

地域地震波を考慮した橋脚の耐震補強設計

建設省広島国道工事事務所 正会員 ○天野 弘也
 建設省広島国道工事事務所 正会員 中村 憲二

1. はじめに

「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」（復旧仕様）及び「道路橋示方書・同解説」（平成8年12月、道示）には神戸地震波に基づく地震動（レベルⅢ，タイプⅡ）が示されているが、場所によっては大きさ・振動特性の異なる地域地震が発生する可能性がある。そこで広島市内の国道に架かる橋梁を対象とし、地域地震波（己斐断層による広島地震波）を考慮した橋脚の耐震検討を行った。ここでは、代表例として新こうへい橋と新太田川橋の橋脚をとりあげ、神戸地震波と広島地震波との比較及びこれら2つの地震波に基づく耐震検討を行ったので検討方法及び検討結果を報告する。

2. 検討条件

1) 設計用地震波

各橋梁位置で推定された広島地震波とレベルⅢ地震波において、その橋脚の固有周期に対する加速度応答スペクトルを比較し、大きい方を検討用地震波とした。2つの橋梁位置での広島地震波とレベルⅢ地震波の加速度応答スペクトルを図-1に示し、広島地震波の地表面加速度波形を図-2に示す。

2) 代表的な2橋の構造・仕様

橋脚形状，地盤種別，支配的地震波及び橋脚の破壊形態から、新こうへい橋 P₁ 橋脚及び新太田川橋 P₂，P₄ 橋脚をとりあげた。各橋脚の構造・仕様を表-1にまとめる。

3) 地盤特性

新こうへい橋の地盤は表層に約15mの砂層がありその下が洪積層のⅡ種地盤で、新太田川橋の地盤は表層に約13.5mの礫がありその下が軟岩のⅠ種地盤である。

3. 耐震設計

1) 地震時保有水平耐力

表2は復旧仕様に基づくレベルⅢ地震波と広島地震波に対する地震時保有水平耐力である。表には破壊場所及び破壊形態も示した。

(1)新こうへい橋：橋脚の固有周期に対し、広島地震波がより大きな慣性力を与える。両地震波とも基部曲げ破壊を発生させ、橋脚基部に塑性ヒンジができるが、橋軸直角方向にはヒンジはできないため上部

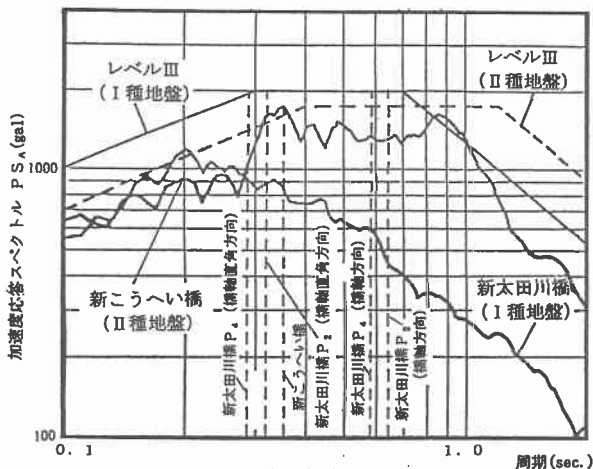


図-1 設計加速度応答スペクトル

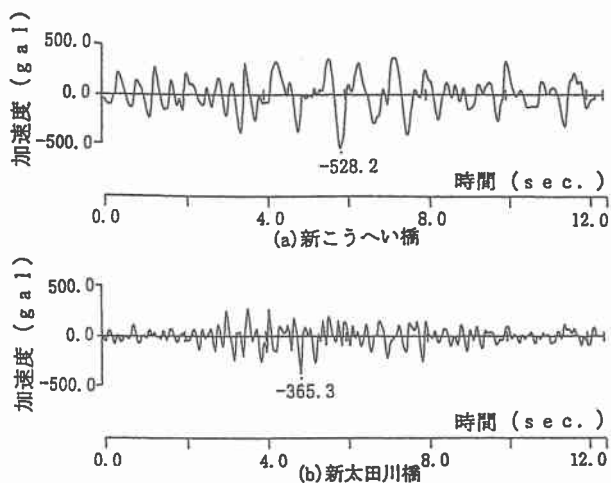
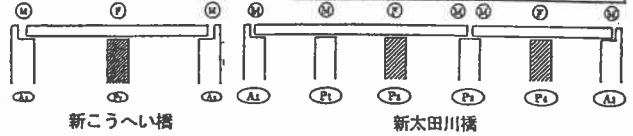


図-2 地表面における人工地震波

工荷重を支持する機能は保持できる。また、時刻歴応答解析より、橋脚天端変位 26.6cm に対し、橋台の桁かかり長は 119cm であるので落橋は免れると考えられる。

表-1 対象橋梁橋脚

橋梁 (橋梁形式)	橋長 (径間数)	橋梁形式	地盤種別 等価固有周期 (秒)	耐震基準 (架設年次)
		柱寸法(L/B)		
新こうへい橋 (逆T式小判柱)	89.5 m (2)	2径間連続版析	Ⅱ種(砂質)	S55 道示 V耐震設計幅 (H.3)
		44 m × 2.5 m (17.6)	0.366 秒	
新太田川橋 (逆T式小判柱)	374.6 m (3+2)	鋼3径間連続箱析 鋼2径間連続箱析	Ⅰ種(礫質) P ₂ : (軸) 0.645 (直) 0.320 P ₄ : (軸) 0.596 (直) 0.288	S46 道路橋 耐震設計基準 (S.54)
		P ₂ : 7.5 m × 3.5 m (2.14) P ₄ : 7.5 m × 3.0 m (2.50)		



(2) 新太田川橋：レベルⅢ地震波がより大きな慣性力を与える。P₂橋脚は橋軸方向荷重で基部曲げ破壊が生じ、橋軸直角方向で基部せん断破壊が発生する。したがって、上部工荷重の支持機能が無くなり落橋の原因となるのでRC巻立て工法などの補強工事が必要となる。P₄橋脚は橋軸方向、橋軸直角方向とも段落し部の曲げ破壊が先行し、せん断破壊に移行する可能性があるため補強工事が必要である。

表-2 地震時保有水平耐力 上段：レベルⅢ
下段：広島地震波

2) 動的応答

新太田川橋の P₃橋脚の杓が可動であり P₂橋脚と P₃橋脚の振動特性が大きく異なることから、P₂橋脚と P₃橋脚の相対変位による落橋の可能性を検討する目的で非線形動的応答解析を行った。補強後の橋脚について、レベルⅢのⅠ種地盤地震動(神戸海洋気象台)が新太田川橋の P₂橋脚と P₃橋脚に同時に作用した場合の橋脚天端の相対変位の時刻歴弾塑性応答を図-3に示す。最大相対変位は 35.2cm であるが桁かかり長が 140cm であるので落橋には至らない。なお、鉄筋コンクリート構造の非線形モデルは武田モデルを採用した。

橋梁	橋脚番号	作用慣性力		広島地震波 レベルⅢ	破壊箇所 破壊形態
		方向	地震時保有水平耐力		
新こうへい橋	P ₁	橋軸方向	1.26	1.10	基部 曲げ
		橋軸直角方向	1.41		
新太田川橋	P ₂	橋軸方向	2.38	0.28	基部 曲げ
		橋軸直角方向	0.70		
	P ₃	橋軸方向	1.84	0.71	基部 せん断
		橋軸直角方向	1.32		
	P ₄	橋軸方向	2.36	0.35	段落し 曲げ
		橋軸直角方向	0.86		
P ₄	橋軸方向	0.67	0.73	段落し 曲げ	
	橋軸直角方向	0.49			

4. 結論

以上より①新こうへい橋の橋脚は己斐断層による広島地震波により支配される、②新こうへい橋の橋脚は基部曲げ破壊を生じるが落橋には至らないと考えられる、③新太田川橋の橋脚は基部せん断破壊、段落し部曲げ破壊などを生じ補強が必要と考えられる、④新太田川橋は、橋脚を補強すれば橋脚の相対変位による落橋は起こらない、との結論を得た。

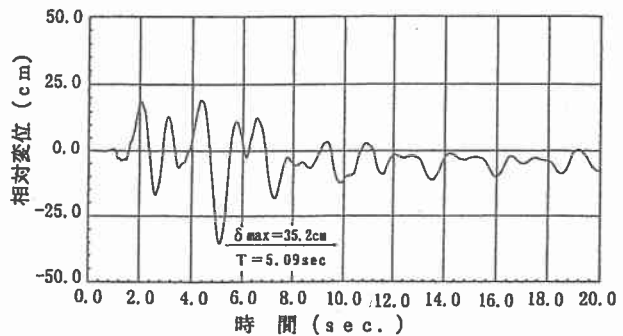


図-3 新太田川橋 P₂, P₃ 橋脚天端の相対変位