

仙石線新鳴瀬川橋りょうの設計について

東日本旅客鉄道 東北工事事務所 正会員 永井 孝弥
 東日本旅客鉄道 東北工事事務所 正会員 高濱 文義
 東日本旅客鉄道 東北工事事務所 正会員 斎藤 啓一

1. はじめに

J R 仙石線野蒜～陸前小野間の吉田川・鳴瀬川橋りょうは、昭和3年に設置された全長 423m の上路式単純鋼桁橋りょうである。今回建設省の河川改修計画に合わせて改築を行うこととなり、現位置から 200m 下流に新設することとなった。この新鳴瀬川橋りょうの構造形式に、鉄道橋として世界で初めてフィンバック橋を採用することにしたので、以下に上部工の設計概要について報告する。

2. 橋りょう上部工構造形式選定

上部工の構造形式を選定する条件として、河川の阻害率により、吉田川では 28m 以上、鳴瀬川では 39.5 m 以上のスパンが必要であった。そこで表-1 に示す P C 下路桁・下路鋼板桁・P C 単純 I 桁・P C フィンバック橋の 4 案について比較検討を行い、工期・経済性共に優れた P C フィンバック橋を採用した。

表-1 上部工構造形式選定比較

項目	構造形式	P C 下路桁	下路鋼板桁	P C 単純 I 桁	P C フィンバック橋
上部工		81	48	79	44
下部工		66	53	36	56
塗装			22		
合計		147 ×	123 ○	115 ○	100 ◎
架設法		押出し架設 Δ	橋をばらしてトラッククレーン架設 ○	大規模な製作ヤード必要 Δ	移動架設桁による架設 ◎
工期(月)		44 ×	32 Δ	41 ×	23 ◎

経済性は P C フィンバック橋を 100 と計算

3. 上部工設計概要

図-1、図-2 に新鳴瀬川橋りょうの断面・側面を、表-2 に設計条件を示す。構造形式は P R C 構造を採用し、6 径間連続 P R C 箱型フィンバック橋とした。設計は鉄道構造物等設計標準²⁾に基づき、限界状態設計法により行っている。なおせん断応力については、使用時にひび割れを発生させないよう設計荷重時の斜め引張応力度を設計引張強度以下に制限する、曲げ応力については縁引張応力度をコンクリートの設計曲げ強度以下に制限するなどの配慮を行った。また移動架設桁による張出し架設工法を採用するため、540tf の移動架設桁装置重量を架設時の荷重として考慮している。また P R C 橋であるため、プレストレスの減少に鉄筋の拘束を考慮している。自重による曲げモーメントと列車荷重による曲げモーメントの結果を図-3、図-4 に示す。また曲げモーメントに対する検討結果を表-3、せん断力に対する検討結果を表-4 に示す。

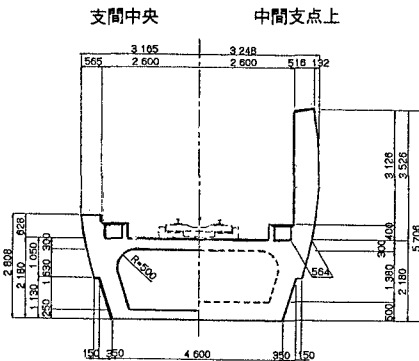


図-1 新鳴瀬川橋りょう(主桁断面)

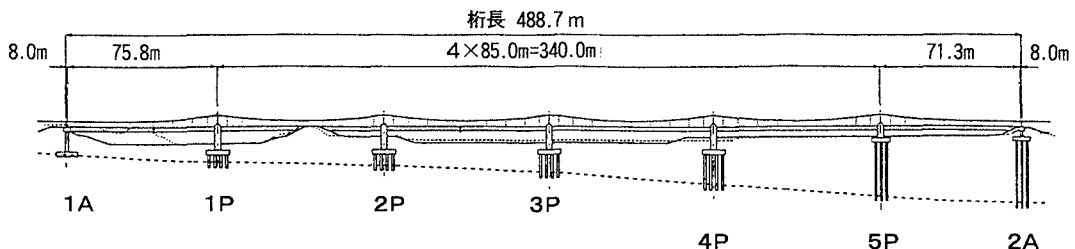


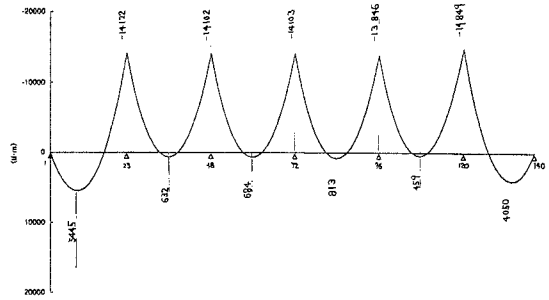
図-2 新鳴瀬川橋りょう(側面)

Keywords: 設計, フィンバック橋, 背びれ, 張出し架設工法

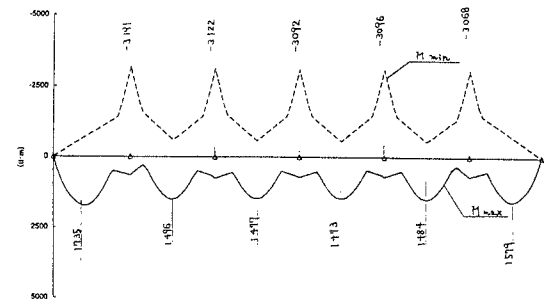
〒980 仙台市青葉区五橋 1-1-1 Tel 022-266-9660 Fax 022-262-1487

表—2 設計基本条件

一般条件	線路等級	3級線	設計速度	110km/s
	設計荷重	M-18	橋 長	485.50m
	支間長	75.8m+4×85.0m+71.3m		
	縦断勾配	Level	平面線形	R = ∞
	斜 角	90°	設計塑性率	$\mu_{rd}=10$
	設計水平震度	Kh=0.38~0.44 (橋軸方向) Kh=0.38~0.45 (橋軸直角方向)		
	軌道構造	弾性バラスト構造		
	上部構造	6径間連続PRC箱型ファイバック橋		
下部構造	逆T形RC橋台、小判形壁式RC橋脚			
基礎形式	直接基礎、場所打杭基礎φ1,300			
コンクリート	設計基準強度	400 (kgf/cm ²)		
	単位: (kgf/cm ²)	使用限界状態	終局、疲労、 終局(地震時) 限界状態	
		カスミ 導入時	完成 時	
	設計圧縮強度	350	400	308
	設計曲げ強度	45	49	38
	設計引張強度	25	27	21
	設計付着強度	30	33	25
		カスミ導入直後	永久荷重作用	
	応力度	圧縮	205 (kgf/cm ²)	160 (kgf/cm ²)
	制限値	引張	設計曲げ強度	設計引張強度
	斜引張	19 (kgf/cm ²)	21 (kgf/cm ²)	
P C 鋼材	材 質	SWPR7B 12T15.2mm		
	設計引張強度	190 (kgf/mm ²)		
	設計引張降伏強度	160 (kgf/mm ²)		
	応力度	プレストッキング中	144 (kgf/mm ²)	
鉄 筋	制限値	プレストッキング直後	133 (kgf/mm ²)	
		変動荷重載荷時	133 (kgf/mm ²)	
	単 位: kgf/cm ²	引 張 強 度	5 000	
	種 類	SD 345	引張降伏強度	3 500



図—3 自重による曲げモーメント



図—4 列車荷重による曲げモーメント

表—3 曲げモーメントに対する検討結果

項 目	単 位	中間中央部 (1P~2P間)	
		1P~2P間	中間支点(2P)
形状	断面	b	1,066
		H	5.68
	鉄筋(SD345)	上縁	14
		下縁	40
終局	PC鋼材量(SWPR7B 12T15.2)	本	36
	設計曲げモーメントM _d	tf·m	-24117
	設計曲げ耐力M _{ud}	tf·m	-37805
	安全率の検討	$\gamma_i \cdot M_d / M_{ud}$	0.77
使用	プレスト	上縁	14/-25
	導入直後	下縁	30/-25
	永久荷重	上縁	5/-11
	作用時	下縁	73/-11
限界	PC鋼材	プレストッキング直後	10281/13300
	応力度	変動荷重作用時	9171/13300
	鉄筋	変動荷重作用時	-737/3500
	ひび割れの検討	ひび割れ幅	0.000
疲労	耐力	ひび割れ幅	0.248
	耐力	ひび割れ幅	0.000
	耐力	ひび割れ幅	0.300
	耐力	ひび割れ幅	0.000
状態	PC鋼材	設計変動応力度	σ _{rd}
		σ _{rd}	245
		σ _{rd}	1800
		σ _{rd}	0.14
限界	鉄筋	設計変動応力度	σ _{rd}
		σ _{rd}	325
		σ _{rd}	2968
		σ _{rd}	0.11

表—4 せん断力に対する検討結果

項 目	単 位	1P左側側面	
		1P左側側面	1P左側側面
形状	断面	b	1,066
		H	5.305
	鉄筋(SD345) D19@125	組	2
	設計せん断力V _d	tf	-1253
終局	コンクリートのせん断耐力V _{cd}	tf	96.5
	$\gamma_i \cdot V_d / V_{cd} < 1.0$ を満足する鉄筋量As ₂	cm ²	52.83
	設計斜め圧縮破壊耐力V _{wcd}	tf	2536
	$\gamma_i \cdot V_d / V_{wcd}$		0.59
使用	斜め引張	架設時	設計せん断力V _d
	応力度の検討	斜め引張応力度 σ _i	kgf/cm ²
		変動荷重作用時	tf
		斜め引張応力度 σ _i	kgf/cm ²
限界	せん断	永久荷重による設計せん断力V _{pd}	kgf/cm ²
	ひび割れの検討	変動荷重による設計せん断力V _{rd}	kgf/cm ²
		コンクリートのせん断耐力V _{cd}	kgf/cm ²
		永久荷重時の鉄筋応力の制限量を満足する鉄筋量As ₃	cm ²
スター	横方向の計算	As ₁	cm ²
		As ₁	63.552
		As ₁	84.606
		As ₁	1258
配置	終局	せん断耐力	V _{cd}
		$\gamma_i \cdot V_d / V_{cd}$	0.61
	使用	永久荷重時のスターラップの応力度 σ _{wpd}	kgf/cm ²
		V _{pd}	tf
疲労	永久荷重による設計せん断力	V _{pd}	tf
	変動荷重による設計せん断力	V _{rd}	tf
	設計変動応力度 σ _{rd}	kgf/cm ²	602.7
	設計疲労強度 σ _{rd}	kgf/cm ²	771.9
状態		$\gamma_i \cdot \sigma_{rd} / \sigma_{rd}$	0.78
		$\gamma_i \cdot \sigma_{rd} / \sigma_{rd}$	0.78

4. おわりに

移動架設術を用いた張出し架設工法によるPRCフィンバック橋とすることにより、スパンを長く取って橋脚数を減らし、費用を軽減することは、今回のような地盤の悪い河川橋りょうでは有利な構造形式である。今回、橋りょう上部工の設計について報告したが、今後の橋りょう計画の参考になれば幸いである。

参考文献: 1)永井・高濱・小池: JR仙石線鳴瀬川橋りょうの設計について, 平成8年度土木学会東北支部年次講演集, 1996.3

2)鉄道構造物等設計標準の手引(PC・PRC構造物), 東日本旅客鉄道(株), 1995.4