大型支承を有する鋼鉄道橋の反力伝達構造に関する一検討

㈱復建エンジニヤリング　○正会員　井口　光雄
㈱復建エンジニヤリング　　正会員　桧山　　剛
日本鉄道建設公団　　正会員　保坂　鐵矢
日本鉄道建設公団　　正会員　鈴木　喜弥

１．まえがき

大規模河川を渡る鋼鉄道橋では、河川阻害率の関係から橋脚数を減らすとともに耐震性能や景観の観点等から橋脚サイズを揃えることのできる連続合成桁が用いられ、水平力を分散し橋脚の剛性に合わせ適切にバネ値を制御できる水平力分散ゴム支承が用いられることが多くなってきた。

しかし、一般的にゴム支承は鋼製支承よりも大型となるため、桁からの鉛直力を適切に下部工に伝達するための工夫が必要となる。本報告は、FEM 解析を行い連続桁の中間支点部における鉛直反力を平均化し下部工に伝達するための構造細目について検討するものである。

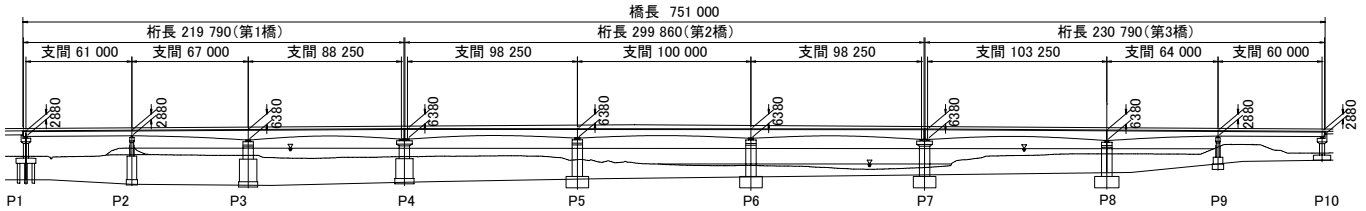

図-1　橋梁全体図

２．構造解析

（１）橋梁概要

本検討に用いる橋梁は、図-1 に示すように、上部工は第１橋（約 220m)、第２橋（約 300m)、第３橋（約 231m）の３径間連続合成桁３連で構成されている。下部工は P1、P10 が橋台、P2～P9 が円形橋脚であり、基礎形式は P1 が杭基礎､P10 が直接基礎、P2～P9 がケーソンである。図-2 には、P5 支点上の断面図、図-3 には LRB 支承の概略寸法を示す。

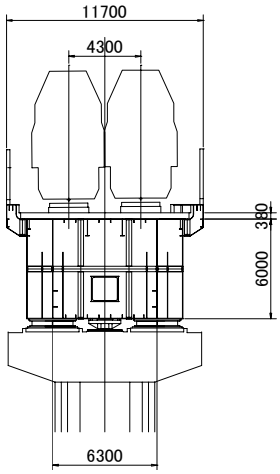

図-2　断面図

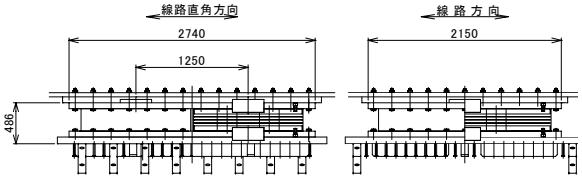

図-3　支承概略寸法

表-1　材料特性値

材　料	ヤング率 (kg/cm^2)	ポアソン比
鋼　材	2.1x10^6	0.300
鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ	3.4x10^5	0.167
ｺﾞ ﾑ	3.0x10^1	0.490

（２）解析モデル

解析には、最大反力を示す第２橋 P5 橋脚上支点部（図-2 参照）に着目して図-4 に示す部分モデルを作成した。解析モデルの作成では荷重の対称条件を考慮し橋軸方向に 1/2 モデルとし、対称境界条件を設定した。線路方向の境界条件は曲げ及び軸方向を拘束した。モデル作成に使用した要素は、桁鋼部材は全て４節点４辺形厚肉シェル要素、コンクリート部材及び支承部材は８節点ソリッド要素を用いた。解析に用いる材料特性値は表-1 に示すように全て線形とした。予備解析の結果から、支承上補剛材は、腹板両側に

キーワード：連続合成桁、FEM 解析、ｺﾞﾑ支承、LRB
連絡先：〒103-0012　東京都中央区日本橋堀留町 1-11-12、㈱復建エンジニヤリング、TEL03(5652)8563　FAX03(3660)9374

各１枚、断面方向にも支点上ダイヤフラムの両側に各１枚のダイヤフラムを配置した。検討パラメータはコンクリート打設範囲とし、解析ケースは、表-2 に示すように 3 ケースとした。Case1 はコンクリート打設なし、Case2 は部分打設、Case3 は全打設である。コンクリートの打設厚さ 60cm とした。載荷荷重は、骨組解析で求めた反力をスラブ面に等分布荷重として与えた。Case3 の要素数は 12788、節点数は 13262 である。ソルバーには COSMOS/M を使用した。

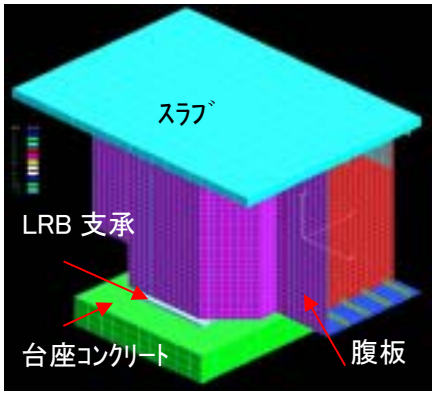

図-4　解析モデル図

表-2　解析ケース

Case	コンクリート打設範囲	イメージ図
1	無	
2	部分打設	
3	全体打設	

（３）解析結果

図-5 に Case1～Case3 の下フランジ橋軸方向たわみ、図-6 に Case1～Case3 の下フランジ断面方向たわみを示す。図-7 には下フランジ及び腹板の変形図を示す。図-5、図-6、図-7 から、それぞれの変形状態はほぼ似ているが Case1、Case2 の変形は下フランジの変断面部で角折れしているのがわかるとともに、支承中央部がたわんでいる。これは、補剛材から伝達される鉛直力が集中しているためと考えられる。これに比べて Case3 では明らかに角折れはなく滑らかなカーブを描いていることがわかる。これは、支承部全体をカバーする範囲の下フランジにコンクリートを打設することによって鉛直力が平均化しているものと考えられる。図-8 にはミーゼス応力度のコンターを示す。Case1 の最大ミーゼス応力度は 740kg/cm^2、Case2 では 716kg/cm^2、Case3 では 432kg/cm^2 の値を示している。また、Case1 及び Case2 では腹板下部に応力が集中していることがわかるが、Case3 では平均的に分布している。

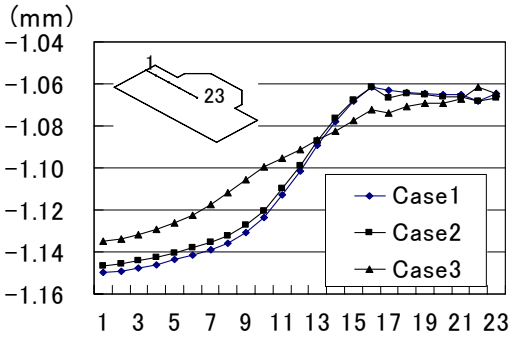

図-5　橋軸方向たわみ

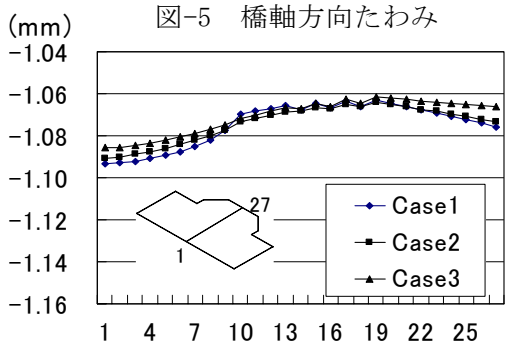

図-6　断面方向たわみ

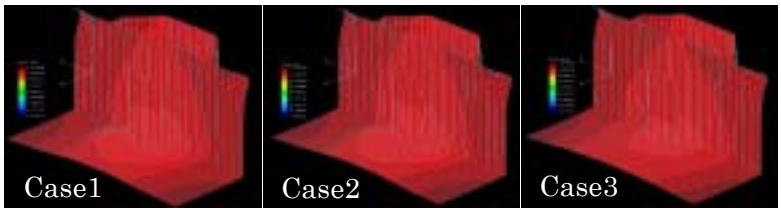

図-7　変形図

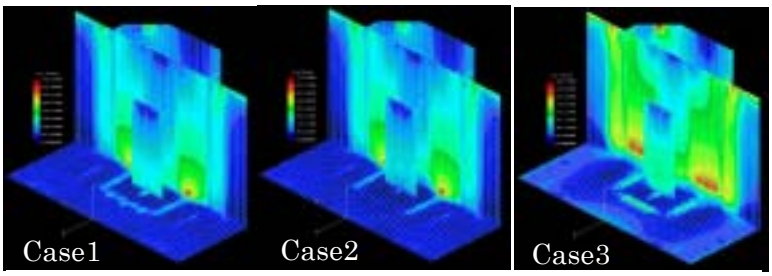

図-8　ミーゼス応力コンター

３．まとめ

以上、大型支承に比較的均等に鉛直力を伝達のするための一つの構造として、Case3 に示すように複数の補剛材と支承全体をカバーする範囲にコンクリートを打設することが効果的であることがわかった。なお、本報告では鉛直力に対する応力分散効果について検討したが、現実的な挙動は水平方向の移動も考慮すべきであり、水平方向の変形も考慮した FEM 解析を継続中である。また、下フランジに厚さ 60cm のコンクリートを打設するため、これを単なる鉛直力分散材としてではなく、下フランジの一部として活用できるものと考えている。これについては今後の検討事項とする予定である。