

支承条件に着目した高橋脚2主鋼桁複合斜張橋の耐震性検討

九州大学 学生員 ○高群明美
九州大学大学院 フェロー 大塚久哲
(株)建設技術研究所 正員 鈴木泰之
(株)建設技術研究所 正員 大塚篤生

1. まえがき

近年の橋梁新設における課題として経済性と工期短縮が挙げられるが、そこで注目されている橋種の1つとして、国内における建設例はないが海外では建設が進められている2主鋼桁複合斜張橋がある。少数桁、複合構造形式を採用することで前述の課題に対して有用であり、今後採用が期待されている。さらに対象橋梁には高橋脚を有するという特徴があり、斜張橋という形式に加えて長周期構造物である。本研究では、主塔の材料非線形性を考慮した地震応答性状を検討した上で、支承条件による耐震性を検討した。

2. 解析手法

対象橋梁は、3径間2主鋼桁複合斜張橋である。橋長340m、桁高1.3m、橋脚高はP1が74m、P2が68mの不等橋脚を持つ。図1に対象橋梁全体図、図2に解析モデルと検討前モデルの拘束条件を示す。橋軸方向加振を対象としたモデルで橋軸直角方向は自由度を拘束した。また、解析モデルは2主桁を再現し、それらを剛な横梁で結合した構造としている。ケーブルは線形棒要素、主桁は線形梁要素、橋脚は非線形梁要素とし、主塔は線形、非線形梁要素の両者を取り扱うこととする。非線形要素の骨格曲線はトリリニア型、復元力特性は武田モデルを使用する。減衰は、各モデルごとにレーリー減衰を設定する。入力地震動はI種地盤に対する標準地震波で、タイプI地震動に開北橋周辺LG成分、タイプII地震動に神戸海洋気象台N-S成分を用いた。

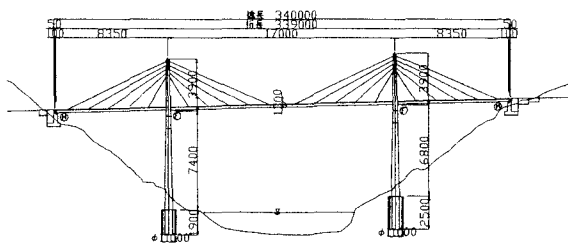
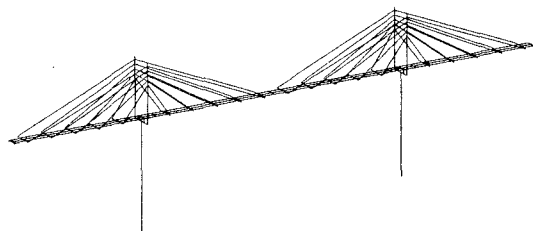


図1. 対象橋梁全体図



拘束条件

[構造全体]	橋軸直角: 拘束	[桁端]	上下方向: 拘束
	橋軸廻り回転: 拘束		橋軸方向: 自由
	鉛直廻り回転: 拘束		橋軸直角: 拘束
[橋脚基部]	全方向: 拘束		橋軸廻り回転: 拘束

図2. 解析モデル

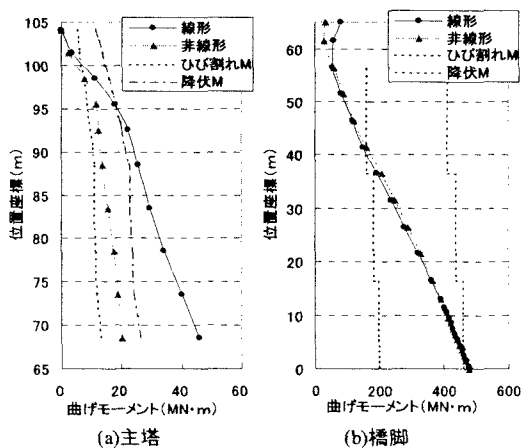


図3. 最大曲げモーメント分布

3. 解析結果

(1) 主塔の材料非線形考慮による影響

主塔を線形部材として動的解析を行うと、主塔基部の応答曲率が橋脚基部と比較しても大きくなるので、非線形部材として取り扱う必要があると考えた。ここでは、橋脚上をピン支承、桁端をローラー支承としたモデルにタイプI地震動を入力した場合を考える。図3(a)に主塔の最大曲げモーメント分布を示す。線形部材にすると大部分が降伏に達しているが、非線形部材として取り扱うとひび割れの領域内に収まる。特に、応答値の差が最大となる主塔基部では、線形とした場合の0.4倍程度に減少する。図3(b)に橋脚の最大曲げモーメント分布を示す。橋脚基部での応答値の違いはほとんど見られないが、橋脚上方部では主塔の影響を受けて応答が小さくなるのが分かる。

(2) 支承条件による影響

(1)の結果から主塔を非線形部材として取り扱い、

最適な支承条件を検討する。ここで検討を行う支承配置及び基本固有周期を表1に、免震支承（鉛プラグ入り積層ゴム（LRB））の物性値を表2に示す。検討する支承配置案として、検討を行う前のモデルを基本モデル、基本モデルから橋脚天端のみを免震支承に置き換えた場合をモデル1、全支承部に免震支承Aを配置した場合をモデル2、免震支承Bを配置した場合をモデル3とする。動的解析の結果、高橋脚側に比べ短橋脚側の最大モーメントが大きく、各モデルによる傾向は同じであることから、基部についてはP2側のみを示す。図4に最大応答変位、図5に橋脚基部（P2）の最大曲げモーメント、図6に主塔基部の最大曲げモーメントを示す。図5、図6より入力地震波による違いをみると、対象橋梁が高橋脚を有し長周期構造であるため、タイプI地震時の方が橋脚基部、主塔基部ともに応答が大きくなる。図5より橋脚基部に関して、基本モデルとモデル1を比較すると、橋脚天端に配置した免震支承により桁端の応答変位に比べて橋脚天端の応答変位が抑えられ、橋脚基部の最大モーメントが小さくなった。全点に免震支承をおくと桁端をローラー支承とした場合と比較して、桁の応答変位を抑えられるので、基部の応答が小さくなる。一方、主塔基部に着目すると、主桁と主塔の応答変位による影響が大きい。図4の桁端と橋脚天端の相対変位が大きいほど、図6の主塔基部の応答曲げモーメントは大きくなる。従って、支承部での変位が小さくなる基本モデルとモデル3が有効な配置となった。以上、支承条件により耐震性を検討した結果、桁端と橋脚天端の応答変位と最も損傷が大きいと考えられる橋脚基部と主塔基部の断面力に着目すると、検討モデルでは全支承部に剛性の大きい免震支承をおいたモデル3が有効であるといえる。

4. まとめ

支承条件による耐震性検討の結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 橋脚基部に着目した場合、桁の変位を抑えるため全支承部に免震支承を配置する場合が有効である。
 - (2) 主塔基部に着目した場合、橋脚天端に配置する支承の応答変位が小さい方が有効である。
- 上記の結果、高橋脚を有した長周期構造物に対しても、免震支承の特性に留意した配置を行えば、耐震性の面で有効であることが分かった。今後は、免震支承の設計を視野に入れた最適な選定と配置の検討が必要である。

参考文献

- 1)大塚，鈴木，土田，田中：高橋脚を有する2主桁複合斜張橋の地震応答解析，第56回年次学術講演会
- 2)Yasuyuki Suzuki:Investigation of earthquake resistance and cost effect on hybrid cable-stayed bridge with two girders,Earthquake Resistant Engineering Structures III

表1. 支承配置及び基本固有周期

	基本モデル	モデル1	モデル2	モデル3
桁端	ローラー支承	ローラー支承	免震支承A	免震支承B
橋脚天端	ピン支承	免震支承A	免震支承A	免震支承B
基本固有周期	2.441(sec)	2.974(sec)	1.873(sec)	1.040(sec)

表2. 免震支承の物性値

	初期剛性 K1(kN/m)	2次剛性 K2(kN/m)	降伏荷重 Qd(kN)	せん断弾性係数 G(kN/mm ²)
免震支承A	11943	1837	510	0.8
免震支承B	95558	14701	1020	1.2

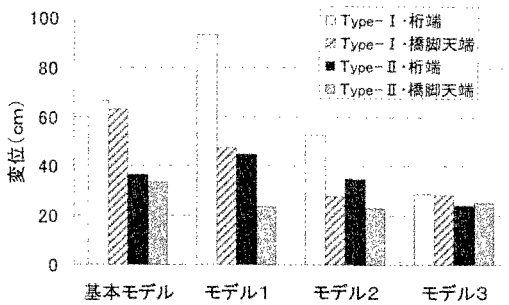


図4.最大応答変位

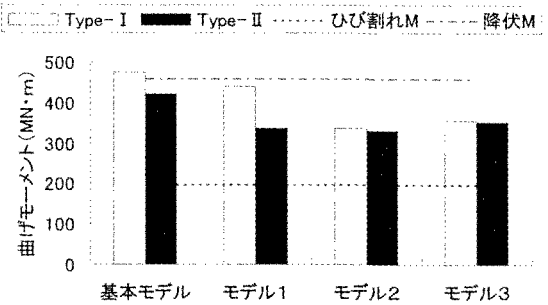


図5.橋脚基部(P2)の最大曲げモーメント

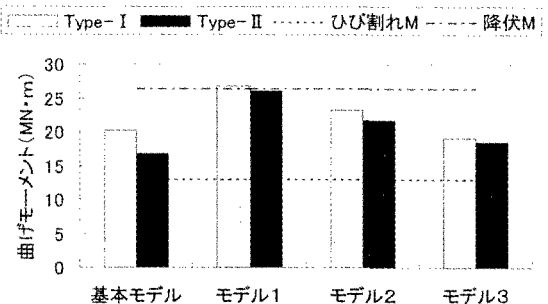


図6.主塔基部の最大曲げモーメント