

V-47

P C斜材で補剛したP C連続箱桁の設計

東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 正会員○菅原 正美
 東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 正会員 加藤 光
 東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 正会員 生田 雄康

1. はじめに

田沢湖線第一玉川橋梁は、延長248m、14径間の上路プレートガーダーであるが、一級河川玉川の河川改修に伴い別線方式で改築することとなった。本橋は、橋梁前後の取付制限、田沢湖線新在直通運転計画との調整による工事期間の短縮と、それに伴う河川内での通年施工の実施等の施工条件を検討し、3径間連続PC斜材箱桁という新しい構造形式を採用した（図-1）。本稿は、その設計概要について報告するものである。

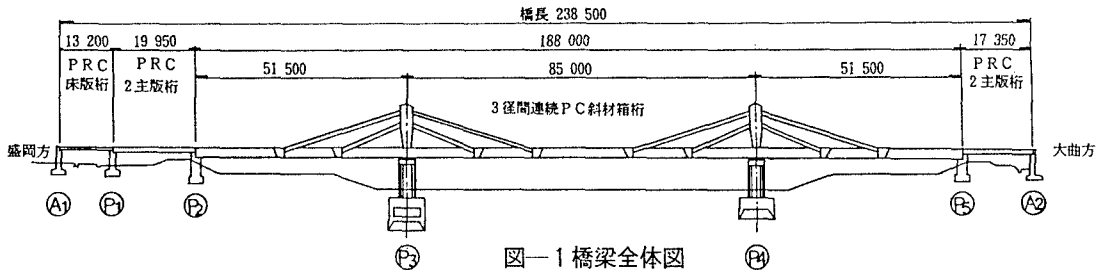


図-1 橋梁全体図

2. 3径間連続P C斜材箱桁の特徴

本橋梁は、斜張橋と桁橋の中間的な構造特性を有し、両者の中間的なスパンを埋める中規模橋梁に適した構造形式で、主桁の剛性が斜張橋に比べて大きい。これにより、主桁の応力負担が斜張橋に比べて大きくなり、主桁での応力の不足分を偏心配置したコンクリート斜材で補うものである。

特徴は、P C斜張橋に比べて斜材の応力変動が小さいこと、橋全体の剛性が高いために主桁のたわみを小さくできること、及びメンテナンスが通常の桁橋と同様に容易であること等であり、経済性に優れ、同規模の鉄道橋においては有利な構造形式といえる。

3. 設計概要

本橋の一般条件を表-1、使用限界状態の制限値を表-2、部材断面の形状を図-2に示す。本橋は斜材を有する連続桁の高次不静定構造物のため、解析は複雑となる。特に、斜材は張出し架設時にはPC鋼材とし桁連結後にコンクリート部材とするため、今回は部材性能をクリープ進行度に応じて変化させた平面骨組解析を行い、断面力の算出をした。限界状態設計における使用限界としては、①桁完成直後（構造系完成時）②施工完了時 ③共用開始時 ④ $t = \infty$ の4段階について、断面を照査している。設計結果の概要を表-3に示す。

表-1 一般条件

桁 長	187.80m
支 間 長	50.75 + 85.00 + 50.75m
平面線形	直 線
縦断線形	LEVEL
列車荷重	EA-17
軌道構造	スラブ軌道
支 承	ゴム支承
ストッパー	ダブルストッパー(P3, P4)

i. 主桁 …… 主方向（橋軸方向）はP C構造とし、永久荷重作用時にはフルプレストレスとし、変動荷重作用時には部材寸法を考慮した設計引張強度以内に制限したプレストレスを与えるものとする。また、床版はR C構造とし各限界状態を満足する鉄筋を配置する。

ii. 斜材 …… 斜材に配置されるP C鋼材は緊張時期、使用目的から一時鋼材と二次鋼材とに分類される。

①一次鋼材は、張出し架設時の主桁重量の負担および主桁に作用する曲げモーメントの改善を主な目的とし設置する。配置本数は、一時鋼材の必要プレスト力、増加引張力と鋼材の応力度制限値(0.7 f_{pu})から決定され、上段斜材は2本、下段斜材は3本である。なお、斜材張力の調整緊張は考慮していない。

②二次鋼材は、主桁閉合、斜材コンクリート打設後に緊張し、導入するプレストレス力は、以降に載荷される版上荷重および変動荷重による軸引張力に相当する量とする。配置形状は、斜材自重による曲げモーメントに抵抗するため放物線配置とする。

iii. 主塔 …… 主塔は、工期短縮を図ることを目的としてプレキャストPC構造とした。プレキャスト部材であるので風荷重時($f=300\text{kg}/\text{m}^2$)には($+10\text{kgf}/\text{cm}^2$)の圧縮応力度を確保するため1主塔当たり11本のPC鋼棒を配置している。また、地震時にはPC鋼棒のみを評価した終局耐力の検討を行い、安全性を確保している。

表-2 使用限界状態の制限値

	設計基準強度 (f_{cs})	使用 限 界 状 態	
		永久荷重作用時	変動荷重作用時
主 桁	500	曲げ圧縮 曲げ引張 斜め引張 0.4f _{cs} 0.0 0.0	0.5f _{cs} 0.5f _{cs} $\pm 0.6/(2.3^{1/3})$ ± 0.7
斜 材	500	曲げ圧縮 曲げ引張 斜め引張 0.4f _{cs} 0.0 0.0	0.5f _{cs} 0.5f _{cs} $\pm 0.6/(0.9^{1/3})$ ± 0.7
主 塔	400	曲げ圧縮 曲げ引張 斜め引張 0.4f _{cs} 0.0 0.0	— 10.0 0.5f _{cs} ± 0.7
PC鋼より線 (SMPR75)			0.7f _{cs} **
PC鋼棒 (S355B/1100)			0.7f _{cs} **

*1, *2は部材寸法の影響を考慮した制限値
*3 プレキャスト部材としての制限値
*4, *5は変動荷重作用時の制限値

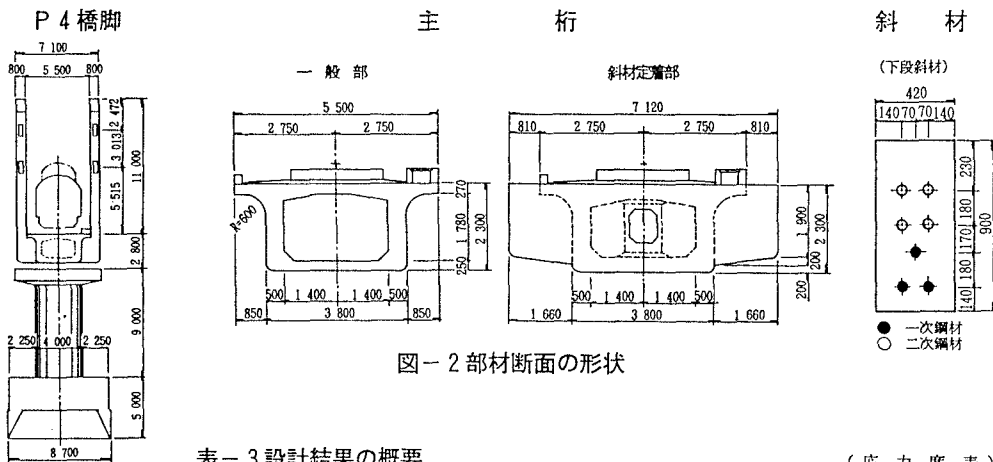


図-2 部材断面の形状

表-3 設計結果の概要

(応力度表)

種 別	項 目	単 位	主 桁					上 段 斜 材		主 塔		制 限 値
			端部	上段斜材定着部	中央部	中央部	主桁定着部	中央部	主塔部	上下段斜材中心	主塔部	
終局限界	曲げモーメント		0.204	0.205	0.469	0.965	0.272	0.943	0.331	0.689		$\gamma_1 \cdot M_s / W_{ss} \leq 1.0$
状 態	せん断力		0.889	0.873	0.375	0.013	—	0.022	0.632	0.098		$\gamma_1 \cdot V_s / V_{ss} \leq 1.0$
使用限界 状 態	構造系完成直後	上	緑	6.2	90.2	-8.1	246.4	212.7	231.0	54.8	119.8	主桁-13 $\leq \sigma_c \leq 250$
		下	緑	6.3	141.7	166.8	171.7	189.1	133.5	37.6	77.9	斜材-17.5 $\leq \sigma_c \leq 250$
	施工完了時	上	緑	6.7	69.1	-11.6	160.5	147.5	137.5	54.4	130.5	主塔-5 $\leq \sigma_c \leq 235$
		下	緑	4.8	137.2	164.7	120.1	111.1	91.1	39.6	80.8	
	共用開始時	上	緑	6.8	68.1	2.6	135.4	133.9	109.0	53.4	126.3	主桁 $0 \leq \sigma_c \leq 200$
		下	緑	4.4	128.1	141.7	109.8	92.0	89.4	38.6	80.7	斜材 $0 \leq \sigma_c \leq 200$
	永久荷重作用時	上	緑	7.1	6.6	0.4	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	主塔 $10 \leq \sigma_c \leq 160$
		斜引張		7.1	6.6	0.4	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	主桁, 斜材 $\sigma_s \leq 22$ 主塔 $\sigma_s \leq 19$
	100 変動荷重作用時	上	緑	7.1	66.9	33.5	106.7	121.5	76.5	49.6	107.0	主桁 $0 \leq \sigma_c \leq 200$
		下	緑	3.2	104.4	92.2	102.1	72.6	94.8	35.9	80.8	斜材 $0 \leq \sigma_c \leq 200$
		Max	上緑	12.3	115.5	84.9	149.7	139.7	90.5	71.3	154.6	主塔 $10 \leq \sigma_c \leq 160$
		下緑		-2.6	38.2	23.4	79.8	75.4	15.9	44.7		主桁 -14 $\leq \sigma_c \leq 200$
		Min	上緑	4.1	8.1	25.4	-13.9	28.0	53.1	27.4	68.7	斜材 -19.5 $\leq \sigma_c \leq 200$
		下緑		5.6	184.5	103.2	69.3	12.2	110.9	66.7	144.1	主塔 10.0 $\leq \sigma_c \leq 200$
	共用開始時	斜引張		9.1	7.9	0.6	0.0	0.0	0.7	2.2	0.1	主桁, 斜材 $\sigma_s \leq 22$ 主塔 $\sigma_s \leq 19$
		P C 鋼 棒	kgf/mm ²	—	66.7	—	—	—	—	71.2	68.3	主桁 $\sigma_s \leq 80.7$ 主塔 $\sigma_s \leq 84$
100	鋼 材	P C 鋼 棒	—	—	108.1	—	98.6	95.7	90.5	—	—	主桁, 斜材 $\sigma_s \leq 133$
		P C 鋼 棒	—	—	60.0	—	—	—	—	66.9	61.4	主桁 $\sigma_s \leq 84$ 主塔 $\sigma_s \leq 84$
	鋼 材	P C 鋼 棒	—	—	105.4	—	88.9	86.5	82.2	—	—	主桁, 斜材 $\sigma_s \leq 133$

4. おわりに

桁剛性を大きくし、斜材効果を小さくすることによって、連続桁としての構造特性を有する斜材で補剛した橋梁の設計が可能となった。この構造は、桁高等に制約を受ける橋梁に今後も活用できる形式であると考えられる。