

I - A264

鉄道橋への2主桁橋の適用に関する考察

川田工業 正会員 橋 吉宏 川田工業 笹川 大作
日本鉄道建設公団 正会員 保坂 鐵矢 川田工業 正会員 渡辺 滉

1. まえがき

2主I桁橋は主桁の数が少ないため、溶接延長や材片数の低減による製作時の省力化、部材数が少ないことによる現場施工時の工期短縮、塗装面積の減少によるメンテナンス費の低減などを図ることが可能であり、経済的な構造である。わが国では、1960年代に道路橋として2主I桁橋が多く建設され、最近、再びその経済性から高速道路橋で計画されるようになってきているが、鉄道橋への適用はないのが現状である。鉄道橋では、列車と橋梁とが一体となって挙動するため、列車という機械の一部として橋梁を捉えることも必要になり、これに要求される機能を確保することが道路橋との大きな相違点になる。たとえば、走行安全性や騒音問題について道路橋と鉄道橋では扱い方が異なり、また、疲労問題については道路橋に比べるとより大きな配慮が必要になる。本文は、鉄道橋へ2主I桁橋の適用を検討するための設計課題に対する考察を行った結果の一部を報告するものである。

2. 床版構造

連続合成桁橋を前提とした試設計の一例を図-1に示す。床版構造としてRC床版で設計可能であり、張出し部の遮音壁のタイプにもよるが、橋軸直角方向の設計から床版厚30cmが決定された(図-1(b))。一方、橋軸方向の設計については、連続合成桁橋では中間支点部の設計法が課題である。鉄道橋では、橋軸方向にプレストレスを導入して、中間支点上のコンクリート断面を有効とする設計が一般的であるが、最近では、中間支点上に柔ジベルを配置して床版に発生する引張応力の低減を図った構造も試みられている²⁾。また、ひび割れ制御をとりいれた連続合成桁の床版設計法についても検討中である³⁾。

3. 下横構の有無

a) 偏載に対する静的な挙動 I桁橋は、ねじれ剛性が小さい。図-2に示すように、ねじれによる静的なたわみにより、支間部では列車は傾き、支点部では元に戻ろうとする。2主桁橋を対象としたFEM立体解析の結果では、支間40mの桁に対し列車荷重EA-17による主桁中央のたわみは20mmであり、下横構を配

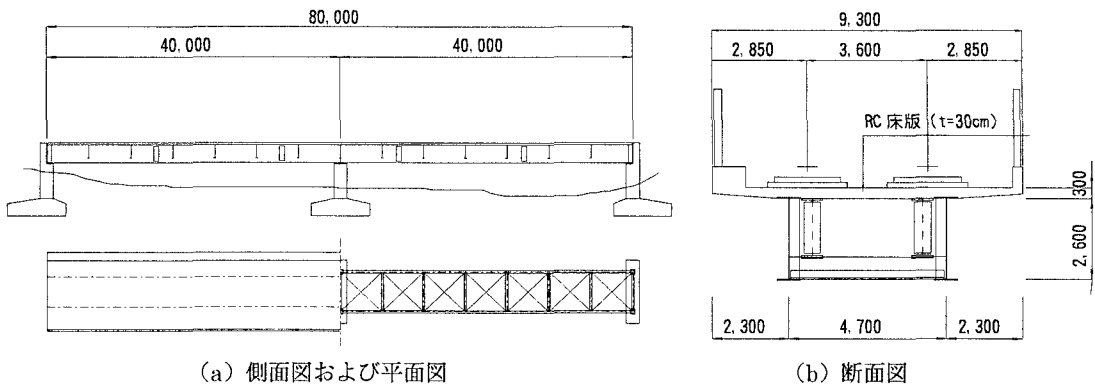


図-1 鉄道橋における試設計例

キーワード; 鉄道橋, 2主桁橋, 設計, 横つなぎ材

〒100 千代田区永田町2-14-2 日本鉄道建設公団 設計室 TEL 03-3506-1860 FAX 03-3506-1891

〒114 東京都北区滝野川1-3-11 川田工業 技術開発本部 TEL 03-3915-4321 FAX 03-3915-3771

置るとこのたわみは約 2 割減少する。この程度の差であれば、静的な挙動に対する横構の効果は小さいと言えるが、高速走行時における上記の支間部と支点部の回転変形を考慮すると、ねじれ振動に対する動的な特性把握が重要である。

b) ねじれ振動に対する特性 横構のない 2 主桁橋は開断面桁であり、横構が配置された 2 主桁橋は準閉断面桁として挙動する。開断面と閉断面との大きな相違は、ねじれ振動に対する挙動である。ねじれ振動に対する振幅は、走行車両が同じで共振を生じない走行速度であれば、純ねじれと曲げねじれを考慮した等価ねじれ定数 $(J + E C_w (\pi/L)^2)/G$: E は弾性係数、 G はせん断弾性係数、 J は純ねじれ定数、 C_w は曲げねじれ定数、 L はスパン長) が小さいほど、また、せん断中心から重心までの距離が大きいほど大きくなる。表-1 に示したように、横構のない 2 主桁橋では、下横構を設置することにより等価ねじれ剛性が約 3 倍に、せん断中心から重心までの距離が約 2/3 になり、その結果、下横構を設置すればねじれ振動に対する振幅を約 1/4.5 に減少することが可能である。想定した設計速度や車両構造にもよるが、鉄道橋では上述したように動的な挙動が重要なファクターになることを考えると、図-1 (a) に示したように、一般に下横構を配置してねじれ剛性を上げる構造が有利である。

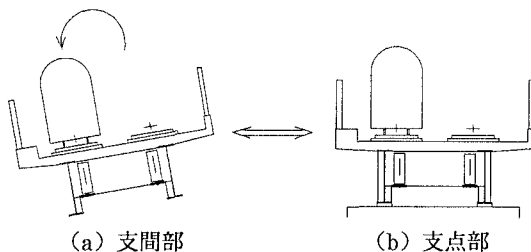


図-2 偏載による桁と列車の挙動

4. 横桁の構造

2 主桁橋の横桁位置として、床版の施工方法からは図-3 に示す中段配置が有利であり、道路橋ではこの配置が採用されている。しかし、この配置では、列車荷重による断面内の変形、すなわち、床版と主桁および横桁で構成されたラーメン構造としての作用により、図-3 における矢印で示した主桁と床版の接合部のジベルにはせん断力とモーメントに対応した揚力が

表-1 横構の有無によるねじれ振動特性の比較

下横構	無	有
せん断中心-重心距離 $h(m)$	0.816	0.570
単位長さ重量 $w(kgf/m)$	10.71	
単位長さ回転慣性 $I_\theta (tf \cdot s^2 \cdot m/m)$	6.155	
純ねじれ定数 $J(m^4)$	0.012	0.130
曲げねじれ定数 $C_w(m^6)$	2.249	1.361
等価ねじれ定数 $J'(m^4)$	0.048	0.152

生じ、疲労設計上からの配慮が必要になる。また、下横構を配置する構造を想定すると、準閉断面として挙動するために、横桁はダイヤフラムとしての性格が強くなり剛度が必要になる。ダイヤフラムとしての性格と、上記の横桁位置におけるジベルの疲労設計の観点から、図-1 (b) に示したように、鉄道橋で従来から採用されている構造であるが、横桁はフルウェブとして床版については横桁位置で打ち下ろす構造とすれば、これらの問題に対応できるものと考えられた。

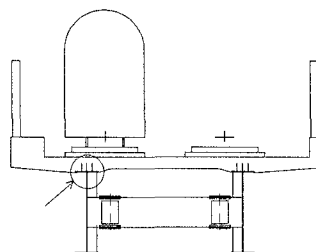


図-3 横桁を中段配置とした断面

5. あとがき

連続合成桁としての床版の設計法、ねじれ振動に対する動的な挙動確認、騒音対策など今後の検討課題が残されるものの、現時点における検討の範囲で、鉄道橋に 2 主 I 桁橋を適用する場合の構造提案ができたものと考えられた。

【参考文献】 1) 高橋, 橋, 志村, 小西; PC 床版 2 主桁橋「ホロナイ川橋」の設計および解析・試験検討, 橋梁と基礎, 96-2, 1996. 2) 稲葉, 出口; 鉄道用断続合成桁の設計法の提案, 構造工学論文集, Vol. 41, 1995. 3) 牛島, 保坂, 橋, 渡辺, 栗田; 連続合成桁における中間支点部のひび割れ挙動に関する実験的研究, 土木学会第 52 回年次学術講演会概要集, 1997.