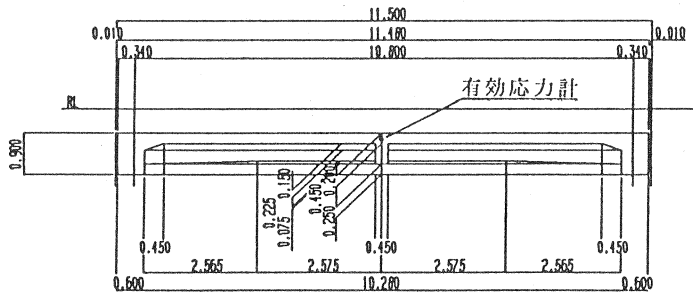


図-5 B橋側面

算し、実測値との比較を行なうこととした。

式(1)中のコンクリートのクリープひずみ・乾燥収縮度の計算は、阪田らの提案式³⁾⁴⁾を用いた。また計算に際して用いる湿度は、P R C 桁の建設地点である福島市の年平均湿度72%⁵⁾を用いた。

実測値を図-6~図-8に示す。なお、測定期間中に桁の製作のために行った主な作業項目を表-3ならびに図-6~図-8中に記号で示す。

$$\begin{aligned} & \varepsilon_{cs}(t_{i+1}, t_i) \\ & + \Sigma \{ (C_{sp}(t_{i+1}, t_i, t_j) \cdot \Delta\sigma_{co}(t_j)) \} + C_{sp}(t_{i+1}, t_i, t_i) + \frac{\Delta\sigma_{co}(t_i)}{2} \\ & - \frac{A_s \cdot \Delta\sigma_s(t_i)}{E_c \cdot A_c} \left(1 + \frac{e_s^2}{r^2}\right) = \frac{\Delta\sigma_s(t_i)}{E_s} \dots\dots (1) \end{aligned}$$

- $\varepsilon_{cs}(t_{i+1}, t_i)$: t_{i+1} から t_i までに進行する乾燥収縮ひずみ
- $C_{sp}(t_{i+1}, t_i, t_j)$: t_j に載荷された荷重によって t_{i+1} から t_i までに進行する単位応力度当たりのクリープひずみ
- $\Delta\sigma_{co}(t_i)$: t_i に付加されるコンクリート応力度
- $\Delta\sigma_s(t_i)$: t_i に付加されるクリープ・乾燥収縮による鉄筋応力度変動量
- E_s : 鉄筋の弾性係数, E_c : コンクリートの弾性係数
- e_s : 鉄筋の偏心距離, r : 断面二次半径

3.2 A橋の鉄筋ひずみ

図-6に、鉄筋ひずみの実測値を示す。鉄筋計は、同じ断面に2個取り付けてあるが、ここに示す実測値は2つの計器の平均値である。

図-6より、鉄筋ひずみの実測値は、プレストレス導入後圧縮側に大きく移動し、桁自重の作用により圧縮ひずみが減少し、その後は、ほぼ水平に推移するという動きを示している。

式(1)を用い、各作業項目における荷重状態の変化を実施工にあわせて適用し、計算を行なった値を点線で図中に示す。なお、A橋は下路桁であるので、自重の作用時期を、桁式支保工撤去時として計算している。

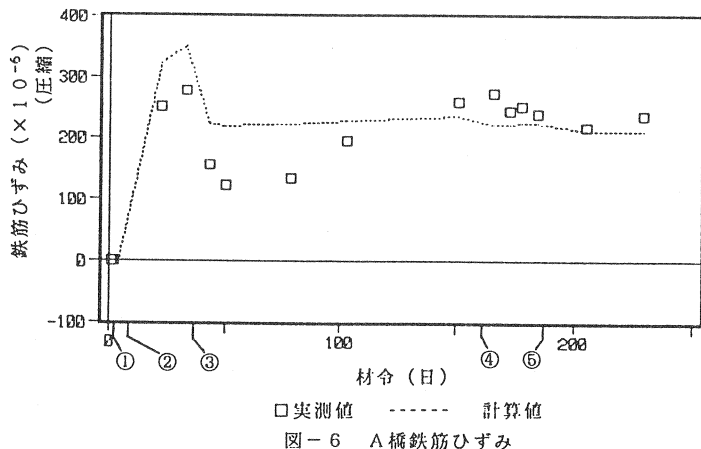
実測値と計算値を比べてみると、図中の②のプレストレス導入前後、ならびに、図中の③の桁式支保工の撤去前後など、各材令および、各作業項目における荷重変化による鉄筋ひずみの各変化は、よく一致していることから、式(1)により、荷重状態の変化を実施工にあわせて適用すれば、鉄筋のひずみの変化を計算により求めることができるようである。

3.3 A橋のコンクリート応力

図-7に、A橋のコンクリート応力の実測値を示す。

鉄筋ひずみの場合と同様に、式(1)を用い、各作業項目における荷重状態の変化を実施工にあわせて適用し、計算を行なった値を点線で図中に示す。

実測値と計算値を比較してみると、両者の値はほぼ一致しており、



□実測値 ----- 計算値
図-6 A橋鉄筋ひずみ

荷重状態の変化を実施工にあわせて適用することにより、コンクリート応力の変化も、式(1)により求めることができるようである。

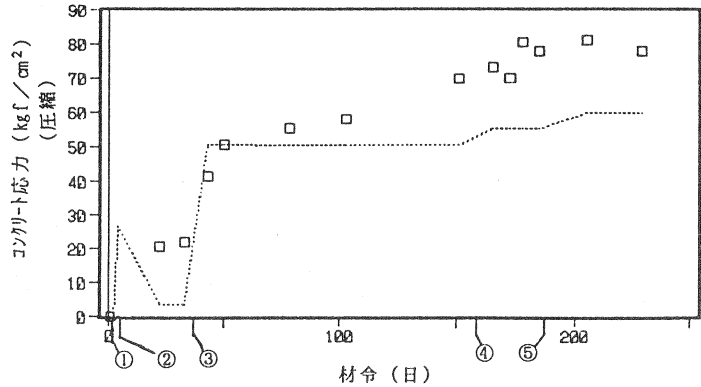
3.4 B橋のコンクリート応力

図-8に、B橋のコンクリート応力の実測値を示す。

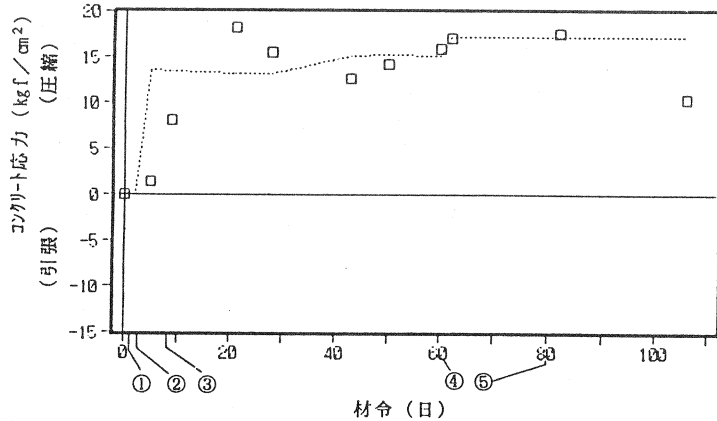
図-8より、コンクリート応力の実測値は、プレストレス導入後圧縮側に大きく移動し、そして、その後はほぼ横ばいに推移するという動きを示している。

式(1)を用い、各作業項目における荷重状態の変化を、実施工にあわせて適用し、計算を行なった値を点線で図中に示す。なお、B橋はT型桁であるので、自重の作用時期を、プレストレス導入時として計算している。

実測値と計算値を比較してみると、両者はほぼ一致しており、式(1)により、荷重状態の変化を実施工にあわせて適用することにより、コンクリート応力の変化を求めることができるようである。



□実測値 ----- 計算値
図-7 A橋コンクリート応力



□実測値 ----- 計算値
図-8 B橋コンクリート応力

4. まとめ

材令ごとのコンクリート応力ならびに鉄筋ひずみの経時変化は、湿度を桁架設現場における年平均湿度とし、クリープ・乾燥収縮の影響を求め、各作業項目における荷重状態の変化を実施工にあわせて適用し、式(1)により計算すれば、実橋における値を求めることができるようである。

謝辞 計測に際しては、JR東日本東北工事事務所福島工事区の御協力を得て実施した。ここに、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 石橋忠良, 齊藤啓一, 岩田道敏: 鉄筋拘束応力に及ぼすコンクリートのクリープ・乾燥収縮の影響の評価について 土木学会第46回年次学術講演会概要集, 1991, 9
- 2) 館石和雄, 大庭光商, 竹内研一, 津吉 毅: PRC桁の設計における乾燥収縮の影響について, 構造工学論文集, Vol. 36A
- 3) 阪田憲次, 綾野克紀: コンクリートの乾燥収縮ひずみ予測式の提案, 第43回セメント技術講演集
- 4) 阪田憲次, 池田 清: コンクリートのクリープの予測に関する研究, 土木学会論文報告集第340号, 1983, 12
- 5) 国立天文台編: 理科年表: 丸善株式会社, 1990