

複線3主PCランガー桁の荷重分担について

東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 ○ 正会員 花田 達雄
 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 大庭 光商

1. はじめに

鉄道橋において、広幅員の複線3主PCランガー橋を計画している。図-1はランガー桁一般図、図-2に断面図を示す。今回、PCランガー橋のスケルトンを決定するにあたり、アーチ材、補剛桁の剛性を変化させることにより荷重分担等の影響を検討したので報告する。

2. 検討結果と考察

自重およびバラストと軌きょうの荷重を考慮した永久荷重時構造解析は、桁、スラブ、柱を骨組とした3次元立体解析にて行った。

図-3および表-1は、補剛桁側桁($b=1.00\text{m}$ $h=2.35\text{m}$) 中桁($b=1.10\text{m}$ $h=2.35\text{m}$) およびアーチ材側桁($b=1.10\text{m}$ $h=2.35\text{m}$)の剛性を一定にし、アーチ材中桁の剛性のみを変化させた場合の荷重分担率を示す。図-4および表-2は、アーチ材側桁($b=0.90\text{m}$ $h=0.70\text{m}$) 中桁($b=1.10\text{m}$ $h=0.70\text{m}$) および補剛桁側桁($b=1.00\text{m}$ $h=2.35\text{m}$)の剛性を一定にして、補剛桁中桁の剛性のみを変化させた場合の検討結果を示す。

(1) アーチ材の剛性の影響

アーチ材中桁の軸剛性が大きくなるとアーチ側桁の軸圧縮力は幾分小さくなり、逆にアーチ材中桁の軸圧縮力は大きくなる。今回の検討範囲内では、アーチ材中桁の軸圧縮の荷重分担率は3.9%~4.4%程度となった。また、中桁部の支点反力は、アーチ材中桁の荷重分担の増加により同様の傾向を示すことがわかる。

アーチ材中桁の軸剛性を変化させた場合の補剛桁は、側桁・中桁とも曲げモーメントは減少するが、軸引張り力は増加することがわかる。

以上の結果、アーチ材は、その剛性により幾分荷重分担は変化するものの、傾向としては、2本の側桁が6.0%程度、中桁が4.0%程度の荷重分担となることがわかった。したがって、アーチ材は、軸圧縮力が支配的な部材であることを考慮すると、アーチ材中桁は側桁の4.0/3.0倍程度の断面積とすれば良いと思われる。

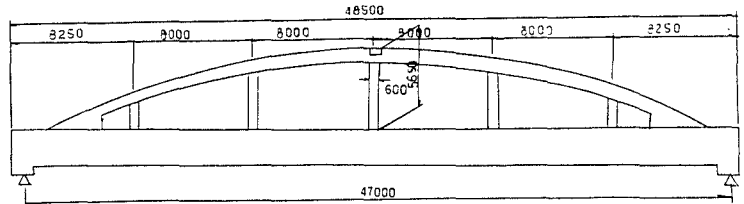


図-1 ランガー桁一般図

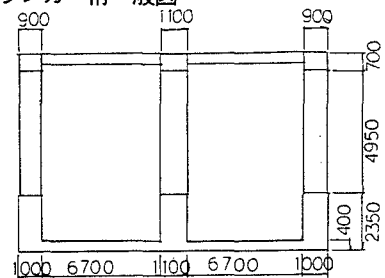


図-2 桁断面図

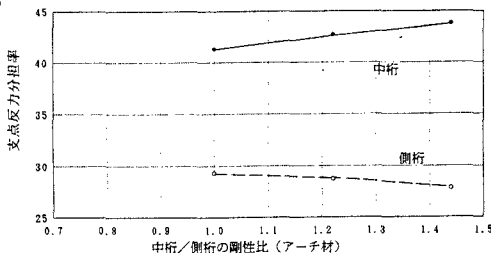
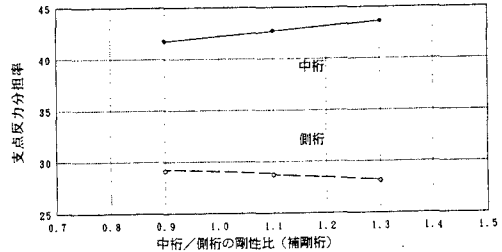
図-3 中桁/側桁の剛性比と
支点反力分担比 (アーチ材)図-4 中桁/側桁の剛性比と
支点反力分担比 (補剛桁)

表-1 アーチ材の剛性の影響

側桁：中桁 剛性比 (b×h)		1:1 (0.9X0.7m)	1:1.22 (1.1X0.7m)	1:1.44 (1.3X0.7m)
支点反力	側 桁	29.3%	28.7%	27.8%
	中 桁	41.3%	42.7%	43.8%
アーチ材 軸 力	側 桁	30.6%	29.4%	28.3%
	中 桁	38.8%	41.3%	43.4%

※) 側桁の剛性を一定(0.9X0.7m)とし、中桁の剛性のみを変化
なお、補剛桁の桁幅はすべて1.3mとした。

表-2 補剛桁の剛性の影響

側桁：中桁 剛性比 (中桁桁幅)		1:0.9 (b=0.9m)	1:1.1 (b=1.1m)	1:1.3 (b=1.3m)
支点反力	側 桁	29.1%	28.7%	28.1%
	中 桁	41.7%	42.7%	43.6%
補剛桁 曲げ モーメント	側 桁	30.2%	28.6%	27.2%
	中 桁	39.6%	42.8%	45.5%

※) 側桁の剛性を一定(b=1.0m)とし、中桁の剛性のみを変化
なお、アーチ材の桁幅はすべて1.1mとした。

(2)補剛桁の剛性の影響

中桁補剛桁の剛性を大きくした場合、側桁部の曲げモーメントは減少し、逆に中桁部の曲げモーメントは増加する。今回の検討範囲内では、補剛桁中桁の支点反力から計算した荷重分担はいずれも43%程度である。なお、補剛桁の剛性の変化は自重に顕著に影響するために断面力に及ぼす影響は大となる。

3. 鋼材量の検討

本橋ではPC構造として剛性の影響を考慮し補剛桁の鋼材量を検討した。なお、荷重状態としては変動荷重用時で、列車荷重(複線載荷)+衝撃とした。また、作用時の応力度の制限値は、部材の寸法効果を考慮し決定した。

表-3にアーチ材中桁の剛性を変化させた場合、表-4に補剛桁の剛性のみを変化させた場合の断面力を示す。

アーチ材中桁の剛性が大きくなると曲げモーメントは減少するものの、軸引張力は増加するため、結果としてPC鋼材量を変化させるまでには至らなかった。

表-3 アーチ材中桁の剛性を変化させた場合の部材に発生する最大M・N一覧表

7-7 材側桁と中桁の剛性比			1:1.22 (1.1x0.7m)		1:1.44 (1.3x0.7m)	
7-7材中桁寸法 (bXh)			N	M	N	M
永久 荷重	補剛桁	側桁	-278.0	582.8	-286.6	564.7
		中桁	-366.6	893.8	-384.3	818.4
	7-7 材	側桁	333.4	44.1	318.7	36.6
		中桁	418.1	48.9	485.6	56.6
	垂 直 材		-68.6	43.1	-69.2	42.3
複線 列車 載荷	補剛桁	側桁	-361.8	732.8	-366.6	716.9
		中桁	-483.1	1117.8	-493.0	1070.4
	7-7 材	側桁	409.7	56.6	401.2	55.2
		中桁	600.3	76.9	639.9	77.9
	垂 直 材		-109.9	66.7	-97.6	55.3

表-4 補剛桁中桁の剛性を変化させた場合の部材に発生する最大M・N一覧表

補剛桁側桁と中桁の剛性比			1:1.00 (2.35X1.1m)		1:1.3 (2.35X1.3m)	
補剛桁中桁寸法 (hxb)			N	M	N	M
永久 荷重	補剛桁	側桁	-278.0	582.8	-280.1	574.1
		中桁	-366.6	893.8	-402.3	959.0
	7-7 材	側桁	333.4	44.1	327.3	37.8
		中桁	418.1	48.9	368.8	57.4
	垂 直 材		-68.6	43.1	-71.2	43.6
複線 列車 載荷	補剛桁	側桁	-361.8	732.8	-355.7	727.2
		中桁	-483.1	1117.8	-514.2	1247.5
	7-7 材	側桁	409.7	56.6	411.6	50.0
		中桁	600.3	76.9	610.7	77.9
	垂 直 材		-109.9	66.7	-98.5	56.8

4. おわりに

複線3主PCランガー桁のスケルトンを決定するにあたり、アーチ材の剛性、補剛桁の剛性の影響を検討した。

その結果、アーチ材中桁は、全荷重の40%程度の方担率を考慮しておけば良いことがわかり、それに見合った断面が必要となる。