

桁衝突を許容した耐震補強の有効性に関する一考察

木更津高専 正会員 ○森山 卓郎
群馬高専 正会員 瀧本 朋久

1. 目的

現行の道路橋の実務設計では、隣接する上部構造同士などにおいて、レベル 地震動に対して必要な桁遊間を確保して桁衝突を許容しない耐震補強が行われている¹⁾。しかしながら、桁遊間を大きく確保した場合では、伸縮装置の大型化などによる建設コストの増加や橋脚などの耐震補強コストの増加が懸念されている。これらのコストを縮減する一つの方策としては、桁衝突を許容して桁遊間を縮小化し、桁衝突による橋桁や橋脚の損傷を低減させるために、桁遊間にゴム緩衝材を設置する手法が考えられる。本研究では、中小規模の2径間のPC橋を対象として、橋桁端部のゴム緩衝材の有無と桁遊間の大きさを変化させて動的応答解析を行い、桁衝突時における橋桁や橋脚の動的応答から桁衝突を許容する耐震補強の有効性について検討した。さらに、現状の桁衝突を許容しない耐震補強と提案する桁衝突を許容した耐震補強において、それぞれ実際に概算で耐震補強コストを算出し、コストパフォーマンスの比較からも桁衝突を許容する耐震補強の有効性を検討した。

2. 解析方法

2.1 解析対象橋梁

本研究では、両端に橋台を有する2径間のPC橋を解析対象として用いた。解析対象橋梁を図1に示す。橋桁と橋脚は2次元線形はり要素でモデル化した。P1橋脚基部には塑性ヒンジを設け、非線形回転ばねを取り付けた。塑性ヒンジ部の非線形履歴特性には、鉄筋コンクリートの劣化を考慮できる武田モデルを用いた。

2.2 桁衝突とゴム緩衝材のモデル化

本解析では、両端の橋台で桁衝突が生じることを想定した。この桁衝突については、非線形の履歴特性を有する衝突ばねモデルに両端の橋台部の抵抗を表すばねを加え、それらの合成ばねとしてモデル化した。さらに両端の橋桁端部に、厚さ10cmの硬度50のゴム緩衝材を取り付けた場合についても、モデル化を行った。

2.3 解析方法

本解析の入力波には解析モデルの共振加速度(固有周期2.20sec)の正弦波を用いた。最大加速度振幅は250galとした。この入力波を解析モデルの橋軸方向に入力した。応答解析の数値積分には、Newmarkの β 法($\beta=0.25$)を用い、積分時間間隔は0.0005秒、解析時間は20秒とした。両端の橋桁端部にゴム緩衝材がない場合と硬度50のゴムの緩衝材がある場合について、それぞれ遊間の大きさを10cmから50cmまで10cmずつ変化させて動的応答解析を行い、橋桁や橋脚の動的応答の時刻歴を算出した。

3. 解析結果および考察

3.1 橋桁端部の最大応答応力

図2に、桁遊間にゴム緩衝材がない場合とある場合について、動的応答解析から得られた橋桁端部の時刻歴
キーワード 桁衝突、桁遊間縮小化、ゴム緩衝材、耐震補強、コストパフォーマンス

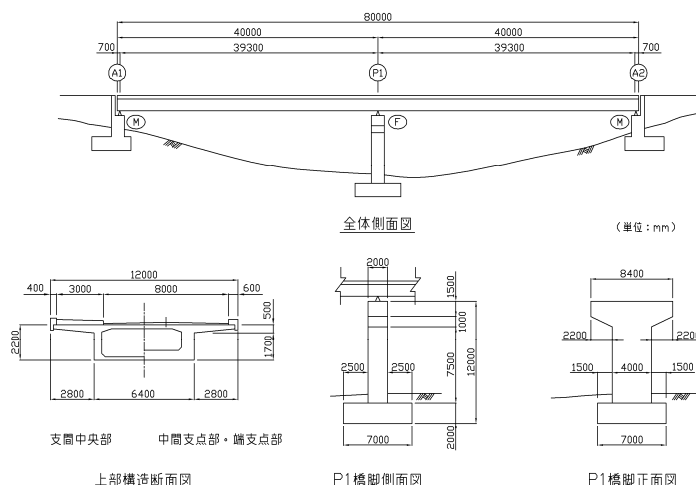


図1 解析対象橋梁

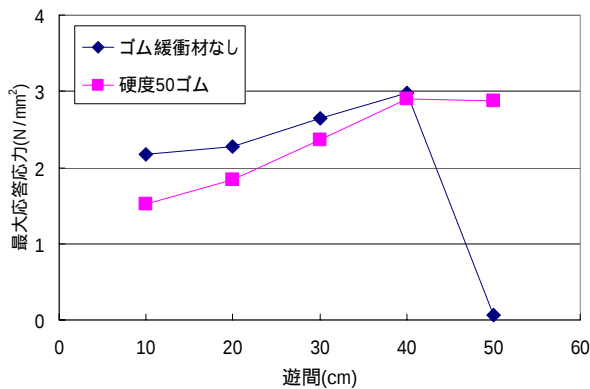


図2 橋桁端部の最大応答応力と桁遊間の関係

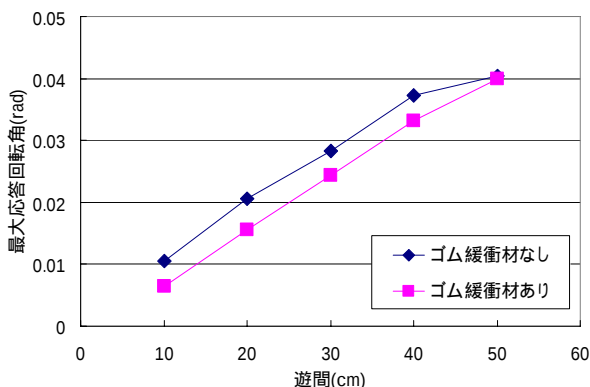


図3 橋脚基部の最大応答回転角と桁遊間の大きさの関係

における橋桁端部の最大応答応力と桁遊間の関係を示す。遊間 50cm でゴム緩衝材がない場合では、橋桁の衝突は生じなかったが他のすべてのケースでは橋桁の衝突が生じた。この図から、遊間が大きくなれば、桁衝突によって橋桁端部の最大応答応力が大きくなることがわかる。また、桁遊間にゴム緩衝材のない場合と比較して、ゴム緩衝材がある場合で橋桁端部の応答応力が低減され、特に遊間が小さい場合にその効果が顕著であることがわかる。

3.2 橋脚基部の最大応答回転角

図3に、橋脚基部の最大応答回転角と遊間の関係を示す。この図から、桁遊間が大きくなるほど橋脚基部の最大応答回転角が大きくなることがわかる。また、いずれの桁遊間においてもゴム緩衝材を用いた場合では、ゴム緩衝材がない場合と比べて橋脚基部の応答回転角が小さくなっていることがわかる。特に、遊間が小さいときにその効果は顕著である。

3.3 コストパフォーマンスの比較

表1に、現行の桁衝突を許容しない耐震補強と提案する桁衝突を許容した耐震補強において、それぞ

表1 概算の耐震補強費の比較

	現行の耐震補強		提案する耐震補強	
	内訳	金額 (千円)	内訳	金額 (千円)
支承部	ゴム沓とジャッキアップ他	25,000	-	0
橋桁部	支承撤去	5,000	-	0
橋台部	パラベット部の撤去・新設	5,000	-	0
	橋座拡幅	3,000	橋座拡幅	3,000
橋脚部	巻き立て工法	20,000	必要に応じて変動	10,000
伸縮装置	撤去・新設	15,000	-	0
緩衝材	-	0	ゴム緩衝材	5,000
落橋防止装置	PCケーブル	7,000	PCケーブル	7,000
耐震補強費の合計		80,000		25,000

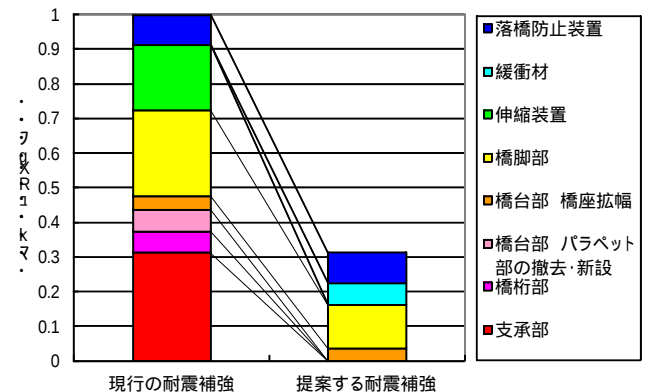


図4 提案する耐震補強のコスト削減効果

れ概算の耐震補強コストを示す。現行の桁衝突を許容しない耐震補強では、伸縮装置の大型化や橋脚の耐震補強などにより耐震補強コストは高くなる。しかし、桁衝突を許容する耐震補強では、伸縮装置の大型化は不要となり、橋脚の耐震補強も最小限ですむので、耐震補強コストを抑えられる。新たにゴム緩衝材は必要となるが、低コストである。

図4に、耐震補強コストの内訳の割合の比較を示す。トータルの耐震補強コストでは、桁衝突を許容する耐震補強は、桁衝突を許容しない現行の耐震補強の約30%程度まで削減できることがわかる。

4. まとめ

本研究では、中小規模の2径間のPC橋において、桁衝突を許容して桁遊間を縮小化し、桁遊間にゴム緩衝材を用いるPC橋の耐震補強方法の提案を行い、その有効性について、動的応答解析およびコストパフォーマンスの比較による検討を行った。その結果、本研究で提案する耐震補強は、いずれの検討においても有効であることが示された。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，丸善，2012。