

急曲線における鉄道曲線トラスの設計について

J R九州 正会員 ○ 田代 充
 J R九州 日高 巖
 J R九州 正会員 鶴 英樹

1. はじめに

豊肥本線玉来・豊後竹田間の稲葉川橋りょうは、大分県の2級河川稲葉川の中小河川改修事業の一環として新設するものである。なお、当該箇所は、盛土区間で曲線半径 $R=300\text{m}$ である。

この区間に架設する橋りょうを当初、支間 $l=86.0\text{m}$ の直線スルーツラスで計画したが、建築限界の関係で桁幅が大きくなり不経済となるばかりでなく、河川敷に親水公園が計画されていることから景観に配慮して曲線のスルーツラスで計画することとなった。

曲線トラスは国鉄時代からいくつかの例はあるが、 $R=300\text{m}$ の急曲線では今回が初めてである（図-1）。ここでは、この曲線トラスの構造解析モデル及びその結果について報告する。

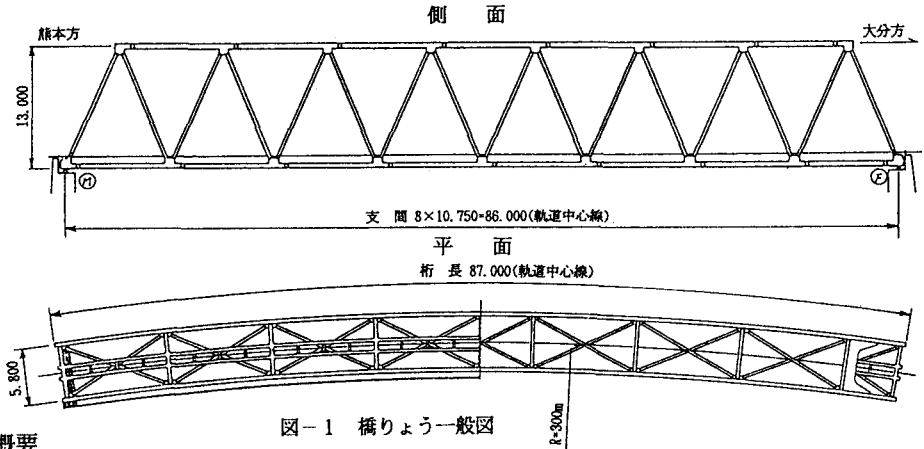


図-1 橋りょう一般図

2. 設計概要

(1) 設計を行うにあたっての基本的な考え方

曲線桁は直線桁に比べて荷重の偏心が大きく面外方向の応力が大となるため、それに対応可能な構造とすることにした。なお軌道構造は鋼直結軌道とした。

1) 斜材は軸力のほかに面内外の曲げモーメントが生じるので、軸力の正負にかかわらず箱型断面を採用した。

2) 上・下横構は、主荷重によるねじりの応力が発生するので一次部材として設計した。

3) 曲線桁においては、主荷重による変位及び支承部の回転方向は温度変化によるものと一致しないため、固定支承、可動支承とも球面支承を使用し、設置方向は固定・可動支承ともに主構中心線上に設置する。

4) 鋼直結軌道であるためカント調整を縦桁上フランジで行うと伴にウェブを曲線構造とした。

(2) 骨組要領

1) 下弦材は、軌道中心を基準とし内外の弦材中心に同心円を設けて設置し、横桁との交点を格点とし横桁間を直線で結んだ。

2) 上弦材は、下弦材の格点位置で同心円に接線を設け、その接線の交点を格点とした。

3) 横桁は軌道中心に直角に設置した。

4) 縦桁は横桁間を5等分した曲線桁の骨組構造とした。

(3) 構造モデル

構造モデルは図-2に示すような立体構造とした。立体解析にあたり構造系及び外力に対して考慮した仮定を以下に示す。

1) 軌道中心線上に仮定の縦桁部材を考慮する（モデルにはしめていない）。また、活荷重の載荷方法は仮定縦桁上を2.0mで移動する連行移動荷重とした。

2) 格点は剛結合とし、上・下横構の材端結合についてはピン結合とした。

3. 解析結果

(1) 反力

1) 面内荷重（鉛直荷重）においても曲線

内側支承と外側支承に大きな反力差が生じ、面外荷重（橋軸直角方向水平力）が作用すると、曲線内側支承にアップリフトが発生する。しかしその値は約 13.0tであるため支承でアップリフトを抑える構造とした。

(2) 変位

鉛直変位は、上弦材の支間中央付近で60mm、下弦材についても同様に60mmであった。また、内側と外側との差は10mm外側の方が大きくなった。水平変位は、上弦材においては全長で外側に約45mmであるのに対し、下弦材においては支間中央付近で内側に約 6mmであった。また、内側と外側との差はほとんどない。

(3) 各部材の応力（表-1参照）

1) 上弦材は中央部ではねじりの影響は小さいが、端部で大となり軸力も外側、内側の差が大きくなっている。

2) 下弦材は中央部で外側、内側の軸力差は見られるが、面内外ともモーメントは小さい。しかし、端部では面外のモーメントが大となり、内側では圧縮軸力も発生している。

3) 斜材の中央部では面外モーメントが大きくでており、端部では内側と外側の軸力差が大きくなっているばかりでなく、外側に112.3t.mという相当地に大きな面外モーメントが発生している。

4. まとめ

曲線トラスにおいては鉛直荷重載荷時に桁全体が外側に倒れていく現象を示すが、下弦材の両端のシューで固定されているため各部材にはねじりが発生するものと考えられる。特に、端部の上・下弦材は拘束が大きく、斜材においては全体的にねじりの影響が大きいことがわかった。また、シューにおいては大きな反力差が発生するので架設時の施工管理を十分に行っていく必要がある。

なお、架設は4月中旬予定でその後列車を通しながら各応力、たわみ測定を行うことにしており、今回のモデルの検証をしていきたいと考えている。

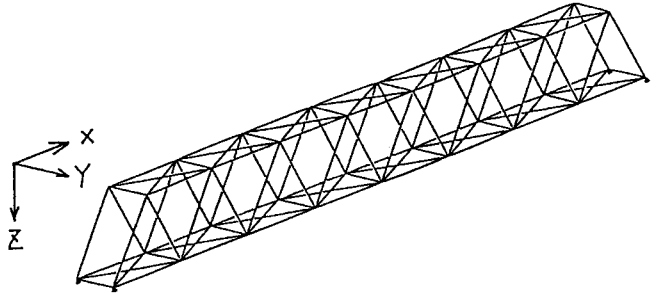


図-2 構造モデル図

表-1 各部材の最大応力の発生する断面力

(単位 t, m)

部材	位置	曲線内外	部材番号	軸力 N	面内		位置図
					M _x	M _y	
上弦材	中央部	外側	U ₇ -U ₉	-323.1	4.4	0.1	
		内側		333.7	3.7	-0.8	
端部	外側	U ₁ -U ₃	-178.3	-8.0	-25.3		
			-77.7	-3.6	-20.0		
下弦材	中央部	外側	L ₅ -L ₈	349.9	3.2	-2.7	
				271.9	-2.8	-1.5	
端部	外側	L ₁ -L ₂	122.2	-5.3	-37.0		
			-21.6	-4.8	-27.6		
斜材	中央部	外側	U ₇ -L ₈	27.7	-0.1	-20.4	
				11.6	-0.1	16.7	
端部	外側	L ₁ -U ₁	-350.0	7.2	112.3		
			-52.7	0.3	-23.9		