

既設鋼製橋脚と新設鋼製橋脚のラーメン化に伴う耐震設計の検討報告（その1）

株式会社オリエンタルコンサルタンツ
首都高速道路株式会社

正会員　○小林　菜美, 松本　直士, 松沢　政和
正会員　右高　裕二, 矢戸　晃二

1. はじめに

新大宮上尾道路（以下、新大宮線）は、国道17号の慢性的な交通渋滞の解消などを目的とした、さいたま市中央区から鴻巣市に至る25.1kmの区間の高架構造の自動車専用道路であり、そのうち約8.0kmが事業化され設計が進められている。当路線が接続される高速埼玉大宮線の与野JCT付近の既設の連結路は、現況では鋼製の単柱橋脚であるが、建設当初より新大宮線が接続されることを想定し、橋脚をラーメン化するための横梁仕口の設置や荷重の考慮がなされている。本論は、既設鋼製橋脚と新設鋼製橋脚の一体化における耐震性能照査結果について報告するものである。本論は2編で構成されており、本編（第1編）では新設柱と横梁架設時の耐震性能照査結果について、第2編では一体化後の新設構造物が既設構造物に与える影響について報告する。

2. 橋梁概要及び解析モデル

対象橋梁（既設部及び新設部）の概要を表-1に、既設部のみの「現況」と新設部を架設した「本線施工」時の解析モデルを図-1に示す。P4とP5のL側とR側、P6とP7のL側は既設の連結路を支持する単柱橋脚である（図-1(a)）。図-2に示すように横梁と柱を新設することで全ての橋脚をラーメン化し、連結路の間に新大宮線の本線を架設する（図-1(b)）。平成12年に供用された本橋の既設部は、新大宮線及びG連結路（将来計画）を想定して設計されている。設計は平成2年道路橋示方書（以下、道示）により設計されているが、兵庫県南部地震後の平成8年道示の改訂を受けて地震時保有水平耐力法を適用した照査を実施している。ラーメン化にあたり、既設部は国土交通省の事務連絡¹⁾に準じて、「平成24年道示²⁾の耐震性能2相当（首都高基準³⁾の耐震性能2B）」、新設部についても同一構造であることから、既設部と同様に、平成24年道示の耐震性能2相当として設定した（表-2）。

解析モデルの構成要素は表-3のとおりとした。

表-1 橋梁諸元

道路規格			第 1 種第 3 級
設計速度			本線部：80km/h
上部工形式	既設	A 連結路	鋼 3 径間連続非合成箱桁橋
		B 連結路	鋼 2 径間連続非合成箱桁橋
	新設		鋼 3 径間連続鈑桁橋（床版形式は要検討）
下部工形式	新設・既設	鋼製橋脚	
基礎工形式		場所打ち杭 Φ1500, L=28～32m	
地盤種別			III種地盤

表-2 耐震性能に関する項目

	既設竣工当時	本設計
適用基準	H2 道示	H24 道示
設計手法	保有水平耐力法	動的解析
耐震性能	耐震性能2相当	耐震性能2相当

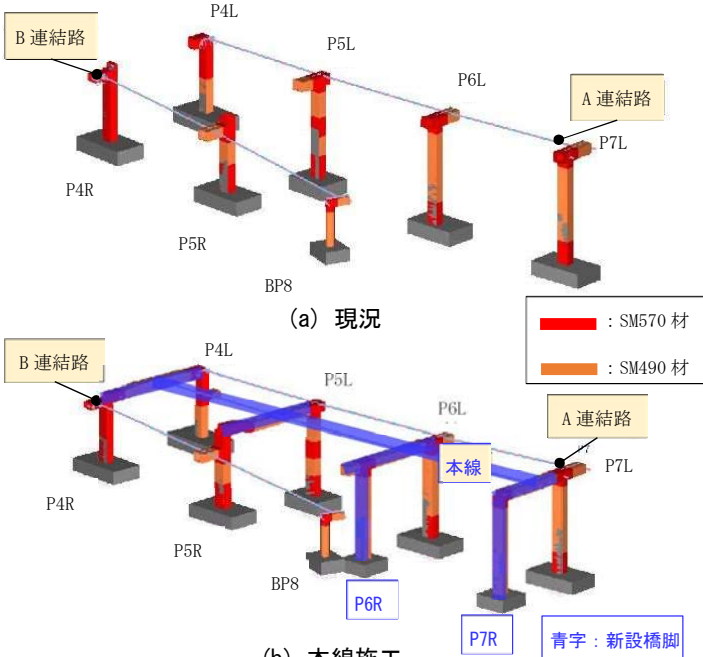


図-1 解析モデルの概要

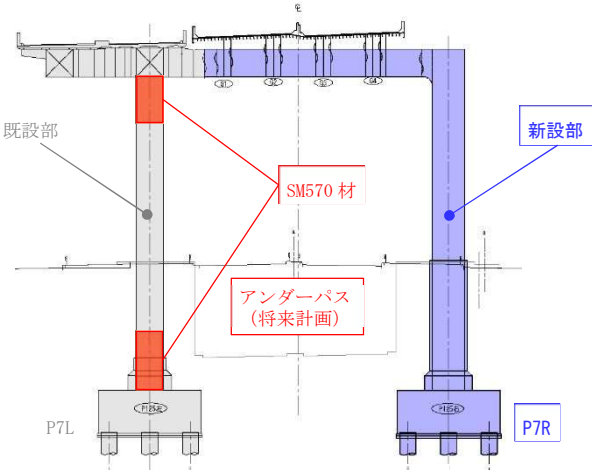


図-2 断面図 (P7 橋脚)

3. 検討ケース

既設部建設当時には、新大宮線の構造は鉄桁、RC 床版、RC 高欄とし、新設部の橋脚の断面構成も想定されている。既設部建設時の想定通りの構造としたものを本線施工の基本ケースとし、本論では本線施工の基本ケースの照査結果を示す。

動的解析の入力地震波は、応答が最大となったレベル2地震動のタイプIIを橋軸直角方向に作用させたケースについて示す。

4. 動的解析および底版照査結果

表-4 に本線施工の動的解析結果を示す。解析の結果、SM570 材が用いられている P6L, P7L と、SM490 材が用いられている P6R, P7R 柱基部に塑性化が認められた。SM570 材で製作された鋼製橋脚は、最大耐力以降の塑性率履歴特性に関する情報がほとんどなく、最大耐力後の耐力低下が大きくなる可能性があることから、現行の道示V編による限界ひずみの算出式が適用できない。塑性化を期待する場合には十分注意する必要がある。以降の検討の課題となった。なお、幅厚比パラメータは「既設鋼橋脚の耐震性向上設計編 H17.7 (首都高速道路公団)」⁴⁾に規定される範囲内であった。また、SM490 材箇所については道示に規定される限界ひずみ以下であった。

次に、本線施工の底版及び杭の照査結果を表-5 に示す。表内の数値は許容値に対する応答値の割合を示したもので、M は曲げ応答値、My は降伏曲げモーメント、S はせん断応答値、Ps はせん断耐力とする。P7L の底版に塑性化が認められたが、塑性率は国土交通省の事務連絡に示される許容塑性率 5 以下であり、満足する結果となった。

5. 考察

当初設計で想定した本線施工における動的解析の結果、現行の制限値を満足しない箇所が散見された。これは既設部が平成 2 年道示により設計されており、耐震性能の評価基準や解析方法が異なるためである。以降の第 2 編では道示Vの限界ひずみが適用できない SM570 材が用いられている柱基部のひずみに着目して、上載荷重や基礎ばねを変更したケースについての考察を示す。

表-3 解析モデルの構成要素

部材		解析モデル	備考
上部工		線形はり	床版剛性考慮の1本はり
支承		線形ばね	
下部工	柱	非線形ファイバー	軸力変動考慮のため
	梁	線形はり	
	底版	線形はり	
	基礎	支点ばね	
	地盤抵抗	線形ばね	アンダーパス計画側は非考慮

表-4 動的解析結果（柱基部直角方向タイプII）

		材料	コンクリート 充填有無	$\varepsilon / \varepsilon_y$	弾塑性	ε_a
P5	L	SM570	有	0.77	弾性	
	R		有	0.84	弾性	
P6	L	SM570	有	1.00	降伏	
	R	SM490	有	2.34	降伏	$< 7\varepsilon_y$
P7	L	SM570	有	2.70	降伏	
	R	SM490	有	5.29	降伏	$< 7\varepsilon_y$

表-5 底版及び杭の照査結果（直角方向タイプII）

				P5		P6		P7L	
				L	R	L	R	L	R
本線施工	底版	曲げ	M/My	0.928	0.552	0.764	0.497	1.33 (1.38) ^{※1}	0.814
		せん断	S/Ps	0.677	0.926	0.385	- ^{※2}	0.941	0.718
	杭	曲げ	M/My	0.482	0.483	0.131	0.581	0.673	0.697
		せん断	S/Ps	0.107	0.527	0.664	0.774	0.337	0.912

※1：() 内は塑性率
※2：せん断照査位置が最外杭の外側に存在するため

参考文献

1)国土交通省 道路局 国道・防災課：事務連絡「既設道路橋の性能照査及び耐震補強設計について」，2015.6

2)（公社）日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，2012.3

3)首都高速道路（株）：橋梁構造物設計施工要領 V 耐震設計編，2015.6

4)首都高速道路（株）：既設鋼橋脚の耐震性能向上設計編，2005.7