

第 I 部門

鉄道用合成構造物の鋼部材・コンクリート部材の断面積比に関する研究

京都大学大学院（JR 寄附講座） 正会員 ○谷口 望
 JR 西日本 構造技術室 正会員 西田 寿生
 JR 西日本 構造技術室 正会員 丹羽雄一郎
 JR 西日本 構造技術室 正会員 矢島 秀治

1. 目的

近年、鉄道用橋梁では、経済性や騒音対策などの観点で、合成桁や合成トラス橋が多く用いられてきている。合成桁の設計は、「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物」に規定されており、これに対応する単純合成桁（スパン 40m）の設計計算例（鉄道総研）も出版されている。しかし、近年多く用いられている合成桁の多くは連続合成桁であることや、スパンも 100m（単径間）近くのものもあるため、従来の設計基準がそのまま適用できるかどうかは疑問が残る。特に、設計応答値に最大で 3 割の影響があるとされているコンクリートの収縮、クリープ、および、鋼とコンクリートの温度差の規定は、スパン等に関わらず、一定の作用値が用いられている。そこで、本検討では、コンクリートの収縮、クリープの挙動に大きな影響を与えると考えられる、合成桁の鋼部材とコンクリート部材の断面積比を調査し、今後のこれらの検討に有効なデータを示すことを目的としている。また、合成桁に併せて、JR 西日本等で近年多く建設されている合成トラス橋や、合成トラスドロゼ橋についても同様な調査を行うこととした。

2. 調査対象

合成桁の調査対象としては、標準的なものとして、設計計算例を No. 0 とし、その他近年設計、施工された 7 件の鉄道用合成桁を No. 1～No. 7 とした（表 1）。なお、No. 1～No. 7 はすべて連続合成桁であり、No. 1, No. 2 は、床版に合成床版を用いている。また、No. 5～No. 7 は、スパンが 100m 近くになっている。鉄道用の合成桁は、活荷重合成が標準であり、床版の形状は橋梁の大きさによらずほぼ一定（幅は列車複線分でかつ床版厚はおおよそ 300mm 程度）であることから、スパンにより鋼部材とコンクリート部材の比率が変化すると考え、様々なスパン長の橋梁を対象とするようにした。

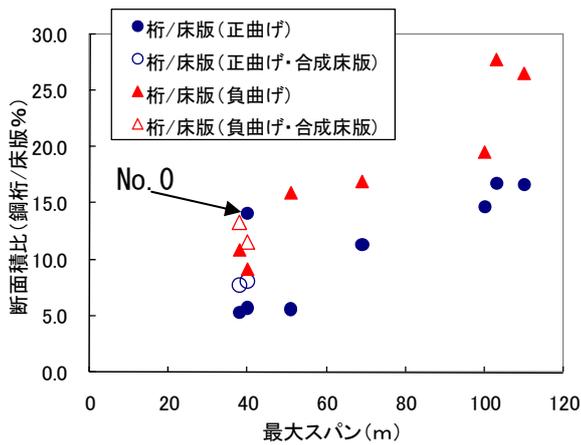
表 1. 調査対象橋梁リスト

No.	構造名	構造形式	スパン割り(m)
0	設計計算例	単純合成桁	40
1	M橋梁	連続合成桁(合成床版)	30+38+38+30
2	J橋梁	連続合成桁(合成床版)	30+40+30
3	S橋梁	連続合成桁	46+51
4	C橋梁	連続合成桁	67+69+67
5	O橋梁	連続合成桁	99+103+103+99
6	D橋梁	連続合成桁	98+100+98
7	A橋梁	連続合成桁	48+110+48
8	KM橋梁	下路合成連続トラス橋	51+55+51
9	KN橋梁	下路合成連続トラス橋	61+61+61+61
10	KG橋梁	下路合成単純トラスドロゼ橋	79

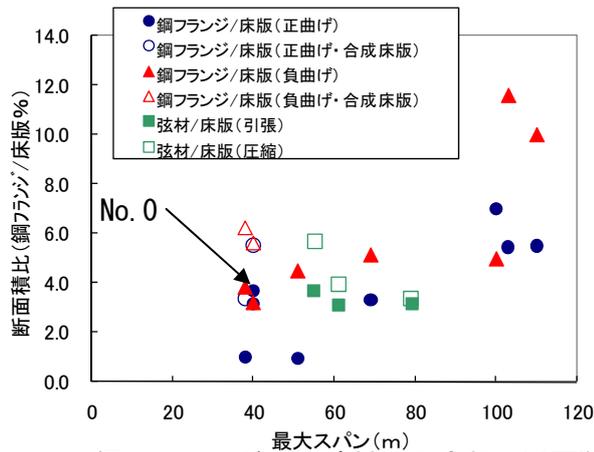
合成トラス橋、合成トラスドロゼ橋は、No. 8～No. 10 とした。

3. 鋼部材とコンクリート部材の断面積比

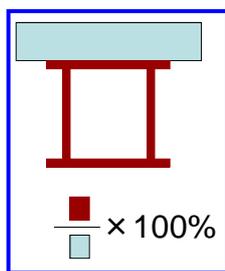
図 1 (a) は、合成桁 (No. 0～No. 7) の鋼桁 (全断面) と床版の断面積比を、スパンの長さごとに示したものであり、プロットは、正曲げ断面と負曲げ断面で分けて示している。また、合成床版を使用しているものは、底鋼板も鋼桁の断面積として計算している。本結果から、合成桁のスパンが長いものほど、鋼桁/床版の断面積比が大きくなる傾向があることが分かる。また、連続合成桁では、正曲げ断面よりも負曲げ断面の方が全体として鋼桁/床版の断面積比が大きいことが分かる。



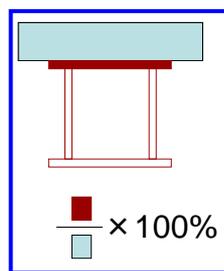
(a) 鋼桁と床版の断面積比



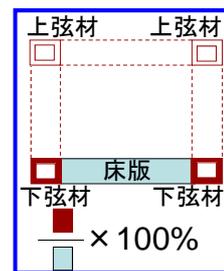
(b) 鋼上フランジ（下弦材）と床版の断面積比



(a) のイメージ



(b) のイメージ



(b) のイメージ (トラス)

図-1. 鋼部材とコンクリート部材の断面積比とスパン

図-1 (b) は、合成桁が主として曲げ部材であることから、床版の圧縮・引張と同様な挙動をとる上フランジのみに着目して断面積比を算出したものである。また、トラス（ローゼ）橋においては、下弦材（補剛桁）が、この場合の合成桁の上フランジに相当すると考えられるため、下弦材の断面積と床版の断面積を比較している。本図より、合成桁については、図-1 (a) とほぼ同様な傾向となっていることが分かる。また、トラス橋、ローゼ橋でも、比率としては合成桁の値とほぼ同様となっていることが分かる。

4. 連続合成桁の負曲げ部の床版鉄筋比

近年の連続合成桁の負曲げ部の床版は、ひび割れを許容して設計するのが標準となっている。しかし、ひび割れ幅の制限値を超える場合は、鉄筋の断面積を増加させて対応する場合が多い。しかし、基準では、鉄筋比の下限値（2%）と周長率の下限値（0.0045mm/mm²）が設定されているため、床版内の配筋手法には制限がある。そこで、ここでは、連続合成桁の負曲げ部の床版中鉄筋比の傾向を図-2に示す。図-2より、鉄筋比は2～4%の範囲となっており、スパンの長さによる傾向はあまり見られない結果となっている。

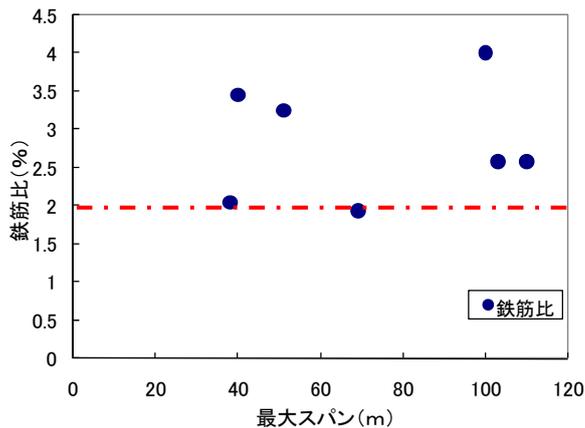


図-2. 連続合成桁の床版の鉄筋比

5. まとめ

本検討結果より、鉄道用の合成桁では、スパンが長くなるほど鋼部材／コンクリート部材の断面積比が大きくなる傾向があり、合成トラス（ローゼ）橋もほぼ同様な比となっている。したがって、スパンの長い橋梁では、コンクリートの収縮、クリープ、鋼とコンクリートの温度差の影響により、コンクリートには大きな拘束力（引張力）が生じやすくなると考えられ、コンクリートに膨張材や鋼繊維補強材を混入させるなどの配慮や、鋼桁とコンクリート床版の断面積比に配慮して設計することが必要であると考えられる。