

# 鉄道橋で2主桁橋構造による合理化

## ～複線連続合成2主I断面桁の基本構造～

A Two Girder Composite Bridge for Railway

橋 吉宏  
Yoshihiro TACHIBANA

川田工業㈱橋梁事業部東京設計部  
設計二課課長

辻角 学  
Manabu TSUJIKADO

川田工業㈱橋梁事業部  
新事業企画室

小枝 芳樹  
Yoshiki KOEDA

川田テクノシステム㈱  
大阪支社大阪設計部設計課

渡辺 滉  
Hiroshi WATANABE

川田工業㈱橋梁事業部  
技術統括部長

2主桁橋により橋梁構造の単純化を図る構造は、現在、道路橋ばかりではなく鉄道橋についても行われています。道路橋における2主桁橋として一般的な構造は、床版にPC床版を採用し、横つなぎ材としてH形鋼の横桁のみであり、横構については配置しない構造です。これは、床版が半永久的な構造部材であることを前提として省力化を図った構造であり、耐久性が確保されていればPC床版以外の床版形式でも採用が可能です。

このような、道路橋の構造に対してフランスのTGVに採用されている鉄道橋の2主桁橋では、横つなぎ材として、横桁はフルウェブであり下横構が配置された構造が採用されています。わが国の複線2主I桁橋である常磐新線「小貝川橋梁」でも同様な構造を採用しており<sup>1)</sup>、道路橋の2主桁橋に比べると構造が異なります。

以下に道路橋と鉄道橋の相違を含めて、このような構造とする必要性について説明します。

### 道路橋との要求性能の相違

道路橋は、あくまで道路の一部として橋梁が取り扱われます。一方、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ります。

たとえば走行安全性については、図1のように片線載荷により支間部では列車は傾き、支点部では元に戻ろう

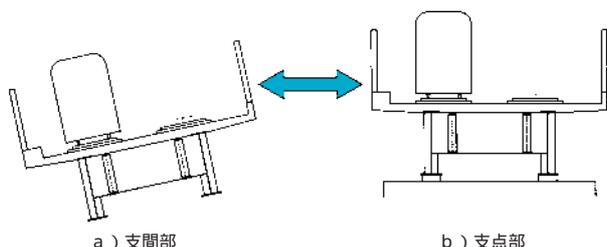


図1 片線載荷による桁と列車の挙動

とするため、ねじれに対する動的な応答値を制限する必要があります。これは列車の乗り心地にも大きく影響します。そのほかに、騒音問題について道路橋と鉄道橋では取扱い方が異なり、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ります<sup>2)</sup>。

### 横構の必要性について

先に説明したように、鉄道橋では走行安全性を確保することが必要で、特に高速走行時には構造を決定するうえで重要な要因になります。鉄道橋では、ねじれ振動に対する構造特性を向上するために下横構を配置します。ここで、横構の有無によるねじれ振動特性を比較します。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  $J'$  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ります。

$$J' = J + EC_w (\ell / L)^2 / G$$

ここで、 $E$ ：弾性係数

$G$ ：せん断弾性係数

$J$ ：純ねじれ定数

$C_w$ ：曲げねじれ定数

$L$ ：支間長さ

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定数が約3倍に、せん断中心から重心までの距離が約2/3になります。その

表1 ねじれ振動特性の比較 ( $L=40\text{m}$ , 桁高2.4mの場合)

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

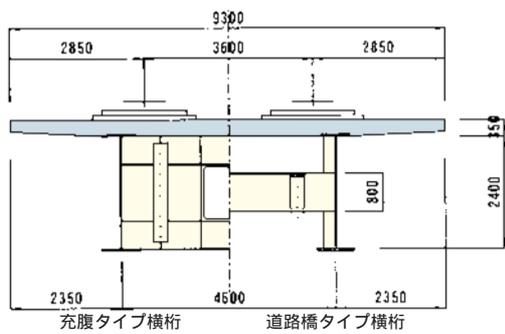


図2 解析対象

配置した場合の充腹タイプ横桁と道路橋タイプの横桁を対象に図2, 3に示すFEM立体解析を行いました<sup>3)</sup>。

荷重条件として列車荷重M-15を片線に載荷した結果、横桁取付部に道路橋タイプで22N/mm<sup>2</sup>の局部応力が発生しましたが、充腹タイプでは5N/mm<sup>2</sup>程度になりました。このことから道路橋タイプの横桁配置では、横桁と垂直補剛材の取付け部に局部応力が生じ、疲労に対するより詳細な検討が必要になりますが、横桁を充腹タイプとすることにより、横桁位置に発生する局部応力の問題は解消されます。

また、横桁を充腹タイプとすることにより、ジベルに働く引張力を低減することもできます。図4にジベルに働く引張力の分布を示します。道路橋タイプの横桁では、横桁位置のジベルに大きな引張力が生じていますが、この引張力もまた横桁を充腹タイプとすることにより解消できます。このように、鉄道橋に2主桁橋を適用しようとすれば、鉄道橋の要求性能から道路橋の場合とは異なる構造となります。さらに、ずれ止めに関しても、鉄道橋に有利なジベル構造として、母材の疲労強度の低下が小さい孔あき鋼板ジベルを中間支点上で用いるための検討も行っています<sup>4)</sup>。

最後に、鉄道複線2主I断面合成桁の検討にあたり、日本鉄道建設公団の保坂鐵矢氏にご指導いただき、誌面を借りてここに感謝いたします。

参考文献

- 1) 保坂：鉄道における最近の複合橋梁，土木技術，53巻11号，1998．
- 2) 橋・保坂・笹川・渡辺：鉄道橋への2主桁橋の適用に関する考察，土木学会第52回年次学術講演会概要集，1997．
- 3) 保坂・堀地・橋・辻角・依田：鉄道複線2主I断面合成桁の適用に関する解析的検討，土木学会第53回年次学術講演会概要集，1998．
- 4) 保坂・堀地・辻角・橋・依田：鉄道複線2主I断面合成桁のずれ止め配置に関する解析的検討，土木学会第53回年次学術講演会概要集，1998．

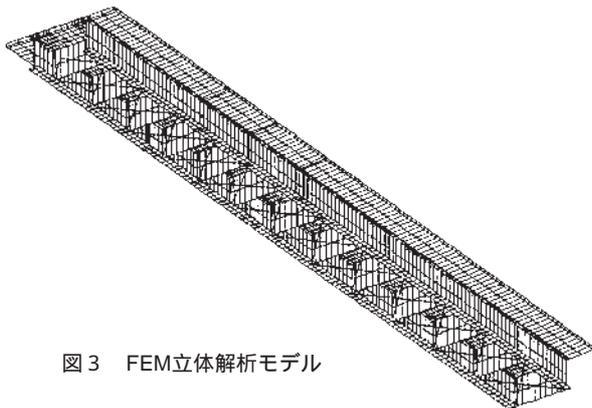


図3 FEM立体解析モデル

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に減少させることができます。なお、下横構を配置すれば、ねじれ剛性が上がり水平方向の静的なたわみは25%程度減少します<sup>3)</sup>。

横桁の構造

以上のように、ねじれ振動に対する特性を改善するには、下横構が必要です。下横構を配置する構造を想定すると、橋は疑似閉断面として挙動するため、横桁はダイヤフラムとしての性格が強くなります。ここで、横構を

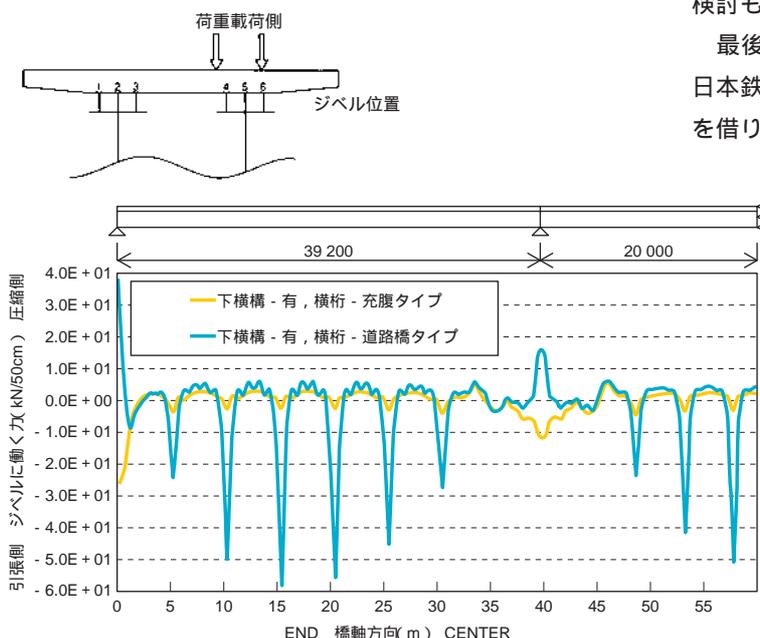


図4 ジベルに働く引張力 (ジベル )