

鉄道複線 1Box 合成桁の馬蹄形ジベル水平せん断力の分担率の検討 (その2)

(株)復建エンジニアリング 正会員 ○岡田 典高

(株)復建エンジニアリング 正会員 井口 光雄

1. 目的

大規模河川等を渡る鉄道橋では、図-1に示すような断面を有する複線 1 Box 合成桁が用いられることが多い。この形式は、複線を 1 Box で支え、上フランジを約 3 分割する位置に縦梁を設け、ジベルは腹板及び縦梁上に設置する構造である。一般的に、鉄道橋合成桁は馬蹄形ジベルを用いているため完全合成桁であり、鋼とコンクリートとの接触面に作用するずれ力は、式-1 に示す合成桁のせん断力によって起るとされている。

$$q = \tau t = \frac{Q}{I_v} S \quad (\text{式-1})$$

ここで、
 q : ジベルに作用する水平せん断力
 Q : スラブの一次モーメント S : 鉛直せん断力
 I_v : 合成断面の二次モーメント

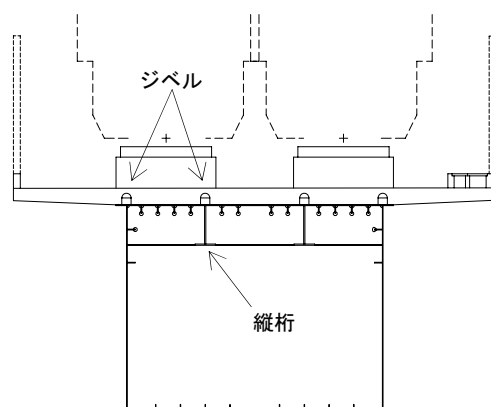


図-1 複線 1 Box 合成桁の例

しかし、鋼・合成鉄道橋設計標準では複線 1 Box 合成桁の腹板及び縦桁上ジベルの水平せん断力の分担率に関して特に規定されていない。このため、ひとつの方法として軸方向せん断力を 1.4 倍し、これを 1/4 とした水平せん断力に対してジベルの設計を実施している例があるが、長支間化すると鉛直せん断力が大きくなり、合成桁端部に於いて一般的な標準ジベルの配置が困難となることが知られている。

本報告は、複線 1 Box 合成桁の腹板上及び縦桁上のジベルに相当するばね要素をコンクリートスラブと上フランジ間に設置した FEM 解析を行い、鉛直荷重によるジベルへの水平せん断力の分担を検討したものである。

なお、本検討ではコンクリートの乾燥収縮や温度差のように、スラブの軸方向作用力については含まない。

2. 解析モデル

解析には、支間 80m、腹板高さ 4.0m、腹板間隔 6.3m、スラブ厚 0.4m の単純合成桁をモデルとして図-2 に示すようなモデルを作成した。解析モデルは、荷重・構造の対称条件を考慮し橋軸方向に 1/2、橋軸直角方向に 1/2 とする 1/4 モデルとした。境界条件も対称条件から

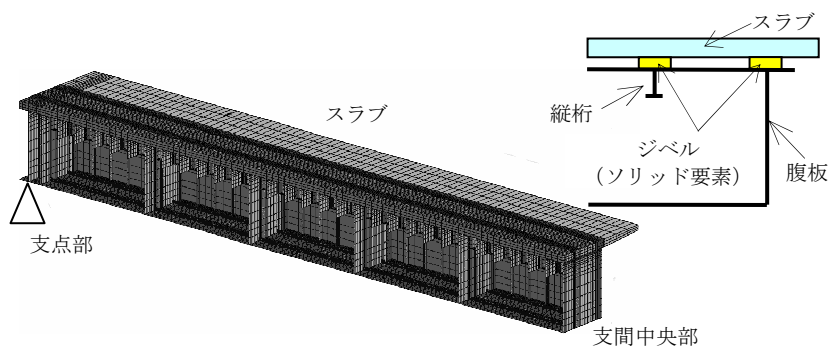


図-2 解析モデル

ら曲げ及び軸方向を拘束した。モデル作成に用いた FEM 要素は、鋼（上フランジ、下フランジ、ウェブ、リブ、ダイヤフラム）要素は全て 4 節点 4 辺形厚肉シェル要素、コンクリート（スラブ）は 8 節点ソリッド要素を用いた。また、ジベルばねのモデル化にはソリッド要素を用いた（図-2）。ジベルの配置は始点方から鉄道橋で一般的に用いている G 型、B 型、F 型、D 型とし、この耐力に比例するばね値をソリッドの物性値として入力した。要素数は 37080、節点数は 38217 である。解析ケースを表-1 に示す 2 ケースとした。

キーワード 合成桁, シベル, FEM 解析, 鉄道橋

連絡先: 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-11-12、(株)復建エンジニアリング、TEL 03(5652)8563

3. 解析結果

図-3に桁端部に着目したCASE-1のジベル要素の解析結果(軸方向ひずみ分布)を示す。図-4には、解析結果のひずみ分布から得られた軸方向ひずみと入力せん断弾性定数との積をとり軸方向水平せん断力として作成したジベルの水平せん断力及び分担率グラフを示す。

図-3、図-4から腹板上のジベルが縦桁上のジベルより大きなせん断力を受けていることがわかる。このグラフでは支点から8mの位置にあるダイヤフラムまでを示しているが、多少の変動があるもののスパン桁長に渡りほぼ同様な割合で分担しているといえる。図-5には、CASE-2の鋼桁の相当応力図を示している。支点部に応力集中がみられるものの、支間中央部から1/4の付近では腹板上、縦桁上付近の応力度分布に変化は無いが、支点部付近では変化があり、視点の影響と考えられる。図-6にジベル要素のひずみコンターを示す。支間1/4程度の箇所から支店部に向けて腹板上、縦桁上でのジベルのひずみ量に変化がある。おおむね、図-3と図-6を比較してCASE-1とほぼ同様な結果となっているといえるが、支間中央部付近では異なっている。

表-1 解析ケース

ケース	概要	概略図
CASE-1	支間中央に強制変位	
CASE-2	単位分布荷重	

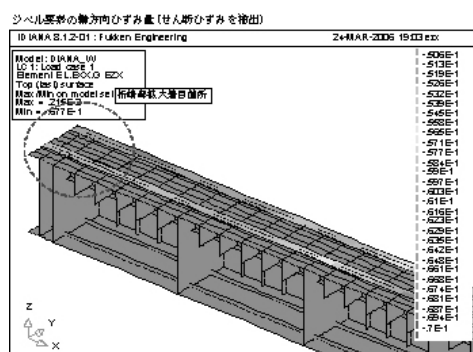


図-3 軸方向せん断ひずみ分布

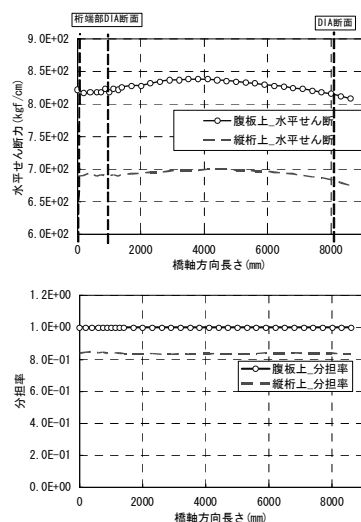


図-4 水平せん断力・分担率

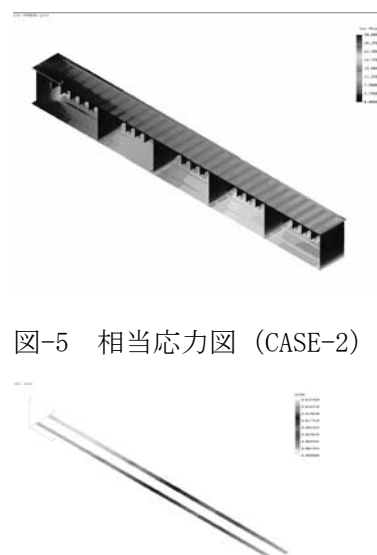


図-5 相当応力図 (CASE-2)

図-6 ひずみ分布 (CASE-2)

4. 考 察

今回の FEM 解析結果から判断すると、腹板上と縦桁上に配置されるジベルの鉛直荷重による水平せん断力の分担率は図-7に示すように1:0.8程度と推定された。これにより、ジベル配置は腹板及び縦桁上同一とし、総水平せん断断面力を1.2倍して1/4した値で設計しても良いと考えられる。

本検討では、鉛直荷重による水平せん断力の分担率について検討した。さらに、合理的な合成桁の設計法とするためには、スラブの乾燥収縮や温度差によって作用する軸方向力の影響(分担率)についても検討の必要があると考えられる。つまり、4箇所のジベルにて軸方向の全水平せん断力を分担するために腹板上以外でジベルが取り付け上フランジに於いても軸方向断面力に対し、ジベル+上フランジ+腹板、ジベル+上フランジ+縦桁という軸を構成する部材を構築するという観点から縦桁等をジベル直下に設置する事が望ましく水平せん断の分担率UPにも寄与すると考えられている。

今後の検討項目として、構造系の軸を構成するジベル+上フランジ+縦桁等の拡大モデルを構成し、ジベル直下に設置するIセクションのような剛性を持つ部材のフランジに寄与する効果について検討を進める。

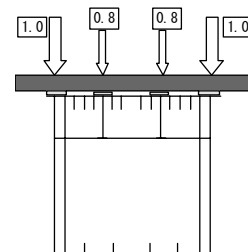


図-7 分担率