

# 鋼鉄道橋における製作キャンバーの精度向上について (床版打設時, 逐次合成)

鉄道・運輸機構 正会員 藤原 良憲

(株)トーニチコンサルタント 正会員 ○久保 武明

(株)東京鉄骨橋梁 正会員 小峰 翔一, 金尾 光志

宮地エンジニアリング(株) 正会員 上原 正

## 1. はじめに

近年, 鉄道における軌道構造には従来から用いられてきたバラスト軌道ではなく, 保守軽減を目的としたスラブ軌道等の省力化軌道が採用されている. スラブ軌道等は, 橋梁構造物と一定間隔に配置した固定用鉄筋にて結合される. そのため, 鋼鉄道橋においては, スラブ軌道を支持するために床版コンクリートを有した合成桁橋が多数採用されている. また, 列車の走行するレールと橋梁構造物が直結されるため, 特に新幹線のような高速走行の場合, 構造物の完成高さが軌道高さや列車走行性に大きな影響を及ぼすため, 製作キャンバーや施工時の高さ管理に対して精度向上が望まれている.

しかし, 製作から施工に至るまでの各段階においてどのような要因がどの程度影響を及ぼしているのか, 定量的に把握されているものではない. そこで, 最近の鉄道橋連続合成桁5橋の実績から, 施工時に得られたキャンバーの実測値を基に解析的検討を加えてキャンバー値に関して比較考察を行うものとした. 本稿では床版打設時に着目して行った検討結果を報告する.

## 2. 検討対象橋梁

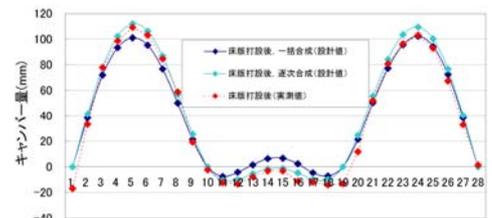
最近の鉄道用連続合成桁の施工実績より, 表-1 に示す床版打設時の実測値が確認可能な5橋を対象とした. 床版打設時において実測値と設計値に差異が生じる要因として, 先施工の床版コンクリートが主桁断面の剛性に寄与している影響, コンクリートの設計強度と実強度の差, が考えられ, これらに着目して検討を行うものとした.

## 3. 検討条件

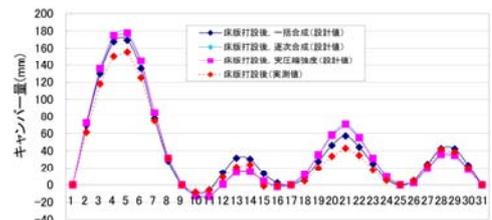
設計値算出における床版コンクリートの打設順序は, 全径間すべてのコンクリートを一括で打設する一括合成方式 (以下, 一括合成) と, 部分的にコンクリートを順次打設する逐次合成方式 (以下, 逐

表-1 検討対象橋梁

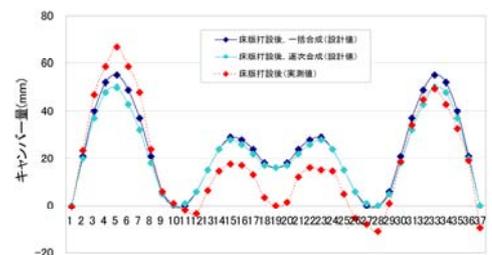
名称	径間数	支間長 (m)	主桁断面形状	RC床版の設計基準強度
A橋	3径間	67+68+67	2主箱桁	30N/mm <sup>2</sup>
C橋	4径間	88+82+76+64	2主箱桁	36N/mm <sup>2</sup>
D橋	4径間	64+65+65+64	2主箱桁	40N/mm <sup>2</sup>
E橋	3径間	48+110+48	1主箱桁	40N/mm <sup>2</sup>
F橋	4径間	98+103+103+98	1主箱桁	35N/mm <sup>2</sup>



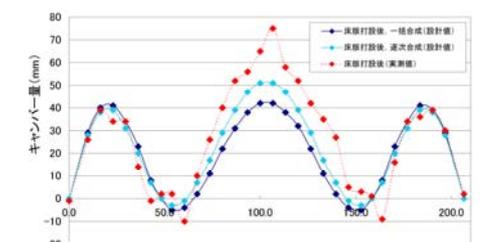
(1) A橋



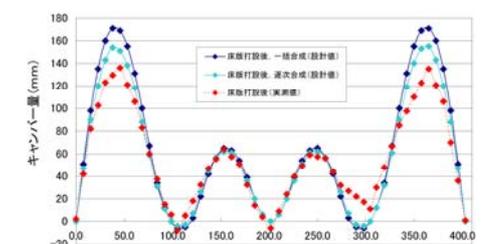
(2) C橋



(3) D橋



(4) E橋



(5) F橋

図-1 各橋の実測値と設計値

キーワード: 鉄道橋, 連続合成桁, キャンバー, 逐次合成

連絡先: 〒151-0071 東京都渋谷区本町 1-13-3 Tel:03-3374-4084 Fax:03-3374-4744

次合成)の2通りとした。逐次合成におけるコンクリートの打設順序は、床版コンクリートの自重による変形が大きくなる順序(側径間中央→中央径間中央→中間支点)とした。ただし、施工時の記録が残っているC橋については施工時の打設順序(第3径間→第1径間→第2径間→第4径間→中間支点)を用いた。また、C橋は施工時の圧縮試験よりコンクリートの実強度を用いたケースも検討した。

鋼とコンクリートのヤング係数比  $n$  は7とした<sup>1)</sup>。鉄道橋では死荷重に対してヤング係数比を  $n=21$  とすることでクリープによる影響を考慮し、乾燥収縮による影響は考慮しないこととしている<sup>1)</sup>が、本検討においては、ヤング係数比  $n=7$  を用い、クリープによる影響は無視し、乾燥収縮による影響は考慮するものとした。また、コンクリートの強度は設計基準強度とし、若齢時におけるコンクリート強度は考慮していない。

#### 4. 考察

床版打設時の実測値と設計値を図-1に示す。実測値は床版打設後から鋼桁架設後の値を差し引いた値を示し、設計値は床版打設時のみの値を示す。また、支間中央付近における実測値と設計値、それらの比と差を表-2に示す。

##### (1) 床版の合成方式による考察

実測値に近似する設計値を表-2に着色した。隣接径間に先施工の硬化したコンクリートがある径間はピンク色、ない径間は黄色としている。検討対象径間数18径間に対し、逐次合成が実測値に近い結果が13径間(72%)、一括合成が実測値に近い結果が5径間(28%)と、施工時の打設順序に近い逐次合成が多数をしめる。

また、隣接径間に先施工の硬化したコンクリートがある径間に着目した場合、検討対象径間数8径間に対し、逐次合成が実測値に近い結果が7径間(88%)、一括合成が実測値に近い結果が1径間(13%)。ない径間に着目した場合、検討対象径間数10径間に対し、逐次合成が実測値に近い結果が6径間(60%)、一括合成が実測値に近い結果が4径間(40%)と隣接径間の硬化したコンクリートは実挙動に影響を及ぼすものと考えられる。

##### (2) コンクリートの強度による考察

C橋の施工時における圧縮強度試験の結果は、設計基準強度  $f_{ck}=35\text{N/mm}^2$  に対して最小  $41.8\text{N/mm}^2$ 、最大  $44.2\text{N/mm}^2$ 、平均  $43.2\text{N/mm}^2$  の結果であった。平均値を用いて文献<sup>2)</sup>によりコンクリートのヤング係数を、そのヤング係数比から合成断面の諸元を求めてたわみ量を算出し、キャンパー値の再計算を逐次合成により行った。設計基準強度を用いた場合と実圧縮強度を用いた場合の差は、表-2より最大  $0.2\text{mm}$  とほぼ同じ結果であり、コンクリート強度による影響はほとんど無いことが確認出来た。

#### 4. まとめ

実測値と設計値を比較した場合、逐次合成が実測値に近い傾向は確認出来たが、異なる傾向を示すものもある。また、一括合成と逐次合成の設計値の差は数  $\text{mm}$ ～最大  $16\text{mm}$  で設計値の約1割程度と大きい値ではない。

本稿で検討対象とした連続合成桁のキャンパー値に関して比較検討した例は少ないため、今後も引続き実測値と設計値の比較成果を構築していくことにより、同種の橋梁に対して合理的なキャンパー値の算出法や施工管理手法が構築できると考えている。

【参考文献】1)国土交通省鉄道局監修、財団法人鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物、丸善、2009.7 2)国土交通省鉄道局監修、財団法人鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物、丸善、2004.4

表-2 各橋の実測値と設計値およびその比と差

		単位	第1径間	第2径間	第3径間	第4径間		
A橋	値	一括合成	mm	101.1	6.4	102.4	—	
		逐次合成	mm	112.1	-1.6	109.4	—	
		実測値	mm	109.3	-3.1	103.3	—	
	比	実測/一括	—	108%	-48%	101%	—	
		実測/逐次	—	97%	194%	94%	—	
		一括-実測	mm	-8.2	9.5	-0.9	—	
	差	逐次-実測	mm	2.8	1.5	6.1	—	
		一括合成	mm	169.2	30.3	44.1	42.1	
	C橋	値	逐次合成	mm	177.6	15.8	55.3	34.9
			実圧縮強度	mm	177.6	15.6	55.1	34.9
実測値			mm	155.7	23.8	34.5	38.4	
比		実測/一括	—	92%	79%	78%	91%	
		実測/逐次	—	88%	151%	62%	110%	
		実測/実圧縮強度	—	88%	153%	63%	110%	
差		一括-実測	mm	13.5	6.5	9.6	3.7	
		逐次-実測	mm	21.9	-8.0	20.8	-3.5	
		実圧縮強度-実測	mm	21.9	-8.2	20.6	-3.5	
D橋		値	一括合成	mm	55.0	29.0	29.0	55.0
	逐次合成		mm	50.0	28.0	28.0	50.0	
	実測値		mm	67.0	17.5	15.0	49.5	
	比	実測/一括	—	122%	60%	52%	90%	
		実測/逐次	—	134%	63%	54%	99%	
		一括-実測	mm	-12.0	11.5	14.0	5.5	
	差	逐次-実測	mm	-17.0	10.5	13.0	0.5	
		一括合成	mm	40.0	38.0	41.0	—	
	E橋	値	逐次合成	mm	38.0	47.0	39.0	—
			実測値	mm	39.0	58.0	36.0	—
実測/一括			—	98%	153%	88%	—	
比		実測/逐次	—	103%	123%	92%	—	
		一括-実測	mm	1.0	-20.0	5.0	—	
差		逐次-実測	mm	-1.0	-11.0	3.0	—	
		一括合成	mm	169.0	63.0	65.0	171.0	
F橋		値	逐次合成	mm	151.0	61.0	62.0	155.0
			実測値	mm	136.0	57.5	57.5	135.0
			実測/一括	—	80%	91%	88%	79%
	比	実測/逐次	—	90%	94%	93%	87%	
		一括-実測	mm	33.0	5.5	7.5	36.0	
	差	逐次-実測	mm	15.0	3.5	4.5	20.0	