

大規模地震時における馬桁付連続合成桁への作用力に関する解析的検討

中央復建コンサルタンツ(株) 正 ○中原正人, 片桐章憲, 今村年成  
 鉄道・運輸機構 正 藤原良憲, 横山秀喜

1. はじめに

馬桁付連続合成桁は、図 1 に示すように鋼桁の中間支点部に馬桁(横桁)が剛結された構造形式であり、道路、鉄道や河川等と薄い角度で交差して橋長が大きくなる場合や桁下空頭に制限を受ける場合等に多く採用されている。今回対象とする橋りょうは、図 1 に示すように道路との交差条件から支間が 41m+32m となる偏スパンの馬桁付2径間連続桁合成桁である。上部工と下部工が剛結されていない場合、上部工は常時(死荷重、活荷重等)荷重が支配的となるが、下部工や支点部の構造によっては地震の影響が大きくなる場合がある。常時が支配的な桁が地震時の検討で断面が決定されるのは不経済となるため注意が必要である。また、合成桁は曲げモーメントの符号により抵抗断面が変わるため曲げモーメント分布に対しても注意が必要となる。ここでは、本橋に対して大規模地震時(L2地震動)の挙動に着目して行った種々の解析による検討結果の考察と本形式の構造計画に対する提案を行う。なお、本橋の検討は、鉄道構造物等設計標準・同解説の鋼・合成構造物<sup>1)</sup>、耐震設計<sup>2)</sup>等に準拠して行った。

■橋りょう諸元

- ・構造形式：馬桁式2径間連続桁合成桁
- ・荷重：新幹線荷重 P-16 (軸重 160kN)
- ・支間：41m+32m
- ・支承：水平力分散ゴム支承

2. 馬桁支点部構造について

(1)検討概要

馬桁支点部に支承を橋軸方向に2個並列する場合(Case1)と1個設置する場合(Case2)の検討を行う。検討は、DARS(株)構造計画研究所)を用いて、図 2 に示す3次元骨組を用いた動的解析により行った。地震動は文献2)に示されているL2地震動を用いて、橋軸方向の挙動に着目する。

(2)検討結果

Case1 では、各支承位置で支承と橋脚がばね結合されており、地震時水平力による馬桁の回転が拘束されて支承部に偶力による反力が発生し、表 1 に示すように大きな引張力が生じる。また、図 3(a)に示すように曲げモーメント分布が、上部工と下部工が剛結され

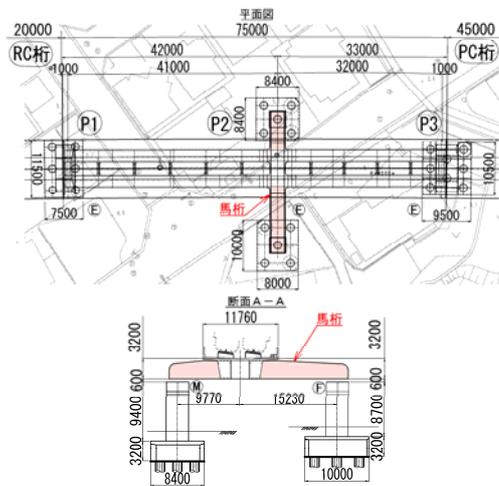


図 1 橋りょう全体図

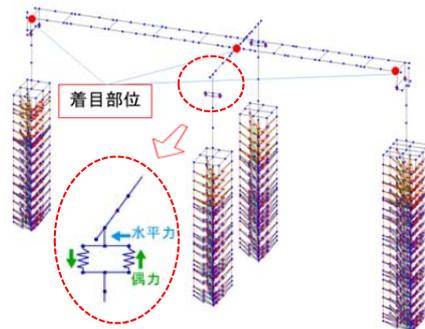
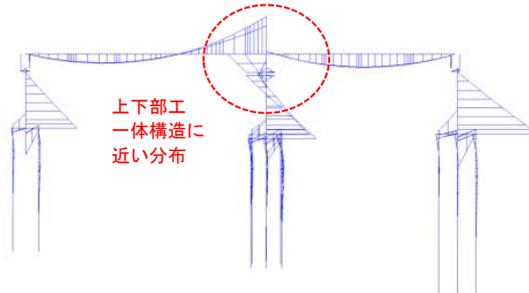
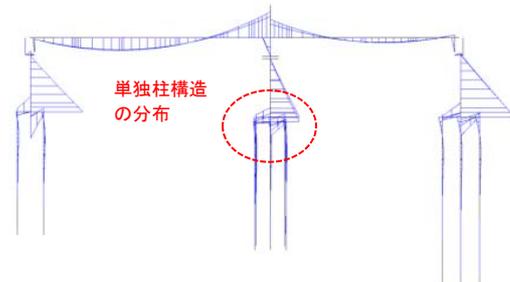


図 2 解析モデル (Case1)



(a)Case1(馬桁部2脊)



(b)Case2(馬桁部1脊)

図 3 曲げモーメント分布比較

キーワード 馬桁付連続合成桁, 大規模地震, 構造計画

連絡先 〒533-0033 大阪市東淀川区東中島 4-11-10 TEL : 06-6160-2312 FAX : 06-6160-1205

た構造に近くなり、表 2 に示すように中間支点部の曲げモーメントが常時よりも大きくなった。Case2 では、支承部は 1 箇所

表1. ゴム沓断面力(1沓当たりの反力、単位:kN)

検討ケース	P2支点左側		P2支点右側	
	起点方	終点方	起点方	終点方
Case1 馬桁部2沓	-18040	6013	-8569	713
Case2 馬桁部1沓	-15597		-5050	

\*反力は、正:引き抜き、負:押し込み

表2. 主桁・馬桁設計断面力

検討ケース	主桁		馬桁		
	曲げモーメント(kN・m)	せん断力(kN)	曲げモーメント	せん断力(kN)	ねじりモーメント(kN・m)
常時	-46946	5820	101007	14738	0
Case1 馬桁部2沓	-65432	5869	90042	11984	62922
Case2 馬桁部1沓	-45483	5208	88869	11936	12702

\*モーメントは、正:下側引張、負:上側引張

### 3. 端部橋脚の構造形式について

#### (1) 検討概要

端部橋脚を壁式 RC 橋脚とする場合 (Case3) と支間が短い P3 橋脚を門型ラーメン式 RC 橋脚とする場合 (Case4)

の地震時の検討を行う。検討手法は 2. と同様とし、橋軸直角方向の挙動に着目して検討を行う。

表3. Case3と4の設計断面力

検討ケース	P1支点部		P2支点部		P3支点部	
	曲げモーメント(kN・m)	せん断力(kN)	曲げモーメント	せん断力(kN)	曲げモーメント(kN・m)	せん断力(kN)
常時	24229	2346	-55051	6905	15708	789
Case3 P3壁式橋脚	21443	141	-73959	6946	31454	2066
Case4 P3門型橋脚	556	2423	-37315	3940	351	1406

\*モーメントは、正:下側引張、負:上側引張

表4. ずれ止めの設計断面力(せん断力、単位:kN)

検討ケース	P1支点部	P2支点部	P3支点部
常時	2911	3986	2320
Case3 P3壁式橋脚	141	6946	2066
Case4 P3門型橋脚	2423	3940	1406

#### (2) 検討結果

地震時の断面力比較を表 3 に示す。Case3 では、終点方の隣接桁が重量の大きい PC 桁であることもあり、馬桁部と P3 橋脚部の地震時の変位差が大きく、ねじりの影響が大きくなり端支点部や中間支点部の合成桁の断面力が常時よりも大きくなった。Case4 の場合は馬桁部と P3 橋脚部の変位差が小さく、ねじりの影響が小さくなり地震時の断面力が常時よりも小さくなった。また、ずれ止め設計用の断面力についても表 4 に示すように Case3 では、P2 支点部において、地震時の断面力が常時よりも大きくなるため注意が必要である。

### 4. まとめ

馬桁付 2 径間連続合成桁を対象に大規模地震時の挙動に着目して検討した結果、以下のことが分かった。

- (1) 馬桁部に支承を 2 個並列する場合は、ゴム支承に大きな引張力が生じる。また、上部工と下部工が剛結された構造に近い挙動となり、中間支点部の主桁の曲げモーメントが、常時よりも大きくなった。
- (2) 馬桁部と端部橋脚の変位差が大きい場合は、地震時のねじりの影響が大きくなり、主桁やずれ止めの断面力が常時よりも大きくなった。端部橋脚を門型ラーメン橋脚として地震時の変位差を小さくすると、主桁やずれ止めの断面力が常時よりも小さくなった。
- (3) 起点方の支間が 41m の桁では、地震時のねじりの影響は小さかった。

以上から、設計においては、スパン割、構造計画の段階から以下の点に留意する必要がある。

- (1) 馬桁部の支点は、ゴム支承を橋軸方向に 2 個並列するのではなく 1 個設置する。
- (2) スパン割計画において、馬桁付連続合成桁の支間は 40m 程度以上とする。また、隣接桁の形式は重量バランスを考慮して選定する。
- (3) 支間が 40m 程度未満となる場合、端部橋脚は、門型ラーメン橋脚とする等で馬桁部との剛性差が小さくなる構造形式とする。

なお、上述の内容は、今回の条件での検討結果に基づく提案である。橋脚高、地盤条件、隣接する桁の条件等が変われば検討結果の傾向が変わる可能性があることに留意されたい。

#### 参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物，平成 21 年 7 月
- 2) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，平成 24 年 9 月