

新設曲線トラス桁の応力測定

JR九州 正会員 宮武 洋之

JR九州 正会員 田代 充

JR九州 正会員 大石 立美

1. はじめに

当該橋梁は、河川改修事業に伴い、盛土区間約 90mを河川がショートカットして横断するため、25%の急勾配区間に曲線下路トラス桁を活線横取工法により架設したものである。

本トラスは平面曲率300mと小さく、主構断面はその影響を考慮した設計としているが¹⁾、橋梁としての構造特性をより定量的に把握しておくことは、今後の維持管理上からも非常に重要である。そういった観点から、実際の列車荷重による応力挙動を把握し、設計上の応力値と比較するとともに、定量的管理値としての初期データを得、今後の維持管理に資するデータを収集したので以下に報告する。

2. 調查項目

(1)応力測定的位置

応力測定的位置を図-1に示す。

(2)構造解析

設計列車荷重 (EA-15) 載荷時に部材に発生する応力をより実態に近い条件で推定するために「実応力比」の考え方を導入した。これを求めるために、EA相当値連行列車荷重を載荷した立体トラスとして現行走行列車により発生する部材力を FEM により解析した。

(3)設計値との比較

実橋測定結果および(2)の解析値をもと

に、設計列車荷重作用時の実働応力を推定し、設計値に対する部材の余裕度を検証した。

以上の調査のフローを図-2に示す。

3. 調査結果と考察

走行列車により主部材に作用する軸応力分布の測定結果の一例を表－１に示す。また、当該線区の代表列車であるハ31(ディーゼル)による実測値と解析値から推定される部材の設計値に対する余裕度を表－２に示す。

(1)弦材

弦材はほぼ均等な軸応力が作用し、曲線の影響が左右弦材に働く部材力の差(約 50%)として出ていることが知られるものの、内軌側上弦材を除いて設計値に対する部材の余裕度として40%以上ある。内軌側上弦材は、鉛直荷重による側面トラスとしての圧縮応力と水平力による平面トラスとしての圧縮応力が同時に作用するため、部材の余裕度は小さい結果となった。現実上問題となるものではない。

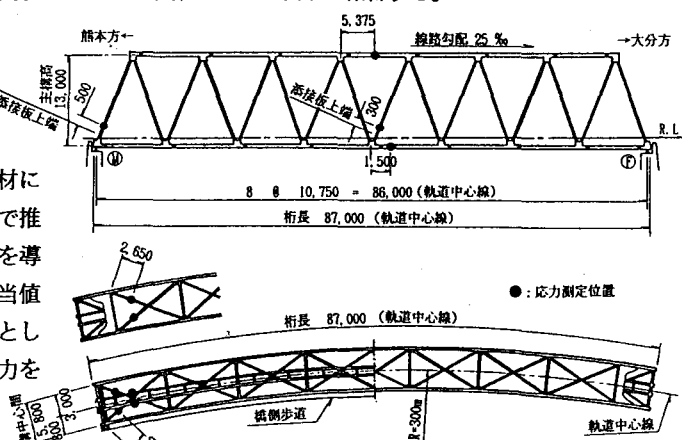


圖-1 測定位置圖

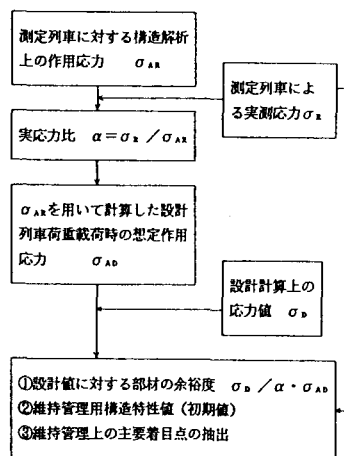


図-2 調査のフロー

が、維持管理においては内軌側上弦材の座屈、特にラテラル・ガセットの連結ボルトの弛緩や脱落、局部変形等に注意を要すると考えられる。

(2)端柱

端柱は外軌側にねじりが作用していることが同われるものの、断面としては十分余裕がある。しかし、支点沈下等が生じると過大な応力が作用し、ポータルの隅角部や連結部にき裂・ボルトの弛緩等として現れることが考えられ、維持管理の際には着目すべき点となる。

(3)斜材

斜材も端柱と同様に、設計断面に特に問題はない。しかし、軸応力以外に、それに匹敵する大きさの面外曲げが作用している。この影響は、ガセット連結部のボルトの弛緩等として現れることがあり、今後注意を要する箇所である。

(4)縦桁、横桁、横構

縦桁・横桁は、設計値に近い応力が作用する解析結果となっている。特に、端横桁ではほとんど余裕のない結果となった。この理由として、設計では部材一つに着目した中立軸を考えているが現実には上側に軌道があったり、主構との共同作用が影響し、その結果、中立軸が上がり、特に下フランジの応力が大きくなるものと考えられる。端横桁下フランジ、外軌側上横構は、部材に余裕のない結果とな

表-1 主部材に作用する軸応力分布

測定部材・部位 (○数字はひずみゲージの番号)		作用応力度 (MPa)		実測列車名 (列車速度)
		外軌側	内軌側	
主	下弦材	① 17.8 ② 16.8 ③ 17.2 ④ 20.1 ⑤ 18.1 ⑥ 22.3 平均 18.7	12.4 11.4 11.7 12.6 13.1 12.8 12.3	h185 (V=35km/h)
	上弦材	① -14.4 ② -14.9 ③ -13.1 ④ -13.1 平均 -13.9	-22.2 -23.1 -18.2 -19.2 -20.7	
	端柱	① -6.6 ② 2.9 ③ -10.3 ④ -3.3 平均 -4.3	-7.2 -4.3 -9.1 -4.8 -6.4	
	斜材	① -7.9 ② 14.0 ③ -6.6 ④ 13.1 平均 3.2	-11.3 13.7 -9.0 12.0 1.4	
	縦桁	UF -20.9 LF 34.4	-26.5 39.3	
	横桁	UF -20.1 LF 24.3	-20.1 24.3	
上横構	UF	-4.8	-1.8	h31 (V=35km/h)
	LF	-4.9	-1.9	
下横構		10.2	-2.0	h28+h58 (V=35km/h)

表-2 設計値に対する部材の余裕度

部 材・部 位		影響線長	固定列車による作用応力 (MPa)		実応力比 $\alpha = \frac{\sigma_s}{\sigma_{ss}}$	設計列車最荷時の想定作用応力 (MPa)		設計計算上の 応力度 (MPa) σ_s	設計値に対する 余裕度 $\sigma_s / \alpha \cdot \sigma_{ss}$
			実測値 σ_s	解析値 σ_{ss}		解析値 σ_{ss}	実働応力 $\alpha \cdot \sigma_{ss}$		
下 弦 材	外軌側	$l = 86m$	7.3	12.4	0.59	108.8	64.2	140.4	2.19
	内軌側	$l = 86m$	4.8	7.4	0.65	81.8	53.0	122.6	2.31
上 弦 材	外軌側	$l = 86m$	- 6.8	- 7.7	0.88	- 81.8	- 72.0	-100.3	1.39
	内軌側	$l = 86m$	-10.1	- 9.4	1.07	- 87.8	- 93.7	- 99.9	1.07
端 柱	外軌側	$l = 86m$	- 4.3	-15.5	0.28	-135.2	- 37.9	-162.1	4.28
	内軌側	$l = 86m$	- 6.4	-19.7	0.33	-146.4	- 48.3	-196.3	4.06
斜 材	外軌側	$l = 65m$	7.3	14.9	0.49	91.7	44.9	98.9	2.20
	内軌側	$l = 65m$	7.1	10.8	0.66	56.9	37.8	74.9	1.89
上 横 構	外軌側	$l = 65m$	- 4.9	- 4.8	1.02	- 37.5	- 38.3	± 30.0	0.78
	内軌側	$l = 65m$	- 1.9	- 1.1	1.71	- 4.2	- 7.2	± 30.0	4.17
下 横 構	外軌側	$l = 65m$	- 1.0	- 3.5	0.29	- 19.3	- 5.5	± 36.7	6.67
	内軌側	$l = 65m$	5.3	6.4	0.83	36.1	30.0	± 36.7	1.22
縦 桁	上フランジ	$l = 11m$	-20.9	-20.7	1.01	- 58.3	- 58.9	-121.9	2.07
	下フランジ	$l = 11m$	34.4	27.4	1.26	70.4	88.7	133.1	1.50
横 桁	上フランジ	$l = 11m$	-26.5	-24.7	1.07	- 65.4	70.0	- 99.4	1.42
	下フランジ	$l = 11m$	39.3	29.8	1.32	79.2	104.5	103.2	0.99
端 横 桁	上フランジ	$l = 11m$	-20.1	-20.8	0.97	- 80.4	- 78.0	- 79.0	1.01
	下フランジ	$l = 11m$	24.3	20.8	1.17	80.4	94.1	73.5	0.78

注1)測定列車……キハ31、V=35km/h 設計列車……E A-15、V=75km/h
 2)測定列車による作用応力の解析値は、活荷重、衝撃および過心荷重を考慮した値である。
 3)設計列車最荷時の想定作用応力は、さらに死荷重も考慮している。

【参考文献】

1)田代・日高・鶴；「急曲線における鉄道曲線トラス桁の設計について」，土木学会第48回年次学術講演会講演概要集第1部，p1054~p1055，平成5年9月