

鋼鉄道橋における合理的なたわみ量の算定方法に関する検討

(株)トーニチコンサルタント 正会員○鈴木 洋司, 正会員 久保 武明
(財)鉄道総合技術研究所 正会員 池田 学, 正会員 江口 聡

1.目的

鋼桁のたわみの照査は従来から重要な照査項目の1つであるが、桁のたわみの算定方法に関する検討事例は比較的少ない。本検討では、既存の実測データを用いて試設計結果と比較することにより、鋼桁のたわみをより合理的にかつ簡易に算定する方法を提案することを目的とした。

2.検討対象橋梁

本検討において対象とした橋梁は下記のとおり。

主桁のたわみ 上路プレートガーダー2 橋，下路プレートガーダー2 橋，下路トラス 2 橋，単純合成桁 2 橋について検討を行った。

連続合成桁のたわみ 複線 2 主桁桁タイプ 2 橋について検討を行った。なお、中間支点付近に着目したモデル化の相違、すなわち完全合成（引張側のコンクリート有効）断面と鋼桁＋鉄筋（引張側のコンクリート無効）断面の比較検討も行った。

3. 検討橋梁の概要

主桁のたわみを算定する際に用いた上路プレートガーダー橋の例を図-1 に示す。主要諸元は、支間長 35.0m、単線、開床式、2 主 I 桁断面である。

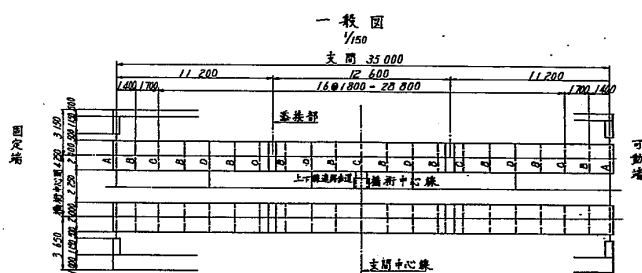


図-1 上路プレートガーダー

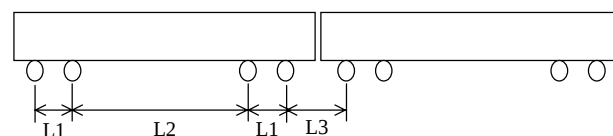
4. 骨組解析

解析は2次元の平面骨組解析とし、活荷重たわみ量は実測時の車両（図-2 参照）を用いた。

衝撃によるたわみ量は「鉄道構造物等設計標準・

同解説（鋼・合成構造物）3.5 衝撃」¹⁾により算定した係数を活荷重たわみ量に乗じて求めた。

$$\begin{aligned} i &= \frac{K_a V}{500 L^{0.2}} + \frac{10}{65 + L} \\ &= \frac{1 \times 220}{500 \times 35.0^{0.2}} + \frac{10}{65 + 35.0} = 0.316 \end{aligned}$$



	車両長 (m)	軸距			軸重 (kN)
		L1(m)	L2(m)	L3(m)	
新幹線	25	2.5	15	5	156.2

図-2 実測した新幹線車両のモデル

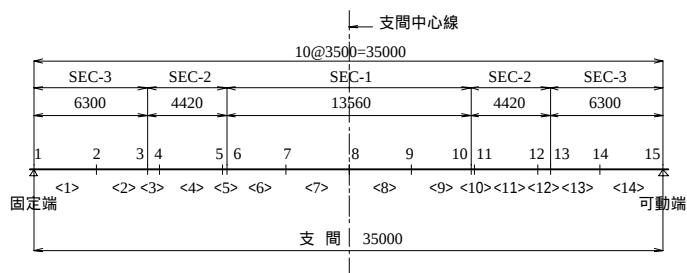


図-3 骨組解析モデル

図-1 で示した橋梁の骨組解析モデルを図-3 に示す。
本解析で得られた結果は以下の通り。

たわみ量： $\delta_L = 17.55\text{mm}$ （格点8，支間中央）

$$\delta_{I+I} = 17.55 \times 1.316 = 23.10 \text{ mm}$$

5.実測値との比較

実測たわみ量は以下の通りである。

実測値： $\delta = 8.4\text{mm}$ （ $V = 220\text{km/h}$ ，支間中央）

たわみ比は以下の通りである。

衝擊無視：実測値 / 計算値 = 8.4 / 17.55 = 0.48

衝擊考慮：實測值 / 計算值 = $8.4 / 23.10 = 0.36$

6.たわみ検討結果総括表

前記 4.~5.と同様の方法にて各橋のたわみ検討を行った結果を表-1，図-4 に示す．

キーワード：鋼鉄道橋，たわみ比

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

7.考察

たわみの実測値と計算値を比較した場合、各構造形式別による特徴は見られない。主桁のたわみに着目すると、衝撃を考慮したときの実測値 / 計算値の比は最大でも 0.7 程度となっている。連続合成桁のたわみに着目すると、計算値としては合成後（負曲げ部：鋼桁＋鉄筋）よりも合成後（負曲げ部：鋼桁＋コンクリート）の方が数%～20%弱小さくなっている。これは負曲げ部の剛性が大きくなっていることによる。実測値 / 計算値の比としては、合成後よりも合成後の方が大きく、0.4～0.6 程度（衝撃考慮）となっている。

本来は構造形式や軌道構造等の諸条件により変わると考えられるが、限られた測定データでの検討結果でもあるため、たわみの実測値 / 計算値を考慮した係数としては、構造形式によらず、やや安全側を考えて 0.8 とするのがよいと考えられる。そこで、従来の設計手法を用いて合理的にかつ簡易にたわみを算出する方法として次式を提案する。

$$\delta_R = K \cdot \delta_{R0}$$

ここに、 δ_R ：桁のたわみの応答値

K ：実測値 / 計算値を考慮した係数 0.8

δ_{R0} ：解析等により算定する桁のたわみ

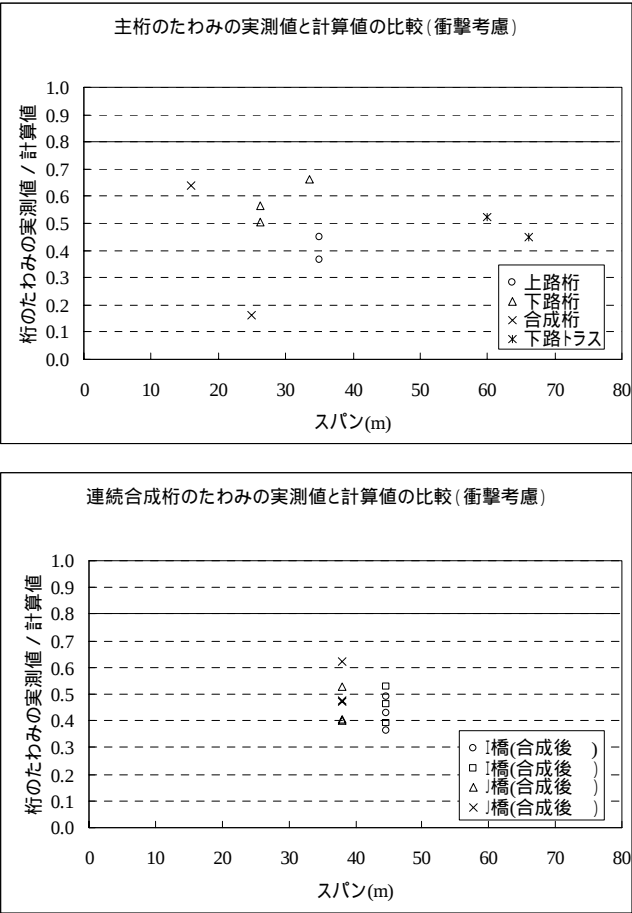


図-4

表-1 たわみ検討結果総括表

		形式	支間(m)	解析骨組	衝撃係数	実測値 (mm)	計算値(mm)				実測値 / 計算値		備考
							衝撃無視		衝撃考慮		衝撃無視	衝撃考慮	
							簡略法 ³	骨組解析	簡略法 ³	骨組解析	骨組解析	骨組解析	
主桁のたわみ													
A橋		上路桁	35.0	平面	0.316	8.4	19.65	17.55	25.86	23.10	0.48	0.36	
B橋		上路桁	35.0	平面	0.316	10.5	20.79	17.82	27.36	23.45	0.59	0.45	
C橋	G 1 桁	下路桁	26.3	格子	0.192	6.9	10.53	10.21	12.55	12.17	0.68	0.57	
	G 2 桁					7.2	12.24	11.97	14.59	14.27	0.60	0.50	
D橋		下路桁	33.6	格子	0.232	8.96	11.32	10.96	13.95	13.50	0.82	0.66	
E橋		合成桁	16.0	平面	0.325	1.14	1.48	1.35	1.96	1.79	0.84	0.64	
F橋	B 桁	合成桁	25.0	平面	0.342	1.45	7.34	6.64	9.85	8.91	0.22	0.16	
G橋		下路トラス	60.0	平面	0.296	11.0	-	16.19	-	20.98	0.68	0.52	
H橋		下路トラス	66.2	平面	0.263	8.79	-	15.51	-	19.59	0.57	0.45	
連続合成桁のたわみ													
I橋	² 合成後	2 径間連続 合成桁	44.65+44.65	格子	0.133	4.44	-	9.14	-	10.36	0.49	0.43	V=45km/h
					0.283	5.74				11.73	0.63	0.49	V=205km/h
					0.334	4.45				12.19	0.49	0.36	V=260km/h
	² 合成後				0.133	4.44	-	8.48	-	9.61	0.52	0.46	V=45km/h
					0.283	5.74				10.88	0.68	0.53	V=205km/h
					0.334	4.45				11.31	0.52	0.39	V=260km/h
J橋	² 合成後	4 径間連続 合成桁	30.2+38.0 +38.0+30.2	格子	0.121	3.43	-	7.53	-	8.44	0.46	0.41	V=25km/h
					0.295	5.16				9.75	0.69	0.53	V=205km/h
					0.324	3.98				9.97	0.53	0.40	V=235km/h
	² 合成後				0.121	3.43	-	6.40	-	7.17	0.54	0.48	V=25km/h
					0.295	5.16				8.29	0.81	0.62	V=205km/h
					0.324	3.98				8.47	0.62	0.47	V=235km/h

1：E橋の実測たわみ値は鋼製ラーメン橋脚のたわみの影響があると考えられるため、それを考慮している。
2：合成後² は（鋼桁＋鉄筋）断面、合成後³ は（鋼桁＋コンクリート）断面を示している。
3：簡略法とは、 $\delta=5.5/48 \times ML^2/EI$ （鋼標準8.1【解説】）による。

【参考文献】1)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物，平成12年7月