

水平力の分担を考慮したこ線橋の耐震補強検討

ジェイアール東日本コンサルタンツ

正会員 ○築地 秀和

ジェイアール東日本コンサルタンツ

関 貴志

ジェイアール東日本コンサルタンツ

フェロー会員 栗原 啓之

1. はじめに

検討を行ったのは、平成2年道路橋示方書（以下「道示」）に準拠し平成8年に架設された在来線4線を跨ぐこ線橋である。一般的に耐震性能の照査方法は大きく分けて静的照査方法と動的照査方法の2つがあるが、本橋は可動固定支承に支持される単純桁橋であることから地震時の挙動が複雑ではないため静的照査方法を採用することが一般的である。しかし本橋の橋脚は、在来線軌道に近いため柱の補強を極力減らすことを目的に水平力の分担を考慮した橋全体系の動的照査も行ったので2つの照査結果を報告する。

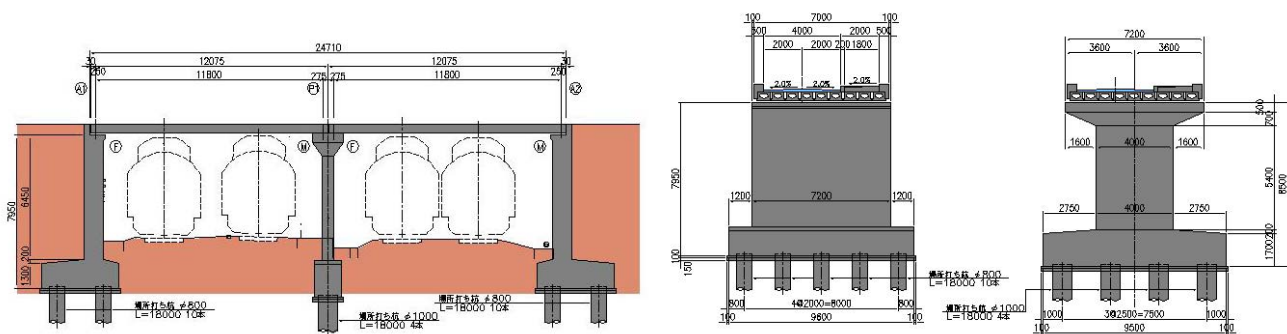


図-1 全体図

2. 全体系解析モデル

全体系の動的照査のモデルにおいて下部工は、検討対象が既設橋であることや橋脚には段落しがあり塑性ヒンジが不明確なためM-φモデルを用い、基礎工には基礎全体の鉛直バネ、水平バネおよび回転バネをフーチング底面中心位置で考慮した。上部工は全断面剛性の線形梁要素とし固定支承部はピン結合、可動支承部は既設アンカーバー変位量20mmを考慮し、20mmを超えると慣性力を伝達するスリップ型の変位量20mmを考慮し、20mmを超えると慣性力を伝達するスリップ型のバネでモデル化を行った。（図-2）

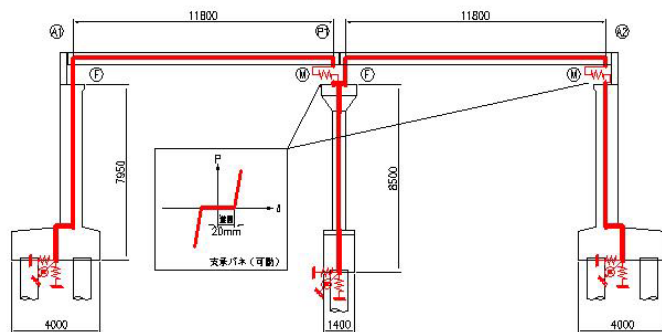


図-2 全体系解析モデル

3. 解析結果

解析結果は、橋脚単体の静的照査方法である保有水平耐力法による結果（表-1）と、橋全体系の動的照査方法である時刻歴応答解析結果（表-2）の橋軸方向のみを以下に示す。

保有水平耐力法にて確認する照査項目は①慣性力＞地震時保有水平耐力 ②残留変位≦許容残留変位 ③先行破壊箇所が基部破壊であることの3項目である。

解析結果（表-1）では、地震時保有水平耐力が不足しているため曲げ補強が必要であり、特にタイプⅡ地震動において残留変位が許容値に対して10倍近く応力が発生し、橋脚柱部の耐震補強が必要となることが確認できた。

キーワード 耐震設計、こ線橋、道路橋示方書、水平力分担

連絡先 〒171-0021 東京都豊島区西池袋 1-11-1 メトロポリタンプラザ 19 階

ジェイアール東日本コンサルタンツ（株） 技術本部 技術第一部 03-5396-7247

時刻歴応答解析にて確認する照査項目は、①残留変位 $\leq$ 許容残留変位 ②曲率 $\leq$ 許容曲率 ③躯体のせん断耐力照査が満足しているか ④段落しの曲げ耐力およびせん断耐力が満足しているかである。また、時刻歴応答解析の入力地震動は平成 24 年道示 V 耐震設計編に規定する II 種地盤用タイプ I およびタイプ II の地震動それぞれ 3 波の異なった加速度波形を作用させその 3 波の平均値を用いて照査を行った。

解析結果（表-2）では、水平力の分担を考慮することで全ての照査項目が満足しており橋脚柱部に関する補強は不要であることが確認できた。特に残留変位を比べた場合、タイプ II 地震動において保有水平耐力法では 629.7mm 発生していた変位が時刻歴応答解析では 9.4mm と非常に小さくなることが確認できた。

4. 支承構造

本橋の支承構造は、33mm 厚のゴム沓とアンカーバーによる変位制限構造が設置されている。平成 24 年道示 V 耐震設計編に規定するレベル 2 地震動により生じる水平力にも支承部が機能するようにするため、現在配置されているアンカーバーの耐力を超過する水平力は、新たに水平力分担構造を設置することで対策を行うこととした。

5. 基礎構造

橋台および橋脚の基礎である場所打ち杭に関しては、土木研究所資料 『既設道路橋基礎の耐震性能簡易評価法に関する研究』に記載されている耐震性能簡易判定フローに基づき杭の損傷度を評価し本検討では補強対象外とした。

6. まとめ

本橋の構造形式から一般的な検討方法である保有水平耐力法による検討のみ行った場合、解析の結果から軌道近接の掘削を伴う曲げ補強が必要であった。しかし、本橋は設計年度も比較的新しく直橋であり上部構造は 2 径間 P C 単純桁構造であることから座屈の心配も無いことや、両橋台はアンカーバーが異なるだけで躯体は同形状、同配筋であることなどから水平力の分担を考慮した全体系での時刻歴応答解析を行ったことで本検討の目標としていた橋脚柱部の補強が不要となった。

参考文献

1) 道路橋示方書・同解説 V. 耐震設計編 (社) 日本道路協会、1990. 2
2) 道路橋示方書・同解説 V. 耐震設計編 (社) 日本道路協会、2012. 3
3) 既設橋の耐震補強設計に関する技術資料 国土技術政策総合研究所資料・土木研究所資料、2012. 11
4) 既設道路橋基礎の耐震性能簡易評価法に関する研究 土木研究所資料、2010. 5
5) 既設橋梁の耐震補強工法事例集 (財)海洋架橋・橋梁調査会、2005. 4

表-1 橋脚単体静的照査結果

地震時保有水平耐力法				橋軸方向	
	照査地震動			タイプ I	タイプ II
	耐力	終局水平耐力	P_u (kN)	474.79	474.79
		せん断耐力	P_s (kN)	2292.17	2490.17
	破壊形態			曲げ破壊型	曲げ破壊型
	耐力の照査	許容塑性率	μ_a	2.15	2.15
		設計水平震度	k_{hc}	0.63	0.96
		設計に用いる設計水平震度	k_{hc}	0.63	0.96
		等価重量	W (kN)	1585.13	1585.13
		地震時保有水平耐力照査	$P_a \geq k_{hc}W$ (kN)	475 < 999	475 < 1522
残留変位	応答塑性率			μ_R	7.75
	残留変位の照査			$\delta R \leq \delta R_a$ (mm)	256.4 > 66.0
	損傷断面の判定			1.426	≥ 1.2 OK

表-2 橋全体系動的照査結果

動的解析法				橋軸方向	
	照査地震動			タイプ I	タイプ II
	耐力の照査	残留変位	$\delta R \leq \delta R_a$ (mm)	3.5 $\leq$ 66.0	9.4 $\leq$ 66.0
		応答曲率	$\theta < \theta_a$ (1/m)	0.0058 $\leq$ 0.0417	0.0094 $\leq$ 0.0417
		破壊形態の判定	$P < P_s$ (kN)	548 $\leq$ 1613	633 $\leq$ 1867
		段落し部の曲げ照査	$M \leq M_y$ (kNm)	1447 $\leq$ 2122	1600 $\leq$ 2122
		段落し部のせん断照査	$S < P_s$ (kNm)	491 $\leq$ 2005	549 $\leq$ 2005